RAPPORT FRÅN DATA- OCH ELEKTRONIKKOMMITTÉN (DEK)

Datateknik

Ur KB:s samlingar
Digitaliserad år 2013

KUNGL. BIBLIOTEKET
National Library of Sweden

i industrin

Datorstödda produktions- och processtyrsystem

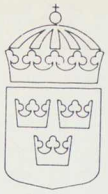
SOU 1981:11

RAPPORT FRÅN DATA- OCH ELEKTRONIKKOMMITTÉN (DEK)

Datateknik i process-industrin

Datorstödda produktions- och processtyrsystem

SOU 1981:11



Statens offentliga utredningar
1981:11
Industridepartementet

Datateknik i processindustrin

Datorstödda produktions- och processtyrsystem

Rapport från data- och elektronikkommittén (DEK)
Stockholm 1981

Omslag Jan Bohman
Jernström Offsettryck AB

ISBN 91-38-06088-4
ISSN 0375-250X
Gotab, Stockholm 1981

Till statsrådet och chefen för industridepartementet

Regeringen bemyndigade den 20 juli 1978 chefen för industridepartementet att tillkalla en kommitté med högst nio ledamöter för att utreda datateknikens och elektronikens effekter på näringslivets utveckling. Genom beslut den 10 november samma år utökades antalet ledamöter till högst elva.

Med stöd av detta bemyndigande förordnade departementschefen den 15 augusti 1978 ledamöter och sakkunniga i kommittén. Kommitténs sammansättning och sekretariat, liksom medlemmarna i den referensgrupp som biträtt kommittén vid utarbetandet av denna rapport, framgår av bilaga 1.

Kommittén har antagit namnet data- och elektronikkommittén (DEK).

Datatekniken kommer att medföra förändringar inom en rad områden av betydelse för såväl branscher och företag som enskilda anställda och särskilda yrkeskategorier. De möjligheter och problem som datateknikens utveckling aktualiserar spänner över ett stort fält, från övergripande frågor om näringslivets konkurrenskraft och struktur till sociala aspekter på sysselsättning, arbetsorganisation och andra frågor.

DEK har främst till uppgift att kartlägga och bedöma datateknikens möjligheter att effektivisera produktionen av varor och tjänster. Frågor om datateknikens effekter på sysselsättning, arbetsmiljö, utbildning m m skall däremot främst behandlas i den av chefen för arbetsmarknadsdepartementet tillkallade kommitté som antagit namnet dataeffektutredningen. Utredningsmaterialet från båda utredningarna måste därför på en rad områden ses i ett sammanhang för att en allsidig bedömning av utvecklingen skall kunna göras. De båda utredningarnas arbete bedrivs med viss samordning.

DEK har beslutat att bedriva utredningsarbetet i delutredningar som avrapporteras löpande. Föreliggande rapport behandlar datateknikens användning i processindustrins produktion och omfattar kartläggning av olika tillämpningar, analys av effekter samt bedömning av den framtida utvecklingen. Samtidigt publicerar DEK en rapport, "Datateknik i verkstadsindustrin – datorstödda konstruktions- och tillverkningssystem" (SOU 1981:10), som behandlar motsvarande frågor med anknytning till verkstadsindustrin.

De två delutredningar som härmed avrapporteras utgör underlag för kommitténs kommande delbetänkande angående datoranvändningen i industriella processer. I detta redovisas även förslag till åtgärder.

Dataeffektutredningen publicerar inom kort en rapport, "Industrins datorisering – effekter på arbetsmiljö och sysselsättning" (SOU 1981:17), i

vilken effekter av datoranvändning i industriella processer med avseende på sysselsättning och arbetsmiljö behandlas.

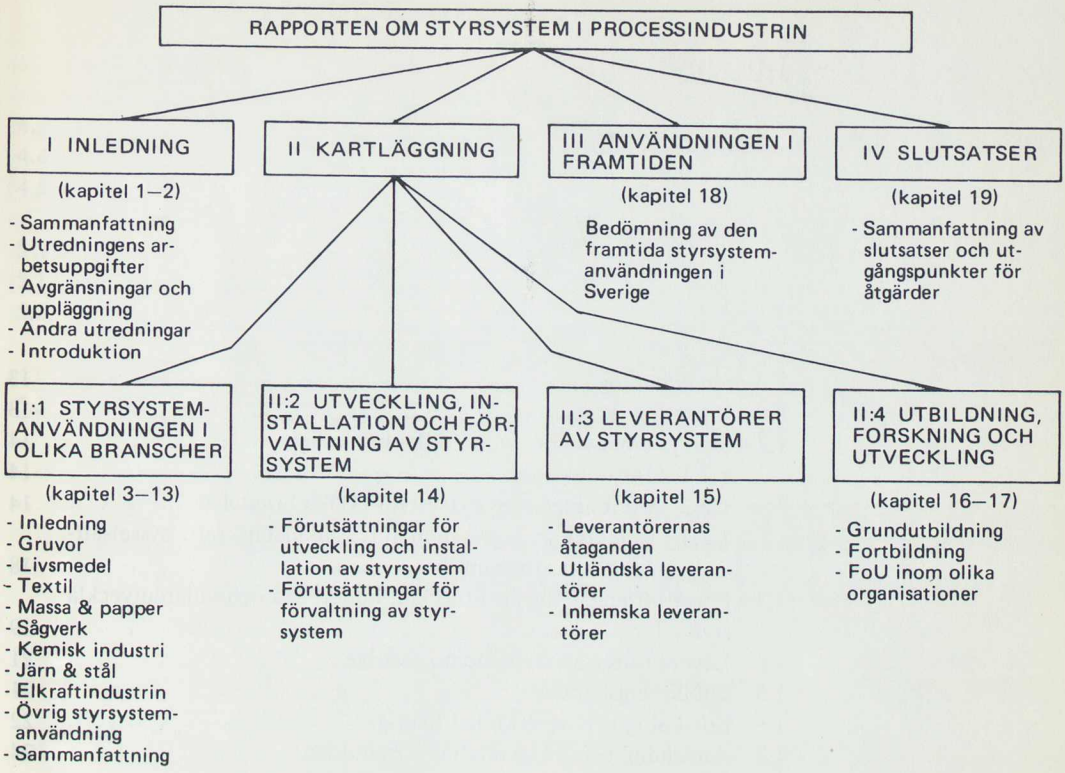
Tidigare har DEK publicerat rapporterna "Datateknik och industripolitik" (SOU 1980:17), "Datateknik, ekonomisk tillväxt och sysselsättning" (Liber Förlag, 1980) samt "Industri- och forskningspolitiska program inom data- och elektronikområdet. Reserapporter från USA, Finland, Storbritannien, Västtyskland, Japan och Frankrike" (Ds I 1980:7).

Stockholm i april 1981

Nils Mårtensson

Gunnar Du Rietz	*Gunnar Eliasson*	*Birgitta Frejhagen*
Arne Gadd	*William Ingberg*	*Sören Lindebro*
Roland Petersson	*Gunnar Ribrant*	*Bertil Thorngren*

/Jan Carlsson
Nils Odén
Lars Persson


RAPPORTEN OM STYRSYSTEM I PROCESSINDUSTRIN
I INLEDNING
(kapitel 1–2)
- Sammanfattning
- Utredningens arbetsuppgifter
- Avgränsningar och uppläggning
- Andra utredningar
- Introduktion
II KARTLÄGGNING
III ANVÄNDNINGEN I FRAMTIDEN
(kapitel 18)
Bedömning av den framtida styrsystemanvändningen i Sverige
IV SLUTSATSER
(kapitel 19)
- Sammanfattning av slutsatser och utgångspunkter för åtgärder
II:1 STYRSYSTEMANVÄNDNINGEN I OLIKA BRANSCHER
(kapitel 3–13)
- Inledning
- Gruvor
- Livsmedel
- Textil
- Massa & papper
- Sågverk
- Kemisk industri
- Järn & stål
- Elkraftindustrin
- Övrig styrsystemanvändning
- Sammanfattning
II:2 UTVECKLING, INSTALLATION OCH FÖRVALTNING AV STYRSYSTEM
(kapitel 14)
- Förutsättningar för utveckling och installation av styrsystem
- Förutsättningar för förvaltning av styrsystem
II:3 LEVERANTÖRER AV STYRSYSTEM
(kapitel 15)
- Leverantörernas åtaganden
- Utländska leverantörer
- Inhemska leverantörer
II:4 UTBILDNING, FORSKNING OCH UTVECKLING
(kapitel 16–17)
- Grundutbildning
- Fortbildning
- FoU inom olika organisationer

Innehåll

1 *Sammanfattning* 13
1.1 Inledning 13
1.2 Styrsystemanvändningen i olika branscher 14
1.2.1 Introduktion 14
1.2.2 Spridningen av styrsystem i olika branscher 14
1.2.3 Effekter av styrsystem för konkurrenskraft, sysselsättning och arbetsmiljö 18
1.3 Förutsättningar för att utveckla, underhålla och vidareutveckla styrsystem 19
1.4 Leverantörer av styrsystem i Sverige 21
1.5 Utbildningsbehov 21
1.6 Forskning och utveckling i Sverige 22
1.7 Användningen av styrsystem i framtiden 24

2 *Inledning* 27
2.1 Uppläggningen av studien 27
2.1.1 Syfte och avgränsning 27
2.1.2 Disposition, genomförande och dokumentation . . 28
2.1.3 Samordningen med andra utredningar 29
2.2 Styrsystem och datorstöd – en introduktion 30
2.2.1 Produktionsteknikens utveckling inom processindustrin 30
2.2.2 Olika typer av styrning och styrsystem 31
2.2.3 Motiv för investeringar i avancerade styrsystem . . 40
2.2.4 Datorstödets roll i användningen av styrsystem – en historik 41

3 *Introduktion till branschstudierna* 43
3.1 Syfte, avgränsningar och disposition 43
3.2 Några uppgifter om produktionen och sysselsättningen i de studerade branscherna. 45

4 *Gruvor och mineralbrott* 49
4.1 Branschstruktur 49
4.2 Användningen av styrsystem inom gruvor och mineralbrott . 52
4.2.1 Exempel på styrsystemtillämpningar 52
4.2.1.1 Styrsystem för bergtransporter på 775-metersnivån i Kirunavaara gruva 52

4.2.1.2 Styrning av anrikningsprocessen vid Boliden AB 56
4.2.2 Uppskattning av antal installerade styrsystem fördelat på företag och tillämpningar 58
4.3 Problem i samband med styrsystem 59
4.4 Effekter av användningen av styrsystem 60
4.5 Utvecklingstendenser 60

5 *Livsmedelsindustrin* 61
5.1 Inledning 61
5.2 Branschstruktur 61
5.2.1 Livsmedelsindustrin och dess delbranscher 61
5.2.2 Ägarstruktur och integrationsförhållanden 63
5.3 Livsmedelsindustrins användning av styrsystem 65
5.3.1 Slakteri- och charkuteriindustrin 65
5.3.1.1 Branschstruktur 65
5.3.1.2 Exempel på styrsystemtillämpningar . . . 67
5.3.2 Mejeriindustrin 69
5.3.2.1 Branschstruktur 69
5.3.2.2 Exempel på styrsystemtillämpningar . . . 70
5.3.3 Frukt- och grönsakskonservindustrin 74
5.3.3.1 Branschstruktur 74
5.3.3.2 Exempel på styrsystemtillämpningar . . . 75
5.3.4 Bageriindustrin 77
5.3.4.1 Branschstruktur 77
5.3.4.2 Exempel på styrsystemtillämpningar . . . 78
5.3.4.3 Styrsystem vid Konsum Stockholms bageri San Remo 83
5.3.5 Sockerindustrin 86
5.3.6 Choklad- och konfektyrindustrin 88
5.3.7 Bryggeriindustrin 89
5.4 Sammanfattning och slutsatser 93
5.4.1 Produktionsstrukturens betydelse 93
5.4.2 Övriga faktorer som styr datorstödets omfattning . . 94

6 *Textil- och konfektionsindustrin* 97
6.1 Inledning 97
6.2 Branschstruktur 97
6.3 Användningen av avancerade styrsystemtillämpningar . . . 99
6.4 En utvecklingsteknisk analys 102
6.5 Framtida utveckling 103

7 *Sågverk* 105
7.1 Branschstruktur 105
7.1.1 Konjunkturutvecklingen under 1960- och 1970-talen . 105
7.1.2 Företagsstruktur och sysselsättning 106
7.1.3 Investeringsutveckling och kostnadsstruktur 108
7.1.4 Marknads- och efterfrågeförhållanden 109
7.1.5 Utvecklingstendenser 110

7.2 Användningen av avancerade styrsystem inom sågverksindustrin . . . 111
7.2.1 Inledning . . . 111
7.2.2 Datorstödets inriktning . . . 114
7.2.2.1 Krav på styrning . . . 114
7.2.2.2 Datorstödda system för enskilda processled 115
7.2.2.3 Övergripande system . . . 120
7.2.3 Effekter av användningen av avancerade styrsystem . 123
7.2.3.1 Inledning . . . 123
7.2.3.2 Avgränsade tillämpningar . . . 124
7.2.3.3 Övergripande system . . . 125
7.2.4 Spridningen av avancerade styrsystemtillämpningar . 126
7.2.4.1 Faktorer som styr spridningen . . . 126
7.2.4.2 Antal installerade system av olika slag . . 128
7.3 Svenska leverantörer av sågverksutrustning och sågverksautomatik . . . 128
7.4 Organisation och finansiering av forskning och utveckling med anknytning till sågverksindustrin . . . 130
7.5 Utvecklingstendenser och nya tillämpningar . . . 133

8 *Massa- och pappersindustrin* . . . 137
8.1 Branschstruktur . . . 137
8.2 Användningen av avancerade styrsystem i massa- och pappersindustrin . . . 141
8.2.1 Exempel på styrsystemtillämpningar . . . 141
8.2.1.1 System för datorbaserad driftplanering . . 141
8.2.1.2 System för datorbaserad uppföljning av miljöutsläpp . . . 144
8.2.1.3 Styrning av pappersmaskiner . . . 147
8.2.1.4 Datorstyrning av massatvätt . . . 151
8.2.1.5 Datoriserad hantering av pappersrullar . . 153
8.2.2 Uppskattning av antalet installerade styrsystem . . 155
8.2.3 Fördelning på olika tillämpningar . . . 157
8.2.4 Spridning mellan anläggningar och företag . . . 160
8.3 För massa- och pappersindustrin specifika problem i samband med utveckling och användning av styrsystem . . . 161
8.4 Effekter av användningen av styrsystem . . . 162
8.4.1 Allmänna synpunkter . . . 162
8.4.2 Produktkvalitet . . . 163
8.4.3 Råvaruförbrukning . . . 163
8.4.4 Energiförbrukning . . . 164
8.4.5 Anläggningsutnyttjande, tillgänglighet och underhåll . 168
8.4.6 Sysselsättningseffekter . . . 168
8.5 Utvecklingstendenser och nya tillämpningar . . . 169

9 *Kemisk industri inklusive plastvaruindustrin* . . . 171
9.1 Branschstruktur . . . 171
9.2 Användningen av avancerade styrsystem . . . 175

9.2.1 Inledning 175
9.2.2 Den kemiska basindustrin 175
9.2.3 Vidareförädlande kemisk industri 180
9.3 Problem i samband med utveckling, installation och drift av styrsystem. 183
9.4 Effekter av styrsysteminstallationer. 185
9.5 Utvecklingstendenser 186

10 *Järn-, stål- och metallverk* 187
10.1 Branschstruktur 187
10.2 Användningen av styrsystem inom järn-, stål- och metallverk 191
10.2.1 Exempel på styrsystemtillämpningar 191
10.2.1.1 Styrning av ugnar 191
10.2.1.2 Analyslaboratorium med chargekorrektion . 193
10.2.1.3 Material- och produktionsstyrning 193
10.2.2 Uppskattning av antalet installerade styrsystem . . 194
10.2.3 Användningen av styrsystem fördelad på delbranscher och tillämpningar 195
10.2.4 Spridningen av styrsystemtillämpningar 198
10.3 Problem i samband med styrsystem 199
10.4 Effekter av användningen av styrsystem 199
10.4.1 Produktionstekniska effekter 199
10.4.2 Organisatoriska effekter 200
10.4.3 Påverkan på individen 200
10.5 Utvecklingstendenser 201
10.5.1 Allmänt 201
10.5.2 Nya processer 202

11 *Elkraftindustrin* 205
11.1 Inledning 205
11.2 Användningen av styrsystem inom elkraftindustrin 207
11.2.1 Vattenfalls överordnade informationssystem för kraftkontroll 208
11.2.2 System för fjärrövervakning och fjärrstyrning i driftcentraler 212
11.2.3 Styrsystem i konventionella värmekraftverk 214
11.2.3.1 Exempel på lämpliga datortillämpningar . 214
11.2.3.2 Beskrivning av installationen av processdatoranläggningen vid kraftvärmeverket i Värtan 216
11.2.4 Styrsystem i kärnkraftverk 220
11.2.5 Styrsystem i fördelningsstationer 223
11.3 Särskilda problem i samband med styrsystemtillämpningar . 225
11.4 Effekter av användningen av styrsystem 226
11.5 Utvecklingstendenser och nya tillämpningar 227

12 *Övrig styrsystemanvändning* 229
12.1 Petroleum- och kolproduktindustrin 229
12.2 Gummivaruindustrin 230
12.3 Cementindustrin 232

12.4 Vattenverk, reningsverk m m 234
12.5 Övrigt 234

13 *Sammanfattning av iakttagelser och slutsatser om användningen av datorstödda styrsystem* 235
13.1 Inledning 235
13.2 Sammanfattning av branschstudierna 235
13.2.1 Gruvor och mineralbrott 235
13.2.2 Livsmedelsindustrin 237
13.2.3 Textil- och konfektionsindustrin 239
13.2.4 Sågverk 240
13.2.5 Massa- och pappersindustrin 241
13.2.6 Kemisk industri inklusive plastvaruindustrin 243
13.2.7 Järn-, stål- och metallverk 244
13.2.8 Elkraftindustrin 247
13.3 Iakttagelser och slutsatser beträffande användningen . . . 248
13.3.1 Spridningen av datorstödda styrsystem 248
13.3.2 Datorstödets effekter för sysselsättning och arbetsinnehåll i den direkta produktionen 249
13.3.3 Datorstödets roll i strukturutvecklingen 253

14 *Utveckling, installation och förvaltning av styrsystem* 255
14.1 Förutsättningar för utveckling och installation av styrsystem . 255
14.1.1 Allmänna förutsättningar för systemutvecklingsprocessen, leverantörsberoendet m m 256
14.1.2 Anläggningsplanering samt urval och prioritering av styrsystemprojekt 266
14.1.3 Förstudie och projektering 267
14.1.4 Systemkonstruktion 270
14.1.5 Installation 270
14.2 Förutsättningar för förvaltning av styrsystem 272
14.2.1 Drift av styrsystem 273
14.2.2 Systemunderhåll och vidareutveckling 273

15 *Leverantörer av datorstödda styrsystem i Sverige* 277
15.1 Leverantörernas åtaganden 277
15.2 Försäljningen av datorstödda styrsystem till slutanvändande företag i Sverige 278
15.3 Utländska leverantörer 280
15.4 Inhemska styrsystemleverantörer 281
15.5 Förutsättningar för svenska styrsystemleverantörer 281
15.5.1 Betydelsen av svenska styrsystemleverantörer . . . 281
15.5.2 De inhemska styrsystemleverantörernas situation . . 283

16 *Utbildning* 287
16.1 Behovet av kunskapsspridning 287
16.2 Syfte, avgränsningar och disposition 287
16.3 Utbildning i datalära 288

16.4 Statens industriverks kartläggning av utbildningen inom data- och elektronikområdet 289
16.5 Nya utbildningsbehov inom styrsystemområdet 291
16.5.1 Allmänt om förändrade behov av kunskaper . . . 291
16.5.2 Utbildningsbehov för olika personalkategorier . . . 292
16.6 Slutsatser 294

17 *Forskning och utveckling i Sverige* 297
17.1 Inledning 297
17.2 En allmän översikt av Sveriges FoU-insatser 297
17.3 STU's ramprogram och projektstöd med relevans för styrsystemområdet 298
17.3.1 Ramprogram för informationsbehandling 300
17.3.2 Ramprogram för elektronisk och elektrooptisk komponentteknologi 302
17.3.3 Projektstöd till respektive industribransch inom styrsystemområdet 303
17.4 Högskolorna 306
17.5 Branschorganisationer 306
17.5.1 Branschorganisationernas engagemang på styrsystemområdet 306
17.5.2 Inriktning och omfattning av styrsystemorienterad FoU vid Svenska Träforskningsinstitutet 307
17.6 Användarföretag 308
17.7 Leverantörer 310
17.8 Sammanfattning och slutsatser 310

18 *Bedömning av den framtida användningen av avancerade styrsystem i Sverige* 313
18.1 Inledning och avgränsning 313
18.2 Underlag för bedömningarna 315
18.2.1 Den svenska industrins framtida utveckling 315
18.2.2 Resultatet från enkäten till styrsystemleverantörer . 316
18.2.3 Trender i rapporter om den internationella utvecklingen 317
18.3 DEK's bedömning av den framtida användningen av styrsystem 317
18.3.1 Sammanfattning av bedömningarna 317
18.3.2 Kommentarer till bedömningarna 319

19 *Sammanfattning av slutsatser och utgångspunkter för åtgärder* . 329
19.1 Det internationella beroendet 329
19.2 Styrsystemens roll 330
19.3 Slutsatser om spridningen av styrsystem i olika branscher . 333
19.4 Slutsatser om problembilden i stort 335
19.5 Ramen för samhällets engagemang och industripolitiken på området 336
19.6 Allmänna slutsatser om lämpliga åtgärdsinriktningar . . . 337

Bilaga 1 *Kommitténs sammansättning* 341
Bilaga 2 *Referenslitteratur och källförteckning* 343
Bilaga 3 *Ordlista* 349
Bilaga 4 *Fallstudier inom järn-, stål- och metallverk* 353

1 Sammanfattning

I detta kapitel sammanfattas i första hand rapportens kartläggande delar. Rapportens sista kapitel rörande slutsatser och utgångspunkter för åtgärdsförslag utgör i sig en sammanfattning varför en ytterligare komprimering av detta kapitel inte ansetts nödvändig. De läsare som i första hand vill skaffa sig en överblick över rapportens innehåll rekommenderas således att läsa kapitel 1 *och* kapitel 19.

De kapitelnummer som anges i rubrikerna till sammanfattningens olika avsnitt utgör referenser till rapportens övriga kapitel.

1.1 Inledning (kapitel 2)

Syftet med denna studie är att kartlägga omfattningen, inriktningen och effekterna av de datorstödda styrsystem som används för att *planera, övervaka och styra den direkta produktionen i processindustrin.* Begreppet processindustri innefattar här hela industrin med undantag av verkstadsindustrin och den grafiska industrin. Analysen av effekter är inriktad mot sådana förändringar som direkt påverkar produktionsresultatet i företagen. I syftet ingår vidare att belysa behovet av samhälliga åtgärder för att främja en effektiv användning av den studerade tekniken samt att utröna förutsättningarna för inhemsk produktion på området.

Den praktiska utformningen av de styrsystem som studeras varierar avsevärt mellan branscher och mellan företag. I huvudsak kan dock två typer av system urskiljas nämligen *processtyrsystem* och *produktionsstyrsystem.* Processtyrsystem är inriktade mot enskilda processled medan produktionsstyrsystem utnyttjas för att följa upp och samordna flera processled. Administrativt inriktade tillämpningar av datorstöd samt system inriktade mot andra funktioner än den direkta produktionen (materalhantering, förpackning, lagerstyrning etc) omfattas inte av studien. Av de branscher som studerats har vissa prioriterats och behandlats mera ingående medan andra fått en översiktlig behandling.

Datateknik och elektronik används i olika funktioner och på olika nivåer i de studerade systemen. Omfattningen och inriktningen av datorstödet varierar från avgränsade tillämpningar i mät- och reglerutrustningar till system för att övervaka och styra processled eller hela produktionen. De studerade tillämpningarna är generellt inriktade mot att i första hand förbättra råvaru- och anläggningsutnyttjandet. Oftast medför de dock

effekter även i en rad andra avseenden exempelvis för arbetsproduktiviteten, arbetsmiljön i vid mening, kraven på kunskap och utbildning för den personal i företagen som berörs m m.

Materialet i denna rapport har insamlats genom kontakter med företag, branschorganisationer, fackliga organisationer samt myndigheter och andra berörda organ. Rapporten utgör en del av underlaget till ett kommande delbetänkande från kommittén som skall omfatta både verkstads- och processindustrin och även redovisa kommitténs förslag till åtgärder.

Med ovan beskrivna inriktning av studien finns en rad frågor som har samband med de problem som dataeffektutredningen[1] har till huvuduppgift att belysa. De båda utredningarnas material måste här ses i ett sammanhang för att en allsidig bedömning av utvecklingen och förslagen till åtgärder skall kunna göras.

1.2 Styrsystemanvändningen i olika branscher (kapitel 3-13)

1.2.1 *Introduktion (kapitel 3)*

De branschstudier som genomförts följer inte i detalj samma uppläggning. Inriktning och omfattning varierar med utgångspunkt från de prioriteringar kommittén gjort och skillnader i omfattningen av det material som stått till förfogande. Varje branschstudie omfattar i princip avsnitt med följande innehåll:

- branschens allmänna utveckling
- omfattning, inriktning och spridning av nuvarande tillämpningar av datorstöd
- effekter av avancerade styrsystem
- branschspecifika problem i samband med användningen av styrsystem
- utvecklingstendenser och nya tillämpningar.

I flera av branschstudierna har det inte varit möjligt att göra en heltäckande kartläggning. Huvuddelen av den typ av information som sammanställts i studien finns inte samlad hos några få lättillgängliga källor utan är spridd bland företag, utrustningsleverantörer och branschorganisationer. Kartläggningen har således i flera fall begränsats till de största och/eller tekniskt ledande företagen i branschen. I sådana fall har huvudsyftet varit att söka identifiera några av de viktigaste tekniska tendenserna och faktorerna som styr datorstödets omfattning.

De industribranscher som omfattas av studien svarade 1978 för ca 50 procent av sysselsättningen och förädlingsvärdet inom den totala industrin att jämföra med cirka 45 procent för verkstadsindustrin. Motsvarande siffra för de branscher som studerats mera ingående[2] uppgick till drygt 30 procent.

1.2.2 *Spridningen av styrsystem i olika branscher (kapitel 4 - 12)*

Omfattningen av investeringarna i datorstödda styrsystem varierar i hög grad mellan olika branscher. De största investeringarna har hittills genomförts i de

[1] A 1978:05.

[2] D v s gruvindustrin, livsmedelsindustrin, textil- och konfektionsindustrin, sågverksindustrin, massa- och pappersindustrin, den kemiska industrin, järn- och stålindustrin samt elkraftindustrin.

branscher som traditionellt betecknas som processindustri såsom massa- och pappersindustrin och järn- och stålindustrin. Även elkraftindustrin tillämpar mycket avancerade och omfattande datorstödda system för styrningen av produktionen, överföringen och distributionen av elektrisk energi.

Orsakerna till att de traditionella processindustrierna kommit längst vad beträffar datorstödda styrsystem är att den kapitalintensiva produktionstekniken med efter svenska förhållanden stora anläggningar ställer krav på ett högt anläggningsutnyttjande för att en rimlig lönsamhet skall uppnås. Detta i sin tur medför att kraven på en effektiv styrning av produktionen ökar. Vid storskalig produktion får dessutom även små förändringar i exempelvis råvaru- och energiutnyttjande allt större betydelse för lönsamheten. Som exempel kan nämnas styrning av pappersmaskiner där skillnaden mellan lönsam och olönsam produktion kan bero på förändringar av råvaruutnyttjandet med någon enstaka procent.

Avancerade styrsystem kan grovt indelas i två kategorier, dels användaranpassade system som ofta kräver en omfattande utvecklingsinsats av systemleverantör och/eller användarföretag, dels standardiserade system för vanligen förekommande tillämpningar som upphandlas mer "nyckelfärdiga", s k paketsystem. En utveckling mot allt fler paketsystem kan iakttas i de etablerade användarbranscherna såsom massa- och pappersindustrin, delar av den kemiska industrin samt järn- och stålindustrin. Vidare finns kommersiellt tillgängligt programmerbara, lokala styrsystem (s k PC-system) för avgränsade tillämpningar, främst sekvensstyrning, inom de flesta branscher.

I många branscher sammanhänger investeringar i avancerade styrsystem i hög grad med investeringar i annan typ av utrustning. Spridningen av styrsystemen knyts därmed till investeringsutvecklingen i stort i respektive bransch. Investeringstakten, kapitalintensiteten och graden av automatisering är de faktorer som främst bestämmer skillnader i spridningen av avancerade styrsystem *mellan* olika branscher.

Den faktor som i första hand avgör spridningen av styrsystem *inom* många branscher är tillgången på kunskap inom styrsystem- och dataområdet hos användarföretagen. Förutom kunskapsutveckling och kunskapsspridning kan ett ökat utbud av paketsystem bidra till att påskynda spridningen av styrsystem, det senare genom att kunskapskraven i företagen sänks.

För att illustrera datorstödets omfattning och inriktning i en relativt avancerad användarbransch ges nedan en översikt av massa- och pappersindustrins investeringar i avancerade styrsystem. Därefter ges motsvarande översikt för en bransch som först under senare år börjat tillämpa datorstödda styrsystem nämligen livsmedelsindustrin.

Styrsysteminvesteringar inom massa- och pappersindustrin (kapitel 8)

I jämförelse med andra branscher har datorstödda styrsystem således fått en stor spridning inom massa- och pappersindustrin. Till detta har bidragit den höga kunskapsnivån på området i branschen, systemens goda lönsamhet samt att man har en i jämförelse med andra branscher hög grad av

erfarenhetsutbyte mellan företagen. En omfattande kollektiv forskning med inriktning på bland annat styrsystemtillämpningar har också stimulerat denna utveckling. Viljan till erfarenhetsutbyte förklaras enligt branschföreträdare av att massa- och pappersindustrin i så stor utsträckning är exportorienterad. Man upplever sig i första hand konkurrera med utländska företag och inte med svenska.

Styrsystemen inom massa- och pappersindustrin syftar huvudsakligen till att åstadkomma en hög och jämn produktkvalitet, minska råvaru- och energiåtgången samt öka anläggningsutnyttjandet. Efter ett "genombrott" i början av 1970-talet har antalet system ökat med ca 30 om året. För närvarande torde det sammanlagda antalet system uppgå till närmare 300. Ca 40 procent av dessa avser styrning av pappersmaskiner vilket också är den dominerande tillämpningen. Inom detta område finns också flera stora internationella företag som marknadsför paketsystem. En annan tillämpning som ökat snabbt under senare år är hantering av pappersrullar. Ett stort intresse har också ägnats fabriksövergripande styrsystem. Antalet installationer är dock än så länge begränsat.

Omfattningen av investeringarna i styrsystem i olika företag beror mindre av företagsstorlek utan mer av företagspolicy och egen utvecklingskapacitet. Flera av företagen inom branschen har relativt hög kompetens inom styrsystemområdet vilket påskyndat spridningen.

Huvuddelen av tillämpningarna återfinns i de moderna, stora anläggningarna medan datorstödda styrsystem är sällsynta i t ex mindre och äldre massafabriker. Inom ett och samma företag finns därför ofta en stor spridning av styrsystemtillämpningar mellan de olika fabriksenheterna.

Styrsystemens uppgifter kan, med hänsyn till de effekter som uppnås, indelas i två grupper:

- att (genom fortlöpande "finjusteringar") optimera betingelserna vid normala drifttillstånd.
- att vara en hjälp vid störningar, d v s onormala (men dock vanligt förekommande) drifttillstånd.

Tillämpningar inom den första gruppen är idag de vanliga. Effekter kan uppnås inom följande områden:

- *Produktkvalitet.* Detta är det viktigaste området för styrsystemteknik inom massa- och pappersindustrin. Praktiskt taget alla tillämpningar syftar på ett eller annat sätt till att hålla produktegenskaperna konstanta (detta utgör också förutsättningen för råvarubesparing och energibesparing).
- *Råvaruförbrukning.* En lägre råvaruförbrukning kräver en produktion med snävare toleranser vilket styrsystemen kan bidra till.
- *Energiförbrukning.* Styrsystem kan användas för att minska energiåtgången i enskilda processled samt för att övervaka och samordna den fabriksövergripande energiproduktionen och förbrukningen. Med styrsystem ökar förutsättningarna för att:
  - minimera spillenergi (t ex undvika friblåsning av ånga eller utsläpp av varmvatten)
  - utnyttja billigaste energikälla (t ex undvika stödeldning med olja)

– upptäcka läckage (t ex öppna ventiler och trasiga rör).

- *Anläggningsutnyttjande.* Genom att anläggningarna är så kapitalintensiva ökar betydelsen av anläggningsutnyttjandet. Datorstöd spelar därför stor roll för analys av driftstatistik (avbrott, störningar) samt för planering av underhållsarbetet.

När det gäller de datorstödda styrsystemens direkta påverkan på sysselsättningen kan sägas att den personella rationaliseringen redan drivits så långt det är möjligt och att systemen snarast utgör en förutsättning för en effektiv produktion med den bemanningsnivå man har i dag.

Den snabba ökningen av antalet installerade styrsystem väntas fortsätta även i framtiden. Inom massa- och pappersindustrin bedömer man att styrsystemtekniken är en central faktor för den framtida konkurrenskraften.

Styrsysteminvesteringar inom livsmedelsindustrin (kapitel 5)

En rad olika faktorer har således påskyndat spridningen av avancerade styrsystem inom massa- och pappersindustrin. Inom en av de "nyare" användarbranscherna, livsmedelsindustrin, är graden av koncentration och specialisering av produktionen den faktor som främst förklarar styrsysteminvesteringarnas omfattning i olika delbranscher.

Flera av delbranscherna inom livsmedelsindustrin har en mycket splittrad produktionssammansättning vilket minskar möjligheterna att automatisera den direkta produktionen. Genom att specialisera och koncentrera produktionen och tillämpa en mer flödesorienterad produktionsteknik söker företagen skapa förutsättningar för att ta tillvara stordriftsfördelar och rationalisera produktionen. Denna utveckling har drivits olika långt inom de olika delbranscherna.

Generellt kan sägas att användningen av datorstödda styrsystem hittills inte fått någon större spridning. De mest omfattande tillämpningarna finns i branscher med homogena produkter där tillverkningen redan koncentrerats till ett mindre antal anläggningar såsom mejeriindustrin. I de stora och specialiserade anläggningarna är marginalerna rörande produktkvalitet, råvaruutnyttjande och genomströmningshastighet av en sådan storlek att de lättare kan motivera en användning av datorstödda styrsystem. En viktig typ av tillämpning är automatiserad dosering av råvaror som finns inom exempelvis charkuteri- samt bageribranschen.

Förutom produktionens sammansättning finns en rad andra faktorer som på olika sätt påverkar graden av datorutnyttjande inom de olika delbranscherna. Flera av livsmedelsindustrins delbranscher är ägarmässigt starkt koncentrerade vilket är en av förklaringarna till att en så snabb strukturomvandling kunnat ske i dessa delbranscher. Exempel på detta är slakteribranschen, charkuteribranschen samt mejeriindustrin. Ökad koncentration och ägarmässig integration mellan olika tillverkningsled underlättar en fortsatt strukturomvandling med åtföljande teknisk förnyelse.

Datorstödets omfattning beror också på utbudet av system och systemutvecklingstjänster vilket i sin tur återspeglar de kommersiella möjligheterna för försäljning inom respektive delbransch. Små branscher är ointressanta

för system- och utrustningsleverantörer vilket gör att det inte sker någon anpassning av till exempel givare till kraven i de mindre branscherna. Mejeriindustrin å andra sidan är ett exempel på en bransch där en dominerande utrustningsleverantör i hög grad påverkat användningen av datorstöd inom industrin.

Inom de flesta av livsmedelsindustrins delbranscher har företagen begränsad kompetens beträffande processanalys, anläggningsplanering och utveckling av datorstödda styrsystem. Den forskning som bedrivs är i ringa utsträckning inriktad mot produktionstekniken. I stället ägnas större uppmärksamhet åt exempelvis råvarornas egenskaper och metoder att förlänga hållbarheten d v s det är i första hand fråga om att öka och fördjupa produktkunnandet.

Utvecklingen mot ökade möjligheter till automatisering av de livsmedelsindustriella processerna sker efter flera olika linjer där såväl produktionens organisation som produktionsteknik och produktutformning berörs. Den begränsade kunskapen inom styrsystemområdet i många delbranscher samt det ringa intresset från leverantörssidan för mindre delbranscher gör dock att utvecklingen mot mer avancerade datorstödda styrsystem går långsamt i flera branscher.

Sysselsättningseffekterna av livsmedelsindustrins strukturomvandling förstärks av att produktionsvolymen för branschen som helhet förändras mycket litet. I de modernare anläggningarna är arbetskraftsbehovet för en given produktionsvolym lägre och dessutom uppstår regionala sysselsättningseffekter genom att produktionen centraliseras.

De system som studeras här utgör bara en av många typer av tillämpningar av datorstöd inom livsmedelsindustrin. För att få ett riktigt perspektiv på datorstödets roll för livsmedelsindustrins utveckling måste även andra slag av tillämpningar tas med i bilden. Speciellt inom livsmedelsindustrin är det, mot bakgrund av den starka koncentrationen i råvaru- och grossistledet samt ägarsambanden mellan företag i olika tillverkningsled, viktigt att ta hänsyn till hur automatisering och utnyttjande av datorstöd inom exempelvis distributionsledet återverkar på de producerande företagen.

Inom de flesta av livsmedelsindustrins delbranscher förs en diskussion om hur ändrad produktionsteknik påverkar behovet av yrkeskunskaper. Att döma av utvecklingen hittills har argumenten för behovet av att bibehålla brett spridda yrkeskunskaper vägt lättare än de mera kortsiktiga ekonomiska argumenten för stordrift och ökad specialisering.

1.2.3 *Effekter av styrsystem för konkurrenskraft, sysselsättning och arbetsmiljö (kapitel 13)*

I främst de stora, etablerade användarbranscherna anges investeringar i styrsystem som en av de avgörande faktorerna för den framtida konkurrenskraften. I andra branscher är det främst andra, strukturella faktorer som på sikt bestämmer utvecklingen av produktionsvolym och konkurrenskraft. Som exempel kan nämnas gruvindustrin, konfektionsindustrin samt sågverksindustrin. I dessa branscher kan satsningar på avancerat datorstöd vid produktionsstyrning dock ses som ett av flera viktiga medel att på sikt trygga konkurrenskraften och därmed branschens överlevnad.

De system som här studerats inriktas i huvudsak mot effektivare utnyttjande av kapital (såväl anläggningskapitalet som kapital bundet i råvaror och material) samt högre råvaruutnyttjande. De direkta effekterna för sysselsättningsnivån i produktionen i företagen är i allmänhet små eftersom systemen tillämpas i verksamheter där kostnadsandelen för det direkta arbetet redan är låg. Effekterna beträffande arbetsmiljö och arbetsinnehåll kan däremot vara avsevärda, särskilt vid system med stora inslag av automatiserad styrning. De största förändringarna när det gäller den fysiska arbetsmiljön inträffar i allmänhet då produktionsövervakningen centraliseras till särskilda kontrollrum. I de etablerade processindustrierna skedde denna övergång redan innan datorstöd började utnyttjas i styrsystemen.

En generell effekt av ett ökat datorstöd är att kraven på driftpersonalen att arbeta enligt fastställda rutiner ökar vilket påverkar såväl den psykiska arbetsmiljön som arbetsinnehållet. Vid införande av avancerade styrsystem ändras också ofta arbetsorganisationen och nya befattningar inrättas. Särskilt beträffande underhållsarbetet ställs nya krav de anställdas kunskaper.

Av de genomförda branschstudierna kan man vidare dra slutsatsen att som datorstödet utnyttjats *hittills* i respektive bransch har det inneburit att kraven på yrkeskunskap för vissa befattningar i den direkta produktionen minskat. Samtidigt har kraven på andra personalkategorier förändrats och ökat i omfattning.

Förskjutningen av yrkeskunskaper och krav mellan olika personalkategorier har betydelse på flera sätt. I vissa fall kan t ex operatörernas överblick över vad som händer i anläggningen öka och effekterna av olika åtgärder snabbare avläsas vilket utgör en stimulans. De förändrade kraven kan också leda till sämre arbetsmiljö och lägre arbetstillfredställelse för vissa kategorier anställda med på sikt rekryteringssvårigheter som följd. Vidare kan basen för företagens kunskap om den egna verksamheten påverkas. Avgörande för vilka effekter som uppstår för personalen i den direkta produktionen är främst i vilken utsträckning olika rutiner automatiseras och hur manuella och automatiserade rutiner kombineras för olika befattningshavare.

Det förefaller i många branscher finnas ett behov av att man inom företagen utarbetar en mer långsiktig strategi för att möta problem av ovan nämnda slag. Det är väsentligt att man i samband med systemutformningen noga överväger och söker balansera automatiserade och manuella rutiner så att systemen som helhet fungerar på ett effektivt sätt. Detta förutsätter bland annat att personalen trivs och känner sig engagerad i sina arbetsuppgifter.

1.3 Förutsättningar för att utveckla, underhålla och vidareutveckla styrsystem (kapitel 14)

Systemutveckling

En styrsysteminvestering är i allt väsentligt en *investering i ett kunskapskapital.* Styrsystemen omfattar vanligtvis väsentliga kunskaper om företagens

förädlingsprocess, produkter, anläggningar m m.

Att utveckla avancerade styrsystemtillämpningar tar tid och resurser i anspråk och kräver en omfattande projektadministration. De projektadministrativa svårigheter och problem som föreligger i olika skeden av utvecklingsprocessen exemplifieras nedan:

- svårigheterna att samordna styrsysteminvesteringarna med anläggningsplaneringen i övrigt
- risken att underskatta kraven på egen arbetsinsats
- svårigheterna att tillförlitligt uppskatta intäktsposterna av systemet
- svårigheterna att anpassa beslutsordningen för investeringen till olika intressenters behov av insyn och inflytande.

Därutöver tillkommer svårigheter som rör utformningen av systemet, exempelvis:

- möjligheten att utforma modeller av verksamheten som kan utnyttjas i de datorstödda systemen
- tillförlitligheten och tillgängligheten hos de mätgivare som ska registrera data om processen
- möjligheten att få utrustningar från olika leverantörer att samverka
- möjligheten att utforma systemen på ett ergonomiskt och psykosocialt acceptabelt sätt.

På en rad områden medför emellertid utvecklingen förbättrade förutsättningar för att utveckla och använda styrsystem. Exempel på detta är:

- högre tillförlitlighet och tillgänglighet hos de olika utrustningar som ingår i systemen
- nya och förbättrade funktioner, t ex förbättrade mätgivare och analysutrustningar med ökat stöd från inbyggda mikrodatorer och annan elektronik
- bättre utvecklingshjälpmedel
- större utbud av olika paketsystem, d v s färdigutvecklade system för vanligt förekommande tillämpningar t ex produktionsstyrning, energistyrning, miljöstyrning m m.

Utvecklingen på dessa områden är av stor vikt för den fortsatta spridningen av styrsystem. Det är bl a brist på väl kvalificerad personal som kan utveckla och installera styrsystem. Förenklingar av arbetet från tillämpningsidé till installerat system kan därför medge en betydligt högre spridningstakt.

Systemunderhåll

Styrsystemen består av en mängd delar (olika utrustningar, programvara, databaser m m) som var och en behöver underhållas på olika sätt för att systemens tillförlitlighet och tillgänglighet ska kunna upprätthållas. Vanligtvis krävs omfattande resursinsatser för det löpande och förebyggande underhållet. Vidare krävs en hög beredskap för att åtgärda fel. Kunskapskraven för underhållet är stora och även snabbt föränderliga till en följd av den snabba utvecklingen av olika utrustningar.

Vidareutveckling

Vanligtvis omfattar styrsystemen ett antal grundfunktioner som gör det möjligt att t ex analysera processen närmare, vilket sedan kan utgöra en bas för vidareutveckling. Att genomföra vidareutvecklingen möter dock ungefär samma problem som vid utvecklingen av helt nya tillämpningar. Eftersom ett redan installerat system medför vissa låsningar tillkommer dessutom ofta ytterligare problem som kan försvåra vidareutvecklingen.

1.4 Leverantörer av styrsystem i Sverige (kapitel 15)

Utveckling och installation av styrsystem förutsätter att omfattande utrednings-, planerings- och utbildningsaktiviteter genomförs. Vanligtvis upphandlar användarföretaget samtliga eller vissa av dessa tjänster. Leverantörerna i Sverige skiljer sig avsevärt åt vad beträffar storlek och inriktning. I allmänhet baserar sig dock verksamheten på en kombination av tjänste- och utrustningsförsäljning. Utifrån resultaten av den enkät som kommittén genomförde under 1979 har följande uppskattningar gjorts:

- totala försäljningen av datorstödda styrsystem till slutanvändande företag i Sverige uppgick till ca 250 miljoner kronor år 1979
- utrustningsandelen av den totala försäljningen ligger på omkring 60 procent
- massa- och pappersindustrin, elkraftindustrin samt järn-, stål- och metallverk utgör de största avnämarbranscherna.

Utländska leverantörsföretag svarar för ungefär hälften av försäljningen i Sverige.

Den största svenska leverantören är ASEA vars viktigaste avnämarbransch i sammanhanget är elkraftindustrin. Tillsammans med SAAB-Scania och Alfa-Laval svarar ASEA för merparten av den svenska exporten som under senare år fått rätt stor omfattning. Under 1979 beräknades exporten uppgå till ca 240 Mkr och således vara i nivå med försäljningen på den svenska marknaden.

1.5 Utbildningsbehov (kapitel 16)

Genom att styrsystemen dels får ökad betydelse för produktionen, dels blir mer omfattande och komplexa ökar kunskapskraven för personal som ska:

- fatta beslut om styrsysteminvesteringar
- specificera systemens funktioner och uppbyggnad
- svara för upphandling och installation
- använda och underhålla systemen.

Systemen berör således i stort sett samtliga befattningshavare. Utöver utvecklingen av datorstödet för systemens mera centrala funktioner har även styr- och reglerutrustningen påverkats snabbt av data- och elektronikutveck-

lingen. Exempel är nya givare med inbyggt datorstöd, övergång till digital styrning av ställdon m m och övergång från reläsystem till programmerbara sekvensstyrsystem (PC-system). Utvecklingen har också medfört att organisationen av arbetet och olika befattningshavares uppgifter förändrats.

Systemen använder ofta komplicerade modeller av verksamheten i anläggningarna. För ett effektivt utnyttjande av systemen krävs att användarna har kunskap om hur dessa modeller fungerar i stort och samverkar med den process som skall styras. Särskilt vid störningar – t ex förändringar av råvarusammansättningen eller fel på någon utrustning – krävs kunskap om styrsystemets funktioner och processens sätt att reagera. Ökade krav ställs också på olika intressenters förmåga att kunna kommunicera med varandra både vid utvecklingen av system och vid användningen. Det gäller dels inom företag, dels i kontakterna med olika leverantörer.

I DEK's kontakter har också framkommit att flera industrier idag upplever problem med att bibehålla och vidareutveckla egna kunskaper inom styrsystemområdet. Bland orsakerna till detta framhålls bl a:

- att svensk processindustri under senare år har reducerat den tekniska personalen i den direkta produktionen och ofta köpt kunskap utifrån i form av externa tjänster, paketsystem m m
- att den tekniska utvecklingen är snabb och kräver omfattande fortbildningsinsatser
- att personal som rekryteras från ordinarie grundutbildning ibland inte har en "modern" utbildning
- att det fortbildningsutbud som finns ofta är grundläggande och i och för sig av god kvalitet. För att deltagarna ska få en insikt i kunskapernas tillämpbarhet behövs dock ofta en branschanpassad komplettering som vanligtvis inte finns.

Sammantaget medför således utvecklingen på styrsystemområdet ett snabbt växande utbildningsbehov och ökade krav på utbildningsanordnarna.

1.6 Forskning och utveckling i Sverige (kapitel 17)

Vid utvecklingen av styrsystem berörs ett stort antal kunskapsområden och tekniker. Detta medför att forskning och utveckling (FoU) som rör processutveckling, energiteknik, utveckling av mätgivare och andra instrument, reglerutrustning, optoelektronik och kommunikationsteknik, systemutvecklingsmetodik m m, senare kan få tillämpbarhet i utvecklingen av styrsystem.

Forskningen inom ovanstående kunskapsområden bedrivs i huvudsak avgränsat från varandra företrädesvis vid högskolorna. Systemleverantörer och användarföretag är de som i allt väsentligt får försöka att knyta samman och tillämpa de olika forskningsresultaten och svara för att utveckla styrsystem.

Det kommunikationsproblem som styrsystemens tvärvetenskaplighet medför har börjat uppmärksammas. Det finns dock ett mycket stort utrymme för fler initiativ för att öka kontakterna mellan olika kunskapsom-

råden och förbättra förutsättningarna för att forskningsresultat skall få praktisk tilllämpbarhet. Det gäller dels inom högskolan, dels mellan högskola, branschinstitut och industri.

FoU-arbetet utförs av flera olika organ och det statliga finansieringsstödet utgår också från olika organ beroende på FoU-arbetets inriktning och utvecklingsskede.

STU's ramprogram och projektstöd med relevans för styrsystemområdet

Elektronik och datateknik ingår numera som ett av flera s k prioriterade områden hos STU. Stödet uppgick 1979/80 till 50 Mkr och budgeten för 1980/81 uppgår till 65 Mkr.

I stödet ingår bl a ett ramprogram rörande informationsbehandling som omfattar totalt ca 80 Mkr fördelat på fem år från den 1 juli 1980. Forskningsinsatserna och forskningsmålen i programmet utgår från flera olika behov och problem inom informationsbehandlingsområdet. Flera forskningscentra och laboratorier vid högskolorna omfattas av programmet.

Ett center berör direkt styrsystemtillämpningar nämligen centret för industriella datorsystem i Lund. Programmet vid centret är en gemensam satsning mellan institutionerna för reglerteknik respektive datalogi vid tekniska högskolan i Lund. Centret skall fungera som en plattform för olika projekt som behandlar tekniska och industriella datorsystem för automation, styrning och signalbearbetning.

STU's projektstöd i övrigt med anknytning till utvecklingen av datorstödda styrsystem har främst rört datorbaserad mönsterhantering inom konfektionsindustrin, sågverksautomation samt projekt inom områdena vattenrening och styrning av fodertorkar.

Högskolorna

Vid högskolorna bedrivs FoU-arbete med inriktning på styrsystem i huvudsak vid institutionerna för reglerteknik. Reglertekniska institutioner finns i Göteborg, Linköping, Luleå, Lund, Stockholm och Uppsala. Omfattningen av FoU-verksamheten är störst i Lund. Institutionen deltar också som en part i det tidigare nämnda centret för industriella datorsystem.

Branschorganisationer

Direkt FoU-arbete inom styrsystemområdet bedrivs vid Svenska Träforskningsinstitutet (STFI) i Stockholm och metallurgiska forskningsstationen (MEFOS) i Luleå. Övriga industribranschorganisationer bedriver mer sporadiskt verksamhet som kan tangera avancerade styrsystem och anordnar ibland konferenser och dylikt för informations- och erfarenhetsspridning på området.

Vid MEFOS pågår för närvarande ett omfattande projekt rörande processtyrning av ämnesvärmningsugnar med syfte att höja produktionen i ugnar och förbättra bränsleekonomin och materialutbytet.

STFI har sedan slutet av 1960-talet bedrivit en avsevärd FoU-verksamhet rörande styrsystem inom massa- och pappersindustrin. FoU-arbetet spänner över många olika tillämpningar och rör såväl produktionsstyrsystem som processtyrsystem. STFI's FoU-arbete har även inriktats på mätgivare.

Användarföretag

Användarföretagens FoU-arbete inom styrsystemområdet är i huvudsak begränsat till utvecklingsarbete för att kunna installera olika styrsystem i företagens olika anläggningar.

Företag med egen kapacitet att utveckla mer omfattande styrsystem, även med inslag av pionjärarbete, finns främst inom massa- och pappersindustrin, järn- och stålindustrin samt elkraftindustrin.

Leverantörer

Liksom användarföretagen är leverantörernas FoU-arbete huvudsakligen begränsat till utvecklingsarbete, och främst inriktat på programvaruutveckling. Störst omfattning på utvecklingsarbetet har ASEA som säljer sina system till flera processindustribranscher samt elkraftindustrin. ASEA liksom övriga svenska leverantörer baserar i allt väsentligt sina system på utländsk utrustning.

Några större användarföretag har också börjat sälja sitt process- och styrsystemkunnande och bildat särskilda bolag för detta ändamål.

1.7 Användningen av styrsystem i framtiden (kapitel 18)

Uppläggning och avgränsning

Att göra bedömningar av den framtida utvecklingen inom styrsystemområdet i Sverige är förknippat med en rad svårigheter. Kommittén har därför valt att uttrycka bedömningarna i kvalitativa snarare än i kvantitativa termer. De grundas i huvudsak på tendenser och orsakssamband som kunnat observeras beträffande de senaste årens utveckling och överväganden om hur dessa faktorer kan tänkas utveckla sig i framtiden.

Bedömningarna söker att belysa följande frågeställningar för varje bransch:

- storleken av det nuvarande "gapet" mellan aktuell och potentiell spridning med hänsyn till tekniska och ekonomiska förutsättningar och vilka faktorer som främst förklarar detta "gap"
- omfattningen av de framtida investeringarna i styrsystem jämfört med de senaste årens utveckling
- de viktigaste effekterna av en ökad användning av avancerade styrsystem.

Bedömningarna grundas i allt väsentligt på de genomförda branschstudierna.

Redovisning av de branschvisa bedömningarna

En relativt snabbt vidgad användning av styrsystem kan väntas inom *gruvindustrin* bland annat beroende på att de ledande företagen har såväl kompetens som egna utvecklingsresurser. När det gäller produktionsstyrning planerar LKAB att införa ett mycket omfattande system som berör hela produktionsprocessen från brytning till utskeppning av malmen. Syftet är att höja produktiviteten och anläggningsutnyttjandet.

De olika delbranscherna inom *livsmedelsindustrin* uppvisar en mycket varierande bild. Mejeriindustrin är den delbransch där mekanisering och automatisering med datorstöd gått längst. Den snabbaste spridningen kan förväntas inom charkuterindustrin. Den koncentrerade ägarstrukturen spelar här en stor roll liksom systemleverantörernas intresseinriktning. Inom de dominerande ägargrupperna finns också omfattande planer på strukturella förändringar och investeringar i ny produktionsteknik. Utvecklingen av datorstöd inom de större matbrödsbagerierna kommer främst att inriktas mot system av administrativ karaktär för främst planering och uppföljning av produktionen och råvaruförbrukningen. Livsmedelsbranschen som helhet har ett begränsat kunnande rörande styrsystem vilket medför att utvecklingen kan komma att domineras av leverantörsföretag.

Potentialerna inom *textil- och konfektionsindustrin* för ett ökat utnyttjande av datateknik och elektronik kan bedömas som avsevärda. Mot bakgrund av branschens ekonomiskt bekymmersamma läge och begränsade resurser för att bedriva utvecklingsarbete torde dock samhälleliga initiativ krävas för att dessa möjligheter skall kunna utnyttjas fullt ut.

Sågverksindustrin har ännu inte i någon större utsträckning börjat tillämpa den mest avancerade tekniken vad gäller datorstödda styrsystem. Potentialerna för ett ökat utnyttjande är dock stora. Branschens egna resurser för att utveckla och installera avancerade styrsystem är mycket begränsade och den tekniska utvecklingen domineras av utrustningsleverantörerna. Förutsättningar för en ökad spridning av avancerade styrsystem är att frågan om råvarutillgången får en tillfredsställande lösning samt att resurser satsas på att utveckla metoder för att mäta produktflödet i en sågverksanläggning. Under de närmaste åren kommer systemen huvudsakligen att vara inriktade mot ett bättre råvaruutnyttjande.

Massa- och pappersindustrin har relativt sett goda förutsättningar för en fortsatt snabb spridning och vidgad användning av avancerade styrsystem. En fortsatt utveckling av övergripande informations- och planeringssystem som samordnas med exempelvis försäljningssidan och underhållsarbetet kan väntas. Ett högt anläggningsutnyttjande kommer att bli en allt viktigare konkurrensfaktor. Andra områden med stor tillämpningspotential är processtyrtillämpningar inom massaframställningsledet, styrning av kemikalieåtervinning samt energi- och annan mediastyrning (vatten, ånga etc).

Utvecklingen kommer framför allt att innebära att redan kända eller prövade tillämpningar realiseras praktiskt och får större spridning. Tillämpningarnas direkta effekter för sysselsättningsnivån väntas bli begränsade då den personella rationaliseringen redan drivits mycket långt.

Eftersom massa- och pappersindustrin tillhör de branscher som kommit längst när det gäller datorstödda styrsystem har man även före andra

branscher börjat uppmärksamma olika hinder och problem i samband med ett ökat datorutnyttjande. En ökande del av de branschgemensamma aktiviteterna kan förväntas riktas mot denna typ av frågor.

Den *kemiska industrin* betraktas allmänt som en av de branscher som har förutsättningar för en fortsatt produktionstillväxt, vilket underlättar införandet av ny teknik. Flera branschrepresentanter har framhållit betydelsen av den snabba utvecklingen inom mini- och mikrodatorområdet vilken innebär att datorstöd kan tillämpas för avgränsade problem och produktionsled. Dessa ökande möjligheter att stegvis och med från början begränsade ambitionsnivåer utnyttja datorstöd påskyndar introduktionen samt den fortsatta spridningen. Inom vissa delbranscher utvecklas färdiga paketsystem för olika tillämpningar. Även i Sverige verksamma systemleverantörer har under senare år börjat inrikta sig mot den kemiska sektorn.

Inom *järn-, stål- och metallverk* kan en fortsatt snabb spridning av avancerade styrsystem väntas. Datatekniken betraktas inom branschen som något av ett nyckelområde vad beträffar den framtida konkurrenskraften.

De nyare systemen blir alltmer omfattande och komplexa. Processtyrsystemen griper djupare in i de enskilda delprocesserna och automatiseras i högre utsträckning. Produktionsstyrsystemen omfattar i ökande utsträckning produktions- och anläggningsdata samtidigt som de kopplas samman i hierarkier som rör allt större produktionsavsnitt. Viktiga tillämpningsområden kommer att vara bland annat styrning av ugnar och maskiner samt övergripande energistyrning inom anläggningarna omfattande förutom el även ånga, vatten, luft och gas i olika processer.

Systemen utvecklas efter två linjer, dels paketsystem för vanligt förekommande tillämpningar, dels kundanpassade system. Liksom i många andra branscher utvecklas och sprids inom järn- och stålindustrin också små system med mikrodatorer för avgränsade uppgifter.

Elkraftindustrin ligger relativt långt framme i utnyttjandet av datorstöd i styrningen av produktionen, överföringen och distributionen av elektrisk energi. De planer som finns inom bland annat Vattenfall pekar på en fortsatt snabb expansion, huvudsakligen med syfte att förbättra kvaliteten på elleveranserna samt anläggningsutnyttjandet.

Avslutning

Försäljningen av datorstödda styrsystem på den svenska marknaden förändrades inte nämnvärt under perioden 1976–1979 då den uppgick till ca 250 miljoner kronor per år. Resultaten från branschstudierna pekar dock på att försäljningen kan komma att öka väsentligt. Totalt kan den uppskattas till mellan 300 och 400 miljoner kronor per år under de närmaste tre åren. Största andelen faller på investeringar inom elkraftindustrin.

2 Inledning

2.1 Uppläggningen av studien

2.1.1 *Syfte och avgränsning*

Denna rapport behandlar system som används för att planera, styra och övervaka den *direkta produktionen* i "processindustrin". Avgränsningen innebär att studien omfattar dels system inom vad som traditionellt brukar betraktas som processindustri nämligen massa- och pappersindustri, järn- och stålindustri m m, dels processorienterade tillämpningar inom övriga branscher med undantag för verkstadsindustri[1] och grafisk industri.

Syftet med rapporten är för det första att *kartlägga omfattningen och inriktningen* av användningen av avancerade styrsystem samt att belysa hur datorstöd utnyttjas i dessa system. Främst beskrivs i vilka *funktioner* systemen används och de effekter detta får på i första hand produktionsresultatet i företagen. Vidare behandlas de *faktorer inom företagen* som styr utnyttjandet av systemen i olika branscher t ex produktionstekniska förutsättningar, kompetensnivå etc samt *yttre förutsättningar* såsom systemleverantörernas inriktning, teknisk utveckling, konkurrenssituationen m m.

För det andra är syftet att analysera *behovet av samhälleliga åtgärder* för att främja en i vid mening effektiv användning av de studerade tillämpningarna. En detaljerad redovisning av olika förslag till åtgärder ges dock inte i denna rapport utan först i ett senare delbetänkande från kommitten.

De studerade systemen omfattar huvudsakligen två slag av styrfunktioner. De används dels för att styra och övervaka de kemiska reaktioner och andra bearbetningsprocesser som kan ingå i olika avsnitt av produktförädlingen – *processtyrning,* dels för att planera och följa upp driften av enskilda produktionsled och samordna flera produktionsled – *produktionsstyrning.* I praktiken kan systemen beröra sido- eller överordnade administrativa funktioner som inte är hänförliga till den direkta produktionen, t ex inköps-, lager- och orderbehandlingsfunktioner. *De studerade systemen har ofta mycket olika omfattning och inriktning,* vilket gör att t ex summeringar av antalet system i en eller flera branscher har ett begränsat värde. Av denna anledning har kartläggningarna av branscherna inte inriktats mot detta slag av kvantitativa uppgifter.

Avgränsningen till tillämpningar som är inriktade mot den direkta produktionen innebär att administrativa tillämpningar av datorstöd faller utom ramen för studien. I ett företag finns också en rad andra verksamheter

[1] Verkstadsindustrins användning av datorstöd redovisas i DEK's rapport "Datateknik i verkstadsindustrin – datorstödd konstruktions- och tillverkningsteknik", SOU 1981:10.

där datorstöd kan användas exempelvis råvaru- och lagerhantering, förpackningsarbete, distributionsplanering m m. Sådana tillämpningar behandlas i studien sporadiskt och ytligt och endast i den mån de har direkt samband med de produktionsinriktade systemen. Studien och de slutsatser som redovisas hänför sig således i huvudsak till endast *två av flera olika tillämpningsområden för datorstöd* inom de studerade branscherna. Detta innebär att datorstödet och rationaliseringsmöjligheterna inom flera personalintensiva verksamheter behandlats knapphändigt eller inte alls berörts.

Studierna av de olika delbranscherna har prioriterats med utgångspunkt från vissa frågor som ansetts särskilt intressanta att belysa. Urvalskriterierna har varit:

- bransch som kommit långt vad beträffar användningen av avancerade styrsystem
- bransch som av konkurrensskäl skulle vara betjänt av ett ökat utnyttjande
- bransch där de strukturella effekterna (främst på sysselsättningen) kan förväntas bli stora
- bransch som är intressant för svenska systemleverantörer
- bransch eller tillämpning som är av intresse från energi- eller miljösynpunkt.

Ingående studier har gjorts av tillämpningar inom gruvindustrin, livsmedelsindustrin, textil- och konfektionsindustrin, sågverksindustrin, massa- och pappersindustrin, den kemiska industrin, järn- och stålindustrin samt elkraftindustrin. Tillämpningar inom petroleum- och kolproduktindustrin, gummivaruindustrin, cementindustrin, vattenverk och reningsverk m m behandlas översiktligt. Vissa smärre branscher, som bedömts vara av mindre intresse i sammanhanget, har helt uteslutits. Det gäller främst läder- och lädervaruindustrin, viss trävaru- och pappersbaserad industri samt några delbranscher inom jord- och stenvaruindustrin.

2.1.2 *Disposition, genomförande och dokumentation*

Studien av avancerade styrsystem inom processindustrin är omfattande på flera sätt. Den rör många olika branscher och vänder sig till ett flertal intressenter med olika avgränsat intresse för studien. Som exempel kan nämnas de politiska partierna, arbetsmarknadens parter, branschorganisationer, utbildningsorganisationer, finansieringsorgan, enskilda användarföretag och leverantörer samt andra utredningar inom dataområdet. Arbetet med studien har därför inneburit omfattande kontakter med uppgiftslämnare och intressenter i syfte att förankra utredningsmaterialet och utröna förutsättningarna för att genomföra olika åtgärder.

Hittills har inte något större material om användningen och effekterna av avancerade styrsystem i Sverige sammanställts. Kommittén har därför ansett det angeläget att sådant material publiceras utan onödigt dröjsmål. Samtidigt kräver diskussionerna och kontakterna med olika intressenter främst rörande olika förslag till åtgärder rätt lång tid. Mot denna bakgrund har kommittén valt att dokumentera studien och förslagen till åtgärder på följande sätt:

I föreliggande rapport redovisas *kartläggningsmaterial* rörande:

- nuvarande användning och effekter av avancerade styrsystem i olika branscher (kapitel 3-13)
- förutsättningar för att utveckla och använda avancerade styrsystem (kapitel 14)
- de företag som utvecklar och säljer styrsystem och annan utrustning (kapitel 15)
- utbildning samt forskning och utveckling inom områden som är relevanta för användningen av avancerade styrsystem (kapitel 16 och 17).

I rapporten ingår också en bedömning av den *framtida användningen av styrsystem* inom olika branscher (kapitel 18). *Sammanfattande slutsatser* redovisas tillsammans med *utgångspunkter för olika åtgärder* i ett avslutande avsnitt (kapitel 19).

Den inledande figuren i innehållsförteckningen ger en översikt av hur rapporten disponerats.

Material och källor redovisas i bilaga 2. Eftersom det i stor utsträckning saknas allmänt vedertagna begrepp inom de områden studien behandlar har även en ordlista upprättats och bifogats rapporten (bilaga 3).

Rapporten har behandlats i den särskilda referensgrupp som engagerats för studien. Utredningsmaterialet har även underhand spridits till andra referenspersoner och uppgiftslämnare för faktakontroll och synpunkter. Det har även fortlöpande tillställts dataeffektutredningen[1].

Mot bakgrund av antalet intressenter till studien, omfattningen av materialet och nödvändigheten av att ha ett överblickbart material som utgångspunkt för diskussionerna om olika åtgärder, har även ett diskussionsunderlag utarbetats om problem, möjliga åtgärdsinriktningar och åtgärdsexempel. Diskussionsunderlaget har använts vid överläggningar med berörda myndigheter och andra organisationer.

Materialet i denna rapport och i diskussionsunderlaget utgör underlag till ett delbetänkande som behandlar och sammanfattar DEK's processindustri- och verkstadsindustristudier och som redovisar förslag till åtgärder. Detta delbetänkande kommer att publiceras under 1981.

2.1.3 *Samordningen med andra utredningar*

Studien av styrsystem inom processindustrin har beröringspunkter med flera andra utredningar. En *"intern" samordning* har skett med den ovan nämnda studie av verkstadsindustrin som bedrivits inom DEK's ram. I det för de båda studierna gemensamma delbetänkandet kommer framför allt förslagen till åtgärder att samordnas.

Den *"externa" samordningen* berör i första hand dataeffektutredningen, som främst har till uppgift att studera frågor som rör datateknikens effekter på sysselsättning och arbetsmiljö. Analyserna av sysselsättningseffekterna skall bland annat omfatta effekter för olika yrkesgrupper, för olika näringsgrenar och för olika regioner. När det gäller arbetsmiljön skall dataeffektutredningen belysa såväl direkta ergonomiska problem som sociala problem och frågor om arbetsinnehåll och arbetstillfredsställelse i vid mening. Utredningen skall också diskutera datateknikens betydelse beträffande förutsättningarna för och möjligheterna till medinflytande för de

[1] A 1978:05

anställda. Även förslag till åtgärder rörande utbildning, sysselsättning och arbetsmiljö faller huvudsakligen inom dataeffektutredningens uppdrag. Enligt direktiven skall DEK's material kunna tjäna som underlag för dataeffektutredningens överväganden. Sekretariaten till respektive utredning har bedrivit utredningsarbetet samordnat.

Med ovan nämnda uppläggning finns det dock en rad *frågor som berör båda utredningarnas arbete* och där utredningsmaterialet måste ses i ett sammanhang för att en allsidig och balanserad bedömning av utvecklingen och förslagen till åtgärder skall kunna göras. Som exempel kan nämnas de starka samband som finns mellan olika slag av effekter av användningen av datateknik exempelvis mellan företagens konkurrenskraft och sysselsättningsutvecklingen, mellan utformningen av datatillämpningar och arbetsorganisation/arbetsinnehåll o s v. Bedömningar av den framtida utvecklingen, vilket DEK har till uppgift att göra, måste också ta hänsyn till frågor om utbildningssystemets inriktning, de anställdas attityder etc.

I det kommande delbetänkandet rörande såväl verkstads- som processindustrin avser kommittén redovisa sin bedömning av huruvida det egna och dataeffektutredningens material sammantaget belyser utvecklingen inom de studerade områdena på ett tillfredsställande sätt. Denna bedömning kommer bl a att återspeglas i kommentarerna till de gjorda avgränsningarna eller i förslag till fortsatt utredande.

2.2 Styrsystem och datorstöd – en introduktion

2.2.1 *Produktionsteknikens utveckling inom processindustrin*

Inom de traditionella processindustrierna har produktionsteknik och kemiska reaktioner stor del i produktförädlingen och produktionsresultatet. Det mänskliga arbetet vid drift har i huvudsak reducerats till att styra och övervaka processförloppen samt att underhålla anläggningarna. Styrningen och övervakningen sker i allmänhet från centrala kontrollrum med hjälp av bildskärmar och en omfattande instrumentering. Produktionstekniken är kapitalintensiv med efter svenska förhållanden stora produktionsenheter. Genom att produktionstekniken blivit mer avancerad har utveckling och installation av en anläggning och dess styrsystem blivit alltmer kunskaps- och resurskrävande. Kapitalintensiteten, den alltmer avancerade produktionstekniken samt de stora anläggningarna leder till mer avancerade krav på styrning av verksamheten.

I många branscher pågår en utveckling mot mer processorienterad produktionsteknik vilken ofta sammanhänger med införande av mer avancerade metoder för styrningen. Höjda energipriser och skärpta miljövårdsbestämmelser är andra faktorer som under senare år ökat kraven på styrning för att minimera råvaruförbrukning och kontrollera olika utsläpp i miljön.

I de följande avsnitten i denna introduktion behandlas först de slag av styrning som kan förekomma i ett företag med tyngdpunkt på styrningen riktad mot produktionen. Därefter beskrivs olika system som finns för att realisera denna styrning och därmed sammanhängande problem samt motiv för att investera i systemen. I samband därmed berörs också datorstödets roll

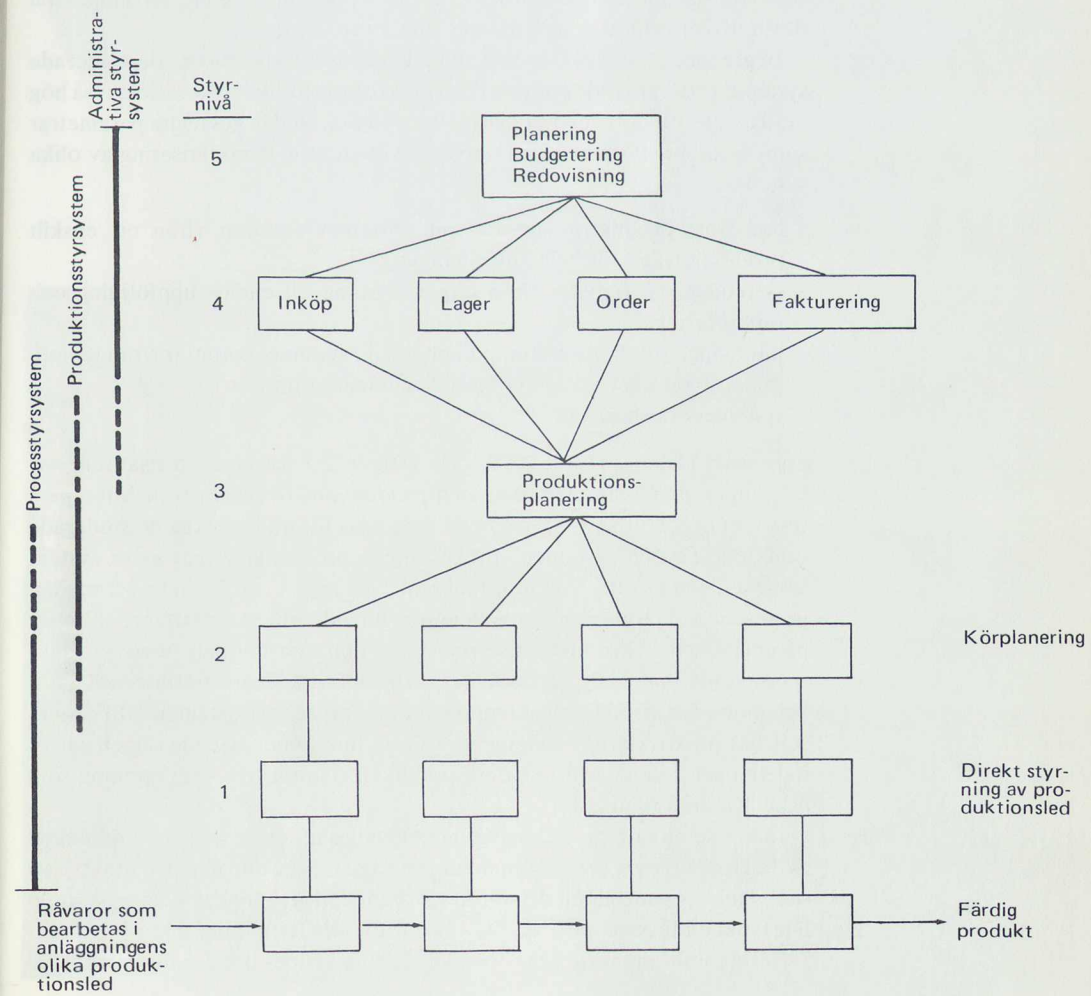
i användningen av styrsystemen. Avslutningsvis ges en kortfattad historik över datorstödets utveckling i processindustrin.

2.2.2 *Olika typer av styrning och styrsystem*

Definitioner och begrepp

I ett företag förekommer en mängd olika typer av styraktiviteter på skilda nivåer i verksamheten. Styrningen har olika karaktär och tidshorisont beroende på vilka funktioner som berörs. Den information och de rutiner och hjälpmedel som utnyttjas för styrningen kallas *styrsystem*. I en hel anläggning utnyttjas en hierarki av system som automatiserats och integrerats i varierande utsträckning. I figur 2.1 nedan görs ett försök att översiktligt illustrera de styrfunktioner som förekommer på olika styrnivåer samt de typer av styrsystem som används i en anläggning. Rektanglarna längst ner i figuren åskådliggör olika produktionsled.

Figur 2.1 Olika styrnivåer och styrfunktioner.
Källa: DEK.



De system som studeras i denna rapport omfattar huvudsakligen funktioner på nivåerna 1–3 i figuren. Närmast ovan produktionsleden är styrnivå 1, där den direkta styrningen av enskilda produktionsled ombesörjes. Det kan t ex röra den direkta regleringen av en process som operatörer sköter eller övervakar. Tidshorisonten för styrningen kan variera från en sekund till en dag.

Styrnivå 2 avser den styrning som behövs för att planera produktion, beläggning, underhåll m m för ett produktionsled som t ex förmän, skiftledare eller liknande svarar för. Tidshorisonten kan vara från en timme till ett par dygn.

Styrnivå 3 avser styrning som samordnar produktionen mellan olika produktionsled och som utifrån inköps-, lager- och ordersituationen ger stöd till företagsledningens beslut angående produktionen. Tidshorisonten varierar till exempel från en dag till ett eller ett par kvartal.

Styrnivå 4 avser den traditionella administrativa styrningen av inköp, lager, orderbehandling samt fakturering och styrnivå 5 åskådliggör företagets ekonomiadministrativa styrning omfattande planering, budgetering och redovisning. Tidshorisonten kan vara en vecka till flera år. Styrningen på dessa nivåer omfattas som nämnts inte av studien.

Begreppet "styrnivå" är inte tillräckligt för att klassificera de studerade systemen uttömmande eftersom den praktiska utformningen varierar i så hög grad mellan olika branscher och mellan företag. Nedan ges några parametrar som, förutom styrnivån, kan utnyttjas vid en grov karaktärisering av olika system:

- hur stort produktionsavsnitt som systemet omfattar (från ett enskilt produktionsled till hela anläggningen)
- systemets styraktivitet (från direkt styrning till endast uppföljning och rapportering)
- hur många produktionskomponenter som systemet omfattar (från temperatur, flöde m m till totala produktsammansättningen)
- systemets tidshorisont.

Som antyddes i avsnitt 2.1.1 och i figur 2.1 kommer fortsättningsvis begreppen *produktionsstyrning* och *produktionsstyrsystem* respektive *processtyrning* och *processtyrsystem* att användas för att beteckna de studerade funktionerna och systemen. Beteckningen processtyrsystem avser system som vanligen är inriktade mot funktioner på nivå 1 och 2 i figur 2.1 medan produktionsstyrsystem avser system som huvudsakligen omfattar funktioner på nivå 2 och 3. Produktionsstyrsystemen omfattar normalt större produktionsavsnitt, har lägre styraktivitet, arbetar med längre tidsintervall samt behandlar fler produktionskomponenter än processtyrsystemen. De system som är i praktisk drift innehåller dock ofta funktioner av både slagen varför indelningen inte är helt entydig i praktiken (jämför den överlappning som åskådliggörs i figur 2.1)

Innan de olika typerna av system behandlas närmare skall användningen av begreppet *styrsystem* kommenteras något. Speciellt när det utnyttjas i sammanhang som har med datorer och datorstöd att göra leder detta begrepp lätt tanken till system där datorer svarar för alla funktioner inklusive direkt reglering utan mänskligt ingripande. Sådana system hör i själva verket till

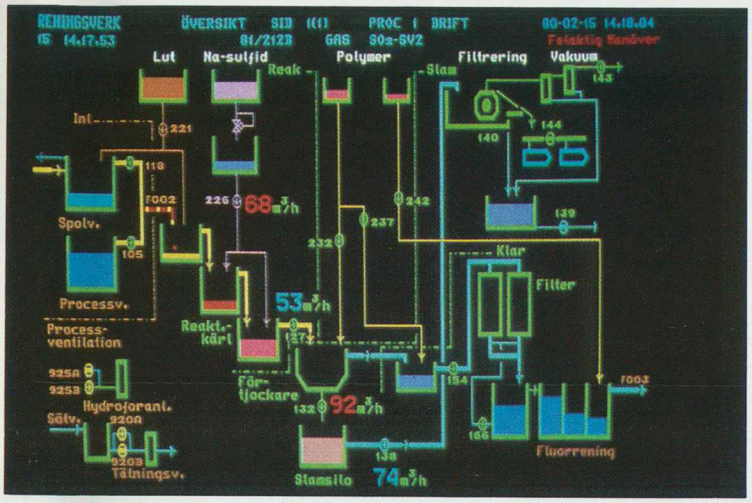


Kontrollrum i äldre processindustrianläggningar utan datorstöd.

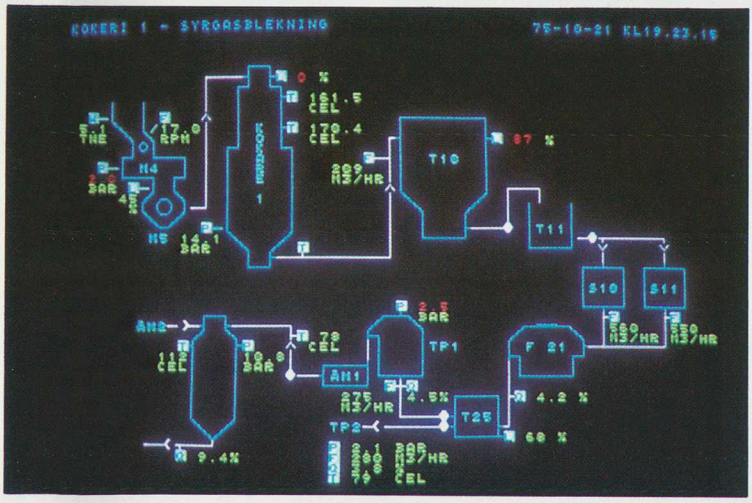


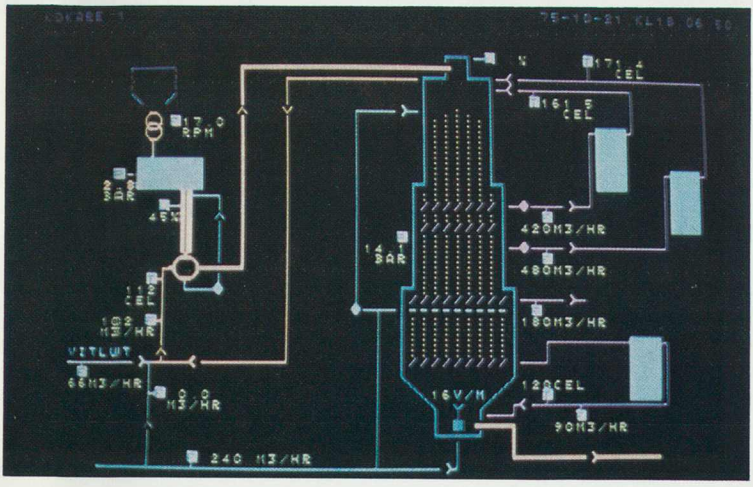


Kontrollrummet i Stora Kopparberg–Bergviks massafabrik i Skutskär.



Processöversikt från reningsverk presenterad på bildskärm.



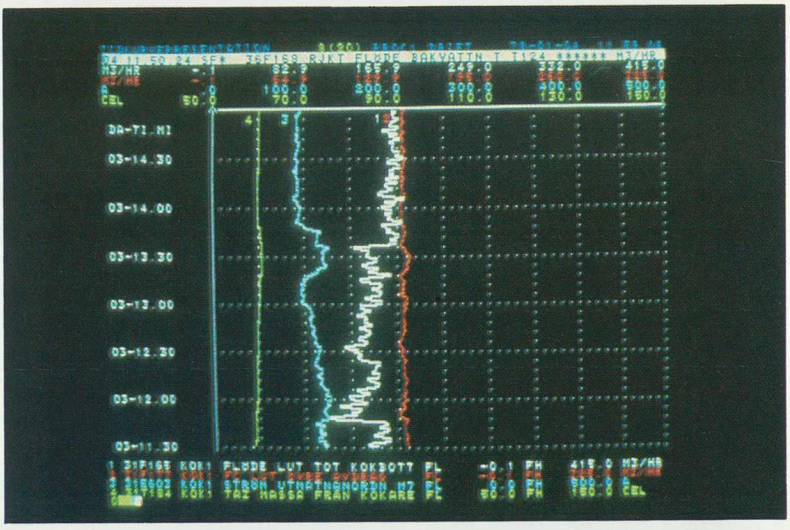


Processöversikter av olika detaljeringsgrad från massafabrik.



Exempel på olika slag av bildskärmspresentation.

Presentation av tidkurvor för olika processvariabler.



undantagen. I denna studie betecknar begreppet styrsystem istället alla de hjälpmedel i form av manuella rutiner, maskinell utrustning, rutiner för informationsinsamling och informationsbearbetning m m som utnyttjas för att planera, övervaka och styra produktionen. Som visas i studien får dock datorstödet en allt viktigare roll i styrsystemtillämpningarna.

En annan distinktion rör begreppen *datorstyrda* och *datorstödda* funktioner. Ett styrsystem sägs var datorstyrt om funktionerna automatiskt styrs av en dator. Med datorstödda styrsystem avses system där vissa funktioner utförs med hjälp av dator, t ex bearbetning och presentation av beslutsunderlag. I ett datorstött styrsystem ingår såväl datorstyrda som datorstödda funktioner.

I det följande diskuteras en del ytterligare aspekter rörande de studerade styrfunktionerna och systemen.

Processtyrning och processtyrsystem samt datorstödets roll

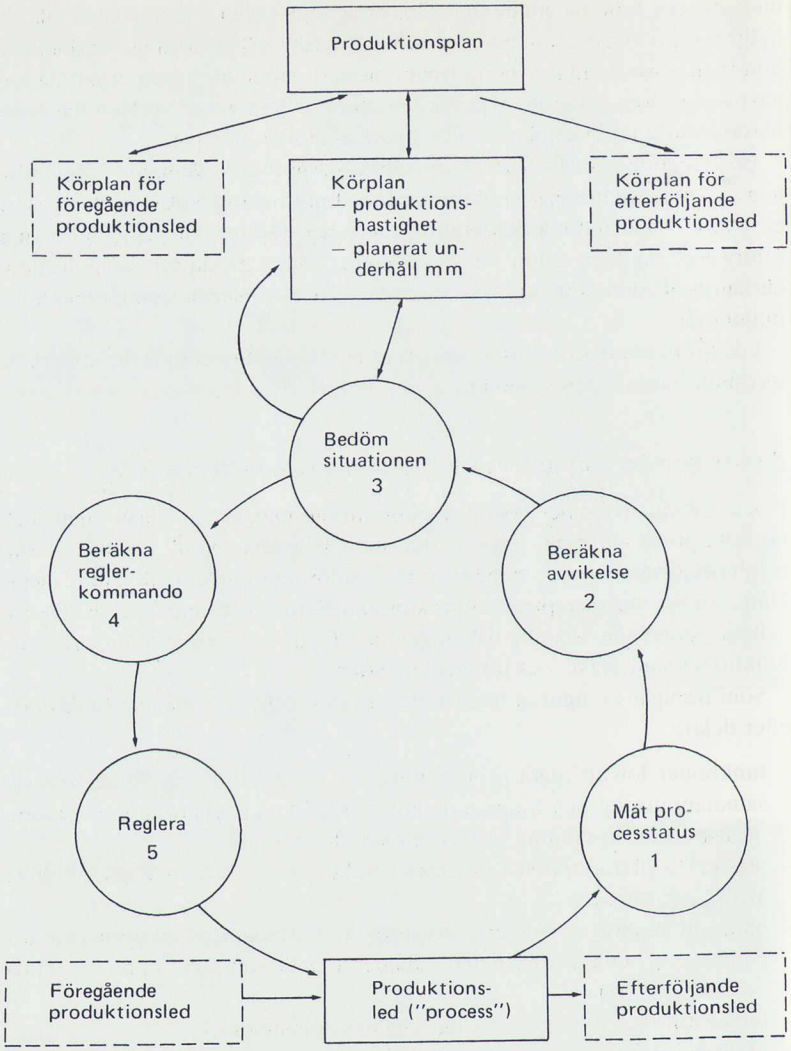
För att styra förloppet hos en process måste man känna till normalt och faktiskt processförlopp. Avvikelser utöver "godtagbara" gränser måste resultera i ingrepp som tvingar in processförloppet i normala banor igen. Detta förutsätter bl a processkunskap samt förmåga att uppfatta, analysera och reagera både snabbt och noggrant. Figur 2.2 försöker illustrera de funktioner som ingår i ett processtyrsystem.

Som framgår av figuren ingår i ett processtyrsystem följande funktioner eller delar:

- funktioner för att mäta processtatus t ex temperatur och flöde, kemisk sammansättning och konsistens hos produkten, regulatorers och andra utrustningars inställning och eventuella fel m m (1)
- teoretiska eller empiriska processmodeller att jämföra med och beräkna avvikelser från (2)
- olika rutiner för att bedöma situationen mot bakgrund av processtatus, planerad produktionshastighet, planerat underhåll och status på olika utrustningar (3)
- regler för att beräkna behövliga reglerkommandon (4)
- funktioner för att på olika sätt åstadkomma en fysisk reglering av processen (5).

Att styra en process är inte lätt och kan bl a försvåras av att värdena på viktiga processparametrar inte kan mätas tillförlitligt eller att processambanden är komplicerade och delvis okända. Behövliga ingrepp för att styra processen kan vara svåra att utföra. En annan svårighet är att det förflyter viss tid mellan det att processtatus mäts till dess ingreppet kan utföras. Under tiden kan processförloppet ha ändrat sig. En avvikelse behöver heller inte utveckla sig som den brukar. Störningar som inträffar kan bero på en rad orsaker som kan behöva mötas med helt olika åtgärder.

Ett väl fungerande processtyrsystem förutsätter således ingående kunskaper om både processen och anläggningen. Åtminstone fyra olika ambitionsnivåer kan urskiljas beträffande processtyrningens automatiseringsgrad. Den följande beskrivningen av dessa nivåer och de funktioner i vilka datorstödet kommer in anknyter till figuren 2.2.



Figur 2.2 Olika funktioner vid styrning av en process

Källa: DEK

Den lägsta nivån avser *automatisering av utrustning* för att mäta och analysera processtatus samt av ställdon och andra regulatorer för att påverka processen (ingår i delfunktionerna 1 och 5 i figur 2.2).

Nästa nivå omfattar system som utnyttjar datorstöd främst för *informationsöverföring och informationsbearbetning* ingående i delfunktionerna 1 och 2 i figur 2.2. Med utgångspunkt från informationen bedömer operatören vilka ingrepp som skall göras.

Närmast högre ambitionsnivå hänför sig till datorsystem som bearbetar information från processen och *också föreslår regleringrepp* för operatören (delfunktionerna 2 och 4 samt delar av 3 i figur 2.2). Operatören kan via en operatörspanel kommunicera med datorsystemet. Vanligen registreras väsentliga processparametrar i sådana system och skrivs ut på skrivmaskiner.

Vid direkt reglering (den fjärde nivån) automatiseras samtliga delfunktioner i figur 2.2, d v s även *valet av regleringrepp och inställningen av regulatorerna*. Operatören behöver endast övervaka driften och ingripa vid störningar. Den ökade automatiseringen medför att operatörens kontakt med processen blir allt mer indirekt.

Generellt kan sägas att kraven på snabb och omfattande kommunikation mellan utrustningskomponenter och funktioner i ett processtyrsystem är höga. Kabeldragningen i anläggningarna är därför omfattande. Den största delen av databehandlingskapaciteten åtgår i många fall till att ombesörja kommunikationen medan en mindre del åtgår till beräkningar. En betydande del av datorstödet i processtyrsystem används också för att sammanställa och presentera information på ett lättillgängligt sätt för operatören. I modernare system används färgbildskärmar som ger information om både processen och anläggningsutrustningen. Operatören kan välja presentationssätt t ex ritningar (översikter av anläggningen eller del av anläggningen med objektsymboler, pumpar, ventiler och ställdon inritade) eller olika tabeller, tidkurvor och listor. Operatören kan också välja detaljeringsnivå genom att ange processnivå (översikts-, processenhets- eller delprocessnivå) samt tidshorisont för presentationen t ex närmaste tre minuter, en timme, sex timmar etc. Olika färg används för att underlätta kommunikationen. Rött kan t ex ange alarm, gult varning och grönt att tillståndet är normalt. Blinkningar används för att ytterligare förstärka larm och varningar. Andra färger kan användas för att ange signalfel, värden som är under inmatning, har inmatats manuellt o s v.

Illustrationerna på sidorna 33 till 36 visar bl a kontrollrummet i en modern processindustri, och olika sätt att på bildskärm presentera process- och anläggningsdata.

Produktionsstyrning och produktionsstyrsystem samt datorstödets roll

Produktionsstyrsystemen omfattar vanligen en rad planerings- och uppföljningsfunktioner med olika tidshorisont för olika stora produktionsavsnitt. Som exempel kan nämnas operativa körplaner för närmaste timme för ett produktionsled respektive årsplaner för hela anläggningsutnyttjandet. Systemen samverkar vanligen med ekonomiadministrativa styrsystem, t ex orderbehandling och fakturering. Ibland används systemen också som underlag för prestationslöneberäkningar. Produktionsstyrsystem samverkar också med processstyrsystem genom att dels använda information från dessa för produktionsuppföljningen, dels ge förutsättningar för produktionen. Det senare kan ske t ex i form av körplaner med information om vilka produktkvaliteter som skall tillverkas och när detta skall ske, planerad beläggning, planerat anläggningsunderhåll m m.

Under produktionen registreras kontinuerligt en mängd process- och anläggningsdata. Dessa data utgör underlag för processtyrningen, produktionsstyrningen och även de administrativa styrsystemen. En stor del av de datorbaserade funktionerna i produktionsstyrsystemen är också inriktade på sammanställning och presentation av de stora informationsmängder som berörs.

Vid sidan om planerings- och uppföljningsfunktioner för normal drift ingår också funktioner för att underlätta beslut om omställningar som kan bli nödvändiga på grund av störningar i processen eller utrustningen. Även i dessa funktioner kan datorstöd utnyttjas t ex för att simulera konsekvenserna för produktionsförloppet och produktionsresultatet av alternativa beslut. Vidare kan nya körplaner snabbt tas fram. Datorstödet i produktionsstyrsystemen har utvecklats parallellt med datorstödet för administrativa styrsystem och processtyrsystem. Utvecklingen mot lägre pris och högre prestanda på datorer och framför allt de förbättrade möjligheterna till direkt datorbearbetning har möjliggjort att de datorbaserade funktionerna i produktionsstyrsystemen alltmer kunnat utnyttjas för den operativa styrningen av produktionen.

2.2.3 *Motiv för investeringar i avancerade styrsystem*

De system som behandlas i studien syftar till att genom en mer avancerad styrning effektivisera den direkta produktionen i de studerade branscherna. En förbättrad styrning och uppföljning kan avse en eller flera av kostnadsslagen råvarukostnader, kapitalkostnader (anläggningsutnyttjande) och lönekostnader. Råvarukostnaderna kan påverkas exempelvis genom:

- jämnare produktkvalitet och därmed mindre kassation
- högre utnyttjandegrad av råvaror, slutna system för kemikalier etc vilket bl a också kan begränsa miljöfarliga utsläpp
- effektivare energianvändning.

Kapitalkostnaderna kan sänkas genom ett effektivare anläggningsutnyttjande exempelvis:

- högre genomströmningshastighet
- bättre underlag och möjligheter till planering och uppföljning av produktionen
- bättre underlag för att diagnosticera fel, snabbare underhållsingrepp
- kortare omställnings- och starttider för produktionen.

Lönekostnaderna kan sänkas genom att:

- behovet av operatörer minskar
- vissa skift kan köras med begränsad bemanning.

Motiven för investeringar i styrsystem varierar naturligtvis i de enskilda fallen men kan i princip återföras på en eller flera av faktorerna ovan. Beroende på kostnadsstrukturen i processindustrin kan dock sägas att *systemen i allmänhet främst är inriktade mot faktorer som påverkar råvaru - och anläggningsutnyttjandet.* I branschstudierna ges också exempel där avancerade styrsystemtillämpningar utgör en *förutsättning* för driften och styrningen av olika anläggningar.

Svårigheten att generalisera gäller i ännu högre grad de effekter avancerade styrsystem har på andra faktorer än de rena produktionskostnaderna. Som exempel på sådana möjliga effekter kan nämnas:

- arbetsorganisation och arbetsinnehåll påverkas

- utbildningen för operatörer förändras till omfattning och innehåll
- färre behöver vistas i produktionsanläggningar som ofta har en dålig fysisk miljö
- kraven på kunskaper för underhållet ökar snabbt och förändras. Själva underhållsarbetet kan dock ibland förenklas
- arbetet med att utveckla, installera samt vidareutveckla en anläggning och dess styrsystem kräver allt större kunskaper, kunskapssamverkan och resursinsatser.

Minskad personal, lägre krav på yrkeskunskaper och påfrestande övervakning för viss personal i den direkta produktionen är de effekter som i debatten om styrsystemen framhålls som mest negativa. Inriktningen och effekterna av avancerade styrsystem varierar självklart i de enskilda fallen. Detta belyses i studierna av användningen av styrsystem i olika branscher som redovisas i kapitel 3-13.

2.2.4 *Datorstödets roll i användningen av styrsystem – en historik*

Datateknikens utveckling och dess möjligheter att lagra stora informationsmängder och framför allt snabbt överföra och bearbeta information gjorde att idén om tillämpningar inom processindustrin föddes tidigt. I USA initierades de allra första projekten år 1956 medan de första svenska installationerna kom först under mitten på 1960-talet.

I mars 1961 publicerade tidningen Control Engineering den första av en serie artiklar som beskrev utvecklingen av datorstödet för processtyrning. Den första artikeln behandlade 37 system som var installerade i mars 1961. Systemen fanns inom stål-, kemi-, petroleum- och kraftindustrin.

Av de 37 första installationerna fanns bara tre utanför USA. I maj 1962 rapporterade Control Engineering att antalet installationer världen över stigit till 159, varav 25 utanför USA. Det största antalet datorer fanns inom kraftindustrin där 53 stycken hade installerats.

Utvecklingen av datortekniken var mycket snabb och redan 1963 kom nästa generation processdatorer. Dessa datorer var – främst p g a transistorutvecklingen – mycket snabbare, hade högre tillförlitlighet och var billigare än de tidigare datorerna. Detta tillsammans med en ökad processkännedom från de tidigare tillämpningarna påskyndade utvecklingen. Snabbare in- och utmatning av data till och från datorerna medförde att det blev möjligt att låta datorsystemet direkt reglera processen.

Den ökade datorkapaciteten gav också andra fördelar. Det blev lättare att styra ett större antal delfunktioner. Ändringar i systemet kunde göras med programvara i stället för maskinvara.

Vid belastningsvariationer var det t ex mycket lätt att ändra koefficienter i en styralgoritm. Programmeringsarbetet som var mycket besvärligt på de tidigare installationerna kunde förenklas. Datorstöd kom också att utnyttjas för att sammanställa och presentera information om produktionen på ett effektivt sätt. Det var dock först när bildskärmar introducerades som tekniska möjligheter förelåg för ett effektivare informationsutbyte mellan personalen och de datorbaserade delarna av styrsystemen.

Datorstödet har sedan utvecklats och blivit mer lättillgängligt på grund av

sänkta priser och höjda prestanda när det gäller databehandling och datakommunikation. Till detta har också förbättrade möjligheter att göra bearbetningar lokalt bidragit. Även förbättrad tillförlitlighet och ett bredare utbud av färdiga tillämpningsprogramvaror har underlättat spridningen av tilllämpningar. De förbättrade möjligheterna har också utnyttjats för operatörskommunikationen. Det är dock först under de senaste åren som flerfärgskärmar och grafisk representation börjat introduceras.

3 Introduktion till branschstudierna

3.1 Syfte, avgränsningar och disposition

De olika branschstudier som redovisas i kapitel 4–12 följer inte i detalj en gemensam uppläggning utan inriktningen och omfattningen varierar med utgångspunkt från kommitténs prioriteringar och skillnader i det material som stått till förfogande. I vissa av studierna redovisas praktikfall, baserade på kommitténs egna undersökningar, som mera i detalj belyser de datorstödda styrsystemens utformning och effekter. De branschstudier som redovisas översiktligt baseras huvudsakligen på tidigare publicerat material. Underlag till studien av massa- och pappersindustrin har på uppdrag av kommittén sammanställts av Svenska Träforskningsinstitutet. Motsvarande uppdrag beträffande gruvindustrin samt järn- och stålindustrin har genomförts av AB Teleplan.

Vid presentationen av materialet i branschstudierna har i huvudsak följande disposition använts.

1. Varje studie inleds med en *branschöversikt*. Syftet med denna översikt är att ge en bild av utvecklingen i branschen under 1970-talet med avseende på strukturella förändringar (antal företag, företagsstorlek etc), produktionsvolymens utveckling, produktivitet och produktionsteknik, investeringar, sysselsättning etc. I branschöversikterna redovisas också kortfattat prognoser för några av de viktigaste av variablerna ovan.

   För exportinriktade och/eller importkonkurrerande branscher ges i branschöversikterna uppgifter för utrikeshandeln för att belysa konkurrenssituationen.
2. Efter branschöversikterna följer avsnitt som redovisar *vilka typer av process- och produktionstyrsystem som förekommer, spridningen* av dessa inom branschen, *förutsättningar* för fortsatt spridning etc. Graden av datorutnyttjande i olika industribranscher sammanhänger bl a med i vilken utsträckning tillverkningsprocessen mekaniserats och automatiserats. Som bakgrund till avsnitten ges därför i flertalet fall en orientering om tillverkningstekniken och produktionsstrukturen i respektive bransch. I vissa av de studerade branscherna har själva bearbetningen inte processkaraktär (gäller exempelvis slakteriindustrin och sågverksindustrin). Intresset i dessa studier riktas då i större utsträckning mot datorstödets roll som hjälpmedel för att övervaka och styra produktflödet eller en komplicerad arbetsorganisation och mindre mot själva bearbetningstekniken.

I flera av branschstudierna har det inte varit möjligt att göra en heltäckande uppskattning av de studerade systemens omfattning, spridning och inriktning. Huvuddelen av den typ av information som sammanställts i studien finns av uppenbara skäl inte samlad hos några få lättillgängliga källor utan är spridd bland företag, utrustningsleverantörer och branschorganisationer. Kartläggningen har i flera fall begränsats till de största och/eller tekniskt ledande företagen i branschen. De slutsatser som kan dras på ett sådant underlag har begränsad räckvidd. I de flesta fall har huvudsyftet varit att endast söka identifiera några av de viktigaste tekniska tendenserna och faktorerna som styr datorstödets omfattning.

Som nämnts redovisas även i vissa av branschstudierna fallstudier i syfte att mer konkret belysa erfarenheter vid styrsysteminvesteringar. De fallstudier som redovisas är till övervägande del "lyckade" satsningar som företagen kunnat genomföra utan större problem. Detta beror på att information om "lyckade" installationer självklart är mer lättillgänglig än information om problem och svårigheter som uppstått och som kanske i en del fall lett till att installationer överhuvudtaget aldrig genomförts. Sådana problem är dock inte ovanliga särskilt då helt nya tilllämpningar skall utvecklas och installeras (ett sådant exempel redovisas i avsnitt 11.2.3.2). I kapitel 14 Utveckling, installation och förvaltning av styrsystem redovisas också en mer allmän sammanställning av problem som *kan* vara aktuella vid styrsysteminvesteringar men som man således i de flesta av de redovisade fallstudierna lyckats lösa.

Generellt för branschstudierna har varit svårigheterna att dokumentera investeringskostnader, lönsamhet etc för olika installationer. Den mest uppenbara orsaken till detta är att det inte ligger i företagens omedelbara intresse att offentliggöra sådana uppgifter. Dessutom är styrsysteminstallationer ofta delar av större projekt där just styrsystemens kostnader och effekter är svåra att särskilja. Slutligen kan nämnas att relativt få företag, enligt erfarenheterna från branschstudierna, gör systematiska efterkalkyler för styrsysteminstallationer.

Med utgångspunkt i kommitténs uppdrag har beskrivningarna av styrsystemen inom olika branscher en effekt- och funktionsorienterad inriktning. Det innebär att den tekniska utrustningen i de flesta fall behandlats mycket översiktligt.

3. I de därpå följande avsnitten om problem i samband med olika tillämpningar av datorstödda styrsystem redovisas huvudsakligen *branschspecifika problem*. Allmänna frågor om förutsättningar för att utveckla, installera och förvalta dessa system redovisas som ovan nämnts i kapitel 14. I avsnitten om *effekter* redovisas främst effekter som rör produktionsresultatet och anläggningsutnyttjandet i företagen.
4. Varje branschstudie avslutas med ett avsnitt där *utvecklingstendenser* och *nya tänkbara tillämpningar* redovisas.

I kapitel 13 sammanfattas branschstudierna. Där redovisas också översiktligt iakttagelser och slutsatser beträffande arbetsmiljö- och sysselsättningseffekter.

3.2 Några uppgifter om produktionen och sysselsättningen i de studerade branscherna

För att ge en bild av storleksrelationerna mellan de branscher som tas upp i de följande kapitlen redovisas nedan tabeller med sysselsättnings- och produktionsuppgifter för industrins olika delbranscher inklusive verkstadsindustrin. Branscherna redovisas i storleksordning. De branscher som behandlats mera ingående i denna studie har kursiverats. Förutom de i tabellerna redovisade branscherna har en studie även gjorts av styrsystemanvändningen inom elkraftindustrin.

Tabell 3.1 Förädlingsvärde för industrin och dess delbranscher 1978

SNI-kod[a]	Branschbenämning	Miljoner kronor	Fördelning i procent
38	Verkstadsindustri	47 205	44,4
311, 312, 313	*Livsmedelsindustri inkl dryckesvaruindustri*	10 607	10,0
351, 352, 356	*Kemisk industri inkl plast- och plastvaruindustri*	7 868	7,4
3411	*Massa- och pappersindustri*	6 221	5,9
342	Grafisk industri	6 281	5,9
37	*Järn- stål- och metallverk*	6 116	5,8
33./.331111	Trävaruindustri exklusive sågverk och hyvlerier	5 390	5,1
36	Jord- och stenvaruindustri	3 798	3,6
321, 322	*Textil- och beklädnadsindustri*	3 073	2,9
331111	*Sågverk och hyvlerier*	2 529	2,4
353, 354	Petroleum- och kolproduktindustri	1 852	1,7
2	*Gruvor och mineralbrott*	1 449	1,4
3412, 3419	Pappers- och pappvaruindustri	1 453	1,4
355	Gummivaruindustri	1 105	1,0
39	Annan tillverkningsindustri	558	0,5
323, 324	Läder-, lädervaru- och skoindustri	431	0,4
314	Tobaksindustri	388	0,4
	Summa industri	106 324	100,0

[a] Standard för svensk näringsgrensindelning

Källa: SOS Industri

Tabell 3.2 Sysselsättningen inom industrin och dess delbranscher 1978

SNI-kod	Branschbenämning	Medelantal sysselsatta	Fördelning i procent
38	Verkstadsindustri	405 066	46,3
311, 312, 313	*Livsmedelsindustri inkl dryckesvaruindustri*	71 185	8,1
37	*Järn-, stål- och metallverk*	63 305	7,2
351, 352, 356	*Kemisk industri inkl plast- och plastvaruindustri*	51 311	5,9
3411	*Massa- och pappers-industri*	50 369	5,8
33./.331111	Trävaruindustri exklusive sågverk och hyvlerier	48 980	5,6
342	Grafisk industri	42 639	4,9
321, 322	*Textil- och beklädnads-industri*	37 864	4,3
36	Jord- och stenvaru-industri	29 057	3,3
331111	*Sågverk och hyvlerier*	23 579	2,7
2	*Gruvor och mineralbrott*	13 332	1,5
355	Gummivaruindustri	11 223	1,3
3412,3419	Pappers- och papp-varuindustri	10 160	1,2
39	Annan tillverkningsindustri	5 993	0,7
323,324	Läder-, lädervaru- och skoindustri	5 425	0,6
353,354	Petroleum- och kol-produktindustri	3 228	0,4
314	Tobaksindustri	1 514	0,2
	Summa industri	874 230	100,0

Källa: SOS Industri.

Som framgår av tabellerna svarade verkstadsindustrin för ca 45 procent av industrins totala produktion och sysselsättning år 1978. För de branscher som omfattas av denna studie var motsvarande siffra ca 50 procent. De branscher som i denna rapport studerats mer ingående (kursiverade) svarade 1978 för knappt 33 procent av industrins totala produktion. Beträffande sysselsättningsandelen var motsvarande siffra drygt 31 procent.

Som nämndes i avsnitt 2.1.1 redovisas studier av datorutnyttjandet vid tillverkning inom verkstadsindustrin i en särskild rapport.

Uppgifterna från industristatistiken, som även i stor utsträckning utnyttjas i de olika branschöversikterna, omfattar inte arbetsställen med mindre än fem anställda. Hänsyn till detta tas i den enskilda branschöversikterna i den mån det kan anses påverka slutsatserna.

Industristatistikens uppskattningar av produktionens storlek i olika branscher (salu- och förädlingsvärden) omfattar endast beräkningar i löpande priser. Som mått på produktions*volymen* och dess förändringar utnyttjas därför genomgående industristatistikens produktionsvolymindex med 1968 som bas. Denna index avser i princip mäta förädlingsvärdet i

respektive bransch i 1968 års priser. Alla hänvisningar i branschöversikterna till produktionsvolymens förändring avser sålunda denna volymindex.

De produktivitetsmått som redovisas i tabellerna i branschöversikterna avser produktionsvolymens förändring i förhållande till antalet arbetade timmar för arbetarpersonal. Vid en jämförelse mellan uppgifterna över antal anställda, produktionsvolymen och produktiviteten för en viss bransch bör man komma ihåg att antalet arbetade timmar påverkas av, förutom antalet anställda, eventuell arbetstidsförkortning, fördelning arbetarpersonal – övrig personal etc.

Beträffande produktivitetsuppgifterna kan vidare påpekas att i många branscher har under senare delen av 1970-talet byggts upp en produktivitetsreserv på grund av att minskande eller stagnerande produktionsvolymer inte tillåtits slå igenom på sysselsättningen. Företagen har i stället med olika arbetsmarknadspolitiska medel stimulerats att hålla kvar de anställda under lågkonjunkturen. I sådana företag kan produktionsvolymen öka utan att antalet anställda ökas.

4 Gruvor och mineralbrott

4.1 Branschstruktur

Den svenska gruvindustrin indelas i den offentliga statistiken i järnmalmsgruvor, ickejärnmalmsgruvor samt andra gruvor och mineralbrott. Tabell 4.1 anger några karaktäristika för gruvindustrin totalt samt för dess delbranscher.

Tabell 4.1 Antal arbetsställen, förädlingsvärde samt sysselsättning för gruvindustrin och dess delbranscher 1978

SNI-kod	Benämning	Arbetsställen		Förädlingsvärde		Sysselsättning	
		Antal	%-andel	Mkr	%-andel	Antal	%-andel
2301	Järnmalmsgruvor	25	17	692	48	7 779	58
2302	Ickejärnmalmsgruvor	22	15	452	31	3 860	29
29	Andra gruvor och mineralbrott	104	69	305	21	1 693	13
2	Gruvindustrin totalt	151	100	1 449	100	13 332	100

Källa: SOS Industri.

Som framgår av tabellen svarade järnmalmsgruvorna för cirka hälften av såväl sysselsättning som produktion inom gruvindustrin. Den minsta delbranschen, andra gruvor och mineralbrott, består huvudsakligen av stenbrott och är av mindre intresse i detta sammanhang.

Järnmalmsgruvorna är lokaliserade till Bergslagen och till Norrbotten (LKAB). Gruvorna i Mellansverige levererar främst till svenska järn- och stålverk medan ca 90 % av malmen från malmfälten i Norrbotten exporteras. Den lågkonjunktur som inträffade 1974/75 medförde dock en mycket kraftig efterfrågeminskning och sjunkande priser på både exportmarknaden och den inhemska marknaden. Tabell 4.2 belyser utvecklingen inom de svenska järnmalmsgruvorna under 1970-talet.

Tabell 4.2 Sysselsättning, saluvärde och förädlingsvärde i löpande priser, produktivitet m m för järnmalmsgruvor (SNI 2301) vissa år

	1970	1972	1974	1975	1976	1977	1978
Antal anställda	8 382	8 386	8 954	9 378	9 564	8 996	7 779
Saluvärde, Mkr	1 312	1 540	1 998	2 478	2 450	1 756	1 301
Förädlingsvärde, Mkr	999	1 177	1 490	1 979	1 665	1 044	692
Antal arbetsställen	36	35	32	32	30	30	25
Produktionsvolym-index (1968=100)	100	114	132	119	116	93	71
Produktivitetsindex (1968=100)	105	122	133	122	117	106	102

Källa: SOS Industri.

På grund av att stora lager byggdes upp för att kompensera efterfrågeminskningen slog denna igenom i avsevärt minskad produktionsvolym först år 1977 då även sysselsättningen minskade för första gången under 1970-talet. Efter 1978 har såväl produktionsvolym som sysselsättning fortsatt att minska.

Från struktursynpunkt har de senaste årens minskande efterfrågan drabbat de mindre mellansvenska järnmalmsgruvorna hårdast. År 1974 fanns 21 sådana gruvor i drift, vid årsskiftet 1978/79 endast 11. Enligt de strukturplaner som finns inom SSAB och övriga gruvdrivande företag kan man räkna med att det år 1985 kommer att finnas endast fem järnmalmsgruvor kvar i Mellansverige.

Den svenska järnmalmsexporten har under senare år kommit att bli alltmer utsatt för internationell konkurrens och Sveriges betydelse som malmexportör på den internationella marknaden har reducerats drastiskt. Stora dagbrottsgruvor i länder som Australien och Brasilien svarar numera för huvuddelen av världens järnmalmsexport. De svenska järnmalmsgruvornas kostnadsläge och därmed konkurrenskraft bestäms bland annat av följande omständigheter:

- Den svenska norrbottensmalmen är till stor del fosforhaltig. De flesta stålverk har bland annat av miljöskäl gått över till produktionsprocesser som kräver lågfosforhaltiga malmer.
- Tidigare utgjorde närheten till avsättningsmarknaderna i Västeuropa en konkurrensfördel för de svenska gruvorna men denna har upphävts av de senaste årens låga fraktpriser.
- I Sverige bryts järnmalm till övervägande delen under jord (75 %) medan andelen för hela världen ligger betydligt under 50 %. Underjordsbrytning kommer att få en alltmer ogynnsam kostnadsutveckling i framtiden relativt dagbrottsbrytning. Bland annat är rationaliseringsmöjligheterna större vid dagbrotts- än vid underjordsbrytning.

Avgörande för järnmalmsgruvornas framtida konkurrensmöjligheter blir således i vad mån man kan möta ovanstående ogynnsamma faktorer med tillräckligt kraftfulla rationaliseringsåtgärder.

Produktionen vid ickejärnmalmsgruvor omfattar främst koppar-, bly- och zinkmalmer. Det största företaget, Boliden AB, har gruvor i Västerbotten,

Norrbotten och Mellansverige. Ickejärnmalmsgruvorna har i stort klarat den internationella lågkonjunkturen bättre än järnmalmsgruvorna. Medan LKAB alltjämt uppvisar stora förluster har Boliden, tack vare de spektakulära priserna på guld, silver och andra metaller under senare år, kunnat uppnå en markant förbättring av lönsamheten. De nedläggningar av gruvor som genomförts har skett på grund av att den brytvärda malmen tagit slut. Tabell 4.3 belyser ickejärnmalmsgruvornas utveckling under 1970-talet.

Tabell 4.3 Sysselsättning, saluvärde och förädlingsvärde i löpande priser, produktivitet m m för ickejärnmalmsgruvor (SNI 2302) vissa år

	1970	1972	1974	1975	1976	1977	1978
Antal anställda	3 183	3 256	3 538	3 849	3 999	3 884	3 860
Saluvärde, Mkr	382	352	750	518	624	664	723
Förädlingsvärde, Mkr	288	244	575	321	397	418	452
Antal arbetsställen	28	26	26	24	23	23	22
Produktionsvolymindex (1968=100)	118	124	144	82	91	91	101
Produktivitetsindex (1968=100)	113	121	134	74	79	84	98

Källa: SOS Industri.

Av en jämförelse mellan tabell 4.2 och tabell 4.3 framgår att produktionsvolym och produktivitet minskade kraftigare inom ickejärnmalmsgruvor än inom järnmalmsgruvor efter 1974. En återhämtning inom den förstnämnda branschen inleddes dock redan under 1977/78.

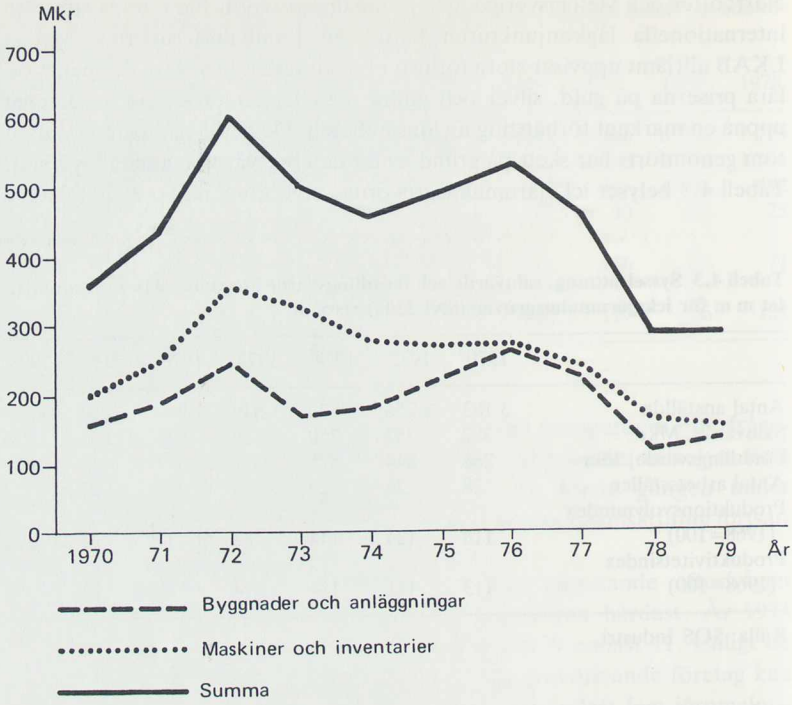
Som framgått i kapitel 3 svarade gruvindustrin totalt inklusive mineralbrott för cirka 1,5 % av den totala industrisysselsättningen 1978. Motsvarande andel för förädlingsvärdet har av naturliga skäl minskat under perioden efter 1974 och uppgick 1978 till drygt 1 % i löpande och drygt 2 % i fasta priser enligt nationalräkenskaperna[1]. Denna skillnad belyser den för gruvindustrin ogynnsamma prisutvecklingen under lågkonjunkturen.

Gruvindustrins andel av industrins totala kapitalstock i fasta priser är dock betydligt högre (drygt 5 % för byggnadskapital och drygt 4 % för maskinkapital) och har dessutom ökat sedan 1975. Figur 4.1 visar investeringarnas volymutveckling för malmgruvor enbart.

Av figuren framgår att investeringsvolymen hölls väl uppe fram till 1977 då kraftiga neddragningar i investeringarna vidtogs. För 1980 och 1981 förutses enligt SCB's investeringsenkät en relativt kraftig ökning av investeringsverksamheten inom malmgruvorna.

I sin höstrapport 1980 aktualiserar statens industriverk (SIND) de mer långsiktiga problem som är förknippade med tillgången på ekonomiskt brytvärd malm i de norrbottniska järnmalmsfälten. Enligt verkets bedömning kan dessa, främst regionalpolitiska problem av ovanligt stora mått, bli aktuella på 10–15 års sikt. SIND pekar på behovet av planering för att i tid möta dessa problem.

[1] Olikheterna i begrepp mellan industristatistiken och nationalräkenskaperna har för denna jämförelse mindre betydelse.



Figur 4.1 Investeringar i byggnader och anläggningar respektive maskiner och inventarier inom malmgruvor (SNI 230) 1970–79. Mkr, 1975 års priser.

Källa: SCB, SM serie F 1980:6.2.

4.2 Användningen av styrsystem inom gruvor och mineralbrott

Branschen domineras av LKAB och Boliden AB. Det är också dessa två företag som svarar för merparten av alla befintliga styrsystem.

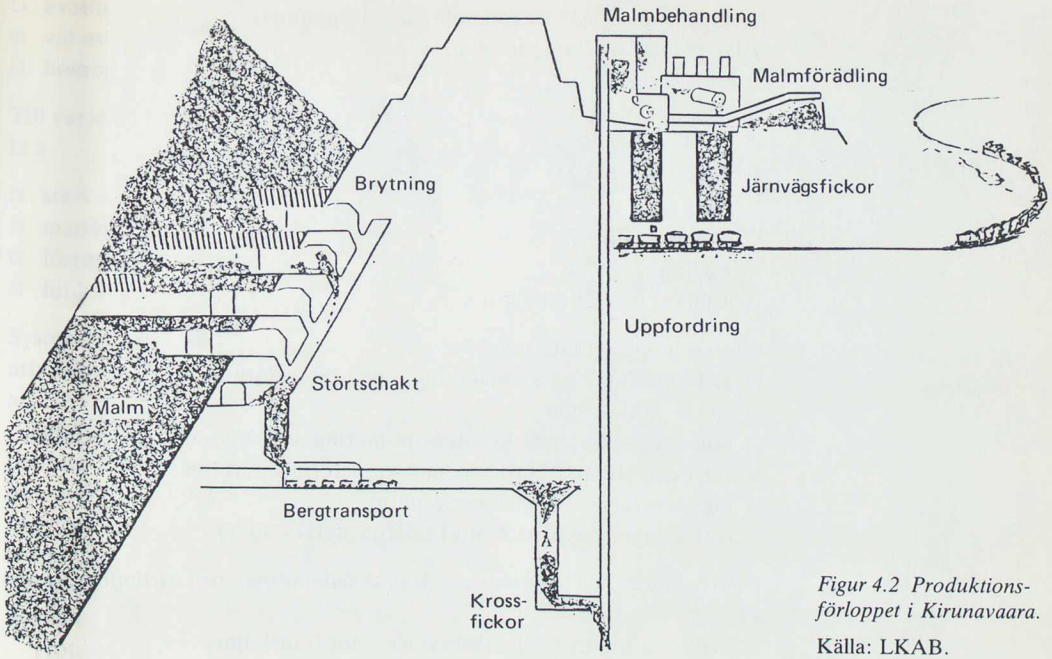
4.2.1 *Exempel på styrsystemtillämpningar*

Här skall beskrivas ett processdatorsystem från vardera LKAB och Boliden AB.

4.2.1.1 Styrsystem för bergtransporter på 775-metersnivån i Kirunavaara gruva

Verksamheten vid LKAB består till stor del av transporter. Malm som bryts under jord skall via schakt, bergtransporter, krossar och uppfordringsanläggningar tas upp till marknivån där den sedan efter behandling och förädling transporteras med järnväg från Kirunavaara till Narvik eller Luleå, se figur 4.2.

Det system som här skall beskrivas svarar för bergtransporterna på 775-metersnivån. Berg av tre till fem olika kvaliteter skall transporteras från 52 störtschakt, fördelade på 13 schaktgrupper, till 10 krossfickor där krossning till en styckestorlek av max 10 cm sker.



Figur 4.2 Produktionsförloppet i Kirunavaara.
Källa: LKAB.

Transportsystemet skall ha en kapacitet av 7 000 ton/timme. Dragning från störtschakten skall ske enligt en fastställd plan, som utarbetats av ett överordnat system, så att störningar beroende på att schakt och krossfickor fylls eller töms helt blir så små som möjligt. (Den överordnade flödesstyrningen sker i dag manuellt men beslut har fattats om att utveckla ett datorbaserat system som skall vara i drift 1981).

Transporterna från störtschakt till krossfickorna skall utföras så att variationerna i fosforhalt i krossfickorna för varje kvalitet blir så små som möjligt. Fosforhalten i störtschakten varierar från 0–7 % medan slutprodukten genom blandning av malmer skall erhållas i endera av de två kvaliteterna 0,08 % respektive ca 1,5 % fosforhalt.

Transporterna ombesörjs av förarlösa lok med 18 vagnar och en medellast av 460 ton. Kapacitetskravet motsvarar tömning av ett tågsätt var fjärde minut. Genomsnittligt finns 14 tåg i drift samtidigt medan styrsystemet är dimensionerat för 25 produktionståg och fem servicetåg. Det finns sex krossar med en kapacitet av 4 000 ton/timme. Varje kross används i allmänhet för en kvalitet.

Varje tågsätt skall analyseras med avseende på fosforhalt. Analysresultatet måste i regel vara klart innan definitiv adressering av tåglasten till viss krossficka kan ske. Den tid som fordras från tågstart tills definitiv tågadress är mellan två och tio minuter[1] vilket innebär att provtagning och analys orsakar väntetider. För att minska väntetiderna har provtagningen automatiserats. Provtagningssystemet omfattar utrustning för provtagning och provbehandling i varje schaktgrupp, rörpostsystem för vidarebefordran av prov till laboratoriet samt mottagningsstation, provberednings- och analysutrustning i laboratoriet.

[1] Totala transporttiden är ca 60 min.

Styrsystemet består av följande huvudfunktioner:

- *Tågstyrning,* omfattande bl a
  - □ adressering av tåg
  - □ vägval
  - □ tågvägsreservering
  - □ tågframflyttning
  - □ lastning
  - □ fosfortestning
  - □ vägning
  - □ tömning av tåglast i kross.
- *Krosstyrning,* omfattande bl a
  - □ kvalitetsklassning av malm beroende på fosforhalt
  - □ val av flödesvägar
  - □ homogenisering och kvalitetsoptimering mot önskade slutprodukter
  - □ start och stopp av krossar, matare och transportörer
  - □ manövrering av fördelningsrännor
  - □ förreglingar (spärrar mot ej tillåtna styråtgärder).
- *Övervakning och styrning av kontaktledningsnät och strömförsörjning* t ex
  - □ manövrering av ställverksbrytare samt frånskiljare
  - □ fellokalisering på kontaktledningsnät.
- *Övrig styrning och övervakning* t ex
  - □ operatörskommunikation
  - □ rapportering
  - □ övervakning av styrsystemet självt.

Som exempel på styrfunktioner skall adressering av tåg beskrivas närmare.

Adressering av tomma tåg skall utföras så att den tidigare nämnda dragningsplanen effektueras. Vid adressering av enskilt tåg skall dessutom hänsyn tas bl a till utrymmet i krossfickor för malm av ifrågavarande kvalitet, att väntetiden för att tappa malmen i störtschakt ej blir onödigt stor p g a att fler tåg adresserats dit samt att inga andra fördröjningar kan förväntas uppstå på grund av blockerade spårområden, servicetåg i tapport etc.

Lasttågen ges vanligen en preliminär adress i tapporten och en definitiv adress efter provtagning och analys. I båda fallen skall hänsyn tas till utrymmet i krossfickor samt tillgängliga flödesvägar för att i möjligaste mån undvika kösituationer.

Vid förändringar av de beslutsfaktorer som legat till grund för adresseringen, t ex vid fel i anläggningen eller vid operatörsingrepp, sker automatiskt omadressering.

Systemet är hierarktiskt uppbyggt. Funktioner av överordnade karaktär handhas av ett datorsystem medan underordnade funktioner decentraliserats och handhas av särskilda datorsystem. Detta medför, i förhållande till ett helt centraliserat system, en ökad total driftsäkerhet, vissa möjligheter till reservförfarande vid fel i någon enhet samt en förenklad idrifttagning.

För krosstyrningen gäller att följande delfunktioner är överordnade:

- kvalitetsklassning av malm
- val av flödesvägar
- homogenisering och kvalitetsoptimering mot önskade slutprodukter.

Till varje kross hör dessutom en programmerbar utrustning som svarar för bl a

- start och stopp av krossar och transportörer
- manövrering av fördelningsrännor
- förreglingar
- funktionsövervakning av komponenter i krossningsanläggning.

Systemets programvara har huvudsakligen utvecklats av ASEA. Deras arbetsinsats härför uppskattas vara ca 40 manår. Till detta kommer LKAB's arbete med funktionsspecificering, leveransbevakning och kontroll etc.

LKAB's erfarenhet är att genomförande av projekt av denna typ kräver en omfattande aktiv egen insats. Företag som levererar styrsystem har annars inte möjlighet att utarbeta en tillräckligt väl genomarbetad funktionsspecifikation. Den egna personalens aktiva medverkan medför ju att mångårig erfarenhet av transportproblematiken tas tillvara på ett sätt som gör det möjligt att i detalj formulera kraven. Detta gäller såväl specialister som personal från driftsorganisationen.

Trots detta kommer modifieringar och utökningar av systemets funktioner att bli nödvändiga efter en tids driftserfarenhet. För att detta skall klaras är den detaljkännedom om systemets konstruktion som erhållits under projektarbetet nödvändig.

Cirka tio procent av drift- och underhållskostnaderna 1979 för transport- och krossanläggningarna avsåg el- och styrsystem.

I tabell 4.4 visas hur LKAB bedömer sambandet mellan automatiseringsgrad och produktivitet för kross- och transportanläggningarna.

Tabell 4.4 Samband mellan automatiseringsgrad och produktivitet för kross- och transportanläggningarna inom LKAB

År	Huvuddelen av produktionen sker på nivå	Grad av automatisering	Produktivitet för kross- och trpanläggningar Kton/manår
1971	420	Låg	64
1979	540	Hög	102
1984	775	Mycket hög	150

Källa: LKAB.

Verksamheten är organiserad så att under chefen för bergtransporter under jord finns fyra driftsingenjörer vilka svarar för tågtransporter, krossning, underhåll av lok och vagnar respektive underhåll av el- och styrsystem. Verksamheten omfattar för närvarande huvudnivåerna på 540 och 775 meter. För underhåll av styrsystemen finns sex tekniker. Utöver detta köps interna underhållstjänster för datorerna från en central funktion för elektronikservice.

4.2.1.2 Styrning av anrikningsprocessen vid Boliden AB

Boliden AB svarar för huvuddelen av sulfidmalmsbrytningen i Sverige och är Nordens största producent av ickejärnmetaller som t ex koppar, bly, silver, guld och selen. Företagets åtta anrikningsverk förses med malm från för närvarande 16 gruvor. Den årliga malmproduktionen är ca 13 miljoner ton, ur vilket utvinnes mineralkoncentrat, s k sliger. Figur 4.3 visar schematiskt anrikningsprocessen.

Efter en eventuell finkrossning av malmen transporteras den till malningsavdelningens kvarnar som i de flesta fall består av ett primärmalningssteg och ett sekundärmalningssteg.

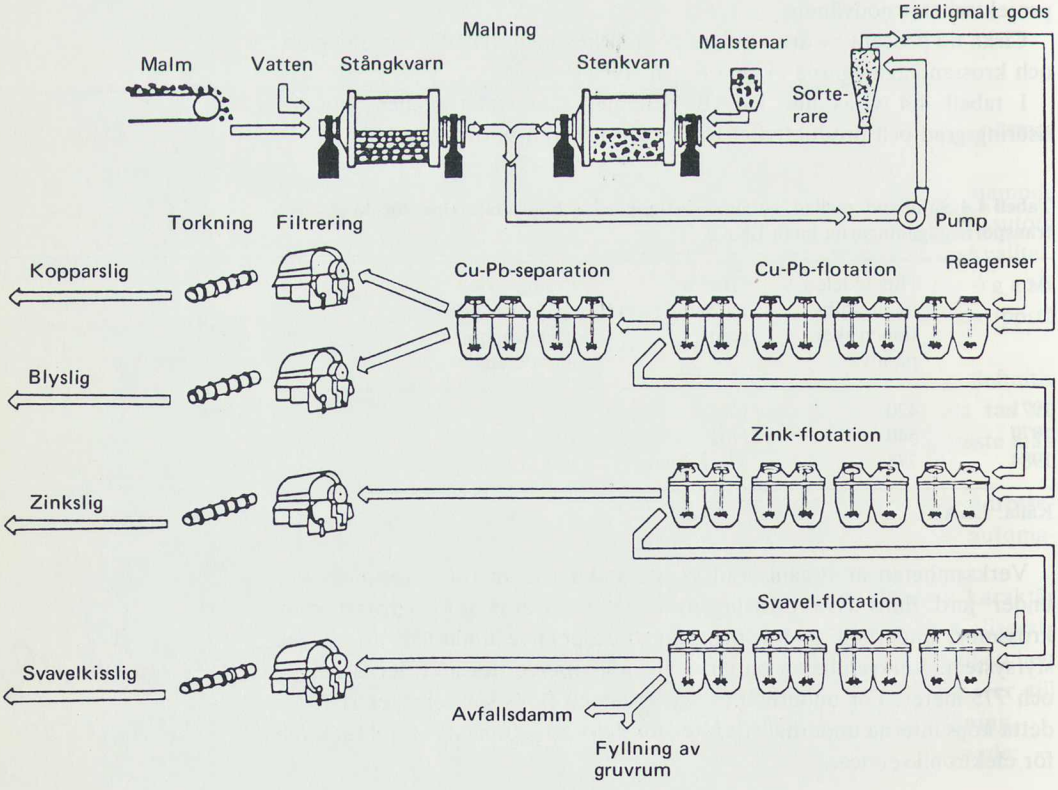
Primärmalningen utföres normalt med stålstänger som den malande komponenten medan sekundärmalningen utföres genom stenar som finns i malmen, s k stenmalning.

Stångkvarnarna matas med malm via helautomatiska band- eller satsvågar, varvid vatten tillsätts i proportion till inmatad malmmängd. Efter stångkvarnarna är malmen mald till ca 1 mm kornstorlek och pumpas som s k pulp till sekundärkvarnen för färdigmalning ner till 0,1 mm eller finare.

Pulpen från stenkvarnarna pumpas sedan via täthetsmätare till cyklonsorterare. Här avskiljs grovt gods som måste återföras för ytterligare malning. Den fina produkten i vilken värdemineralen frilagts från varandra och från gråberg pumpas vidare till flotationsavdelningen.

Figur 4.3 Schematisk bild av anrikning av komplex malm.

Källa: Boliden AB.



För utvinning av den värdefulla mineralen tillämpas selektiv skumflotation. Genom noggrann reglering av den kemiska miljön i flotationskaren kan den önskade mineralens förmåga att häfta vid luftblåsor påverkas. Med luftinblåsning i pulpen kan därefter den värdefulla mineralen fås att häfta vid luftbubblorna och följa med till pulpytan, där ett skumtäcke bildas och avskiljes.

Flotationskemikalierna (reagenserna) tillsätts före och under flotationens gång och utgör tillsammans med luft- och vattentillsättning styrvariabler vid flotationsstyrning.

Det tillvaratagna skummet (koncentratet) från flotationsapparaterna håller ca 50 % vatten. Med hänsyn till de efterföljande transporterna och den metallurgiska processen måste vattenhalten sänkas. Det utföres i ett avvattningssystem bestående av förtjockare, trum- eller skivfilter samt roterande trumtorkare.

Det avvattnade koncentratet håller ca en till fem procent vatten och benämnes slig, vilket utgör produkten från gruvorna till smältverket.

För att uppnå god processtyrning måste de kritiska variablerna i processen kunna mätas kontinuerligt med hög tillgänglighet och god noggrannhet.

Boliden behandlar i sina anrikningsverk mycket låghaltiga komplexa malmer, vilket medför att kraven på en god processövervakning och styrning för ett effektivt råvaruutnyttjande är höga. Stora ansträngningar har därför under årens lopp gjorts för att åstadkomma förbättringar på detta område. En förutsättning för att öka automatiseringsgraden och möjliggöra processtyrning är att en s k pulpröntgen installerats.

Boliden har utvecklat en egen pulpröntgen som används kontinuerligt i processen för att analysera upp till 16 stycken pulpströmmar per utrustning. Tre sådana system (BOLIDEN EDA-X) har sedan 1975 installerats i de egna anrikningsverken. Ytterligare två system kommer troligen att installeras under 1980/81.

Under den senaste 10–15 årsperioden har instrumenteringsgraden i anrikningsverken successivt ökat och därmed informationsmängden i driftcentralerna. Kraven på optimala utbyten och produktkvaliteter med hjälp av en allt dyrbarare processapparatur medförde samtidigt ökade krav på snabba och riktiga åtgärder av processansvariga.

Boliden beslutade därför 1973 att genomföra ett utveckligsprojekt för 7 Mkr inom vilket möjligheterna till en datorisering av i första hand flotations- och malningsavdelningarna skulle undersökas. Inom projektets ram skulle konkreta styrmodeller utarbetas och praktiskt testas för dessa avdelningar.

För projektet uppsattes bl a följande målsättning:

- Utveckla ett styrsystem som även kan användas vid Bolidens övriga anrikningsverk.
- Systematisera och stegvis automatisera den manuella övervakningen och styrningen.
- Åstadkomma bättre kännedom om flotations- och malningsprocessen.
- Styra flotations- och malningsprocessen så att en konstant processmiljö upprätthålls.

Till följd av malmernas och även anrikningsprocessens komplexa karaktär

lades stor vikt vid lättillgängliga reservmetoder.

Samtliga delprocesser i ett anrikningsverk är av sådan natur att det inte är möjligt att enkelt beskriva dessa med matematiska modeller grundade på kemiska eller fysikaliska förlopp. Därför byggdes styrprogrammen upp kring platsskötarnas samlade kunskaper. Detta angreppssätt bidrog också till att styrsystemen snabbt kunde tas i drift.

Eftersom berörd driftpersonal kunde delta under hela projektarbetet och bidra med konstruktiva synpunkter skapades en positiv atmosfär kring projektet.

Genom styrsystemets utformning underlättades för den enskilde platsskötaren att i driftläge kunna avgöra när manuella ingripanden måste ske. Finslipning av styrprogrammen kunde även ske i takt med att kunskapen ökade hos all berörd personal.

Den första datorstyrda flotationskretsen vid Boliden togs i drift januari 1976 i Kristinebergs anrikningsverk. Sedan dess har ytterligare tre flotationskretsar och två malningskretsar datoriserats vilket givit bättre produkter, högre utbyten samt minskade reagensmängder.

4.2.2 *Uppskattning av antal installerade styrsystem fördelat på företag och tillämpningar*

Inom branschen finns installationer av styrsystem främst hos LKAB och Boliden. I dag finns ca 25 tillämpningar installerade motsvarande en anskaffningskostnad på 125 Mkr i löpande penningvärde. Denna uppskattning avser processdatorsystemen med kringutrustning och baserar sig på uppgifter från användarna samt uppskattningar där uppgifter inte har kunnat erhållas.

Bland systemen ingår mycket omfattande dubbeldatorsystem för tåg- och krosstyrning på huvudnivåerna 540 och 775 i LKAB's Kirunavaara gruva. Inga nya sådana system fordras inom överskådlig tid. Boliden har ett flertal system där styrning av pulp- och briketträntgen med presentation av analysdata är huvudfunktionen.Dessa system är nödvändiga för styrning av anrikningsverk. Antal installerade respektive planerade styrsystem fördelat på tillämpningar framgår av tabell 4.5.

Analysutrustning i form av röntgenspektrometrar, pulp- och briketträntgen används vid såväl brytning som vid anrikning av malmen. Boliden utvecklar egna röntgenutrustningar som även säljs till andra gruvföretag.

Styrning av pumpstationer används främst för energibesparing och bättre reglermöjligheter än konventionell utrustning.

För större anläggningar av typen anrikningsverk, kulsinterverk, sovrings- och krossverk och malm- och sligutlastning används minidatorbaserade styrsystem vars huvudsakliga uppgift är övervakning, styrning av delprocesser samt presentations- och rapporteringsfunktioner.

Vid LKAB planeras ett omfattande produktionsstyrsystem med övergripande styrning av malmflödet från brytning till utskeppning där varje delprocess skall styras på ett för det totala systemet optimalt sätt. Genom denna flödessamordning räknar man med att få en bättre samordning av produktionsenheterna så att kvalitets- och kapacitetskrav uppnås till lägsta möjliga kostnad.

Tabell 4.5 Användningen av styrsystem fördelat på tillämpningar

Tillämpning	Antal installerade styrsystem	Antal planerade styrsystem
Styrning av röntgenutrustningar	10	1
Tåg och krosstyrning	2	
Styrning av pumpstationer	2	
Styrning och övervakning av		
– Anrikningsverk	3	
– Sovrings- och krossverk	2	1
– Malm- och sligutlastning	2	
– Delprocesser i kulsinterverk	2	
Produktionsstyrning		1
Övrigt	2	1
Summa	25	4

Källa: Teleplan.

4.3 Problem i samband med styrsystem

Följande svårigheter i anslutning till processdatorinstallationer finns inom branschen.

- Man har i likhet med andra branscher svårighet att veta var, när och hur styrsystem kan användas. Detta beror på bristande kunskap hos slutanvändaren om möjligheter, begränsningar och risker med styrsystem. Detta gäller såväl beslutsfattare som handläggare.
- Många anläggningar måste arbeta i mycket svåra miljöer. Där är det ofta problem med givare. Exempel på sådana problem är mätning av nivån i störtschakt och fukthaltsmätning på malm. LKAB har lagt ned stora ansträngningar för att hitta metoder för nivåmätning i malmfickor. Man har t o m försökt utveckla egna givare.
- Det är ofta svårt att installera styrsystem i äldre anläggningar. Detta gäller såväl ställdon som givare, vilket gör att installationer av styrsystem oftast sker i samband med nyinvesteringar i anläggningar.
- Det är önskvärt att reservsystem utformas så likt det ordinarie styrsystemet som möjligt. Det blir då lättare för driftpersonalen att använda reservsystemet.
- Kunskapsnivån på egen servicepersonal är svår att upprätthålla. Berörd personal bör ges tillfälle att arbeta med datorsystemen och detta kan vara svårt om det inte finns ett flertal system inom företaget.

4.4 Effekter av användningen av styrsystem

De främsta effekterna av styrsystemen är en högre produktion, en högre produktkvalitet samt personalbesparingar. Exempel på system som har inneburit en förbättrad produktivitet är tåg- och krosstyrningarna i Kirunavaaragruvan. I många fall har effekterna varit en bättre (jämnare) produktkvalitet. Detta gäller för exempelvis:

- Styrning av delprocesser i kulsinterverk.
- Tåg- och krosstyrning i Kirunavaaragruvan.
- Röntgenanalys av pulp (vattenblandad slig) och styrning av anrikningsverk.

I många installationer av styrsystem ingår kontrollrum. Beträffande kontrollrumsmiljön gäller samma för- och nackdelar som för liknande system inom andra branscher. Exempelvis är utformningen och drifttillgänglighet mycket väsentlig. Ett system som inte uppfyller förväntningarna faller snabbt i onåd och den attityden kan sedan vara svår att arbeta bort.

För att försäkra sig om hög tillgänglighet för styrsystemen har man varit tvungen att bygga upp en service- och underhållsenhet för den här typen av utrustning (gäller LKAB och Boliden). Detta har medfört en ökad kunskap om styrsystemen som i sin tur lett till att man bl a kunnat utveckla egna styrsystem.

4.5 Utvecklingstendenser

Utvecklingen inom branschen går mot

- Lokala mikrodatorbaserade system för avgränsade uppgifter. Större system kan byggas upp av ett antal sådana system med eller utan överordnat system. Exempel på sådana system är mikrodatorbaserade presentations- och styrsystem för en eller några reglerkretsar vid Bolidens anrikningsverk.
- Informationssystem för överordnad produktions- och flödesstyrning. Dessa system arbetar ofta med modeller av produktionsflödet för simulerings- och optimeringsändamål. Systemen medger interaktiv planering och omplanering via bildskärmsterminaler. Exempel på ett sådant system är LKAB's planerade system för flödesstyrning av produktionen från brytning till och med malmbehandling.

5 Livsmedelsindustrin

5.1 Inledning

På grund av olikheterna mellan livsmedelsindustrins delbranscher har detta kapitel disponerats på ett något annorlunda sätt jämfört med övriga branschstudier. Den inledande branschöversikten ägnas främst en beskrivning av ägarstrukturen och integrationsförhållandena inom livsmedelsindustrin som helhet för att ge en bakgrund till vissa av resonemangen och slutsatserna i framställningen i övrigt. Användningen och effekterna av avancerade styrsystem redovisas sedan efter delbransch. Dessa delbranschstudier följer inte i detalj en gemensam mall utan dispositionen skiftar med utgångspunkt från det material som varit tillgängligt och omfattningen av styrsystemanvändningen inom varje delbransch. Intresset i studien har koncentrerats till de från sysselsättningssynpunkt tunga delbranscherna. Varje delbranschstudie inleds med en branschöversikt innehållande produktions- och sysselsättningsdata.

Det avslutande avsnittet (5.4) redovisar vissa slutsatser och utvecklingstendenser som rör alla delbranscher.

5.2 Branschstruktur

5.2.1 *Livsmedelsindustrin och dess delbranscher*

Den svenska livsmedelsindustrins produktionsvolym har sedan 1960 haft en lägre ökningstakt än tillverkningsindustrin totalt. Under 1960-talet bidrog den ökande konsumtionen av djupfrysta produkter till en relativt kraftig produktionsvolymökning inom den konkurrensutsatta[1] delen av livsmedelsindustrin men sedan början av 1970-talet har branschens produktionsvolym som helhet stagnerat. Sysselsättningsutvecklingen uppvisar ett liknande mönster med en svag uppgång under 1960-talet och stagnation eller svag minskning sedan början av 1970-talet.

Även produktivitetsutvecklingen har under 1960- och 1970-talen varit långsammare inom livsmedelsindustrin än inom tillverkningsindustrin som helhet. Detta trots att strukturrationaliseringen i form av minskat antal arbetsställen och ökning av genomsnittlig arbetsställestorlek gått betydligt snabbare inom flera av livsmedelsindustrins delbranscher än inom tillverkningsindustrin totalt under den aktuella perioden. I särskilt hög grad gäller detta den skyddade delen av livsmedelsindustrin.

[1] Till *konkurrensutsatt* livsmedelsindustri brukar vanligen räknas frukt- och grönsaks- samt fisk- och fiskkonservindustri, olje- och fettindustri, choklad- och konfektyrindustri samt övrig livsmedelsindustri. Den *skyddade* delen omfattar slakteri- och charkuteriindustri, mejeriindustri, kvarn- och bagerindustri samt sockerindustri.

Den stagnerande produktionsvolymen, som utmärker flera av delbranscherna inom livsmedelsindustrin, gör att rationalisering och tillvaratagande av stordriftsfördelar i ökande utsträckning måste ske genom koncentration av produktionen och specialisering mellan anläggningar. Produktionstekniken utmärks av en allt större specialisering och av övergång från satsvis till mer flödesorienterad produktion. I de olika delbranschstudierna belyses i vad mån användningen av datorstöd spelat en roll för denna utveckling hittills.

Livsmedelsindustrin är föremål för en omfattande reglering dels genom jordbruksprisregleringen (gränsskydd mot importkonkurrens samt marknadsreglerade åtgärder), dels genom subventioneringen och prisregleringen av vissa baslivsmedel. Den är hemmamarknadsorienterad och utrikeshandeln är därför av relativt liten omfattning med undantag för produkter från några av delbranscherna inom den konkurrensutsatta sektorn. Exporten av produkter från den skyddade sektorn är huvudsakligen en konsekvens av produktionsutjämnande åtgärder inom jordbruksprisregleringens ram. Det finns också en rad institutionella hinder av annat slag beträffande den internationella handeln med livsmedelsprodukter (livsmedelslagstiftning, tullar o s v).

Livsmedelsindustrin består av ett antal delbranscher av olika storlek och struktur. I tabell 5.1 ges en översikt över livsmedelsindustrin 1978 med hjälp av några nyckeltal för branschen totalt och dess delbranscher.

I livsmedelsindustrin har även dryckesvaruindustrin inkluderats. Kursiveringarna i tabellen markerar de av delbranscherna som studerats. Som

Tabell 5.1 Saluvärde och förädlingsvärde i löpande priser samt antal anställda 1978 inom livsmedelsindustrin inklusive dryckesvaruindustrin

SNI	Delbransch	Saluvärde Mkr	%	Förädlingsvärde Mkr	%	Antal anställda	%
3111	*Slakteri- och charkuteriindustri*	9 897	29,2	2 639	24,9	19 287	27,1
3112	*Mejeriindustri*	5 805	17,1	1 365	12,9	9 923	13,9
3113	*Frukt- och grönsakskonservindustri*	2 155	6,4	1 007	9,5	6 893	9,7
3114	Fisk- och fiskkonservindustri	697	2,1	271	2,6	2 529	3,6
3115	Olje- och fettindustri	1 466	4,3	301	2,8	1 614	2,3
3116	Kvarnindustri	1 024	3,0	401	3,8	933	1,3
3117	*Bageriindustri*	2 612	7,7	1 459	13,8	12 611	17,7
3118	*Sockerindustri*	1 178	3,5	459	4,3	2 464	3,5
3119	*Choklad- och konfektyrindustri*	1 262	3,7	577	5,4	5 052	7,1
3121	Övr livsmedelsindustri	2 666	7,9	586	5,5	2 973	4,2
3122	Fodermedelindustri	2 554	7,5	366	3,5	1 771	2,5
313	*Dryckesvaruindustri*	2 553	7,5	1 177	11,1	5 135	7,2
	Summa	33 870	100,0	10 607	100,0	71 185	100,0

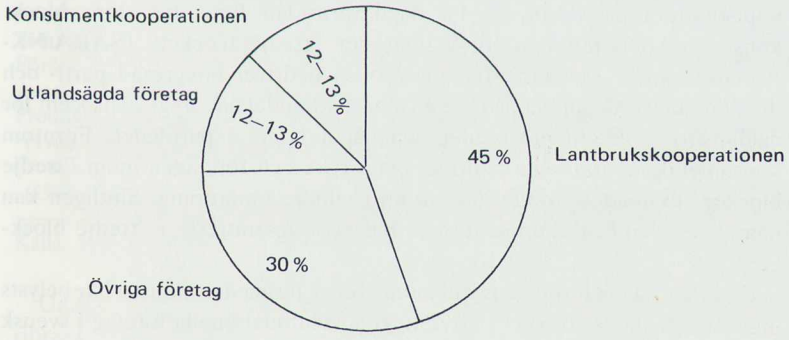
Källa: SOS Industri.

framgått av kapitel 3 svarade livsmedelsindustrin som helhet för drygt åtta procent av den totala industrisysselsättningen 1978. Motsvarande siffra för förädlingsvärdeandelen var tio procent.

Av tabell 5.1 framgår att slakteri- och charkuteriindustrin, mejeriindustrin samt bageriindustrin tillsammans svarar för närmare 59 % av den totala sysselsättningen inom livsmedelsindustrin. De styrsystemtillämpningar som studerats hänför sig därför främst till dessa delbranscher. En jämförelse mellan förädlingsvärde- och sysselsättningsandelarna för de olika delbranscherna indikerar att de ovan nämnda delbranscherna har en relativt arbetsintensiv produktionsteknik (andelen av det totala förädlingsvärdet är betydligt lägre än andelen av sysselsättningen) varför en fortsatt rationalisering och strukturomvandling kan förutses inom dessa branscher.

5.2.2 *Ägarstruktur och integrationsförhållanden*[1]

Svensk livsmedelsindustri har en koncentrerad ägarstruktur. Fyra olika kategorier av företag kan urskiljas med hänsyn till ägandet; lantbrukskooperationen, konsumentkooperationen, utlandsägda företag samt övriga privata och statliga företag. Figur 5.1 visar de olika ägarkategoriernas andelar av den totala livsmedelsproduktionen enligt en uppskattning i industriverkets utredning om svensk livsmedelsindustri.



Figur 5.1 Produktionens fördelning på olika ägarkategorier inom svensk livsmedelsindustri.

Källa: Livsmedelsindustri, SIND 1978:8.

Lantbrukskooperationen har en mycket stark ställning framförallt inom den skyddade delen av livsmedelsindustrin, t ex mejeriindustrin, slakteri- och charkuteriindustrin samt kvarnindustrin. Konsumentkooperationen och privata företag har en omfattande tillverkning inom nästan samtliga branscher. Utlandsägda företag förekommer främst inom frukt- och grönsakskonservindustrin, olje- och fettindustrin, choklad- och konfektyrindustrin samt övrig livsmedelsindustri. Statliga livsmedelsindustrier förekommer inom malt- och läskedrycksindustrin samt frukt- och grönsakskonservindustrin.

Av stor betydelse för livsmedelsindustrins utveckling är också de starka ägar- och intressemässiga sambanden med såväl råvaru- och halvfabrikatledet som handelsledet. Merparten av den svenska jordbruksproduktionen samlas in, förädlas och säljs genom av lantbrukarna kooperativt ägda

[1] Avsnittet bygger till stor del på publikationen "Vem producerar vår mat?" utgiven av KF-LO's informationskommitté i januari 1980.

företag. Mejeriföreningar tar hand om mjölk, slakteriföreningar om djur, lantmannaföreningar om spannmål o s v. Lantbrukarna, ca 150 000, är alltefter produktionsinriktning som regel anslutna till flera kooperativa föreningar. Tillsammans med föreningarnas riksorganisationer äger de dessutom ca 170 olika företag.

Föreningarna är indelade i 15 olika branscher och för varje bransch finns en riksorganisation. Av dessa verkar fem inom livsmedelsindustrin: Sveriges Slakteriförbund (SS), Svenska Mejeriernas Riksförening (SMR), Svenska Lantmännens Riksförbund (SLR), Sveriges Stärkelseproducenters Förening (SSF) och Svenska Ägghandelsförbundet (SÄ). Dessutom finns flera riksorganisationer för leverantörer av övriga råvaror med anknytning till livsmedelsindustrin.

De 15 riksorganisationerna bildar tillsammans Lantbrukarnas Riksförbund - LRF. Föreningarna, riksorganisationerna och huvudorganisationen LRF utgör tillsammans lantbrukskooperationen. 1977 sysselsatte lantbrukskooperationen totalt ca 64 500 anställda inom 1 200 arbetsställen (med minst 5 anställda) lokaliserade till ca 480 orter. Lantbrukskooperationens samlade omsättning beräknades till 29,7 miljarder kr samma år och den var därmed landets största företagsgrupp.

Livsmedelsindustrins produkter avsätts huvudsakligen via dagligvaruhandeln. Branschens struktur påverkas därför även av strukturutvecklingen i handelsledet. Utmärkande för handeln är den omfattande koncentration som skett i alla dess led – färre och större enheter samt uppdelning i handelsblock. På dagligvarusidan finns tre stora block: konsumentkooperationen, ICA samt det "tredje blocket" (SABA/NK-Åhlens/Dagab). Konsumentkooperationen bedriver integrerad parti- och detaljhandelsverksamhet och har en marknadsandel om drygt 20 procent för dagligvaror i detaljhandelsledet och något högre i partiledet. Förutom konsumentkooperationen bedriver även ICA och företagen inom "tredje blocket" livsmedelsproduktion om än i mindre omfattning. Slutligen kan nämnas att lantbrukskooperationen har visst ägarintresse i "tredje blocket".

De utlandsägda företagens roll inom svensk livsmedelsindustri har belysts ingående av industriverket i utredningen "Multinationella företag i svensk livsmedelsindustri", SIND 1977:10. I denna utredning konstateras bland annat att livsmedelsindustrin är den bransch som, vid sidan av kemisk industri, har den högsta andelen sysselsatta i utlandsägda företag. En jämförelse med andra länder ger vid handen att utländska företag i relativt hög grad sökt sig till livsmedelsindustrin vid direktinvesteringar i svensk tillverkningsindustri. Valet att producera i Sverige och inte i något annat land motiveras främst av förekomsten av handelshinder (tullar, transportkostnader) och närheten till marknaden. Med utgångspunkt från efterfrågestruktur och inkomstfördelning betraktas Sverige i många sammanhang som något av en "testmarknad" för nya produkter. De delbranscher inom livsmedelsindustrin i vilka utlandsägda företag återfinns kännetecknas av höga sysselsättningsandelar för tekniker och försäljningspersonal jämfört med övrig livsmedelsindustri.

I industriverkets utredning görs en i stort sett positiv värdering av de utländska investeringarna i svensk livsmedelsindustri. Anlysen av sådana faktorer som sysselsättnings- och produktivitetsutveckling, lönsamhet,

utrikeshandel, kunskapsöverföringar och kapitalflöden leder utredningen till slutsatsen att "de utländska direkta investeringarnas samhällsekonomiska nettointäkter inom svensk livsmedelsindustri knappast är lägre än de som skulle ha erhållits vid en alternativ användning av de resurser som aktiveras i utlandsägda dotterföretag". Beträffande kunskapsöverföringar konstateras dock att mätsvårigheter föreligger men att ett multinationellt företags förmåga att konkurrera med inhemska företag primärt och på lång sikt bygger på dess förmåga att utveckla och sprida kunskap mellan företagsenheter i skilda länder.

5.3 Livsmedelsindustrins användning av styrsystem

5.3.1 *Slakteri- och charkuteriindustrin*

5.3.1.1 Branschstruktur

Utvecklingen inom slakteri- och charkuteribranschen, som är livsmedelsindustrins största delbransch, belyses i tabell 5.2.

Tabell 5.2 Sysselsättning, saluvärde och förädlingsvärde i löpande priser m m inom slakteri- och charkuteribranschen (SNI 3111) för vissa år

	1970	1975	1977	1978
Antal anställda	18 333	18 434	19 012	19 287
Saluvärde, Mkr	5 748	7 366	9 327	9 897
Förädlingsvärde, Mkr	1 139	2 110	2 406	2 639
Antal arbetsställen	266	221	204	201
Produktionsvolymindex (1968=100)	108	113	114	114
Produktivitetsindex (1968=100)	106	117	120	121

Källa: SOS Industri.

Under 1960-talet ökade produktionsvolymen inom slakteri- och charkuteribranschen med i genomsnitt fyra procent per år, huvudsakligen beroende på förskjutningar i efterfrågestrukturen med en ökad förädlingsgrad inom branschen som följd. Efter en minskning i början på 1970-talet ökade köttkonsumtionen avsevärt från och med 1973 för att åter stagnera efter 1976. Huvudorsaken till denna konsumtionsutveckling var de subventioner och prisstopp på bl a kött och fläsk som infördes 1973. Produktionsvolymen under 1970-talet inom slakteri- och charkuteribranschen uppvisar ett liknande mönster. Sett över hela perioden 1970-78 har produktionsvolymen inom slakteri- och charkuteribranschen ökat i ungefär samma takt som produktionsvolymen inom livsmedelsindustrin som helhet.

Sysselsättningen inom slakt- och charkbranschen följer i stort sett produktionsvolymens utveckling. Av det totala antalet anställda 1978, knappt 19 300 personer, arbetade huvuddelen inom slakteriverksamhet. Produktiviteten, mätt som förändring av produktionsvolymen per arbetad timme för arbetarpersonal, har ökat i långsammare takt för slakteri- och charkuteriindustrin jämfört med livsmedelsindustrin som helhet under såväl

1960- som 1970-talet.

Slakteri- och charkuteribranschen omfattar ett stort antal företag med mindre än fem anställda som alltså inte inkluderas i industristatistiken. Speciellt gäller detta charkuteridelen. Jordbruksnämnden uppskattar att det år 1976 fanns inte mindre än ca 200 charkuterianläggningar med mindre än fem anställda men dessa svarade å andra sidan för bara några procent av den totala sysselsättningen. Även inom denna kategori har nedläggningstakten varit snabb under 1970-talet.

Flera av tillverkningsleden inom slakt- och charkbranschen domineras av lantbrukskooperationen och konsumentkooperationen. I slaktledet är de lantbrukskooperativa företagens marknadsandel ca 80 % medan konsumentkooperationen och privata företag delar på resten av marknaden. Styckningsledet domineras av privata företag som där har närmare hälften av marknaden medan lantbrukskooperationen har knappt 40 %. Fördelningen inom charkuteritillverkningen är något jämnare med ca 40 % var för lantbrukskooperativa respektive privata företag samt ca 20 % för konsumentkooperationen.

Strukturomvandlingen inom slakteri- och charkuteriindustrin har varit snabb under senare år. Detta gäller såväl den producent- som den konsumentkooperativa sektorn och denna utveckling förväntas fortsätta även i framtiden. De producentkooperativa slakteriföreningarna är verksamma inom köttvaruhanteringens samtliga led. De har för närvarande 28 slakterier och 25 charkuterianläggningar vilket innebär en halvering av antalet jämfört med 1960. Även antalet slakteriföreningar har minskat, från 25 stycken år 1950 till tio 1980. Tidigare strävade man efter att skapa endast fyra regionala föreningar men denna målsättning har numera övergivits. Två av dessa regionföreningar har dock bildats, Farmek och Scan Väst. Under 1980 övertog Slakteriförbundet också det tidigare privata AB Samfod med ca 800 anställda. Inom Farmek finns omfattande planer på koncentration av produktionen och nedläggning av äldre anläggningar bland annat som en konsekvens av satsningen på en ny stor charkuterianläggning i Linköping. Denna beräknas stå färdig under senare delen av 1981.

Konsumentkooperationen har för närvarande drygt 20 köttvaruanläggningar varav fyra slakterier och 16 charkuterifabriker. Sedan 1960 har antalet minskat med nära två tredjedelar. Under 1980-talet planeras ytterligare strukturomvandlingar inom KF's kött- och charkuteriverksamhet i samband med övergång till mer processorienterad teknik. KF's styrelse har godkänt en målplan som innebär nedläggning av sex charkfabriker (i Kiruna, Kalix, Söderhamn, Örebro, Eskilstuna och Motala) med tillsammans 300 anställda.

I utredningen "Livsmedelsindustri" från statens industriverk (SIND 1978:8) redovisas prognoser över livsmedelsindustrins utveckling fram till 1985. Produktionsvolymen inom slakteri- och charkuteribranschen beräknas öka med ca en halv procent per år och produktiviteten något snabbare än tidigare eller med en och en halv procent per år under prognosperioden. Dessa antaganden resulterar i en årlig sysselsättningsminskning om en procent eller knappt 200 personer. 1985 skulle således slakteri- och charkuteriindustrin ha sammanlagt 17 600 anställda mot drygt 19 000 1978. Prognoserna omfattar inte arbetsställen med mindre än fem anställda.

5.3.1.2 Exempel på styrsystemtillämpningar

Tillverkningsteknik och produktionsstruktur.

Slakteri- respektive charkuteribranschen skiljer sig åt när det gäller förutsättningarna för mekanisering och automatisering. Slakt- och styckningsarbetet är fortfarande till stor del manuellt. Det finns för närvarande inte teknik med vilken man med bibehållen lönsamhet kan automatisera detta arbete. Orsaken kan sökas i produktutformningen, den ringa standardiseringen hos råvaran, kraven på högt råvaruutnyttjande samt de alltför små produktionsvolymerna. Rationaliseringen har därför hittills varit inriktad mot att automatisera kringfunktioner, t ex fram- och borttransport, öka råvaruutnyttjandet och att utforma arbetsorganisationen och de enskilda arbetsmomenten på ett optimalt sätt från kapacitets- och utbytessynpunkt. Man har här prövat metoder som inneburit såväl ytterligare specialisering och arbetsdelning som arbetsorganisationer med minskad arbetsdelning inom ramen för exempelvis mindre arbetslag.

Charkuteritillverkning kan lättare automatiseras förutsatt att varje produkt tillverkas i tillräckligt stora serier. Då kan produktionen flödesorienteras genom att endast en produkt tillverkas på varje linje.

För att utnyttja stordriftsfördelar, öka råvaru- och anläggningsutnyttjandet och möjliggöra ökad automatisering av tillverkningen söker företagen inom slakt- och charkbranschen koncentrera och specialisera produktionen[1]. Särskilt gäller detta charkuteritillverkningen. Omstruktureringen av produktionen sker genom att man dels skär ned utbudet av olika produkter, dels koncentrerar tillverkningen av vissa produkter till speciella anläggningar. Redan nu sker t ex 25 % av producentkooperationens tillverkning i centraliserade produktionslinjer. Exempel på det är Kävlinge-fabrikens produktion av bakad leverpastej och hantering av blod som sker centralt för stora delar av landet. Tillverkningen av bacon i Ängelholm och kåldolmstillverkningen på Kristianstad-Blekinge Slakteriförening (KBS) är ytterligare exempel. För närvarande projekteras en ny anläggning för främst djupfrysta köttfärsprodukter i Skara. Anläggningen skall stå klar 1982 med en produktionskapacitet på 15 000 ton per år.

Från företagshåll framhålls att omstruktureringen sker mot bakgrund av att en betydande överkapacitet föreligger i branschen.

Tillämpningar inom slakt- och styckningsanläggningar

Genom ökad specialisering och förändringar av arbets- och produktionsorganisationen har produktionen i slakteribranschen blivit mer flödesorienterad. Detta har ökat kraven på administrativa och operativa system för produktionsstyrning. En del sådana system utnyttjar datorstöd. Ett exempel är ett system som Farmek[2] för närvarande installerar i sin styckningsanläggning i Örebro. Systemet skall övervaka produktflödet och produktionen. I systemet ingår en mycket omfattande dataregistrering (manuell och automatisk) vid ett stort antal registreringspunkter i produktionen, från hämtning av livdjur till distribution av färdiga produkter. Systemet är inte helt installerat men är tänkt att användas för följande områden:

[1] För närvarande omfattar sortimentet 500-600 olika produkter.

[2] Slakteriförening inom Sveriges Slakteriförbund, se föregående avsnitt om branschstrukturen.

- transportplanering till och från anläggningen
- slaktplanering
- försäljningsplanering
- underlag för likvid till transportörer
- underlag för betalning för inlevererade djur
- lagerkontroll
- svinnkontroll
- prestationslöneunderlag
- utbyteskontroll genom beräkning av invägda och utvägda volymer samt utvunna biprodukter
- produktionsunderlag för t ex paketering och prismärkning med utgångspunkt från inkomna order
- plockorder
- datainsamling för fakturering och övrig ekonomisk redovisning.

Tillämpningar inom charkuterianläggningar

I charkuteribranschen ingår viss processorienterad produktion. Exempel härpå är blandning av olika ingredienser, behandling med värme, rök etc. Dessa processer är relativt enkla och kräver inte någon avancerad styrning. För en del av dem utnyttjas dock PC[1]-system.

När det gäller dosering finns redan nu datorbaserade system för optimering av blandningar med hänsyn till dagspriserna på köttråvaran. I dessa system utgår man från att köttråvaran överensstämmer med en given specifikation. Det finns analysmetoder både för fetthalt, vattenhalt, hematinhalt och vattenbindningsförmåga. Vad gäller hematinhalt och vattenbindningsförmåga är man hänvisad till relativt avancerade laboratorieanalyser. För vattenhalt och fetthalt finns det dock metoder för snabbanalyser som tar ca fem minuter.

Utvecklingstendenser

Som nämndes i avsnittet om slakt- och charkbranschens struktur finns inom branschens företag omfattande planer på strukturella förändringar och investeringar i ny produktionsteknik. Planerna är mycket omfattande i jämförelse med t ex motsvarande planer för mejeriindustrin (se nästa avsnitt). Investeringsplanerna har medfört att också leverantörer av produktionsutrustning börjat visa intresse. Exempel på en sådan svensk leverantör är Alfa-Laval. Tidigare har svenska leverantörer visat litet intresse för den produktionstekniska utvecklingen inom slakt- och charkbranschen.

En övergång till mer automatiserad produktion och kapitalintensivare anläggningar kommer sannolikt att medföra krav på utökat skiftarbete för de anställda. I slakt- och charkindustrin har man i stor utsträckning förskjuten arbetstid och i viss tillverkning har man också direkt skiftgång. Som exempel kan nämnas tillverkning av djupfrysta produkter. De produktionstekniker som DEK varit i kontakt med bedömer att personalens motstånd mot skiftarbete troligen inte är särskilt stort. Däremot anser man att omvandlingen av produktionstekniken hålls tillbaka i väntan på ett generationsskifte i arbetarleden eftersom den nya produktionstekniken också medför att

[1] PC = Programmable Controller. Med PC-system avses elektronikbaserade styrsystem för avgränsade tillämpningar utformade för att behandla logiska samband. De flesta PC-system kan anslutas till datorer för överordnade tillämpningar.

arbetsinnehållet förändras.

Ett motargument mot automatiseringen är bl a att man behöver ett slags "fingertoppskänsla" för att på rätt sätt bereda produkterna. På Köttforskningsinstitutet[1] bedömer man att detta är starkt överdrivet. Analyser av t ex de ofta otaliga varianterna av recept för produktion av en given vara ger vid handen att de inbördes variationerna mellan dessa recept ofta är försumbara.

Tre större projekt är för närvarande aktuella inom producentkooperationen där datorer spelar en viss roll för produktions- och processtyrningen. Det gäller Scan Västs korvfabrik (finkalibrig korv) i Göteborg som kommer att medföra nedläggning av anläggningen i Borås, den tidigare nämnda anläggningen för djupfrysta produkter i Skara samt en korvfabrik (grovkalibrig korv) i Linköping. Köttforskningsinstitutet är engagerat i Skara och Göteborg.

I anläggningen i Skara kommer såväl torra varor som mald köttråvara att transporteras inom anläggningen i rörsystem. Blandningarna sker i ett datorstött system där operatören anger de mängder som ska ingå i blandningen och där datorstyrda pumpar och vågar ombesörjer resten. Tänkbara kommande steg i den utvecklingen är först att låta recepten ingå i datorsystemet och därefter att i datorsystemet lägga upp en hel dagsproduktion och sedan låta datorsystemet styra tillverkningen. Recepten är dock så komplexa och innehåller i vissa fall ingredienser i så små mängder att det är tveksamt om hela blandningsproceduren automatiseras. Några ingredienser kommer sannolikt även i fortsättningen att doseras manuellt. Den totala projektkostnaden för Skaraanläggningen är 80 miljoner kronor.

5.3.2 *Mejeriindustrin*

5.3.2.1 Branschstruktur

Tabell 5.3 ger några nyckeltal för mejeriindustrin.

Mejeriindustrin svarade 1978 för 13–14 % av den totala livsmedelsindustrins förädlingsvärde och sysselsättning. Ca 80 % av förädlingsvärdet inom branschen hänförde sig samma år till mjölkförädlingsindustri och resterande 20 % till glassindustri.

Tabell 5.3 Sysselsättning, saluvärde och förädlingsvärde i löpande priser m m inom mejeriindustrin (SNI 3112) för vissa år

	1970	1975	1977	1978
Antal anställda	8 451	9 527	9 592	9 923
Saluvärde, Mkr	2 925	4 632	5 054	5 805
Förädlingsvärde, Mkr	573	1 197	1 213	1 365
Antal arbetsställen	203	143	133	129
Produktionsvolymindex (1968=100)	99	116	119	125
Produktivitetsindex (1968=100)	108	119	120	128

Källa: SOS Industri.

[1] Köttforskningsinstitutet är ett dotterbolag till Slakteriförbundet och arbetar med produktkontroll, produktforskning och utveckling av produktionsteknik.

Konsumtionen av samtliga mejeriprodukter utom smör har ökat under 1960- och 1970-talen. Den största ökningen inträffade efter livsmedelsubventionernas införande 1973. Mejeriindustrins produktionsvolym ökade sålunda med 1,8 % årligen mellan 1960 och 1970 och med närmare 3 % mellan 1970 och 1978.

Sysselsättningen inom mejeriindustrin minskade under 1960-talet och uppgick 1970 till knappt 8 500 personer. Sedan dess har antalet anställda åter ökat och uppgick 1978 till drygt 9 900 personer. Bedömningen av produktivitetsutvecklingen inom branschen försvåras av att produktionsvolym- och sysselsättningsuppgifterna för olika perioder inte är helt jämförbara. Mejeriindustrin synes dock ha haft en snabbare produktivitetsökning under 1960-talet jämfört med annan livsmedelsindustri medan situationen under 1970-talet varit den omvända. Mellan 1970 och 1978 ökade produktiviteten med drygt två procent årligen inom mejeriindustrin mot drygt tre procent för livsmedelsindustrin som helhet.

Mjölkförädlingsindustrin är så gott som uteslutande ägd av producentkooperationen. Av landets 27 mejeriföretag är 25 anslutna till det producentkooperativa Svenska Mejeriernas Riksförening (SMR). Dessa 25 mejeriföreningar driver 106 av landets 108 mejerier. Största föreningen är Mjölkcentralen Arla med ca 60 % av all verksamhet inom branschen.

Mejeriindustrin har genomgått en mycket snabb strukturomvandling under de senaste årtiondena. Mellan 1960 och 1978 minskade exempelvis antalet mejerier från 426 till 108 stycken. Samtidigt har den genomsnittliga arbetsställestorleken, mätt i antalet anställda, ökat väsentligt. Under samma period ökade nämligen det genomsnittliga antalet anställda per arbetsställe från ca 26 till ca 77 stycken. Takten i strukturomvandlingen har dock mattats under 1970-talet vilket också avspeglas i den måttligare produktivitetsutvecklingen under denna period.

I industriverkets prognoser för mejeriindustrin beräknas produktionsvolymen fortsätta att öka i ungefär samma takt som hittills under 1970-talet eller med ca två procent per år. Produktivitetsutvecklingen antas sakta av ytterligare och tillsammans innebär dessa antaganden att antalet sysselsatta inom mejeriindustrin skulle bli ungefär oförändrat fram till 1985.

5.3.2.2 Exempel på styrsystemtillämpningar

Produktionsteknik

I det traditionella mejeriet är delar av produktionen högt mekaniserade och andra delar helt manuella. Trots den höga mekaniseringsgraden i mjölkbehandlingen är det apparatskötaren som styr mjölkflödet från tankar via pastörer, separatorer, homogenisatorer och produkttankar till förpackning och smör- och osttillverkning. Arbetet rymmer många manuella moment och för att en hög och jämn produktkvalitet skall uppnås krävs stort yrkeskunnande. Produktionsstyrningens flexibilitet gör att produktionen kan planeras på olika sätt och lätt anpassas till exempelvis variationer olika veckodagar. Arbetsmiljön är dock i en del avseenden dålig med tunga lyft, kyla i lagerlokalerna, trängsel och krångliga transporter.

I moderna mejerier har en långt driven mekanisering och arbetsdelning

genomförts och arbetet mera fått karaktär av övervakning. Datorstödda system används för att övervaka och styra olika processled. Enligt vissa bedömare kan man vänta att produktionen i större utsträckning flödesorienteras, d v s att parallella behandlingslinjer byggs upp där varje linje endast används för en typ av produkt.

Mejeriindustrin är den delbransch inom livsmedelsindustrin där de hittills mest omfattande tillämpningarna av datorstöd i produktionen utnyttjats. Att så blivit fallet torde inte endast bero på att branschen drivit fram sådana krav utan också i stor utsträckning på aktivt utvecklingsarbete och aktiv marknadsföring av en – även internationellt sett – ledande leverantör av mejerianläggningar, nämligen det svenska företaget Alfa-Laval.

De modernaste styrsystemtillämpningarna finns i mejerianläggningarna i Östersund, Umeå, Linköping och Kristianstad. Systemen som tagits i bruk vid mejeriet i Linköping tillhör de mest avancerade och omfattande och beskrivs översiktligt i följande avsnitt.

Styrsystemtillämpningar vid ARLA's mejeri i Linköping

Mejeriet i Linköping byggdes 1977–78 till en kostnad av ca 100 miljoner kronor och dimensionerades för en produktion av 75 miljoner kg per år. För närvarande är produktionen något lägre men anläggningen är planerad för en utbyggnad till 100 miljoner kg per år. Utökningen beräknas ske inom en femårsperiod. Mjölkbehandlingen och förpackningen sker måndag till fredag ca tio timmar per dag och lördag ca sex timmar.

Det styrsystem som används ingår i Alfa-Lavals serie av styrsystem som utvecklats för automatisering och uppföljning av processlinjer i livsmedelsindustrin.[1]

All styrning vid normal produktion och den styrning som krävs för rengöring av tankar, rör och processutrustning utgår från ett centralt kontrollrum bemannat av en operatör. Av totalt mer än 40 anställda i produktionsanläggningen är operatören den enda som är direkt engagerad i mjölkbehandlingen. Styrsystemet utnyttjar ett minidatorsystem som dubblerats. Om den ena datorn havererar tar den andra över.

Anläggningens status i stort visas på en färgbildskärm. Fem bilder används som visar olika delar av processen. Bilderna presenterar en stor mängd information t ex rörande nivån i olika tankar, om de är rengjorda, mottagande processlinje eller behandlingsenhet som tanken fylls från etc. Vidare finns information som anger aktuell bearbetningsstatus för olika behandlingsenheter t ex påfyllnad, cirkulation, produktion eller rengöring. Därutöver finns en skärm för presentation av olika sifferuppgifter, som delats upp på sju olika bilder. På dessa redovisas mjölkens ålder, kvantitet och temperaturer samt hastighet och tryck i olika behandlingsenheter.

Styrningen i mejeriet är i stor utsträckning en fråga om ren sekvensstyrning som automatiserats och där de olika sekvenserna initieras stegvis. Instruktionen för att initiera nästa steg ges av utrustningen när den har känt av att villkoren för att fortsätta processen har uppfyllts.

Operatören kommunicerar med systemet via ett tangentbord. Tryckknapparna används för att ge instruktioner till datorn eller för andra funktioner t ex att ändra förbestämda tider i processprogrammen eller att beställa en

[1] System ur samma serie används i andra anläggningar för produktion av ost, smör, juice, öl m m.

rapportutskrift. När operatören ger en instruktion kodar datorsystemet om meddelandet, hämtar rätt program för den begärda funktionen och jämför med anläggningens status. Om alla villkor är uppfyllda aktiverar datorsystemet ventiler, pumpar etc i den ordning som specificerats i programmet. Mikrobrytare på ventilerna och kontakterna på pumparna bekräftar att varje individuell delfunktion utförs. Om t ex en ventil inte skulle öppnas när en instruktion om detta gått ut, blir sekvensen blockerad och en felrapport skrivs ut på skrivmaskinen.

Operatörens arbete i samband med de funktioner som utförs innan mjölken behandlas i behandlingsenheterna består bl a i att bestämma vilken lagringstank som skall fyllas från invägningstankarna, mängden mjölk som skall tempereras och vilken tank som skall tömmas eller fyllas. Operatören får också rapporter med uppgifter om invägd råmjölk. I systemet registreras tidpunkten för mjölkens ankomst till mejeriet vilket medger kontroll av att den äldsta mjölken alltid behandlas först. Enheterna kan stoppas av operatören som också initierar rengöring. En skrivmaskin används också för meddelanden från datorn till operatören och för utskrifter av fel i anläggningen.

Efter varje dags produktion skrivs följande rapporter ut:

- Invägningsrapporter och leveransrapporter.
- Den bearbetade kvantiteten för varje typ av produkt.
- Den förpackade kvantiteten per packeteringsmaskin och typ av produkt.
- Lagerrapport per typ av produkt.

De dagliga rapporterna sammanställs senare till veckorapporter. För att underlätta kalkyleringen av spillet etc kan en produktionsrapport skrivas ut dagligen eller en gång per vecka för de olika avdelningarna.

I systemet ingår 18 processterminaler samt ett par enheter som övervakar nivåer och temperaturer. Vidare finns också en terminal i papperslagret och en i anslutning till en operatör som sköter truckhanteringen från packningsmaskinerna till lagret.

Styrsystemet ombesörjer ett visst informationsutbyte mellan behandlingsavdelningen och förpackningsavdelningen. Personalen i förpackningsavdelningen är t ex informerad om vilka kvantiteter som skall förpackas, hur mycket som återstår att förpacka etc.

Efter förpackningsmaskinerna placeras produkterna på olika lastbärare (tråg, palletter och rullpallar). Lastbärarna kommer på transportband från tomgodsmottagningen. För denna styrning används konventionell reläteknik och kommunikationen mellan personalen och utrustningen ombesörjs via tryckknappstablåer och lampindikationer.

Trågfyllare och stapelmaskiner styrs också elektroniskt. En anledning till detta är att stapelmaskinerna ska kunna kommunicera med förpackningsmaskinerna och de förarlösa truckar som sköter transporterna mellan förpackningshallen och kyllagret och från lagret till distributionsstationerna.

Ett särskilt datorsystem används för att beordra de förarlösa truckarna[1] att hämta förpackade produkter i förpackningshallen och transportera dem till kyllagret eller för att hämta en given kvantitet till distribution. Även detta datorsystem är dubblerat med en dator i reserv. Systemet kommunicerar

[1] Datorstyrda transportsystem, bl a av denna typ, beskrivs mera ingående i DEK's rapport Datateknik i verkstadsindustrin, SOU 1981:10.

med truckarna och med ordersystemet och håller reda på de kvantiteter som förs in och ur kyllagret. För vägval och adressering har reflektorer placerats på strategiska ställen i anläggningen. Dessa registreras av fotoceller och informationen bearbetas i datorprogrammet vilket ger nya instruktioner till elektroniken i trucken o s v. På detta sätt adresseras truckarna till och från olika ställen. Varje truck har mycket avancerad elektronik som styr de vertikala och horisontella rörelserna hos gafflarna och beräknar hastighet och vägval.

Systemet kan köras i tre automatiseringsnivåer. Den högsta är helt automatisk körning. Datorsystemet ger då alla instruktioner till truckarna, uppdaterar lagerboken och kommunicerar med ordersystemet. I nästa nivå ger inte minidatorsystemet instruktioner utan systemet styrs helt från terminalerna i förpackningshallen och kyllagret. Personalen måste då uppdatera lagerboken, och hålla reda på placeringen av olika produkter och var ledigt utrymme finns tillgängligt. I den lägsta nivån är varje truck bemannad och styrs helt manuellt.

Ytterligare ett minidatorsystem finns installerat i mejeriet för styrning och uppföljning av servicefunktioner som t ex kylning, vatten, ånga, luft samt klimatreglering. Systemet är huvudsakligen övervakande. Det följer upp och styr parametrar som temperatur, tryck och flöden av kylvatten, skriver ut felrapporter i den ordning felen uppstår och registrerar temperaturen och andra data om produktionen. Datorn och skrivare har placerats i det centrala kontrollrummet så att operatören och produktionsledningen kan hålla en kontinuerlig kontroll över servicefunktionerna. När anläggningen är obemannad kan systemet förmedla alla typer av larm via telenätet till den operatör eller serviceingenjör som har jour.

Konsekvenserna för arbetsmiljön i det nya mejeriet i Linköping har bl a belysts inom ramen för ett forskningsprojekt angående de anställdas inflytande över arbetsmiljöns förändringar, bedrivet inom arkitektursektionens arbetsmiljögrupp vid KTH i Stockholm. Några av de anställdas erfarenheter av det nya Linköpingsmejeriet har också redovisats i fackförbundspressen.

Konsekvenser som framhålls är att utnyttjandet av elektronik i hög grad har påverkat arbetsorganisationen samt arbetsinnehåll och arbetsmiljö. Från lokalt fackligt håll har framförts att den gamla arbetsgemenskapen och samhörigheten till stora delar försvunnit. De tunga och smutsiga arbetsuppgifter liksom arbetet i kyla som fanns i det gamla mejeriet har till övervägande del försvunnit men i gengäld har arbetet blivit mera monotont och möjligheterna att påverka det egna arbetet mindre. Särskilt den äldre arbetskraften har haft svårt att anpassa sig till alla de förändringar datortekniken inneburit. Inkörningsproblemen var mycket större än någon räknat med, särskilt beträffande de förarlösa truckarna med säkerhetsproblem som följd.

Kraven på yrkeskunnande har också minskat vilket även det gjort arbetet mindre intressant. Tidigare behövdes den enskildes yrkeskunskaper för att kontrollera kvaliteten på produkterna men det görs numera automatiskt.

5.3.3 *Frukt- och grönsakskonservindustrin*

5.3.3.1 Branschstruktur

Tabell 5.4 belyser utvecklingen inom frukt- och grönsakskonservindustrin under 1970-talet. Denna delbransch svarade 1978 för knappt tio procent av totala sysselsättningen och förädlingsvärdet inom livsmedelsindustrin.

Tabell 5.4 Sysselsättning, saluvärde och förädlingsvärde i löpande priser m m inom frukt- och grönsakskonservindustrin (SNI 3113) för vissa år

	1970	1975	1977	1978
Antal anställda	6 867	6 693	6 992	6 893
Saluvärde, Mkr	957	1 556	2 075	2 155
Förädlingsvärde, Mkr	394	661	939	1 007
Antal arbetsställen	50	50	46	45
Produktionsvolymindex (1968=100)	126	125	132	124
Produktivitetsindex (1968=100)	121	143	144	153

Källa: SOS Industri.

Under 1960-talet steg konsumtionen av frukt- och grönsakskonserver i snabb takt och som en följd ökade produktionsvolymen inom frukt- och grönsakskonservindustrin med ca tio procent per år. Anledningen till denna expansion var introduktionen av nya djupfrysta och torkade produkter. Såväl sysselsättning som produktivitet ökade kraftigt under denna period. Under 1970-talet inträdde en avmattning som orsakades bl a av att marknaden för de nya produkterna mättats samt att andra typer av livsmedel subventionerades. Sysselsättningsnivån i branschen har dock bibehållits. Förändringarna i arbetsställestrukturen beträffande arbetsställen med mer än fem anställda har varit relativt måttliga under såväl 1960- som 1970-talet.

Jämfört med livsmedelsindustrin totalt har frukt- och grönsakskonservindustrin höga kostnadsandelar för löner och emballage men i gengäld betydligt lägre råvarukostnader relativt sett.

Frukt- och grönsakskonservindustrin domineras av två stora företag, AB Findus som tillhör Nestlé-koncernen och AB Felix som tidigare ägdes av Cavenham-koncernen men som numera ingår i Volvo-Beijer AB. Frukt- och grönsakskonservindustrin är regionalt koncentrerad. Malmöhus och Kristianstads län svarade år 1976 för drygt 75 % av branschens sysselsättning.

Industriverket bedömer att frukt- och grönsakskonservindustrins produktionsvolym kommer att öka med ca 3,5 % per år fram till 1985. Eftersom produktivitetsutvecklingen bedöms bli något lägre förutses en viss ökning av sysselsättningen under prognosperioden.

5.3.3.2 Exempel på styrsystemtillämpningar

Inledning

Den svenska marknaden för djupfrysta och konserverade produkter är rätt begränsad. Enligt bedömningar från branschhåll medför konkurrenssituationen att man måste hålla ett brett sortiment. Därmed begränsas möjligheterna till rationalisering och automatisering. En annan begränsande faktor är säsongvariationerna i råvarutillförseln vilka medför att man måste ha flexibilitet i tillverkningen. Till övervägande del tilllämpas också satsvis tillverkning. De två större företag inom djupfrysnings- och konservindustrin som kontaktats framhåller också att användningen av datoriserade styrsystem än så länge är begränsat.

Tillämpningarnas inriktning

Inom ett av de större företagen har man när det gäller processtyrning ännu så länge främst ersatt traditionella reläbaserade styrsystem med mikrodatorbaserade t ex i fyllningsutrustningar och kompressorer. Dessa tillämpningar rör delsystem i enskilda produktionsled. Några mer övergripande produktionsstyrsystem finns ännu inte. Motiven för att använda de mikrodatorbaserade styrsystemen har främst varit personal- och energibesparing. Att personalbesparingar varit ett framträdande motiv beror på att dessa effekter är lättast att kvantifiera. Återbetalningstiderna har legat på två till tre år. I de fall tillämpningarna har inneburit effekter för personalen i den direkta produktionen är det främst arbetsinnehållet som påverkats genom att inslagen av övervakning ökat. Det finns få tunga eller farliga arbeten att avskaffa i själva tillverkningen.

Tillämpningarna för processtyrning är således inte så avancerade. Företagets administrativa system, som är rätt omfattande, innehåller dock flera planerings- och uppföljningsfunktioner riktade mot produktionen. Utifrån försäljningsprognoser, budgetar och uppgifter om lagerställning görs förkalkyler, materialbehovs- och inköpsplanering samt produktionsplanering på olika sikt (från två år ner till två veckor). De s k blockbehovsplanerna är en sorts körplaner som bland annat anger hur många timmar man behöver köra de olika produktionslinjerna. Även rutiner för efterkalkylering ingår. Vissa av systemets rutiner, bland annat rapporteringen, är dock manuella. För de anställda i den direkta produktionen har systemet inte inneburit några större förändringar.

Syftet med systemet är att optimera resurserna (främst gäller detta kapacitetsutnyttjandet) och förbättra uppföljningen. Beträffande produktionsplaneringen har företaget varit något av ett "pilotföretag" inom den företagsgrupp man tillhör. Närmast kommer man att investera i ett automatiskt lager där maskin- och programvarukostnaderna för styrsystemet uppgår till ungefär en tredjedel av de totala kostnaderna. Syftet är att öka kapaciteten och förbättra lagerkontrollen. Kraven på hållbarhetsmärkning gör att man får alltfler "satser" att hantera vilket är svårgenomförbart utan datorstöd. I vad mån lagersystemet skall kopplas ihop med övriga system har ännu inte beslutats.

I det andra företag som kontaktats har mikroelektronik utnyttjats

exempelvis vid sterilisering (styrning av temperatur, tid, tryck), en process som är gemensam för många produkter, samt för värmebehandling av torkade produkter. De viktigaste motiven för dessa tillämpningar har varit de ökade möjligheterna till informationsinsamling och -bearbetning (registrering av processvariabler) för att följa upp processerna. Sysselsättningseffekterna har varit små även om en del manuellt registreringsarbete försvunnit. Dessutom kräver steriliseringen fortfarande manuell övervakning.

Företaget har också infört vissa tillämpningar inom materialhanteringsområdet i främst personalbesparande syfte. Ett sådant exempel är styrning av ordningsföljden vid infrysningen.

Framtida utveckling

En stor del av produktionen inom konservindustrin består av transporter och materialhantering. Styrning av produkt- och materialflöden beräknas därför ha en stor potential men förutsätter en övergång till mer flödesorienterad produktion och utveckling av givare för att mäta flöden. En begränsning när det gäller möjligheterna att övergå till flödesorienterad produktion är att råvarorna för vissa processer inte är pumpbara. Utvecklingen av processregleringen bestäms huvudsakligen av tillgången till mätgivare. Styrning av exempelvis kyl- och värmesystem i processerna utgör därför en stor potential för tillämpningar eftersom det redan nu finns givare kommersiellt tillgängliga för dessa. Klimatreglering utgör ett annat sådant område. Motiven för det sistnämnda är främst energibesparing.

Kraven på process- och produktionsstyrning påverkas också av lagstiftningen inom livsmedelsområdet och av användningen av datorstöd inom andra produktionsled, främst distributionen. Datummärkningen medför exempelvis krav på bättre lagerhantering och -kontroll. Utvecklingen av distributionsstrukturen bedöms vara viktigare från konkurrenssynpunkt under de närmaste tio åren än de lönsamhetsförbättringar som kan uppnås i den direkta produktionen genom ett ökat styrsystemutnyttjande. De flesta företag inom branschen har tillräckliga tillverkningsvolymer för att kunna tillämpa den kommersiellt tillgängliga styr- och reglertekniken i dag.

Inga större förändringar av företagsstrukturen inom branschen kan förväntas inom de närmaste åren. Hittills har inte möjligheterna till förbättrad styrning spelat någon större roll för företagsstrukturen utan stordriftens och de långa seriernas ekonomi har utgjort tillräckliga motiv. Troligen kommer de största framtida struktureffekterna att orsakas av förändringar inom distributionsledet där ett ökat utnyttjande av datorstöd kan förväntas bli ett väsentligt inslag.

Inom ett av företagen intar man en försiktig och avvaktande attityd till ett alltför snabbt ökat utnyttjande av datorstöd. Det tar tid att bygga upp den egna kompetensen och en datorisering som tvingas på företagen av utrustningsleverantörer och av distributionsledet kan få ogynnsamma konsekvenser. Som man bedömer utvecklingen innebär datoriseringen t ex när det gäller arbetsmiljön främst att arbetsuppgifterna blir mer monotona och det i sin tur kan medföra att man får svårigheter att rekrytera personal. Ett avgörande steg i utvecklingen blir övergången till drift från kontrollrum men

den ligger ännu några år fram i tiden. Effekterna för underhållet och den minskade flexibiliteten är ett annat problem som gör att man tvekar inför en alltför snabbt takt i automatiseringen.

Processerna inom djupfrysnings- och konservindustrin är relativt enkla och man ser därför inte några större risker för att processkunnandet skall komma att urholkas genom en ökad användning av styrsystem. Däremot hyser man som nämnts farhågor att utvecklingen kommer att domineras alltför mycket av utrustningsleverantörerna. Det finns ingen branschorganisation eller motsvarande som sysslar med process- och produktionsstyrning och leverantörernas roll som kunskapsförmedlare är därför central. Färdiga system kan för närvarande köpas främst för förpackningssidan.

5.3.4 *Bageriindustrin*

5.3.4.1 Branschstruktur

Bageriindustrin är i jämförelse med övrig livsmedelsindustri sysselsättningsintensiv och småföretagsdominerad. 1978 uppgick dess andel av den totala sysselsättningen inom livsmedelsindustrin till knappt 18 %. Tabell 5.5 belyser utvecklingen inom bageribranschen under 1970-talet för arbetsställen med fem eller flera anställda.

Tabell 5.5 Sysselsättning, saluvärde och förädlingsvärde i löpande priser m m inom bageriindustrin (SNI 3117) för vissa år

	1970	1975	1977	1978
Antal anställda	15 838	13 470	12 697	12 611
Saluvärde, Mkr	1 481	2 067	2 411	2 612
Förädlingsvärde, Mkr	773	1 114	1 339	1 459
Antal arbetsställen	637	457	378	356
Produktionsvolymindex (1968=100)	105	105	93	93
Produktivitetsindex (1968=100)	111	129	133	137

Källa: SOS Industri.

Konsumtionen av industriellt bakat bröd ökade mycket långsamt under 1960-talet och övergick under 1970-talet i en minskning av storleksordningen en procent per år. Den minskande produktionsvolymen tillsammans med snabba kostnadsökningar har medfört att branschen genomgått en omfattande strukturomvandling under den senaste 20-årsperioden. Industriverket bedömer i sin utredning "Bageriindustri" (SIND 1976:8) att antalet arbetsställen totalt sett minskade från 4 700 stycken 1960 till omkring 1 600 stycken 1974. Övervägande antalet nedlagda bagerier under denna period (ca 2 600 av totalt ca 3 100) avsåg arbetsställen med mindre än fem sysselsatta. Trots den snabba strukturomvandlingen uppgick genomsnittliga antalet anställda vid arbetsställen inom bageribranschen till knappt 35 att jämföra med ungefär 68 personer i genomsnitt för hela livsmedelsindustrin 1978 (exklusive arbetsställen med mindre än fem anställda).

Till följd av nedläggningarna har också sysselsättningen inom bageribran-

schen minskat kraftigt. För perioden 1960–74 beräknas den totala sysselsättningen ha minskat från 23 000 till ca 15 900 anställda.

Räknat i antalet nedlagda arbetsställen var takten i strukturomvandlingen snabbast under slutet av 1960-talet. Sysselsättningseffekterna var däremot inte så dramatiska. Under början av 1970-talet förändrades bilden såtillvida att färre men relativt sett större företag lades ned. Samtidigt stagnerade den sysselsättningsökning som dittills skett inom de största företagen och övergick efter 1974 i en minskning. Sysselsättningen minskade därför mer markant under 1970-talet. Trots den snabba strukturomvandlingen har produktivitetsutvecklingen inom bageriindustrin varit långsammare än inom livsmedelsindustrin som helhet.

Strukturomvandlingen inom bageriindustrin har även inneburit att produktionen koncentrerats till ett färre antal ägargrupper under 1960- och 1970-talen. Genom AB Aritmos' och Kungsörnens köp av Skogaholmskoncernen 1974 inträdde lantbrukskooperationen som en av de största ägargrupperna inom branschen. Privata företag svarar dock fortfarande för närmare 60 % av den totala brödförsäljningen.

Konsumtionen av bröd beräknas inte förändras i någon större utsträckning under de närmaste åren. Produktivitetsutvecklingen får därför fullt genomslag på sysselsättningen och i industriverkets prognoser, som inte omfattar företag med mindre än fem anställda, räknas med en sysselsättningsminskning om en procent årligen fram till 1985. Man bör således kunna räkna med en fortsatt snabb strukturomvandling av bageribranschen.

I distributionsledet kan rationaliseringsvinster göras genom specialisering och nya metoder för att göra brödet mera hållbart. Strukturutvecklingen inom detaljhandeln torde också gynna de större bagerierna.

5.3.4.2 Exempel på styrsystemtillämpningar

Produktionsteknik och konkurrenskraft

Bageriindustrin har en mycket splittrad företagsstruktur. Den omfattar såväl stora industriella bagerier med automatiserad produktion som små kvartersbagerier med endast några få anställda och helt hantverksmässig produktion. Att de minsta bagerierna fortfarande kan konkurrera med de stora beror på att man satsar på bröd med speciella egenskaper som inte kan bakas i industriell skala, färskhet, närhet till kunderna etc. De högre produktionskostnaderna uppvägs av att man inte har några transportkostnader eftersom brödet ofta säljs direkt över disk.

I de stora industriella bagerierna har å andra sidan de flesta arbetsmomenten automatiserats åtminstone när det gäller själva bakningen. Produktionen sker i långa linjer med integrerade jäsbanor, tunnelugnar, svalbanor etc. Det mänskliga arbetet hänför sig främst till övervakning, inställning av maskinerna samt transporter av grytor mellan exempelvis deggöring (trågning) och formningen av degklumpar (uppslagningen). Längst har automatiseringen gått när det gäller matbrödstillverkning, särskilt av hårt bröd. Stor produktionsvolym och framför allt homogen tillverkning med långa tillverkningsserier utgör automatiseringens förutsättning. För vissa typer av produkter, exempelvis konditorivaror, tilllämpar dock även stora

bagerier till en del manuell teknik.

De bagerier som från konkurrenssynpunkt har det mest utsatta läget är de medelstora med ett brett sortiment och några tiotal anställda. Storleken tvingar dem att ha en relativt sett kostsam distributionsapparat samtidigt som de i allmänhet inte kan tillgodogöra sig stordriftsfördelar i produktionen på samma sätt som större bagerier. I och för sig är det inte avgörande huruvida man har två eller tio produktionslinjer i en anläggning. En större produktionsvolym ger dock möjligheter att hålla en jämnare beläggning på produktionslinjerna vilket ökar kapacitetsutnyttjandet.

Automatiseringens inriktning

Bageribranschens heterogena struktur gör att det inte är möjligt att dra slutsatser för branschen som helhet beträffande rationaliseringspotentialen, möjligheten att införa ny teknik etc. Man måste se till företagsstorlek, sortimentsstruktur, marknadsinriktning m m eftersom dessa och andra faktorer utgör förutsättningarna för den tekniska utvecklingen. Resonemangen och slutsatserna i detta avsnitt hänför sig främst till stora industriella matbrödsbagerier. Dessa svarar för cirka hälften av den totala sysselsättningen inom bageribranschen.

Som nämnts ovan har automatiseringen inom de större bagerierna främst inriktats mot själva bakningen d v s momenten från dosering av råvaror och deggöring till svalning. Där har personalen minskat kraftigt och arbetet fått större inslag av övervakning. Tillverkningens karaktär gör att avbrott kan få stora konsekvenser varför det måste finnas möjlighet att snabbt ingripa för att rätta till fel (deg som fastnar etc). I framför allt mindre och omoderna bagerier är transport av råvaror, paketering och särskilt expedition fortfarande arbetsintensiva moment med många gånger tunga lyft och dålig arbetsmiljö. Genomsnittligt arbetar mer än hälften av personalen (inklusive chaufförer) i ett medelstort bageri med paketering/expedition.

Den automatisering som hittills genomförts i de större bagerierna har i liten utsträckning inbegripit datorstöd. Den mest etablerade tillämpningen av styrsystem är för närvarande hålkortsstyrd dosering av råvaror. Sådan tillämpas vid en eller flera anläggningar inom samtliga större bagerigrupper (Skogaholms, Pågens och KF). Motivet för denna typ av tillämpning är dels ökad precision i uppvägningen, dels personalminskning. Vissa tunga lyft har försvunnit men fortfarande krävs manuell övervakning av doseringen. Automatisk dosering kräver stora investeringar, högt varuvärde, 2-skiftsdrift och mycket långa serier för att bli lönsam. Transporten fram till degtråget är ett komplicerat problem som ännu inte är tekniskt helt löst för vissa typer av råvaror som kryddor, jäst och fett. Kraven på homogen tillverkning och högt kapacitetsutnyttjande har medfört att automatiserad deggöring främst tillämpas vid knäckebröds- och kextillverkning. På grund av sortimensstrukturen och det för närvarande låga kapacitetsutnyttjandet bedömer representanter för några av de större matbrödsbagerierna att automatiserad deggöring för närvarande är lönsam endast för en mindre del av produktionslinjerna i de egna anläggningarna.

Inom de större bagerierna har datorstöd hittills huvudsakligen utnyttjats för administrativt inriktade tillämpningar t ex orderbehandling, fakturering,

utskrift av leveranssedlar etc. För många bagerier förefaller den största ekonomiska vinsten av ett ökat datorutnyttjande ligga i en bättre uppföljning av det ekonomiska resultatet (efterkalkyler, kontroll av råvaruförbrukning och svinn etc). Från datorstödd uppföljning och eventuellt viss övervakning av produktionen kan steget sedan tas till datorstödd produktionsplanering. Datorstöd för avancerad styrning av tillverkningen omfattande både processreglering och produktionsstyrning förefaller inte vara aktuellt för något av de större matbrödsbagerierna under de närmaste åren. Mikroelektronik kommer däremot att utnyttjas alltmer för att reglera enskilda funktioner som styrning av ugnstemperaturer, luftfuktighet i jässkåp o s v. Viktigare från ekonomisk synpunkt än ytterligare automatisering av bageriprocessen kommer i stället att vara att bemästra problemen i samband med underhåll av maskiner och utrustning.

Förutsättningar för nya tillämpningar

Man kan således säga att nuvarande tillämpningar av datorstöd för produktions- och processtyrning inom svenska matbrödsbagerier inte är speciellt avancerade jämfört med vad som i dag är tekniskt möjligt. I ett förslag till system för planering, styrning och övervakning av driften i ett bageri som tagits fram av ett leverantörsföretag skisseras ett övervakningssystem omfattande i stort sett alla funktioner i tillverkningen. Kommersiellt tillgängliga i dag är också till exempel sensorer för att avläsa färg på brödet, helautomatiska system för förpackning o s v.

Det ovan nämnda systemkonceptet visar att det med kommersiellt tillgänglig teknik inte möter några större svårigheter att utveckla system för *planering* och *övervakning* av industriell bakning. Beträffande själva *processtyrningen* är problemet dock ett annat. Förutom de ekonomiska argumenten mot en ytterligare automatisering av själva tillverkningen framhåller de flesta branschrepresentanter de svårigheter som är förknippade med automatisk styrning av bakningsprocessen. Man talar ofta om att bakning innebär att man arbetar med levande material och att den kunskap som finns hos de yrkeskunniga bagarna inte kan överföras till algoritmer i ett styrsystem. En av orsakerna till detta är variationerna i råvarukvaliteten. Jäst kan ha olika jäskraft, sirap varierande viskositet, mjöl olika fuktighetshalt o s v. Att mäta av sådana variationer och kompensera för dem vid processtyrningen är ett avancerat problem. Dessutom är bageriprocessen känslig för variationer i de yttre miljöbetingelserna som temperatur i lokalen, luftfuktighet o s v. Här spelar bundenhet till existerande anläggningar en stor roll eftersom det är svårare att reglera klimatet i en äldre lokal jämfört med en ny där man från början kan ta hänsyn till kraven på klimatreglering. En annan svårighet är att hålla konstanta jästider då kapacitetsutnyttjandet varierar. I och med att degen jäst mer eller mindre än beräknat i något led påverkas den fortsatta processen. Det finns således flera olika slag av problem när det gäller att hålla kontroll över och styra betingelserna för tillverkningen.

Bättre kontroll av klimat och råvaror är som framgått en av förutsättningarna för en jämnare degkvalitet och därmed också för att utveckla styrsystem för själva bageriprocessen. Vid utvecklingen av nya slag av råvaror görs stora

ansträngningar för att minska variationerna i kvaliteten och automatiserad deggöring tillämpas också av alltfler bagerier. Som framgått tidigare finns det dock skäl att anta att en ytterligare automatisering av själva bageriprocessen kommer att få ganska små sysselsättningsmässiga konsekvenser eftersom viss bemanning under alla omständigheter behövs för övervakning.

Av de olika produktionsleden har istället förpacknings- och expeditionssidan för närvarande den största rationaliseringspotentialen eftersom den är personalintensiv jämfört med till exempel själva bakningen. De största sysselsättningseffekterna av en fortsatt automatisering (med eller utan datorstöd) torde alltså komma att gälla dessa verksamheter som främst sysselsätter kvinnlig arbetskraft. Möjligheterna att rationalisera förpacknings- och expeditionsarbetet bestäms av produktionsvolymerna och sortimentsstrukturen samt av variationerna i slutproduktens storlek och form. Det är i dag möjligt att med känd teknik automatisera dessa moment åtminstone när det gäller specialiserad produktion i stor skala. I mindre bagerier med breda sortiment är en långt driven automatisering inte lönsam. Då kunderna t ex inte köper hela lådor av varje brödsort minskar möjligheterna till automatiserad hantering.

Av stor betydelse är således sortimentens framtida utveckling. Denna i sin tur beror av konkurrenssituationen, distributionsstrukturen, konsumenternas efterfrågan och andra faktorer. Det skulle föra för långt att här närmare utreda dessa frågor. Man kan dock konstatera att Sverige har bland de bredaste brödsortimenten i världen.

Andra områden där motiven för ökad automatisering är stora är till exempel system för att kontinuerligt kontrollera vikten på de uppslagna degbitarna och styra den maskin som utför uppslagningen (degdelaren). Sådana tilllämpningar finns inom flera bagerier i dag. Råvarornas stora andel av de totala kostnaderna gör att en minskning av den genomsnittliga övervikten med några procent har stor betydelse för det ekonomiska utfallet. Energistyrning och återvinning av värme nämns som andra områden med stora ekonomiska potentialer.

Spridning av olika styrsystemtillämpningar beror också på graden av erfarenhetsutbyte mellan företagen. I bageribranschen förefaller detta erfarenhetsutbyte vara ganska litet och begränsat till företagen inom respektive ägargrupp. I och med att de större företagen börjat köpa färdiga system utifrån sker dock en informationsspridning huvudsakligen genom systemleverantörer och konsulter. Utrustningsleverantörerna har i allmänhet mindre kompetens när det gäller styrningen utan systemen utvecklas av användarföretagen själva eller systemleverantörer och konsulter.

Arbetsmiljöeffekter

Från arbetsmiljösynpunkt torde en ökad automatisering av främst expeditionsarbetet i bageriföretagen vara önskvärd. Där är arbetsmiljön i äldre anläggningar ofta dålig med buller, drag, temperaturväxlingar, tunga lyft o s v. Inom själva tillverkningen har utvecklingen under senare år inneburit en utarmning av arbetsinnehållet. Allt mindre yrkeskunnande kommer till användning och kvar blir övervakningsarbete och svårautomatiserade arbetsmoment som exempelvis rengöring av grytor. Representanter från

flera bagerier bedömer att man klarar den vanliga driften lika bra med kortutbildad personal som med yrkeskunniga bagare. En utveckling mot allt konstantare processbetingelser kommer att förstärka dessa utvecklingstendenser. Övervakningsarbetet kommer också att bli alltmer stillasittande i takt med att bildskärmar utnyttjas i ökande utsträckning och omställning av maskinerna görs från centrala manöverpaneler.

Representanter för anställda och företagsledningar företräder vitt skilda uppfattningar om yrkeskunnandets betydelse inom bageribranschen. Utan tvivel är det så att de genomsnittliga kunskapskraven i den direkta driften sänkts under senare år. Från vissa håll menar man att rationaliseringsarbetet alltför ensidigt varit inriktat mot själva produktionen och att den pågående personal- och kunskapsutarmningen på sikt kan få negativa konsekvenser för bageriindustrin. Det gäller t ex beträffande kvalitetskontrollen och råvaruutnyttjandet. Enligt samma bedömning finns större vinster, både från rationaliserings- och arbetsmiljösynpunkt, att göra om man riktar intresset även mot andra områden än det snävt bagerietekniska.

De större bageriföretagens användning av datorstöd

En företagsgrupp som i hög grad sökt rationalisera produktionen och specialisera de olika anläggningarna är *Skogaholms*. Utvecklingen av datorstödet är inriktad mot administrativa tillämpningar, för närvarande ett flexibelt bildskärmsbaserat orderbehandlingssystem. Dagliga order kommer att föras in via bildskärmsterminaler i systemet som sedan utför en rad administrativa funktioner i samband med fakturering, upprättande av leveranssedlar etc. I vad mån och på vilket sätt systemet kommer att utnyttjas för produktionsplanering är inte helt klart i skrivande stund. Enligt företagsledningen beräknar man uppnå följande fördelar med det nya systemet:

- personalbesparing genom avskaffande av stansningsarbete
- bättre säkerhet och kontroll beträffande de administrativa rutinerna
- bättre kontroll över försäljningsutveckling och lagersituation
- ökat stöd till säljpersonalen genom förbättrad tillgång till information om kunderna, det aktuella försäljningsläget, behov av säljbefrämjande åtgärder etc.

I ett senare skede kan styrningen av emballagelager komma att inkluderas i systemet, vilket beräknas minska lagerhållningstiderna.

Inom *Pågens* har man i dag huvudsakligen administrativa system som, när det gäller produktionen, bland annat syftar till att följa upp råvaruförbrukningen och det ekonomiska resultatet. I systemet jämförs aktuell råvaruförbrukning, produktion och beställningar på daglig basis. Analysen av eventuella avvikelser görs dock manuellt. Med längre tidsintervall görs mera omfattande körningar vid vilka jämförelserna även inkluderar teoretisk råvaruförbrukning, leveranser till och från lager, aktuell lagerställning m m.

Tidigare tilllämpade man ett produktionsplaneringssystem som utifrån order och lagersituation räknade ut total produktionstid, tidsföljd i produktionen, liggtider etc. Syftet med systemet var dels att säkerställa rätt liggtider dels att få jämn beläggning på de olika produktionslinjerna. Syste-

met kunde dock aldrig göras lönsamt och efter en tid gick man tillbaka till helt manuell produktionsplanering. Bland orsakerna kan nämnas att systemet var allför inflexibelt beträffande möjligheterna till omplaneringar. Fick man en förskjutning i tidsplanen blev hela den maskinellt framräknade planeringen oanvändbar.

Inom företaget ser man förbättrad uppföljning av råvaruförbrukningen som ett av de ekonomiskt mest intressanta områdena för framtida datortillämpningar.

Konsumentkooperationens bagerisektor tog under slutet av 1980 i drift ett nybyggt bageri i Göteborg. Detta är det första KF-ägda bageri som utnyttjar någon form av datorstöd för styrning av tillverkningsprocessen. Från början var man inriktad på att tillämpa mikroelektronik i stor skala (bland annat tog en systemleverantör fram det tidigare nämnda konceptet) men slog efterhand av på ambitionerna. I korthet innehåller de system man slutligen bestämde sig för följande funktioner:

- automatiserad uppvägning av råvaror
- övervakning av:
  - lagernivåer i silos
  - transport av råvaror fram till uppvägningen
  - liggtider för degarna
  - ugnstemperatur
- uppföljning av antal bitar som slås upp och antal bitar som slutligen körs ut
- möjlighet att på bildskärm ta fram "processtatus".

Enligt representanter för KF's bagerisektion är den automatiserade uppvägningen med åtföljande jämnare produktkvalitet den del av styrsysteminvesteringen som beräknas ge den största avkastningen.

5.3.4.3 Styrsystem vid Konsum Stockholms bageri San Remo

Vid Konsum Stockholms bageri San Remo har man ett flertal olika datorstödda system. Till en del utnyttjas datorstöd även för produktionsplaneringen. Detta system är det mest avancerade som i dag är i drift vid svenska matbrödsbagerier och beskrivs kortfattat nedan. Övriga datorstödda system och systemutvecklingsplaner inom San Remo beskrivs endast i den mån och i de delar de har direkt samband med produktionsplaneringen.

Datorutrustningen består av en egen minidator, 16 terminaler för datainsamling ute i produktionen samt åtta terminaler med bildskärm av vilka sex används i försäljningsarbetet. Huvuddelen av datorbearbetningen sker på dagtid på Konsum Stockholms centrala dator. Varje anställd har ett identitetskort som används vid in- och utpassering samt vid stämpling via datainsamlingsterminalerna i samband med arbetets påbörjande och avslutande, raster och annan frånvaro.

Försäljnings- och ordersystemet. Detta system har utvecklats inom San Remo men har även anpassats till andra enheter inom Konsum Stockholm vilka utnyttjar detsamma sedan några år. I systemet finns lagrat olika administrativa och andra uppgifter om varje försäljningsställe samt en preliminär beställning som varierar med veckodag. I butikerna noteras av-

vikelser från den preliminära ordern på förtryckta blanketter som rapporteras då San Remos försäljare ringer. Försäljarna för via terminaler med bildskärm in avvikelserna från preliminärordern till systemet. Detta ger också förslag till ändring av preliminär order med utgångspunkt från de faktiska beställningarna under de senaste sju veckorna. Beställningsstatistiken och övriga uppgifter i systemet rörande de olika försäljningsställena (som kan tas fram på bildskärmen) används av försäljarna i det aktiva försäljningsarbetet i samband med extrapriserbjudanden och andra säljfrämjande åtgärder. Fakturering och andra rent administrativa rutiner behandlas inte i detta sammanhang.

Registrering av produktionen och arbetskraftsåtgång. Via de 16 datainsamlingsterminalerna registreras start- och stopptidpunkt samt producerad mängd (antal eller volym) för varje produktslag, produktionslinje och arbetsområde (de tre arbetsområdena är trågning, uppslagning och paketering). De anställda stämplar vid arbetets påbörjande och avslutande efter arbetsområde och linje vilket utgör underlag för produktionsuppföljningen samt löneberäkningen. Företaget tillämpar premielön på kollektiv basis, beräknat efter produktgrupperna matbröd, kaffebröd och konditorivaror. För detta ändamål fördelas således antalet betalda arbetstimmar på produkter.

Kalkyleringssystemet, för vilket rutinerna för insamling av indata ännu inte är fullt utbyggda, innehåller alla aktuella recept med åtgångstal, volymer, kostnader, fördelningsnycklar för fasta kostnader etc. Dessutom finns ett s k kapacitetsregister med uppgifter om kapaciteten på varje produktionslinje i termer av tidsåtgång för varje produktslag, arbetsmoment, satsstorlek; antal produkter per sats etc. Dessa uppgifter har tagits fram genom manuella mätningar då den information som datainsamlingsterminalerna ger inte är tillräcklig för ändamålet.

I *produktionsplaneringssystemet,* som togs i drift 1977, finns en standardplan som anger normal produktionsföljd på de olika linjerna. Planeringsarbetet för kommande natts bakning startar 17.30. Då är orderregistreringen avslutad och nästa dags order således inmatade i systemet. Systemet genererar därefter en aktuell standardproduktionsplan med utgångspunkt från:

- standardplanen
- faktisk order (preliminär + avvikelser)
- kapacitet på de olika linjerna enligt det tidigare nämnda kapacitetsregistret.

Genereringen av produktionsplanen tar ungefär en halv timme och är således klar 18.00. Därefter börjar ett interaktivt planeringsarbete där produktionsplaneraren ändrar i den maskinellt framställda planen utifrån aktuell kapacitet, kända stopp, haverier, säljfrämjande åtgärder, personalläge etc. Detta görs på bildskärmen som är direkt ansluten till den centrala datorn. Före klockan 22.00 låses planen (den "optimala") och delplaner för alla linjer och arbetsmoment skrivs ut och distribueras inom huset. Slutligen förs den manuellt framställda planen över från den centrala datorn till San Remos minidator. Därefter bryts kontakten med den centrala datorn.

I systemet finns också rutiner för att följa upp produktionen. Rutinerna är i

korthet följande:

Under natten följs produktionen upp kontinuerligt genom de tidigare beskrivna datainsamlingsterminalerna. Till sin hjälp har jourhavande produktionsplanerare ett datorsystem där den verkliga produktionen jämförs med den aktuella planen för varje linje och arbetsmoment. Om vissa gränsvärden överskrids vid jämförelserna skriver systemet ut särskild information till planeraren enligt följande:

- för tidigt/sent
- för mycket/litet

De tidsmässiga gränserna är angivna i minuter och de volymmässiga i form av maximalt tillåtna procentuella avvikelser. Själva omplaneringen under produktionens gång görs helt manuellt. Avvikelser i det slutliga produktionsresultatet kan leda till neddragning av order till vissa butiker, särskilda säljaktiviteter etc.

Som nästa steg i San Remo datorutnyttjande kommer ett inköps- och lagersystem att införas. Vissa delar därav är redan utvecklade. Syftet är bland annat att få bättre beslutsunderlag för att förhandla fram långsiktiga avtal med råvaruleverantörer. Detta kommer att ske genom ett program för rullande 12-månaders behovsberäkning på råvaru- och emballagesidan. Inköpssystemet, innehållande en mängd information om leverantörerna, kommer att bli gemensamt för hela Konsum Stockholm.

Fullt utvecklat kommer systemet för ekonomisk uppföljning att ge möjlighet till efterkalkyler för varje produkt på daglig basis. Det ursprungliga syftet med uppföljningen var bland annat att ge underlag för en snabb anpassning av försäljningspriserna. Under den period prisövervakning/prisstopp var i kraft tjänade systemet i stället syftet att ge underlag till förhandlingarna med statens pris- och kartellnämnd. Systemet kommer också eventuellt att innehålla program för att justera recepten med utgångspunkt från kvaliteten på råvarorna i lager.

När det gäller datorsystemens effekter har ordersystemet inneburit den kraftigaste rationaliseringen. Antalet försäljare har minskat från 18 till 6. Dessa omplacerades till andra arbeten inom Konsum Stockholm. I övrigt har man uppnått större snabbhet och säkerhet i orderbehandlingen.

Enligt den för systemutvecklingen ansvarige inom San Remo beräknas även produktionsplaneringssystemet ge möjlighet till vissa personalbesparingar. Den minskade spilltiden beräknas ligga i storleksordningen tio minuter per anställd och dag. Enbart denna besparing ger en återbetalningstid för systemet på ca fem år. Systemet sägs förbättra överblicken av produktionen och omplaneringar etc kan göras med utgångspunkt från helheten och inte genom att den för en produktionslinje ansvarige planerar om på egen hand. Fortfarande är det dock ett mycket stort problem att få information, till exempel ändringar i produktionsplanen, att tränga igenom hela huset tillräckligt snabbt.

Inom de kollektivanställdas fackliga organisation ställer man sig något mera tveksam till fördelarna med ett datorstött produktionsuppföljningssystem. Man menar att kapacitetsutnyttjandet främst styrs av faktorer som inte kan påverkas inom planeringssystemets ram och att det inte är så lätt att flytta produktion mellan olika linjer som förutsätts i produktionsuppföljnings-

systemet. De olika systemutvecklingsprojekten inom San Remo har också försenats i vissa delar, bland annat genom utdragna förhandlingarna mellan företagsledningen och de kollektivanställdas fackliga organisation. Enligt uppgift från företagsledningen strävar man efter att utforma systemen så att så många anställda som möjligt skall kunna utnyttja och påverka systemen. De fackliga förtroendemännen har också tillgång till all information i systemen. Från fackligt håll framhålls dock att det man betraktar som det mest naturliga kravet i sammanhanget, nämligen att bli representerad i ledningsgruppen för systemutveckling, ännu efter två år inte tillgodosetts. Denna fråga hänger å andra sidan ihop med de principer som tillämpas inom hela föreningen d v s Konsum Stockholm.

All programvara till systemen har utvecklats av personer från Konsum Stockholms centrala systemutvecklingsgrupp i samarbete med befattningshavare på Sam Remo. Principen att inte köpa tjänster utan endast utrustning till datorsystemen externt tillämpas generellt av alla enheter inom Konsum Stockholm.

5.3.5 *Sockerindustrin*

Sockerindustrin, som består av företagsgruppen Svenska Sockerfabriks AB, har stora produktionsvariationer över året. Produktionen vid betbruken, för närvarande sex strösockerbruk och ett råsockerbruk, är koncentrerad till tre månader om året, de s k kampanjerna. Betbruken är då i drift dygnet runt under veckans alla dagar. Under resten av året sker underhållsarbete och fabrikerna står stilla. Vidare ingår i bolaget ett sockerraffinaderi där samtliga s k högförädlade sockerprodukter framställs ur såväl svenskt som importerat råsocker.

Sedan slutet på 1940-talet har Sockerbolaget genomgått en omfattande koncentrationsprocess och strukturförändring. Sedan 1947 har tolv sockerbruk och fyra raffinaderier lagts ner och vid de kvarvarande sockerbruken har produktionskapaciteten avsevärt byggts ut och verksamheten rationaliserats. Ytterligare sockerbruk kan komma att läggas ner. Koncentrationen av raffineringen har underlättats av tekniska landvinningar som medförde att man under 1950-talet kunde börja tillverka strösocker direkt vid betbruken.

Antalet anställda uppgår för närvarande i medeltal inklusive kampanjanställda till ca 2 400, vilket är ca hälften av antalet anställda i början på 1950-talet. Under kampanjerna anställs ca 700 personer tillfälligt, huvudsakligen vid betbruken. Så gott som hela produktionsprocessen innanför fabriksväggarna har automatiserats. Den heltidsanställda personalen har ökat och de under kampanjen tillfälligt anställda har minskat. Automatiseringen har i efterhand också visat sig vara nödvändig eftersom det blivit allt svårare att få personal för korttidsanställningar.

Sockerbolaget avsåg tidigare att lägga ner driften vid strösockerbruket på Öland i syfte att rationalisera tillverkningen. Av sysselsättningspolitiska skäl erhöll emellertid företaget kompensation för vissa fasta kostnader så att driften kunde tryggas. Av samma skäl får företaget numera även extra kompensation för strösockerbruket på Gotland. För närvarande pågår utredning om alternativ produktion vid strösockerbruket i Karpalund i

Kristianstadstrakten som företaget aviserat att man vill lägga ner. Ett förslag som utreds är möjligheterna till etanoltillverkning ur avfallsprodukterna vid sockerproduktion och annan jordbruksproduktion.

Styrsystem används i sockerindustrin bl a för extraktion, indunstning och kristallation. Motiv för införandet av tilllämpningarna och den ökade automatiseringen har tidigare varit personalbesparingar bl a för att minska antalet kampanjanställda. Denna automatisering genomfördes samtidigt med strukturomvandlingen under femtio- och sextiotalen varvid analoga styrsystem togs i bruk. Möjligheterna till personalbesparingar i kvarvarande anläggningar uttömdes i stor utsträckning under denna period.

Motiven för införande av styrsystemtillämpningar har därefter allt mer förskjutits mot ett effektivare utnyttjande av råvaror (kvalitet och utbyte) samt energibesparingar. Sockerindustrin förbrukar relativt mycket energi.

Processerna i sockerindustrin är tämligen långsamma. Detta har gjort att företaget i sin produktionstekniska utveckling valt att utnyttja datorstöd främst för att beräkna hur processen bör köras för ett optimalt utbyte. Man har själva byggt system för att systematisera processdata, öka processkunskapen och beräkna och förfina körningen av processen. Det senare sker med utgångspunkt i dels de inre förutsättningarna som bättre klarlagts, dels förändrade yttre förutsättningar t ex till följd av de ökande energipriserna. Detta har gjorts vid särskilda undersökningstillfällen och rutinerna vid den löpande produktionen och utrustningen i anläggningen har därigenom inte ändrats nämnvärt. Reglerfunktionerna har vidareutvecklats men regulatorer etc har behållits. Bl a beroende på att en del anläggningar är gamla och utrustningen sliten har man inte kommit lika långt i alla anläggningar.

Vidare har laboratorieverksamheten rationaliserats. Bl a har provtagning på betorna helt datoriserats och samlats till en central verksamhet. I anläggningarna har också vissa konventionella reläer bytts ut mot PC-kretsar.

Även vid beräkningar av miljöutsläpp i vatten och luft har datorer utnyttjats. Däremot har datorer inte ännu utnyttjats för reglering av utsläpp. Sockerindustrins miljöutsläpp är en svårlöst fråga. Vattenreningsanläggningarna som installerats fullt utvecklade vid fem av sju anläggningar kostar ca 20 Mkr per styck.

Sockerbolagets investeringar i olika styrsystem har under senare år uppgått till ca 2 Mkr per år. Ett femtontal personer arbetar med styrsystemen. En stor del av forsknings- och utvecklingsarbetet bedrivs i egen regi. Tre till fyra personer är sysselsatta i denna verksamhet.

Det största hindret för införandet av nya tillämpningar uppges tillgången på mätgivare vara. Sockerbolagets tekniker testar själva givare och har också utvecklat några på egen hand. Någon särskild leverantör för styrsystem och styrsystemutrustning till sockerindustrin finns inte. Man har konsekvent försökt öka processkunskapen dels genom det egna forsknings- och utvecklingsarbetet, dels genom kontakter med användarföretag i andra länder.

Impulser till nya tillämpningar och visst erfarenhetsutbyte har man också fått genom utbyte med högskolorna. Det kan antingen röra examensarbeten eller att ett problem förelagts en högskola. Man har också kunnat utnyttja annat forskningsarbete vid högskolorna t ex rörande torkar för lantbruket i

övrigt. Visst utbyte har man också haft genom att sockerindustrin kopplats ihop med kemisk industri och dess branschorganisation kemikontoret med vars verksamhet man har en del gemensamma nämnare.

5.3.6 *Choklad- och konfektyrindustrin*

Branschstruktur

Choklad- och konfektyrindustrin sysselsatte 1978 drygt 5 000 personer vid 35 arbetsställen med mer än fem anställda.[1] Detta motsvarade ca sju procent av antalet anställda inom hela livsmedelsindustrin. Sysselsättningen i branschen minskade fram till 1974 men har sedan dess ökat avsevärt relativt sett.

Särskilt chokladindustrin domineras av ett fåtal stora företag. De fem största arbetsställena svarade 1978 för mer än 95 % av sysselsättningen inom denna delbransch och hade ett genomsnittligt antal anställda av mer än 730 personer vilket kan jämföras med knappt 70 personer genomsnittligt för livsmedelsindustrin totalt sett. Konfektyrindustrin är betydligt mer småföretagsdominerad.

Även om ett flertal företagsförvärv och överlåtelser skett inom branschen under 1970-talet har de strukturella förändringarna varit relativt måttliga. Det dominerande företaget är AB Marabou med anläggningar i Sundbyberg och Upplands Väsby av vilka den sistnämnda uppförts under 1970-talet. I företaget ingår också Göteborgs Kex AB som förvärvades under 1979. AB Marabou har expanderat kraftigt och ökat antalet anställda från omkring 1 200 till närmare 1 800 under den senaste tioårsperioden bortsett från förvärvet av Göteborgs Kex AB.

Konsumtionen av choklad- och konfektyrvaror har ökat ungefär i takt med befolkningsökningen under 1970-talet och synes åtminstone hittills ha varit relativt okänslig för pris- och skattehöjningar. Beträffande utrikeshandeln kan nämnas att importen stagnerat under senare år medan exporten fortsatt att expandera. Den går främst till övriga nordiska länder.

Datorstödda tillämpningar av styrsystem inom AB Marabou

Inom AB Marabou har datorstöd hittills utnyttjats i två styrsystemtillämpningar. Det gäller dels styrning av plåtar på en transportbana, dels styrning av avtagning av produkter från en bana där traditionell reläbaserad teknik ersatts av PC-styrning. Genom detta vinner man enligt företaget att servicen blir enklare, utrustningen tar mindre plats samt att flexibiliteten ökar. I någon mån kan även personalbesparingar göras. Systemet har utvecklats av Marabous personal.

Choklad- och konfektyrindustrin är en relativt liten bransch men har en bred teknologi. Detta medför att utrustningsleverantörernas intresse för mot branschen inriktad utveckling och anpassning är begränsat. Det finns således för närvarande inte kommersiellt tillgängliga datorbaserade styrsystem som standard på några maskiner. Vidare är det svårt för användarna att ställa krav på utrustningens utförande. Det kan gälla hygieniska krav t ex att maskinerna skall kunna rengöras genom spolning. De mätgivare som finns tillgängliga är många gånger inte anpassade till den egna industrins processer

[1] Sysselsättningen vid företag med mindre än fem anställda uppgick till ca 100 personer enligt en mycket grov uppskattning.

vilket medför problem med tillgängligheten och tillförlitligheten.

Processkunskapen är central inom chokladindustrin. I vissa delar av Marabous tillverkning är det fortfarande så att erfarna anställda med hjälp av känsel, lukt etc och sin kunskap om produkter och råvaror kontrollerar produktionen. Från företagets sida strävar man medvetet efter att minska beroendet av enskilda anställda i tillverkningen. Man bedömer att med den omsättning som idag är bland den yngre personalen finns det på sikt inte några möjligheter att behålla processkunskapen hos de anställda i den direkta produktionen. I stället satsar man på att inom den egna utvecklingsavdelningen bygga upp den nödvändiga kompetensen som en bas för produktutveckling och utveckling av styrsystem för processerna. Successivt kan man sedan ersätta den manuella, på de anställdas processkunskap grundade styrningen med automatiserad. Ett exempel på detta är kolakokningen för vilken man utvecklat en temperaturmätgivare som automatiskt sköter en omkoppling som man tidigare ansåg att endast en erfaren kolakokare kunde sköta.

När det gäller den framtida utvecklingen av datorutnyttjandet inom AB Marabou är en av de viktigaste faktorerna det breda produktsortimentet. Produktionen är närmast orderstyrd och detta, tillsammans med det breda produktsortimentet, gör att produktionen ställs om med täta mellanrum. För närvarande sker produktionsplaneringen helt manuellt och inom företaget bedömer man att ett datorstött system för denna funktion kommer att uvecklas under de närmaste åren. För närvarande fördröjs detta arbete bland annat av att det inte finns någon ledig kapacitet på den dator som utnyttjas för administrativa tillämpningar. Vad beträffar själva produktionen planerar man närmast att utveckla ett mikrodatorbaserat system för central och därmed snabbare omställning av enskilda maskiner. Man har också börjat undersöka möjligheterna att utnyttja datorstyrning vid dosering, något som för närvarande görs med reläteknik.

Inom choklad- och konfektyrindustrin liksom inom många andra branscher är det främst i samband med större om- och nybyggnationer som man kan höja ambitionsnivån beträffande automatiseringen och styrningen. Inom Marabou diskuteras för närvarande olika sätt att lösa lagerproblemen. Om företaget beslutar att bygga ett nytt lager i anslutning till anläggningen i Upplands Väsby kommer man förmodligen att investera i ett terminalbaserat "paketsystem" för helautomatisk lagerstyrning och -hantering.

Ytterligare en tänkbar tillämpning inom Marabou är datorbaserad klimatreglering. Processerna kräver nämligen konstanta miljöförutsättningar vilket är ett viktigt motiv förutom möjligheterna att spara energi.

5.3.7 *Bryggeriindustrin*

Branschstruktur

Bryggeriindustrin har under 1970-talet genomgått en mycket snabb strukturomvandling. Antalet arbetsställen inom dryckesvaruindustrin minskade från 216 till 66 mellan 1970 och 1978. Antalet sysselsatta minskade med nära en tredjedel under samma period till drygt 5 000 personer.

Trots denna snabba utveckling har flera bryggerier besvärande lönsam-

hets- och likviditetsproblem och för branschen som helhet föreligger en betydande överkapacitet. Det senare beror delvis på mellanölsförbudet som infördes 1978. Genomsnittligt kan kapacitetsutnyttjandet uppskattas till ca 70 procent.

Konkurrenssituationen inom branschen är synnerligen ojämn med AB Pripps Bryggerier som det helt dominerande företaget. Med sina åtta bryggerier samt dotterbolaget Bryggeri AB Falken har Pripps en marknadsandel om 67 procent för malt- och läskedrycker tillsammans. KF's bryggerier, AB Wårby Bryggerier i Vårby och Sollefteå svarar för tio procent av marknaden. Till-Bryggerier AB med produktionsställen i Luleå, Umeå och Östersund har mellan fem och sex procent av totalmarknaden men en betydligt större del, drygt 50 procent, av Norrlandsmarknaden.

Stordriftsfördelarna i bryggerinäringen är mycket markerade och motverkas av fjärrtransportkostnaderna först vid en struktur med endast ett fåtal produktionsenheter på den svenska marknaden. Kraven på högt kapacitetsutnyttjande medför att branschen är mycket känslig för svängningar i produktionsvolymen. I den av Brygginvest AB utarbetade strukturplanen (mera därom nedan) anges att den teoretiskt optimala strukturen består av två eller tre bryggerier och 25–30 depåer för att försörja hela den svenska marknadens behov av drycker.

Brygginvest AB, som äger aktiemajoriteten i Pripps, är ett statligt investmentföretag med uppgift att initiera och medverka vid strukturförändringar inom bryggeribranschen så att dessa sker på ett för samhället acceptabelt sätt. En särskilt viktig aspekt är sysselsättningsfrågorna eftersom flera av de nu existerande bryggerierna är lokaliserade till orter som är känsliga från sysselsättningssynpunkt. I början av 1980 lade Brygginvest AB fram en strukturplan i vilken man föreslår att produktionskapaciteten förändras och minskas genom nedläggning av tio av de nu befintliga 22 bryggerierna. Inga egentliga nyinvesteringar föreslås. Strukturplanen innehåller också förslag till hur en jämnare konkurrenssituation skall skapas genom samordning av bryggerierna utanför Pripps.

Något beslut beträffande Brygginvests plan har ännu inte tagits. Från fackligt håll har bland annat framförts krav på att hela bryggerinäringen skall förstatligas. Den framtida strukturen inom bryggerinäringen är till största delen avhängig vilka politiska beslut som fattas beträffande Brygginvests engagemang i bryggeribranschen.

Produktionsteknik

Ölberedning består av en mängd olika processer från krossning av malt, mäskning, vörtkokning, jäsning etc till filtrering, pastörisering och tappning. En stor del av arbetet består således av transport av öl i olika stadier mellan olika typer av behållare och tankar. Omloppstiden är ungefär fyra till sex veckor.

Det för närvarande tekniskt mest avancerade bryggeriet i världen finns i Fredericia, Danmark, och ägs av De Forenede Bryggerier A/S (sammanslagning av Carlsberg och Tuborg). Datoriserade styrsystem finns i två processavsnitt, dels för silos/brygghus, dels för ölberedningen. De två processområdena styrs från vardera ett kontrollrum utrustat med bild- och

TV-skärmar, skrivare o s v. Systemen kan köras på endera av tre automatiseringsnivåer; helautomatiskt, halvautomatiskt på programnivå samt halvautomatiskt på komponentnivå. Vissa delprocesser kan styras från lokala styrenheter efter tillstånd från huvudsystemet.

I bryggeriet i Fredericia utnyttjas vidare ett datorstött system för styrning av två tappningslinjer. Systemet innehåller följande funktioner:

- *Informationssystemet.* Direkt registrering och bearbetning av all information rörande körningstider, produktionsresultat och driftsavbrott; utvärdering av produktionsresultat; rapportutskrifter.
- *Övervakningssystemet.* Direkt bearbetning av data angående driften av varje maskin och transportör. Utvärdering av statistik och trendanalyser av avbrottsfrekvenser och stilleståndstider för att kartlägga flaskhalsar i produktionen och ge underlag till det förebyggande underhållet.
- *Servostyrningssystemet.* Automatisk hastighetskontroll för de flesta maskiner och transportörer med utgångspunkt från flaskantalet på anslutande band.

Detta system förväntas ge bland andra följande resultat:

- Förbättrat förebyggande underhåll.
- Eliminering av indirekt orsakade driftsavbrott genom att de valda kontrollfunktionerna ökar reservkapaciteten två till tre gånger. Ett jämnt maskinutnyttjande ökar även kvaliteten på tappningen (luftinnehåll, nivå) och etiketteringen.
- Minskat slitage och underhållsarbete.
- Bättre arbetsmiljö genom mindre buller och avskaffande av enformiga arbetsuppgifter.
- Minskat personalbehov (endast 15 personer per linje behövs) och därmed ökad arbetsproduktivitet.

Styrsysteminvesteringen förväntas bli mycket lönsam. Kostnaden uppgår till två miljoner danska kronor vilket utgör 2,5 % av den totala kostnaden för de två tappningslinjerna.

AB Pripps Bryggerier

Inom Pripps-koncernen har man börjat tillämpa datorstöd vid processtyrningen i tre av de nio bryggerierna. I bryggeriet i Västra Frölunda och i dotterbolaget Falkens anläggning i Falkenberg är PC-styrning införd i delar av processen medan man är i färd att införa ytterligare system vid bryggeriet i Bromma förutom de tre mindre PC-system som för närvarande är i drift i anläggningen. De system som utnyttjas är av generell typ och säljs av åtskilliga företag för styrning av processer och maskiner inom många olika branscher. Förutom PC-styrningen har man också en del elektronikbaserade system för varvtalsreglering av pumpar.

Motiven för att utnyttja PC-styrning inom Pripps är främst att man får en ökad flexibilitet. Vid relästyrning krävs ändringar av kabeldragningen om man vill ändra styrprogrammen medan detta görs genom en betydligt enklare omprogrammering vid PC-styrning. Även driftsäkerheten ökar.

Investeringskostnaden för PC-styrning är lägre än kostnaden för traditio-

nell utrustning då man har mer än 30 ventiler eller motsvarande som skall styras. Övergång till PC-styrning görs nästan uteslutande i samband med andra större ombyggnader eller ändringar.

Övergången till PC-styrning innebär således inte att några fler funktioner automatiseras eller att styrningen blir mera övergripande. Det är fortfarande frågan om styrning av delfunktioner där sambandet mellan delsystemen består i att vissa villkor i den tidigare reglerkretsen måste vara uppfyllda innan styrimpulser utlöses i en senare krets. Arbetsmiljön och sysselsättningen påverkas inte på annat sätt än att den nya tekniken kräver nya kunskaper hos den eltekniska personalen (kunskaper i programmering). Det senare har dock varit ett stort problem inom Pripps. Svårigheterna var avsevärda innan PC-styrningen vid Frölunda-bryggeriet fungerade och bland annat var man länge tvungen att anlita personal från systemleverantören för den nödvändiga omprogrammeringen under idrifttagandet. Systemleverantörens tekniker saknade å andra sidan nödvändig processkunskap. Även vid bryggeriet i Bromma är programmeringskunskapen en trång sektor.

Enligt representanter för Pripps har man inte inom företaget någon långsiktig strategi för hur mikroelektroniken skall utnyttjas. Ingen personal på företagets centrala tekniska avdelning sysslar med frågor om datorstödd processtyrning eller produktionsplanering. Anledningen till detta är bland annat att man inte anser det företagsekonomiskt motiverat att införa mera avancerade system (typ Fredericia) i existerande anläggningar. Att döma av den strukturplan som Brygginvest presenterat är det ju också mycket osäkert huruvida något helt nytt bryggeri kommer att uppföras i Sverige under överskådlig tid framöver.

Den troliga framtida utvecklingen för Pripps del är således att man successivt övergår till PC-styrning i resterande anläggningar i samband med ombyggnader etc. För övrigt ser man i dag inte några större framtida tekniska förändringar i själva produktionen. Tänkbara nya tillämpningar är dock utökad automatisk uppföljning av produktionsprocessen (i dag sker detta manuellt genom till exempel avläsning av mekaniska räkneverk), viss mikrodatorbaserad styrning av tvätteriprocessen, styrning av dosering i samband med alkoholhaltsbestämning förutsatt att givare blir tillgängliga, automatiserad provtagning och laboratoriekontroll m m. Den PC-utrustning man köpt till Bromma-bryggeriet är av tekniskt enkelt slag och kan till exempel kompletteras med bildskärmar för uppföljning och övervakning. Beträffande kontroll av utsläpp, miljövård etc ser man i dag inte några ekonomiskt intressanta tillämpningar. Från Pripps sida framhålls de många svårigheter och problem som finns vid utvecklandet av nya tillämpningar. Det tar tid att bygga upp den egna kompetensen och att rekrytera/vidareutbilda lämplig personal. Utvecklingen blir därför inte så dramatisk.

Avslutningsvis kan nämnas att man på lagersidan kommit betydligt längre när det gäller systemutveckling. Under hösten 1980 började man att ta i drift ett system med minidatorer för styrning av lagerhållningen vid depåerna. Detta system kommer att förändra rutinerna för ordermottagare, lastplanerare, lagerpersonal och chaufförer. Syftet är att ta fram snabbare och mer precis information om lager- och ordersituationen i varje ögonblick och ytterst att reducera det kapital som binds i lagren vid depåerna. För

närvarande är systemet för styrning av order, lager och distribution inte kopplat till produktionen men en samordnad tappning, direktstyrd från order/lagersystemet, skulle kunna ge stora rationaliseringsvinster. Framför allt skulle kapital bundet i lager frigöras. Enligt representanter för företaget kan man i framtiden också tänka sig att depådistributionen datoriseras så att lasterna i många fall kan plockas direkt från bryggerierna.

5.4 Sammanfattning och slutsatser

5.4.1 *Produktionsstrukturens betydelse*

Studierna av livsmedelsindustrins olika delbranscher visar att produktionens sammansättning, såsom sortimentsbredd och serielängder, är den viktigaste faktorn när det gäller spridningen av datorstödda styrsystem. Flera av delbranscherna har en mycket splittrad produktionssammansättning vilket minskar möjligheterna att automatisera den direkta produktionen. Genom att specialisera och koncentrera produktionen och tillämpa en mer flödesorienterad produktionsteknik söker företagen skapa förutsättningar för att ta tillvara stordriftsfördelar och rationalisera produktionen. Denna utveckling har drivits olika långt inom de olika delbranscherna och utgör den viktigaste faktorn när det gäller utnyttjande av avancerade styrsystem.

Generellt kan sägas att användningen av datorstödda styrsystem hittills inte fått någon större spridning. De mest omfattande tillämpningarna finns, i enlighet med resonemangen ovan, i branscher med homogena produkter där tillverkningen redan koncentrerats till ett mindre antal anläggningar såsom mejeriindustrin och sockerindustrin. Därav kan slutsatsen dras att den typ av datorstödda styrsystem som här studeras i allmänhet spelat en underordnad roll för strukturutvecklingen inom livsmedelsindustrin. I stället är det så att utvecklingen mot ökade volymer, övergången till mer flödesorienterad drift samt ökad kapitalintensitet förstärkt incitamenten för att använda datorstödda styrsystem. I de stora och specialiserade anläggningarna är marginalerna rörande produktkvalitet, råvaruutnyttjande och genomströmningshastighet av en sådan storlek att de lättare kan motivera en användning av datorstödda styrsystem.

En viktig reservation måste fogas till denna iakttagelse. De system som studeras här utgör bara en av många typer av tillämpningar av datorstöd inom livsmedelsindustrin. För att få ett riktigt perspektiv på datorstödets roll för livsmedelsindustrins utveckling måste även andra slag av tillämpningar tas med i bilden. Speciellt inom livsmedelsindustrin är det, mot bakgrund av den starka koncentrationen i grossistledet när det gäller distribution av dagligvaror, också viktigt att ta hänsyn till hur automatisering och utnyttjande av datorstöd inom distributionsledet återverkar på de producerande företagen. Som nämndes i avsnittet om frukt- och grönsakskonservindustrin menar företagsrepresentanter inom denna bransch att utvecklingen inom distributionsledet har en större betydelse för den framtida konkurrenssituationen och produktionsstrukturen än graden av datorstöd i själva produktionen.

5.4.2 *Övriga faktorer som styr datorstödets omfattning*

Förutom produktionens sammansättning finns en rad andra faktorer som på olika sätt påverkar graden av datorutnyttjande inom de olika delbranscherna. Vissa av dessa faktorer är specifika för livsmedelsindustrin medan andra är mera generella och kan i varierande utsträckning tillämpas på alla branscher.

Många av livsmedelsindustrins delbranscher är ägarmässigt starkt koncentrerade vilket är en av förklaringarna till att en så snabb strukturomvandling kunnat ske i dessa delbranscher. Exempel på detta är slakteribranschen, där de producentkooperativa företagen har en marknadsandel om ca 80 %, charkuteribranschen, där producent- och konsumentkooperationen har ca 40 % var av marknaden samt mejeriindustrin som så gott som uteslutande ägs av producentkooperationen. Det finns i dag inte några tecken som tyder på att livsmedelsindustrins utveckling mot ökad ägarmässig koncentration och integration mellan olika tillverkningsled kommer att upphöra eller vändas i sin motsats. En fortsatt strukturomvandling underlättar teknisk förnyelse. I livsmedelsindustrin är införande av ny teknik på styrsystemområdet i hög grad knutet till helt nya anläggningar.

Sysselsättningseffekterna av livsmedelsindustrins strukturomvandling förstärks av att produktionsvolymen för branschen som helhet inte förändras i någon större utsträckning. I de modernare anläggningarna är arbetskraftsbehovet för en given produktionsvolym lägre och dessutom uppstår regionala sysselsättningseffekter genom att produktionen centraliseras.

De utlandsägda företagen är huvudsakligen engagerade i de av livsmedelsindustrins delbranscher som utmärks av hög produktdifferentiering och relativt avancerad produktionsteknik. Som exempel kan nämnas frukt- och grönsakskonservindustrin och andra branscher inom den konkurrensutsatta delen av livsmedelsindustrin. Den mera splittrade ägarstrukturen i dessa konkurrensutsatta delbranscher är förmodligen en av förklaringarna till att strukturomvandlingen där varit relativt måttlig jämfört med de mera råvaru- och hemmamarknadsorienterade skyddade delbranscherna. När det gäller datorstöd i produktionen återfinns inte de mest avancerade tillämpningarna av styrsystem i branscher med hög andel utlandsägda företag trots att dessa i övrigt är mer teknikintensiva än livsmedelsindustrins andra delbranscher. Detta tyder på att specialiseringsgraden och koncentrationen av produktionen inom olika delbranscher har störst betydelse för spridningen av datorstödda styrsystem inom livsmedelsindustrin.

Datorstödets omfattning beror också på utbudet av system och systemutvecklingstjänster vilket i sin tur återspeglar de kommersiella möjligheterna för försäljning inom respektive delbransch. Små branscher är ointressanta för system- och utrustningsleverantörer vilket gör att det inte sker någon anpassning av till exempel givare till kraven i de mindre branscherna. Mejeriindustrin å andra sidan är ett exempel på en bransch där en dominerande utrustningsleverantör i hög grad påverkat utvecklingen inom den användande industrin. Inom de flesta av livsmedelsindustrins delbranscher har företagen begränsad kompetens beträffande processanalys, anläggningsplanering och utveckling av datorstödda styrsystem. Den forskning som bedrivs är i ringa utsträckning inriktad mot produktionstekniken. I stället

ägnas större uppmärksamhet åt exempelvis råvarornas egenskaper och metoder att förlänga hållbarheten d v s det är i första hand fråga om att öka och fördjupa produktkunnandet.

Utvecklingen mot ökade möjligheter till automatisering av de livsmedelsindustriella processerna sker efter flera olika linjer:

- ökad flödesorientering av produktionen
- homogenisering och standardisering av råvarorna
- förändring av råvarorna för att underlätta automatiserad transport (pumpbarhet)
- utveckling av metoder för att mäta och kompensera förändringar i råvaruegenskaperna
- anpassning av recept och produktformning till ny tillverkningsteknik
- utnyttjande av kemiska bearbetningsprocesser (snabbare och lättare att styra) i stället för biologiska.

Den begränsade kompetensen inom många delbranscher samt det ringa intresset från leverantörssidan för mindre delbranscher gör dock att utvecklingen mot mer avancerade datorstödda styrsystem går långsamt i flera branscher. Å andra sidan borde den stora ägarkoncentrationen kunna utgöra en förutsättning för utvecklingsarbete och erfarenhetsutbyte mellan företagen i flera av delbranscherna. Hittills har denna möjlighet inte utnyttjats i någon större utsträckning. I övriga delbranscher är erfarenhetsutbytet när det gäller produktionsteknik och styrsystem av flera orsaker lågt eller obefintligt. Huvudsakligen sker det genom utrustningsleverantörer och konsultföretag.

I debatten om livsmedelsindustrin förknippas ofta stordrift och användning av datorstöd med sämre produktkvalitet, mindre smakskillnader o s v. Ett exempel är bageriindustrin där den industriella tillverkningen och utnyttjandet av olika metoder för att öka hållbarheten ifrågasatts från olika utgångspunkter. Genom ett ökat eget hushållsarbete kan konsumenterna dock kompensera vad man uppfattar som alltför höga priser eller sänkningar av kvaliteten hos livsmedlen. För att åter knyta an till bageriindustrin kan hembakningen nämnas som exempel.

Som framgått av de olika delbranschstudierna finns inom de flesta delbranscher inom livsmedelsindustrin en diskussion om hur ändrad produktionsteknik påverkar produkternas kvalitet och behovet av yrkeskunskaper. Att döma av utvecklingen hittills har argumenten om behovet av att bibehålla brett spridda yrkeskunskaper vägt lättare än de mera kortsiktiga ekonomiska argumenten för stordrift och ökad specialisering.

6 Textil- och konfektionsindustrin

6.1 Inledning

Textil- respektive konfektionsindustrin består vardera av en rad delbranscher med olika tekniska och marknadsmässiga förutsättningar. De fortsatta resonemangen där endast uppdelningen i textil- och konfektionsindustri utnyttjas innebär därför att problem och beskrivningar generaliseras i stor omfattning. Något annat är dock av tids- och utrymmesskäl inte möjligt. Framställningens tyngdpunkt ligger på konfektionsindustrin.

6.2 Branschstruktur

Alltsedan mitten av 1960-talet har den svenska tekoindustrin befunnit sig i ett bekymmersamt läge. Speciellt gäller detta konfektionsdelen. Orsaken är framför allt en ökad importkonkurrens. För många produktslag är importandelarna så höga som 90 %. Beträffande kläder svarade importen för ca 75 % av den värdemässiga tillförseln på den svenska marknaden 1979. Importen från låglöneländer uppgick värdemässigt till mellan 10 och 25 % av den totala importen på olika produktområden.

Produktionsvolymen för den svenska textilindustrin har sjunkit med i genomsnitt en procent per år under den senaste tioårsperioden. Motsvarande siffra för konfektionsindustrin är ca fem procent vilket innebär att produktionsvolymen mer än halverats under perioden. Särskilt utsatta delbranscher har inom textilindustrin varit vävnadsindustri och inom konfektionsindustrin damkonfektion.

Den sjunkande produktionsvolymen har medfört att sysselsättningen minskat avsevärt. Inom textilindustrin minskade antalet arbetsställen med mer än fem anställda med ca 30 % mellan 1970 och 1978 och sysselsättningen med ännu mer. Konfektionsindustrin i stort sett halverades vad beträffar antal arbetsställen och sysselsättning under motsvarande period. Tekoindustrin är koncentrerad främst till Älvsborgs län.

Tekoindustrin svarade 1978 för drygt fyra procent av sysselsättningen inom industrin som helhet och för knappt tre procent av det totala förädlingsvärdet.

Tekoindustrins internationella konkurrenskraft bestäms i första hand av det relativt sett höga svenska löneläget. Visserligen ligger produktiviteten i de svenska anläggningarna på en internationellt hög nivå men detta kan

endast kompensera marginellt för skillnaderna i löneläge. Det har också skett en utjämning mellan Sverige och andra industriländer i Västeuropa och lågprisländer ifråga om bl a produktionstekniskt kunnande, produktutformning och marknadsföring. Enligt beräkningar för år 1976 skulle den svenska konfektionsindustrin behövt öka produktiviteten med i storleksordningen 10–15 gånger för att få samma medelarbetskostnad på vanliga plagg som konkurrentindustrierna i asiatiska länder.

Under senare år har textilindustrin haft en gynnsammare produktivitetsutveckling än konfektionsindustrin. En av orsakerna till detta är de försörjningsberedskapslån som utgått till den textila basindustrin vilka utnyttjats för att förnya produktionsapparaten. Generellt sett har således den produktionstekniska standarden inom textilindustrin kunnat upprätthållas bättre än inom konfektionsindustrin. Den strukturomvandling som skett på textilsidan har lett till att de enheter som finns kvar kan utnyttja existerande stordriftsfördelar och tillämpa en med internationella mått avancerad teknik. Textilindustrin är också mer kapitalintensiv än konfektionsindustrin och har sedan länge haft karaktär av processindustri.

Konfektionsindustrin däremot har haft en låg investeringsnivå under 1970-talet betingad av sjunkande produktionsnivå och dålig lönsamhet. Med undantag för ett mindre antal tekniskt avancerade företag med konkurrenskraftig produktutveckling har en teknisk utarmning av branschen skett. Problemen inom branschen har också lett till svårigheter att rekrytera yrkesutbildad personal på alla nivåer i företagen. Exempelvis har en av orsakerna bakom satsningarna på datorstöd vid gradering (se nästa avsnitt) varit svårigheterna att rekrytera personal till den manuella graderingen. Osäkerheten beträffande branschens framtid har medfört att yrkesutbildningens volym skurits ned.

De svenska konfektionsföretagen är i hög grad beroende av den tekniska utveckling som bedrivs hos utländska maskintillverkare. Följden av detta är att man i ringa utsträckning kan påverka den tekniska utvecklingen vilket är speciellt ogynnsamt med tanke på att Sverige är ett höglöneland. Det finns således ett gap mellan tillgänglig teknik och teknik lämpad för korta serier och höga arbetskostnader, d v s den svenska konfektionsindustrins förutsättningar.

Enligt industriverkets utredning "Tekoindustrierna – Förutsättningar på kort och lång sikt" (SIND PM 1980:16) kan man fram till 1985 räkna med att försäljningen av tekoprodukter på den svenska marknaden utvecklas i något snabbare takt än den privata konsumtionen totalt. Liksom tidigare torde huvuddelen av efterfrågeökningen tillgodoses genom import. De svenska exportmöjligheterna kan bedömas som rätt begränsade. Produktionsvolymen inom textilindustrin väntas således minska med knappt en halv procent per år medan en minskning om mer än en procent per år förutses för konfektionsindustrin fram till 1985. Mot bakgrund av sjunkande produktionsvolym och en relativt svag förväntad produktivitetsutveckling beräknas sysselsättningen totalt sett inom tekoindustrierna minska från 38 000 anställda 1978 till 29 000 1985. Nedgången av såväl produktion som sysselsättning väntas därmed inte bli lika snabb som under 1970-talet.

Samhället har under en längre period satt in stödåtgärder av olika slag i tekoindustrin. Sammanlagda stödet 1970–80 har uppgått till ca 1 850 Mkr av

vilket huvuddelen, eller närmare 1 200 Mkr, avsett regional- och arbetsmarknadspolitiskt stöd.

6.3 Användningen av avancerade styrsystemtillämpningar

Textilindustrin

Textilindustrin var en av de allra första branscher som började tillämpa numerisk styrning av maskiner. Det gällde vävstolar med avancerad numerisk styrning i tre dimensioner (förutom längd och bredd också färg). För många av de övriga processerna inom textilberedningen exempelvis färgning, blekning, tvättning, torkning osv finns också datorbaserade styrsystem utvecklade. Ett svenskt företag, huvudsakligen inriktat på den internationella marknaden, marknadsför PC-system för såväl avgränsade processer som övervakning och styrning av grupper av maskiner. De senaste systemen tillåter interaktiv programmering i klartext anpassad till färgarens terminologi.

Vid automatiserad styrning av olika beredningsprocesser kan vinster göras bland annat i följande avseenden:

- ökat maskinutnyttjande genom förkortade processtider
- jämnare produktkvalitet (mindre nyanser) och minskad råvaru- och energiåtgång genom ökad reproducerbarhet dvs exaktare styrning av sköljtider, temperaturer, vattenmängder etc
- minskat behov av arbetskraft.

Systemen ger också möjlighet till omfattande uppföljning av processerna. Detta tillsammans med den ökade reproducerbarheten ger underlag för utveckling av processkunskapen. Utökad statistik över avbrott och andra fel kan utnyttjas för att förbättra det förebyggande underhållet. Automatisering av transporter av färgämnen och andra kemikalier innebär minskade miljörisker.

Teoretiska beräkningar ger vid handen att automatisering av färgeriprocesserna är mycket lönsamt med produktionsökningar per maskin på 10–30 procent och återbetalningstider för systemen på mellan ett och två år. I praktiken beror lönsamheten på en rad faktorer i det enskilda färgeriet exempelvis i vilken utsträckning den existerande maskinparken kan anpassas till automatiserad styrning, teknisk kompetens, arbetsorganisation, maskinuppställning osv. Mycket av vinsterna vid en väl genomförd automatisering kan ligga i att hela produktionen organiseras mer rationellt.

De svenska textilföretagen har ännu inte börjat tillämpa datorbaserad styrning av de tidigare nämnda beredningsprocesserna i någon större utsträckning. Investeringar i datorbaserad styrning utgör inte någon oöverkomlig kostnad för mindre företag jämfört med traditionell styrutrustning. En orsak till den begränsade spridningen kan vara att många textilföretag förnyade den tekniska utrustningen vid en tidpunkt då datorstödda styrsystem inte var kommersiellt tillgängliga i någon större omfattning. Enligt bedömningar från det ovan nämnda systemleverantörsföretaget brister maskintillverkarnas insikter i automationsområdet vilket kan vara en

anledning till att de svenska textilföretagen har svårt att införa automatiserad styrning på den existerande maskinparken. Den tekniska utvecklingen inom färgeriautomation går mot lätthanterliga, mindre system för avgränsade uppgifter.

Inom övriga delar av textilindustrin som t ex sömnad av lakan och andra textilier är automationsgraden relativt hög. På området finns svenska maskintillverkare som specialiserat sig på vissa produktområden. Företagen är relativt små och i hög grad exportinriktade ofta med ett unikt kunnande inom sina specialområden. På spinnerisidan finns system främst för produktionsuppföljning.

Konfektionsindustrin

Den mest avancerade datortillämpningen inom konfektionsindustrin brukar sammanfattningsvis benämnas *datorbaserad mönsterhantering*. I denna hantering ingår i stort tre moment:

- *Gradering* vid vilken grundstorleken omformas till visst antal storlekar genom givna graderingsregler.
- *Läggoptimering* som avser den arbetsoperation genom vilken de olika mönsterdetaljerna läggs ut på tyget före tillskärningen så att tygåtgången minimeras (läggbilden eller skärlayouten).
- Vid *projiceringen* överförs läggbilden till tyget genom antingen ritning, vilket utnyttjas vid manuell tillskärning, eller genom numerisk styrinformation vilket sker vid automatisk tillskärning.

Vid fullständig datorbaserad mönsterhantering läses grundstorleken in via ett koordinatbord (digitizer). Därvid definieras mönstrets geometriska karaktäristika som i kombination med motsvarande graderingsregler möjliggör graderingen. Inläsning av graderingsregler sker också via koordinatbordet. Efter graderingen lagras de graderade storlekarna i avvaktan på vidare användning. Här finns två möjligheter:

- Den datorbaserade mönsterhanteringen avbryts och slutresultatet tas ut i form av numeriska styrdata för utskärning av pappmallar i full storlek.
- Den datorbaserade mönsterhanteringen vidareutnyttjas genom att mönsterdetaljerna görs tillgängliga antingen på en grafisk bildskärm för interaktiv generering av läggbilder eller skärs ut i skala 1:5 för manuell dito. I det senare fallet återförs resultatet i form av läggpositioner till systemet via koordinatbordet. Vid den interaktiva genereringen av läggbilder beräknar systemet utfallet i tygåtgång för de olika alternativ som operatören bygger upp. Godkända lägg lagras efter kontroll för att vid behov tas ut som numeriska styrdata för rit- eller skärmaskin.

Datorbaserad gradering medför framför allt en större flexibilitet för företagen när det gäller att förändra t ex sortimentet. Manuell gradering är en synnerligen tidsödande process[1] men är med datorstöd en fråga om minuter. Vid tillverkning av varor med snabba modeväxlingar är denna flexibilitet ett viktigt konkurrensmedel. Dessutom minskar personalbehovet. Det är också utrymmesbesparande att lagra mönsterinformation i datorsystemet i stället för i form av skrymmande pappmallar.

[1] Att manuellt gradera exempelvis en kavaj kan ta en person omkring tio dagar.

Läggoptimering och automatisk tillskärning syftar framför allt till att minimera tygåtgången. Genomsnittligt kan man räkna med att spillet uppgår till 15 % av tygförbrukningen. Råvarukostnaderna inom konfektionsindustrin uppgår till omkring 40 % (enligt industristatistiken 1978) varför även små förändringar av tygutnyttjandet har betydelse. Läggoptimering och automatiserad tillskärning kan minska tygförbrukningen med i storleksordningen 3–5 procentenheter. Automatiserad tillskärning minskar också personalbehovet.

Utnyttjandet av datorstöd vid mönsterhanteringen har också för den svenska tekoindustrins del motiverats av svårigheter att rekrytera personal till arbetsuppgifter i anslutning till denna hantering.

På marknaden finns för närvarande två amerikanska system för datorstödd mönsterhantering. Systemen anses mycket avancerade men är också dyra. Nio svenska företag har investerat i sådana system varav fem kompletterat med automatiserad tillskärning. Bland annat mot bakgrund av de utländska systemens höga kostnader har STU/SIND[1] stött utveckling av ett moduluppbyggt billigare system (exklusive tillskärning) genom projektstöd till ett antal företag. Ett femtiotal företag av olika storlek utnyttjar via servicebyrå delar av detta system. Systemet eller delar därav är åtkomliga för företagen via teleanslutna terminaler där den principiella systemlösningen medger anpassning till varje enskilt företag. Dessa kan alltså själva välja hur mycket de vill investera i utrustning. Kompletterande service fås från servicebyrån. Det är mera valet av områden inom vilket företagen satsar sin kompetens än företagsstorleken som avgör huruvida man utnyttjar servicebyrå eller investerar i egen anläggning för datorstöd.

Beträffande själva sömnadsmomenten och övrig materialhantering finns med några få undantag inga mera avancerade installationer i Sverige. I allmänhet rör det sig om automater för begränsade tillverkningsmoment t ex att sy på ettiketter, kragar eller fickor, göra knapphål etc. Materialet matas för hand och en person övervakar ett antal maskiner, byter tråd osv. System med hög grad av automatisering för produktion av exempelvis byxor eller skjortor finns endast i utlandet där tillverkarna har tillräckligt långa tillverkningsserier för att motivera de omfattande investeringar som krävs. Den tekniska utvecklingen domineras av utländska utrustningsföretag och dessa har hittills huvudsakligen inriktat sitt utvecklingsarbete mot själva symaskinerna där man sökt att göra utrustningen för olika arbetsmoment mera flexibel genom möjligheter till enkel omprogrammering. Sedan en tid har man haft en utveckling mot s k integrerade arbetsstationer omfattande maskinenhet, hjälpmedel, drivutrustning och arbetsplatsutformning.

Det höga svenska löneläget har medfört att flera tekoföretag flyttat ut hela eller delar av tillverkningen till andra länder. Detta ställer krav på en effektiv planering av produktionen. Flera företag tillämpar för detta datorstödda system med vilka man snabbt kan kalkylera lämpligaste anläggning för att producera en viss beställning. En del av de företag som utnyttjar datorbaserad mönsterhantering kombinerar detta med sömnad utomlands.

[1] En utförligare redovisning av STU's stöd inom tekoområdet ges i kapitel 17 Forskning och utveckling i Sverige.

6.4 En utvecklingsteknisk analys

På uppdrag av STU har Chalmers tekniska högskola genomfört en utvecklingsteknisk analys inom konfektionsindustrin[1]. Den har ingått som ett led i planeringen av mera långsiktiga utvecklingsaktiviteteter för konfektionsindustrin efter de relativt kortsiktiga insatserna inom området datorstödd konstruktionsteknik/mönsterhantering. Studiens resultat och förslag till åtgärder refereras kortfattat nedan med tyngdpunkt på sådant som rör utnyttjande av datorstöd vid produktionsstyrning och -planering.

Den bedömning som legat till grund för projektets syfte och inriktning är att den produktionstekniska utvecklingen bör inriktas på de produktionsavsnitt som har de största direkta lönekostnaderna nämligen sömnadsavsnitten. Ca 75 % av kostnaderna för direkt lön i den svenska konfektionsindustrin hänför sig till sömnadsarbetet. Viktigt är att höja automationsgraden inom dessa led med bibehållen eller ökad flexibilitet för att möta kraven på snabba modeförändringar och korta leveranstider.

I studien ingick också en kartläggning av FoU-arbetets inriktning hos de största tillverkarna av sömnadsutrustning i världen. Med utgångspunkt från denna kartläggning finns ingen anledning anta att några mera omvälvande tekniska nyheter kommer att presenteras under de närmaste åren. Enligt företagens bedömningar kan man på längre sikt förvänta viktiga tekniska förändringar inom områdena materialhantering inom och mellan sömnadsstationer, närstyrning av materialet i sömnadsmomenten samt datorbaserade produktionsstyrsystem med stor flexibilitet vad gäller material, arbetsflöde och seriestorlekar.

Enligt studiens slutsatser och rekommendationer för den svenska konfektionsindustrins del gäller det framför allt att genom åtgärder av typ branschanpassad arbetsgivaravgift, investeringsstöd, importrestriktioner etc skapa ett andrum för konfektionsbranschen. Andrummet skall utnyttjas för att åstadkomna nödvändiga förbättringar inom olika områden bland annat beträffande den produktionstekniska utvecklingen.

Denna utveckling bör koncentreras till två huvudområden, dels materialhantering i bred bemärkelse[2], dels material- och produktionsstyrning. Insatserna bör koncenteras till "området närmast nålen" därför att relativt små vinster finns att göra beträffande utveckling av själva symaskinen och dessutom saknas svensk kompetens för ett utvecklingsarbete inom detta område. Med "området närmast nålen" menas exempelvis närstyrning av maskinoperationer (adaptiv styrning av över- och undermatningen vid sömnad) och hantering av plaggdetaljer i anslutning till symaskinen. Utvecklingsarbetet inom de båda huvudområdena ovan avses omfatta olika former av datorstöd exempelvis inom material- och produktionsstyrning utveckling av minidatorbaserade system för ordernedbrytning, materialbehovsplanering och beläggningsplanering.

Förslagen kräver nya organisatoriska former för det konfektionstekniska utvecklingsarbetet, bland annat närmare samarbete mellan utrustningsleverantörer och användarföretag. Den utvecklingstekniska studien kommer att följas av en djupstudie med teknikvärdering inom datorområdet.

[1] Utvecklingsteknisk analys inom konfektionsindustrin – Tekniska möjligheter för den svenska konfektionsindustrin. STU-information nr 165 – 1980.

[2] Ett STU-finansierat projekt med denna inriktning bedrivs för närvarande på institutionen för textilteknologi vid Chalmers i Göteborg.

6.5 Framtida utveckling

Slutsatserna i detta avsnitt bygger till en del på det material som redovisas i den ovan refererade utvecklingstekniska analysen.

Det är inte realistiskt att räkna med att skillnaderna i löneläge mellan tekoindustrin i Sverige och den i de viktigaste konkurrentländerna kommer att utjämnas under överskådlig tid framöver. Det är heller inte möjligt för den svenska industrin att hålla en i väsentliga avseenden mer avancerad produktionsteknologisk nivå än konkurrentländerna eftersom den tekniska utvecklingen nästan helt sker utomlands. Satsningarna på produktionsteknisk forskning och utveckling inom tekoområdet har hittills haft mycket liten omfattning i Sverige. En av orsakerna är att företagen med den pressade lönsamhet som rått varit helt upptagna med de dagsaktuella problemen.

Mot bakgrund av ovanstående är det således inte rimligt att tro att krisen för svensk tekoindustri kan lösas enbart genom automatisering och satsning på rationellare produktionsteknik. Sådana åtgärder kan endast vara komplement till en vidare satsning på kunskapsutveckling inom företagsledning, marknadsföring, design/konstruktion samt produktutveckling inom områden där svensk tekoindustri fortfarande besitter unik kompetens. Det är inte heller enbart fråga om att tillämpa helt ny produktionsteknik. Enligt vissa översiktliga bedömningar skulle produktiviteten i de svenska anläggningarna kunna öka med i storleksordningen 15–20 % om varje företag använde den tekniskt/ekonomiskt mest lämpade utrustning som finns tillgänglig idag.

När det gäller tekniska förändringar inom den svenska konfektionsindustrin väntas datorstöd framför allt utnyttjas i följande sammanhang:

- system för tillverkning av individanpassade plagg med automatisk individuell måttagning
- system för automatisk vävinspektion som, integrerad med datorstödd läggning, kan reducera arbetskostnaden i tillskärningen med mer än 50 %
- styrning av sömnadsautomater med hjälp av data från automatskärmaskiner i kombination med automatiserade system för matning och materialhantering. Dessa kan ge mycket stora rationaliseringsvinster
- styrning av pressar samt helautomatiska system för lagerhantering.

Det kan tilläggas att storleken av de vinster som kan göras genom en väsentligt ökad automatisering av själva sömnadsmomenten är en inom tekoindustrin livligt diskuterad fråga.

Internationellt pågår också en utveckling av CAD-system[1] för design och plaggkonstruktion. Tänkbara funktioner hos sådana system skulle bland annat kunna vara plaggkonstruktion med standardiserade mönsterbitar samt optimering av konstruktionerna med avseende på exempelvis tygåtgång, sömnadsarbetets omfattning samt kraven på omställning av maskinerna. Att integrera sådana funktioner med datorstödd gradering är en viktig tänkbar utveckling. CAD-system innebär en mycket stor investering som endast de största företagen har möjlighet att göra. Möjligen finns det utrymme för samarbete mellan de mindre företagen beträffande investeringar i automa-

[1] Computer Aided Design (CAD) = datorstödd konstruktion. Även de tidigare beskrivna systemen för datorstödd mönsterhantering kan betraktas som en form av CAD-system. För en utförlig beskrivning av CAD- och CAM (Computer Aided Manufacturing)-system inom industrin hänvisas till rapporten "Datateknik inom verkstadsindustrin – datorstödda konstruktions- och tillverkningssystem" (SOU 1981:10).

tiserad tillskärning och CAD-system där tekniken är för kostsam för att företagen på egen hand skall kunna skaffa den.

Liksom i många andra branscher syftar automatiseringen inom konfektionsindustrin delvis till att minska företagens beroende av yrkesskickligheten hos enskilda anställda, i det här fallet främst sömmerskor. Eftersom så mycket av det tekniska utvecklingsarbetet är inriktat mot de arbetsintensiva sömnadsmomenten torde stora effekter för sysselsättningen vara ofrånkomliga även om de största effekterna följer av andra faktorer än tekniken. Som framgått av den tidigare beskrivningen är den tekniska kompetensen inom tekoindustrin generellt sett ganska låg. En höjning av den produktionstekniska standarden torde bland annat förutsätta olika slag av fortbildning av de inom branschen verksamma teknikerna. Ett sådant initiativ har nyligen tagits av institutionen för textilteknologi vid Chalmers tekniska högskola i Göteborg inom vilken man planerar att anordna utbildning med inriktning mot automatiseringsteknik inom tekoindustrin. Utbildningen, som skall ges i samarbete med datatekniskt inriktade institutioner, avses preliminärt beröra områden som datorstödda produktionsstyrsystem, CAD/CAM-system, tillämpningar av mikroelektronik vid automatisering m m. Den första kursen om 10 poäng beräknas komma igång höstterminen 1982.

Enligt SIND's utredning "Importkonkurrerande hemmamarknadsindustri" (SIND 1979:3) har den svenska tekoindustrin en relativt gynnsam storleksstruktur på de flesta produktområden. Så länge en relativt arbetsintensiv produktionsteknik tillämpas är stordriftsfördelarna av begränsad omfattning. I den utvecklingstekniska analysen görs bedömningen att om det nuvarande konkurrensläget för svenska konfektionsföretag består, är det troligt att i medeltal två tredjedelar av sömnadsarbetet kommer att vara förlagt utomlands inom en femårsperiod. De företag som har de bästa konkurrensförutsättningarna är dels små företag med stor flexibilitet och små administrativa kostnader, dels företag tillräckligt stora för att systematiskt kunna utnyttja ny teknik och avancerad marknadsföring. En grupp mellanstora företag som också har goda förutsättningar att konkurrera är de som är inriktade mot arbets- och yrkeskläder. På grund av den stabilare efterfrågestrukturen kan dylika företag, även av måttlig storlek, uppnå lönsamma serielängder och en stabil produktion.

7 Sågverk

7.1 Branschstruktur

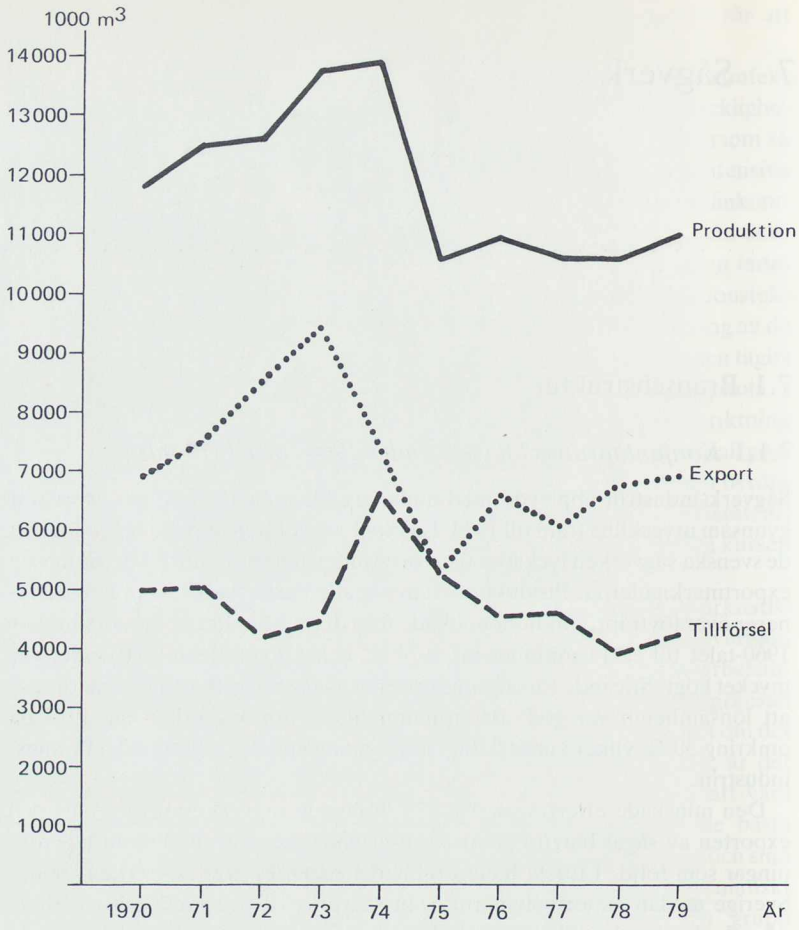
7.1.1 *Konjunkturutvecklingen under 1960- och 1970-talen*

Sågverksindustrin upplevde med undantag för åren 1965-67 en i stort sett gynnsam utveckling fram till 1974. En ökad produktion uppnåddes genom att de svenska sågverken lyckades öka försäljningen framför allt på de viktigaste exportmarknaderna. Produktionen av sågade barrträvaror, som helt dominerar över lövträproduktionen, ökade från drygt 11 miljoner m^3 vid slutet av 1960-talet till ca 14 miljoner m^3 1974 då också kapacitetsutnyttjandet var mycket högt. Stigande försäljningspriser och låga råvarukostnader medförde att lönsamheten var god. Bruttomarginalerna för sågverken låg 1974 på omkring 30 % vilket var åtskilligt över genomsnittet för hela tillverkningsindustrin.

Den minskade efterfrågan 1974/75 drabbade sågverksindustrin hårt och exporten av sågat barrträ sjönk kraftigt båda dessa år med stora lagerökningar som följd. I första hand drabbades exporten från sågverken i södra Sverige medan exportvolymerna från sågverken i Svealand och Norrland påverkades mindre. Orsaken till detta var att sortimentet från sågarna i de södra delarna av landet (konstruktionsvirke) blev mindre konkurrenskraftigt på den internationella marknaden jämfört med snickerivirket som främst produceras vid de norrländska sågarna. Utvecklingen för produktionen, exporten samt tillförseln på den svenska marknaden av sågade trävaror under 1970-talet åskådliggörs i figur 7.1.

Den gynnsamma situationen före 1974 och det höga kapacitetsutnyttjandet medförde att produktionskapaciteten inom sågverksindustrin byggdes ut kraftigt. Den genomsnittliga kapitalintensiteten, beräknad som kapitalstocken i fasta priser per anställd, ökade med närmare 15 % per år mellan 1972 och 1976. Detta medförde att kapitalintensiteten inom sågverksindustrin kom att ligga väsentligt över genomsnittet för hela industrin. Kapacitetsutbyggnaden skedde också främst i södra Sverige med ökad konkurrens om råvarutillgångarna som följd. Utbyggnaden fick fullt genomslag 1976 då kapaciteten vid sågverken kan beräknas ha uppgått till omkring 17 miljoner m^3 sågat virke per år. Samtidigt sjönk produktionen till under 12 miljoner m^3 per år. Underhand har en neddragning av produktionskapaciteten skett och den beräknades under 1980 uppgå till ungefär 15 miljoner m^3 per år.

Det låga kapacitetsutnyttjandet åren efter 1974 samt ökande kapitalkost-



Figur 7.1 Produktion, export[1] samt inhemsk tillförsel av sågade barrträvaror 1970 – 1979. Tusentals m³.

Källa: SCB; SM Iv 1971:9, 1973:17, 1975:60, 1980:5.9.

[1] Omfattar även hyvlade varor.

nader medförde att lönsamheten inom sågverken sjönk drastiskt. 1976 uppgick bruttomarginalen endast till omkring 10 %.

Under 1979 och fram till hösten 1980 förbättrades situationen dock något som en följd av ökad efterfrågan med stigande priser. Svårigheter med råvarutillgången, speciellt för sågverken i södra Sverige, medförde dock att produktionen inte ökade nämnvärt. Enligt bedömningar i branschen uppgick den genomsnittliga överkapaciteten inom sågverksindustrin under 1980 till mellan 25 och 30 %.

7.1.2 *Företagsstruktur och sysselsättning*

De svenska sågverken kan indelas i tre typer med utgångspunkt från produktionsinriktningen:

1. Sågverk som producerar sedvanliga bulksortiment av traditionella dimensioner och kvaliteter. I dessa företag går försäljningen ut på att hos större kunder söka placera en så gynnsam produktmix som möjligt med

hänsyn till den råvara man har. Produktionen sker i stor ut sträckning mot lager.

2. Sågverk som är specialiserade på högfrekventa byggeridimensioner eller vissa byggkomponenter. Sortimentet vid dessa verk är relativt begränsat.
3. Sågverk som genom stor flexibilitet kan tillmötesgå olika kunders krav på specialdimensioner och kvaliteter. Produktionsplaneringen utgår från enskilda kunder. Lagertillverkning av standardsortiment är av underordnad betydelse. Denna inriktning av verksamheten passar bäst för sågverk med en produktion upp till ca 50 000 m³/år. Vid större produktion blir den totala driftplaneringen alltför omfattande.

Självfallet finns det ett stort antal sågverk som inte passar in i någon av dessa typer. Huvuddelen av landets sågproduktion kommer från sågverk inom den första gruppen. Av stor betydelse för bedömningen av sågverksindustrins utveckling och möjligheter är dock det faktum att branschen inte är homogen utan består av företag med högst olika förutsättningar och inriktning när det gäller råvara, produktionsteknik, sortiment, marknadsstrategi o s v.

Sågverksindustrin är utpräglat småföretagsdominerad trots en snabb nedläggning av sågar från slutet av 1950-talet. Mellan 1950 och 1973 lades ca 3 500 företrädesvis små[1] sågverk ner vilket utgjorde närmare hälften av det totala antalet vid periodens början. Enligt de preliminära resultaten av 1979 års sågverksinventering uppgick antalet sågar i drift detta år till knappt 2 500 vilket innebar en minskning med drygt ett tusen enheter jämfört med 1973. Av denna minskning avsåg drygt 950 enheter små sågar. Ännu 1979 hade dock närmare 85 procent av de i drift varande sågverken en produktion som väsentligt understeg 5 000 m³ sågat virke per år. Dessa små sågverk, huvudsakligen s k husbehovssågar med säsongbetonad drift, svarade för cirka 6,5 procent av den totala produktionen. Den ringa betydelsen från produktionssynpunkt utesluter naturligtvis inte att småsågarna kan ha betydelse för den lokala sysselsättningen på vissa orter.

Sågverksindustrins struktur uppvisar vissa regionala olikheter. I Norrland är de större sågarna mer dominerande jämfört med situationen i södra Sverige. De små sågarna är i allmänhet familjeägda sågar som saknar egna råvarutillgångar (köpsågar) medan större sågar ofta ingår i skogsbolag med tillgång till råvara inom företaget.

Sysselsättningen inom sågverksindustrin nådde en topp 1974 men har sedan dess minskat. Sågverksindustrin har stor betydelse för sysselsättningen på ett stort antal enskilda orter i olika delar av landet, främst i glesbygderna. Tabell 7.1 visar produktions- och sysselsättningsutveckling för sågverk och hyvlerier med fem eller fler anställda under 1970-talet.

Tabellen och den tidigare redovisade figuren 7.1 visar tydligt det kraftiga konjunkturomslaget 1974/75 och den långsamma återhämtning som därefter skett.

[1] Med en kapacitet mindre än 5 000 m³ sågat virke per år.

Tabell 7.1 Sysselsättning, salu- och förädlingsvärden i löpande priser samt antal arbetsställen för sågverk och hyvlerier (SNI 331111) under 1970-talet

	1970	1972	1974	1975	1976	1977	1978
Antal anställda	24 685	24 372	28 712	26 217	25 773	24 446	23 672
Saluvärde, Mkr	3 274	3 755	7 773	6 103	7 144	7 713	7 963
Förädlingsvärde, Mkr	1 536	1 505	3 587	2 248	2 380	2 408	2 529
Antal arbetsställen	900	820	808	777	738	699	649

Källa: SOS Industri.

7.1.3 *Investeringsutveckling och kostnadsstruktur*

Som nämndes inledningsvis medförde den höga vinstnivån inom sågverksindustrin 1973–1974 att kapaciteten byggdes ut kraftigt. Tabell 7.2 visar investeringsvolymens utveckling under 1970-talet.

Tabell 7.2 Investeringar inom sågverk, hyvlerier och träimpregneringsverk (SNI 33111) 1970-79. Mkr, 1975 års priser

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Byggnader och anläggningar	81	111	117	194	248	244	164	118	72	79
Maskiner	172	223	255	375	605	455	380	282	208	244
Summa	253	334	372	569	853	699	544	400	280	323

Källa: SCB, SM F 1980:6.2.

De omfattande investeringarna omkring mitten på 1970-talet, som främst rörde sönderdelningslinjer för klentimmer och efterbearbetningsutrustning, resulterade dels i en kapacitetsutbyggnad, dels i en avsevärd mekanisering och rationalisering. Den potential för ökning av produktiviteten som skapats genom den omfattande investeringsverksamheten har dock ännu inte kunnat realiseras på grund av det låga kapacitetsutnyttjandet. Enligt SCB's investeringsenkät förutses en väsentlig ökning av investeringarna under 1980 och en mera dämpad aktivitet för 1981.

Den helt dominerande kostnadsposten för sågverken är råvaran vilket medför att råvaruutbytet är av mycket stor betydelse för det ekonomiska utfallet. Utbytet minskar i allmänhet med ökande sågverksstorlek och beror dessutom av sågtimrets dimension, kvalitet och avsmalning, mekaniseringsgraden inom skogsbruket, kvaliteten på postningen m m. Tabell 7.3 redovisar kostnadsstrukturen för sågverk och hyvlerier 1978.

Tabell 7.3 Fördelning på kostnadsslag av redovisade kostnader inom sågverk och hyvlerier (SNI 331111) 1978. Vissa gemensamma kostnader ingår inte

Kostnadsslag	Andel %
Råvaror	75,4
Bränsle och elenergi	2,9
Löner	18,6
Emballage, transporter m m	3,1
Summa	100,0

Källa: SOS Industri

Såväl råvaru- som försäljningspriser har ökat mycket kraftigt för sågverken och hyvlerierna under 1970-talet. Producentprisindex för branschen har exempelvis ökat med mer än 300 procent sedan 1972.

Utredningar har visat att det inte finns några markanta skalfördelar för de allra största sågarna (med en årskapacitet överstigande 200 000 m^3 sågat virke). Samordningsvinster kan dock göras i råvaruhantering, efterbehandling och marknadsföring. Stordriftsfördelarna i produktionen motverkas av de ökande kostnader som följer med ett större upptagningsområde för sågtimret. Mindre sågverk har ofta en bättre kontakt med marknaden och genomsnittligt ett högre råvaruutbyte jämfört med de större och mer mekaniserade sågverken. Som en sorts "minsta storlek" som måste uppnås för att åstadkomma en ekonomisk produktion brukar kapaciteten 25 000 m^3 sågat virke per år anges.

De minsta sågverken har dock en avgjort ogynnsammare kostnadsbild än övriga företagskategorier åtminstone om man tilllämpar samma krav på avskrivningar och kapitalavkastning. Många husbehovssågar torde dock drivas utan att sådana kalkylkrav tillämpas exempelvis då anläggningen redan kan betraktas som helt avskriven.

7.1.4 *Marknads- och efterfrågeförhållanden*

Förbrukningen av trävaror avgörs huvudsakligen av bostadsbyggandets omfattning och inriktning. Av den svenska förbrukningen av sågade trävaror räknar man med att 30 till 40 procent går till den träbearbetande industrin medan resten går till områdena "byggnadsverksamhet" och övrigt. Det markant ökade småhusbyggandet i Sverige och andra länder under 1970-talet har således delvis motverkat den nedgång i förbrukningen av sågade trävaror som annars hade följt av den totala nedgången i bostadsbyggandet.

Den viktigaste exportmarknaden för svensk sågverksindustri är de västeuropeiska länderna. För närvarande bedöms dock de svenska sågverken ha relativt begränsade möjligheter att väsentligt öka försäljningen på dessa marknader. Exporten till andra delar av världen har visserligen ökat under 1970-talet men kommer förmodligen att vara mindre betydelsefull från volymsynpunkt under överskådlig tid framöver.

För de svenska sågverkens del har intresset därför kommit att riktas alltmer mot möjligheterna till ökad vidareförädling och ändamålsanpassning

av produktionen. Förutsättningen för att åstadkomma detta är att sågverken genom effektivare produktion kan konkurrera med de led som för närvarande utför motsvarande förädlingsaktiviteter d v s dels distributionsledet, dels slutanvändarna. Den vidareförädling som hittills kommit till stånd är hyvling av virket vars andel av den totala virkesexporten ökat under senare år.

Främst den del av produktionen som går till den träanvändande industrin skulle kunna bli föremål för vidareförädling. Man kan skilja på två typer av vidareförädling; dels bearbetning av typen klyvning, hyvling, impregnering eller hållfastighetssortering av bulkprodukter, dels vidareförädling som innebär en gradvis större ändamålsanpassning av produkten till behoven hos en viss bransch, kundkategori eller bestämd kund. De olika slagen av vidareförädling ställer väsentligt skilda krav när det gäller förändringar inom sågverksindustrin och distributionsledet.

Enligt industridepartementets bedömning[1] är möjligheterna att marknadsföra vidareförädlade trävaror på den svenska marknaden goda. Efterfrågan på högförädlade varor bedöms dock förbli begränsad jämfört med efterfrågan på lågförädlade produkter för byggnadsverksamhet och emballageindustri. När det gäller exportmarknaderna har statens industriverk, SIND, nyligen genomfört en kartläggning av avsättningsmöjligheterna för olika typer av produkter.

Det kan påpekas att möjligheterna att öka vidareförädlingen vid sågverk med olika produktionsinriktning är en inom branschen livligt diskuterad fråga. Under alla omständigheter torde det dock stå klart att sågverken åtminstone för tiden fram till mitten av 1980-talet måste uppnå lönsamhet huvudsakligen genom tillverkning av bulkvaror.

7.1.5 *Utvecklingstendenser*

Genom fortsatt rationalisering och nedläggning av produktionsenheter kan sysselsättningen inom sågverksindustrin förväntas fortsätta att minska. Höga råvarupriser kommer att medföra att investeringarna i första hand inriktas mot utbyteshöjande insatser och i andra hand mot kapacitetsökningar. På sikt måste kapaciteten och produktionsnivån (råvarutillgången) bättre anpassas till varandra för att inte ett lågt kapacitetsutnyttjande skall urholka lönsamheten. Den sammanlagda kapaciteten är dock inte något entydigt begrepp eftersom den bland annat påverkas av dimensionerna på den råvara som utnyttjas.

Ökad vidareförädling och kundanpassning av produktionen förutsätter att sågverken kan utveckla nya verksamhetsformer. Exempelvis krävs bättre kunskaper om marknaderna och kundernas behov, särskilt om vidareförädlingen riktas mot exportmarknaderna. Formerna för kontakter med kunderna och distributionsledets uppbyggnad och funktion kan behöva omprövas och utvecklas. En ökad kundanpassning förutsätter mera avancerade system för produktionsplanering. Specialisering och vidareförädling kan kräva nya former av samarbete mellan sågverken för att garantera kunderna leveranssäkerhet. Ökade satsningar på forskning och utveckling är också av stor betydelse.

Från industriverkets sida har föreslagits att sågverken införlivas i det

[1] Redovisad i promemorian Skogsindustrinnuläge och utvecklingsmöjligheter, Ds I 1979:5.

pågående branschprogrammet för den träbearbetande industrin. I ett branschprogram skulle då ingå utbildningsinsatser, struktur- och omställningsstöd samt bidrag till exportfrämjande åtgärder av i första hand marknadskartläggande karaktär. Verkets insatser hittills har främst gällt att kartlägga förutsättningarna för ett ökat samarbete mellan sågverken och deras kunder när det gäller vidareförädling samt att finna nya former för att stimulera ett sådant samarbete. Ett led i detta arbete har varit en kartläggning av de svenska sågverkens utrustning, kapacitet och leveransmöjligheter. Som tidigare nämnts har industriverket också bedrivit en omvärldsanalys för att kartlägga exportmöjligheterna för den svenska sågverksindustrin. När det gäller samhälleliga åtgärder av andra slag är det främst tillgången på råvara som är aktuell. Sedan flera år görs en särskild prövning vid varje utbyggnad av den skogsbaserade industrin.

I den analys av sågverksindustrins problem som på industridepartementets uppdrag utförts av direktör Johan Åkerman belyses bland annat behovet av statliga strukturåtgärder för sågverksindustrin. Sammanfattningsvis kan sägas att enligt utredaren bör ambitionsgraden hos ett sådant program vara måttligt och basera sig på en uppmuntran av frivilliga åtgärder siktande mot ett ökat samarbete mellan sågverken. På grund av de olika förutsättningarna i olika delar av landet och möjligheterna att samla in information bör ett program för att underlätta branschens strukturomvandling vara regionalt baserat.

Enligt uppgift har cirka 120 offentliga och andra utredningar med anknytning till sågverksindustrin producerats under de senaste tio åren (d v s i genomsnitt en per månad). Det torde inte vara någon överdrift att påstå att det omfattande utredningsarbete som nedlagts hittills avsatt tämligen begränsade resultat. De åtgärder som vidtagits av olika myndigheter har inte heller samordnats i någon större utsträckning. En av förklaringarna till detta kan vara att de åtgärder som föreslagits i olika utredningar inte i tillräcklig utsträckning utgått från de skilda förutsättningar som föreligger för olika kategorier av sågverk. Därigenom har förslagen inte heller fått erforderlig anslutning från företagen i branschen.

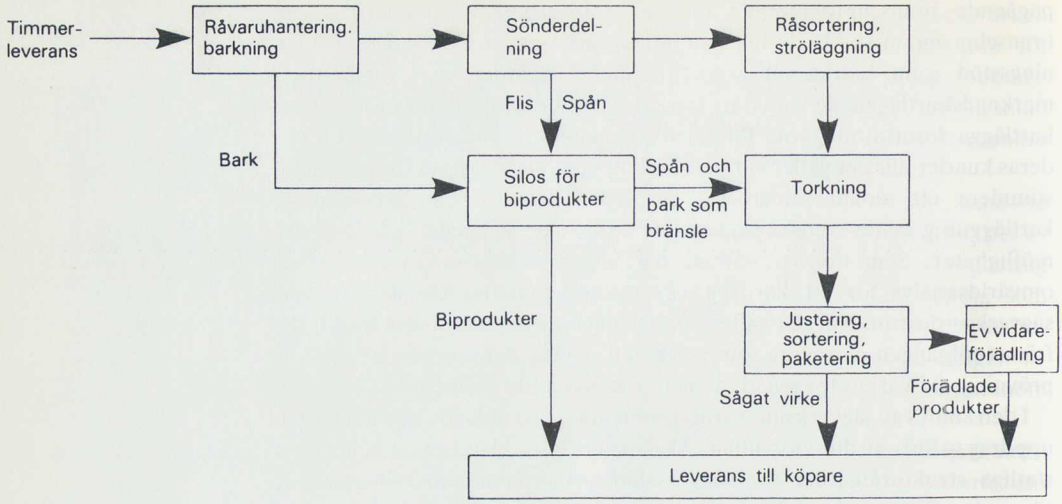
7.2 Användningen av avancerade styrsystem inom sågverksindustrin

7.2.1 *Inledning*

Som ett underlag för den fortsatta framställningen skall först ges en mycket översiktlig beskrivning av bearbetningsprocessen vid ett sågverk. Framställningen bygger till stor del på ett motsvarande avsnitt i industriverkets utredning "Sågverksindustri och skivindustri", SIND 1977:7. Figur 7.2 visar de olika processtegen.

Redan i skogen kapas trädstammarna, *apteras*, så att sågtimret (grova, raka delar) skiljs från massaveden (klena stammar och toppar).

Råvaruhanteringen vid ett sågverk omfattar *inmätning*, vanligen *sortering* efter trädslag och dimension samt *barkning*. Inmätningen eller vederlagsmätningen utförs av personal från den oberoende virkesmätningsföreningen



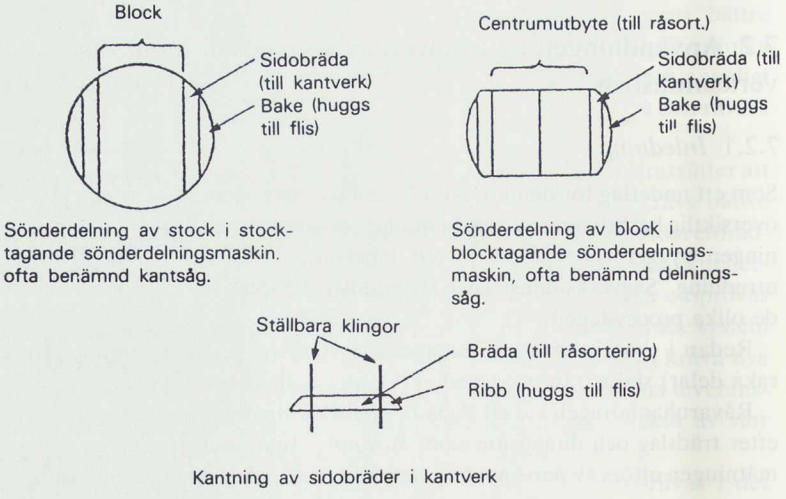
Figur 7.2 Sågverkets processteg.

Källa: Sågverksindustri och skivindustri, SIND 1977:7.

och syftar till att ge underlag för betalningen till råvaruleverantören. Dimensionssortering av timret före sågningen sker vid de flesta större sågverken. Syftet med denna är att minska behovet av omställning av sågmaskinerna mellan stockarna. Detta är nödvändigt i såglinjer där sådan omställning fordrar avbrott i sågningen. En del såglinjer kan visserligen ställas om mellan stockarna men kapaciteten blir högre om timret först sorteras efter dimension. Inmätning och sortering av timret sker numera vid de flesta större och medelstora sågverk med hjälp av halv- eller helautomatiska mikro- eller minidatorbaserade mätningssystem. Den automatiska inmätningen kan kompletteras av operatör.

Barkning skedde tidigare i skogen, men har överflyttats till sågverken där barken ofta används vid eldning av panncentraler för virkets torkning.

Innebörden av vissa begrepp vid sågningen, vanligen kallad *sönderdelningen*, förklaras i figur 7.3.



Figur 7.3 Grundläggande begrepp i sönderdelningsprocessen.

Källa: SIND.

I såghuset organiseras söderdelningsmaskinerna i en eller flera såglinjer, som var och en består av en eller flera sågmaskiner. Utvecklingen av maskinsystemen har inneburit att kombinationer av olika maskiner blivit vanliga. Man kan skilja mellan tre huvudtyper av sågmaskiner nämligen *cirkelsågar, ramsågar* och *bandsågar.* Omställning av en ramsågmaskin kräver, i motsats till de två andra sågtyperna, att sågningen avbryts. Under de senaste åren har ramsågverkens andel av den totala produktionen minskat medan cirkelsågarnas och bandsågarnas andel ökat. Samtliga sönderdelningsmetoder förekommer dock fortfarande i nybyggda sågverk.

En annan typ av maskin är som *planreduceraren* som består av två vertikala, mot varandra stående skivor med huggknivar. Skivorna är inställda för önskad blockbredd. Dessa skivor fräser bort stockens sidor så att ett block blir kvar. Allt sidomaterial utanför blocket blir till flis. På senare år har s k *klentimmerlinjer* med två efter varandra stående planreducerare byggts. Efter att ha passerat den första maskinen vänds stocken på sidan och blir efter att ha passerat den andra maskinen ett block, som därefter kan delas av en eller flera cirkelklingor. Planreducerarens konstruktion möjliggör automatisk inmatning och hög arbetshastighet. En eller flera planreducerare kan kombineras med cirkel- eller bandsågar till olika typer av sönderdelningslinjer.

För att slippa dimensionera sönderdelningsmaskinerna efter stockarnas största rotdiameter inleds sönderdelningsprocessen ofta med en *rundreducerare* som "svarvar" bort eventuella rotansvällningar.

Bedömningen av hur stockarna skall sågas och inställningen av sågmaskinerna kallas *postning.* Den kan ske för varje dimension av stockar eller för varje stock individuellt. Val av klassgränser samt antal klasser vid dimensionssortering av timret, val av postning samt frekvensen för postningsbyten är med varandra sammanhängande överväganden där hänsyn måste tas till en rad faktorer på såväl råvaru- som marknadssidan för att ett maximalt råvaruutbyte skall uppnås. Systemen för postning varierar mellan erfarenhetsmässig postning för maximalt volymutbyte och datorbaserade system som även tar hänsyn till försäljningssituation och prisstrukturen på marknaden för olika dimensioner och kvaliteter. Postningen och den efterföljande inriktningen av stockarna i sågmaskinen avgör i hög grad volymutbytet av råvaran. Viss betydelse har också snittvidden (spån är den minst värdefulla biprodukten) vilken varierar mellan olika typer av sågmaskiner. Denna skillnad blir dock allt mindre.

Sidobräder från kant- och delningssåg hanteras i *kantverk.* Kantverket har två ställbara klingor med vars hjälp de sneda kanterna (vankanten) på sidobräderna avlägsnas. Numera kombineras klingorna ofta med huggverktyg för direkthuggning av ribb till flis. Inställning av klingor och inriktning av bräder kan ske manuellt eller, som i de modernaste verken, helt automatiskt med hjälp av olika datorbaserade optimeringsmodeller.

Efter sönderdelning och kantning *råsorteras* virket efter bredd och tjocklek samt staplas till s k torkpaket. Vid sågverk som inte dimensionssorterar timret före sönderdelningen blir råsorteringen och kraven på investeringar i utrustning för denna process i gengäld av större omfattning. Automatiserade system för råsortering förekommer i stor utsträckning.

Torkning, som därefter vidtar, sker vid större sågverk vanligen i

uppvärmda torkanläggningar medan friluftstorkning fortfarande förekommer vid mindre sågverk sommartid (10–15 procent av den totala produktionen torkas i öppna brädgårdar). Fördelen med artificiell torkning är att torktiden förkortas, vilket medför att mindre kapital behöver bindas i lager under torkning. Värmen till torkanläggningarna fås vanligen från egen panncentral som eldas med bark, spån eller olja.

Efter torkningen, som kan medföra skador och kvalitetsförluster, *sorteras* virket efter kvalitet och *kapas* till önskad längd. Dessa operationer sker i moderna sågverk i s k justerverk med olika inslag av automatik och datorstöd. I alltfler sågverk görs råsortering och justering i ett sammanhang. Detta gäller främst små timmerdimensioner. Det justerade virket läggs i paket, pressas och bandas och är sedan färdigt för leverans.

Sammanfattningsvis kan sägas att den teknik som utnyttjas vid sågverken i sig är rätt gammal. De nya teknikerna är främst reducerarna (planreducerare, rundreducerare och reducerkantverk) samt datorstödd automatiserad inläggning. Det senare utnyttjas främst i automatkantverken och har helt nyligen börjat utnyttjas i blocktagande maskiner. Vad som skett genom den tekniska utvecklingen under senare år är främst en ökad automatisering och mekanisering av transporter och timmerhantering. Olika slag av maskiner har kombinerats till mer integrerade bearbetningslinjer med högre kapacitet. Genom mekaniseringen har många tunga arbeten och svåra arbetsmiljöer avskaffats. Nedläggningen av små sågverk har också delvis betingats av att dessa inte kunnat svara upp mot de ökade miljökraven. Allmänt kan sägas att utvecklingen resulterat i en betydligt höjd produktivitet men att råvaruutnyttjandet totalt sett påverkats i mindre utsträckning.

Enligt sågverksinventeringarna förbrukades 1.99 m^3 råvara fub (fast mått under bark) per m^3 sågad färdig vara 1973. Motsvarande råvaruförbrukning 1979 var 1.97 m^3 vilket innebär att råvaruutnyttjandet förbättrats med i storleksordningen en procent. Sågverken anses från snävt teknisk synpunkt ha goda förutsättningar att utvecklas till en modern högautomatiserad processindustri. I en sådan utveckling spelar datorbaserade system för produktions- och processtyrning en central roll.

7.2.2 *Datorstödets inriktning*

7.2.2.1 Krav på styrning

De styrsystem som finns på olika nivåer i ett sågverks produktionsprocess har självfallet olika syften. För det första kan man tala om sådan styrning som syftar till att maximera det volyms- och kvalitetsmässiga utbytet av en viss råvara i olika tillverkningsled. Detta kan ske genom bättre system för kvalitetsklassning, högre precision vid inläggning och sönderdelning, minimering av torkförluster etc. Med de allt starkare kraven på marknadsanpassning, förändringar i råvarans kvalitet och struktur o s v är det dock inte tillräckligt att bara maximera det volymmässiga utbytet. Genom att också ta hänsyn till aktuellt lager- och orderläge, prisstrukturen samt andra marknadsbetingelser söker man optimera det *ekonomiska* utbytet i olika processled. Som den mest avancerade styrningen kommer därefter en samordning av de olika processleden för att åstadkomma en ekonomisk optimering av hela processen. I en sådan optimering ingår då inte bara

utbytet av råvaran utan också kapacitetsutnyttjandet, storleken av kapital bundet i lager av timmer och sågad vara o s v.

I det följande beskrivs hur datorstöd utnyttjas dels i avgränsade styrsystem för enskilda processled, dels i övergripande system för planering, övervakning och uppföljning av hela sågverksprocessen. Redogörelsen hänför sig till tillämpningar som redan finns installerade i industrin.

7.2.2.2 Datorstödda system för enskilda processled

Mätgivare

En förutsättning för automatisering av de olika processleden inom sågverksindustrin är tillgång till mätgivare som kan mäta olika storleks- och kvalitetsvariabler hos råvaran eller produkten under arbete och överföra dessa värden till digital form. De metoder som finns idag, baserade på beröringsfri uppmätning, kan indelas i tre huvudgrupper:
- konturmätning
- ytreflexionsmätning
- genomstrålning.

Konturmätning innebär formbeskrivning via längd- eller tvärtransport av mätobjektet genom en eller flera givare, ofta kombinerade med s k pulsräknare. Mätningen kan ske genom brytning av ljusstrålar eller skuggmätning.

Ytreflexionsmätning innebär belysning av mätobjektet samt återspegling av ljuskontraster till en detektor eller kamera som omvandlar reflekterat ljus till elektroniska signaler, lämpliga för datorbehandling. Ytreflexionsmätning ger information om både form och ytegenskaper.

Genomstrålning med hjälp av ultraljud eller röntgen ger information om såväl inre kvalitetsegenskaper som yttre form. Laserstrålning, en teknik som i detta sammanhang ännu befinner sig på försöksstadiet, har både ytreflexions- och genomlysningseffekt på själva trädfibercellen vilket även ger indirekt information om vissa kvalitetsegenskaper.

Det finns en rad olika typer av givare för överföring av fysiska värden till elektroniska signaler. Förutom konventionella ljuskällor av typ glödlampor utnyttjas även rasterljus, infrarött ljus, laser, ultraljud och röntgen.

För timmersortering i diameterklasser samt vid rundstocksinläggning används ofta vanliga lampor eller laser som givare. Skall hänsyn tas även till kvalitetsegenskaper vid timmersortering fordras givare av typen ultraljud eller röntgen (gammastrålning). Här har röntgenalternativet visat sig vara mera praktiskt framkomligt än ultraljud. Kvalitetsbedömning med hjälp av röntgen är dock ännu inte en etablerad teknik. Vid inmätning och datoroptimering av centrumblock och bräder kan samtliga av de tidigare nämnda givartyperna komma till användning och baseras då på mätprinciperna kontur- eller ytreflexionsmätning.

Inmätning samt timmersortering och -hantering

En första uppkapning av virket sker som nämnts redan i skogen vid fällningen, den s k apteringen. I framtiden kan man tänka sig att datorstödda optimeringssystem för kund- och ändamålsanpassad aptering kommer att

utnyttjas. För närvarande saknas dock mätgivare anpassade till denna typ av tillämpning.

För inmätningen och sorteringen av sågtimret vid sågverket finns sedan länge automatiserade, datorstödda system. Beskrivningen i det följande hänför sig inte till något bestämt system utan anger allmänt för vilka funktioner datorstöd hittills kommit att användas när det gäller timmermätning och sortering.

Vanligen mäts längd, minsta diameter, konicitet etc för varje stock automatiskt. Värdena kan korrigeras och kompletteras av operatören via tryckknappsterminal. Kompletteringarna kan gälla exempelvis trädslag[1], barktyp, barktjocklek, kvalitet etc. Därefter tilldelas varje stock en viss sågningsklass. En långt gående dimensionssortering medför som nämnts mindre krav på omställning av sågarna och vice versa. För sågverket gäller det alltså att utifrån bland annat sågutrustningen och kostnaderna för omställningar, råvarustruktur samt sorterings- och hanteringskostnader välja klassgränserna så att det ekonomiska utbytet maximeras.

Efter valet av sågklass styrs stockarna automatiskt till rätt sorteringsfack. Vanligtvis finns automatiserad övervakning av fyllnadsgraden i facken samt facktömningen. Då ett fack är fullt buntas timret automatiskt för eventuell mellanlagring på land eller i vatten före sågningen.

Datorstöd är också en förutsättning för timmersortering med hjälp av röntgenanalys. Den viktigaste funktionen för detta slag av utrustning är att man kan dimensionsmäta under bark. Första anläggningen av detta slag i Sverige finns installerad vid Stora Kopparbergs sågverk i Ljusne, Alasågen. Investeringskostnaden uppgick till 1,6 miljoner kronor vilket var drygt en miljon mer än motsvarande konventionell inmätningsutrustning med fotoceller.

Genom röntgenanalys avslöjas sprickor, röta och kvistar i sågtimret vilket kan ligga till grund för en automatiserad kvalitetsbedömning förutom den konventionella kvantitativa beräkningen. Ännu så länge finns dock varken optimeringsmodeller eller programvara utvecklade för denna typ av automatiserad kvalitetsbedömning.

Vid inmätningen och dimensionssorteringen genereras således en mängd data om råvarustrukturen. I varje inmätningssystem ingår vanligen rutiner som beräknar sammanlagd timmervolym, genomsnittlig längd, volym, konicitet samt antal stockar per sorteringsdimension etc. Säsongvariationerna i skogsavverkningen medför att stora buffertlager tidvis byggs upp vid sågverken. Detta i sin tur innebär att informationen från inmätningen bara kan utnyttjas för att beskriva råvarustrukturen för långa tidsperioder (på årsbasis). Om man, för att följa upp utbytet, vill veta vilken råvara som har sågats exempelvis under ett visst skift eller en viss dag måste en ny mätning ske före sågningen. För att lösa detta problem har individuell märkning av stockarna diskuterats. Sådana system skulle i första hand kunna utnyttjas vid mindre sågverk men ställer stora krav på investeringar i utrustning. Hur information om råvaran på årsbasis utnyttjas för datorstödd produktionsplanering berörs i avsnitt 7.2.2.3.

[1] Ännu finns ingen mätgivare som kan skilja på gran och tall.

Postningsstöd, inläggning och sågstyrning

Vid postningen bestäms det volyms- och kvalitetsmässiga utbytet av sönderdelningen. Postningen kan göras individuellt för varje stock eller för varje timmerklass (dimension).

Datorstödda system för val av postning för individuella stockar presenterar vanligen ett antal olika postningsalternativ för operatören. Denne kan välja ett av alternativen eller ange ett eget alternativ, eventuellt i samband med att ytterligare information om råvaran tillförs systemet via tangentbord eller motsvarande. Systemet beräknar i sådana fall utbytet även för det av operatören angivna postningsalternativet.

Utbytesberäkningen för olika postningsalternativ görs med hjälp av en sönderdelningsmodell. I enklare varianter beräknas utbytet för olika postningsgrupper i förväg och läggs i ett register. Datorn beräknar sedan lämpliga postningsalternativ för aktuell stock genom att göra jämförelser i detta utbytesregister.

Då individuell postning av stockarna inte tillämpas bestämmer man istället i förväg vilken postning som skall utnyttjas för den aktuella dimensionsklassen. För detta finns datorstödda simuleringsmodeller utvecklade där man utifrån råvarusammansättningen i varje dimensionsklass kan beräkna utbytet för olika postningsalternativ (se vidare avsnitt 7.2.2.3). Sådana beräkningar måste då göras på information från inmätningen eller andra uppgifter om råvarustrukturen.

Indata till systemen för postningsstöd består av stockdata (toppdiameter, avsmalning, längd etc) samt annan information beroende på ambitionsnivån i utbytesberäkningen. Fyra nivåer kan urskiljas:

1) att beräkna *högsta volymutbytet* med hänsyn till en varierande mängd uppgifter om stocken.
2) att dessutom ha hänsyn till *priser* eftersom högsta volymutbyte inte nödvändigtvis medför högsta ekonomiska utbyte.
3) att förutom 1) och 2) ta hänsyn till vissa *produktionsramar,* d v s vilka begränsningar som råder för avsättningen av aktuella dimensioner (marknadsstyrt, kan även gälla kundönskemål om speciella längder).
4) att förutom ovanstående ta hänsyn till *beläggning* i olika produktionsled och *rörliga kostnader* i sågverket.

De mest avancerade systemen idag "befinner sig" ungefär på nivå 3) enligt ovan. Den information som operatören får vid val av postning av individuella stockar varierar med ambitionsnivån på systemet. Som minst anges dock volymutfallet. Då operatören anger det slutliga valet av postning sker vanligen en automatisk omställning av sågklingorna.

Systemen för postningsstöd beräknar det teoretiskt "bästa" utbytet. Det faktiska utbytet beror i hög grad på den inläggningsutrustning som utnyttjas. För närvarande sker inriktningen av stockarna huvudsakligen manuellt med hjälp av riktljus och andra system. Under de senaste åren har dock datorstödda system för automatisk inläggning och inriktning i blocktagande maskiner utvecklats såväl i Sverige som utomlands. Den svenskutvecklade blockoptimeraren, som tagits fram av Kockums Industri AB, bygger på samma principer som kantautomaterna (se nedan).

Automatiserad inläggning och inriktning av *stockar* är ett svårlöst problem bland annat därför att utbytet påverkas av hur krokiga stockar roteras vid sönderdelningen.

I det totala ekonomiska utbytet ingår också omställningskostnaden i samband med postningsbyten. Vinsten vid bättre postning måste minst täcka de kostnader i form av lägre kapacitetsutnyttjande som uppstår vid tidskrävande omställningar av sågutrustningen. En alltför tidskrävande procedur för val av postningsalternativ kan också dra ner produktionstakten.

Kantautomater.

Vid sönderdelning av en stock fås dels plank (centrumutbytet), dels bräder (sidoutbytet). I runda tal utgör sidoutbytet 20–30 procent av den totala volymen och det genomgår som nämnts en kantningsprocess där den sneda sidan (vankanten) fräses eller sågas bort. Datorbaserade, automatiska maskiner för detta ändamål har utvecklats av tre svenska utrustningsleverantörer och flera utländska. Man kan säga att kantningen är det processavsnitt inom vilket utvecklingen mot datorbaserad optimering och styrning hunnit längst. Nedan följer en mycket kortfattad beskrivning av de system som levereras av svenska företag.

Saab-Tement AB (dotterföretag till Saab-Scania) har hittills utvecklat två generationer kantautomater. I den första generationen omfattar mekanikdelen tre funktioner; inmatning, mätning och inriktning. Elektronikdelen omfattar mätdel, beräkningsdel och styrdel. Mätningen sker med ett optiskt - elektroniskt system. Genom snedställd belysning får man tydligt markerade övergångar mellan sågyta och vankant. Brädans bredd mäts på ett stort antal ställen med hög noggrannhet. Beräkningsdelen tar hand om mätinformationen och bestämmer - med hjälp av inställda regler - bästa ekonomiska utbyte. Instruktioner för inläggningen matas ut över styrdelen till den mekaniska inriktningen. Med servocylindrar placeras brädan i bestämt läge relativt kantverket. Biten fixeras och matas sedan in i det automatiskt inställda kantverket.

Ny eller ändrad information angående priser och kantningsregler kan tillföras systemet via skrivmaskinterminal. Därigenom kan exempelvis vissa dimensioner prioriteras. Operatören kan också via tryckknappspanel ange kvalitet för olika bräder.

Systemet är förberett för anslutning till överordnat datorsystem för till exempel produktionsuppföljning eller planering. Kantautomaten kan arbeta med såväl fräskantverk som konventionella kantverk.

Den nya generationen har ett mera avancerat system för bestämning av tjocklek (tidigare mekanisk) och vankant (profilmätning i stället för skuggmätning). Även automatiserad kvalitetsbestämning ingår. Mättekniken är vidare mera okänslig för störningar i miljön än tidigare version. Från företaget framhålls att det nya automatkantverket även innehåller automatiserade funktioner för testning och felsökning vilket sägs utgöra kraftfulla hjälpmedel vid intrimning och underhåll av systemet.

Den av Kockums Industri AB utvecklade kantautomaten skiljer sig från Saab-Tements bland annat genom att mätningen sker med hjälp av infrarött

ljus. Mätproceduren tillåter att vankanterna kan ligga antingen upp eller ner. De två systemen erbjuder ungefär samma möjligheter till olika typer av optimering vid beräkning av brädornas dimension.

I Iggesunds kantautomat Optiedger görs, liksom i Saab-Tements automat av andra generationen, en kvalitetsvärdering av varje bräda genom att kameror registrerar kvistar, blånader och andra detaljer förutom vankanterna. I början av 1980 övertog Kockums Industri AB rätten att tillverka och marknadsföra Iggesunds system Optiedger.

Vid automatisk kantning genereras en mängd information om produkterna. För närvarande utnyttjas denna information inte i någon större utsträckning eftersom de kantade bräderna vid råsorteringen "läggs på hög" tillsammans med de plank som kommer direkt från sönderdelningen. Arbete pågår dock för att utveckla system för att bättre utnyttja informationen från kantningen i den fortsatta hanteringen av brädorna.

Råsortering och torkning

Råsorteringen sker för närvarande till stor del automatiskt med mekanisk dimensionsmätning.

För torkstyrning finns inte några mer avancerade datorstödda system utvecklade. Vanligen är det fråga om rätt enkla tilllämpningar där elektronik utnyttjas för att styra temperatur och fuktighet i torkarna efter ett förutbestämt mönster. Adaptiva system finns inte.

Enligt vissa uppskattningar är torkförlusterna en av de viktigaste faktorerna när det gäller råvarutbytet inom sågverksindustrin. Inom Svenska Träforskningsinstitutet, STFI, gör man bedömningen att torkningens kvalitet i första hand kan påverkas genom att existerande kunskap om torkprocessen tilllämpas i större omfattning och genom investeringar i torkutrustning av högre kvalitet. Utveckling av mer avancerade datorstödda system för torkstyrning är följdaktligen inte en avgörande fråga i sammanhanget.

Justering och sortering

Justering/slutsortering är den sista delen av sågningsprocessen. Nedanstående sammanställning anger i vilken utsträckning de olika momenten kan automatiseras och om de kräver bemanning (B) eller om det räcker med övervakning (Ö).

Delmoment	*Automatiseringsgrad*	*Personalbehov*
1. Avströning	Automatisk styrning	Ö
2. Frammatning	Automatisk styrning	Ö
3. Fördelning på olika operatörer	Automatisk styrning	Ö
4. Rotkapning	Manuellt	B
5. Toppkapning	Manuellt (datorstöd)	B
6. Kvalitetssortering	Manuellt	B
7. Fackadressering	Automatisk styrning	Ö

8. Facktömning med transport	Automatisk styrning	Ö
9. Paketläggning	Automatisk styrning	Ö
10. Paketering emballering	Manuell betjäning	B

Källa: R. Palm, STFI. Föredrag vid Dator/Såg - konferensen november 1979.

Flera system för datorstödd toppkapning (klamparstöd) finns på marknaden. De fungerar i allmänhet så att systemen räknar ut det ekonomiska värdet av olika kapningsalternativ med utgångspunkt från kvalitetsangivelser från operatören och aktuella prislistor. I cirka 80 % av fallen är det bästa alternativet självklart medan datorstöd utnyttjas för resterande 20 % av bedömningarna.

Det finska företaget Plan-Sell har utvecklat ett system för automatisk kvalitetsregistrering i samband med justeringen. Mätningen görs i ett system med fyra kameror som registrerar alla sidorna på brädan och i ett kompletterande system som ger information om fiberstörning, fuktighet och kvisttyp. Den första anläggningen med denna utrustning har installerades under 1980.

Automatisk sortering av trävaror bedöms ha en mycket stor ekonomisk potential. Också i Sverige bedrivs forskning och utveckling inom detta område, bland annat vid några av de företag som levererar sågverksutrustning samt inom ramen för projektet SYDAT (seende datorer) på institutionen för elektronisk mätteknik på Tekniska högskolan i Stockholm (KTH). Ett av problemen i sammanhanget är bland annat att automatisk sortering kräver mycket stora datamängder och stor noggranhet i de mätningar som görs med kamerautrustningen. Den stora fördelen med automatiserad sortering ligger inte bara i att sorteringen blir säkrare utan framför allt i att produkterna kan ändamålssorteras efter flera olika variabler. Varje bräda kan sorteras efter de krav som kommer att ställas på den vid slutanvändningen. Några av de tekniska och marknadsmässiga problemen i samband med automatisk sortering berörs längre fram i avsnitt 7.5.

När dessa problem lösts kan de manuella uppgifterna vid justering/sortering reduceras till övervakning.

7.2.2.3 Övergripande system

Informations- och driftsuppföljningssystem.

De datorbaserade system för sågverksadministration som finns installerade idag är huvudsakligen inriktade mot uppföljning och övervakning. Huvuddelen av de i systemen ingående funktionerna är av administativ karaktär varför de faller utom ramen för denna studie. Ett av de system som finns på den svenska marknaden är P-såg, utvecklat inom SCA. För att ge en uppfattning om de olika funktioner som ingår i ett driftuppföljningssystem berörs systemet P-såg något nedan.

P-såg är ett minidatorbaserat system med huvudsaklig uppgift att

sammanställa och presentera (automatiskt eller på beställning) ett antal rapporter som utgör underlag för produktionsstyrningen av sågverket. Indata till systemet kan hämtas automatiskt från vissa processavsnitt såsom sorteringen och kantverken eller föras in manuellt via terminal. Rapporterna, som kan ges med olika tidshorisont, täcker följande områden:

- utbyte för olika postningar
- tillverkning
- lagervolym (gäller obarkade land- och sjölager, sorterade barkade lager, ströat virke och justerat virke)
- stoppstatistik
- måttkontroll i form av tjockleks- och breddkontroll av sidobräder
- avvikelser från uppsatta börvärden.

Operatörskommunikationen sker via bildskärmar eller skrivmaskiner. I systemet ingår rutiner för automatisk stoppregistrering och larm, det senare exempelvis för tjockleks- och breddfel i kantverk respektive råsortering. Vidare omfattar P-såg även ett planeringsprogram för timmerintag till såghus, avsett att vara ett hjälpmedel för förmannen för att ge optimalt utnyttjande av anläggningen. Programmet ger förmannen förslag till vilka timmerklasser som skall sågas under nästa pass baserade på produktions- och orderläget.

En av de största svårigheterna när det gäller att vidareutveckla systemen för produktionsövervakning, uppföljning och styrning i sågverken är att förse systemen med indata av erforderlig omfattning och kvalitet. För närvarande saknas i stor utsträckning tillförlitliga och tillräckligt snabba metoder för att mäta produktflödet i olika processled. Metoderna för att följa upp och styra olika maskinenheter är inte heller speciellt utvecklade. Tidigare nämndes också att metoderna för timmerlagring vid sågverken innebär att informationen från inmätning och sortering inte kan utnyttjas för att följa upp råvaruförbrukningen på kort sikt.

Det skulle här föra för långt att närmare gå in på alla de typer av beslut på lång och kort sikt för vilka ett informations- och driftuppföljningssystem lämnar underlag. Bland de mera övergripande målen kan dock nämnas att ge underlag för långsiktiga överväganden om exempelvis:

- råvaruanskaffning
- försäljningspolitik
- val av maskinutrustning.

Överväganden på medellång sikt kan exempelvis omfatta:

- val av klassgränser
- val av postning
- val av mått på den sågade varan
- utbildning
- underhållsplanering.

På kort sikt är den viktigaste funktionen kontrollfunktioner av typ

- måttkontroll
- avbrottskontroll

- kapacitetskontroll
- utbyteskontroll.

Dessutom kan systemen ge underlag för styrning av maskinhastigheter etc.

Avslutningsvis kan nämnas att en ökad orderstyrning (kundanpassning) vid ett sågverk i mycket är ett informationsproblem i den meningen att man i styrningen av produktionen måste ta hänsyn till en stor och komplex mängd information om råvarutillgången, produktionen, lagersituationen och orderläget. Datorstödda styrsystem kan därför utgöra kraftfulla hjälpmedel för att uppnå en högre grad av marknads- och kundanpassning.

Optimeringssystem och simuleringsmodeller.

Av tidigare avsnitt har framgått att åtskilliga datorstödda system finns utvecklade för optimering av olika delprocesser i sågverken. Allmänt bedöms en övergripande styrning av sågverksprocessen, där en total optimering görs, kunna innebära stora ekonomiska vinster. En sådan övergripande styrning skulle framför allt sikta till bättre utnyttjande av råvaran, högre kapacitetsutnyttjande, mindre kapitalbindning i lager samt en ökad marknadsanpassning. Det senare är särskilt betydelsefullt med tanke på att en ökad vidareförädling och kundanpassning bedöms kunna kompensera sågverken för de begränsningar beträffande produktionsvolymen som följer av bristande tillgång på råvara.

Inom Svenska Träforskningsinstitutet har under 1970-talet utvecklats tre datormodeller för planering i sågverk nämligen en sönderdelningsmodell (SMODELL), en planeringsmodell (PMODELL) och en flödesmodell (FMODELL). Modellerna är inbördes beroende och avser att ge problemlösningar som kan struktureras i följande kategorier:

- råvaruanskaffning
- produktion
- försäljning.

Planeringsmodellen beräknar en plan för råvaruanskaffning, sågning och försäljning medan *flödesmodellen* räknar ut en viss såganläggnings produktionskapacitet vid viss timmersammansättning, sortering och sågningsstrategi m m.

Rätten att kommersiellt exploatera den sönderdelningsmodell som utvecklats inom STFI har sålts till Skogsbrukets Datacentral (SDC) och till Control Data AB. En av de begränsande faktorerna när det gäller tillämpningen av STFI's modeller är de omfattande kraven på indata. För närvarande förekommer inte någon automatisk insamling av den typ av information som modellerna kräver och att ha manuella rutiner för detta torde ställa sig för dyrt åtminstone för de mindre sågverken.

7.2.3 *Effekter av användningen av avancerade styrsystem*

7.2.3.1 Inledning

Den mekanisering som skett inom sågverksindustrin har inneburit att arbetsmiljö och arbetsinnehåll ändrats väsentligt. Genom den mekaniserade hanteringen av produkterna har tunga lyft och andra ansträngande arbetsmoment i stor utsträckning kunnat avskaffas. Viss del av personalen har flyttat in från själva produktionslokalen till särskilda rum med betydligt bättre miljö vad gäller damm, buller, drag, vibrationer etc. Å andra sidan har den ökade mekaniseringen medfört att arbetstakten och därmed stressbelastningen för en del personalkategorier ökat. Ensamarbete och monotoni kan bli nya arbetsmiljöproblem. Genom en höjd produktivitet, kombinerad med stagnerande produktionsvolym, har behovet av arbetskraft minskat.

Utnyttjandet av datorstödda styrsystem har förstärkt denna utveckling. Visserligen är särskilt de avgränsade tillämpningarna inriktade mot att höja råvaruutbytet men de har också stora effekter för sysselsättning, arbetsinnehåll och arbetsmiljö. Generellt får arbetet alltmer karaktär av övervakning och arbetstakten styrs i ökad utsträckning av den maskinella utrustningen och datorsystemen. Utvecklingen mot modern processindustri innebär att produktiviteten i den direkta produktionen görs mindre beroende av yrkesskickligheten hos enskilda operatörer och andra anställda. Samtidigt sker en förändring i kunskapskraven från träteknisk yrkeskunnande till process- (dator-) tekniskt kunnande.

Enligt flera bedömare har sågverksindustrin råkat in i vad man skulle kunna kalla en "ond cirkel" av rekryteringssvårigheter som sammanhänger med den ökade automatiseringen. Sågverken har traditionellt haft en stabil kår av yrkeskunnig personal. På senare år har dock personalomsättningen ökat. Genom inslagen av övervakning blir arbetsuppgifterna mera monotona och de i praktiken sänkta kraven på yrkeskunnande leder till att nyanställda inte lär sig arbetet på samma sätt som tidigare. Inför en situation av rekryteringssvårigheter och lägre kunnande hos personalen söker sågverken automatisera ytterligare för att frigöra sig från beroendet av yrkeskunnig arbetskraft. Därigenom ökar rekryteringssvårigheterna igen o s v.

Ett sätt att möta denna utveckling är den satsning på sågverksindustriell utbildning som genomförts under senare år. En kortare redovisning av denna satsning ges i avsnitt 7.2.4.1.

I de två följande avsnitten ges några kvantitativa uppskattningar av effekterna av olika typer av avancerade styrsystem. Redovisningen avser huvudsakligen effekter som rör produktionsresultatet och anläggningsutnyttjandet i sågverk. Även med denna avgränsning saknas dock underlag för att ge en allsidig och uttömmande beskrivning av effekter och praktiska problem. Detta gäller särskilt anläggningsövergripande datorstödda system för uppföljning och övervakning. För sågverken innebär de ett nytt sätt att arbeta med stora krav på ändringar av organisation och arbetssätt. Här hade praktikfallsstudier kunnat utgöra ett värdefullt underlag men några sådana har av tidsskäl inte kunnat genomföras. Avsnittet tjänar istället syftet att översiktligt ange storleksordningen på de kostnadsminskningar som kan uppnås med olika typer av styrsystem.

Potentialerna för ett ökat råvaruutbyte kvantitativt och kvalitativt anses

allmänt mycket stora. Vid de 200 största sågverken produceras idag ungefär åtta miljoner m^3 sågade trävaror per år. Uppskattningsvis skulle volymutbytet kunna höjas fyra procent med bästa tillgängliga teknik och kvalitetsnormer. Möjligheterna att öka värdeutbytet kan på motsvarande sätt anges till två procent. Sammanlagt betyder det en potentiell intäktsökning på omkring 45 kronor per m^3 eller totalt närmare 400 miljoner kronor vid de 200 största verken. Enligt en annan uppskattning betyder varje procents högre råvaruutnyttjande i runda tal 100 miljoner kronor i ökade intäkter för den svenska sågverksindustrin.

7.2.3.2 Avgränsade tillämpningar

Automatiserad inmätning och sortering av sågtimmer medför en snabbare och bättre dimensionsklassning av sågtimret och i allmänhet också minskat behov av arbetskraft, särskilt i själva timmerhanteringen. De arbetsuppgifter som blir kvar har karaktär av övervakning förutom de moment där man manuellt kompletterar inmätningsdata med uppgifter som för närvarande inte kan mätas automatiskt. Datorstödd inmätning ger självklart möjligheter till en mycket mer omfattande rapportering om och uppföljning av råvarusituationen.

Under 1976 slutfördes en modernisering av ASSI's sågverk i Valåsen utanför Karlskoga. I samband därmed infördes bland annat elektronisk inmätning och automatisk styrning av postningssortering och annan hantering och sortering. Enligt uppgift sjönk arbetskostnaden per producerad enhet med 20 procent vid fullt kapacitetsutnyttjande, till stor del som en följd av tillämpandet av datorteknik.

Anledningen till att Alasågen i Ljusne började tillämpa röntgenbaserad inmätning (se avsnitt 7.2.2.2) var att en ändring i tillverkningsflödet[1] höjde kraven på precision i inmätningen. Röntgenanalys blev då lösningen. Enligt Alasågens tester är felmarginalen vid röntgenanläggningens diametermätning 2,6 millimeter vid mätning under bark att jämföra med 4,6 millimeter vid fotocellmätning. Den exaktare mätning gör att stocken kan sorteras bättre och sågas exaktare vilket höjer utbytet. Vid installationen beräknades den årliga besparingen på grund av bättre råvaruutnyttjande till omkring 600 000 kronor. Sågkapaciteten är 225 000 m^3 per år.

Röntgenanalys ställer dock höga krav på mekaniken i inmatningsutrustningen. För att korrekta mätvärden skall erhållas krävs att stocken ligger i exakt rätt läge. Mättransportören, dämpanordningarna och annan utrustning är därför specialkonstruerad för den röntgenbaserade inmätningen. Det gäller också skyddsanordningar för personalen. Operatörerna sitter i blykapslade burar och utbytet av isotoper, som sker varannan månad, sköts av specialutbildad personal från Tekniska Röntgencentralen. Specialutbildning krävs också för såväl skyddsombud som operatörer.

Under våren och sommaren 1977 genomförde Sveriges Skogsindustriförbund, på uppdrag av Stiftelsen Trä 80, ett prov med syfte att undersöka råvaruutbytet vid ställbara sågar före och efter installation av utrustning för postningsautomatik. Provet avsåg datorsystemet 819 från Kockums Industri AB som installerades hos företaget NK Lundströms Trävaror KB i Tväråbäck ("Tväråbäcksprovet"). Utvärderingen av provet visade på en

[1] Barkningen placerades efter inmätningen istället för före.

ökning av utbytet med mellan 2,5 och 4,2 procentenheter beroende på beräkningssätt och en samtidig förskjutning mot högre kvalitet och större centrumvirkesuttag.

Effekterna på råvaruutbytet av kantautomater finns dokumenterade genom prov som genomförts i STFI's regi. De system som finns på marknaden för närvarande ökar i allmänhet utbytet för sidobräderna från 75–80 procent till 90–95 procent av det teoretiskt möjliga utbytet. Räknat på det totala råvaruutbytet i ett sågverk motsvarar det en ökning med 2–4,5 procent. Genom att information om priser och kantningsregler enkelt kan uppdateras ökar flexibiliteten. Kantautomater ökar också produktiviteten dels genom att genomströmningshastigheten ökar och dels genom att en operatör kan övervaka flera automater vid vissa installationer. Vid en ekonomisk utvärdering av systemen måste självklart hänsyn tas till det faktum att investeringskostnaderna skiljer sig åt för de olika systemen.

I det av Iggesunds Bruk utvecklade elektroniskt baserade optimeringssystemet ingår Optilog (inmätning), Optiedger (kantning) och Optigrader (sortering, under utveckling). Vid postningsoptimeringen (Optilog) tas även hänsyn till krok och ovalitet hos stocken men denna del av systemet är svår att utnyttja med nuvarande i huvudsak manuella metoder för inriktning i de stocktagande sågmaskinerna. Enligt uppgift räknar man med att detta system skall höja råvaruutnyttjandet med 10–15 procent i varje tillverkningsled.

Vid de flesta installationer av datorstödda styrsystem synes en återbetalningstid på ett till två år vara ett vanligt kalkylresultat.

Liksom i många andra av branschstudierna har även när det gäller sågverksindustrin underhållsfrågornas betydelse poängterats. Den snabba tekniska utvecklingen på maskinvarusidan gör att leverantörernas kapacitet för service och underhåll minskar. Sågverksindustrins allmänt sett låga tekniska kompetens medför att kraven på underhåll lätt underskattas då nya system utvecklas. Avbrott i produktionen är, liksom inom de flesta industrier, mycket kostsamma.

7.2.3.3 Övergripande system

Vid konferensen Dator/Såg, som arrangerades av Föreningen Svenska Sågverksmän (FSS) och STFI i november 1979, presenterades bland annat en analys av hur datorstöd skulle kunna utnyttjas vid styrning av ett sågverk. Analysen, som utförts inom företaget SCA Teknik AB, avsåg driften i såghuset vid ett sågverk med kapaciteten 240 000–250 000 m^3 per år.

För en del av de beslut som kan påverkas av ett med datorstöd framtaget underlag angavs vissa (synnerligen överslagsmässiga) kvantitativa uppskattningar av förbättringarna enligt följande:

Värdefaktorer på lång sikt:

- Utbyte av *råvara* till mera lönsamma sorter (exempelvis utbyte av tre procent av råvaran med vinst = 0 till råvara med vinst = 100 kr/m^3). Vinst per år ca 750 000 kr.
- Val av mer ekonomiska postningar i samband med *försäljningspolitiska* överväganden. Vinst ca 750 000 kr per år.

- Bättre underlag för *tumningen* och val av *klassgränser*. Vinst 2 kr/m^3 eller 500 000 kr per år.

Värdefaktorer på medellång sikt:

- Bättre kontroll av *övermål* (skillnad mellan önskad och faktisk dimension på det sågade virket). Vinst 0,6 % på produktionen eller 600 000 kr per år.
- Bättre *underhållsplanering* genom utökad insamling och analys av avbrottsstatistik. Vinst 150 000 kr per år.
- Exaktare och snabbare *styrning* av produktionen. Vinst 2 Mkr per år.

Sammanlagt anges de *tänkbara* vinsterna av en driftdator (i det här fallet systemet P-såg) till drygt 6 Mkr per år. Effekterna är inte helt additiva utan totalen bör räknas ner med kanske 25–30 procent för att bli mer realistisk.

I analysen anges också en rad effekter av kvalitativ eller mera svårkvantifierat slag. Dessa kan till exempel vara att:

- företagsledningen tvingas definiera problemen och målen för verksamheten på ett mer systematiskt sätt
- systemet ger underlag för utbildningsinsatser
- man får ett "gemensamt språk" inom företaget.

Huruvida denna typ av effekter kan uppnås beror dock i hög grad på mot vilka mål och hur systemutvecklingen bedrivs.

7.2.4 *Spridningen av avancerade styrsystemtillämpningar*

7.2.4.1 Faktorer som styr spridningen

Införandet av mer avancerade styrsystem i produktionen är i hög grad förknippat med allmän teknologisk förnyelse. Spridningstakten för datorstödda styrsystemtillämpningar är därmed avhängig nivån på investeringsverksamheten i allmänhet i branschen. Detta mönster, att bundenheten till existerande anläggningar avgör vilka styrtekniker som kan väljas, går igen i många processorienterade branscher. Den livliga investeringsverksamheten inom sågverksindustrin 1974–75 innebar således en teknologisk förnyelse av delar av branschen.

Som redovisas i avsnitt 7.3 är de svenska utrustningsleverantörerna konkurrenskraftiga inom många områden när det gäller sågverksutrustning och sågverksautomatik. Sågverken själva satsar mycket blygsamma resurser på FoU jämfört med andra branscher (se avsnitt 7.4) och den tekniska utvecklingen domineras därför av utrustningsföretagen. Flaskhalsarna när det gäller att snabbt tillämpa ny teknik ligger därför främst på användarsidan. En rad förklaringar till detta kan ges.

Generellt betraktat är den tekniska kompetensen inom sågverksindustrin låg jämfört med andra industribranscher. Antalet högskoleutbildade ingenjörer inom branschen uppgår inte till mer än några tiotal. Den småföretagsdominerande strukturen gör naturligtvis att det är svårt att inom varje företag avsätta tillräckligt med resurser för att upprätthålla den tekniska kompetensen.

Som nämndes tidigare har en ökad satsning på sågverksindustriell utbildning skett under senare år. Under 1978 startades Rikssågverksskolan i Skoghall där bland annat följande typer av utbildning bedrivs:

- 2-årig gymnasiekurs i träförädlingsteknik.
- Grundutbildning i olika yrkestekniker för driftpersonal (kantare, sågare, sorterare etc) omfattande dels kurser om 1–3 veckor, dels längre s k bristyrkesutbildningskurser om ca 20 veckor för viss personal.
- Vidareutbildning av redan anställd personal bland annat i underhåll.
- 3-veckors kurs för arbetsledare.
- 1-terminskurs i marknadsföring av trävaror.
- Högskolekurs (10 p) i sågverksekonomi och -teknologi.
- Kortare utbildningskurser och konferenser för sågverks- och produktions- eller driftschefer.

Den av högskolan i Karlstad bedrivna yrkestekniska högskolekursen (YTH) i sågverksteknik och -ekonomi om tre terminer är också förlagd till Rikssågverksskolan. Denna utbildning startade höstterminen 1979.

Datateknik och elektronik ingår i vissa av utbildningsformerna ovan exempelvis i den för underhållspersonal. Nya kurser, bland annat avancerade kurser i datorstödd processtyrning, är under diskussion. Generellt sett synes således utbildningsbehoven vara väl tillgodosedda även om utbildningen i datateknik och elektronik ännu inte har någon större omfattning. Det krävs dock att industrin självt tillräckligt uppmärksammar utbildningsfrågorna och genom en långsiktig planering skapar utrymme för olika typer av utbildningsinsatser. Från de flesta håll framhålls att en genomgående höjning av utbildningsnivån inom sågverksindustrin är ett villkor för branschens långsiktiga överlevnad.

Sågverksindustrin är också en bransch som, trots den strukturomvandling som skett, ändå förändrats i rätt liten utsträckning tekniskt och produktionsmässigt under senare år. Det är inte förvånansvärt att anpassningen till nya förutsättningar och krav går långsamt i en bransch med traditioner som går långt tillbaka i tiden. Projekt inom exempelvis STFI avspeglar också att sågverksföretagen behöver stöd för att kunna tillgodogöra sig nya tekniska möjligheter. Ett första led i ett sådant stöd är att öka sågverkens kompetens när det gäller upphandling av datorutrustning och system (funktions- och kravspecifikationer etc). STFI's verksamheter syftar till att stimulera branschgemensamma initiativ i dessa frågor.

En del sågverk som under senare år investerat i avancerade datorstödda styrsystem har haft avsevärda problem innan systemen fungerat i praktisk drift. En av orsakerna har varit att systemen inte varit färdigutvecklade. En första systeminstallation, där man kan visa på effekter i form av utbyteshöjningar och motsvarande är ett mycket starkt försäljningsargument för en leverantör. Man vill inom sågverken ha försäkringar om att ny teknik fungerar innan man är beredd att satsa på den. Ofta ges också det användarföretag som först installerar en ny maskin eller ett nytt system rabatter eller andra speciella förmåner jämfört med senare köpare.

7.2.4.2 Antal installerade system av olika slag

De datorstödda styrsystem som här studeras varierar i utformning och omfattning alltefter skillnader i förutsättningar inom de olika företagen. Syftet med detta avsnitt är därför inte att ange ett exakt antal för de system som finns installerade för närvarande utan mera att ge en uppfattning om i vilken utsträckning potentialen för varje slag av tillämpning hittills tagits i anspråk.

Investeringar i den typ av datorstödda styrsystem som tidigare beskrivits torde främst kunna komma i fråga för sågverk med en kapacitet om 25 000 m^3 sågat virke per år eller mer. Enligt sågverksinventeringen 1979 uppgick antalet sågverk av denna storlek till ca 120 stycken detta år.

Som nämndes tidigare sker inmätning och sortering av timret vid de flesta större och medelstora sågverk med halv- eller helautomatiska mikro- eller minidatorbaserade mätningssystem. Datorstödd postning tillämpas i 10–20 sågverk.

Antalet installerade automatkantverk uppgår till ca 50 varav 40 svenska och resten av finsk tillverkning. Genomsnittligt ingår ca tre kantverk i varje installation vilket alltså innebär att knappt 20 sågverk hittills infört denna teknik. Antalet installationer ökar dock snabbt.

Ett 70-tal sågverk utnyttjar datorstöd för administrativa tillämpningar och av dessa är kanske 30–40 mera övergripande. Högst ett tiotal sågverk utnyttjar datorstödet för någon form av övergripande produktionsstyrning.

När det gäller den direkta produktionen är uppföljning av råvaruutbytet i olika tillverkningsled såsom inläggning, sågning och kantning väsentligt. Inom STFI gjordes 1979 en kartläggning av nio stycken informations- och driftuppföljningssystem installerade vid svenska sågverk. Den utbytesuppföljning som gjordes i systemen rörde kantverk, råsortering och justerat utbyte, i allmänhet på skiftbasis. Uppföljningen omfattade det volymmässiga utbytet. Inte i något av systemen fanns någon ekonomisk utbytesuppföljning mot börvärden med automatiska operatörslarm eller motsvarande.

7.3 Svenska leverantörer av sågverksutrustning och sågverksautomatik

I Sverige domineras tillverkningen av sågverksutrustning av Kockums Industri AB som ingår i Statsföretagsgruppen. Kockums produktionsprogram täcker de flesta slag av bearbetning och tekniska lösningar som förekommer i Sverige för närvarande[1] utom utrustning för timmerintag. Företaget strävar efter att kunna erbjuda kompletta systemleveranser (”nyckelfärdiga sågverk”) med såväl maskinell utrustning som elektronikkomponenter och programvara. Särskilt inriktar man sig på exportmarknaden. Kockums har, till skillnad från de flesta övriga utrustningsleverantörer, kompetens på såväl mekanik- som elektronikområdet. Utvecklingen och tillverkningen av elektronik sker inom företaget Kockumation AB som även samarbetar med andra leverantörer av sågverksutrustning.

Andra större utrustningstillverkare är bland andra Ari AB vars produkt-

[1] När det gäller till exempel sönderdelningstekniken har de svenska sågverken i stort enhetliga tekniska lösningar. I andra länder förekommer lösningar som inte alls tillämpas i Sverige.

program omfattar timmerintag och sönderdelningsutrustning, CHE Johansson AB som tillverkar bland annat barkmaskiner, sönderdelningsutrustning och spiknaskiner, Aktiebolaget A.K. Eriksson med sönderdelningsutrustning och transportsystem samt AB Hammars Mekaniska Verkstad och Smedbolget AB som båda är inriktade mot utrustning för timmerintag. Saab-Tenent AB marknadsför kantautomater, block- och råjusteringsautomater, mätsystem m m. Tillverkningen omfattar dock enbart utrustning för kantautomater. Samma sak gäller Iggesunds Bruk vars Opti-division utvecklat det s k Optisystemet för timmerinmätning, automatisk kantning samt automatisk kvalitetsjustering och sortering.

Eftersom de flesta utrustningstillverkare utom Kockums, Saab-Tement, Iggesund och några till i stort saknar kompetens på elektronikområdet svarar ett antal på elektronikinriktade företag för utveckling av komponenter och programvara för sågverksautomation. Som exempel kan nämnas Riab, Kockumation AB, SATT-Elektronlund, Bofors m fl. Dessa företag sysslar bland annat med att utveckla PC-system, anpassade för tilllämpningar inom sågverk. De utrustningstillverkare som inte har egen elektronikkompetens köper i allmänhet automatikdelarna till sin utrustning på den öppna marknaden.

De sverska utrustningsleverantörerna med undantag för Kockums tillverkar således huvudsakligen utrustning för avgränsade tillverkningsled. I allmänhet är det dock så på den svenska marknaden att åtminstone de större utrustningsleverantörerna vid en leverans ofta inkluderar utrustning från andra leverantörer d v s leveransansvaret är bredare än det egna produktprogrammet.

De flesta bedömare är ense om att utrustningsleverantörernas konkurrenskraft i hög grad kommer att avgöras av hur väl elektronikens möjligheter exploateras. Vad det gäller är framför allt att kombinera kompetenser inom mekanik, produktionskunnande och elektronik för att få fram slagkraftiga lösningar. I jämförelse med utländska företag söker även de mindre svenska utrustningsleverantörerna ta ett jämförelsevis brett leverantörsansvar. Amerikanska företag specialiserar sig i större utsträckning på avgränsade processled men skaffar sig i gengäld all kompetens (mekanik, elektronik, styrning) inom detta område. På detta sätt kan man skräddarsy lösningar efter kundernas behov. Svenska företag måste, på grund av bredare leveransansvar, tillgripa mer standardiserade lösningar eftersom man inte besitter kompetens för alla de produkter man levererar utan upphandlar vissa av andra leverantörer.

Som nämndes i det inledande avsnittet har industriverket sedan förra året drivit ett projekt med syfte att finna samarbetsformer och utvecklingsvägar för de svenska leverantörerna, särskilt med tanke på den internationella konkurrenskraften och exportmöjligheterna. Centrala frågor har varit dels förutsättningar och former för en specialisering[1], dels uppbyggnaden av elektronikkompetens hos utrustningsleverantörerna. Den nuvarande "arbetsfördelningen" mellan företag koncentrerade på elektronik och företag koncentrerade till mekanik anses bland annat medföra att utrustningsleverantörer inte satsar på elektroniktillämpningar i önskvärd omfattning. Skälet skulle vara att elektronikföretagen åstadkommer en från utrustningsleverantörernas synpunkt icke önskvärd erfarenhetsspridning genom samarbete

[1] Sett ur nationell synvinkel har en hel del dubbelarbete skett i Sverige när det gäller utvecklingsarbete på mekaniksidan.

med flera utrustningsföretag. Å andra sidan är kostnaderna för att utveckla elektronikdelarna så höga att de måste slås ut över flera utrustningsleverantörers produktion för att man skall uppnå lönsamhet. Att åstadkomma en teknisk utveckling baserad på en kombination av elektronik- och mekanikkunnande kan som nämndes tidigare betraktas som en nyckelfråga för branschen.

Industriverkets projekt har i övrigt inneburit att man gjort studier av potentialen för svenska tillverkare av sågverksutrustning på olika exportmarknader. Fortfarande är situationen den att de olika marknaderna (liksom den svenska) i hög grad domineras av inhemska leverantörsföretag. Referenssystem är av stor betydelse i den internationella marknadsföringen.

Avslutningsvis kan nämnas att under senare år har flera svenska utrustningsleverantörer startat samarbete med företrädesvis finska företag. Finsk sågverksteknologi anses mycket konkurrenskraftig internationellt sett.

7.4 Organisation och finansiering av forskning och utveckling med anknytning till sågverksindustrin

Den svenska träbearbetande industrins inklusive sågverkens satsningar på forskning och utveckling är begränsade. Utvecklingen av maskinell utrustning och styrsystem sker främst hos utrustningsleverantörerna, elektronikföretagen och hos konsultföretag.

Av störst omfattning för sågverkens del är den forskning som sker inom den kollektiva träteknikska forskningens ram, främst vid Svenska Träforskningsinstitutet, avdelningen för träteknik. Sågverkens bidrag kanaliseras via branschorganisationen Svenska Sågverks- och Trävaruexportföreningen, SSTEF, och har hittills uppgått till ca 35 öre per producerad m^3 sågad vara. Detta motsvarar ca 0,3 % av förädlingsvärdet vilket är lågt jämfört med de flesta andra branscher. Den kollektiva forskningens inriktning läggs fast i ett ramprogram vars aktiviteter till lika delar finansieras av industrin och av styrelsen för teknisk utveckling, STU.

Huvuddelen av den kollektiva träteknikska forskningen har således hittills skett inom STFI. Som nämndes tidigare har forskningen med inriktning på datorutnyttjande inom sågverksindustrin främst inneburit att tre datorbaserade modeller avseende planering, sönderdelning och flöden utvecklats. Under det senaste året har STFI's forskning ändrat inriktning från modellbyggande till frågor kring utnyttjande av datorstöd (systemanalys, kravspecifikation m m). Detta har skett i samband med personalbyten, där många av de tidigare forskarna övergått till industrin.

Från och med budgetåret 1980/81 har den kollektiva träteknikska forskningen genomgått en omfattande omorganisation. Genom den tidigare organisationen kom den mot sågverken inriktade forskningen att knytas till främst massa- och pappersindustrin med sina mångdubbelt större satsningar på forskning och utveckling. I fortsättningen sker istället en samordning med övrig träbearbetande industri. Syftet är att forskningen i högre grad skall utgå från marknadens behov där kedjan basindustri – träbearbetande industri –

användare ses i ett sammanhang. Därigenom skall den svenska träindustrins konkurrenskraft stärkas och de träbaserade produkternas ställning gentemot andra material hävdas. Budgeten för ramprogrammet uppgår till totalt 22 miljoner kronor för det första året. Den nya organisationen redovisas i figur 7.4.

Det forsknings- och utvecklingsarbete som omfattas av det nya ramprogrammet har delats in i programområden enligt följande. Siffrorna avser budgeten för det första verksamhetsåret exklusive fyra miljoner kronor som avsatts för Träinformations ordinarie informations- och marknadsverksamhet.

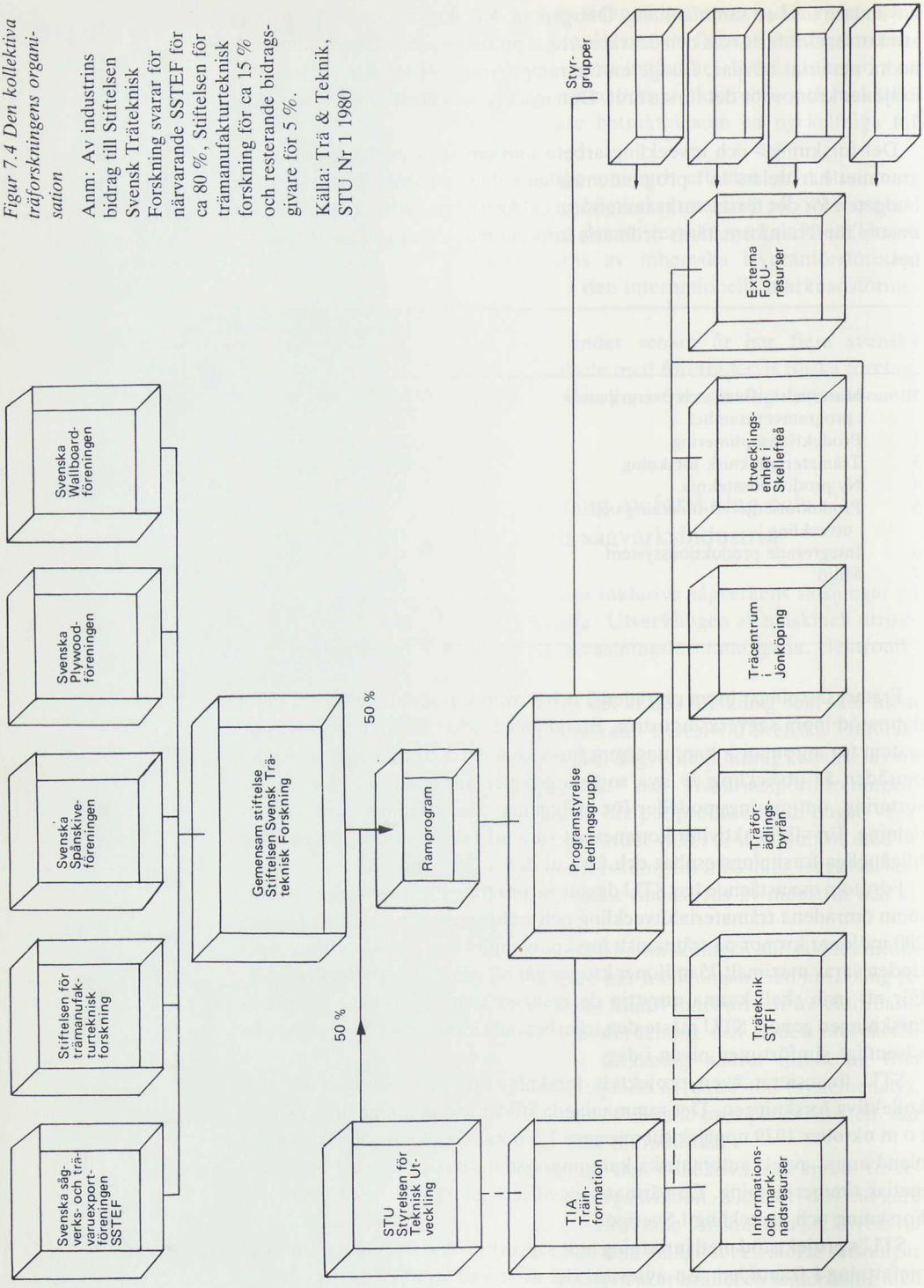
		Miljoner kr	%
1.	Marknadsinriktad och övergripande programverksamhet	4,2	23
2.	Produktionsoptimering	2,8	16
3.	Trämaterialteknisk forskning	2,3	13
4.	Ny produktionsteknik	0,6	3
5.	Produktorienterad forskning och utveckling	6,5	36
6.	Integrerade produktionssystem	0,8	4
7.	Miljö	0,8	4
		18,0	

Främst satsningar inom områden 2 och 4 ovan kan förväntas inriktas mot datorstöd inom sågverksindustrin. Bland annat avser man att utvärdera de system för automatisk kantning som finns kommersiellt tillgängliga. Andra områden är utveckling av nya sorteringsregler anpassade till automatisk sortering, optimeringsmodeller för inläggning samt kundanpassad sönderdelning. En viktig aktivitet kommer att vara att samla in och systematisera tillgängliga forskningsresultat och föra ut dessa till industrin.

Förutom ovanstående har STU dessutom program för kunskapsutveckling inom områdena trämaterialutveckling och träbyggnadsteknik. Totalt satsas 200 miljoner kronor på träteknisk forskning under den närmaste femårsperioden varav maximalt 75 miljoner kronor går till den kollektiva forskningen. För att man skall kunna utnyttja de resurser som tillförs den kollektiva forskningen genom STU måste den träarbetande industrins egna bidrag öka väsentligt jämfört med nivån i dag.

STU finansierar även projektvis forskning förutom bidragen till den kollektiva forskningen. Det sammanlagda stödet fr o m budgetåret 1972/73 t o m oktober 1979 uppgick till närmare 7,5 miljoner kronor. Projekten har bland annat avsett automatiska kantningssystem, blockinläggare och automatisk timmermätning. En närmare specificering av stödet ges i kapitel 17 Forskning och utveckling i Sverige.

STU's projektstöd med inriktning mot sågverksindustrin kommer att öka i omfattning i framtiden. En avsevärd del av stödet kommer att avse olika datortillämpningar. Viktiga områden är bland andra automatisk sortering, utbytesoptimering samt utveckling av mätgivare.



Figur 7.4 Den kollektiva träforskningens organisation

Anm: Av industrins bidrag till Stiftelsen Svensk Träteknisk Forskning svarar för närvarande SSTEF för ca 80 %, Stiftelsen för trämanufakturteknisk forskning för ca 15 % och resterande bidragsgivare för 5 %.

Källa: Trä & Teknik, STU Nr 1 1980

Slutligen kan nämnas att träteknisk forskning även bedrivs vid de tekniska högskolorna samt inom vissa andra institutioner. Forskningen på högskolenivå har förstärkts genom att en professur i träteknik med tillhörande civilingenjörsutbildning inrättades vid KTH i Stockholm under 1979. Professuren är fortfarande i ett uppbyggnadsskede med för närvarande tre forskare verksamma förutom professorn. Ytterligare en professur i träteknik föreslås bli inrättad vid den tekniska högskolan i Luleå fr o m höstterminen 1981. Under 1980 startades också den trätekniska utvecklingsenheten i Skellefteå, förlagd i anslutning till det industriella utvecklingscentret, IUC. Till enheten har utgått ett statligt investeringsbidrag om 8 miljoner kronor.

Den kollektiva forskningen med inriktning mot sågverksindustrin har varit föremål för en livlig debatt under de senare åren. Skilda åsikter har framförts beträffande omfattningen, finansieringen, formerna för styrning, inriktningen o s v. Till en del torde detta kunna hänföras till den tidigare berörda omständigheten att sågverksindustrin är en mycket heterogen bransch där inriktning och förutsättningar i hög grad skiljer sig åt mellan olika typer av företag.

7.5 Utvecklingstendenser och nya tillämpningar

Avsnittet har för enkelhets skull formen av ett antal påståenden (strecksatser) beträffande sågverksindustrins utveckling.

Branschutvecklingen i stort

- Utvecklingen inom sågverksindustrin präglas av osäkerhet beträffande de framtida förutsättningarna i branschen exempelvis när det gäller råvarutillgången. Förbättrad tillgång till råvara genom ökat råvaruuttag torde utgöra en förutsättning för att andra slag av insatser riktade mot sågverksindustrin skall vara effektiva.
- Brist på råvara har under de senaste åren hindrat sågverken att utnyttja tillgänglig produktionskapacitet och därmed uppnå bättre lönsamhet.
- Även om råvarutillgången tryggas kan en fortsatt nedläggning av små sågverk väntas. Endast formerna för denna process kan påverkas.
- Den nödvändiga strukturomvandlingen kommer att ställa stora krav på sågverken när det gäller teknisk förnyelse, marknadsanpassning och finansiella resurser. Det är tveksamt om den nuvarande lönsamheten är tillräcklig för att finansiera nödvändiga investeringar.
- Ökad vidareförädling kräver inte bara en större grad av marknadsorientering hos sågverken utan också investeringar i ny utrustning för råvaruhantering, kapning och sortering, torkning m m.
- Under de närmaste åren kommer ett ökat råvaruutbyte att vara den främsta faktorn för att öka lönsamheten inom sågverksindustrin.
- Den tekniska kompetensen inom sågverksindustrin måste i framtiden höjas genom utbildningsinsatser och ökad satsning på forskning och utveckling.

Produktionsinriktning, arbetsmetoder och arbetsorganisation

- Många arbetsmetoder och arbetssätt kan behöva omprövas till exempel när det gäller apteringsprocessen, virkestorkning, distributionsledets uppbyggnad och funktion etc. En mera ändamålsanpassad aptering kan ske antingen vid avverkningsplatsen eller i anslutning till sågverken. Under senare år har man upptäckt att timret tar skada av vattenlagring i större omfattning än vad tidigare gängse uppfattningar givit vid handen. Detta kan ställa nya krav på timmerhanteringen och -lagringen för att man skall kunna utnyttja den kvalitativt bästa råvaran på optimalt sätt.
- Utvecklingen av datorstödda hjälpmedel har i stor omfattning anpassats till den traditionella produktionsorganisationen inom sågverken och till den maskinella utrustningen. Som exempel kan nämnas kantautomaterna. Ett effektivt utnyttjande av datorstöd kan kräva att sågverksindustrin utvecklar nya lösningar när det gäller uppbyggnad av olika maskinlinjer, integrering av den maskinella utrustningen, transportsystem etc.
- En tendens mot ökad skiftgång kan iakttas i samband med nybyggnationer och andra större investeringar.

Produktionsteknisk utveckling

- Inga förändringar av den grundläggande tekniken för sönderdelningsprocessen (band-, cirkel- och ramsågning med reducering) är att vänta under den närmaste tioårsperioden.
- Utnyttjandet av elektroniktillämpningar kommer att bli allt viktigare för sågverkens lönsamhet och internationella konkurrenskraft. Som exempel på områden där datorstöd bedöms få stor betydelse kan nämnas automatisk sortering (se nedan), maskinövervakning, måttkontroll, produktionsövervakning och -styrning samt metoder för inläggning, inriktning och genommatning i stocktagande och blocktagande maskiner. Det sistnämnda förutsätter parallell utveckling av mekaniken samt utveckling av nya givare.
- Automatiserad kvalitetsbedömning och sortering kommer att utgöra ett viktigt steg för automatiseringen i stort inom sågverksindustrin. Problemen inom området är dock många och av såväl teknisk som kommersiell natur. För det första krävs att sorteringsreglerna anpassas mer till automatisk sortering, d v s att de lättare kan kvantifieras. Detta är förändringar som har stor påverkan på marknaden och konkurrenssituationen. Ett sågverk med väl inarbetad kundkrets kan exempelvis skapa förvirring bland distributörer och kundkrets om man börjar tillämpa nya sorteringsregler. Det kan också vara svårt för ett företag som tillämpar avancerad automatisk sortering att ta ansvar för produkternas kvalitet om det i praktiken endast är systemleverantören som har kompetens att ändra i systemet.
- Automatiserad, ändamålsanpassad sortering bedöms även få avsevärda effekter för sysselsättningen när den börjar tillämpas.
- För att datorstödd produktionsstyrning och utnyttjande av datorbaserade optimeringsmodeller skall få större spridning måste mer resurser ägnas åt

problemen i samband med datainsamling i sågverken (utveckling av mätgivare, individuell märkning av stockar vid inmätningen, nya sågverkslayouter etc).

- Stora ekonomiska vinster kan göras genom bättre metoder för virkestorkning. Mycket talar för att de potentiella lönsamhetsförbättringarna i detta led är väl så stora som vinsterna vid exempelvis övergång från manuell till datorstödd kantning.

Utrustningsleverantörer

- För att uppnå internationell konkurrenskraft bör de svenska leverantörerna av sågverksutrustning specialisera sig samt höja sin elektronikkompetens.

8 Massa- och pappersindustrin

8.1 Branschstruktur

Den svenska massa-, pappers- och pappersvaruindustrin har traditionellt hört till de viktigaste exportnäringarna. Under de senaste åren har den tillsammans med trävaruindustrin svarat för i genomsnitt en femtedel av de totala svenska exportintäkterna. Dess struktur 1978 med avseende på delbranscher framgår av tabell 8.1 nedan.

Tabell 8.1 Antal arbetsställen, förädlingsvärde samt sysselsättning för massa-, pappers- och pappersvaruindustrin och dess delbranscher 1978

SNI	Benämning	Arbetsställen		Förädlingsvärde		Sysselsättning	
		Antal	Andel i %	Mkr	Andel i %	Antal	Andel i %
34111	Massaindustri	37	15	1 384	18	14 705	24
34112	Pappers- och pappindustri	65	27	4 610	60	33 181	55
34113	Träfiberplatt-industri	11	5	228	3	2 483	4
3412	Pappers- och papp-förpackningsindustri	81	33	898	12	6 969	12
3419	Övrig pappers- och pappersvaruindustri	48	20	555	7	3 191	5
341	Massa-, pappers- och pappersvaruindustrin totalt	242	100	7 675	100	60 529	100

Källa: SOS Industri.

Som synes i tabellen är övriga delbranscher av liten omfattning jämfört med massa- och pappersindustrin till vilken den fortsatta framställningen huvudsakligen hänför sig.

Massa- och pappersindustrin upplevde fram t o m 1974 en kraftig högkonjunktur. Sysselsättning, produktionsvolym och produktivitet ökade snabbt vilket framgår av tabell 8.2 som även visar den nedgång som inträffade efter 1974.

Tabell 8.2 Sysselsättning, salu- och förädlingsvärde i löpande priser, produktivitet m m för massa- och pappersindustrin (SNI 3411) vissa år

	1970	1972	1974	1975	1976	1977	1978
Antal anställda	47 863	48 192	49 310	49 752	52 406	51 958	50 369
Saluvärde, Mkr	8 303	8 759	17 182	17 251	17 405	16 466	18 244
Förädlingsvärde, Mkr	3 615	3 620	7 948	7 471	6 748	5 476	6 221
Antal arbetsställen	127	123	120	116	116	117	113
Produktionsvolym-index (1968 = 100)	115	119	138	115	120	113	122
Produktivitetsindex (1968 = 100)	118	130	149	130	134	132	151

Källa: SOS Industri.

De svårigheter som drabbade massa- och pappersindustrin under 1975 hade flera orsaker. Tack vare branschens stora exportberoende (mer än hälften av massaproduktionen och mer än två tredjedelar av pappersproduktionen går på export) fick den internationella lågkonjunkturens sjunkande priser och vikande efterfrågan stor genomslagskraft. Till följd av väsentligt ökade löne- och råvarukostnader efter rekordvinståret 1974[1] försämrades också den svenska skogsindustrins kostnadsläge avsevärt visavi utlandet. Slutligen kan bland orsakerna nämnas ökad konkurrens från nordamerikanska producenter som dessutom gynnades av en sjunkande dollarkurs. Företag med lägre förädlingsgrad (råvaruförbrukande), främst massafabriker, har drabbats relativt sett mest av lågkonjunkturen. Under det sämsta året, 1977, låg kapacitetsutnyttjandet i denna del av industrin under 70 %. Skogskonjunkturen vände dock under 1979 och året därpå uppvisade flera av de stora skogsbolagen avsevärt ökade vinster. För massatillverkningen kvarstod dock lönsamhetsproblemen bland annat på grund av en låg dollarkurs. Situationen för 1981 väntas i mycket avgöras av utvecklingen på den nordamerikanska marknaden.

Inom branschen som helhet men speciellt inom pappers- och pappindustrin minskade investeringsvolymerna kraftigt under 1977 och 1978. En viss återhämtning förväntas under 1980 och 1981 enligt SCB's investeringsenkät.

Massa- och pappersindustrin har genomgått en kontinuerlig strukturomvandling de senaste 15 åren. Fram t o m mitten av 1970-talet innebar denna strukturomvandling även en väsentlig kapacitetsutbyggnad. Inom massaindustrin har främst mindre sulfitfabriker lagts ned och delvis ersatts av kapacitet för framställning av sulfatmassa och termomekanisk massa i nya eller utökade anläggningar. Denna utveckling väntas fortsätta. Under de senaste åren har, som en följd av svårigheterna för delar av massa- och pappersindustrin, nedläggningar varslats och vidtagits för en rad anläggningar. Statsmakterna har också av sysselsättningsskäl lämnat olika former av stöd på mycket stora belopp till vissa massa- och pappersföretag.

Den fortgående nedläggningen av mindre enheter har ökat den genomsnittliga anläggningsstorleken som för närvarande är avsevärd internationellt sett men som varierar kraftigt mellan anläggningar för olika slag av

[1] Skogsindustrins totala vinst uppgick 1974 till drygt fem miljarder kronor att jämföra med förluster på mellan en och två miljarder kronor 1977 och följande år.

tillverkning. En gynnsam storleksstruktur föreligger främst beträffande tillverkning av sulfatmassa och därpå baserade produkter och för tidningspappersframställning. Jämfört med den svenska industrin i övrigt domineras massa- och pappersindustrin av stora produktionsenheter. År 1977 sysselsatte arbetsställena inom massa- och pappersindustrin i genomsnitt fem till sex gånger så många personer som arbetsställena inom industrin totalt i genomsnitt.

Avgörande för den svenska massaindustrins konkurrenskraft är råvarutillgång och råvarupris. Råvarukostnadernas betydelse framgår av att de svarar för 40–50 % av de totala tillverkningskostnaderna inom massaindustrin. De svenska och finska massavedpriserna har liksom priserna i de mellaneuropeiska länderna länge legat högre än i Nordamerika. Fram till 1976 vidgades skillnaden så att de svenska priserna blev mer än dubbelt så höga vilket var en av orsakerna till den lönsamhetskris som drabbade den skogsbaserade industrin. Sedan 1976 har en viss utjämning inträtt genom att de svenska priserna sjunkit samtidigt som priserna stigit i USA och Kanada.

Vid integrerad produktion av mera förädlade pappersslag sjunker råvarukostnadernas andel påtagligt medan kapitalkostnader och lönekostnader ökar i betydelse. Inom alla typer av produktion har dock kapitalkostnadernas andel ökat trendmässigt vilket gjort skogsindustrin mer känslig för svängningar i kapacitetsutnyttjandet. Andra faktorer som dock i hög grad kommer att påverka massa- och pappersindustrin i framtiden är miljövårdskraven samt tillgången på och kostnaden för energi. Såväl ökade miljövårdskrav, ökad vidareförädling samt övergång till större andel mekanisk och termomekanisk massa leder till ökad energiförbrukning.

Västeuropa är traditionellt den viktigaste marknaden för svensk massa- och pappersexport. Denna situation väntas bestå i framtiden även om exporten till asiatiska länder och till Mellersta Östern ökat avsevärt de senaste åren. I stort är prognoserna beträffande avsättningsmöjligheterna för massa och papper gynnsamma. En successiv avveckling av EG's tullar på svensk export av papper och papp fram till 1984 kommer att gynna den svenska industrins konkurrensmöjligheter gentemot EG's hemmamarknad och även gentemot nordamerikanska producenter. En relativt långsam efterfrågetillväxt kan dock förutses på den svenska marknaden.

Sammanfattningsvis kan sägas att utsikterna för den svenska massa- och pappersindustrin i ett längre perspektiv är relativt gynnsamma. Tekniskt ligger de svenska producenterna långt framme, storleksstrukturen på anläggningarna är internationellt sett konkurrenskraftig och produktionsapparaten är till stora delar modern och effektiv. Beträffande exempelvis pappersmaskiner räknar man med att 40 % av kapaciteten tillkommit efter 1965 – en hög siffra internationellt sett.

Viktigt är att den svenska skogsindustrin genom fortsatta forskningsinsatser kan kompensera de relativt sett höga kostnaderna för löner och råvaror med ett teknologiskt försprång. En fortsatt omstrukturering av produktionsapparaten med nedläggning av mindre och omoderna enheter är också nödvändig. En alltför snabb takt i strukturomvandlingen kan dock leda till betydande regionala sysselsättningsproblem på enskilda orter i främst norra Mellansverige och Norrland. Närmare hälften av sysselsättningstillfällena inom massa- och pappersindustrin är lokaliserade till orter och områden där

de utgör en väsentlig del av den lokala sysselsättningen. Nedanstående sammanfattning, som hämtats från en utredning rörande inriktningen av den kollektiva branschforskningen utarbetad inom Svenska Cellulosa- och Pappersbruksföreningen (SCPF), anger några troliga utvecklingslinjer för den svenska massa- och pappersindustrin.

"1979 års struktur inom svensk massa- och pappersindustri kommer efter hand att förändras genom att:

- den inom landet tillgängliga fiberråvaran och möjligheterna till en tillfredsställande energiförsörjning i första hand sätter gränserna för fortsatt volymmässig expansion
- den hårda internationella konkurrensen och det höga kostnadsläget tvingar fram en fortsatt koncentration mot ett färre antal produktionsenheter
- den internationella konkurrensen hårdnar vad avser produktkvaliteten och tvingar fram krav på ökad produktutveckling
- utvecklingen fortlöpande går mot en allt högre förädlingsgrad i form av ökad integration av tillgänglig avsalumassa till ökad produktion av papper och kartong
- råvarutillgången fortsätter att vara knapp och alternativanvändningen av ved uppmärksammas
- produktionen även i framtiden kommer att i helt övervägande omfattning baseras på inhemsk ved
- användningen av returpapper ökar genom ökad insamling i Sverige samt genom växande import
- sulfitmassaproduktionen minskar
- sulfatmassaproduktionen ökar endast obetydligt
- produktionen av mekanisk, termomekanisk och kemimekanisk massa ökar ganska kraftigt
- pappersinriktningen accentueras
- kraven på energi- och/eller fibersnåla produkter och processer fortsätter att öka i styrka
- kostnaderna och svårigheterna för teknisk förnyelse ökar brant
- kraven på yttre och inre miljö fortsätter att vara höga
- prisuppgången på energi kan förutses bli större än för andra nyttigheter
- fortsatt ökad automatisering."

Avslutningsvis skall även några kvantitativa prognoser för massa och pappersindustrins utveckling refereras. I likhet med övriga branschöversikter har prognoserna hämtats från industriverkets höstrapport 1979. Rapporten framhåller betydelsen av den begränsade tillgången på råvara och kalkylerar med en tämligen måttlig produktionsvolymtillväxt om två procent per år för massa- och pappersindustrin fram till 1984.

Exporten bedöms öka med i genomsnitt tre procent per år under prognosperioden med något snabbare ökning av exporten av mer förädlade produkter jämfört med massaexporten. Mot bakgrund av det låga kapacitetsutnyttjandet i utgångsläget samt nedläggningarna av smärre lågproduktiva enheter räknas i rapporten med en årlig produktivitetsökning om sex procent i genomsnitt. Detta innebär en relativt kraftig beräknad minskning av sysselsättningen.

Den relativt höga investeringstakt som branschen uppehöll under förra delen av 1970-talet bedöms inte kunna fortsätta. Dels kan den låga lönsamheten komma att dämpa investeringsviljan, dels kommer överkapaci-

tet att föreligga i delar av branschen under de närmaste åren. På längre sikt kan dock enligt industriverket knapphet på råvaror bidra till en omstrukturering i riktning mot ökad vidareförädling och mindre råvaruförbrukande produktion som i sin tur skulle öka investeringsbehovet.

8.2 Användningen av avancerade styrsystem i massa- och pappersindustrin

8.2.1 *Exempel på styrsystemtillämpningar*

De nedan redovisade fem exemplen på styrsystemtillämpningar har valts så att de illustrerar dels olika typer av tillämpningar (olika systemnivåer) inom massa- och pappersindustrin, dels olika effekter av tillämpningar (t ex råvarubesparing, jämnare produktkvalitet, energibesparing och minskad miljöpåverkan).

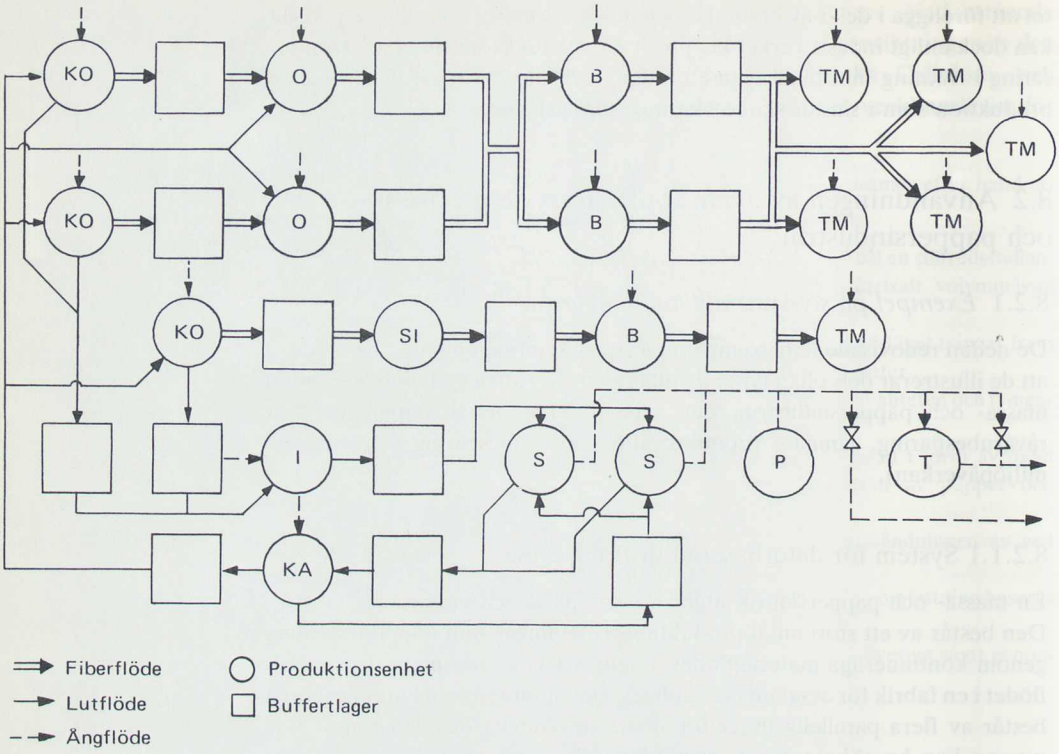
8.2.1.1 System för datorbaserad driftplanering

En massa- och pappersfabrik utgör ett komplext och omfattande system. Den består av ett stort antal produktionsavdelningar som kopplas samman genom kontinuerliga materialflöden. Figur 8.1 visar schematiskt materialflödet i en fabrik för avsalumassa (sulfat). Det är inte ovanligt att fabrikerna består av flera parallella linjer för fiberframställning där den framställda massan kan ha olika användningsmöjligheter (såväl pappersframställning som avsalu). Nya krav på miljövård och energihushållning har medfört komplicerade förändringar av produktionssystemen. Ett exempel är att s k slutna system införts vilket innebär att olika flöden (t ex tvättvätskor) återförs i processen i stället för att som tidigare lämna densamma.

Massa- och pappersfabriker är mycket kapitalintensiva enheter vilket innebär att kravet på högt kapacitetsutnyttjande är stort. Vinsten är vanligtvis helt att hänföra till "de sista tonnen".

Antalet stopp och störningar i processystemen är stort trots omfattande förebyggande underhåll. Stoppen kan betingas av haverier av olika slag och störningarna vara följden av förändrade råvaruegenskaper, rena styrfel eller andra mänskliga felgrepp. För att minska beroendet mellan olika avdelningar har man infört lagringsmöjligheter (buffertlager, tankar) på olika strategiska punkter i processen (jämför figur 8.1). Dessa ger systemet en flexibilitet som innebär att en avdelning kan köra vidare en viss tid trots att exempelvis den framförliggande avdelningen tvingats stoppa. Utan denna flexibilitet skulle produktionsförlusterna till följd av stopp och störningar lätt bli mycket stora. Att manuellt löpande samordna driften i en hel fabrik och samtidigt åstadkomma en hög och jämn ("optimal") produktion framstår som en närmast omöjlig uppgift. Svårigheterna blir särskilt stora då störningar (d v s oväntade händelser) inträffar och då man tvingas att snabbt fatta de för fabriken som helhet rätta besluten om produktionshastighet i olika avdelningar.

Mot bakgrund av ovanstående beskrivning ter det sig naturligt att ta datortekniken till hjälp för att underlätta en samordnad planering och skapa



Fiberflödet (⟹) går från kokningen (KO) till torkmaskinen (TM). Kemikalieåtervinningscykeln innebär att avlut (⟶) från kokningen via indunstningen (I) förbränns i sodapannan (S) varefter aktiva kokkemikalier återframställs (KA). Ångflödena (⇢) genereras främst i sodapannan. Tillskottsånga genereras i en oljepanna (P) och elenergi i en mottryckturbin (T). O = syrgasblekning, B = konventionell klorblekning, SI = silning.

Figur 8.1 Förenklad bild av flödena i en massafabrik.

Källa: Svenska Träforskningsinstitutet (STFI).

ett hjälpmedel i plötsliga beslutssituationer. Så har också skett och det är framför allt i Sverige som denna utveckling drivits fram. Pionjärarbetet utfördes av Billerud som 1968 tog i drift ett datorbaserat produktionsstyrsystem vid Gruvöns Bruk. Systemet utformades dock inte för att kunna köras i direkt anslutning till produktionen bl a på grund av att den matematiska lösningsmetodiken medförde långa svarstider. Nästa steg i utvecklingen togs omkring 1974 då Svenska Träforskningsinstitutet efter ett utvecklingsarbete tog i drift ett prototypsystem vid Iggesunds bruk. Rätten till systemprinciperna har övertagits av ASEA AB, som har exklusiv marknadsföringsrätt utanför Sverige. Den första svenska kommersiella installationen finns vid Skutskärsverkens sulfatfabrik.

I ett system för datorbaserad driftplanering ingår dels ett informationssystem som ger uppgift om nivån i olika lager och aktuella körhastigheter i processavdelningarna, dels ett program som beräknar en "optimal" körplan. Vid planeringen måste man ta hänsyn till uppgifter om kända stopp (t ex underhållsstopp) och andra restriktioner, t ex av typen nedsatt kapacitet inom ett visst produktionsavsnitt. Vidare krävs uppgift om önskade volymer av slutprodukter (t ex produktion av papper på olika maskiner). Programmet föreslår sedan en körplan som timme för timme två till tre dygn framåt

specificerar körhastigheterna i olika avdelningar. I det program som beräknar planen utnyttjas ett kriterium som innebär att man satt ett ekonomiskt värde på olika faktorer. Produktionsvärdet på de olika slutprodukterna är en självklar del i ett sådant kriterium, men det är också vanligt att man sätter ett värde på att få en plan som innebär så få produktionsomställningar som möjligt. Man vill också undvika stopp till följd av att olika lager blivit tömda eller fyllda. Ojämn körning i en fabrik medför kvalitetsstörningar, högre energi- och kemikalieåtgång liksom ökad risk för miljöutsläpp. Utnyttjandet och styrningen av buffertlagren mellan avdelningarna är härvid viktig för att samtidigt hålla en beredskap inför oplanerade stopp och störningar.

Systemet räknar också ut olika konsekvenser av en given plan t ex prognosticerad förbrukning av ånga och elenergi. Information från system av detta slag presenteras vanligen på bildskärmar. Med hänsyn till den stora risken för oplanerade händelser (störningar) i en massa- och pappersfabrik är det självklart viktigt att systemet snabbt (inom några minuter) kan ge nya planer.

Det ovan nämnda ekonomiska kriteriet anger inom vilka områden man räknar med att de ekonomiska vinsterna av en förbättrad driftsamordning är störst. Vad man kan påverka är således såväl kapacitetsutnyttjande som produktkvalitet och förbrukning av vedråvara, kemikalier och energi.

Att kvantifiera effekterna av förbättrad driftplanering är svårt och definitiva data från existerande system saknas. Detta hänger bl a samman med att en fabrik ständigt förändras och att nya styrsystem också påverkar arbetssättet. En ytterligare svårighet är att den analys av processystemet som planeringen och specifikationen av styrsystemet inneburit i sig lett till insikter om möjliga förbättringar. Effekterna måste även mätas och jämföras över långa tidperioder under vilken marknadsförutsättningar, råvarupriser etc kan ha ändrat sig väsentligt.

Utifrån statistik finner man att en fabrik i genomsnitt förlorar ca fem procent av produktionen genom att störningar fortplantar sig mellan avdelningar och det har beräknats att närmare hälften av dessa förluster kan undvikas genom en förbättrad samordning. Eftersom denna förbättring (och andra vinster) uppnås med en förhållandevis liten investering i en befintlig anläggning så finner man att de ekonomiska vinsterna är mycket stora. Vi kan som exempel ta en större sulfatfabrik som producerar 400 000 ton massa per år och som har ett täckningsbidrag på s k marginella ton av 1 500 kronor per ton. En produktionsökning om två procent svarar här mot en intäktsökning av tolv millioner kronor per år. Återbetalningstiden för ett system av detta slag torde ligga på mellan ett och två år. Till detta kommer värdet av en förbättrad information inom hela fabriken, vilket bl a måste upplevas som positivt av olika befattningshavare. Det upplevs förhoppningsvis som ett mervärde att kunna känna till vad som händer i olika delar av fabriken. Detta är i dag i vanliga fall inte möjligt. Vidare kan framhållas att informations- och datorsystemet i regel kan användas också för andra uppgifter vilket nästa exempel visar.

8.2.1.2 System för datorbaserad uppföljning av miljöutsläpp

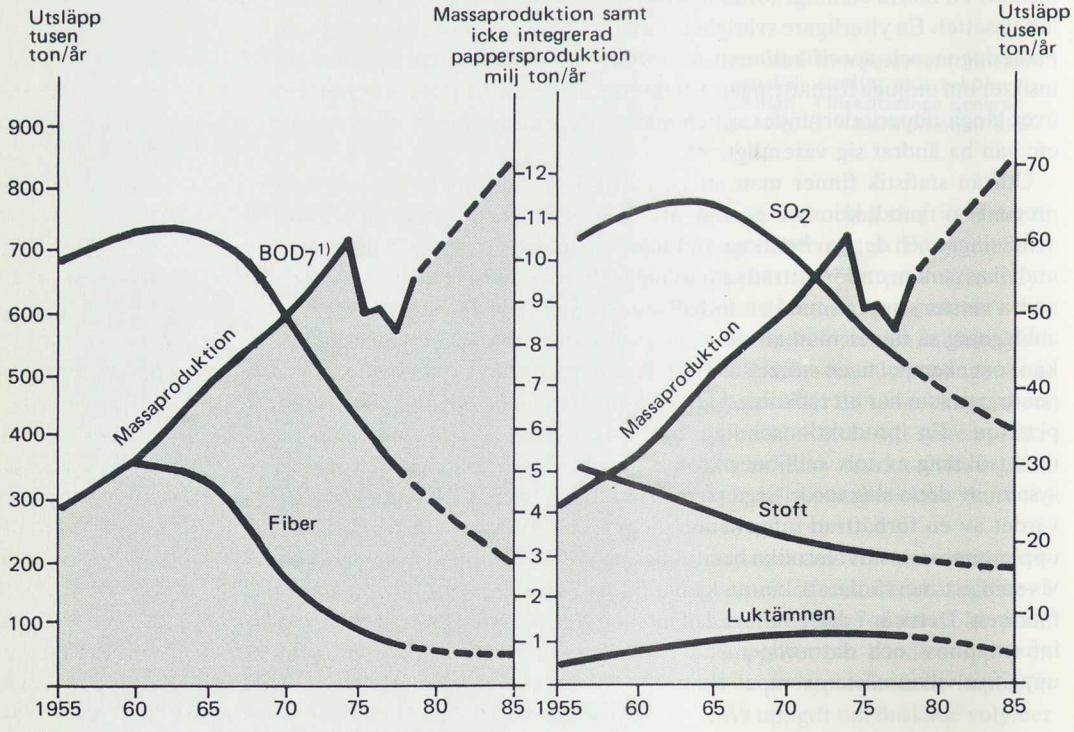
Inom ramen för ett miljövårdsprojekt, NORDMILJÖ 80, som bedrivits i samarbete mellan skogsindustrierna i Finland, Norge och Sverige till en ungefärlig kostnad av tolv millioner kronor, har bl a utvecklats och installerats ett datorbaserat system för uppföljning av de miljöpåverkande utsläppens omfattning i ett massa- och pappersbruk. Då projektet startade (1975) konstaterades bl a att de mättekniska förutsättningarna för att följa en anläggnings utsläpp och miljöpåverkan var otillfredställande. Ett faktum var också att miljövårdsbetingade processmodifieringar och slutningar av vätskeflöden bidrog till att komplicera fabrikerna med ökade risker för överrinningar av cisterner m m som följd. Sett i perspektivet av högre priser för ved, kemikalier och energi och stigande lönekostnader, i förening med ökade kontrollkrav från myndigheterna, bedömdes en effektivare miljövårdskontroll som önskvärd och nödvändig. Det blev, inte minst mot bakgrund av den tilltagande användningen av datorer för styrning och övervakning, naturligt att fråga sig om inte ett systemanalytiskt angreppssätt kunde ge värdefulla hjälpmedel.

Utsläppen från skogsindustrin har under den senaste tioårsperioden nedbringats avsevärt i absoluta tal vilket visas i figur 8.2. Tar man dessutom i beaktande att produktionsvolymen stigit avsevärt under samma period blir förändringen än mer drastisk[1]. Kostnaderna för ytterligare förbättringar stiger nu emellertid brant. Förbättringarna har hittills åstadkommits dels

[1] Massa- och pappersindustrin har under de senaste tio åren investerat drygt 1,6 miljarder kronor i den yttre miljövården, vilket resulterat i en halvering av utsläppen i luft och vatten samtidigt som produktionen fördubblats.

Figur 8.2. Sambandet mellan produktionsvolymen massa- papper och utsläpp till luft och vatten 1955-1985.

Källa: STFI.



1) Utgör ett mått på utsläppens syreförbrukning i recipienten.

genom förändringar i processerna (t ex systemslutning och ändringar i kritiska apparater), dels genom externa reningsanordningar. Det är förknippat med tekniska och ännu inte helt klarlagda svårigheter att gå vidare med slutningsåtgärder. Den externa reningen är ekonomiskt betungande, både från kapital- och driftkostnadssynpunkt (energikostnader bl a).

Det sätt att påverka utsläppen som Nordmiljö 80 arbetat med går ut på att styra och vidta sådana åtgärder i processen att utsläppen begränsas utan att produktionsresultatet försämras. Det blir då framförallt s k tillfälliga utsläpp som reduceras. En förutsättning för styråtgärder är en snabb uppföljning av utsläppens omfattning och utveckling, vilket betyder att avvikelser från det normala ska upptäckas tidigt. Det gäller därför att mäta så nära processerna som möjligt och att använda i huvudsak kontinuerligt registrerande instrument.

Värdet av fibrer eller kemikalier är givetvis störst så länge de behålls i processen. Sker ett utsläpp sjunker värdet för att bli noll någonstans på väg till recipienten. Omvänt gäller att kostnaden som utsläppet förorsakar stiger ju närmare recipienten man kommer. Kalkyler visar att det ekonomiska värdet av de fibrer och kemikalier som kan behållas genom förbättrad uppföljning och styrning är avsevärt. För en tänkt fabrik som tillverkar 250 000 ton blekt sulfatmassa och som är byggd på 1960-talet har besparingspotentialen per år beräknats till 1,5–2,5 Mkr, varav energibesparingseffekter utgör en icke oväsentlig del. Betingelserna varierar visserligen starkt från en fabrik till en annan, men det framstår klart att datorbaserad uppföljning av utsläpp även ur rent ekonomisk synvinkel kan utgöra en motiverad investering.

Ett system för uppföljning av utsläpp bör innehålla de delar som framgår av figur 8.3. Vad man vinner är att man:

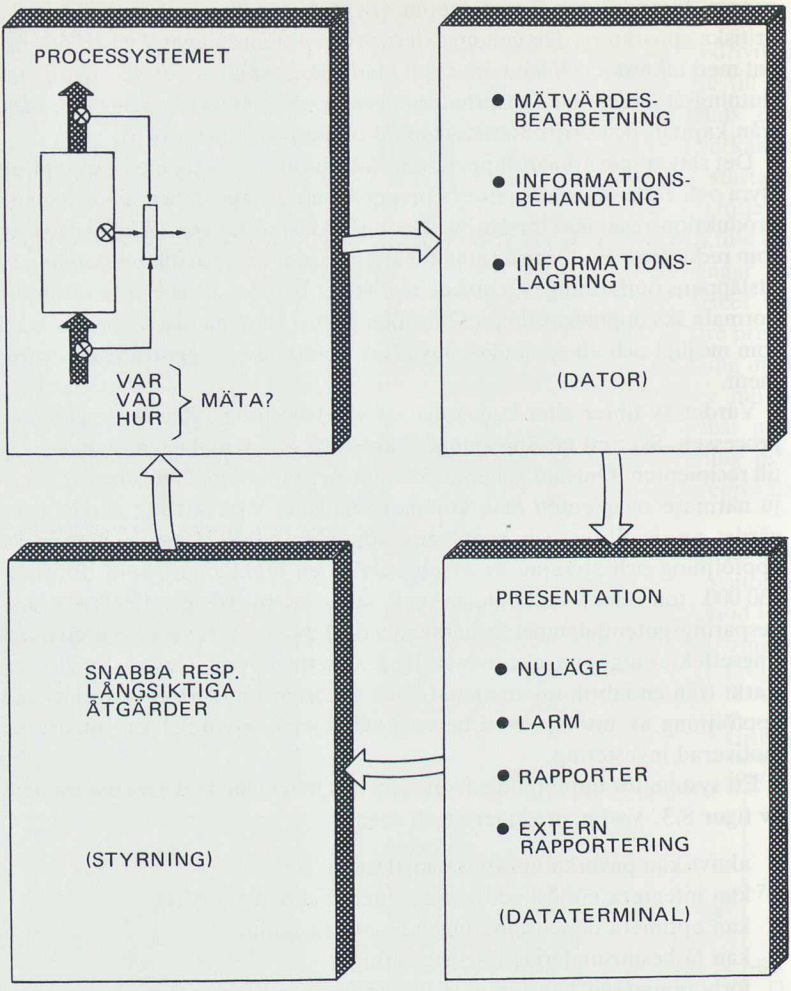
- aktivt kan påverka utsläppsmängderna
- kan integrera miljöskyddsarbetet med den övriga driften
- kan optimera dimensioneringen av extern rening
- kan få beslutsunderlag för investeringar
- förhoppningsvis kan förenkla rapporteringen till myndigheterna.

För att förverkliga ett system av denna typ krävs att några väsentliga förutsättningar är uppfyllda:

- man måste arbeta med *ändamålsenliga mätstorheter* (parametrar), enligt vilka de skogsindustriella utsläppen värderas i förhållande till sina miljöeffekter
- man måste ha möjlighet att *säkert utföra de nödvändiga mätningarna och analyserna*
- man måste ha kvantitativ *kunskap om sambandet mellan hur processer körs och de resulterande utsläppen.*

Ett system för uppföljning av utsläpp har följande huvuduppgifter:

- systemet ska kunna *förvarna* om utsläppsökningar. För detta utnyttjas exempelvis övervakning av kolmonoxidhalten i en sodapannas rökgaser för förvarning om svavelväteutsläpp eller fyllnadsgraden i tankar för förvarning om överbräddning till golvavlopp



Figur 8.3 Summarisk beskrivning av huvuddelarna i ett system för uppföljning av utsläpp och därav betingade åtgärder.

Källa: STFI.

- systemet ska ge *snabb information* (t ex *larm* och *underlag för åtgärder)* då en utsläppsökning fastställts. För detta utnyttjas mätningar i golvavlopp eller rökgaskanaler av mängden föroreningar
- systemet ska ge en väl strukturerad och informativ intern *rapportering* om utsläppens omfattning och utveckling till olika befattningshavare. Systemets rapportering omfattar dygns-, vecko- och månadsrapporter
- systemet ska ge *underlag inför investeringar* som avser att långsiktigt förbättra möjligheterna att styra utsläpp och annan miljöpåverkan.

Ett system för uppföljning av utsläpp har normalt så omfattande uppgifter att det bör vara datorbaserat. System av denna typ har att hantera stora informationsmängder och ska fungera dygnet runt oavsett hur utsläppen utvecklas eller fabriksförhållandena i övrigt ändras.

Stora Kopparberg-Bergvik AB hade vid sin ut- och ombyggnad av Skutskärsverken beslutat installera datorbaserad uppföljning av utsläpp. Det fanns därmed goda förutsättningar för ett samarbete mellan företaget och

projektet Nordmiljö 80 i syfte att realisera ett system efter de principer som angetts ovan. Samarbetet har omfattat beslut om omfattning och projektering, installation och idrifttagning samt uppföljning av systemets funktion.

Omfattning och ambitionsnivå hos systemet har specificerats med hänsyn till bl a fabrikens utformning, omfattningen och andra karaktäristika för olika typer av utsläpp, de möjligheter som bedömdes finnas att reducera utsläppsmängderna från olika delar av fabriken samt givetvis de personella och ekonomiska resurser som förelåg. I systemet ingår en mängd kontinuerligt arbetande instrument som registrerar utsläppsmängderna i luften, flödena i olika avlopp, nivåerna i buffertlager, tankar och filtertråg m m. Signalöverföringen sker i den nya delen av fabriken med kabel och i den gamla delen med ett datatransmissionssystem som utnyttjar telefonledningar. Informationen bearbetas i en för fabriksdriften central minidator[1]. Larm och information om utsläppsökning når skiftgående personal via bildskärmar i tre kontrollrum. Rapporter skrivs ut på printer.

Operatörer eller driftplanerare får vid larmtillfället på bildskärm tillgång till information som underlättar lokalisering av utsläpp och initiering av riktiga åtgärder. Systemet har t ex möjlighet att självt konstatera vissa utsläppsorsaker. Signalbehandlingen utförs så att larm endast utlöses då det är motiverat att operatör ingriper. Utsläppsökningar som är en följd av medvetet tagna beslut utlöser inte larm men registreras självfallet och återfinns i rapporteringen. En viktig egenskap är att operatörerna på bildskärmen får information om vissa instrumentfel. De konduktivitetsmätare som löper störst risk för nedsmutsning övervakas och mätarna för suspenderat material har inbyggd funktionsövervakning. För tilltron till informationssystem är det nödvändigt att instrumentfel inte leder till felaktiga åtgärder i processen. Tillgängligheten hos instrument är vid alla styrsystemtillämpningar av avgörande betydelse.

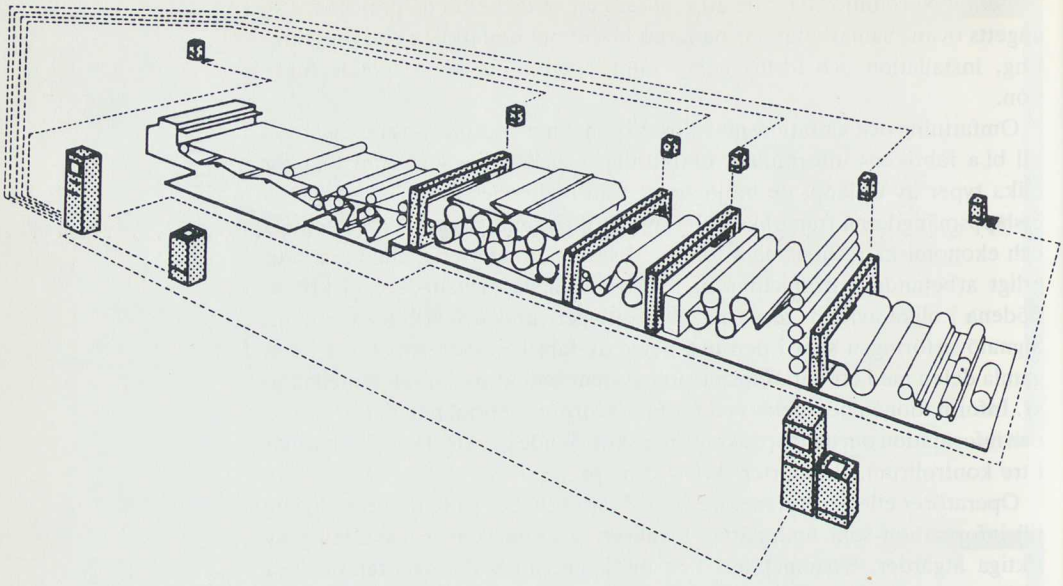
Information om orsakerna till utsläppen lagras och sammanställs av datorn för valfri period. Detta ger underlag för mer varaktiga förändringar, t ex investeringar.

8.2.1.3 Styrning av pappersmaskiner

Inom massa- och pappersindustrin är styrning av pappersmaskiner den klassiska tillämpningen av datorstöd. Ca hälften av alla datorsystem i produktionen används för detta ändamål såväl i Sverige som i världen i övrigt. Ett s k "ytvikt och fuktstyrsystem" är i det närmaste en självklarhet för alla pappersmaskiner utom de allra minsta. Styrsystemet betraktas i dag som en del av processutrustningen och det torde endast vara för små maskiner som man gör några mer omfattande ekonomiska kalkyler för att motivera ett datorsystem. De flesta installerade systemen är starkt standardiserade s k "paketsystem" (se avsnitt 8.2.2).

Pappersmaskinen fungerar så (figur 8.4) att en blandning av fibrer och vatten i låg koncentration (pappersmälden) sprutas ut på ett s k viraparti där en avvattning sker. Därefter pressas vatten ur arket som sedan löper i kontakt med en serie ångvärmda cylindrar för slutlig torkning. När arket rullas upp har det en torrhalt om sju till åtta procent. Maskinen kan vara

[1] Datorn vid Skutskärsverken har ett flertal andra uppgifter, bl a utnyttjas den av skiftgående driftplanerare för den typ av produktionssamordning som beskrivits i avsnitt 8.2.1.1.



Pappersmälden strömmar ut ur inloppslådan till vänster och rullas upp till höger efter passage av torkpartiet. De skuggade delarna indikerar mät- och styrutrustning. Mätramar med traverserande givare är en karaktäristisk del av ett pappersmaskinstyrsystem.

Figur 8.4 Schematisk bild av pappersmaskin.

Källa: STFI.

utrustad med utrustning för t ex glättning och bestrykning.

En modern pappersmaskin kan ha en bredd av åtta till tio meter, vara flera hundra meter lång och köra med hastigheter upp mot 1 000 meter per minut. En stor pappersmaskin kan producera 150 000–250 000 ton papper per år. Den utgör en mycket stor investering för ett företag.

Det grundläggande styrproblemet vid papperstillverkningen är följande. Papperet säljs normalt till en viss ytvikt (gram/m^2). Man definierar också en viss fukthaltsnivå i papperet. Det får varken vara för torrt eller för fuktigt. Man sätter också krav beträffande exempelvis styrkeegenskaper (för kraftpapper) eller optiska egenskaper (för tryckpapper). Eftersom fiberråvaran är dyr gäller det självklart att producera den definierade kvaliteten och ytvikten med minsta mängd fibrer och största mängd vatten. En procentenhets förskjutning innebär betydande värden för en stor maskin. Vid tillverkningen är målet att dosera en helt jämn fiberblandning under en längre tidsperiod, sprida denna jämnt tvärs maskinen och sedan utföra alla moment i maskinen under konstanta betingelser. Att reglera mäldens koncentration och sammansättning är dock mycket svårt. Stora variationer är vanliga. Vidare ändrar sig betingelserna i maskinen, exempelvis kan torkfilter sätta igen. Det är också vanligt att defekter i papperets tvärriktning uppkommer. Ojämna egenskaper tvärs banan kan förorsaka stora bekymmer i den vidare pappersförädlingen.

Före introduktionen av direkt anslutna mätgivare för ytvikt och därtill hörande styrsystem gick ytviktsregleringen så till att man vid rullbyte (kanske var 30:e till 40:e minut) skar ut prover som blev föremål för laboratorieanalys. Det betyder att korrigerande ingrepp kunde ske bara var 30:e till 40:e minut. Endast störningar av timmars längd kunde regleras bort.

I dag har man ständigt traverserande mätgivare i maskinens "torrände" strax före upprullningen. Dessa har en traverseringstid som bara är någon minut. Detta är i och för sig mycket nog då produktionen under en minut kan uppgå till 10 000 m^2 papper. Störningar kan dock i dag åtgärdas inom så kort tid som tio minuter.

För pappersmaskinstyrningen har ett stort antal reglerfunktioner utvecklats och framgångsrikt utnyttjats. Avsevärda ekonomiska vinster har uppnåtts genom användningen av dessa reglerfunktioner för ett brett spektrum av papperskvaliteter. Typiska resultat är ökad produktion och minskade kvalitetsvariationer. Minskad spridning i produktkvaliteten medför att de värden för ytvikt och fukt som utnyttjas för att styra produktionen kan sättas närmare önskade medelvärden vilket i sin tur innebär minskad fiberåtgång. Andra påtagliga fördelar är minskade kassationer och kundreklamationer samt ökad processkunskap. De datoriserade reglerfunktionerna för en pappersmaskin brukar uppdelas i tre nivåer:

Basfunktionerna omfattar reglering av ytvikt och fukt genom styrning av massaflödet till maskinen och torksektionernas ångtryck. Exempel på andra basfunktioner är styrning av torksektionerna vid banbrott och uppstartning av maskinen.

Exempel på nästa nivå är reglering av inloppslådans tryck och koncentration, samordnade hastighetsomställningar och hastighetsoptimering. Datorn kan också minnas ett stort antal recept och kan snabbt ställa om produktionen till en annan kvalitet.

Den tredje nivån består av relativt stora programpaket som arbetar med ett större antal signaler till eller från processen. Kvarnstyrning (mäldberedning) och styrning av flerskiktskartong är exempel på sådana funktionspaket.

Ett länge uttalat önskemål från papperstillverkarnas sida har varit att kunna styra kvalitetsvariabler tvärs pappersbanan. Detta har realiserats under de senaste åren vad beträffar tjocklek och fukthalt. Styrning av fiberviktsprofilen utvecklas på några olika håll i världen, bl a vid Svenska Träforskningsinstitutet.

Mättekniken är utan tvekan den svåraste delen av processtyrningen. I moderna mätutrustningar för pappersmaskinstyrning utnyttjas datortekniken på en rad olika sätt för att uppnå högsta möjliga noggrannhet och långtidsstabilitet i mätvärdena. Datorn utför bl a signalbehandling, standardisering, kalibrering och rimlighetstestning samt skriver ut rapporter över givarstatistik till ledning för serviceingenjören. Trots detta krävs det regelbundna manuella kontroller och dagligt förebyggande underhåll för att tillfredsställande mätresultat skall uppnås. Det gäller därför för både leverantörer och användare att inte underskatta behovet av mättekniskt kunnande och löpande underhåll. En studie från 1974, genomförd av Svenska Pappers- och Cellulosaingenjörsföreningen (se avsnitt 8.2.2), påvisade bland annat följande beträffande pappersmaskinstyrsystem:

- systemens tillgänglighet var större än 99 % i 70 % av fallen och mellan 97–99 % i 26 % av fallen
- det ekonomiska utfallet var i majoriteten av avgivna svar över eller ungefär enligt förkalkyl. Som ett medelvärde av uppgivna svar (17 st) angavs att systemen täckte sin årliga kostnad 3,7 gånger.

Styrning av pappersmaskiner har varit en synnerligen framgångsrik datorapplikation. Framgången grundar sig främst på den goda lönsamheten, som varit enkel att kvantifiera inför beslutsfattare, och hög tillgänglighet hos systemen.

I dag är som nämnts datorstyrningen sedan flera år en helt integrerad del av produktionssystemet varför det inte längre är möjligt att särredovisa de ekonomiska fördelarna. För att ändå indikera det ekonomiska värdet av datoriserad pappersmaskinstyrning återges nedan en beräkning i globalt perspektiv som redovisats av David Bossen. Bossen är Vd i företaget Measurex som är ett av de två amerikanska företag som dominerar försäljningen av pappersmaskinstyrsystem i världen. Det finns omkring 1 570 sådana system runt om i världen och av dessa är ca hälften installerade av Measurex.

Enligt Measurex' beräkningar, som baseras på vissa förutsättningar, sparar varje datorsystem i drift i medeltal fyra procent fibrer. Vinsten härrör från höjning av fukthalten, ökning av ersättningsmaterial för fibrer t ex fyllmedel och minskning av papperets ytvikt.

Medelproduktionen för maskiner med installerade system är ca 55 000 ton per år. Således är den årliga fiberbesparingen för alla datoriserade pappersmaskiner över hela världen omkring fyra miljoner ton. Bossen uppskattar värdet av denna fiberbesparing till en miljard dollar. Som en parentes kan nämnas att fyra miljoner ton massa ungefär motsvarar 55 miljoner träd!

Den årliga besparingen på fyra miljoner ton massa betyder förutom råvarubesparing också besparing av kemikalier, energi och utrustning i framställningsledet.

Kemikaliebesparingen vid pappers- och massatillverkningen uppskattas till omkring 125 miljoner dollar per år. Energibesparingen är 13 miljoner fat olja – eller enligt Bossens kalkyleringsgrund omkring 260 miljoner dollar. Energibesparingen sker i pappersmaskinen genom att ökad fukthalt och minskad ytvikt i sin tur minskar behövlig mängd ånga för att torka pappersprodukten. Energi sparas också i massaframställningen genom det med fyra miljoner ton minskade massabehovet.

Besparingen i kapitalkostnader härrör från att industrin skulle kunna producera samma mängd papper utan att investera i massaframställningskapacitet för fyra miljoner ton per år. Man kan också se det så att industrin genom de aktuella datorsystemen i realiteten kunnat öka produktionskapaciteten.

Om man antar att kapitalbehovet för en integrerad massa- och pappersfabrik är 300 000 dollar för att producera ett ton papper om dagen, och att ett bruk i medeltal körs 340 dagar per år, får man enligt Bossen en i varje fall hypotetisk investeringsbesparing på 3,5 miljarder dollar.

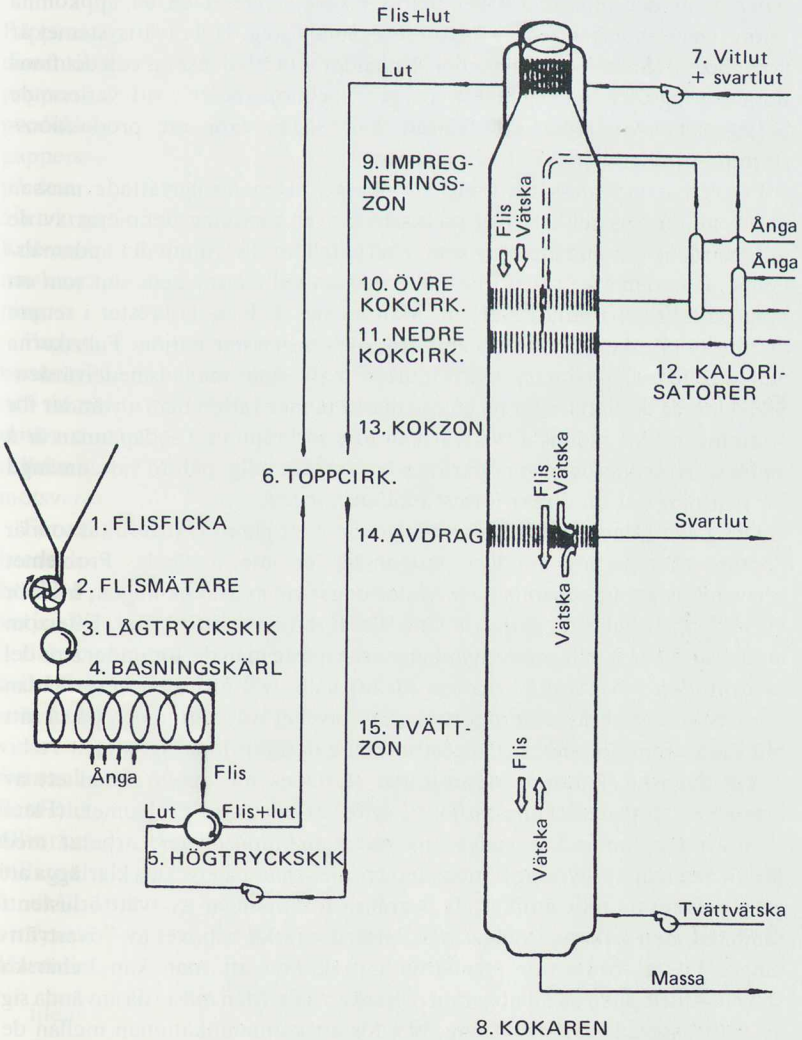
Summering: Världens 1 570 pappersmaskinstyrsystem, som motsvarar en investeringskostnad på ca 785 miljoner dollar, resulterar enligt Bossen i en fiberbesparing på fyra miljoner ton per år till ett värde av ca en miljard dollar. Vidare sparas 125 miljoner dollar i kemikalier per år och 260 miljoner dollar i energi per år. Om effekten av datorstyrningen av pappersmaskiner kunnat beaktas vid uppbyggnaden av tillverkningskapaciteten i världen skulle man kunnat spara 3,5 miljarder dollar i kapitalutgifter.

De ovanstående resonemangen kan i vissa avseenden diskuteras. Eftersom det är en leverantör som lägger fram kalkylen är det möjligt att vinsten av datorstyrning överskattats. Icke desto mindre torde siffrorna illustrera det faktum att datorstyrning av pappersmaskiner hittills varit mycket lönsam. Siffrorna motsvarar en återbetalningstid på mindre än ett år.

8.2.1.4 Datorstyrning av massatvätt

Datorbaserad styrning av massatvätt har fortfarande en relativt begränsad spridning. Exemplet medtas här främst därför att det illustrerar sambanden mellan förbättrad miljövård och energibesparing (exempelvis kräver en biologisk reningsanläggning stora mängder elenergi).

Vid framställning av kemisk massa kokas vedflis tillsammans med aktiva kemikalier i en kokare, se figur 8.5, varvid de ligninämnen som binder



Figur 8.5 Kontinuerlig sulfatkokare av hydraulisk typ med inbyggd kokartvätt längst ned. Efter kokaren följer ytterligare tvättsteg.

Källa: STFI.

samman cellulosafibrerna i veden utlöses. Vid kokningens slut föreligger således mer eller mindre frilagda fibrer i en vätska av kemikalierester och utlöst vedsubstans. Kemikalie- och energiinnehållet i denna vätska betingar ett stort värde.

Massatvättningens uppgift är att avskilja fibrerna från den "nedsmutsade" vätskan vilken efter indunstning går till den s k sodapannan. I sodapannan sker en komplicerad förbränningsprocess som innebär dels att den utlösta vedsubstansen förbränns med ånggenerering som följd, dels att kokkemikalierna återvinns och därefter omvandlas till ny, aktiv kokvätska. Den producerade ångan används för att täcka en stor del av fabrikens energibehov.

Massatvättningen tillgår i princip så att massan i olika steg utsätts för uttvättning med vatten. Olika processapparater finns för ändamålet, t ex tvättfilter. Vid kontinuerliga kokare sker en första tvättning i regel i själva kokaren, se figur 8.5. Oftast sker tvättningen i en motströmskedja som innebär att det renaste vattnet påförs i sista steget. Den då uppkomna "smutsigare" vätskan påförs ånyo i föregående steg. Hela tvättsystemet är komplicerat. Stora vätskemängder ska hanteras och balanseras och det finns flera lagringstorn inbyggda för att ge "spelmöjligheter" vid varierande betingelser. Att styra ett tvätteri kan sägas vara ett produktionsstyrningsproblem (jfr 8.2.1.1) i miniatyr.

Problemet vid massatvättning är följande. Den färdigtvättade massan måste ha en viss renhet. Det starkaste kravet härvidlag definieras av de miljövårdande myndigheterna som, i varje fall hittills, funnit det ändamålsenligt att ta den s k "tvättförlusten" i massan vid tvättningens slut som ett mått på fabrikens miljöpåverkan. Man menar att lösta kokrester i senare avsnitt av fabriken går till utsläpp och således belastar miljön. Fabrikerna åläggs således maximala tvättförluster mätt som månadsmedelvärden. Självklart är det lättare att nå en ren massa ju mer vatten man använder för tvättningen. Att indunsta tvättvätskan före förbränning i sodapannan är å andra sidan synnerligen energikrävande. Varje onödigt påförd vattenmängd för tvättning ger en direkt förlust i indunstningen.

Det gäller således att styra tvättningen mot ett jämnt tvättresultat som är "optimerat", så att onödiga vattenmängder inte används. Problemet försvåras av att man i samband med störningar vid massakokningen, framför allt vid uppstarter efter stopp, lätt erhåller förhöjda tvättförluster. Eftersom medelvärdet är fastslaget av myndigheterna måste man därför under stor del av drifttiden "övertvätta" massan för att hålla tvättförlusten nere. Sådan "övertvättning" kräver oproportionerligt mycket tvättvatten och på så sätt blir indunstningsprocessens ångförbrukning oproportionerligt stor.

Vid Svenska Träforskningsinstitutet startades för tre år sedan ett av branschen stött utvecklingsprojekt i syfte att bemästra problemet. (Flera skogsföretag har också själva, på olika ambitionsnivåer, arbetat med problemet tvätteristyrning). Inom detta projekt har man lyckats klarlägga att det i princip är fullt möjligt att begränsa förhöjningar av tvättförlusten i samband med kokarstörningar och därmed minska behovet av "övertvättning". Detta förutsätter emellertid i praktiken att man kan behärska störningsförloppen på ett noggrant och säkert sätt. Man måste då använda sig av datorbaserad tvätteristyrning, bl a för att kommunikationen mellan de

skiftgående operatörerna och automatiseringsutrustningen ska bli enkel.

Man har kunnat konstatera att det finns stora vinster att göra med förbättrade styrstrategier vid tvättning. Speciellt gäller detta vid kokarstörningar och uppstart. Beräkningar visar att användningen av de nyutvecklade styrstrategierna innebär en praktiskt uppnåelig besparingspotential om ca 500 m^3 olja per år i en större sulfatfabrik. För svensk massaindustri totalt kan besparingen röra sig om 25–50 GWh/år och detta kan uppnås utan att den s k tvättförlusten ändras. Resultatet är således att man utan att ge avkall på kravet från tillsynsmyndigheterna kan göra energibesparingar och åstadkomma en jämnare och säkrare drift. Minskad spridning i tvättresultatet har utöver energiaspekten ett intresse i sig vid tillverkning av vissa papperskvaliteter. Exempelvis kan lukt- och smakproblem uppstå i livsmedelsförpackningar om massan tvättats för dåligt.

8.2.1.5 Datoriserad hantering av pappersrullar

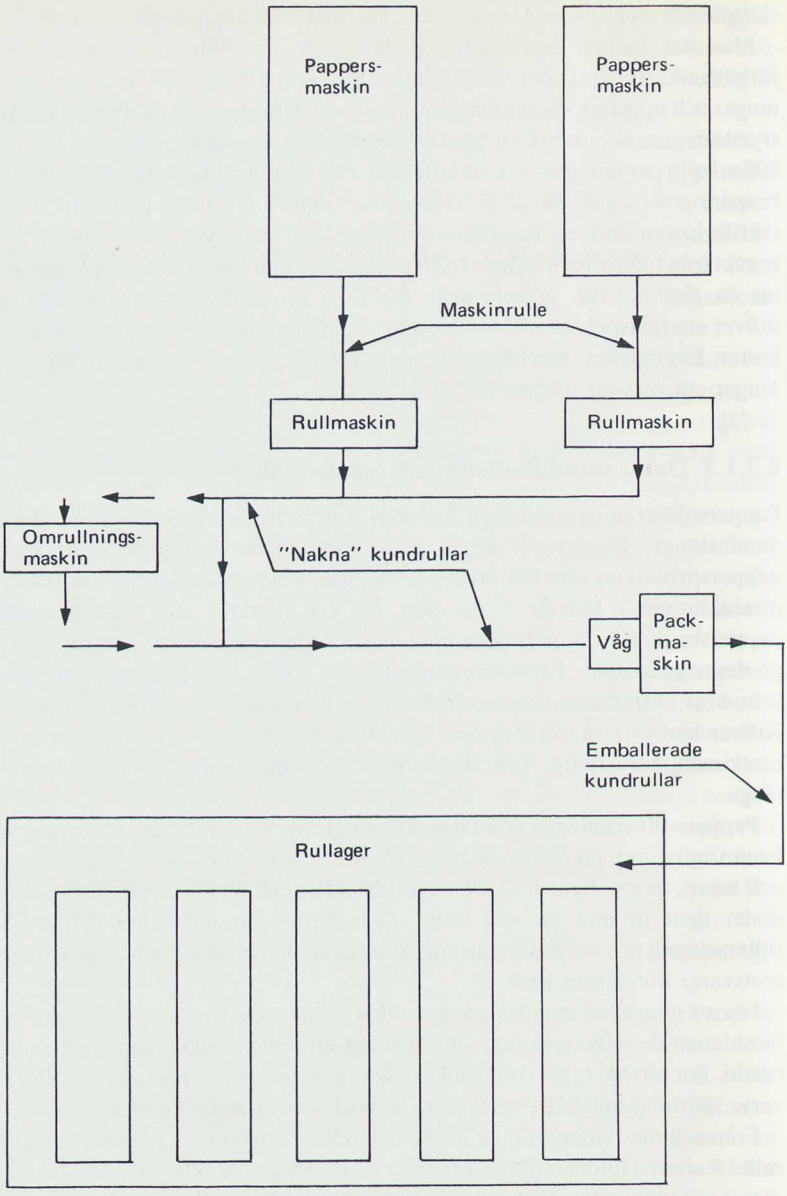
Papperstillverkningsprocessen har som slutprodukt pappersrullar av olika dimensioner. Papperet i dessa rullar vidarebehandlas sedan till olika pappersprodukter som tidningar, säckar, ark, wellpapp m m. En liten del av produktionen i Sverige omvandlas till ark direkt i det producerande pappersbruket. Beroende på papperets användningsområde ställs olika krav på dess egenskaper. Pappersbrukens kunder ställer, förutom kvalitetskrav, även krav beträffande dimensioner och papperslängd för de rullar de köper. Kraven kan variera starkt mellan kunderna, bland annat beroende på deras maskinella utrustning, t ex tryckpressar och utrustning för säcktillverkning.

Papperstillverkningen är en kontinuerlig process fram till det att pappersbanan rullas upp på den s k maskinrullen vars bredd kan variera mellan två och tio meter (se figur 8.4). När maskinrullen nått en viss storlek byts den under drift ut mot en tom rulle. Den färdiga maskinrullen flyttas till rullmaskinen och skärs där upp i mindre rullar med bredder och längder som motsvarar kundernas krav.

För att man skall utnyttja maskinrullen väl är det önskvärt att summan av bredden av de rullar som skärs så nära som möjligt motsvarar pappersbanans bredd. För att inte få för stort spill vid denna s k trimplanering måste vanligen varje skärning innehålla rullar som är beställda av olika kunder.

Från och med rullmaskinen måste man således hålla reda på varje enskild rulle. Rullarna tilldelas därför ett unikt kodnummer vid rullmaskinen. Rullar som inte blivit godtagbart rullade i rullmaskinen kan rullas om innan de går vidare till vågstationen, se figur 8.6. Kodnumret gör det möjligt att identifiera rullarna vid vågen, trots att rullar från flera olika pappersmaskiner och flera olika kundbeställningar blandats. Rullarnas vikt och antal rullar som tillverkats inom varje beställning registreras. Därefter förpackas och märks rullarna innan de går ut till lagret. Märkningen sker oftast med en etikett innehållande kund- och rulluppgifter. Rullhanteringen innebär således både en fysisk hantering och en hantering av information knuten till rullarna. Hanteringen av informationen har två huvudsyften, nämligen:

- identifiering och märkning av rullarna
- produktionsregistrering via vägning.



Figur 8.6 Exempel på fysisk hantering av rullar.

Källa: STFI.

Vid en datorisering av rullhanteringen brukar man låta en dator överta hanteringen av denna information. En dator är då kopplad till vågstationen och till olika enheter i packmaskinen, t ex till en operatörsarbetsplats och en etikettskrivmaskin. Datorn kan också vara kopplad till olika "växlar" i rulltransportsystemet. Operatörsarbetsplatser kan även finnas vid rullmaskinen och vid (intaget till) rullagret.

Ett datorbaserat rullhanteringssystem har vissa fördelar jämfört med ett manuellt system. De främsta fördelarna är:

- personalbesparing
- högre kapacitet i packmaskinen
- korrektare märkning
- effektivare produktionsuppföljning och effektivare administrativa rutiner.

Personalbesparingarna sker både bland skiftgående och administrativ personal. Genom den högre kapaciteten kan man ofta klara sig med färre våg- och förpackningslinjer. Man får bättre möjligheter att kontrollera rullarnas kodnummer vilket minskar risken för felmärkning och därav följande felleveranser. Produktionsrapporteringen blir snabbare vilket ger bättre underlag för uppföljning av produktionsplaner. De försäljningsadministrativa rutinerna får härigenom också ett bättre informationsunderlag.

I dag finns ett flertal olika datoriserade rullhanteringssystem på marknaden och flera system har installerats i Sverige. Större svenska bruk tycks dock vilja utveckla egna system för att därigenom få möjlighet att "skräddarsy" systemen för det egna brukets specifika behov.

Det ställs höga krav på ett rullhanteringssystems tillgänglighet. Ett stopp kan innebära en mycket allvarlig störning och kan innebära att pappersmaskinen måste stoppas. Detta medför att man måste ha kunnig personal vid bruket som kan ge service åt datorn med kringutrustning. För mindre bruk, som inte har egen sådan kapacitet, kan det därför vara svårt att införa och underhålla ett datorbaserat rullhanteringssystem.

För personal vid vågstationen och packmaskinen innebär ett datorbaserat system färre arbetsmoment, främst beträffande märkning och registrering av rullar. Arbetsuppgifterna blir i dessa avseenden mera av övervakningskaraktär. Det finns därmed en risk att arbetsuppgifterna utarmas. Detta är emellertid ingen oundviklig konsekvens. Om det datorbaserade systemet utformas så att dess roll som hjälpmedel betonas och personalens överblick över produktions- och orderläget förbättras, bör ett datorbaserat rullhanteringssystem i stället kunna upplevas som positivt av personalen.

8.2.2 *Uppskattning av antalet installerade styrsystem*

Inom massa- och pappersindustrin i Sverige har man vid ett par tillfällen inventerat befintliga styrsystemtillämpningar. En mycket omfattande studie, "Datorstyrning och -kontroll i massa- och pappersindustrin", utfördes under juni–augusti 1974 (dokumenterad som Meddelande nr 24 från Svenska Pappers- och Cellulosaingenjörsföreningen). Enkäten har följts upp med mer begränsade studier som givit statistiskt underlag per november 1975 och januari 1978. Ytterligare enkäter har inte genomförts inom ramen för denna utredning utan de fakta och trendframskrivningar som i fortsättningen presenteras baserar sig i allt väsentligt på de anförda undersökningarna och på vad som i övrigt är känt beträffande utvecklingen. Anmärkas kan att massa- och pappersindustrin också i andra länder efter hand genomfört undersökningar med syfte att belysa omfattningen av styrsystemtillämpningar.

För att rätt förstå den statistik som här ges för massa- och pappersindustrin är det nödvändigt att definiera vad som i detta sammanhang menas med

system och *paketsystem*.

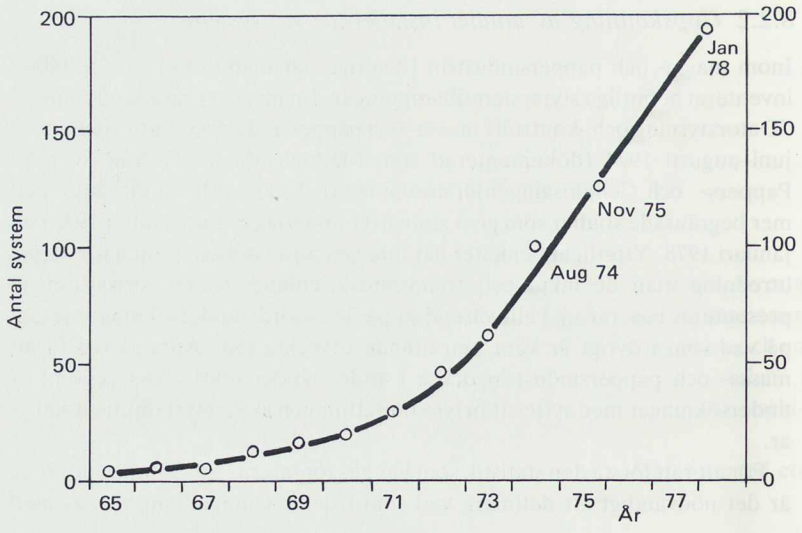
För det första omfattar uppgifterna angående antalet *system* endast informations- och styrsystem som använder sig av en dator och är knutna till produktionen. I övrigt kan systemen i och för sig vara enkla. Om en dator styr flera delprocesser i fabriken, räknas varje sådant styrsystem separat.

Med *paketsystem* avses system som offereras till givna specifikationer från en leverantör (standardiserade system). De köps således "nyckelfärdiga" för bestämda uppgifter. Icke-paketsystem tas i regel fram av systemgruppen inom användarföretaget, eventuellt med extern hjälp. I materialet har utvecklingsprojekt, som senare lett till paketsystem, inte räknats som paketsystem. Här måste emellertid framhållas att det många gånger är svårt att göra en strikt åtskillnad mellan paketsystem och icke-paketsystem.

Som ett sammanfattande omdöme beträffande styrsystemtillämpningar i svensk massa- och pappersindustri kan sägas att utvecklingen inom området varit snabb de senaste sex till sju åren. Detta framgår av figur 8.7. Man noterar en tillväxt på ca 30 system per år, vilket i början av 1980 torde ha inneburit att totalt ca 250 datoriserade styrsystem installerats. I figuren framgår tydligt det genombrott för minidatorbaserade standardiserade system för främst pappersmaskinstyrning som inträffade kring 1970.

Om man jämför med massa- och pappersindustrin i världen totalt, kan man uppskatta att där för närvarande finns ca 2 500 styrsystem. Tillväxttakten är ca 300 system per år. Standardiserade system för styrning av pappersmaskiner dominerar kraftigt. Antalet sådana system uppgår till mer än 1 600. Av materialet i enkäten framgår vidare att antalet styrsystem överstiger antalet datorer eftersom i många fall en och samma dator utför flera styrsystemtillämpningar. Som exempel kan nämnas att då man i november 1975 redovisade 130 styrsystemtillämpningar redovisades samtidigt 70 datorer, d v s i medeltal två tillämpningar per dator. Trenden torde emellertid alltmer gå mot ett system per dator.

Fördelningen mellan paketsystem och övriga system var tämligen jämn vid



Figur 8.7 Utvecklingen av antalet datorstyrsystem i svensk massa- och pappersindustri.

Källa: STFI.

undersökningstillfället (augusti 1974). Ett fåtal större företag med egen utvecklingskapacitet svarade för huvudparten av icke-paketsystemen. Relationerna mellan de två systemtyperna torde vara desamma även i dag.

Det kan vara skäl att påpeka att även om bastekniken för datorstyrning förändras mycket snabbt, främst genom halvledarelektronikens utveckling, går det bevisligen inte lika fort att omsätta bastekniken i etablerade industriella styrsystem. Det ger sammanställningen nedan några exempel på. De första hierarkiska datorsystemen byggdes i början av 1960- talet, men det är först mer än tio år senare som sådana system börjar bli en realitet inom skogsindustrin, och då med den nordiska skogsindustrin i en ledande position. Inom Billerud tog man ett datorbaserat produktionsstyrsystem i drift 1968 (jfr 8.2.1.1). Det är dock först nu som man kan påstå att denna typ av system nått någon grad av mognad.

Sammanställningen nedan anger några viktiga händelser i Sverige och världen vad avser datorstyrning inom skogsindustrin.

1958-59 Första industriella datorsystemen, USA
1962-63 Första hierarkiska systemet, USA
1964 Billerud satsar på datorstyrning av processer i Gruvöns Bruk
1966-67 Minidatorn i system
1968 Produktionsstyrningssystem i Gruvön
1972 Mikroprocessorn introducerad
1974-75 Integrerade datorsystem i Sverige. Färgbildskärmar i tillämpning
1976 Mikroprocessorn i industriella system.

I dag torde datorstyrning ha tillämpats för alla väsentligare enhetsprocesser åtminstone någonstans inom svensk skogsindustri. Utbudet av styrsystem på marknaden är också varierat. Enskilda skogsföretag har genom sina egna systemgrupper härutöver utvecklat system för ytterligare ett stort antal tillämpningar.

Sammanfattningsvis kan följande faktorer nämnas som i hög grad påskyndat spridningen av styrsystemtillämpningar inom massa- och pappersindustrin:

- ett stort antal enhetsprocesser (t ex pappersmaskiner och massakokare) har väldefinierade funktioner och relativt likartad utformning oberoende av tillverkare. Det lägger en grund för standardiserade systemlösningar och underlättar erfarenhetsspridning
- inom branschens område verkar flera styrsystemleverantörer med stor erfarenhet
- fabrikerna är ofta stora vilket innebär att även små förbättringar i produktionsvolym och kvalitet innebär avsevärda vinster vilket självfallet gör det lättare att motivera en styrsysteminstallation
- branschen är öppen för erfarenhetsutbyte såväl nationellt som internationellt.

8.2.3 *Fördelning på olika tillämpningar*

Av tabell 8.3 framgår hur styrsystemen fördelar sig på olika tillämpningar. Man kan därur även utläsa vissa trender.

Tabell 8.3 Fördelningen av datorsystem i svensk massa- och pappersindustri på olika tillämpningar

Tillämpningar		AUG 74	NOV 75	JAN 78
Pappersbruk	Pappersmaskin-styrning	43	53	80
	Rullhantering	3	3	11
	Övrigt	4	5	7
Fiberlinje	Kokeri	9	15	18
	Blekeri	4	4	7
	Sliperi	2	3	4
	Övrigt	5	5	7
Återvinning	Sodapanna	2	2	3
	Övrigt	4	4	4
Laboratorium	Papper	8	8	11
	Övrigt	6	6	8
Produktionsstyrning		3	4	6
Övrigt		7	13	27
Totalt		100	125	193

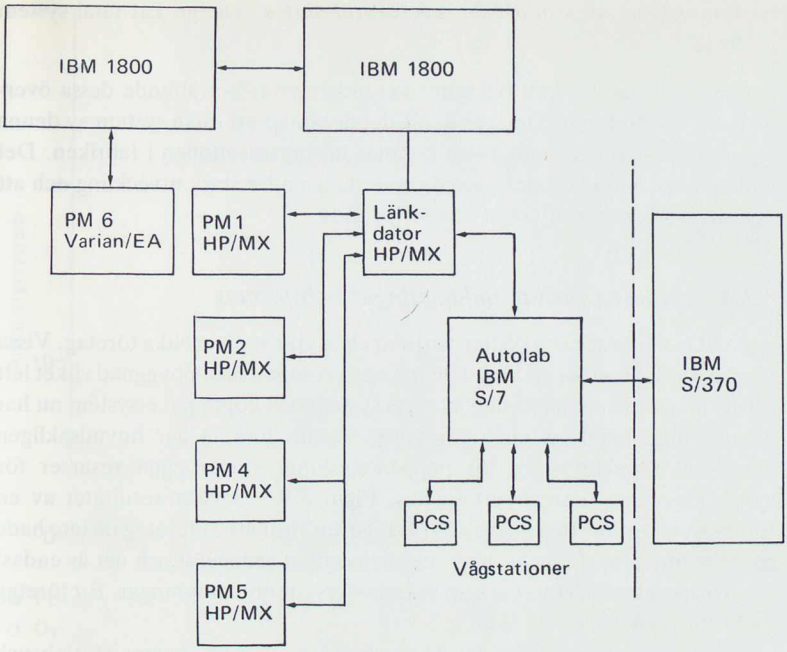
Källa: STFI.

System för pappersmaskinstyrning svarar för 40 procent av totala antalet system. Varje större pappersmaskin i Sverige i dag har ett datorsystem, minst innehållande ytvikt- och fuktstyrning (jfr 8.2.1.3). Under de senaste åren har rullhanteringssystem (jfr 8.2.1.5) rönt stort intresse, liksom styrning av raffinörmassatillverkning. Stort intresse har också ägnats fabriksövergripande styrsystem (jfr 8.2.1.1 och 8.2.1.2) men antalet installationer är ännu så länge blygsamt. Av tabellen framgår fördelningen mellan papperstillverkning och massaframställning inklusive kemikalieåtervinning (se figur 8.1). Tillämpningar i pappersbruk svarar för ca 55 %, medan tillämpningar i massabruken inklusive kemikalieåtervinning svarar för ca 25 %. Resterande 20 % utgörs av fabriksövergripande tillämpningar liksom särskilda tillämpningar betingade av energi- och miljöhänsyn m m.

Vidare framgår att mycket få tillämpningar finns (avser således jan 78) för framställning av mekanisk massa (t ex för sliperiprocessen). I förhållande till antalet processenheter för kokning och blekning måste antalet styrsystemtillämpningar även här anses påfallande lågt, även om man kan identifiera ett antal möjliga skäl härför.

Det är intressant att notera att man i Finland datoriserar kokare och i synnerhet blekerier i betydligt snabbare tempo än i Sverige. Såvitt bekant finns endast ett fåtal paketsystem för blekeristyrning beställda i Sverige medan det i Finland installerats ett tjugotal.

Vartefter flera datorsystem installeras i en fabrik uppkommer behovet av att införa en struktur. Dels betingas detta av att man vill försöka att rationellt fördela funktioner (arbetsuppgifter) mellan flera datorer, dels vill man låta olika delsystem kommunicera med varandra. Det har blivit vanligt att tala om hierarkiska system.



HP/MX: Hewlett Packard dator levererad av Measurex
EA: Systemleverantör Electronic Associates
PCS: Mikroprocessorer

Figur 8.8 Schematisk beskrivning av datorkonfigurationen i Gruvöns Bruk (Billerud-Uddeholm). IBM S/370-datorn är belägen i Säffle och engagerad för administrativa tillämpningar.

Källa: STFI.

Den nordiska skogsindustrin var först med att koppla samman datorer till större strukturer. Ett exempel på en mer omfattande struktur ges i figur 8.8 (Gruvöns Bruk, Billerud-Uddeholm). Systemet i Gruvön består som synes av flera datorer. Det har byggts upp under lång tid och är synnerligen omfattande. I datorerna finns ett trettiotal styr- och övervakningsfunktioner inlagda. Strukturen har efter hand blivit allt mer decentraliserad främst genom installation av paketsystem.

Ju mer avancerade tillämpningar av datorstöd som utnyttjas desto viktigare blir valet av datorstruktur. För många av företagen inom skogsindustrin är det en huvudfråga hur denna struktur ska byggas upp. Man känner sig osäker om vad som är det bästa alternativet och vill inte hamna i en återvändsgränd. Dessvärre är valsituationen inte alldeles enkel.

System som utnyttjar data från ett informationssystem och som inte har till uppgift att styra en enskild process av typ massakokare eller pappersmaskin utan har mer övergripande uppgifter brukar kallas överordnade system. Varken i Sverige eller i världen i övrigt har sådana system ännu så länge fått någon större spridning. Om man bortser från några system med huvudsakligen administrativa funktioner har man i Sverige hittills prövat system för:

- *Produktionssamordning* (produktionsstyrning, driftplanering). Ca sex sådana installationer finns (se 8.2.1.1).
- *Miljöövervakning*. Några relativt enkla system finns. Ett mer avancerat system har utvecklats inom projektet NORDMILJÖ 80 (se 8.2.1.2).

□ *Samordning av produktion och förbrukning av energi.* Ett fåtal system finns.

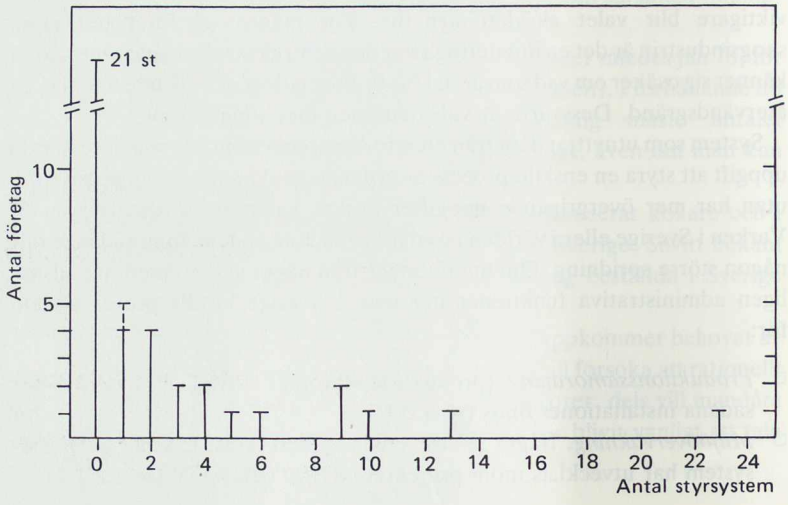
Sammanfattningsvis kan två konstateranden göras beträffande dessa överordnade systemtyper. Det ena är att det är viktigt att olika system av denna typ integreras till en helhet och kopplas till organisationen i fabriken. Det andra är att området överordnade system är under stark utveckling och att den nordiska skogsindustrin här är ledande.

8.2.4 *Spridning mellan anläggningar och företag*

Antalet installerade styrsystem varierar i hög grad mellan olika företag. Vissa företag satsade redan på 1960-talet på egen kompetensuppbyggnad vilket lett till att man med en blandning av egna system och köpta paketsystem nu har ett ansenligt antal system i företaget. Andra företag har huvudsakligen investerat i paketsystem för pappersmaskiner varför egna resurser för systemutveckling i stort sett saknas. Figur 8.9 redovisar resultatet av en företagsvis jämförelse i augusti 1974. Figuren visar att 21 företag då inte hade något styrsystem. I dag är detta antal väsentligt reducerat och det är endast små fristående skogsföretag som saknar styrsystemtillämpningar. Ett företag hade som synes hela 23 system.

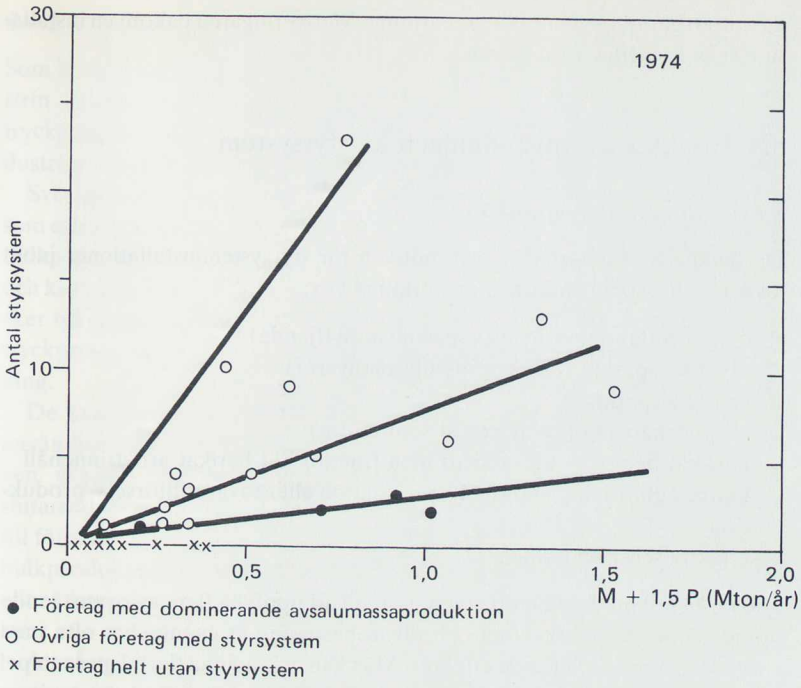
Att det inte finns något starkt samband mellan företagens storlek och antalet styrsystem visar figur 8.10. Antalet är mer kopplat till företagspolicy, erfarenhet och egen utvecklings- och installationskapacitet.

Investeringar i styrsystemtillämpningar görs vanligtvis i samband med investeringar i nya maskiner och anläggningar. Det betyder att utvecklingsinsatserna koncentreras till sådana fabriksenheter som expanderar och moderniseras. Huvuddelen av tillämpningarna återfinns därför i de moderna, stora anläggningarna medan styrsystem är sällsynta i t ex mindre och äldre massafabriker. Det kan således på grund av åldersstrukturen vara en stor spridning av styrsystemtillämpningar mellan olika fabriksenheter inom ett och samma företag.



Figur 8.9 Antalet datorbaserade styrsystem i olika företag per augusti 1974. Ett företag (streckat) har senare tillkommit.

Källa: STFI.



Figur 8.10 Antalet datorbaserade styrsystem i olika företag per augusti 1974 som funktion av företagens storlek. Som mått på storleken har schablonmässigt tagits massaproduktionen plus 1,5 gånger pappersproduktionen.

Källa: STFI.

8.3 För massa- och pappersindustrin specifika problem i samband med utveckling och användning av styrsystem

Ett sammanfattande omdöme är att massa- och pappersindustrin inte har mött några för denna bransch specifika problem i samband med utveckling och användning av styrsystem. Såväl i Sverige som internationellt hör massa- och pappersindustrin till de mest "datoriserade" branscherna och då man varit relativt tidigt ute har problem uppmärksammats tidigare än i andra branscher.

Bristen på mätgivare är generellt en begränsning för styrsystemutvecklingen inom nästan all processindustri. Massa- och pappersindustrin har detta problem i ovanligt stor utsträckning. Det mättekniska problemet förstärks av att mätningarna kräver utomordentligt stor noggrannhet. Maximalt en procents avvikelse är ett vanligt krav. Ofta är också mätmiljöerna mycket svåra. Dessa problem torde dock delas med de flesta processindustrier.

Ett ytterligare, om inte specifikt så i varje fall uttalat, problem sammanhänger med fabrikernas storlek och komplexitet (jfr 8.2.1.1). En massa- och pappersfabrik bör egentligen betraktas som en samling av fabriksenheter sammankopplade av ett materialflöde. Detta leder till krav på överordnad styrning för samordning, uppföljning och informationsspridning. Denna typ av styrsystem ställer specifika krav på programvaror och särskilt på kommunikationen dator–operatör. Här kan dagens teknik i sin praktiska utformning ännu inte erbjuda den flexibilitet och kostnadsnivå som användarna skulle önska sig. Problemet förstärks av att dessa system

dessutom blir dyra genom sin omfattning. Motiveringarna bakom en installation måste således vara starka.

8.4 Effekter av användningen av styrsystem

8.4.1 *Allmänna synpunkter*

De tänkbara effekterna av och motiven för styrsysteminstallationer inom massa- och pappersindustrin är flertaliga t ex:

- ökad produktionsvolym (kapacitetsutnyttjande)
- råvarubesparing (basråvaror, tillsatsråvaror)
- energibesparing
- miljöförbättring (såväl extern som intern)
- minskat behov av arbetskraft men framför allt berikat arbetsinnehåll
- bättre samordning marknad – produktion eller råvarutillförsel – produktion
- effektiviserat underhåll.

I de flesta fall medverkar ett styrsystem till att uppfylla flera av ovanstående motiv. Jämn produktkvalitet och råvarubesparing är exempelvis ofta med varandra sammanhängande effekter. Man kan också finna flertaliga exempel på motstridiga intressen, ansträngningar att förbättra miljön kräver exempelvis ofta mer energi. Ökad produktionsvolym kan gå ut över kvalitetsegenskaper men det kan lika väl vara tvärtom. För en massa- och pappersfabrik gäller allmänt att hög och (i synnerhet) jämn produktion bidrar till såväl bättre körekonomi som låg miljöpåverkan.

Styrsystemens uppgifter kan, med direkt koppling till de effekter som uppnås, indelas i två grupper:

- att (genom fortlöpande "finjusteringar") optimera betingelserna vid *normala drifttillstånd*
- att vara en hjälp vid störningar, d v s *onormala* (men dock vanligen förekommande) *drifttillstånd.*

Tillämpningar inom den första gruppen är för närvarande de vanligaste. Större störningar åtgärdas i dag i regel manuellt. En framtida utveckling ligger i att utveckla effektiva kombinationer av manuella och automatiska metoder vid större störningar. Detta kopplat till styrstrategier som så långt som möjligt undviker störningar kan ge stora effekter på ett flertal av de faktorer som uppräknats ovan.

Inom massa- och pappersindustrin görs den bedömningen att styrsystemtekniken kommer att utgöra ett mycket väsentligt inslag i 1980-talets strävan att öka produktivitet och internationell konkurrenskraft. Ett uttryck för detta är att ett mycket stort skogsbolag räknar med att investera ca 200 miljoner kronor under de närmaste fem åren i styrsystem (inkluderar då även sågverk).

I de följande avsnitten kommer några av de effekter av styrsystem som uppräknats ovan att närmare diskuteras.

8.4.2 *Produktkvalitet*

Som beskrivits i avsnittet om branschstrukturen är massa- och pappersindustrin starkt konjunkturberoende, främst beträffande avsalumassan. För tryckpapper är konjunkturkänsligheten dock mindre. Massa- och pappersindustrins strävan till ökad integration skall bl a ses i detta perspektiv.

Sverige exporterar bulkprodukter som i regel producerats i anläggningar som efter internationella mått är moderna och effektiva. Exempel på sådana bulkprodukter är tidningspapper, liner (ytskiktet i wellpapp), säckpapper och kartong. Karakteristiskt för dessa bulkprodukter är att leveranserna inte sker till slutanvändare utan att de skall passera ett konverteringsled t ex en tryckpress, en säckmaskin eller någon annan typ av förpackningsutrustning.

De kvalitetskrav som ställs på produkterna varierar starkt beroende på användningsområde (tryckpapper, emballagepapper, hygienpapper). Kraven utgörs dels av krav från konverteringsledet, dels av krav från slutanvändaren. Vid sidan av förmågan till säkra leveranser och hög kvalitet till följd av avancerad teknisk kunskap anges således *jämn kvalitet* hos våra bulkprodukter som *vårt främsta konkurrensmedel.* Detta betingas framför allt av konverterarens stora intresse av att kunna ha en produktion som inte störs av variationer i egenskaperna hos papperet.

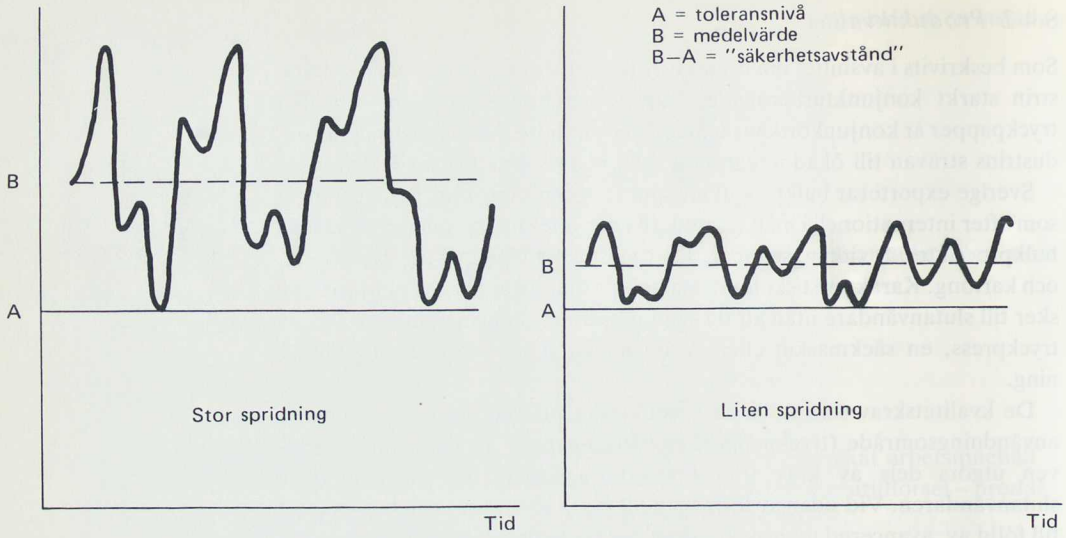
Att åstadkomma jämn produktkvalitet är det ojämförligt viktigaste motivet för investeringar i styrsystem inom massa- och pappersindustrin. Praktiskt taget alla tillämpningar syftar på ett eller annat sätt till att hålla produkternas egenskaper konstanta (bl a genom att detta också utgör förutsättningen för råvarubesparing och energibesparing). Fallstudierna i avsnitt 8.2.1.3 och 8.2.1.4 gav exempel på sådana tillämpningar.

8.4.3 *Råvaruförbrukning*

Massa- och pappersindustrins viktigaste råvara är vedråvaran. Emellertid förbrukas också stora mängder kemikalier, t ex som kokningskemikalier, blekkemikalier och tillsatskemikalier i papper. En avsevärd del av pappersproduktionen förses med bestrykningsskikt eller innehåller fyllmedel, t ex i form av lera (china clay). Energi får också betraktas som en viktig råvara (se vidare 8.4.4).

Vedråvarutillgången utgör i dag det största problemet inom svensk skogsindustri. Åtgärder för ett allmänt effektivare utnyttjande av råvaran är:

- ökad andel integrerad pappersproduktion varigenom vedråvarans kostnadsandel sjunker
- ökad användning av mekanisk massa som ger mer pappersyta per enhet av vedråvaran
- ökad andel billigare fyllmedel i papperet; återigen för att få mer pappersyta per enhet av vedråvaran
- bibehållande av nödvändiga egenskaper trots tunnare papper
- ökad användning av returpapper.



Figur 8.11 Förändring av genomsnittliga förbrukningen av viss råvara vid förbättrad styrning.

Källa: STFI.

Effekter av styrsystemtillämpningar på råvaruförbrukningen är:

- produktion med snävare toleranser. Styrsystemen ger här viktiga bidrag och de har naturliga tillämpningar, där styrsystemens egenskaper kommer väl till pass
- jämnare produktionsbetingelser (jfr 8.4.2) vilket också innebär råvarubesparing. Om spridningen i egenskaper minskar kan man lägga sig närmare "toleransgränsen". Detta illustreras summariskt i figur 8.11 (jfr fallstudierna i avsnitt 8.2.1.3 och 8.2.1.4). Produktionen kan också ske med lägre grad av kassation och mindre materialförluster till den omgivande miljön (jfr fallstudien i avsnitt 8.2.1.2).

Man kan knappast påstå att styrsystem på ett direkt sätt innebär att *ved*råvaran kan drygas ut. Men genom de indirekta effekterna blir bidragen påtagliga. Stora vinster kan däremot direkt avläsas när det gäller förbrukningen av kemikalieråvaror.

8.4.4 *Energiförbrukning*

Massa- och pappersindustrin svarar för ca 40 % av industrins energiförbrukning vilket motsvarar ca 15 % av landets totala förbrukning. Branschens totala energiförbrukning 1977 var 63 TWh. En avsevärd del av massaindustrins bränslebehov (mer än hälften) täcks genom förbränning av bark och s k avlutar från kokningsprocessen (jfr fallstudien i avsnitt 8.2.1.4). En tredjedel av elbehovet produceras också internt.

Mot bakgrund härav är det naturligt att energimedvetenheten är mycket hög inom branschen och man strävar på såväl central som lokal nivå efter att sänka energiförbrukningen per producerad enhet och att öka egenproduktionen.

Fram till 1990 beräknas bränslebehovet per ton kunna sänkas med i genomsnitt 20 % jämfört med energikrisens år 1973. Den interna eldningen

av bark och avlutar väntas då täcka ca 70 % av bränslebehovet vilket minskar oljeförbrukningen med 25 %.

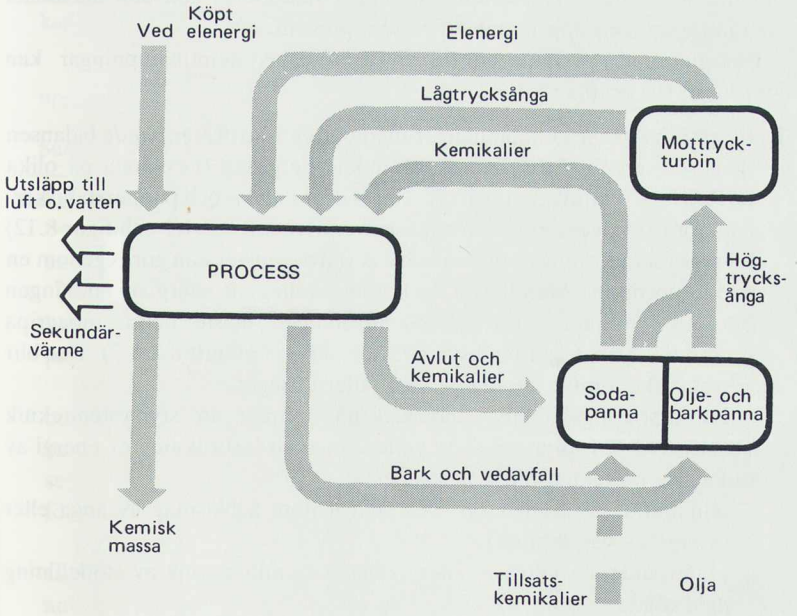
Elkonsumtionen beräknas däremot stiga som en följd av framför allt ökade andelar papper och papp i produktionen och en ökad andel mekanisk massa.

Massa- och pappersindustrin behöver energi huvudsakligen för att hålla själva processen i gång d v s för att sönderdela ved, koka massa samt driva motorer, pumpar och fläktar. Stora energislukare är också de olika transportanordningar som finns i fabrikerna. Endast en mindre del energi, huvudsakligen s k sekundärvärme, används för lokaluppvärmning.

Energiflödet i en fabrik för kemisk massa visas schematiskt i figur 8.12 där också sambanden mellan energiomvandling och återvinning av kemikalier framgår.

Från energiförbrukningssynpunkt skiljer sig massa- och papperstillverkning starkt från varandra. Olika kvaliteter av massa och papper behöver också varierande mängder energi av olika slag.

Mekanisk sönderdelning av veden kräver stora mängder elenergi men lite ångvärme vid integrerad produktion, medan den kemiska processen fordrar förhållandevis lite el men stora mängder värme. Större delen av detta värmebehov täcker fabriker för torkad avsalumassa genom att elda avlutar och bark, medan den integrerade massafabriken, som har ett mindre värmebehov, får ett värmeöverskott. Vid tillverkningen av mekanisk massa bildas inga avlutar eftersom vedutbytet är nära 100 %. Värmebehovet måste då täckas med olja.



Figur 8.12 Energiflöde och kemikalieåtervinning vid produktion av kemisk massa.

Källa: STFI.

De vedrester som finns kvar i avlutarna bränns i sodapannan. Kemikalierna tas till vara och återförs till processen. Högtrycksångan som alstras i sodapannan förs till en mottryckturbin som ger elenergi. Ångan lämnar turbinen vid lågt tryck och används sedan i processen som kokånga eller torkånga i massatork

Pappersproduktionen alstrar ingen egen energi men ett pappersbruk som är integrerat med en kemisk massafabrik kan täcka en avsevärd del av sitt värmebehov från ångöverskottet i massatillverkningen.

Energikostnaden utgör i dag i genomsnitt över tio procent av de totala produktionskostnaderna i massa- och papperstillverkningen. Bland de åtgärder man nu satsar på för att sänka energiförbrukningen kan nämnas installation av flera barkpannor och mottryckskraftsturbiner, varvtalsreglering i pumpar och fläktar, höjning av torrhalten på massabanan före torkning samt värmning av lokaler med sekundärvärme. Installation av datorbaserade styr- och övervakningssystem väntas också ge avsevärda bidrag, vilket illustreras i det följande. En fördel med energibesparing genom styrsystemteknik är att den ofta lätt kan tillämpas i existerande anläggningar så att besparingseffekter uppnås på kort sikt. De nödvändiga tilläggsinvesteringarna ter sig också rimliga.

En sammanställning över beräknade energieffekter för branschen som helhet redovisas i tabell 8.4 som bygger på en studie utförd inom Svenska Träforskningsinstitutet. I studien har man sökt värdera de potentiella energibesparingseffekterna av pågående eller nyligen avslutade projekt inom institutets fysikavdelning. De värderingar som redovisas måste i flera fall uppfattas som indikativa. De kvantifierade besparingarna uppgår sammantaget till 1 500–1 800 GWh per år. Även om de olika effekterna inte alltid är additiva, så anger summeringen ändå att besparingen svarar mot cirka 2,5–3,0 procent av den totala energiförbrukningen i Sveriges massa- och pappersindustri. Tabell 8.4 omfattar självfallet inte alla besparingsobjekt för styrsystemtillämpning men innefattar dock flera av de viktigare. Om alla potentiellt möjliga styrsystemtillämpningar inkluderas kan den maximala energibesparingen uppskattas till ca fem procent.

Energibesparingseffekterna till följd av styrsystemtillämpningar kan inordnas i två grupper:

1. Besparingar som sammanhänger med den *fabriksövergripande* balansen (generering och förbrukning) för olika energislag (t ex ånga på olika trycknivåer, varmvatten och el). Här bidrar massa- och pappersfabrikernas stora komplexitet (jämför fallstudien i avsnitt 8.2.1.1 och figur 8.12) till svåra samordningsproblem och avsevärda vinster kan göras genom en god samordning. Man måste dock komma ihåg att energianvändningen inte kan optimeras för sig. Samordningen måste också inbegripa produktionen och miljöhänsyn (jfr fallstudien i avsnitt 8.2.1.2). Det blir en total ekonomisk avvägning som fäller utslaget.

   De besparingseffekter som kan nås genom att styrsystemteknik utnyttjas för att följa och styra generering och förbrukning av energi av olika slag i en anläggning är således:
   - minimering av spillenergi (t ex spill genom friblåsning av ånga eller utsläpp av varmvatten),
   - utnyttjande av billigaste energikälla (t ex minimering av stödeldning med olja),
   - upptäckt av läckage (t ex öppna ventiler, trasiga rör).

2. Besparingar genom effektivt utnyttjande av energi i *enskilda processteg*. Detta är självfallet mest betydelsefullt i s k energitunga avsnitt. Några

Tabell 8.4 Sammanställning av bedömda energibesparingseffekter för branschen som helhet

Projekt	Slag av effekt	Uppskattad årlig besparing
– malningsstyrning	elenergi för kvarnar	50–100 GWh
– pappersmaskinmätning och – styrning	torkenergi	20–30 GWh
– raffinörstyrning	elenergi i raffinör	100–200 GWh
– energiuppföljning (informationssystem)	– minskade förluster (framför allt värme) – högre egenproduktion av elkraft	1 000 GWh
– driftplanering	– högre effektivitet i förbrukning och generering av energi – samordningsvinster	75–100 GWh
– tvätteristyrning	lägre indunstningsbehov	50–100 GWh
– styrning av kemikaliecykeln	möjliggör energivinster i hela sulfatfabriken	Potential i storleksordningen 1 000 GWh
– styrning av externreningsanläggning	elenergi för luftning och pumpning m m	100–150 GWh
– utveckling av on-line kappatalsmätare	– värmeenergi vid kokning och blekning – malenergi	Kvantifiering ej utförd. Potentialen dock avsevärd
– uppföljning av utsläpp	lägre indunstningsbehov	100–150 GWh
Summa:		1 495–1 830 GWh

Källa: STFI.

exempel ges nedan:

Flisraffinering. En leverantör av styrsystem anger den möjliga energibesparingen i denna process till 10 %, d v s upp till 200 kWh per ton produkt.

Malning av massa. Den totala energiinsatsen vid malning av säckpapper och liner har uppskattats till 500 GWh per år i Sverige. Möjligheterna till besparingar genom förbättrad övervakning och styrning torde vara avsevärda, uppskattningsvis 10–20 %. Bedömningen styrks av att energiförbrukningen varierar kraftigt mellan olika bruk.

Massatvättning. I denna cykel finns de energitunga avdelningarna – såväl de producerande som förbrukande. Dessutom påverkar kemikalieanvändningen kraftigt energiförbrukningen i fiberlinjen. Man skulle med visst fog kunna kalla kemikaliecykeln för energicykeln. Industrin visar också ett stigande intresse för styrproblemen i denna komplicerade och viktiga del av sulfatmassafabriken.

8.4.5 *Anläggningsutnyttjande, tillgänglighet och underhåll*

Massa- och pappersindustrin är en av de mest kapitalintensiva branscherna i industrin. Lönsamheten är därför i hög grad avhängig kapacitetsutnyttjandet. Hur styrsystemtekniken kan bidra till ett effektivare utnyttjande av produktionsapparaten har utförligt beskrivits i fallstudien i avsnitt 8.2.1.1.

Tillgänglighet och underhåll är självfallet beroende av varandra. Här kan man knappast säga att styrsystem hittills haft någon nämnvärd effekt, men sådana tillämpningar är att förvänta då de potentiella vinsterna är avsevärda. Tillgängligheten hos de tyngre processenheterna är inte imponerande och driftavbrott betyder stora kostnader.

En för tillgängligheten intressant styrsystemtillämpning är datorbaserad insamling av driftstatistik varigenom orsaker till driftavbrott och störningar systematiskt kan dokumenteras. Detta lägger en grund för insatser i syfte att förbättra tillgängligheten hos kritisk apparatur. Materialet ligger också till grund för underhållsplaneringen.

Underhållet kommer drastiskt att förändras genom att processutrustningen kommer att förses med datorbaserade system för övervakning av drifttillstånd. Härigenom kan ett mer målinriktat underhållsarbete sättas in. System av denna typ har dock ännu inte tagits i drift i någon större utsträckning inom massa- och pappersindustrin.

8.4.6 *Sysselsättningseffekter*

Som tidigare framhållits bedöms avancerad styrsystemteknik komma att bli en allt viktigare faktor för att upprätthålla massa- och pappersindustrins internationella konkurrenskraft. Därmed ökar förutsättningarna att åtminstone trygga nuvarande sysselsättning.

Vad gäller den strukturomvandlingsprocess som för närvarande pågår i svensk skogsindustri spelar styrsystemtekniken en relativt liten roll i jämförelse med råvarutillgången, priserna på energi och råvaror och andra faktorer.

Inom dagens moderna fabriker kan man inte räkna med att styrsystemtillämpningar nämnvärt skall påverka arbetsstyrkan. Man kan tvärtom säga att den personella rationaliseringen redan drivits så långt det är möjligt. Datorbaserade hjälpmedel blir alltmer ett nödvändigt hjälpmedel för att upprätthålla en effektiv produktion med nuvarande bemanning.

Endast för den lönekostnadsintensiva laboratorieprovningen kan man vänta att övergång till automatiserade metoder kan leda till personalbesparingar. Å andra sidan medför införandet av styrsystem att nya arbetskraftsbehov skapas. Således krävs underhållsinsatser för både system och instrument. En allt större insats av kalibrering och funktionskontroll av instrument ute i driften kommer således att krävas.

En synnerligen viktig effekt av styrsystem är systemens möjligheter att berika arbetsinnehållet. Majoriteten av de styrsystem som hittills införts inom massa- och pappersindustrin torde ha emottagits positivt av personalen.

8.5 Utvecklingstendenser och nya tillämpningar

Under 1980-talet kan en fortsatt snabb spridning av avancerade styrsystemtillämpningar väntas inom massa- och pappersindustrin. Nedan anges några *tillämpningsområden* som väntas få särskilt stor betydelse.

- processtyrtillämpningar inom massaframställningsledet och i den s k kemikalieåtervinningscykeln
- fabriksövergripande informations- och planeringssystem. Problem i samband med integrering av olika systemnivåer kommer att uppmärksammas alltmer
- system som knyts till försäljnings- och leveranssidan. En motsvarande koppling till underhållssidan kommer att bli allt viktigare och utvecklas snabbt efter ett relativt trögt ingångsskede
- övergripande energistyrning omfattande elenergi, ånga och vatten inom olika processer.

Sammanfattningsvis kan sägas att många tänkbara tillämpningar sannolikt redan prövats någonstans. Det är därför huvudsakligen fråga om att utnyttja och vidareutveckla en *stor potential av kända eller lätt identifierbara tillämpningar*. Som exempel kan nämnas att även när det gäller styrning av pappersmaskiner finns en rad funktioner där datorstöd skulle kunna tillämpas lönsamt utan att så sker i dag i någon större utsträckning. Stora tillämpningspotentialer finns således även inom de processavsnitt där datorstyrningen för närvarande är mest utvecklad.

Antalet *leverantörer av styrsystem* kan förväntas öka. De största företagens dominans kommer dock förmodligen inte att förändras i någon större utsträckning.

Såväl paketsystem som kundanpassade system kan väntas få en stor efterfrågan i framtiden. Beträffande *systemens utformning* i övrigt kan bl a följande utvecklingstendenser iakttas:

- utveckling av styrsystem för vissa processer med modeller och konventionella givare baserade på att primära processparametrar inte kan mätas
- produktionsstyrning med interaktiva system med terminaler i direkt anslutning till processen
- ökad användning av mikrodatorer i smärre system för avgränsade uppgifter.

En ökad spridning av avancerade styrsystemtillämpningar kommer att medföra *organisatoriska och andra förändringar inom användarföretagen*. Några sådana förändringar exemplifieras i det följande:

- man kommer att i hög grad uppmärksamma vikten av att systemanvändarna på ett tidigt stadium får vara med och definiera systemen och vidare kommer man att fästa ännu större vikt vid en god samverkan "människa–maskin" – allt i syfte att berika och underlätta arbetssituationen. Automatiskt följer härav positiva effekter på produktionen. Denna samverkan gäller inte bara utformningen av kommunikationen mellan fabrikspersonalen och systemen utan även en avvägning av vilka

funktioner som lämpligen "datoriseras" och vilka funktioner som av olika skäl läggs på befattningshavarna
- ansvarsförhållanden i driftsorganisationen kommer att modifieras. Laboratorier och underhållsavdelningar får nya uppgifter varav även följer krav på nya kompetenser
- företagen kommer att i ökad omfattning skaffa egen systemkunnig personal
- man kommer att ta ett direktare engagemang i service- och underhåll av styrsystem
- branschens påverkan på leverantörerna kommer sannolikt att öka.

Massa- och pappersindustrin är en av de branscher som kommit längst när det gäller användningen av datorstödda styrsystem. Utvecklingen inom detta område kommer sannolikt att få allt större betydelse för branschens internationella konkurrenskraft. Förutsättningarna inom branschen för en ökad spridning av avancerade system är i flera avseenden gynnsamma. Det gäller exempelvis kompetensen för utvecklingsarbete samt intresset att se utnyttjandet av datorstöd i ett vidare perspektiv och därvid angripa andra än snävt tekniska frågor.

9 Kemisk industri inklusive plastvaruindustrin

9.1 Branschstruktur

Den kemiska basindustrin kan grovt indelas i *organisk* respektive *oorganisk kemisk industri*. Den organiska (petrokemiska) industrin framställer föreningar och produkter baserade på främst petroleum och naturgas. Genom kemisk behandling ("krackning") av olika petroleumfraktioner (nafta eller gasolja) framställs de petrokemiska basvarorna främst eten och propen men även buten, bensen etc. Dessa i sin tur vidareförädlas till polyeten, PVC, tensider, estrar etc som bildar utgångspunkten för en mängd produkter med vida användningsområden. Som exempel kan nämnas färger, läkemedel, kemisk-tekniska artiklar, plastprodukter för hushållsändamål, byggmaterial, insatsvaror för den övriga industrin, förpackningar m m.

De olika förädlingsleden inom den petrokemiska basindustrin är tekniskt integrerade med avsevärda stordriftsfördelar. Tillverkningskapaciteten är därför koncentrerad till en region, Stenungsund, där den inhemska krackningsanläggningen finns. Till den koncentrerade lokaliseringen bidrar även de risker som är förknippade med transporter av många kemikalier och föreningar samt andra miljöhänsyn.

Den svenska produktionen av oorganiska kemikalier kan, med hänsyn till anläggningarnas uppbyggnad, råvarubaser och produkter delas in i ett antal huvudgrupper:

- svavelsyra och svavelsyrabaserad produktion
- ammoniakbaserad produktion av gödselmedel
- råfosfatbaserad produktion av gödselmedel
- produktion av klor och alkali inklusive vidareförädling
- övrig produktion.

Även den oorganiska tunga industrin kännetecknas av stordriftsfördelar med starka kopplingar mellan råvaror, mellanprodukter och slutprodukter inom vissa delar av tillverkningen. Den är hemmamarknadsorienterad med jordbruket och cellulosaindustrin som huvudsakliga avnämare vilket påverkat ägarstrukturen och lokaliseringen. Ungefär hälften av de största producerande enheterna tillhör skogsbolag.

Den kemiska basindustrin består av ett begränsat antal arbetsställen med relativt få anställda. Tillverkningen är ofta mycket kapitalintensiv och i hög utsträckning automatiserad. I de delbranscher som svarar för vidareförädling däremot är företagsstrukturen betydligt mer heterogen. Antalet produkter

som tillverkas är mycket stort och många utgör biprodukter till annan tillverkning. Kemiindustrin är därför svåröverskådlig. Tabell 9.1 visar strukturen för den kemiska industrins olika delbranscher, inklusive plastvaruindustrin, som de vanligen redovisas i den offentliga statistiken.

Tabell 9.1 Antal arbetsställen, förädlingsvärde i miljoner kronor samt sysselsättning år 1978 för den kemiska industrins delbranscher inkl plastvaruindustrin

SNI	Benämning	Arbetsställen		Förädlingsvärde		Sysselsättning	
		Antal	%-andel	Mkr	%-andel	Antal	%-andel
35111	Industri för oorganiska kemikalier	22	3,7	762	9,7	3 758	7,3
35112	Industri för organiska kemikalier	20	3,3	732	9,3	4 579	8,9
35113	Industri för oxygen- och andra industrigaser	29	4,8	152	1,9	633	1,2
3512	Industri för gödselmedel, ogräsbekämpningsmedel	5	0,8	301	3,8	1 377	2,7
3513	Konstfiber och plastindustri	84	14,0	1 315	16,7	8 909	17,4
3521	Färgindustri	40	6,7	461	5,9	3 168	6,2
3522	Läkemedelsindustri	20	3,3	1 438	18,3	7 655	14,9
3523	Tvättmedels- och toalettmedelsindustri	42	7,0	453	5,8	2 764	5,4
3529	Övrig kemisk industri	57	9,5	931	11,8	6 544	12,8
3560	Plastvaruindustri	280	46,7	1 321	17,0	11 894	23,2
351, 352, 356	Summa	599	100,0	7 866	100,0	51 281	100,0

Källa: SOS Industri.

Av arbetsställe- respektive sysselsättningsandelarna i tabellen framgår hur småföretagsdominerad större delen av den vidareförädlande delen av industrin är jämfört med basindustrierna. Viktigast från sysselsättningssynpunkt är den plastbaserade industrin inklusive konstfiberindustrin. Den kemiska industrin inklusive plastvaruindustrin svarade för 7,5 procent av det totala förädlingsvärdet inom tillverkningsindustrin och för knappt 6 procent av den totala sysselsättningen 1978.

Nära 70 procent av den inhemska användningen av kemiska produkter och plastvaror utgörs av insatsvaror i andra industribranscher. Stora förbrukare är jordbrukssektorn, massaindustrin, verkstadsindustrin, byggnadsindustrin samt den kemiska industrin själv. Totalt sett importeras drygt 40 procent av den inhemska förbrukningen av kemiska produkter samtidigt som nära 30 procent av den inhemska produktionen exporteras. För många typer av produktion är stordriftsfördelarna av sådan omfattning att den svenska marknaden inte räcker som underlag för en lönsam tillverkning.

Den kemiska industrin har varit en av de mest expansiva branscherna under 1960- och 1970-talen. Fram till mitten av 1970-talet var dess tillväxt, särskilt inom den petrobaserade delen, mycket snabb. Till detta bidrog bland annat den ökade användningen av plastbaserade material inom exempelvis

byggnadsmaterialsektorn och andra områden. Tabellerna 9.2 a–c redovisar produktions- och produktivitetsutvecklingen m m för de tre största delbranscherna inom den kemiska industrin inklusive plastvaruindustrin under perioden 1970–78.

Tabell 9.2 a Sysselsättning, salu- och förädlingsvärde i löpande priser, produktivitet m m för kemikalie-, gödselmedels- och plastindustrin (SNI 351) vissa år

	1970	1974	1976	1977	1978
Antal anställda	16 444	17 917	20 382	19 803	19 286
Saluvärde, Mkr	2 695	6 618	7 202	7 081	8 006
Förädlingsvärde, Mkr	1 200	2 816	2 988	2 947	3 263
Antal arbetsställen	183	186	176	170	160
Produktionsvolymindex (1968 = 100)	121	170	166	155	163
Produktivitetsindex (1968 = 100)	121	173	158	155	168

Källa: SOS Industri.

Tabell 9.2 b Sysselsättning, salu- och förädlingsvärde i löpande priser, produktivitet m m för annan kemisk industri (SNI 352) vissa år

	1970	1974	1976	1977	1978
Antal anställda	21 228	21 577	20 543	19 909	20 131
Saluvärde, Mkr	2 461	4 037	4 705	5 077	5 727
Förädlingsvärde, Mkr	1 412	2 096	2 578	2 797	3 282
Antal arbetsställen	191	181	175	168	159
Produktionsvolymindex (1968 = 100)	114	140	134	132	137
Produktivitetsindex (1968 = 100)	116	158	168	174	184

Källa: SOS Industri.

Tabell 9.2 c Sysselsättning, salu- och förädlingsvärde i löpande priser, produktivitet m m för plastvaruindustrin (SNI 356) vissa år

	1970	1974	1976	1977	1978
Antal anställda	9 964	12 012	12 774	12 090	11 894
Saluvärde, Mkr	842	1 758	2 208	2 263	2 500
Förädlingsvärde, Mkr	480	831	1 139	1 206	1 321
Antal arbetsställen	247	286	294	286	280
Produktionsvolyindex (1968 = 100)	150	220	245	236	246
Produktivitetsindex (1968 = 100)	127	172	191	194	209

Källa: SOS Industri.

Som framgår av tabellerna hade den kemiska industrin inklusive plastindustrin en mycket snabb produktions- och produktivitetsutveckling under förra hälften av 1970-talet. En av orsakerna till den snabba produktivitetsökningen var att expansionen delvis skedde inom kapitalintensiva verksamhetsgrenar med utpräglade stordriftsfördelar, t ex inom den petrokemiska industrin. Främsta orsaken till nedgången i produktionsvolymen efter 1975 var minskad exportefterfrågan. Trots ökningar i produktionsvolymen 1978 lyckades endast plastvaruindustrin överträffa 1974 års produktionsnivå. Inom kemikalie-, gödselmedels- och plastindustrin var produktionsvolymen per arbetad timme lägre 1978 jämfört med 1974.

Den snabba utbyggnaden av kapaciteten inom den petrokemiska basindustrin har krävt stora investeringar. Tabell 9.3 visar investeringsvolymens utveckling för de olika delbranscherna under 1970-talet.

Tabell 9.3 Investeringarnas utveckling inom den kemiska industrin inklusive plastvaruindustrin 1970–79. Mkr, 1975 års priser

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Kemikalie-, gödselmedels- och plastindustrin	584	581	384	352	462	492	627	655	520	671
Annan kemisk industri	227	285	300	239	287	252	293	383	397	407
Plastvaruindustri	114	119	139	142	149	147	157	174	101	123
Summa	925	985	823	733	898	891	1 077	1 212	1 018	1 201

Källa: SCB, SM serie F 1980:6.2.

Av tabellen framgår att investeringsvolymen hölls väl uppe även under åren 1976 och 1977 trots att utvecklingen i övrigt för branschen var mindre gynnsam. För 1980 och 1981 förutses en dämpad investeringsaktivitet enligt SCB's investeringsenkät.

I prognosen för den kemiska industrin i SIND's höstrapport 1979 räknar man med att industrins historiskt sett snabba tillväxt skall minska fram till 1984. Orsaken till detta är bland annat att exportvolymens tillväxttakt beräknas avta. Förädlingsvärdet i branschen beräknas således öka med drygt 4,5 procent årligen under prognosperioden vilket är något över den genomsnittliga prognoserade ökningen för industrin totalt.

Den avmattning som drabbade branschen 1975 samt de nyinvesteringar som trots det genomfördes därefter medförde att en betydande överkapacitet uppstod. Med hänsyn till det låga kapacitetsutnyttjandet i utgångsläget och den långsammare produktionstillväxten är det enligt industriverkets prognos inte rimligt att räkna med någon ökning av sysselsättningen under prognosperioden. Antalet arbetade timmar antas i stället minska med i genomsnitt drygt en procent per år fram till 1984 vilket skulle innebära en i stort sett oförändrad sysselsättning i antalet anställda räknat.

Industriverket räknar vidare med en lägre investeringsvolym under prognosperioden i jämförelse med perioden fram till 1978. Skälen till detta är det låga kapacitetsutnyttjandet i utgångsläget, den lägre tillväxten i produk-

tionen jämfört med tidigare perioder samt den snabba utbyggnaden av produktionskapaciteten i världen i övrigt. I Kemikontorets utredning "Kemiska processindustrier i Sverige 1975–1985", som utarbetats i samband med den fysiska riksplaneringen, görs också bedömningen att någon nyetablering inom den oorganiska basindustrin inte är aktuell under prognosperioden. Beträffande den petrokemiska basindustrin kan nämnas att några av de större företagen under 1980 och början på 1981 presenterade relativt omfattande planer på en utbyggnad av produktionskapaciteten.

9.2 Användningen av avancerade styrsystem

9.2.1 *Inledning*

Som framhållits i föregående avsnitt är särskilt den vidareförädlande kemiska industrin mycket heterogen. Det gäller såväl själva produktionen som företagsstrukturen. Av främst detta skäl har det inte bedömts möjligt att inom ramen för denna studie göra en fullständig kartläggning av de datorstödda styrsystemens omfattning och effekter. Detta avsnitt beskriver därför endast översiktligt inom vilka områden datorstödet hittills fått störst omfattning.

Bundenheten till existerande anläggningar spelar en stor roll för spridningen av datorstödda styrsystem inom den kemiska industrin. Nya tillämpningar utvecklas huvudsakligen i samband med större ombyggnader eller nyinvesteringar. Styrsystemen vid den senast byggda anläggningen, Beroxo AB's fabrik för framställning av oktanol i Stenungsund, beskrivs översiktligt i avsnitt 9.2.2.

Eftersom produktionen är flödesorienterad består en stor del av processtyrningen inom den kemiska industrin av sekvensstyrning av olika slag. Det kan till exempel gälla att öppna och sluta ventiler eller andra regulatorer i en bestämd ordning. För denna typ av styrning tillämpas avgränsade programmerbara system (PC-system) i allt större utsträckning. PC-styrning bedöms allmänt innebära bättre driftsäkerhet och tillgänglighet. Systemen ger också möjlighet till förbättrad och utökad rapportering, t ex vid startförhindrande tillstånd i processerna.

9.2.2 *Den kemiska basindustrin*

Motiv för olika styrsystemtillämpningar

En förutsättning för tillverkningen inom den kemiska basindustrin är att avancerad teknik används för styrningen av processerna på olika nivåer. Sedan länge övervakas och styrs anläggningarna från centrala kontrollrum med hjälp av stora mängder instrument och reglerutrustning på paneler och manöverbord.

Datorstöd utnyttjas allmänt för uppföljning och övervakning av driften. Dessa system syftar bland annat till att ge:

- bättre översikt över processerna, särskilt när det gäller larm orsakade av olika driftstörningar

- mindre felfrekvens
- bättre analysstöd genom beräkningsrutiner för tidsserieanalys etc
- förbättrad och förbilligad rapportering
- bättre möjligheter att pröva olika reglerstrategier genom den större flexibilitet som bl a PC-system ger.

Det förbättrade beslutsunderlaget för styrningen används för att öka kapacitetsutnyttjandet, minska antalet driftstopp, höja råvaruutnyttjandet o s v. Personalbesparingar är i allmänhet inte något framträdande motiv för denna typ av tillämpningar. Vanligen är det så att operatörerna gör samma arbete som tidigare fast med kraftfullare hjälpmedel. Vid en installation, där rationaliseringsmotivet angivits som det främsta, minskade arbetsstyrkan med två operatörer per skift och två instrumentmekaniker (sammanlagt tolv befattningar). I denna anläggning sysselsätts totalt drygt 150 personer.

Antalet system för direkt reglering, där manuell styrning automatiserats i någon större omfattning, är ännu så länge begränsat. Två av dessa beskrivs längre fram.

Flera av de större företagen inom den kemiska basindustrin utnyttjar datorstöd i laboratoriearbetet exempelvis vid kvalitetskontroller.

I det följande redovisas synnerligen kortfattat vilka datorstödda styrsystem som finns inom några av de större kemiföretagen i Sverige.

Esso Chemical AB

Inom Esso Chemical AB's krackningsanläggning i Stenungsund utnyttjas ett minidatorsystem för främst övervakning av processen med efterföljande separation av de olika produkterna. Dessutom används mikroelektronik i mätgivare som ligger utanför processdatorns övervakning. Beräkningarna i samband med utbytesoptimeringen utförs "off-line" mot en central dator d v s inte i direkt anslutning till processen.

Systemen syftar främst till att förbättra råvaruutnyttjandet, produktkvaliteten och kapacitetsutnyttjandet. Enligt uppgift från företaget har utnyttjandet av datorstöd inte inneburit att sysselsättningen minskat utan snarare att behovet av kvalificerad arbetskraft ökat något.

Under 1982 beräknar man att ta i drift ett utökat övervakningssystem med ny instrumentering i anslutning till ungnarna. Utbytesoptimeringen samt vissa andra beräkningar kommer i fortsättningen att göras mot mikrodator i stället för mot centraldatorn.

Berol Kemi AB

Inom Berol Kemi AB har man i de äldre anläggningarna främst PC-system som utnyttjas bland annat i system för förreglingar. Med förregling menas system för kontroll att vissa villkor är uppfyllda innan en process kan startas. Den därigenom förbättrade rapporteringen gör det lättare att snabbt se vad som är startförhindrande vid ett stopp. Styrstrategierna i den nyligen uppförda anläggningen för framställning av oxoprodukter beskrivs nedan.

Den anläggning inom den kemiska basindustrin som senast tagits i drift är som nämnts Beroxo AB's fabrik för framställning av oxoprodukter i

Stenungsund. Anläggningen består av två delar, en del med kontinuerlig drift där butyraldehyd och oktanol framställs och en del med satsvis tillverkning av mjukmedel för PVC. Skilda styrstrategier har valts för respektive anläggning vilket framgår av nedanstående.

I den *kontinuerliga processen* är produktionen ensartad och man strävar därför att hålla konstanta betingelser i perioder som kan uppgå till flera veckor. För styrningen utnyttjas ett decentraliserat system (Honeywells TDC 2000) med en central dator för styrning och övervakning och lokala mikrodatorer som var och en svarar för ett begränsat antal funktioner. De lokala mikrodatorerna har i princip ersatt den analoga tekniken i regulatorer och mätgivare. Inga delsystem för automatiserad styrning ingår dock utan styrningen sker på samma sätt som i traditionella system men med kraftfullare hjälpmedel för bearbetning och presentation av processdata som underlag för operatörens styrning. Som säkerhet finns ett trådförbundet logiksystem som kan stänga processen om operatören inte hinner ingripa tillräckligt snabbt vid en störning som hotar att ge allvarliga konsekvenser.

I jämförelse med ett analogt styrsystem beräknas systemet för oktanolprocessen ge bland annat följande fördelar:

- bättre överblick över processen genom bildskärmsteknik istället för paneler, avskaffande av skrivare m m
- beräkningsrutiner som stöd för processanalysen (medelvärdesberäkningar etc)
- lägre felfrekvens.

Ovanstående har inneburit minskat personalbehov jämfört med traditionella system vilket enligt företaget utgjort ett av de huvudsakliga motiven för införandet av systemet. Besparingarna ligger i storleksordningen två operatörer per skift och två instrumentmekaniker (sammanlagt 12 tjänster). Effekterna på arbetsmiljön jämfört med traditionell styrning är små. Främst är det fråga om att skrivare ersatts med bildskärmspresentation.

Att bygga ut styrsystemet i den kontinuerliga delen med något slag av produktionsplaneringsfunktion är inte lönsamt eftersom man kör processen under samma betingelser vecka efter vecka. Tillgängligt underlag och tid tillåter att dessa beräkningar görs manuellt.

I den *satsvisa tillverkningsprocessen* har man en central dator för styrsystemet. Operatörernas arbete går huvudsakligen ut på att initiera de olika stegen i tillverkningen. Systemet svarar sedan för detaljstyrningen inom varje steg. Genom denna styrning blir det lättare att köra samma recept med konstanta betingelser varje gång. Man räknar med bland annat följande vinster jämfört med traditionell styrning:

- bättre kapacitetsutnyttjande och högre genomströmningshastighet
- bättre råvaruutnyttjande, högre produktkvalitet
- lägre energiåtgång.

Den centraliserade strukturen på styrningen av den satsvisa tillverkningen bedöms från företagets sida medföra en ökad sårbarhet vilket kan innebära att man kommer att ändra systemet i framtiden. För operatörerna innebär systemet att man styr anläggningen mer på "systemnivå" jämfört med

traditionell styrning. Kunskap om vad som i detalj händer inom varje steg av processen är inte längre nödvändig utan som nämnts ovan är det främst en fråga om att initiera de olika stegen i rätt följd.

KemaNobel AB

KemaNobels KemaNord-grupp (baskemi) har bland annat ett mikrodatorbaserat system för styrning av PVC-tillverkning. Denna är en komplicerad process med ett stort antal tillsatser av kemikalier. Kraven på att exakt dosera rätta mängder vid rätt tidpunkt är stora. Tillverkningsproceduren ändras ofta eftersom nya produktkvaliteter utvecklas och råvarornas kvalitet kan skifta. Det tidigare använda fast uppkopplade logiksystemet hade inte den nödvändiga flexibiliteten eftersom ändringar krävde dyrbara och tidsödande omdragningar av ledningar. Med den mikrodatorbaserade styrningen och övervakningen uppnår man bland annat:

- förbättrad kontroll av kemikalieinblandningen
- större flexibilitet vid recept- och kvalitetsbyten.

Systemet kan utvecklas till att även styra:

- utrustning som reglerar temperaturer
- förändringar i processbetingelserna
- de avslutande momenten av processförloppet.

Det gamla styrsystemet används som reserv för det datorbaserade.

För övrigt har man mindre avancerande, avgränsade system för kvalitetskontroll etc. I början av 1970-talet försökte man utveckla ett system med kraftfullt datorstöd för styrning av gelatintillverkning. Detta projekt fick dock överges då man inte vid denna tidpunkt besatt erforderliga processkunskaper för att kunna automatisera styrningen.

Supra AB

Supra AB, som är landets enda tillverkare av gödselmedel, har för närvarande två processdatorsystem installerade. Ett av systemen (i en anläggning för framställning av PK-gödselmedel) är huvudsakligen inriktat mot att förbättra överblicken vid larm. Datorn används dessutom för sekvensstyrning vid start- och stopprutiner samt för styrning av vissa regulatorer som tidigare styrdes med analog teknik.

Det andra processdatorsystemet styr gipsdeponeringen vid en fosforsyrefabrik. Deponeringen går till så att gips slammas upp i vatten och pumpas iväg till en damm där det sedimenterar. Systemet är slutet i den meningen att vattnet i bassängen efter sedimenteringen pumpas tillbaka till fabriken där det på nytt slammas upp o s v. Processen är mycket komplicerad med främst sekvensiell reglering av pumpar och ventiler. Datorstödet utnyttjas för larmövervakning och för sekvensstyrningen. Genom i första hand mindre krav på kabeldragning var digital teknik det billigaste alternativet jämfört med traditionell reglerteknik. Från början dimensionerades också minidatorns kapacitet så att den skulle kunna utnyttjas även för andra ändamål än styrning av gipsdeponeringen.

Härnäst planerar man inom Supra AB att installera processdatorer i en anläggning där tre tillverkningsenheter (två för salpetersyra och en för gödselmedel) styrs från ett centralt kontrollrum. Systemet kommer bland annat att utnyttjas för övervakning av miljövårdssystemet.

Unifos Kemi AB

Inom Unifos Kemi AB, som ägs till lika delar av KemaNobel och av det multinationella företaget Union Carbide, är användning av PC-styrning etablerad sedan länge bland annat i bearbetningslinjer för plast.

I en av anläggningarna där HD-polyeten framställs utnyttjas en dator för att direkt reglera de två reaktorer i vilka polymerisationen av eten sker. En katalysator tillförs reaktionen kontinuerligt vilket reglerar reaktionshastigheten. Datorn styr denna hastighet utifrån förändringar i produktionsmiljön enligt följande:

Den faktiska reaktionshastigheten (ärvärdet) bestäms en gång i minuten utifrån tio mätpunkter i reaktorn (tryck, temperatur, flöden o s v). Utifrån ärvärdet och fyra s k produktionsbegränsande variabler bestäms önskvärd reaktionshastighet (börvärdet) var femte minut. En sådan produktionsbegränsande variabel är t ex kapaciteten att kyla bort värme. Innan en styrimpuls går till katalysatormatningen kontrolleras att inga begränsande variabler överskrids om reaktionshastigheten ökar.

Styrsystemet ger främst bättre kontroll över kapacitetsutnyttjandet eftersom processen lättare kan köras på viss eller maximal kapacitet. Enligt uppgift har produktionskapaciteten kunnat ökas med omkring fyra procent. Produktkvaliteten har också förbättrats genom att omställningar underlättats. Systemet har inte medfört några inskränkningar i bemanningen utan syftar till att effektivisera operatörers och ingenjörers arbete. Den tidigare manuella uppföljningen av processen har också automatiserats.

Datorstödet i LD-polyetenfabriken utnyttjas främst för att lagra, bearbeta och presentera analysresultat, rapporter om drifttid etc. I arbetet på laboratoriet utnyttjas ett antal bordsdatorer. Företagets utvecklingsarbete på datasidan är även inriktat mot administrativa tillämpningar.

Boliden Kemi AB

De datorstödda systemen inom Boliden Kemi AB slutligen är främst inriktade mot övervakning och uppföljning. Bland annat finns ett sådant datorbaserat system som omfattar hela driften i en av svavelsyrefabrikerna. Datorstöd utnyttjas även för att övervaka värmeåtervinningen i tre fabriksenheter där överskottsenergin i form av hetvatten säljs till kommunen. Övervakningssystemet för återvinning och försäljning av energi är anslutet till företagets centrala dator. I systemet kan störningar i värmeåtervinningen återföras på driftförhållandena i respektive enhet.

Miljöövervakningssystemet omfattar ca 30 mätpunkter vid vilka man främst mäter svaveloxidhalten i luften samt surhetsgraden i avloppsvattnet. Resultatet, i form av bland annat medelvärdes- och trendberäkningar samt utsläppsvolymerna per tidsenhet, rapporteras direkt till länsstyrelsen och till berörda avdelningar på företaget.

Slutligen kan nämnas att man inom Boliden även utvecklat automatiserade system för analysering vid fosforsyraframställning. Bakgrunden till detta utvecklingsarbete var att man ville ha en mera kontinuerlig övervakning av processen. Tidigare fick man analysresultatet från prov tagna under nattskiftet först dagen efter vilket kunde innebära att man redan kört en längre period på ett sådant sätt att lägre kvalitet på produkten erhölls. Då mer kontinuerlig övervakning krävde skiftgående laboratoriepersonal började man i stället utveckla ett automatiserat system. Till en början baserades det på konventionell elektronik men ganska snart fann man att detta var alltför inflexibelt varför man övergick till att utnyttja datorstöd. Underhand har systemet utvecklats för allt fler slag av titreranalyser så att man nu klarar ett stort antal analyser till stöd för även andra delar av produktionen än fosfortillverkningen.

I det automatiserade systemet skrivs således analysresultatet ut direkt på printer i kontrollrummet oberoende av tid på dygnet. Vidare bedömer man från företagets sida att resultaten har högre precision jämfört med tidigare laboratorieanalyser. Genom att analysfrekvensen kan ökas vid behov får man snabbare kontroll över störningar. Till stöd för operatörens reglering, som ännu så länge görs manuellt, görs också vissa trendberäkningar. Inom företaget räknar man med att på sikt automatisera även regleringen av processen.

För närvarande har man inom Boliden fyra fungerande system för automatiserad analysering och ungefär lika många har sålts till andra företag. Samtliga enheter inom företaget kommer att förses med systemet.

9.2.3 *Vidareförädlande kemisk industri*

Färgindustri

Inom färgindustrin har de flesta större företag mer eller mindre automatiserade system för färgkontroll, d v s kontroll att kulör, ytstruktur och andra egenskaper ligger inom vissa gränser för varje färgsats som tillverkas. Inom det företag som kontaktats har man utvecklat ett eget system för kulörkontroll. I detta mäts den aktuella färgens reflektionsvärden i ett antal punkter inom det synliga våglängdsområdet. Härigenom fås en kurva som jämförs med en standardkurva varefter differenserna används för att beräkna korrigerande tillsatser. Vinsten med systemet är främst jämnare kvalitet.

Sysselsättningen påverkas endast i mindre omfattning eftersom det fortfarande behövs operatörer som via terminaler tillför systemet olika data om varje färgsats. Inom företaget utnyttjas också ett datorstött simuleringssystem för att beräkna inom vilka gränser råvaruhalter kan variera utan att färgens egenskaper avviker från de specificerade. Man kan med detta system ekonomiskt optimera färgrecepturen utan ett omfattande manuellt laboratoriearbete.

I produktionen används datorstöd främst för automatiserad bindmedelstillverkning. De variabler som övervakas och regleras är temperatur, omrörningshastighet, flöden samt tryck. Dessutom finns ett mycket omfattande larmsystem inkopplat för obemannad drift. På sikt planerar man att

också automatisera tillverkningen av vit färg för professionellt bruk. I övrigt är tillverkningen ännu så länge för småskalig för att det skall löna sig att automatisera. Den splittrade produktionen och kravet att ta hänsyn till variationer i råvarukvaliteten gör att automatiserade styrsystem blir allför komplexa.

Den automatisering som haft störst betydelse för sysselsättning och arbetsmiljö, nämligen automatisering av transporter, har genomförts med traditionell teknik.

Från företaget framhålls att man medvetet satsat på att utveckla de ovan beskrivna tillämpningarna själva för att behålla och utveckla sitt processkunnande. Automatiseringen medför i viss utsträckning att kraven på yrkeskunskap hos de anställda i tillverkningen minskar. Under semestrarna i juli–augusti använder man i stor utsträckning (75–80 procent av arbetsstyrkan) praktikanter med några veckors utbildning för att hålla i gång driften.

Avslutningsvis kan nämnas att det kontaktade företagets mest omfattande tillämpning av datorstöd är det generella system för material- och produktionsstyrning (MPS-system) som man för närvarande anpassar till den egna verksamheten.

Läkemedelsindustrin

Inom läkemedelsindustrin har datorstöd hittills kommit att användas mer i laboratoriearbetet än för styrning av själva tillverkningen. Det rör till exempel datorbaserade analysinstrument (gaskromatografer etc), stöd vid beräkningar och redovisning av resultat, providentifiering m m.

Kemisk-teknisk industri

Vid de tre företag med kemisk-teknisk inriktning som kontaktats tillämpas datorstöd främst i avgränsade styrsystem i produktionen. Några avancerade system för automatiserad styrning av processer tillämpas inte. Företagen kan dock bedömas ligga relativt långt framme på området sett mot branschen totalt. I det följande redovisas existerande tillämpningar och närmaste framtidsplaner inom respektive företag.

I ett av företagen utnyttjas ett mikrodatorsystem för att adaptivt styra fyllningsmaskiner för flaskor och dunkar där det framför allt gäller att undvika överfyllning. Systemet ger mer statistik från fyllningen men någon uppföljning av det ekonomiska resultatet av denna investering har inte gjorts. Allmänt bedömer man att driftsäkerheten ökar då man går över till mikroelektronikbaserad teknik och på sikt avser man att tillämpa PC-system vid all typ av sekvensstyrning.

Automatisering av tvättmedelsförpackningen för detaljhandeln försvåras av att man i Sverige packar efter produktens volym och inte efter dess vikt. Internationellt packar man efter vikt och för sådan styrning har avancerade system utvecklats. I det kontaktade företaget kommer datorstödet i stället att inriktas mot hjälpmedel för produktkontroll och informationsbearbetning när det gäller tvättmedelstillverkningen. Vidare kommer man att investera i ett system för automatiserad dosering av såväl fasta som flytande råvaror. Genom att koppla detta system till det administrativa datorsystemet avser

man få en bättre uppföljning av råvaruutbytet och överfyllningen av förpackningar.

Andra områden där man ser stora tillämpningsmöjligheter är till exempel automatiska larm och underhållsarbete, det senare genom självdiagnostiska system. När det gäller ytterligare automatisering är förutsättningarna väsentligt skilda i själva tillverkningen och i förpackningsledet. Det stora antalet produkter samt kraven på olika förpackningsstorlekar, förpackningstyper, etiketter etc gör att förpackningsarbetet inte kan automatiseras i någon större utsträckning. I själva tillverkningen, där förutsättningarna för automatisering är bättre, har rationaliseringen redan drivits så långt att ytterligare automatisering med datorstöd inte bedöms få några mer omfattande effekter för sysselsättningen.

I det andra av de kontaktade företagen utnyttjas datorstöd främst för att beräkna utfallet av olika recept när det gäller energi- och råvarukostnader m m. Arbetsmiljökrav ses som en av de viktigaste pådrivande faktorerna för en fortsatt automatisering. Å andra sidan bedömer man att sysselsättningseffekterna av en ökad automatisering blir relativt måttliga eftersom man redan rationaliserat avsevärt på personalsidan.

Närmast avser man att installera ett system för automatiserad analys vid formalintillverkningen. Några planer på att automatisera själva processtyrningen har man dock inte.

Det tredje företag som kontaktats utnyttjar ett datorbaserat system för dosering av råvaror vid tvättmedelstillverkning. Förutom personalbesparing innebär systemet enligt företaget större exakthet och bättre reproducerbarhet. Närmast avser man att utvidga styrningen till en torkprocess i tvättmedelsframställningen där ett s k spraytorn används. När det gäller förpackningssidan ser man den maskinella utrustningens bristande tillförlitlighet som ett av de största hindren för en ökad automatisering.

Plastvaruindustrin

Inom plastvaruindustrin utnyttjas en rad olika processer för att forma och bearbeta produkterna. För närvarande sker en snabb utveckling där mikroelektronik utnyttjas i allt fler funktioner. Det gäller dels övervakning och styrning av olika funktioner hos den maskinella utrustningen (maskinrörelser, verktygsbyten, förreglingar, felsökningssystem), dels kontroll av produkternas form och andra egenskaper. Den snabba utvecklingen synes främst bero på utrustningsleverantörerna och mindre på krav från användarsidan. Inom ett ökande antal områden levereras maskinerna med avancerade mikroelektronikbaserade standardiserade styrsystem.

De installationer av avancerade styrsystem som finns i Sverige i dag är huvudsakligen inriktade mot några av följande tillverkningsprocesser:

- formsprutning
- strängsprutning
- kalandrering (valsning) och laminering.

I dag finns på marknaden två system för styrning av form- och strängsprutning. Vid styrningen försöker man hålla en så jämn nivå som möjligt beträffande parametrar som tryck och temperatur vilket ger en jämnare

fyllning i formarna. Därigenom minskar materialåtgången och höjs kvaliteten. Man vinner också i snabbhet vid verktygsbyten. Genom att maskinerna ställs in snabbare minskar "spillproduktionen" vid produktbyte.

Bemanningen minskar något genom att volymen övervakningsarbete reduceras. En operatör kan kanske övervaka fem till sex maskiner med datorbaserad styrning jämfört med fyra vid traditionell styrning. Åtminstone när det gäller medelstora och större maskiner är investeringskostnaden för datorstödda styrsystem inte avsevärt större än kostnaden vid konventionell styrning.

System för styrning av strängsprutning (exempelvis plastbeläggning av papper eller annat underlag) finns inom åtminstone två företag. Det ena av dessa, Tetra-Pak, har sedan länge tillämpat denna teknik.

Kalandrering innebär att man valsar plastmassa till folie eller film. I Sverige finns omkring fyra företag som har datorstödda system för styrning av denna process. Den centrala funktionen vid dessa typer av tillämpningar är mätning och styrning av tjockleken på filmen eller folien. Systemen syftar alltså huvudsakligen till att uppnå en jämnare produktkvalitet och därmed bättre råvaruutbyte. I någon mån kan även kapacitetsutnyttjandet förbättras genom att man kan hålla högre produktionshastighet. Systemen fodrar stora produktionslinjer och volymer för att bli lönsamma vilket gör det svårt för små företag att utnyttja dem.

Ett tiotal svenska företag tillämpar i dag datorstödda styrsystem för en eller flera av de ovan nämnda processerna. Ser man till den internationella utvecklingen på området kan nämnas att styrsystem för helt automatiserad formsprutning just håller på att färdigutvecklas vid ett forskningsinstitut i Västtyskland. En sådan maskin skulle enligt uppgift medge drift med obemannade nattskift.

Enligt uppgift från branschorganisationshåll finns det för närvarande få mera omfattande datorstödda system för produktionsövervakning och -styrning inom den plastbearbetande industrin. I några företag utnyttjas industrirobotar för att transportera formar och plocka ut de färdiga bitarna vid formsprutning. När det gäller framtagande av formar beräknas CAD/CAM-system[1] ha en stor potential.

Enligt vad kommittén erfarit förekommer i allmänhet inte något erfarenhetsutbyte av större omfattning inom den kemiska industrin vad gäller datorstödda tillämpningar av styrsystem. Beträffande den plastbearbetande industrin är läget dock något annorlunda. 1977 startades nämligen Plast- och Gummitekniska Institutet med uppgift att bedriva kollektiv forskning inom plast- och gummiområdet. Ett av de projekt som institutet håller på att starta rör utvärdering av kommersiellt tillgängliga datoriserade styrsystem för form- och strängsprutning.

9.3 Problem i samband med utveckling, installation och drift av styrsystem

Det är svårt att urskilja för den kemiska industrin speciella problem när det gäller utveckling och drift av datorbaserade styrsystemtillämpningar. Nedanstående redovisning speglar därför mer vad som av branschrepresentanter

[1] För en utförlig beskrivning av CAD/CAM-system hänvisas till rapporten Datateknik inom verkstadsindustrin, SOU 1981:10.

framhållits som väsentliga problem än problem som är speciella för denna industri.

Ett utmärkande drag för den kemiska industrin är dock att processerna många gånger är komplexa och de ingående kemikalierna och produkterna giftiga eller på annat sätt miljöfarliga. Detta gör att man inte kan ta några risker med nya styrsystem utan säkerheten måste vara mycket hög. Detta påverkar naturligtvis takten i vilken nya system kan installeras. Risknivån och komplexiteten i processerna medför också att operatörer ofta gör olika rimlighetsbedömningar och avvägningar av ett slag som inte kan byggas in i ett styrsystem eftersom alla kombinationer av händelser och situationer inte kan förutses. En i det närmaste total automatisering är därför varken möjlig eller önskvärd.

Problemet med tillförlitligheten hos givare är av samma typ. Vid automatiserad styrning av en process finns inte alltid möjligheter att bedöma huruvida ett extremt mätvärde kan vara riktigt eller om det är givaren som drabbats av något fel. Tillförlitligheten hos givarna kan till en del förbättras med en större insats av underhåll men huvudsakligen är det här fråga om mycket svårlösta tekniska problem. Inom den kemiska industrin är det framför allt mer robusta och noggranna flödesmätgivare (som tål rengöring) som saknas i dag.

De två stora problemområdena när det gäller styrsystem inom den kemiska industrin är, liksom inom många andra industribranscher, utbildning och underhåll. Behov av ökad kunskap om datateknikens möjligheter och begränsningar föreligger, enligt vad företagsrepresentanter framhåller, på alla nivåer inom företagen. Från flera av de företag kommittén varit i kontakt med framhålls också problem när det gäller att inom företagen bygga upp och *behålla* tillräcklig kunskap så att styrsystemen kan ändras och vidareutvecklas. Har man inte den kunskapen minskar inte bara effektiviteten i styrningen utan också kunskapen om den egna processen.

När det gäller underhållet är den centrala frågan bemanningen. En mer effektiv styrning kan leda till att arbetsvolymen när det gäller underhållet minskar men i gengäld ökar spännvidden och kraven på kompetens för det underhållsarbete som blir kvar. Vid projektering och systemutveckling måste underhållsfrågorna ges prioritet så att man tillräckligt noga belyser de nya krav på kunskaper och manuella insatser som kommer att ställas. Det är inte bara så att kunskapskraven i underhållsarbetet ökar, det förebyggande underhållet av t ex givare blir viktigare eftersom fel på givare kan få allvarligare konsekvenser vid automatiserad styrning. Att med utgångspunkt från antaganden om felfrekvenser etc allför snabbt dra ner på underhållspersonal kan leda till mycket negativa konsekvenser särskilt som idrifttagandet blir allt svårare ju mer komplicerad teknik som utnyttjas. Alltför knappt med personal på underhållssidan leder till att dessa endast kan ägna sig åt "brandkårsutryckningar" vilket på sikt urholkar den tekniska kompetensen.

I en del företag som kommittén kontaktat har datoriserade styrsystem mer eller mindre övertagits från moderföretag utomlands. Vid ett sådant förfarande är det självklart svårare för de anställda att påverka systemens utformning. Det kan också föra med sig att den egna personalen inte får tillräcklig kompetens att underhålla och vidareutveckla systemet eftersom den inte är involverad i utvecklingsarbetet.

9.4 Effekter av styrsysteminstallationer

I och med genomgången av motiven för investeringar i datorstödda styrsystem i avsnitt 9.2 gavs också en bild av effekterna av systemen. Sammanfattningsvis kan sägas att systemen huvudsakligen är inriktade mot att förbättra produktkvaliteten, öka råvaruutbytet, höja kapacitetsutnyttjandet etc. Från flera företag menar man dock att personalbesparingar, i de fall de förekommer, ofta får motivera olika investeringar därför att andra, och kanske viktigare effekter, är svårare att beräkna. Att på något mera systematiskt sätt kvantifiera de företagsekonomiska effekterna av de studerade styrsystemen har inte varit möjligt. Avsnittet syftar därför också till att redovisa några iakttagelser som rör effekter för arbetsmiljön och arbetsinnehållet.

PC-styrning, som kan betraktas som första steget på väg mot ett mer avancerat datorstöd vid processtyrning, innebär främst ökad flexibilitet i styrningen eftersom ändringar kan göras genom omprogrammering i stället för genom ny ledningsdragning. Förutsatt att tillräckligt många kretsar skall styras är anskaffningskostnaden för PC-styrning dessutom lägre än för traditionell teknik. Effekterna när det gäller sysselsättning och arbetsmiljö är i allmänhet små. Viktigast torde vara kraven på nya kompetenser för främst underhållspersonalen.

När det gäller effekterna av de datoriserade system som hitttills införts i den kemiska basindustrin kan konstateras att övergången till automatiserad drift som styrs från centrala kontrollrum skett redan tidigare. Fördelningen mellan personal som arbetar ute vid processlinjerna och personal som arbetar från kontrollrum påverkas därför endast marginellt. Effekterna på arbetsinnehållet för operatörer är en komplicerad fråga. Då operatörens ingrepp lyfts upp på "systemnivå" (som i den satsvisa tillverkningen i Beroxo AB's anläggning) minskar kraven på mer detaljerad processkunskap eftersom datorn sköter den mest detaljerade styrningen. Om styrsystemet främst är inriktat mot bearbetning och presentation av processdata via bildskärm istället för traditionella instrumentpaneler kan kraven på överblick över processen och kunskap om processambanden öka eftersom operatören bl a mera aktivt måste välja den information som skall presenteras. En effekt av system för automatiserad analysering är, enligt en representant för ett användarföretag, att operatörerna snabbare kan se resultatet av olika ingrepp vilket utgör en stimulans.

Inom den vidareförädlande delen av den kemiska industrin har man inte i någon större utsträckning centrala kontrollrum. Från ett av företagen menar man dock att kraven på att förbättra miljön och minska bemanningen inom utsatta delar av produktionen är en av de främsta drivkrafterna för en ökad automatisering och därmed på sikt övergång till drift från centrala kontrollrum.

Liksom i övriga branschstudier finns även inom den kemiska industrin exempel på att automatiseringen motiveras med svårigheter att rekrytera personal till vissa delar av tillverkningen. Inom ett av företagen ser man från ledningens sida automatisering kombinerad med noggrannare arbetsinstruktioner som ett sätt att minska behovet av yrkeskunskap hos personalen i den direkta tillverkningen. I gengäld satsar man medvetet stora resurser på att

genom eget utvecklingsarbete inom styrsystemområdet utveckla processkunnandet.

Beträffande datorutnyttjandet inom den kemiska industrin har från branschhåll framhållits att mycket av effekterna av datoriserade styrsystemtillämpningar följer av att företaget vid systemutvecklingen på ett mera systematiskt sätt tvingas att tänka igenom *vad* man vill uppnå och *hur* det skall uppnås. I allmänhet ökar också kraven på processkunskap. Konsekvenserna av en sådan process kan vara väl så viktiga som det faktum att själva styrningen av verksamheten blir effektivare. Inom den kemiska industrin förefaller datorstödet huvudsakligen vara inriktad mot processer i vilka man har konstanta produktionsbetingelser under långa perioder. Åtminstone gäller det de system där man har inslag av direkt reglering. Branschrepresentanter har många gånger framhållit att "recepten är för många", "tillverkningen är för splittrad med små volymer" för att datorisering skall vara möjlig. Huvudintrycket är alltså att datorstödet, med undantag för tillämpningar med PC-system, inte i första hand utnyttjas för att skapa flexibilitet utan för att effektivisera den tillverkning som redan sker i stor skala.

9.5 Utvecklingstendenser

När det gäller den framtida utvecklingen av datorstödet inom den kemiska industrin är de sjunkande kostnaderna för datorutrustningen och tillgången på mini- och mikrodatorer de mest betydelsefulla faktorerna.

Ser man till den internationella utvecklingen kan man säga att utformningen av datorstödet till stor del betingats av kostnaderna för maskinvaran. Från början byggde man stora, centrala system i stora anläggningar där man lade in många styrfunktioner för att kunna motivera själva datorinvesteringen. Resultatet blev ofta problem med överblickbarheten och tillgängligheten. Underhand som maskinvaran förbilligats har det blivit möjligt att utveckla små avgränsade tillämpningar baserade på mini- och mikrodatorer. De företagsrepresentanter som kontaktats framhåller alla den stora betydelsen av att man nu kan arbeta med avgränsade problem och mindre avsnitt av processerna. Med från början beränsad ambitionsnivå kan man stegvis bygga upp sin egen kunskap och underhand utvidga och samordna olika system.

På grund av den kemiska industrins heterogena karaktär har det inte varit möjligt att inom ramen för denna studie systematiskt belysa den framtida utvecklingen inom delbranscherna utöver vad som redan redovisats i avsnitt 9.2.

10 Järn-, stål- och metallverk

10.1 Branschstruktur

Järn-, stål- och metallverk svarade 1978 för knappt sex procent av industrins totala förädlingsvärde och för drygt sju procent av dess totala sysselsättning. Järn- och stålverken är den största delbranschen vilket framgår av tabell 10.1 nedan.

Tabell 10.1 Antal arbetsställen, sysselsättning samt förädlingsvärde inom järn-, stål- och metallverk (SNI 37) 1978

SNI-kod	Benämning	Arbetsställen		Sysselsättning		Förädlingsvärde	
		Antal	%-andel	Antal	%-andel	Mkr	%-andel
37101	Järn- och stålverk	36	20	46 035	73	4 339	71
37102	Ferrolegeringsverk	3	2	1 086	2	67	1
37103	Järn- och stålgjuterier	49	28	3 926	6	348	6
3720	Ickejärnmetallverk	89	50	12 258	19	1 362	22
Summa	Järn-, stål- och metallverk	177	100	63 305	100	6 116	100

Källa: SOS Industri.

Järn- och stålverken är i jämförelse med övrig tillverkningsindustri mycket stora enheter som ofta dominerar sysselsättningsmässigt på sina lokaliseringsorter.

Stål indelas vanligen i två huvudgrupper utifrån den kemiska sammansättningen nämligen handels- respektive specialstål. Handelsstål omfattar olegerade produkter med en kolhalt understigande 0,6 %. Övrig stålproduktion (inklusive legerat stål) går under samlingsnamnet specialstål. Som specialstålverk räknas traditionellt företag vars produktionsvolym till mer än 25 % utgörs av specialstål. Genom det i genomsnitt mer än tre gånger högre priset på specialstål jämfört med handelsstål svarar specialstål för merparten av saluvärdet i dessa verk. Betydande stordriftsfördelar föreligger särskilt i handelsstålframställningen.

Internationellt sett är de svenska järn- och stålverken dock små. I stället har den svenska stålbranschen sökt specialisera sig och andelen specialstål av den totala produktionen är betydligt högre i Sverige än i andra länder. Specialstålverken exporterade 1978 drygt tre fjärdedelar av sin produktion

och svarade därmed värdemässigt för merparten av den svenska stålexporten. Nettoeffekten på handelsbalansen är dock inte lika gynnsam eftersom behovet av importerade legeringsmetaller är stort och tillverkningen synnerligen energikrävande. Handelsstålverken är mer hemmamarknadsinriktade med en exportandel på knappt 50 procent 1978. Den svenska ekonomins självförsörjningsgrad är också högre beträffande handelsstål jämfört med specialstål (ca 55 resp ca 45 procent 1978).

Sedan mitten av 1970-talet befinner sig världens stålindustri i en kris som kan sägas ha såväl strukturella som konjunkturella orsaker. Under 1950- och 1960-talen byggde många länder utanför Västeuropa upp stora stålverk framför allt för tillverkning av handelsstål. Genom låga löner, tillämpning av modern teknologi och tillgång till billiga råvaror har dessa enheter skärpt den internationella konkurrensen betydligt. Utvecklingen har medfört att det nu föreligger en betydande överkapacitet inom branschen totalt sett vilket, tillsammans med lågkonjunkturen som inleddes 1974, lett till sjunkande priser och lågt kapacitetsutnyttjande. Sveriges produktion av råstål låg 1978 mer än 25 % lägre än 1974. Specialstålverken har, bland annat genom ett mindre hemmamarknadsberoende och tekniskt mer konkurrenskraftiga produkter, klarat lågkonjunkturen något bättre än handelsstålverken. Tabell 10.2 belyser utvecklingen inom delbranschen järn-, stål- och ferrolegeringsverk under 1970-talet.

Tabell 10.2 Sysselsättning, salu- och förädlingsvärde i löpande priser, produktivitet m. m. för järn-, stål- och ferrolegeringsverk (SNI 371) vissa år

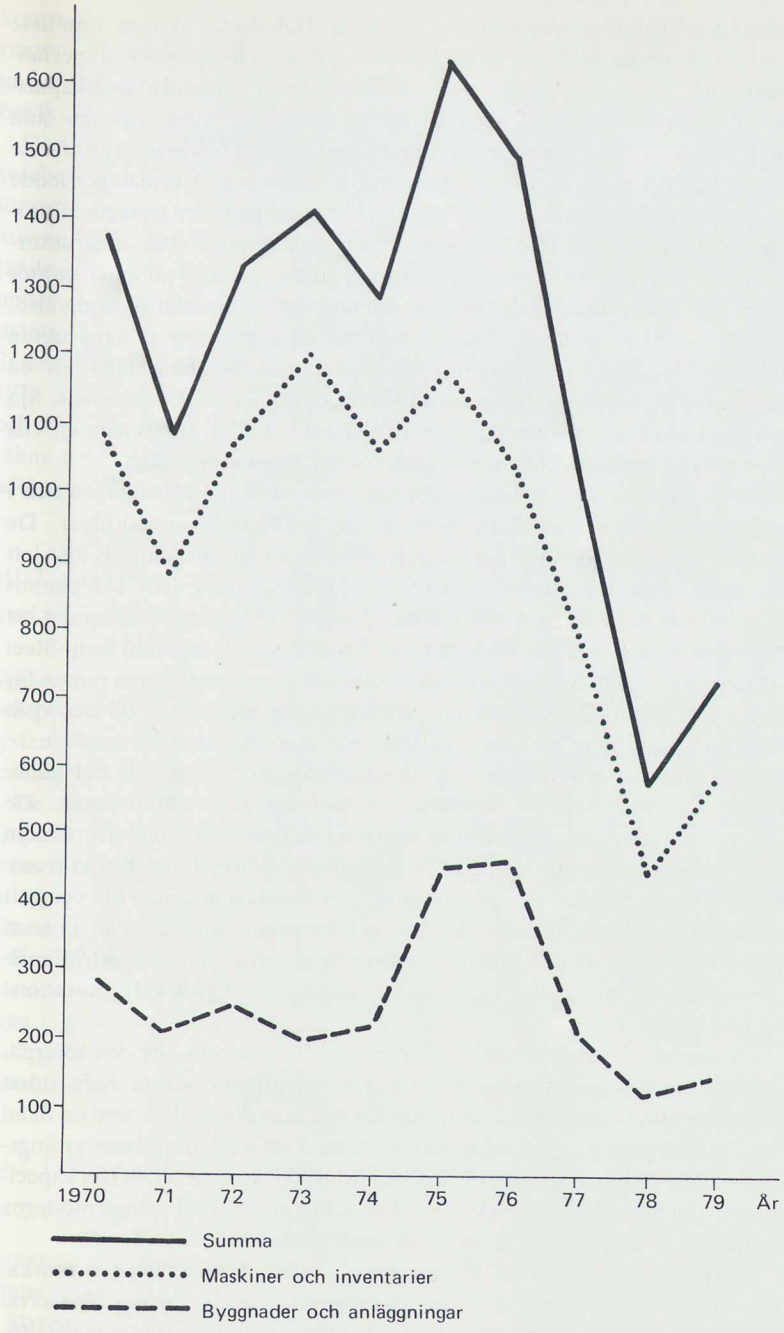
	1970	1972	1974	1975	1976	1977	1978
Antal anställda	56 581	54 041	56 802	58 202	57 856	54 700	51 047
Saluvärde, Mkr	7 555	7 215	11 994	12 786	11 972	10 795	12 534
Förädlingsvärde, Mkr	3 519	3 215	5 542	4 895	4 271	4 270	4 754
Antal arbetsställen	112	105	96	98	95	90	88
Produktionsvolymindex (1968 = 100)	116	114	133	124	113	101	104
Produktivitetsindex (1968 = 100)	113	125	140	131	125	123	141

Källa: SOS Industri.

Tabellen visar den drastiska omsvängning som skedde efter 1974/75 beträffande produktionsvolym och sysselsättning. Under 1978 inleddes en viss återhämtning.

Figur 10.1 nedan visar investeringsutvecklingen inom järn-, stål- och metallverk under 1970-talet.

De kraftiga neddragningarna av investeringarna 1976–78 i samband med stålkrisen minskade järn- och stålindustrins andel av industrins totala investeringar avsevärt. Som en följd av att investeringsvolymen varit låg under hela 1970-talet har också järn-, stål- och metallverkens andel av tillverkningsindustrins totala realkapitalstock minskat trendmässigt. Mellan 1972 och 1979 sjönk andelen av det totala byggnadskapitalet från 12,6 till 11,6 %. Motsvarande andelar för maskinkapitalet var 16,2 respektive



Figur 10.1 Investeringar i byggnader och anläggningar respektive maskiner och inventarier inom järn-, stål och metallverk (SNI 37) 1970–1979. Mkr, 1975 års priser.

Källa: SCB, SM Serie F 1980:6.2.

15,4 %. Som framgick inledningsvis svarar branschen endast för knappt sex procent av industrins totala förädlingsvärde vilket visar järn- och stålindustrins kapitalintensiva struktur.

År 1976 tillsattes två utredningar med uppgift att föreslå åtgärder beträffande den svenska stålindustrins framtida inriktning. De två utredning-

arna, handelsstålutredningen respektive specialstålutredningen framlade sina förslag under 1977. För handelsstålindustrins del föreslogs ökad specialisering och koncentration till vissa produktslag. Mot bakgrund av överkapaciteten på världsmarknaden sågs nedläggningar av vissa enheter som nödvändiga samtidigt som stora investeringar skulle behövas i resterande anläggningar för att skapa en konkurrenskraftig struktur. Utredningen ledde till bildandet av Svenskt Stål AB (SSAB) där samtliga större handelsstålproducenter ingår. Inom SSAB arbetar man för närvarande efter en strukturplan där det omfattande investeringsprogrammet (ca 4 000 miljoner kronor fram till 1982) skall leda till en kommersiell och teknisk förnyelse, effektivisering av produktionsapparaten och en anpassning av kapaciteten till den långsiktiga efterfrågan. Det sistnämnda beräknas leda till en minskning av sysselsättningen med i storleksordningen 4 000 personer. Sju mindre handelsstålproducenter står fortfarande utanför SSAB men en viss samordning mellan SSAB och dessa verk har kommit till stånd.

Även för specialstålindustrins del har i den särskilda utredningen och i andra sammanhang påpekats behovet av strukturella förändringar. De diskussioner som förts mellan specialstålföretagen har dock hittills inte lett till något mera omfattande samarbete. Undantag utgör dock Uddeholms övertagande av driften i Nyby från Gränges 1979 genom bildandet av Nyby-Uddeholm AB samt bildandet av bandbolaget Uddeholm Strip Steel AB som ägs av Sandvik AB och Uddeholm AB gemensamt. Inom ramen för den s k strukturdelegationen har statsmakterna medverkat till att vissa strukturförändringar kommit till stånd även inom specialstålbranschen.

Den svenska stålindustrin står således inför stora krav när det gäller rationaliseringar, teknisk förnyelse och höjning av produktiviteten. De relativt små anläggningarna gör att man har svårigheter att konkurrera inom de produktområden där de verkliga stordriftsfördelarna finns. Konkurrensmedlen måste istället bli specialisering och kundanpassning. Ett centralt område härvidlag är processteknologi och processtyrning, d v s att få fram processer som tar hänsyn till svenska förutsättningar exempelvis beträffande råvarutillgång och som kan tillämpas med god ekonomi även vid produktion i mindre skala.

De svenska handelsstålverken har hittills drabbats mest av den internationella konkurrensen, främst p g a att stordriftsfördelarna haft störst betydelse inom detta område. I framtiden kan man dock räkna med en ökad konkurrens även på specialstålsidan i och med att modern processtyrningsteknologi gör det lättare att tillverka specialstål i stora serier. Överkapaciteten inom handelsståltillverkningen har också medfört att många moderna handelsstålverk börjat söka sig in på specialstålområdet.

På kort sikt är utsikterna för den svenska stålindustrin tämligen mörka. Den internationella efterfrågan väntas fortsätta att minska under 1981 såväl beträffande handels- som specialstål. Med undantag för vissa specialstålföretag har branschen uppvisat förluster under 1970-talets sista hälft. Detta har medfört att företagen nu står sämre rustade att möta en konjunkturnedgång än vid senaste tillfället. Särskilt gäller detta de mindre handelsstålverken.

I SCB's investeringsenkät förutses dock en väsentlig ökning av investeringsverksamheten för 1980 och 1981 jämfört med närmast föregående år. Som framgått tidigare innebär SSAB's strukturplan att stora investeringar

kommer att göras. Industriverket bedömer att branschens årliga investeringsvolym kommer att uppgå till i genomsnitt 1 230 miljoner kronor per år under prognosperioden (t o m 1984) vilket utgör cirka tolv procent av den beräknade investeringsvolymen för industrin totalt sett.

Den svenska järn- och stålindustrins framtid på längre sikt är mycket svårbedömd. Industriverkets prognoser, som förutsätter att SSAB's strategi förverkligas, anger en produktionsvolymökning om drygt fem procent årligen fram t o m 1984 som trolig. Förutsatt att ett högre kapacitetsutnyttjande uppnås och mot bakgrund av den produktivitetsreserv som skapats under de senaste åren bedömer industriverket att branschens arbetsproduktivitet kommer att öka med ca sju procent under prognosperioden. Sysselsättningen skulle därmed minska med drygt 3 500 personer mellan 1978 och 1984. Inte minst mot bakgrund av den under senare delen av 1980 och början på 1981 markant sjunkande stålefterfrågan finns anledning att räkna med en svag genomsnittlig produktionstillväxt för 1980-talets första hälft, såväl i Sverige som i övriga industriländer.

10.2 Användningen av styrsystem inom järn-, stål- och metallverk

Styrsystem används inom järn-, stål- och metallverk för både processtyrning och produktionsstyrning. En relativt snabb tillväxt av de båda typerna av system kommer att ske inom de närmaste åren. Styrsystemen upplevs av företagen som en viktig konkurrensfaktor.

De nyare systemen blir allt mer omfattande. Processtyrsystemen griper djupare in i de enskilda delprocesserna som i högre utsträckning automatiseras. Produktionsstyrsystemen behandlar stora mängder produktions- och anläggningsdata samtidigt som de kopplas samman i hierarkier som omfattar allt större produktionsavsnitt.

Hur den kris som branschen genomlevt och som fortfarande till stor del består påverkat användningen av styrsystem är svårbedömbar. Investeringarna i styrsystem hänger till stor del samman med övriga investeringar. I anläggningar med mycket osäkra framtidsutsikter har utvecklingen sannolikt hämmats.

10.2.1 *Exempel på styrsystemtillämpningar.*[1]

10.2.1.1 Styrning av ugnar

Ugnar används inom järn- och stålindustrin för att ge stålämnen önskad temperatur inför olika bearbetningar eller som en behandlingsmetod.

Styrningen av ugnar kan avse dels reglering av ugnens temperatur och därigenom ämnenas temperatur, dels den tid som ämnena befinner sig i ugnen. Kombinationer av dessa principer används också. Två exempel på sådana tillämpningar redovisas i det följande:

[1] I bilaga 4 beskrivs fyra fallstudier av styrsystemtillämpningar mer i detalj. De fall som beskrivs är: styrning av götvalsverk vid Sandvik AB, produktionsstyrning vid SSAB i Oxelösund, styrning av ugnar vid Söderfors bruk samt produktions- och processtyrning i färdigvalsverk 2 vid SSAB i Luleå.

Temperaturreglering i värmebehandlingsugnar[1]

Vid Söderfors bruk produceras ett höglegerat specialstål för verktygstillverkning, det s k ASP-stålet. För framställningen används sex förvärmningsugnar där ett snabbstålpulver skall förvärmas i hermetiskt tillslutna kapslar under övervakning av kapselns svällning. Efter ca 48 timmar i förvärmningsugnarna sker den slutliga behandlingen i en gemensam s k Quintuspress där kapslarna utsätts för högt tryck (1 000 ton) och hög temperatur (1 150°C) under tre till sex timmar beroende på stålkvalitet.

Temperaturen styrs efter ett förutbestämt temperatur/tidschema. Lokala mikrodatorbaserade reglerstationer för varje ugn styr temperaturen med en noggrannhet av några grader Celsius. Styrningen sker via elektriska uppvärmningsanordningar.

I ett överordnat datorsystem sker samordning och planering av de olika ugnarnas körschema med hänsyn till den efterföljande bearbetningen i pressen, rapportutskrifter samt kommunikation med reglerstationer för övervakning och inställning av styrparametrar.

Systemet kan köras helt automatiskt eller med hjälp av operatör. För operatörens styrning och övervakning finns bildskärm och funktionstangentbord. Felutskrifter och rapportering sker via skrivmaskinsterminal. För manuell reglering av reglerstationerna finns manöverpanel med tryckknappar och bildskärm.

Systemet togs i drift hösten 1978. Bland effekterna av systemet kan nämnas:

- Ökad produktion genom obemannad avslutning och driftstart i samband med veckoslut
- Bättre produktkvalitet genom den kontinuerliga regleringen som systemet medger
- Lägre energiförbrukning genom att behandlingstiden i ugnarna kan minimeras
- Rapporteringsfunktionen ger ett bra underlag för produktionsuppföljning.

Anskaffningskostnaden för systemet uppgick till 0,4 Mkr och återbetalningstiden beräknas till mindre än tre månader.

Styrning av ämnesugnar

Ugnen skall till efterföljande enhet, t ex valsverk, leverera stålämnen med önskad temperatur. Den önskade temperaturen på ämnena skall bibehållas även om ämneskvalitet, ämnesdimensioner och dragningstakt[2] varierar. Detta sker genom att ugnen får tjänstgöra som buffert. Ugnarna är indelade i ett antal temperaturzoner där den sista zonen har den högsta temperaturen.

Blir bufferten av ämnen i ugnen för stor kommer många ämnen i ugnen att ligga vid för hög temperatur. Vid ett stopp i ugnen kommer ämnenas temperatur att stiga och för att kompensera detta måste temperaturen i ugnen sänkas. För hög ämnestemperatur tidigt i ugnen ger en hög energiförbrukning.

[1] Den refererade tillämpningen beskrivs mer detaljerat som fallstudie nummer 3 i bilaga 4.

[2] Den takt ämnena hämtas ur ugnarna.

För att styra ugnens temperatur med hänsyn till dragningstakt så att ämnena har rätt temperatur då de lämnar ugnen används en dator med in-/utsignaler till processen och bildskärmar för operatören. Styrningen sker med hjälp av en processmodell som tar hänsyn till ämnenas temperatur, dimension och i vilken takt ämnena skall lämna ugnen. Om dragningen stoppas regleras temperaturen automatiskt ned under stilleståndsperioden.

Ugnar av den här typen är oljeeldade. Betydande energibesparingar kan göras genom att anpassa zontemperaturen till produktionstakten och genom att dra ner temperaturen vid driftstopp. Totalt kan energibesparingen vid ugnen bli 10–15 %.

10.2.1.2 Analyslaboratorium med chargekorrektion

Vid ståltillverkningen spelar provtagning för att analysera halter av olika ämnen en central roll. Analysen sker för flertalet ämnen med hjälp av röntgenspektrometer. Detta är ett komplicerat instrument som i regel har inbyggt datorstöd för styrning och beräkning av halter av olika ämnen i provet.

Utifrån detta prov beräknas vilka ämnen och legeringar som skall tillsättas smältan för att önskad stålkvalitet skall erhållas. Denna beräkning kallas chargekorrektion i vilken en relativt komplicerad matematisk modell används. I många stålverk utförs denna beräkning i dator. Resultatet blir ett förslag på mängd och sort av legeringar som skall tillsättas.

Dessa system har utformats på alternativa sätt vid verken. Det finns bl a följande utföranden:

- Korrektionsberäkningen sker på den dator som hör till spektrometern
- Analyslaboratoriet har en särskilt dator för chargekorrektionsberäkningar och administration av laboratoriedata
- Korrektionsberäkningen är integrerad i ett styrsystem för ugnarna där det även finns funktioner som driftövervakning, invägningssystem för legeringar m m
- Via terminal till en datacentral körs ett chargekorrektionsprogram.

Med datorbaserad chargekorrektion kan följande fördelar uppnås:

- Bättre träffsäkerhet vid korrektionerna d v s önskad stålkvalitet uppnås
- Snabbare beräkningar (vid ugnen väntar man på besked för fortsatt behandling)
- Möjlighet till optimalt val av legeringar med hänsyn till tillgång och kostnader.

10.2.1.3 Material- och produktionsstyrning

Material- och produktionsstyrning kan delas in i två delar:

- *Grovplanering* som ofta sker på verkens administrativa datorsystem ett par gånger per vecka. Resultatet av denna planering är underlag för detaljplaneringen.

- *Detaljplanering* som kan ske manuellt, i det centrala datorsystemet eller i ett terminalorienterat minidatorsystem. Underlag erhålls, ofta via datalänk, från grovplaneringen i det administrativa datorsystemet. Resultatet utgörs av rapporter och bilder på bildskärmsterminaler.

Material- och produktionsstyrsystem (MPS-system) är ofta uppbyggda kring ett minidatorsystem med ett stort antal bildskärms- och skrivmaskinsterminaler. Terminalerna är utplacerade på planeringskontor, lager, förmanskontor och direkt i produktionen. Huvudfunktioner i systemet är produktionsplanering på skiftbasis och i vissa fall även historik av tidigare planeringar. Planeringen resulterar i utskrift av arbetsorder för olika delprocesser. Systemen används vanligtvis även för återrapportering av produktionsdata, driftrapporter och rapportering/uppdatering av data beträffande råvaror, halvfabrikat och färdigvaror. Systemen kan omfatta ett flertal olika led i produktionskedjan. T ex från råvara till och med stränggjutning och götvalsning eller ett helt valsverk.

Bland effekterna av MPS-system kan nämnas:

- Informationsspridning om pågående produktion och anläggningens status till ett stort antal intressenter. Detta ger också större medvetenhet om hur olika driftstörningar påverkar produktionen
- Viss rationalisering vid t ex planeringscentraler
- Goda möjligheter till omplaneringar och produktionsuppföljning.

10.2.2 *Uppskattning av antalet installerade styrsystem*

Investeringsvolymerna för installerade styrsystem är svåra att uppskatta. Ofta ingår styrsystemet i övrig elutrustning och det kan då vara svårt att avgränsa styrdelen. Vid anskaffning av en hel anläggning kan taktik- och policyfrågor avgöra hur en leverantör fördelar den totala kostnaden på olika delar av anläggningen.

I investeringar i styrsystem har medräknats processdator, kringutrustning t ex terminaler och skrivare, processanslutningar och erforderlig programvara.

Däremot är i regel ej medräknat:

- Utbildning som leverantören ej svarar för
- Anläggningsarbeten i anslutning till styrsystemen
- Kostnaden för organisatoriska och produktionstekniska förändringar.

Inom branschen finns idag ett 70-tal processtyrsystem som motsvarar en beräknad investering på ca 100 Mkr. Beräkningen är gjort i löpande penningvärde och baserar sig på uppgifter från användarna samt uppskattning där uppgifter ej har kunnat erhållas. Det typiska styrsystemet är ett minidatorsystem med skivminne, proessanslutningar och några terminaler. De flesta systemen ligger inom kostnadsramen 1–2 Mkr. Vissa mikrodatorsystem för avgränsade uppgifter kostar under 1 Mkr medan mera omfattande system för t ex produktionsstyrning kan kräva investeringar betydligt över 2 Mkr.

Det finns ett 40-tal system planerade och under utveckling under de

närmaste två till tre åren. Investeringsbehovet för dessa uppskattas till drygt 100 Mkr.

Planerade styrsystem kräver större investeringskostnad per system än vad som fordrats hittills. Detta beror på bl a följande orsaker:

- För många styrsystem är den dominerande kostnaden personalinsatsen för projektering, utveckling och installation. Med stigande personalkostnader kommer därför systemen att bli dyrare
- Användare med erfarenhet av styrsystem planerar mera omfattande och komplexa system än hittills.

10.2.3 *Användningen av styrsystem fördelad på delbranscher och tillämpningar*

I princip alla anläggningar inom branschen med verksamhet inom styrsystemområdet har kontaktas vid studiens genomförande, sammanlagt ett 30-tal anläggningar av totalt ca 35. Användningen av styrsystem inom olika typer av företag framgår av tabell 10.3 nedan.

Tabell 10.3 Antal styrsystem fördelat på slag av företag resp. installerade och planerade styrsystem

Slag av företag	Antal installerade styrsystem	Antal planerade styrsystem
Handelsstålverk	25	18
Specialstålverk	34	18
Metallverk	9	5
Summa	68	41

Källa: Teleplan.

Med installerade styrsystem avses system som tagits i drift senast 1979.

Med planerade styrsystem avses system under utveckling och sådana som planeras under de närmaste två till tre åren.

Handels- och specialstålverk

Olika tillämpningar för styrsystem inom handels- och specialstålverk framgår av tabell 10.4.

Den vanligaste och mest spridda styrsystemtillämpningen är chargekorrektionsberäkning. Den sker för specialstålverk i samband med stålanalysen medan den för handelsstålverk kan vara integrerad i styrningen av LD-ugnar. Utvecklingen går mot system som förutom chargekorrektion även svarar för administration och statistisk bearbetning av laboratoriedata.

Styrning av valsverk med storskruvinställning liksom stickschemaberäkning[1] är relativt komplicerade direktstyrningar som har blivit vanliga de senaste åren. Ett utvecklingsprojekt inom detta område har bedrivits av

[1] Stickschemat beskriver genomförandet av valsningen.

Tabell 10.4 Installerade och planerade styrsystem inom handels- och specialstålverk fördelat på tillämpningar

Tillämpning	Antal installerade styrsystem	Antal planerade styrsystem
Chargekorrektionsberäkning	9	2
Styrning av valsverk (storskruvinställning och stickschemaberäkning)	4	1
Styrning av stränggjutningsanläggning	1	5
Styrning av ugnar (värmebehandlingsugnar och ämnesugnar)	9	10
Varvtals- och hastighetsreglering i fin-, tråd- och bandvalsverk	4	
Material- och produktionsstyrsystem	8	5
Styrning av elektrostålugnar	2	2
Styrning av LD-ugnar	3	
Styrning av maskiner och behandlingslinjer (saxar, kranar, kapmaskiner, galvaniseringslinjer, betlinje och klipplinje)	12	6
Övrigt som t ex styrning av panncentral, kylsträckor, beskickningsberäkning, logg, vägningssystem, klimatstyrning	7	5
Summa	59	36

Källa: Teleplan.

Jernkontoret och Avesta Järnverk. Utvecklingen går mot direktstyrda system för optimering av valsningsförloppet med hjälp av processmodeller där det även kan bli aktuellt med processparametrar som fortlöpande anpassas till förutsättningarna (s k adaptiva system).

Istället för gjutning i form övergår man numera till en kontinuerlig gjutning där man sedan klipper ämnena i önskade längder i s k stränggjutningsanläggningar. Dessa anläggningar är i regel redan från början utformade så att processdator kan utnyttjas. Den används för styrning av kylning och positionering av gjutsträngen. Ett flertal processdatorinstallationer planeras för denna tillämpning.

Ugnar används inom stålindustrin i stor omfattning för värmebehandling och för att ge ämnen rätt temperatur och homogenitet inför olika bearbetningar. Med stigande energipriser blir styrning av ugnar för att minimera energiförbrukningen en mycket väsentlig styrsystemtillämpning.

Bland styrning av finvalsverk finns varvtals- och hastighetsreglering, drift- och produktionsövervakning samt styrning av ett helt verk inklusive erforderliga sekvensstyrningar.

Då det gäller material- och produktionsstyrsystem är gränsdragningen mot administrativa system svår. Här har räknats in sådana system som är interaktiva via bildskärm, där planering och omplanering kan göras på skiftbasis och där datorsystemen har material- och produktionsstyrning som

sin huvuduppgift. Utvecklingen av mindre datorsystem och särskilda industriterminaler gör material- och produktionsstyrning till ett tillämpningsområde där en snabb spridning av datorsystem kan förväntas.

Styrning av elektrostålugnar sker för att genom samplanering av flera ugnar begränsa maximalt effektuttag (kan vara upp till 30 MW/ugn) och för att begränsa slitage på ugnsinfordringar och elektroder.

En av de mera avancerade styrsystemtillämpningarna inom järn- och stålindustrin är styrning av LD-ugnar. Dessa används för att genom tillsats av syrgas, skrot och olika legeringar uppnå önskad halt av kol, fosfor, svavel, mangan och kväve, d v s önskad stålkvalitet till rätt sluttemperatur. Styrsystem används för att uppnå maximalt utbyte med minimal behandlingstid. Styrsystemen arbetar med empiriska processmodeller för beräkning av legeringstillsatser, syrgasmängd m m. Man styr också den lans med vilken syrgasen tillförs smältan. I systemen ingår ofta kringfunktioner som driftöverkning, invägning av tillsatser m m.

Styrning av maskiner spänner över ett brett register från lokala system för t ex styrning av sax för optimalt utbyte av produkter ur ämnen till system för styrning av hela behandlingslinjer och styrning av lager före och efter behandlingslinjerna. För lokala maskinstyrningar går utvecklingen mot användning av mikrodatorer och PC-system.

Metallverk

Olika styrsystemtillämpningar inom metallverk framgår tabell 10.5.

Tabell 10.5 Installerade och planerade styrsystem inom metallverk

Tillämpning	Antal installerade styrsystem	Antal planerade styrsystem
Styrning av ugnar	1	2
Vägnings- och chargeringssystem	5	
Chargekorrektionsberäkningar	2	
Kontrollrumssystem	1	
Övrigt som material- och produktionsstyrning, maskin- och effektstyrning		3
Summa	9	5

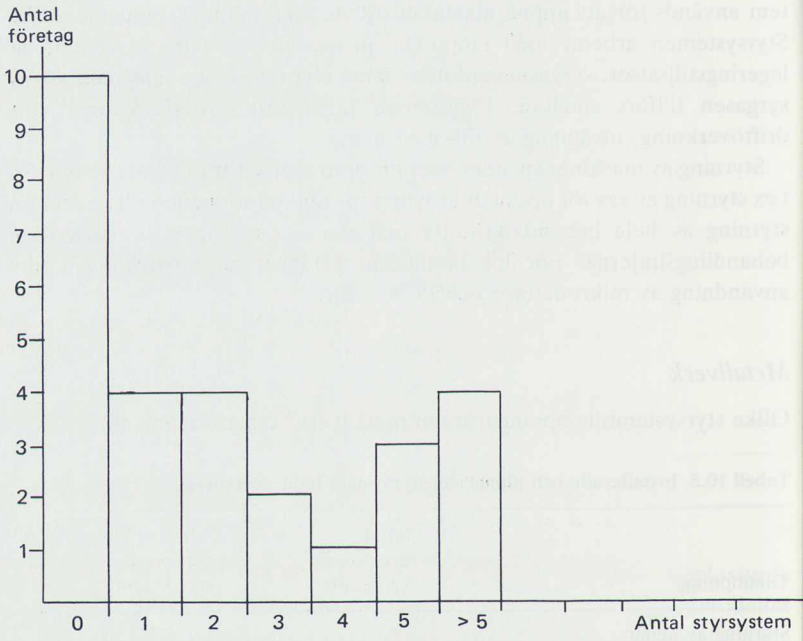
Källa: Teleplan.

För metallverk dominerar tillämpningar för styrning av ugnar samt vägnings- och chargeringssystem. I och med de stigande energipriserna har ugnsstyrning blivit allt mer aktuellt (i de fall där ugnarna ej måste läggas ner).

10.2.4 *Spridningen av styrsystemtillämpningar*

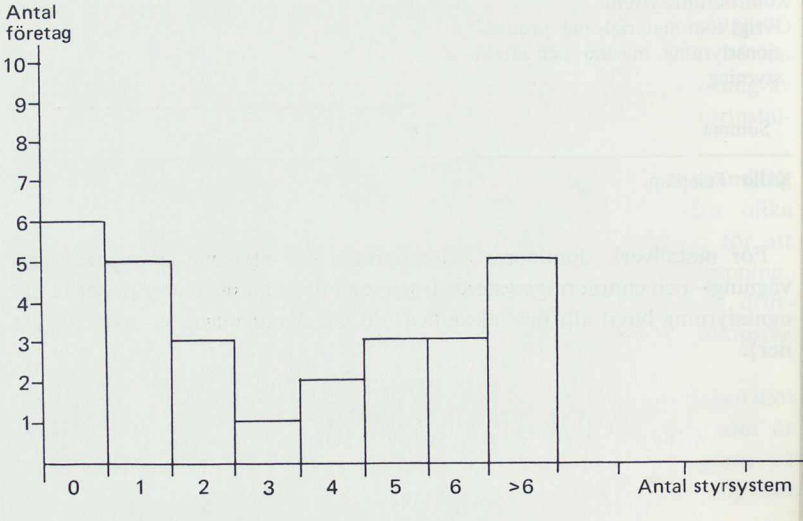
Spridningen av styrsystemtillämpningar bland företagen redovisas i figur 10.2. I figur 10.3 redovisas spridningen om även planerade system tas med.

Det finns ett relativt stort antal företag som har inget eller endast något styrsystem. Dessa företag har i regel ett begränsat kunnande och ringa erfarenhet av styrsystem. De är därför hänvisade till mer eller mindre nyckelfärdiga system.



Figur 10.2 Spridningen av installerade styrsystem inom järn-, stål- och metallverk.

Källa: Teleplan.



Figur 10.3 Spridningen av installerade och planerade styrsystem inom järn-, stål- och metallverk.

Källa: Teleplan.

Det finns också en grupp företag som har ett stort antal styrsystem. Dessa har ofta processdatorkunnig personal för egen utveckling av styrsystem och kan därför driva styrsystemprojekt i egen regi.

10.3 Problem i samband med styrsystem

Följande problem i samband med styrsystem uppges föreligga inom branschen:

- Brist på kunskap och information om datorer och styrsystem på alla nivåer inom företagen.
- Det är svårt att hitta givare för primära processparametrar t ex temperaturen i smältan. Man måste därför ofta arbeta med indirekta parametrar och processmodeller. Miljön medför också svåra givarproblem.
- Branschen har dålig lönsamhet och relativt gammal produktionsutrustning. Det är då i många fall svårt att använda styrsystem då utrustningen inte är anpassad för givare och ställdon.
- Vid introduktion av styrsystem i ett företag fordras att drift- och underhållsorganisationen anpassas till de service- och underhållskrav som sådana system ställer. Detta fordrar ofta nyanställning eller omskolning av befintlig personal till den nya tekniken.

10.4 Effekter av användningen av styrsystem

Utvärderingar av effekterna av olika styrsystemtillämpningar är relativt få. Detta beror bl a på att orsakssambanden är svåra att klarlägga. Normalt installeras styrsystem i samband med en ombyggnad eller modernisering av en anläggning. I nästan samtliga fall upplever man styrsysteminstallationerna som lönsamma vilket också visar sig genom att man anger styrsystem som en viktig konkurrensfaktor.

Effekterna av styrsystem skall diskuteras ur tre aspekter, nämligen produktionstekniskt, organisatoriskt samt påverkan på individen.

10.4.1 *Produktionstekniska effekter*

Det är i regel de produktionstekniska effekterna som är det avgörande motivet för att installera styrsystem. Man kan uppnå mycket goda resultat vilket visar sig i att återbetalningstiden för en styrsysteminstallation ofta är under 2 år. Exempel finns på tider ner till några månader.

I de flesta fall är effekterna en kombination av förbättrad produktkvalitet, minimering av råvaru- och energiförbrukning, personalbesparingar och miljöförbättringar.

Den viktigaste effekten är i många fall en *förbättrad produktkvalitet.* Den är ofta svår att kvantifiera men är mycket viktig från konkurrenssynpunkt. Bland system där en förbättrad produktkvalitet är den viktigaste effekten kan nämnas:

- chargekorrektionsberäkningar och chargeringssystem

- styrning av valsverk
- maskinstyrningar
- styrning av LD-ugnar
- produktionsstyrning.

I många system kan man också åstadkomma en *minskning av råvaru- och energiförbrukningen.* Det är också huvudmotiv i system för styrning av:

- ugnar
- behandlingslinjer (galvaniserings- och betlinjer)
- stora maskiner.

Ökad produktivitet genom ett bättre utnyttjande av produktionsresurserna förekommer i många fall. Produktivitetsökningen kan åstadkommas genom kortare behandlingstider, bättre planering, produktion med begränsad bemanning o s v.

Styrsystem har även resulterat i minskat personalbehov eller att befintlig personal kunnat klara fler arbetsuppgifter genom att de har fått bättre hjälpmedel. Detta gäller exempelvis för produktionsstyr- och kontrollrumssystem som gör det möjligt att presentera stora informationsmängder på ett överskådligt sätt, göra konsekvensberäkningar m m.

Många system har resulterat i miljöförbättringar för personalen. Det är dock endast i ett fåtal fall som detta är huvudmotivet för införandet av systemen.

10.4.2 *Organisatoriska effekter*

Här kan man skilja mellan företag som har liten respektive stor erfarenhet av datorsystem.

I företag som saknar erfarenhet av styrsystem får det första systemet effekt på framför all deras service- och underhållsorganisation. Man måste bygga upp ett eget kunnande inom dator- och elektronikområdet. Detta kan ske genom utbildning av egen personal eller nyanställningar. Man måste också sörja för att berörd personal får den utbildning som fordras.

Företag med tidigare erfarenhet av styrsystem har i regel även dator- och elektronikkunnande för att sköta service- och underhåll. Man försöker även att om möjligt standardisera utrustningen till ett fåtal fabrikat. Personal från företagets enhet för anläggningsunderhåll inom elektronik och datorteknik kan även medverka vid anskaffning av nya system. Man kan då påverka den tekniska och funktionella utformningen av nya system.

10.4.3 *Påverkan på individen*

Det kan vara stor skillnad på effekterna för personalen av olika systemtyper. Det antal personer som använder eller kommer i kontakt med systemen på arbetsplatsen varierar också.

Processtyrsystem har ett mindre antal användare som kommunicerar via ett fåtal bildskärmar, skrivmaskinsterminaler och eventuellt en processpanel. Operatören tillbringar ofta en stor del av sin tid vid dessa enheter. Hur operatören upplever dessa system beror på hur man avvägt och utformat de

datorbaserade respektive de manuella rutinerna. I många fall upplevs systemet som en stor hjälp vid arbetet. Samtidigt har en del av operatörens skicklighet överförts till systemet vilket upplevs negativt. Operatörens uppgifter är ofta av övervakande karaktär vilket tidvis kan upplevas som mindre meningsfullt.

För *produktionsstyrsystemen* är situationen något annorlunda. De har många användare främst via terminaler. Ofta är de manuella rutinerna tämligen omfattande samtidigt som nödvändiga bedömningar av olika åtgärder kräver längre tid. För de flesta är tiden vid terminalen en liten del av den totala arbetstiden. Inmatning av data via terminalen ersätter ofta blanketter som skall fyllas i, vilket upplevs positivt.

För vissa anställda, särskilt äldre personal, kan arbetsmetodiken vid terminalerna vara främmande. Då krävs större utbildningsinsatser. För operatörerna vid centrala funktioner i systemet, t ex en planeringscentral, är tiden vid terminalerna stor. De är då också beroende av att systemet är man/maskinmässigt riktigt utformat.

Alla styrsystem har funktioner för produktionsuppföljning, kontroll och övervakning. Dessa funktioner kan ibland upplevas som en övervakning av individen. Detta kan undvikas om alla berörda får vara med i utformningen av systemet och syftet med uppföljningen klargörs för alla.

10.5 Utvecklingstendenser

10.5.1 *Allmänt*

Utvecklingen av styrsystem inom branschen går mot:

- Skräddarsydda små system med mikrodatorer för avgränsade uppgifter
- Styrning av komplicerade processer med modeller och konventionella givare där primära parametrar ej kan mätas
- Produktionsstyrning med terminalbaserade interaktiva system, ofta med minidatorer, och med terminaler i direkt anslutning till processen
- System för övergripande energistyrning inom ett verk omfattande el, ånga, vatten, luft och gas i verkets olika processer.

Styrsystem utvecklas efter två linjer.

Dels paketsystem för vanligt förekommande tillämpningar. Dessa system kräver liten datorkunskap hos användaren och kan därför tjäna som introduktion till en senare utökad styrsystemanvändning. Fördelen med dessa system är att de är väl definierade till kostnad, omfattning och utvecklingstid. En nackdel är att systemen ofta ej har den flexibilitet och utvecklingsmöjlighet som många tillämpningar kräver.

Dels kundanpassade system. Utvecklingen av dessa system sker helt eller delvis i företagets egen regi. De kräver därför en betydligt djupare process- och datorkunskap än den förra typen.

Fördelen med dessa system är att de kan anpassas till de egna kraven och de drifterfarenheter man får. Den slutliga utformningen av ett system skiljer sig ofta från den som specificerades vid projektstart. Ett problem med detta sätt att arbeta är att man har svårt att från början uppskatta utvecklingstid, kostnad och omfattning.

10.5.2 *Nya processer*

För närvarande pågår en utveckling av nya processer för järnframställning. Gemensamt för dessa processer är att de kan arbeta med pulverformig slig så att sintringsmomentet bortfaller och att de fordrar liten eller ingen mängd koks. De utgör också slutna system och är därför miljövänliga. De svenska processer där utvecklingen kommit längst är:

- *Elred.* ASEA och Stora Kopparberg har tillsammans utvecklat en metod där man i ett första steg tar fram en delvis metalliserad produkt med en del kol kvar. Av denna produkt kan råjärn framställas genom att reducera bort syret i en ny typ av elektrisk ljusbågsugn. De avgaser som bildas i processen kan användas för elkraftsproduktion i ett kraftverk vars elkraft räcker för både processen elbehov och annan elförbrukning.
- *Inred* är en metod som genom flamsmältning framställer järn med en teknik som hittills används för kopparframställning. Slutreduktionen sker i en ljusbågsugn. Boliden Kemi svarar för utvecklingen.
- *Plasmasmelt.* SKF-Steel arbetar med plasmasmältreduktion. Metoden går ut på att i en reaktionszon injicera förreducerad järnoxid (järnslig), kolpulver och kolväte under tillförsel av värmeenergi från en med plasmabrännare alstrad reduktionsgas.

I korta drag lovar de tre nya råjärnprocesserna följande för delar jämfört med en traditionell masugnskedja:

- Lägre investeringskostnader i och med att koksverk och sinterverk inte behövs.
- Anläggningarna blir därför inte lika beroende av storskalig produktion och därmed intressant för alla de mindre, äldre järn- och stålverk som finns runt om i världen.
- De stora miljöproblem som följer med koks- och sinterverk elimineras.
- Kraven på råvarans kvalitet minskar. Framför allt gäller detta att man kan använda vanligt s k ångkol i stället för det koksande kolet (metallurgiskt kol). Det senare, som krävs i masugnsprocessen, kan man redan nu förutser brist på och därmed stigande priser. Ångkol finns däremot i stora mängder.
- För samtliga tre processer - Elred, Inred och Plasmasmelt - kalkyleras en råjärnskostnad som ligger 20-30 % under kostnaden för järnframställning i masugn.
- Energikostnaden – som ingår i ovanstående kalkyl – blir lägre, framför allt på grund av det billigare kolet, som dessutom inte kräver en särskild energikrävande förädlingsprocess i koksverket.

Från processtyrningssynpunkt kan följande sägas om de tre processerna.

Elred är en lättstyrd process. Experimentanläggningar styrs manuellt. I ett fullskalesystem blir det aktuellt med dator för produktions- och materialstyrning. För styrning av gasflöden, tryck m m räknar man med att använda konventionell reglerutrustning.

Inred. För processen fordras ett datorsystem för beräkning av energi- och massbalanser. Det är främst kolbalansen som skall styras och övervakas.

Datorsystemet kan övervaka och presentera data rörande flöden, råmaterialmängder, analyser, ång- och kylvattendata. Bearbetning och presentation sker i form av mass- och energibalanser.

Plasmasmelt. Ett datorsystem kommer att användas för styrning och övervakning med hjälp av bl a processmodeller. Mätning sker av flöden, tryck, temperatur och koloxidhalt. Gastillverkningen styrs med avseende på temperatur, koloxidhalt och flöden.

11 Elkraftindustrin

11.1 Inledning

Energikostnaderna har som bekant ökat kraftigt under senare år. Anläggningar för produktion och överföring av elkraft blir allt kostsammare och tekniskt mer komplicerade. Samtidigt har kraven på ostörda energileveranser ökat och konsekvenserna av elkraftbortfall blivit allt allvarligare.

Av den elkraft som producerades i Sverige under 1979 svarade vattenkraft för 65 %, kärnkraft för 22 % och annan värmekraft för 13 %. Statens Vattenfallsverk är landets största elproducent och svarade under 1979 för 48 % av landets elproduktion. Resten kommer från enskilda och kommunala kraftproducenter[1].

Den största andelen vattenkraft (ca 80 %) produceras i Norrland och överförs söderut till de stora konsumentområdena i södra Sverige via stamnätet (på 400–220 kV spänningsnivåer). Vattenfall svarar för all kraftöverföring på stamnätet, såväl den elkraft de själva producerar som den som produceras av andra kraftbolag. Distributionen av elkraft inom olika regioner i landet sker på lägre spänningsnivåer (130–40 kV). Elkraft på dessa spänningsnivåer matas vidare via fördelningsstationer till lokala elverk och större industrier. De lokala elverken svarar för distributionen till mindre konsumenter av elkraft, t ex hushåll, sjukhus, mindre industrier och detta sker på en ännu lägre spänningsnivå (0,4 kV). Kedjan från produktionen till den lokala distributionen visas i figur 11.1.

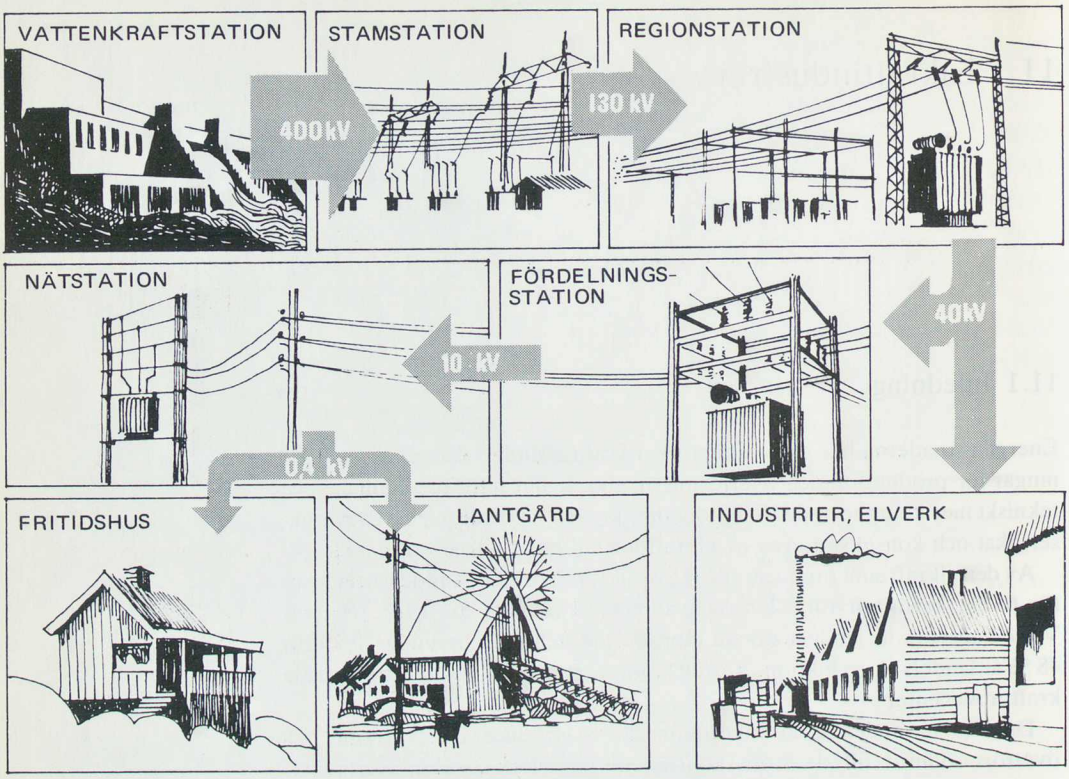
Stamnätet gör det möjligt att på ett rationellt sätt överföra el mycket långa vägar och producera el där det för tillfället kan ske till lägsta kostnad.

På elkraftområdet finns ett nordiskt samarbete kallat Nordel. Elkraft köps och säljs mellan länderna. Danmark och Sverige förbinds genom elkablar som lagts på havsbotten. Samkörningen av elnäten ger större driftsäkerhet och bättre ekonomi. Elbrist i ett land kan täckas med leverans från ett annat. Under torrår har Sverige t ex täckt en del av sitt kraftbehov genom köp från de andra länderna.

Elkraft konsumeras i samma ögonblick som den produceras[2]. Därför måste det i varje ögonblick råda god balans mellan produktion och konsumtion, vilken varierar med varje minut och timme under dygnet. Vid planeringen av elkraftproduktion är därför konsumtionsprognoser i olika tidsperspektiv ett mycket viktigt underlag. Den parameter som indikerar hur väl produktionen motsvarar konsumtionen är växelströmsfrekvensen som i det samordnade nordiska systemet tillåts variera mellan 49,9 och 50,1 Hz.

[1] Sydkraft, som till 60 % ägs av kommuner, är landets näst störste kraftproducent. Andra exempel på produktionsföretag är Krångede AB, Stockholms Energiverk och Svarthålsforsen AB, AB Skandinaviska Elverk, Voxnans Kraft AB, Stora Kopparberg m fl.

[2] Den forskning som bedrivs för att kunna lagra elenergi bedöms inte kunna ändra detta förhållande under överskådlig tid.



Figur 11.1 Eldistributionen från producent till konsument.

Källa: Statens Vattenfallsverk.

När konsumtionen överstiger produktionen så minskar frekvensen och vice versa. Balansen justeras normalt genom ökning eller minskning av elkraftproduktionen. För mindre variationer finns det regulatorer som automatiskt förändrar vattenkraftstationernas produktion lokalt. För större variationer krävs det ändringar i den beordrade produktionen från stationerna. Under de tre senaste åren har det inträffat totalt 150 produktionsstörningar inom det nordiska kraftsystemet som gett frekvensfall under 49,9 Hz. Övervägande antalet har orsakats av bortfall av kärnkraftaggregat. I flertalet fall har frekvensen endast sjunkit måttligt.

Endast i extrema nödsituationer, som inträffar någon eller några gånger per decenium, påverkar man balansen genom att koppla bort vissa konsumentområden. I annat fall riskerar man att ytterligare produktionsenheter frånkopplas om frekvensen sjunker under kritiska värden för dessa och då skulle resultatet kunna bli ett totalt strömavbrott. Kraftförsörjningen till frånkopplade områden återställs när läget i kraftsystemet har stabiliserat sig efter en omfattande störning.

Antalet fel på stamnätet har under den senaste tioårsperioden varit i medeltal 100 per år varav 6 % fått återverkan hos abonnenterna[1]. Drygt hälften av felen på stamnätet beror på åska eller andra väderleksförhållanden och ungefär en tredjedel är ställverksfel eller fel i kontrollanläggningarna.

[1] De fel som oftast drabbar abonnenterna är lokala och härrör således inte från stamnätet. Störningar som drabbar abonnenterna kan innebära att elförsörjningen helt upphör eller att elförsörjningen sker med ojämn kvalitet. Det sistnämnda brukar bl a datorer vara känsliga för.

För att snabbt kunna öka produktionen vid störningar finns en viss reservkapacitet för produktion och överföring tillgänglig. Reservkapaciteten utgörs av generatorer som är i drift men är ofullständigt utnyttjade (s k rullande reserv) och motsvarande ledig överföringskapacitet på kraftledningar till aktuellt förbrukningsställe.

Den aktiva störningsreserven i Norden bestäms veckovis och dimensioneras så att största produktionsbortfall, med en sannolikhet större än en gång per tre år, inte skall medföra stabilitetsstörning eller kvarstående frekvens under 49,5 Hz. Reservens storlek bestäms i allmänhet av effekten på det största i drift varande kärnkraftaggregatet och fördelas mellan länderna i proportion till möjligt produktionsbortfall i respektive land.

11.2 Användningen av styrsystem inom elkraftindustrin

Elkraftindustrin är tillsammans med massa- och pappersindustrin de branscher i Sverige som har överlägset störst investeringar i styrsystem.

Styrsystem inom elkraftindustrin används för att övervaka och styra:

- produktionen (t ex övervakning och reglering av vattenkraftverk)
- överföringen (t ex övervakning av överföringen från Norrland samt till- och frånkopplingar i kraftledningsnätet)
- distributionen (t ex fjärrkontroll av fördelningsstationer och återuppbyggnad efter störningar).

De huvudsakliga skälen för att införa datorstödda styrsystem inom elkraftproduktion, överföring och distribution är att:

- reducera behovet av reservkapacitet (spara bränsle och senarelägga investeringar)
- höja kvaliteten och tillgängligheten på elkraften
- höja verkningsgraden och tillgängligheten hos produktionsenheterna
- utnyttja produktionsenheterna i den ordning som ger lägst produktionskostnad för att balansera den aktuella konsumtionen
- åstadkomma personalbesparingar genom att driftövervakningen centraliseras och rutinuppgifter automatiseras.

Det totala systemet i Sverige för elproduktion och eldistribution är mycket omfattande. Det finns bl a drygt 1 100 kraftstationer och enbart stamnätet omfattar 13 000 km ledningar. Många produktionsställen och många företag är på olika nivåer involverade och samverkar i elproduktionen och eldistributionen.

Allt detta kräver en omfattande övervakning och informationsöverföring. Det totala systemet har inordnats i olika nivåer. De olika kraftstationerna är anslutna till Vattenfalls eller andra kraftföretags regionala driftcentraler. Dessa är i sin tur anslutna till knutpunkter för informationsöverföring till och från Vattenfalls centrala kraftkontroll.

11.2.1 *Vattenfalls överordnade informationssystem för kraftkontroll*

Från Vattenfalls centrala kontrollrum, som kallas Kraftkontroll, sköts den övergripande driften av statens elproduktion samt stamnätet. Härifrån regleras också utbytet av elkraft med övriga kraftproducerande företag inom landet samt med våra grannländer. Dessutom kontrollerar man att strömmens frekvens hålls så nära 50 perioder per sekund som möjligt, vilket innebär att balans råder mellan produktion och konsumtion i det samkörande elsystemet i Norden. Tidigare har man i stor utsträckning klarat detta med manuella rutiner. I och med att kraftstationerna blir allt fler och större och ledningsnätet alltmer komplicerat har man sedan 1977 ett omfattande datorsystem till hjälp för den kortsiktiga planeringen, den löpande övervakningen och för insamlandet och hanterandet av all nödvändig information. Ett manuellt reservsystem används vid fel på datorsystemet.

Med datorsystemet får kontrollrumspersonalen tillgång till ett effektivt planeringshjälpmedel och till lättåtkomlig och aktuell information såväl i detalj som i stort. Datorsystemet gör att man har en bättre total överblick över hela Sveriges kraftsystem. Man kan också bättre övervaka den produktionsreserv som skall finnas tillgänglig för att sättas in i en felsituation. Därigenom kan produktionsreserven minskas. Informationssystemet gör att kontrollrumspersonalen får bättre underlag för att bedöma hur den skall handla i olika situationer t ex:

- Under toppbelastning. Morgon och eftermiddag krävs en ökad kraftproduktion. Hur skall den åstadkommas på bästa sätt?
- En kraftstation drabbas av ett fel. Man måste då snabbt få fram motsvarande mängd energi från annat håll. Hur skall denna fås på billigaste och snabbaste sätt?
- Behov att ändra elproduktionen?
- Störningar på stamnätet. Vilka delar av nätet är drabbade?
- Störningsanalys. Vilka är orsakerna till störningarna?

Datorsystemet ger information så att ovanstående och en mängd andra frågor kan besvaras. Personalen kan därigenom snabbt bedöma vilka åtgärder som måste vidtas och via ett telesystem med direktval av abonnentnummer ge de aktuella kraftstationerna lämpliga order.

Insamling av data från kraftsystemet (det s k driftdatanätet)

Alla nät- och kraftstationer är utrustade med dataterminaler som automatiskt insamlar all väsentlig information. Informationen sänds från stationen till en knutpunkt, utrustad med dubblerade minidatorer. Där bildas ett meddelande som via andra knutpunkter sänds vidare till det centrala datorsystemet. Datainsamlingsnätet är uppbyggt så att data kan överföras mellan två punkter i nätet via flera olika vägar. Systemet är snabbt och har mycket stor kapacitet. Som exempel kan nämnas att det centrala systemet tar emot:

- Ca 250 statusförändringar per dygn. När t ex någon brytare manövreras går ett meddelande därom till datorn. Totalt övervakas 1 200-statusindi-

keringar. Tiden för att förmedla en statusförändring från givare till presentation är maximalt fem sekunder

- 750 mätvärden var åttonde sekund. Av säkerhetsskäl sänds dessa vare sig de ändrats eller ej. Mätvärdena uppdateras cykliskt så att de ej blir äldre än 15 sekunder.

Driftdatanätet används även av Vattenfall och andra företag för att överföra styrsignaler till stationernas generatorer och strömbrytare.

Samarbetet människa – datorsystem

Kontrollrumspersonalen kommunicerar med datorsystemet via tangentbord och bildskärmsterminaler. Alla funktioner har förklarande ledtext så att personalen inte behöver lära sig speciella kommandon eller koder. Systemet utför automatiskt ett stort antal kontroller till hjälp för kontrollrumspersonalen. Utförs en otillåten åtgärd visar datorn ett felmeddelande på bildskärmen. Samma sak gäller t ex om en beordring av ändrad produktion inte blir riktigt utförd. Har åtgärden klassats som allvarlig måste meddelandet kvitteras.

För att få fram en önskad bild på bildskärmen trycker man i allmänhet på en eller flera s k fasta funktionstangenter, varvid bilden omedelbart presenteras på bildskärmen. Trycker man t ex på tangenterna "Momentan vattenkraft" och "Luleälv" presenteras omedelbart bilden som visar momentana vattenkraftläget för Luleälven.

Förutom ett antal fasta funktionstangenter finns på panelen sju stycken s k dynamiska funktionstangenter. För att de lättare skall kunna skiljas åt har de olika färger. Funktionen på tangenterna är beroende av den bild som visas på skärmen. I underkant på bilden finns i klartext en beskrivning av vilken funktion t ex den gröna tangenten har. I kombination med en annan bild kan samma tangent ha en annan funktion.

Bildval kan dessutom göras genom att man först begär en lista över samtliga grupper av bilder och pekar ut den grupp man är intresserad av. Denna grupp visas på bildskärmen och man kan då med bildskärmsmarkören peka ut den bild inom gruppen man vill ha presenterad. Därefter nedtrycks "UTFÖR"-tangenten och bilden presenteras på bildskärmen.

Planering

Kraftkontroll utför detaljplanering på timbasis för innevarande dygn och åtta dygn framåt av Vattenfalls kraftbalans (s k rullande planering). Planeringssystemet omfattar:

- Körplaner för vattenkraft. I dessa körplaner ingår även beräkningar av vattenflödet mellan olika stationer samt förändringar av vattennivåer.
- Körplaner för värmekraft med variabla uppgångs- och nedgångshastigheter.
- Utbytet med övriga kraftföretag inom landet och med övriga nordiska länder. (Köp och försäljning av kraft görs upp timme för timme via telefon. Omsättningen uppgår till ett par miljoner kronor per dygn).
- Manuella belastningsprognoser.

- Beräkning av kraftbalansen (inklusive förbrukning).
- Övervakning av körorder för vatten- och värmekraft.
- Reservberäkningar för produktionsanläggningarna och stamnätet.
- Planering av avställningar och produktionsbegränsningar.

Automatisk övervakning

En av uppgifterna för informationssystemet är att kontinuerligt övervaka olika statusindikeringar samt de insamlade och beräknade mätvärdena. Systemet ger larm med ljud- och ljussignaler om värdena drastiskt förändras. Följande funktioner övervakas automatiskt:

- Belastningen på kraftledningarna
- Belastningen på transformatorer
- Spänningen i de olika stationerna i kraftnätet
- Effektöverföringen mellan olika delar av landet för att undvika stabilitetsproblem
- Den snabba aktiva störningsreserven i de södra delarna av landet
- Den totala kraftbalansen i landet
- Brytarlägen (till- eller frånläge på stamnätets brytare)
- Snabbåterinkopplingsautomatiker som används för att t ex vid åsknedslag snabbt återansluta ledningen
- Driftuppbyggnadsautomatiker som är en programmerad utrustning för att bygga upp driften efter en störning efter vissa förhandsbestämda kriterier
- Stationernas körorder för vatten- och värmekraftproduktion
- Nivåer i vattenmagasin.

Datorsystemet kontrollerar att de insamlade värdena är rimliga och att värden inte gått förlorade på grund av fel i överföringssystemet.

Presentation av kraftnätet

Kontrollrumspersonalen får för sin bedömning av den aktuella driftsituationen i stamnätet information om elektriska storheter samt läget på brytare och frånskiljare i nätet. Inträffar en driftstörning kan personalen genom lämpligt bildval studera förändringarna.

De olika stationernas driftläggning bestäms av läget på brytare och frånskiljare. Brytarlägesförändringar uppdateras automatiskt. Frånskiljarnas lägen matas in manuellt av kontrollrumspersonalen. På bildskärmen visas det aktuella läget, inklusive schema över hur nätet används. Genom ett i systemet inbyggt tillståndsuppskattningsprogram fastställs automatiskt tillståndet på ledningsnätets olika delar vad gäller spänningar och effekter. Detta ger underlag för att beräkna strömmar i ledningar och transformatorer.

Kontrollrumspersonalen kan också begära fram en bild som visar förändringen av högst sex fritt valda parametrar inom kraftsystemet. De 30 senaste värdena presenteras automatiskt på bilden. Andra tidsintervall mellan de olika mättidpunkterna kan också väljas.

Två typer av statistik hanteras av systemet:

- Störningsstatistik, vilket innebär att alla brytarlägesförändringar och mätvärden löpande lagras undan för de senaste 30 minuterna. Genom att trycka på en fast funktionstangent kan kontrollrumspersonalen, t ex vid en störning, påverka principerna för denna undanlagring så att data för 30 minuter före och maximalt fyra timmar efter en störning finns tillgängliga i systemet för vidare analys.
- Medelvärden av inkommande mätvärden bildas med vissa tidsintervall. Värdena ställs samman till bland annat dygnsrapporter.

En gång per dygn tas en mängd data ut, som tillsammans med motsvarande information från andra kraftföretag, används i ett annat datorsystem för ekonomisk avräkning och produktionsstatistik.

Träningsmöjligheter

Kontrollrumspersonalen kan utbildas och tränas på systemet utan att den normala driften och övervakningen av kraftsystemet störs. Förutom de fyra ordinarie arbetsplatserna finns en extra träningsarbetsplats i ett angränsande rum. Denna är ansluten till reservdatorn. För att få verklighetstrogna träningsförhållanden kan man använda antingen "levande data" från det ordinarie kraftsystemet eller data från en testdatabas.

Teknisk beskrivning av datorsystemet

Det centrala databehandlingssystemet består av två helt lika datorer. Dessa är ihopkopplade i ett symmetriskt ordinarie/reservdatorsystem. Dubbleringen har gjorts för att möta högt ställda tillgänglighetskrav. Den ordinarie datorn uppdaterar kontinuerligt reservdatorn med aktuella data, så att denna inom 15 sekunder kan överta rollen som ordinarie dator. Omkopplingen mellan datorerna sker automatiskt vid fel i den ordinarie datorn och utförs med hjälp av en överkopplingsautomatik i program- och maskinvaran. Reservdatorn utnyttjas för utbildning, programutveckling, skapande av nya databaser samt ändringar och tillägg till bildbiblioteket. Användningen av reservdatorn äventyrar inte dess möjligheter att ta över rollen som ordinarie, vid vilken tidpunkt som helst.

Kännetecknande för systemet är att användningen och underhållet i vissa avseenden är enkelt. Exempelvis innehåller bilderna i bildbiblioteket logiska referenser direkt till databasen. Detta innebär att man kan ta fram nya sammanställningar av data ur databasen utan att någon ny programmering behöver göras. En annan väsentlig faktor är systemets underhållsvänlighet. Man kan utan omfattande programmering eller driftavbrott förändra databasstruktur och bildbibliotek. Detta är mycket betydelsefullt eftersom sådana ändringar måste göras vid varje tillfällig eller permanent ändring i kraftsystemet.

Man kan också tillfälligt eller permanent utan driftavbrott lägga in nya eller ändrade program. Även maskinvaran kan enkelt byggas ut.

Projektkostnad och fortsatt utbyggnad

Det grundläggande beslutet att anskaffa ett nytt övervakningssystem för driftplanering och driftövervakning tog vattenfall i september 1972. Förundersökningar hade då pågått i drygt tre år. Större delen av Kraftkontroll's informatonsbehandlingssystem och driftdatanätet upphandlades inom ramen för det sk TIDAS-projektet av ASEA AB, med ett amerikanskt företag som underleverantör främst rörande det centrala systemet. Systemen togs i bruk i mars 1977. Totala kostnaden för systemen uppgick till ca 140 Mkr varav drygt hälften för Kraftkontroll's informationsbehandlingssystem. Vattenfalls eget arbete, som i huvudsak rört Kraftkontroll's informationsbehandlingssystem, uppgick till över 40 Mkr.

Den fortsatta utbyggnaden kommer att ske efter två huvudlinjer med avseende på dels Kraftkontroll's centrala informationsbehandlingssystem, dels driftdatanätet som används för att samla in och överföra data om kraftsystemet.

Informationsbehandlingssystemet kommer att utökas huvudsakligen med nya tillämpningsprogram. Under de kommande åren kompletteras det med program för ekonomisk optimering, simuleringar och säkerhetstester av kraftsystemet. Överföringssystemet byggs successivt ut under en tioårsperiod, framför allt för att täcka behovet från driftcentraler (distrikts- och regioncentraler).

11.2.2 *System för fjärrövervakning och fjärrstyrning i driftcentraler*

Bakgrunden till driftcentralerna är att man förr i tiden bemannade alla kraftstationer för sig och maskinisterna i kraftstationernas kontrollrum hade då direkt kontakt med den centrala kraftkontrollen. Under 1950-talet började man införa fjärrkontroll så att man kunde styra och övervaka grupper av stationer från en central plats. Dessa centraler fick beteckningen "driftcentraler". Denna övergång skedde succesivt och parallellt med en rätt snabb teknisk utveckling på fjärrstyrområdet.

Detta i sin tur betyder att det i en driftcentral kan finnas upp till fem olika system för styrning av de stationer som är underställda driftcentralen. Dessa system har olika utformning av operatörskommunikationen och i vissa fall olika handhavande för fjärrstyrningen av stationerna. Vidare ger de senare utvecklade systemen bättre signal- och indikeringsöverföring till driftcentralen och därmed ett större informationsunderlag till driftvakten[1].

Övervakning är en av driftvaktens främsta uppgifter. Bl a övervakas att den producerade effekten är så nära den av Kraftkontroll beordrade produktionen som möjligt och att spänningsnivån i ledningar och samlingsskenor hålls inom acceptabla gränser. Vidare övervakar driftcentralen vattenytenivåer och vattenföring i de älvsystem som är underställda driftcentralen, för att förhindra att de gränsvärden som bestämts i vattendomar och med hänsyn till översvämningsrisken inte överskrids. Det är däremot inte driftvakten som fattar huvudbesluten om hur älven ska köras, så att den tillgängliga vattenkraften kan utnyttjas på det mest effektiva sättet, utan detta görs centralt av Kraftkontroll.

Driftvakten övervakar också effektöverföringen och spänningsnivån i

[1] Arbetet i driftcentralerna utförs av s k driftvakter, som är huvudanvändarna av styrsystemen för fjärrövervakning och fjärrstyrning av vattenkraftstationer. Det är också driftvakten som får produktionsorder från kraftkontrollen.

ledningarna för att förhindra att ledningarna överbelastas. Driftvakten ska också övervaka felsignaler och indikeringar från kraftstationerna och från kraftnätet. De åtgärder driftvakten kan vidta på basis av övervakningsarbetet kan vara att ändra läget hos t ex brytare, frånskiljare, lokala automatiker i nätet, vattennivåregleringsautomatiken, starta eller stoppa aggregat inom en station eller ändra inställningen på en turbin. Driftvakten ombesörjer också viss redovisning och rapportering.

För att underlätta arbetet i driftcentralerna automatiseras numera vissa funktioner med hjälp av datorbaserade styrsystem som har till uppgift att underlätta operatörens arbete genom att samla in och sammanställa information samt diagnostisera och rapportera fel. På grundval av den erhållna informationen fattar operatören erforderliga beslut. Operatören kan sedan med olika styrorder via styrsystemet påverka kraftsystemet eller behandlingen av den insamlade informationen.

Kraftsystemets storlek, uppbyggnad och inriktning på produktion, överföring eller distribution påverkar vilka funktioner som automatiseras i en viss driftcentral. Omfattningen bestäms slutligen av kraftföretagets organisation och målsättning.

Olika kraftföretag ställer därför ofta ganska olika krav på sina styrsystem. Tendensen att inkludera fler funktioner av framför allt planerings- eller uppföljningskaraktär är emellertid helt klar. Behovet att regelbundet och noggrant utföra dessa funktioner finns alltid. Utvecklingen av datorstöd har nu nått så långt att funktionerna kan automatiseras.

Parallellt med införandet av driftdatanätet och Kraftkontroll's centrala informationsbehandlingssystem påbörjade t ex Vattenfall även utredningar om datoriseringen av de största driftcentralerna. De två första driftcentralsystemen upphandlades av ASEA genom en option i TIDAS-kontraktet till en kostnad av 23 Mkr och togs i drift under 1978. Den därefter följande investeringsplanen omfattar flera driftcentralsystem till en kostnad som sammanlagt kan uppskattas till ca 750 Mkr i 1980 års peningvärde. Driftcentralsystemen installeras under perioden 1980–1986. Det första av dessa system upphandlades i början av 1980. I konkurrens med bl a ASEA valdes Brown Boveri som leverantör av det första mer omfattande systemet till ett pris av ca 90 Mkr.

De nya systemen används för att övervaka både produktion och distribution av elkraft. Systemen omfattar funktioner (hjälpmedel) såväl för administration av kraftsystemet som för informationssystemets drift och utveckling.

Kraftsystemfuktioner är övervakning, styrning och redovisning som underlag för driftvakten samt planering och uppföljning som underlag för driftledningen. Informationssystemfunktioner är databashanteringssystem, bildhanteringssystem och programvaruutvecklingssystem för systemdriften samt olika kommunikationsfunktioner bl a för fjärrkontroll och människa/maskinsystem.

Funktioner för såväl kraftsystemets drift som informationssystemets drift och utveckling kan ha en varierande ambitionsnivå vid driftcentralerna och därmed ge varierande krav på systemlösningens maskin- och programvaror.

Preciseringen av innehållet i funktionerna har successivt utvecklats i takt

med erfarenheterna från upphandling och införande av Vattenfalls system på området.

11.2.3 *Styrsystem i konventionella värmekraftverk*

Underlaget till detta avsnitt har hämtats från delar av rapporten "Datorer i värmekraftverk" som Svenska kraftverksföreningens stiftelse för tekniskt utvecklingsarbete (VAST) gav ut i november 1978.

Rapporten är omfattande (261 sidor) och behandlar allmänt:

- lämpliga arbetsuppgifter för datorer
- operatörskommunikation
- lämpliga datoralternativ
- frågor i anslutning till projektgenomförande.

Vidare beskrivs en del praktiska erfarenheter från installationerna av styrsystem vid några verk.

De delar av rapporten som bedömts vara av störst intresse att referera i detta avsnitt är dels redovisningen av lämpliga arbetsuppgifter för datorer, dels ett exempel på praktiska erfarenheter från en installation.

11.2.3.1 Exempel på lämpliga datortillämpningar

Rapporten behandlar endast övervaknings- och uppföljningstillämpningar. Tillämpningar med datorbaserad styrning och reglering redovisas inte eftersom erfarenheterna på detta område vid tidpunkten för rapportens utformning var få. Mikrodatorbaserade styr- och reglersystem väntas dock enligt rapporten bli ett allt mer intressant alternativ till den konventionella styr- och reglertekniken.

Några exempel på lämpliga datorstödda övervaknings- och uppföljningstillämpningar i rapporten redovisas i det följande för att ge läsaren en ytlig inblick i vilka funktioner som det är aktuellt att använda datorstöd. Presentationen här är rätt lösryckt till sin karraktär eftersom det i denna rapport inte finns utrymme att beskriva hur ett värmekraftverk fungerar och sätta in de aktuella funktionerna i sitt rätta sammanhang.

Huvuddelen av exemplen på funktioner, som det är lämpligt att använda datorstöd till, baseras på erfarenheterna från de svenska värmekraftverk som medverkat i den kommitté som utarbetat rapporten. Bland de funktioner som tas upp i rapporten återfinns bl a:

- *Signalföljdsregistrering.* Registrering av olika slag av larm och händelser i en tidsmässigt riktig följd som visas på bildskärm och/eller skrivs ut.
- *Trendövervakning.* Med hjälp av ett antal mätvärden i tidsföljd för ett objekt är det möjligt att uttala sig om hur dessa sannolikt kommer att utvecklas inom den närmaste tiden. En sådan förutsägelse kan göras genom beräkning eller genom ett studium av värdena ordnade i diagramform.
- *Belastningsområde.* Vid start av ett värmekraftaggregat och vid behov av snabba regleringar är det värdefullt att få registrerat vilka möjligheter som finns att lägga på last av en viss storlek. Det som oftast sätter gränser i dessa fall är de termiska spänningar som kan tillåtas.

- *Drifttillstånd presenterat på översiktsscheman.* Följande värden är lämpliga att presentera:

  - gränsvärden och eventuella överskridanden
  - on/off-tillstånd på ventiler och motorer
  - ventilmellanlägen med rörelseriktning.

- *Ändring av larmgränsvärden.* Operatören bör ha möjlighet att på bildskärm eller som utskrift begära fram listor över inlagda larmgränser. Vid intrimning av anläggningsdelar eller för kontroll bör man ha möjlighet att på ett enkelt sätt tillfälligtvis ändra dessa gränser.
- *Mätvärdeskontroll.* En dators förmåga att snabbt mäta en grupp värden medför att mätningen utförs under praktiskt taget identiska förhållanden. Detta ger en möjlighet att jämföra och kontrollera mätvärden, som bör vara lika men som är mätta på olika håll i processen.
- *Uppföljning av rörväggstemperaturer.* Temperaturuppföljning på olika delar i en panna är nödvändig för en säker drift. Detta beror på att tubmaterialet i en panna är hållfasthetsmässigt utnyttjad till fullo. Mätningen är omfattande (ca 400 temperaturmätpunkter behövs) och därigenom arbetskrävande med manuella metoder.
- *Operatörsinstruktioner.* För start och stopp av en process finns normalt skrivna instruktioner tillgängliga, men dessa kan vara svåra att överblicka och handha under start- och stopp. En lätt framtagbar och överskådlig presentation av instruktionen skulle kunna göra den mer användbar. I det fall anläggningen är försedd med dator och bildskärm kan instruktionen lagras i datorn och lätt plockas fram på skärmen.
- *Långsiktig uppföljning av aggregatsprestanda vid givna lastlägen.* Resultaten från den långsiktiga uppföljningen utgör en ytterligare information om pågående förändringar i ett block och används vid planering av underhålls- och revisionsarbeten. Med hjälp av denna uppföljning bör dessutom tiden mellan framför allt stora revisioner kunna utökas.
- *Konditionsprov.* Med jämna intervaller (1–6 mån) är det nödvändigt att göra en omfattande kontroll för utvärdering av prestanda i en värmekraftanläggning. Genom jämförelser med tidigare prov visas den långsiktiga förändringen av olika delar i processen.
- *Livslängdsberäkningar.* Under förutsättning att acceptabla kriterier för livslängdsberäkningar finns kan man under lång tid summera förbrukad livslängd med hänsyn till t ex drifttid, lastläge, tid över gränsvärde och antal starter.
- *Driftrapporter.* Rapporterna används för avräkning och utformas med olika tidsperspektiv (timrapporter, dygnsrapporter osv).
- *Speciella tillämpningar för kraftvärmeverk.* I kraftvärmeverk baseras elproduktionen på värmeproduktion. Denna kombination kompletteras ibland med möjlighet att producera kondenskraft. Kompletteringen innebär att en noggrann uppföljning vid kombinerad drift blir svår att genomföra utan en processdator. Då fördelningen av produktionen är klar kan en beräkning och avräkning genomföras av oljeförbrukningen som delas upp på värme, mottryckskraft och kondenskraft. Genom verkningsgradsberäkningar för olika produktionsenheter för värme fås underlag för att bedöma ekonomin för varierande driftalternativ.

11.2.3.2 Beskrivning av installationen av processdatoranläggningen vid kraftvärmeverket i Värtan

I appendix till rapporten beskrivs installationer och system vid några kraftvärmeverk. Här refereras ett sådant exempel som beskriver *hur man på kraftvärmeverket i Värtan* upplevt installationen av en processdatoranläggning.

Anläggningsbeskrivning

Kraftvärmeverket (KVV) i Värtan har anor från början av 1900-talet. Hösten 1903 togs den första etappen av ångkraftverket i drift. Det gamla ångkraftverket har sedan dess vid olika tidpunkter kompletterats och byggts om.

Hösten 1963 påbörjades fjärrvärmeleveranser från Värtaverket till norra delarna av Stockholms innerstad. Värmen producerades i en värmeväxlaranläggning i gamla verket. Fjärrvärmebehovet har sedan dess ökat i mycket snabb takt och därmed har produktionsanläggningar successivt byggts.

Den totala installerade effekten uppgick våren 1978 till ca 350 MW el och ca 1 000 MW värme. Fjärrvärmebehovet under säsongen 1977/78 uppgick till ca 550 MW och enligt prognoserna kommer maxeffekten säsongen 1981/82 att uppgå till ca 875 MW.

Hösten 1971 togs beslut om att bygga ett oljeeldat kraftvärmeverksblock med 210 MW eleffekt och 330 MW värme. Hösten 1972 påbörjades detta projekt. Senhösten 1976 var anläggningen driftklar, vilket med endast någon månad avvek från de ursprungliga planerna.

Bakgrund och målsättning för installation av datorutrustning

Under planeringsskedet av det nya oljeeldade kraftvärmeverksblocket i Värtan diskuterades möjligheterna att utrusta kraftverket med en processdator som bl a skulle överta en stor del av den konventionella övervakningsutrustningens uppgifter. En arbetsgrupp bildades för att utreda detta.

Då budgeten för KVV-Värtan upprättades och fastställdes hösten 1972, hade dock varken ambitionsnivån, kostnaderna eller värdet av en processdator hunnit klarläggas, varför någon datoranläggning ej medtogs i budgeten. Ärendet skulle i stället tas upp då dessa saker var klarlagda.

Under sommaren 1973 hade arbetsgruppen avgivit en rapport med förslag till processdator för KVV-Värtan.

Speciell vikt lades på funktionen kommunikationen process/operatör. Denna kommunikation är av avgörande betydelse för processdatorutrustningens användbarhet.

Beträffande lönsamheten vid installation av processdator konstaterades att några tillförlitliga bedömningar av tillgänglighetshöjning för aggregatet med processdator var omöjliga att göra, men av vad som framkommit vid bl a studiebesök vid anläggningar med processdatorer, bedömdes en höjning av tillgängligheten på mellan 1 och 2 % vara realistisk. En procent representerar för KVV-Värtan i medeltal under åren 1977–80 ett minskat bortfall av aggregatet under 1,5 dygn per säsong, vilket motsvarar ett värde av 150 000 kr/år.

Enligt den bemanningsplan som preliminärt var upprättad för KVV-Värtan skulle två man vara stationerade i verkets kontrollrum. Denna bemanning förutsatte dock att anläggningen var utrustad med sådan övervakningsutrustning att bl a registreringen av uppföljningsinformation om driften var maskinell. Om alla erforderliga avläsningar och beräkningar däremot skulle göras manuellt måste bemanningsplanen omprövas, vilket sannolikt skulle leda till en utökning av personalen med en man per skift. Detta motsvarade en kostnad på ca 300 000 kr/år.

Kostnaderna för en datorutrustning, som skulle uppfylla kraven enligt målsättningen uppskattades till ca tre miljoner kronor exkl moms, fördelat på följande poster:

– Hårdvara (dator)	1,4	Mkr
– Programvara	0,5	”
– Systemarbete leverantör	0,4	”
– Systemarbete beställare	0,3	”
– Programarbete beställare	0,2	”
– Installation och idrifttagning	0,2	”
Summa	3,0	Mkr

Från de tre miljoner kronorna avgick följande summor, vilka utgjordes av budgeterad konventionell kontrollutrustning, som ansågs kunna utgå:

– Konventionell felföljdsskrivaranläggning	0,3	Mkr
– Inbesparing av skrivare och larmutrustning med installationskostnader	0,3	Mkr

De tillkommande kostnaderna för processdatorutrustning var således 2,4 Mkr.

Beslut om att datorutrustning enligt ovan skulle ingå i projektet togs i oktober 1973, med målsättningen att datoranläggningen skulle vara intrimmad och i drift då intrimningen av kraftvärmeverket skulle påbörjas. Därigenom skulle idrifttagningen av verket kunna förenklas samt göras säkrare och på kortare tid.

Projektorganisation, arbetsuppgifter och utförande

När beslut om datorutrustningen tagits, kompletterades KVV-projektet med den projektgrupp som skulle vara ansvarig för datorutrustningen. I projektgruppen ingick en person från energiverket (datorkunnig), en instrumenteringskonsult och en person från energiverkets driftorganisation samt ytterligare en person. I de programhandlingar som upprättades och utskickades som offertförfrågan, specificerades datoranläggningens arbetsuppgifter noggrannt.

Anbud infordrades och efter utvärdering under våren 1974, upphandlades datorutrustningen i juni 1974. Utrustningen köptes till fast pris med utförligt specificerade arbetsuppgifter och funktionsbeskrivningar med all programmering till fullt driftklar anläggning. Vidare ingick i köpet vissa specificerade optioner till fasta priser. Enligt den ursprungliga tidplanen skulle datorutrustningen vara funktionsklar 1976-01-01, samtidigt med att de första

komponenterna i kraftvärmeverket skulle börja trimmas in. Under sommaren 1974 lade beställare och leverantör ned mycket arbete på utformningen av datoranläggningens presentationssystem. Placering av bildskärmar och snabbskrivare bedömdes som mycket väsentliga för utrustningens framtida användning. Efter att ha diskuterat många olika förslag, beslutades att datorns tre bildskärmar skulle hänga (från taket) och vara flyttbara ovanför manöverpulpeten i kontrollrummet. Pulpeten placerades vinkelrätt mot väggtavlor med instrument och manöverutrustning.

Utförande och tidplan

Datoranläggningen är upphandlad som driftfärdig anläggning med funktionsansvar. Merparten av projekterings- och programmeringsarbetet har utförts utomlands. Under hösten 1974 och hela 1975 hade beställaren relativt god insyn i leverantörens projektarbete. I maj 1975 förvarnade leverantören om att driftstarten måste flyttas fram till 1976-03-15. Under hösten 1975 framkom att leverantören hade svårigheter med programmeringen och att de olika funktionerna skulle bli driftklara successivt under 1976, från mars -76 då felföljdsskrivningen på papper utlovats driftklar. Under första kvartalet 1976 påbörjades intrimningen av de olika systemen i kraftvärmeverket utan hjälp av datorn. I april 1976 togs felföljdsskrivningen på papper i drift. Från juli -76 till oktober -76 blev vissa bildskärmsfunktioner klara till samtliga tre bildskärmar (felföljd, processchemor och kurvbilder). Samtliga funktioner var dock förenklade eller ofullständiga.

En provisorisk timrapport togs i drift under november -76. Under hösten -76 försvårades successivt möjligheterna till insyn i leverantörens arbete, samtidigt som informationen om det fortsatta programmerings- och idrifttagningsarbetet helt upphörde. I mars 1977 kom leverantören med ett förslag till färdigställande av leveransen som innebar en sänkt ambitionsnivå på uppföljningsinformationen och att ett flertal funktioner skulle utgå. Detta accepterades dock ej av KVV. Från april -77 till januari -78 pågick förhandlingar och diskussioner mellan leverantören och KVV med hjälp av både svenska och utländska datorkonsulter. I juni 1977 installerade leverantören provisoriskt en extra felföljdskrivare. Detta för att få möjlighet att arbeta med den stora datorn under driftsäsongen, då KVV krävt att alltid ha tillgång till felföljdskrivning.

I februari 1978 överenskoms att leverantören successivt under 1978 skulle modifiera programmen och i fyra omgångar (april, juni, oktober och december) installera och ta i drift de resterande delarna av leveransen med praktiskt taget samtliga kontrakterade funktioner. I maj -78 togs första steget till slutförandet med gott resultat.

Tidplanen för installation och omplaneringarna framgår av nedanstående sammanställning.

76-01-01	Ursprungligt idrifttagningsdatum.
76-03-15	I maj -75 skjutes idrifttagning till 15 mars -76.
Apr 1976	Idrifttagning av händelseföljdskrivning på papper.
Juli 1976	Kurvbilder på skärm utan komprimeringsmöjlighet. Enbart inlästa analoga värden.

Aug 1976	Gränsvärdeskontroll, vissa beräkningar.
Okt 1976	Kurvbilder exkl lagring. Processbilder.
Nov 1976	Skivminne installerades. Provisorisk timrapport.
Dec 1976	Nytt trumminne.
Feb 1977	Provisorisk lastrapport.
Juni 1977	Felföljdskrivarutrustning installeras.
Feb 1978	Överenskommelse om omfattning och tidplan för färdigställande.
Apr 1978	Snabbare avfrågningscykel för analoga värden. Idriftsättning av diverse protokoll.
Maj 1978	Nytt trumminne (igen).
Juni 1978	Idriftsättning av flera protokoll. Diverse s k parameterberäkningar, t ex pannverkningsgrad, turbinens och blockens värmeförbrukning.
Okt 1978	Snabbare avfrågningscykel för analoga värden. Diverse protokoll. Stapeldiagram på kurvskärm. Förbättringar av felföljd på skärm.
Dec 1978	Färdigställande av bildskärmprogram.

I *april 1979* övertogs anläggningen av KVV med helt kontraktsenliga funktioner.

Allmänna erfarenheter

Eftersom det blivit årslånga förseningar av idrifttagningen av datoranläggningen beroende på främst programmeringssvårigheter är i första hand två omständigheter "minnesvärda".

1. Datoranläggningen utför endast olika typer av övervakningsuppgifter. Därför kan kraftverket startas, köras och stoppas utan att datorn är i drift. Kontrollrumspersonalen har i dessa fall emellertid försämrad överblick över processen. Om datorn varit oundgänglig för drift av kraftverket skulle det inneburit svåra ekonomiska och praktiska konsekvenser p g a kraftigt försenad idrifttagning av hela kraftverket.

2. Datoranläggningen är upphandlad med en väl specificerad kravspecifikation, definierad tidplan och till fast pris. Detta innebär att, om man bortser från tidsfaktorn, leverantören måste stå för alla merkostnader och leverera en anläggning med funktioner enligt den kontrakterade kravspecifikationen. Om priset ej varit fast och specifikationen "luddig" hade detta i KVV's fall sannolikt inneburit våldsamma merkostnader för att få en driftklar datoranläggning.

Erfarenheter av presentationssystemet

De generella erfarenheterna av de olika typerna av presentationsutrustning (bildskärmar, snabbskrivare) är mycket positiv. Åskådligheten och möjligheten att kunna utnyttja bildskärmarna har i varje fall inte underskridit förväntningarna. Speciellt processchemorna på bildskärm har visat sig vara en stor tillgång för överblickbarheten av processen. En hel del väsentliga detaljer i utformningen av presentationsrutinerna är dock mycket "avigt"

uppbyggda och framstår som rena skrivbordsprodukter från leverantören.

De flesta av de funktioner som är i drift utnyttjas av driftpersonalen i stort sett såsom det förutsattes vid projekteringen, vilket är en positiv erfarenhet.

Erfarenheter av projektarbetet

Erfarenheterna från både leverantörens och beställarens projektorganisation för denna datoranläggning är delade.

Leverantörens utländska organisation har under projektets gång varit mycket svår att få något grepp om och insyn i. Beställaren borde från projektets början haft den befattningshavare (datorkunnig processingenjör eller processkunnig datoringenjör) som i framtiden skall sköta anläggningen, med i projektorganisationen. Så har inte varit fallet utan tvärtom har handläggarna skiftats både inom KVV-projektet och hos anlitade konsulter.

Systemets tillgänglighet

Normalt skall maskinvaran i en datoranläggning ha en tillgänglighet på nära hundra procent. Tyvärr har det dock varit långvariga och besvärliga fel i trumminnet till KVV's dator.

På grund av de stora förseningarna och det stora antalet driftavbrott beroende på både fel och modifieringar, har tyvärr tron på tillförlitligheten hos datoranläggningar i allmänhet och denna i synnerhet sjunkit hos berörd driftpersonal vid kraftverket. Anläggningen kommer troligtvis att behöva fungera oklanderligt i flera år för att personalen helt skall våga lita på de uppgifter som kommer från datorn.

Om en liknande datoranläggning skulle upphandlas i dag skulle den troligtvis ha ungefär samma funktioner och samma presentationssystem, men med helt annorlunda uppbyggd maskin- och programvara. Systemet borde vara mer decentraliserat uppbyggt än det nuvarande. Ett fel i maskinvaran bör inte få stoppa hela systemet utan bara den aktuella delen.

11.2.4 *Styrsystem i kärnkraftverk*

Med undantag för Oskarshamn 1 är samtliga kärnkraftstationer från början försedda med ett processdatorsystem. Till följd av erfarenheterna från Marviken, där man för den tiden (mitten av 1960-talet) valde en alldeles för hög ambitionsnivå för datorstödet, har utvecklingstakten varit försiktig och man har noga aktat sig för att stationens drift och säkerhet skull bli för mycket beroende av datorsystemet. På detta sätt kunde man också dra lärdomar av datortillämpningar i annan industri.

I de första stationerna Ringhals 1, Oskarshamn 2, Barsebäck 1 och 2 användes datorsystem endast för sådana funktioner, som inte kunde utföras på annat sätt, t ex alarmrapportering, driftrapportering, mätpunktsloggning samt diagnos av reaktorhärdens tillstånd. Resultatpresentation skedde med hjälp av olika typer av skrivmaskiner samt indikatorlampor. För många

stationer gjordes försök att använda program för diagnos av situationen i stationen efter ett driftstopp.

I och med att färgbildskärmsystem blev kommersiellt tillgängliga ökade datorns användingsområden. Det blev möjligt att förbättra presentationen av stationens tillstånd i kontrollrummet. Detta användes i nästa generation av anläggningar (Forsmark 1 och 2). Fortfarande var man försiktig och introduktion av färgbildskärmar i kontrollrummet innebar inte att den konventionella utrustningen minskades nämnvärt. Drift och säkerhet är fortfarande inte helt beroende av datorstystemet.

Generationsväxlingen innebar även att det tidigare systemet med endast en central dator lämnades och att flera användes för olika uppgifter. I dessa stationer gjordes inga försök att öka datorsystemens tillgänglighet genom dubblering av enheterna.

Erfarenheterna från föregående anläggningar är så pass goda att man har beslutat för Forsmark 3 och Oskarshamn 3 att tilldela datorn viktigare processfunktioner. En förutsättning för detta var bl a att datorsystemet förses med reservenheter, som automatiskt kopplas in vid fel.

Elektronikutrustningen för stationens effektreglering och matarvattenreglering ersätts med minidatorer. För att uppnå en tillfredsställande tillgänglighet används tre parallella datorer i en s k "två av tre koppling".

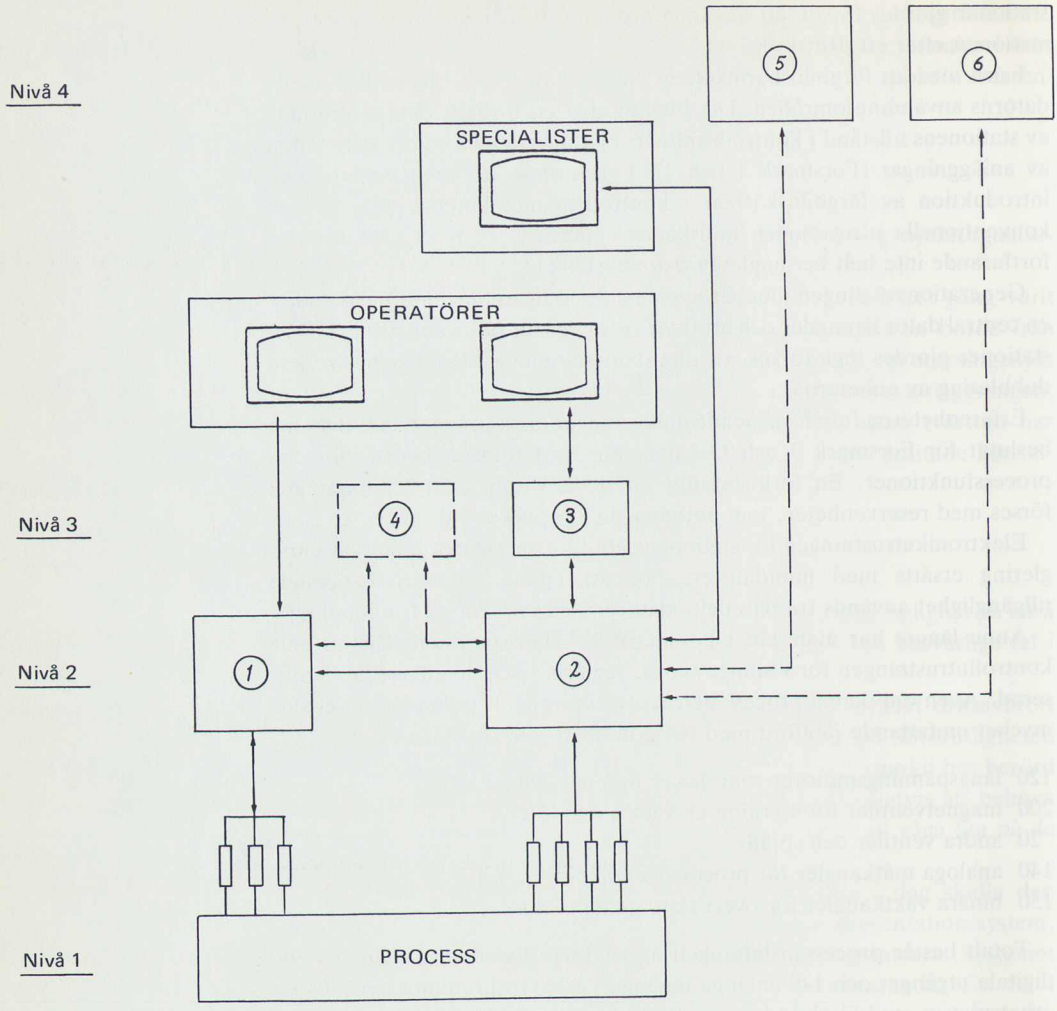
Ännu längre har man gått i Forsmark 3 Avfallsstationen. Där är hela kontrollutrustningen för visning, alarm, reglering och manövrering datoriserad. Även om denna process betraktas som relativt sekundär, så är den mycket omfattande jämförd med övrig industri. Den består t ex av:

120 långspänningsmotorer som driver pumpar, fäktar m m
200 magnetventiler för styrning av vatten och luft
20 andra ventiler och spjäll
140 analoga mätkanaler för processövervakning
150 binära vaktkanaler för övervakning av processen.

Totalt består processanslutningen av ca 1800 digitala ingångar, ca 800 digitala utgångar och 140 analoga ingångar. I kontrollrummet används tre arbetsplatser med färgbildskärm och tillhörande manöverbord.

Om motsvarande teknologi skulle användas för huvudprocesser ökas antalet in- och utgångar med en faktor 10. Sådana tillämpningar bedöms inte vara aktuella för de i Sverige installerade och planerade kärnkraftverken.

Även i huvudkontrollrummet används färgbildskärmar i en mycket stor utsträckning. De ersätter fortfarande inte de viktigaste presentationssätten för drift och säkerhet. I de nyare anläggningarna används flera datorer. De flesta används för insamling av processignaler och kan vara placerade flera hundra meter från centraldatorn. Karakteristik för systemen vid Forsmark 3 och Oskarshamn 3 är också att vissa stora uppgifter (t ex härdberäkning) har förlagts till särskilda datorer. Dessutom planeras att processdatorsystemet ska användas för en viss typ av administrativ databehandling. Denna verksamhet sköttes i tidigare stationer manuellt med hjälp av blanketter, instruktioner m m. Pappershanteringen kommer att minska. I dessa senaste stationer kommer även antalet diagnosprogram att ökas väsentligt. I figur 11.2 visas en principskiss av framtidens processdatorsystem i kärnkraftanläggningar.



Nivå 1: Mikroprocessorer
Nivå 2, 3: Minidatorer
Nivå 4: Stordatorer

(1) Självständiga datorer (ersätter dagens kontrollutrustningar)
(2) Allmänna stationsdatorsystem (dagens processdator)
(3) Presentationsdatorsystem
(4) Ev. kommunikationsdatorer
(5) ADB datorsystem
(6) Beräkningsdatorsystem

Figur 11.2 Principskiss av framtidens processdatorsystem i kärnkraftanläggningar.

Källa: ASEA ATOM.

De viktigaste erfarenheterna från nuvarande datorsystem och kraven på de framtida systemen kan rubriceras enligt följande:

- Processorientering
- Operatörsorientering
- Driftorientering

En gemensam nämnare för dessa önskemål är att datorsystemet (både maskin- och programvaran) i högre utsträckning anpassas till de yttre kraven från processen och driftorganisationen.

Kraven exemplifieras på följande sätt.

Processorientering

Den systematiska uppdelningen av processystem, processkomponenter och tillhörande signaler skall bibehållas i processdatorsystemet. Detta innebär en ny typ av samordning mellan datorsystemen och processen. Även systemens databaser skall systematiseras mera processorienterat.

Operatörsorientering

I motsats till den konventionella utrustningen kräver bildskärmsystem en ökad operatörsinsats för att få fram önskad information. Karakteristiskt för ett kontrollrum är att personalen inte kontinuerligt använder bildskärmar och träningen kan vara låg. Systemet skall ta hänsyn till detta och vara självinstruerade (tex i dialog). Nuvarande bildskärmar kan inte ge samma översiktsinformation som den konventionella utrustningen. Metodiken eller nya apparater bör därför utvecklas.

Presentationssystemet skall lätt kunna anpassas till nya önskemål. Dessa modifieringar skall kunna göras snabbt av personal, utan krav på specialutbildning i datorsystem och programmering.

Driftorientering

Kraven på tillgängligheten i de nyare stationerna är mycket höga. Feldiagnosrutiner, reparations- och servicemetodiken skall anpassas därefter. Underleverantörerna skall kunna erbjuda service inte enbart på maskinvarusidan utan även på programvarusidan. Under stationens livslängd på 30 år kommer datorsystemen och dess funktioner att ändras. Detta ställer krav på:

1. Inbyggd flexibilitet respektive reserv för utökningar.
2. Rutiner för att möjliggöra dessa ändringar utan ingående kännedom om maskinvaru- och respektive programvarusystem.
3. Anpassningsbara program vid byte av datorsystem.
4. Avtal med leverantören för stöd vid ändringar.

Som ytterligare information kan här nämnas att omfattande investeringar för närvarande pågår avseende dels driftövervakningssystem i kärnkraftverk, dels simuleringsanläggningar för utbildning av operatörer till kärnkraftverk.

11.2.5 *Styrsystem i fördelningsstationer*

Underlaget till detta avsnitt har hämtats från VAST[1] rapport "Stationsdatorer i fördelningsstationer", daterad januari 1978. Rapporten har gjorts i syfte att dels utarbeta och underlätta införandet av standardiserade

[1] Svenska kraftverkföreningens stiftelse för tekniskt utvecklingsarbete (VAST).

tillämpningsprogram i transformatorstationer, dels att underlätta upphandlingen av datorer genom att specificera generella krav på datorutrustning för sådana tillämpningar. Bakgrunden till rapporten är en tidigare rapport som utpekat uppgifter i transformatorstationer som kan ersättas, kompletteras eller förbättras genom att uppgifterna överförs från vissa delar av den utrustning som i dag används i transformatorstationer till s k stationsdatorer.

Liksom den tidigare redovisningen om lämpliga datortillämpningar i konventionella värmekraftverk är även presentationen i detta avsnitt "lösryckt" och ger endast en ytlig inblick i de funktioner som det är aktuellt att använda datorstöd till.

Stationsdatorer och deras uppgifter

Den typ av stationer som härvid i första hand avses är fördelningsstationer inom både landsbygds- och tätortsdistribution. Den datortyp som är aktuell i sammanhanget är mini- eller mikrodatorer. Datorkraften i stationerna kommer troligen att decentraliseras i allt högre utsträckning. Investeringsvolymen i framtiden på detta område bedöms vara mycket stor och rör sig sammanlagt om miljardbelopp, avseende användarföretagens utvecklings- och installationsarbete samt utrustningar och system från olika leverantörer. I stor utsträckning kommer hela stationer att bytas ut mot nya med ny styrnings- och övervakningsteknik.

De olika funktionerna eller uppgifter i en station som anses lämpliga och möjliga att överföra till dator och som kan ge ett lönsamt ekonomiskt alternativ till de konventionella lösningarna är:

- *Reglering.* Förutom start- och stoppautomatik för aggregat är spänningsreglering och kondensatorbatteriautomatik de regleruppgifter som normalt förekommer inom stationerna. I rapporten redovisas tillämpnigsprogram för respektive regleruppgift.
- *Driftuppbyggnad.* Driftuppbyggnadsfunktionen ger en möjlighet att på ett snabbt och säkert sätt återställa driften vid störningar inom och utanför stationen. I rapporten redovisas tillämpningsprogram för flera funktioner och felsituationer.
- *Driftomläggning.* Ett program redovisas som ger möjlighet till snabb återinkoppling av ledning efter ett spänningslöst intervall på ca 0,5 sekunder, samt därefter, om återinkopplingen ej kunnat göras, flera tidsfördröjda återinkopplingsförsök.
- *Fjärrkontroll.* I rapporten ges inga exempel på tillämpningsprogram på denna punkt. I stället redovisas vilka delfunktioner i fjärrkontrollen som kan vara realistiska att lägga på stationsdatorer respektive vilka som bör ligga på central dator i fjärrkontrollsystemet.
- *Informationsbehandling och presentation.* Datorn ger stora möjligheter att i kronologisk följd ge information och registrera händelser i stationen, t ex brytarlägesförändringar, felsignaler, reläskyddsindikeringar. Datorn kan också användas för att sortera och summera olika mätuppgifter bl a för att underlätta övervakningen och produktionsuppföljningen vid stationen.

Framtida möjligheter för stationsdatorer

Som nästa steg mot ökad datorisering anger rapporten bl a reservfunktioner för reläskydd. I regionstationer med starkt varierande ledningslängd kan det vara svårt att erhålla ett reservskydd som täcker hela ledningslängden för alla ledningar. Där kan datateknikens förmåga att sammanställa uppgifter ge stora fördelar.

Ett annat fall är stationer i närheten av stora värmekraftaggregat där man av stabiliseringsskäl ställer stora krav på snabbhet på reservfunktionerna. I ett senare skede kan även datorer tänkas överta vissa av de ordinarie skyddsfunktionerna. Forskning inom detta område pågår.

11.3 Särskilda problem i samband med styrsystemtillämpningar

Tidsperspektiv

Elkraftförsörjningen kräver en planeringshorisont på 10–15 år, en avsevärt längre tid än för övrig industri. För större styr- och övervakningssystem önskas livslängder överstigande 15 år. Projekteringstider på 6–8 år är inte ovanliga för dessa system. Tidsperspektiven ställer speciella krav på planerande och policyskapande instanser. Kraven på möjligheter att underhålla och bygga ut systemen samt på leverantörsstöd blir också speciella.

Operatörens arbetssituation

Styrsystemens huvudsakliga uppgift är att underlätta kontrollrumspersonalens arbete. Den förändrade arbetssituationen kan dock leda till nya typer av påfrestningar.

I en rapport från ERGOLAB (Datorisering inom processindustri Bransch 1 – Elkraftproduktion) nämns bl a problemet med låg/högbelastning. Operatörernas arbetsbelastning är normalt hög varje morgon mellan kl. 06.00 och 11.00. Därefter förekommer långa perioder med låg belastning. Vid en störning i elkraftsystemet drabbas operatören, plötsligt och helt oförbredd, av en intensiv arbetsbelastning. En störning kan i och för sig vara lätt att åtgärda om man följer instruktionerna. Svårigheten är att störningarna inträffar så sällan och när de inträffar är det vanligtvis under högbelastningsperioder. Datoriseringen innebär också att det gamla hangverksmässiga handlaget med processen håller på att glömmas bort – "Man kan inte klara stationen manuellt längre".

Tillgänglighet

Elkraftförsörjningen övervakas av styrsystem som är centraliserade och där fel i en komponent kan medföra att övervakningen regionalt eller nationellt faller bort. Tillgänglighetskraven är följaktligen extremt höga och de centrala systemen är alltid dubblerade. Vattenfalls centrala driftövervak-

ningssystem redovisar t ex en tillgänglighet på 99,4 % för de senaste tolv månaderna. Detta innebär att anläggningen inte fungerat ca 50 timmar under dessa tolv månader och att man då använt det manuella reservsystemet.

Nya teknikområden

De datorstödda styrsystemens framväxt inom elkraftområdet har skapat ett "ingemansland" mellan traditionella teknikområden. Kopplingen mellan elkraftteknologin (elkraftsystemens olika komponenter och anläggningsteknik inklusive skyddsutrustningar) å ena sidan och centrala styr- och övervakningssystem (informationsteknik, elektronik och datorteknik) å andra sidan har varit relativt outvecklad. Övervakningssystemen har hittills inte i nämnvärd grad anpassats till elkraftsystemen och de har varit helt separerade från konventionell skyddsutrustning. Vid en ökad integrering måste kopplingen mellan teknikområdena kartläggas och systematiseras. Forskning och utbildning kommer att krävas framförallt inom:

- elektrisk anläggningsteknik
- system- och reglerteknik
- informationsbehandling för dessa gränsområden.

11.4 Effekter av användningen av styrsystem

Motiveringarna för installationerna av styrsystem av olika typer behandlades under respektive användingsområden. Nedan sammanfattas några effekter av de datorstödda styrsystemen.

- Produktionen kan planeras på timbasis med större noggrannhet vilket reducerar produktionskostnaden och oljeanvändningen.
- En bättre överblick över tillståndet i kraftledningsnätet har minskat sannolikheten för störningar och förkortat tiden för återuppbyggnad vid de störningar som förekommit. Ett driftcentralsystem kan liknas vid en försäkring. Det påverkar inte det yttre händelseförloppet (produktionskapacitet kontra konsumtionsbehov) men det reducerar resursinsatsen för att hålla balans och ger färre och kortare störningar. I sammanhanget kan som exempel nämnas att de ekonomiska konsekvenserna av ett entimmes kraftbortfall på nationell nivå i Finland bedömts vara större än investeringskostnaderna för det nationella driftcentralsystemet.
- Den förbättrade driftövervakningen medger senareläggning av investeringar i utbyggnader eller utbytesutrustning.
- Behovet av personal på otillgängliga eller avlägsna platser reduceras.

Att kvantifiera effekterna i kronor bedöms omöjligt på nuvarande stadium. Nyttan av i investeringar av detta slag anses dock vara mycket god och investeringsplanerna är omfattande.

11.5 Utvecklingstendenser och nya tillämpningar

Utvecklingen av styrsystemen för elkraftområdet kommer att accelerera pga:

- de höjda energipriserna
- det moderna samhällets ökade sårbarhet för störningar i elkraftförsörjningen
- de möjligheter som mikroelektroniken nu skapar
- de driftserfarenheter som fås av dagens datorstödda system och tillämpningsfunktioner.

Utvecklingen bedöms ske inom följande områden.

- Standardiserade system för avgränsade funktioner med underhållslösning och vidarutvecklingsmöjlighet inbyggda.
- Lokala mikrodatorbaserade kontrollanläggningar med större möjligheter till lokal informationsbehandling och styrning. Samtidigt skapas förutsättningar för en bättre samordning mellan skyddsutrustningar och överordnade styrsystem. En viss samordning har redan påbörjats. Idag kan t ex ett ledningsfel initiera automatisk bortkoppling av vattenkraftproduktion.
- Försök med avancerade tillämpningsfunktioner (nätmodellberäkningar, produktionsreglering och planering, säkerhetsanalyser och stabilitetsberäkningar) börjar nu ge erfarenheter. En snabb utveckling av praktiskt användbara tillämpningar kan förutses. Kraven på störningsfri, högkvalitativ och ekonomisk energiproduktion driver på.
- Kompletta styrsystem för värmekraftverk har redan börjat efterfrågas. Utvecklingen av process- och produktionsstyrning för värmekraft kan bli snabb.
- Träningssimulatorer för driftpersonal kommer att vidareutvecklas och få stor efterfrågan. Behovet har ökat starkt i och med att operatörernas arbetssituation förändras både i centrala kontrollrum och i kärnkraftverken.
- Dagens styrsystem är inriktade mot produktins- och överföringsfunktionerna (kraftverk, stamlinjenät och distributionsnät) medan förbrukningen inte påverkas annat än vid allvarliga störningar då delar av konsumentområden helt slås bort. En mindre abrupt styrning av förbrukningen är önskvärd. På sikt är en differentierad styrning av abonnentens energiuttag möjlig (t ex dämpa eluppvärmningen under toppbelastning eller störning). Det pågår också försök med abonnentutrustningar som åstadkommer en jämnare dygnsbelastning (olika taxor vid olika tider på dygnet).

Som framgått av avsnittet har elkraftindustrin redan genomfört en mängd investeringar i styrsystem på flera nivåer inom produktionen, överföringen och distributionen av el. Vidare är investeringsplanerna, bl a inom Vattenfall, mycket omfattande. Inom branschen har man också gemensamt utrett och dokumenterat vilka möjligheter och erfarenheter som finns beträffande datoranvändningen på en rad områden. Den sammanlagda potentialen för

en ökad användning av datorstödda styrsystem inom elkraftindustrin är mycket stor. Enligt DEK's bedömning är också förutsättningarna för en vidgad spridning av styrsystem, bl a avseende användarföretagens kunskaper, överlag goda.

12 Övrig styrsystemanvändning

12.1 Petroleum- och kolproduktindustrin

Av petroleum- och kolproduktindustrins totala förädlingsvärde svarar petroleumraffinaderierna för ca 80 procent (industristatistiken 1978). Framställningen hänför sig därför fortsättningsvis helt till denna verksamhetsgren.

I Sverige finns för närvarande sex stycken raffinaderianläggningar varav ett par är små asfaltsraffinaderier. Genom utbyggnader 1967 (BP's raffinaderi i Göteborg) och 1975 (Scanraff i Brofjorden) i det närmaste tredubblades den inhemska kapaciteten. Produktionstekniken kännetecknas av storskalighet och hög kapitalintensitet.

För närvarande föreligger ett överskott på raffinaderikapacitet i Västeuropa. Någon utbyggnad av kapaciteten i Sverige planeras inte. Däremot finns planer på investeringar i vidareförädling, betingade av förskjutningar i efterfrågestrukturen. Det finns dock inte någon anledning att i detta sammanhang söka närmare belysa den framtida utvecklingen inom raffinaderiindustrin med alla de faktorer av ekonomisk och politisk natur som då måste tas med i bilden.

De svenska raffinaderierna tillämpar inte några mer avancerade datorstödda system för produktions- och processtyrning sett i ett internationellt perspektiv. I de tre mest avancerade anläggningarna finns eller kommer inom en nära framtid att finnas system främst inriktade mot informationsöverföring – informationsbearbetning. System för automatiserad reglering finns ännu inte i de svenska anläggningarna. Det är således huvudsakligen fråga om att tillämpa kraftfullare hjälpmedel i det traditionella operatörsarbetet. Genom att tre av raffinaderierna helt eller delvis ägs av stora multinationella oljebolag kan de tillgodogöra sig erfarenheter och utvecklingsarbete som bedrivits vid andra anläggningar inom moderbolagen. Där har man sedan tio år eller mer tillämpat styrsystem av den typ som de svenska enheterna just infört eller står i begrepp att införa.

Som ett exempel på situationen inom branschen beskrivs i det följande det utvecklingsarbete som bedrivs inom Scanraff. Företaget står för närvarande i begrepp att införa två datorsystem, ett inriktat mot informationsöverföringen mellan anläggningens olika delar (kontor - laboratorium - kontrollrum - hamn) och ett i kontrollrummet där man hittills haft traditionell analog instrumentering. Det förstnämnda systemet syftar till att snabba upp och effektivisera informationsbearbetningen medan systemet i kontrollrummet

skall ge ett bättre beslutsunderlag för operatörerna. Processdata samlas in kontinuerligt från ca 1 800 informationspunkter i anläggningen och presenteras efter bearbetning på bildskärm samt skrivs ut. Operatören kan på bildskärmen ta in även optimal processtatus och på basis av jämförelser med aktuell status företa regleringrepp. Antalet operatörer har inte ändrats.

Successivt och på flera års sikt kommer man att söka utveckla system för automatiserad styrning av vissa delprocesser, i första hand med anknytning till energiförbrukning och styrning av destillationskolonner. Eftersom anläggningarna tekniskt sett är så integrerade krävs en anpassning av metoderna till varje individuell anläggning. Det är därför i hög grad en fråga om att skynda långsamt. Med produktionsvärden på flera miljarder och en låg förädlingsvärdeandel är de ekonomiska potentialerna för en bättre styrning av råvaruutnyttjandet mycket stora. Inte heller en utökad automatisering av styrningen beräknas få några effekter på sysselsättningen.

När det gäller produktionsplaneringen har man sedan några år använt optimeringsprogram för råvaruförsörjningen och distributionen. Tillgång till ökad datorkapacitet kommer att medföra att dessa program utvecklas ytterligare.

Informationssystemet och programvaran för kontrollrumssystemet har man fått tillgång till från det ena moderbolaget, Texaco. Man ser inga speciella svårigheter i arbetet med att införa systemen annat än att stora krav ställs på en effektiv planering och att det sker på en anläggning i drift. En begränsning är att kraven på noggrannhet och tillförlitlighet hos mätgivare och analysatorer ökar då styrningen automatiseras. Återbetalningstiderna för systemen är svåra att kalkylera tillförlitligt.

12.2 Gummivaruindustrin

Branschstruktur

Gummivaruindustrin expanderade ganska kraftigt fram till 1975 men har sedan dess minskat såväl produktions- som sysselsättningsmässigt. 1978 sysselsatte branschen drygt 11 200 personer vilket utgjorde drygt en procent av den totala industrisysselsättningen. Andelen av industrins totala förädlingsvärde uppgick samma år till ca en procent.

Under senare år har framför allt däckstillverkningen gått tillbaka som en följd av sjunkande efterfrågan och övergång till radialdäck med längre hållbarhet. En överkapacitet föreligger inom däckstillverkningen i Europa vilket ökat konkurrensen för de svenska tillverkarna. När det gäller enklare gummiprodukter har importkonkurrensen från låglöneländer ökat.

Av den inhemska användningen av gummivaror går ca 60 procent som insatsvaror till industrin, främst verkstadsindustrin.

Beträffande tillverkning av standardprodukter som cykeldäck, gummistövlar och andra enklare artiklar synes det inte föreligga några förutsättningar för en produktion av större omfattning i Sverige. Viss tillverkning kommer dock att upprätthållas av beredskapsskäl. Däremot bedöms de svenska företagen kunna hävda sig när det gäller speciella, mer avancerade produkter på industrigummisidan förutsatt att produktionsapparaten förny-

as i tillräckligt snabb takt och en satsning på produktutveckling genomförs.

I Sverige finns närmare 40 företag som tillverkar gummivaror. Det största är Trelleborg AB med dotterbolag.

Industriverket räknar i sin höstrapport 1979 med att gummiindustrins produktionsvolym åter skall öka fram till 1984. Ökningen är dock inte tillräcklig för att uppväga det minskande arbetskraftsbehovet varför en viss minskning av sysselsättningen förutses.

Produktionsteknik

Gummiprodukter kan tillverkas av antingen naturgummi eller syntetiskt gummi. I stort kan man urskilja följande led i tillverkningsprocessen:

- Plasticering av gummit genom malning varefter inblandning av olika kemikalier och tillsatser sker för att uppnå önskade egenskaper och kvaliteter.
- Formning av gummiprodukten genom strängsprutning, kalandrering, formpressning etc alternativt impregnering eller doppning av andra material. Däcksbyggnad utgör en särskild process.
- Vulkning.

Bearbetningen av rågummit sker huvudsakligen i s k kammarblandare där doseringen av tillsatser kan automatiseras i olika utsträckning. Helt automatiserad dosering innebär den bästa arbetsmiljön eftersom personalen då inte kommer i direkt kontakt med kemikalierna under något steg i bearbetningen.

Tillämpningar av avancerade styrsystem

Allmänt kan sägas att gummiindustrin inte kommit särskilt långt när det gäller att tillämpa datorstöd vid processtyrningen. Inom plastindustrin exempelvis, där man har många processer som liknar gummiindustrins (strängsprutning, formpressning o s v), väntas datorbaserade styrsystem inom kort blir standard på vissa typer av den maskinella utrustningen. En liknande utveckling förefaller ligga längre fram i tiden inom gummiindustrin, möjligen med undantag för kalandreringen. Att döma av kontakter med leverantörsföretag finns också på den internationella marknaden avancerade system för styrning av bearbetningen i kammarblandare.

Den vanligaste tillämpningen av avancerad styrning inom gummiindustrin är automatiserad dosering. När det gäller övriga processer finns datorstödda system endast inom det största företaget, Trelleborg AB. Där har man börjat tillämpa automatiserad styrning av vissa variabler vid blandningen, främst temperaturen i gummimassan. Resten av regleringen görs manuellt. Med ökad automatisering av blandningsstyrningen räknar man med att uppnå större noggrannhet och därmed bättre (jämnare) produktkvalitet. Personalbesparingar kan också göras genom att en person kan övervaka flera maskiner. De största problemen när det gäller att vidareutveckla den automatiserade styrningen är att man saknar erforderliga mätdata från processen för att kunna konstruera styrmodeller (algoritmer).

För kalandreringen utnyttjar man ett mikrodatorbaserat system av samma typ (samma leverantör) som de som beskrevs i samband med plastbearbetning i avsnittet om den kemiska industrin. Även när det gäller formpressning har en utveckling av datorstödda styrsystem inletts. Den tekniska utvecklingen har under senare år förändrat förutsättningarna för att effektivisera tillverkningen. Detta kan numera göras utan att den totala produktionskapaciteten behöver utökas nämnvärt. Som framgick av den inledande beskrivningen innebär en ökad automatisering av dosering och blandning också att arbetsmiljön förbättras.

Inom däckstillverkning utnyttjas industrirobotar bland annat för transporter i samband med vulkning.

Enligt vad representanter för branschen bedömer har överkapacitet och dålig lönsamhet inom många tillverkningssektorer i gummiindustrin lett till att den tekniska utvecklingen inte haft önskvärd omfattning. Bildandet av Plast- och Gummitekniska Institutet 1977 skall ses i detta perspektiv. Institutet skall syssla med service, uppdragsverksamhet, information och utbildning inom det plast- och gummitekniska området med inriktning bland annat på produktionsteknik.

12.3 Cementindustrin[1]

Cementa AB är sedan 1973 landets enda cementtillverkare. År 1973 fanns sju anläggningar med en sammanlagd tillverkningskapacitet om 4,4 miljoner ton cement per år. Under senare år har man successivt minskat kapaciteten samtidigt som den äldre energikrävande våtmetoden ersatts med den modernare torrprocessen. För närvarande har Cementa fyra fabriker med en total kapacitet på 3,2 miljoner ton per år.

De första tillämpningarna av datorteknik för processtyrningsändamål inom cementindustrin infördes redan under 1950-talets sista år. Problemen vid styrningen av processen var främst följande:

- Variationer i råvarornas kemiska sammansättning åstadkom kvalitetsvariationer hos produkten.
- Ingrepp på ett ställe i processen påverkade inte enbart den felaktighet som man ville rätta till utan åstadkom förändringar av oönskat slag även i andra processvariabler.
- Man hade teorier om störande sidoförlopp i processen som svårligen kunde bekräftas på grund av brist på mätdata.
- Då processen pågår dygnet runt måste man tillämpa flerskiftsdrift. Detta leder till snabbt stegrade personalkostnader om man inte kan finna medel att minska personalstyrkan.

Man insåg att datorstöd skulle kunna användas med framgång. I Cementas nya Sliteanläggning, som svarar för drygt hälften av den samlade cementproduktionen i Sverige, har ett avancerat styrsystem installerats. Vid cementtillverkningen mals två olika sorters stenmaterial och en mindre mängd sand ihop till s k råmjöl. I råmjölet måste koncentrationerna av vissa mineraler uppfylla vissa matematiska villkor för att cementets hållfasthet skall uppfylla kvalitetsnormerna. Då koncentrationerna av mineralerna

[1] Avsnittet baseras på artiklar i Elteknik med aktuell elektronik 1978:17 samt Dagens Industri 1979-01-16.

varierar i de tre ingångsmaterialen, kan de kemiska villkoren hållas inom uppställda gränser endast om man styr de tre materialflödena. Man måste därför ta prover, göra kemisk analys och beräkna styringrepp i materialflödena ca fyra gånger per timme.

Även många andra kemiska provtagningar och analysuppgifter förekommer i processen. Det visade sig bli för dyrt och otympligt att göra dessa manuellt. Man beslöt därför att tillämpa helautomatisk styrning i sluten krets, ett förfarande som för övrigt provades för första gången i svensk cementindustris historia vid Cementas utbyggnad av Limhamns cementfabrik 1967.

Det kemiska styrsystemet i Slite består av provtagare med rörposttransport av proverna till driftcentralen, en röntgenspektrograf för analyserna, doseringsapparater i sten- och sandflödena och en dator som styr dessa utrustningar. Till datorn är dessutom alla processmätgivare som finns i produktionslinjen samt två bildskärmsterminaler anslutna. Operatörerna kan med hjälp av dessa få en god översikt över processgången i sina processavsnitt. Man kan på skärmarna kalla fram processens flödesschema med varierande detaljeringsgrad. På dessa scheman visas mätpunkterna med sina aktuella mätvärden. Systemet känner också av ett stort antal larm- och gränsvärdeskontakter samt programmerade gränsvärden och genererar härur information till operatören.

Datorsystemet ger dock enbart information från anläggningen till operatören. Styrningen utförs fortfarande med vanliga tryckknappar och spakar. Där finns även ett litet antal indikatorer och larmorgan som reserv till skärmarna.

Förutom datainsamlingsprogrammen, råmjölsprogrammen och kommunikationsprogrammen för skärmar och skrivmaskiner, finns ett omfattande program för statistiska beräkningar. Detta tillåter kemisterna att utföra analyser på alla intressanta variabler under processens gång. På bildskärmarna kan man se om motorerna i anläggningen går. Datorn har därför även förbindelse med maskinskyddslogiken. Ca 800 motorer är kopplade till denna logikutrustning.

Vid tidigare utbyggnader utfördes systemarbetet av Cementa. Till Sliteanläggningen har man köpt produktionsutrustningen och dess styrutrustning från en utländsk huvudleverantör. Styrsystemet är detta bolags standardsystem. Kemister, elektriker och blivande operatörer vid Slitefövaltningen har genomgått ett omfattande utbildningsprogram hos huvudleverantören. Redan vid projekteringen av anläggningen i Slite diskuterades givare och metodik för att kunna ha en kontinuerlig automatisk övervakning av förslitningen av den maskinella utrustningen och kunna beräkna behovet av underhållsinsatser. Detta kommer att införlivas i ett vidareutvecklat maskinskyddssystem.

Övervakningen av råmaterialprocessen i Sliteanläggningen klaras av ett fåtal operatörer. Med servicepersonal inräknat behövs sammanlagt elva personer i tre skift för att hålla driften av hela fabriken i gång dygnet runt året om. Det totala antalet anställda i Slitefabriken är ca 270.

12.4 Vattenverk, reningsverk m m

Både för reningen av dricks- och avloppsvatten används datorstödda styrsystem. Systemen används för övervakning och för att styra reningsförloppet. Ofta är pumpstationer och andra enheter som behöver styras och övervakas geografiskt utspridda. Därför ingår i systemen fjärrkontrollterminaler. Det är främst i större vatten- och reningsverk som datorstödda system installerats.

I reningsverket i Åkeshov utanför Stockholm används t ex ett system som styr reningsförloppet och ombesörjer kommunikationen till kontrolltavlor. Reningen kan också styras från kontrolltavlorna. Systemet styr dels olika mekaniska moment (t ex skrapor och automatiskt byte av filter) i olika reningsetapper, dels flödet mellan reningsetapperna och behandlingen i dessa.

Även sophanteringen i vissa bostadsområden har automatiserats. I Stockholmsförorterna Akalla, Kista och Järva finns transportsystem i vilka soporna sugs till centraler där de bränns eller lastas på containers. Utbyte av containers sker också automatiskt.

12.5 Övrigt

Utöver de styrsystemtillämpningar som hittills beskrivits, vilka främst rört styrning av förädlingsprocessen, energiförbrukningen etc i olika produktionsskeden i processindustrierna, finns en del generella tillämpningar av mindre omfattning som framför allt i framtiden kan beräknas få stor spridning. Ett sådant tillämpningsområde är styrning och övervakning av "servicefunktioner" i fastigheter. Det kan t ex röra temperaturreglering, ventilation, belysning m m främst i syfte att minska energiåtgången. I de fall skilda taxor tillämpas för elenergin kan också viss förbrukning (t ex uppvärmning av varmvatten) styras till tider då taxan är låg.

Ett annat område som nämnts i några branschstudier är övervakning av maskiner. Det kan t ex gälla förbättrad löpande uppföljning och övervakning av drifttid, vibrationer etc (s k tillståndssystem) vilket kan ge en uppfattning om förslitningen och göra att underhållsarbetet i större utsträckning kan ske planerat och förebyggande. Underhållsplaneringen och underhållsrutinerna kommer överhuvud taget att få allt större betydelse för produktionsresultatet. En annan tillämpning är förbättrade och känsligare motorskyddsfunktioner vid över- eller underbelastning, vilket kan användas för att identifiera driftstörningar t ex att något fastnar. Därigenom kan olycksfall och skador på anläggningsutrustningen förebyggas.

13 Sammanfattning av iakttagelser och slutsatser om användningen av datorstödda styrsystem

13.1 Inledning

Syftet med detta kapitel är dels att ge en kort *sammanfattning* av det material i branschstudierna som belyser *effekterna av datorstödda styrsystem,* dels att redovisa vissa av de *slutsatser* som kommittén dragit av studierna. Slutsatserna rör huvudsakligen faktorer som styr *omfattningen och inriktningen av datorstödet* i olika branscher. Bedömningar av den framtida utvecklingen av styrsystemens användning i respektive bransch redovisas främst i avsnitt 18.5.

Som nämndes i kapitel 2 innebär arbetsfördelningen mellan DEK och dataeffektutredningen att DEK i denna rapport inte närmare kartlagt datateknikens inverkan på bl a sysselsättning och arbetsinnehåll. I de olika branschstudierna redovisas också främst de effekter datorstödda styrsystem har på faktorer som direkt påverkar produktionsresultatet i företagen exempelvis kapital- och råvaruutnyttjandet. Med utgångspunkt från sambanden mellan olika slag av effekter, som de exemplifierats i kapitel 2, sammanfattas dock i avsnitt 13.3.2 erfarenheter från branschstudierna när det gäller effekter för sysselsättningen och arbetsmiljön i den direkta produktionen.

I avsnitt 2.1 redovisades också processindustristudiens avgränsning vilken medfört att studierna i huvudsak inriktas mot större processindustrianläggningar. Denna och övriga avgränsningar innebär att intresset i studien främst riktats mot vissa delar av industrin och inom dessa endast mot några av flera tillämpningsområden för datorstöd. Karaktäristiskt för dessa tillämpningsområden är att mekaniseringen och automatiseringen drivits relativt långt redan innan datorstöd börjat utnyttjas. Inte minst när det gäller sysselsättningens utveckling kan de största framtida effekterna av datorstöd ligga inom andra, mer lönekostnadsintensiva verksamheter än de som här studerats. Det är således viktigt att ta hänsyn till studiens avgränsningar så att inte slutsatsernas giltighet överskattas.

13.2 Sammanfattning av branschstudierna

13.2.1 *Gruvor och mineralbrott*

Gruvindustrin domineras av de två företagen LKAB och Boliden AB som också svarar för merparten av de 25 datorstödda styrsystem som för

Tabell 13.1 Antal installerade och planerade datorstödda styrsystem inom gruvor och mineralbrott

Tillämpning	Installerade styrsystem	Planerade styrsystem
Styrning av röntgenutrustningar	10	1
Tåg och krosstyrning	2	
Styrning av pumpstationer	2	
Styrning och övervakning av		
– anrikningsverk	3	
– sovrings- och krossverk	2	1
– malm- och sligutlastning	2	
– delprocesser i kulsinterverk	2	
Produktionsstyrning		1
Övrigt	2	1
Summa	25	4

Källa: Teleplan

närvarande finns installerade i branschen. Systemen är inriktade mot såväl själva brytningen som anrikningen av malmen.

Antalet system fördelat på olika tillämpningar framgår av tabell 13.1. Tillämpningarna kommenteras kortfattat i det följande:

Styrning av röntgenutrustningar används både vid brytning och anrikning. Styrning av pulpröntgen är en förutsättning för att öka automatiseringsgraden och möjliggöra processtyrning vid anrikning genom flotation.

LKAB har två *system för tåg- och krosstyrning* vid malmbrytning varav ett mycket omfattande för brytning på 540- och 775-metersnivåerna i Kirunavaaragruvan. Systemet styr transporten av malm från störtschakten i anslutning till brytningen, där fosforhalten i malmen varierar, till krossfickorna där man via blandning önskar hålla konstanta kvaliteter. Dessutom ingår styrning av själva krossningen och andra funktioner, övervakning av kontaktledningsnät och strömförsörjning, rapporteringsfunktioner m m.

Systemen för tåg- och krosstyrning syftar främst till högre produktivitet men även till jämnare produktkvalitet. Tabell 13.2 visar produktiviteten och automatiseringsgraden för transport- och krossanläggningarna i LKAB:s Kirunavaaragruva enligt de uppskattningar företaget gjort.

Tabell 13.2 Samband mellan automatiseringsgrad och produktivitet för transport- och krossanläggningar i LKAB's Kirunavaaragruva

År	Huvuddelen av produktionen sker på nivå	Grad av automatisering	Produktivitet för transport- och krossläggningarna Kton/manår
1971	420	låg	64
1979	540	hög	102
1984	775	mycket hög	150

Källa: LKAB

Datorstödda system för styrning av pumpstationer installeras främst i energibesparande syfte.

Datorstödda system för styrning av delprocesser i anrikningen är huvudsakligen inriktade mot att öka utbytet av malmen och åstadkomma en bättre (jämnare) produktkvalitet. Boliden AB behandlar i sina anrikningsverk mycket låghaltiga komplexa malmer vilket komplicerar processtyrningen. Inom Boliden AB har ett omfattande arbete bedrivits för att utveckla datorstödda system för styrning av flotations- och malningsprocesserna i anrikningen. Flotation är en mycket komplicerad process där styrningen ställer höga krav på tillgängligheten och noggrannheten hos mätgivarna och på snabba åtgärder från processansvariga.

De många gånger svåra miljöer i vilka de datorstödda styrsystemen skall verka skapar bl a besvärliga givarproblem.

13.2.2 *Livsmedelsindustrin*

Livsmedelsindustrins olika delbranscher skiljer sig väsentligt åt när det gäller storlek, företagsstruktur och grad av mekanisering och automatisering. Flera av delbranscherna har en splittrad produktionssammansättning vilket minskar möjligheterna att automatisera tillverkningen. Genom att specialisera och koncentrera produktionen och tillämpa en mer flödesorienterad produktionsteknik söker företagen skapa förutsättningar för att ta tillvara stordriftsfördelar och rationalisera produktionen. Denna utveckling, som i sin tur sammanhänger med ägarstrukturens grad av koncentration, är den viktigaste faktorn när det gäller spridningen av avancerade styrsystem.

Slakteri- och charkuteriindustrin

Produktförädlingen inom slakteribranschen är till stor del fortfarande baserad på manuella metoder. Det datorstöd som utnyttjas är därför främst inriktat på att övervaka och styra produktionen. I det system som installeras i Farmeks styckningsanläggning i Örebro ingår en omfattande dataregistrering av produktionsförloppet från hämtning av livdjur till distributionen av färdiga produkter.

Charkuteriindustrins processer är i allmänhet enkla och kräver inte någon avancerad styrning. Vissa avgränsade mikrodatorbaserade tillämpningar finns idag. Den pågående koncentrationen och specialiseringen inom branschen påskyndar utvecklingen mot ökad automation och tillämpningar där datorsystem styr och övervakar råvarutransporter, dosering och andra moment och där det mänskliga arbetet reducerats till övervakning.

Datorstödet inom slakteribranschen syftar främst till att höja råvaru- och anläggningsutnyttjandet. Systemen inom charkuteribranschen är också inriktade mot personalbesparingar.

Mejeriindustrin

Mejeriindustrin är den livsmedelsbransch som tillämpar de mest avancerade datorstödda styrsystemen i produktionen. ARLA's anläggning i Linköping är ett exempel på detta. Där styrs mjölkbehandlingen centralt från ett

kontrollrum av en enda operatör. Det är i stor utsträckning fråga om sekvensstyrning som automatiserats. Datorstöd utnyttjas även för att styra transporter och materialhantering bland annat genom förarlösa truckar som transporterar produkter från förpackningshallen till kyllagret. I systemet finns omfattande rutiner för rapportering, orderbehandling och andra administrativa rutiner samt system för styrning och uppföljning av olika servicefunktioner som klimatreglering m m.

Motiven för dessa omfattande system är att höja anläggningsutnyttjandet och möjliggöra personalbesparingar. Genom mekanisering och automatisering har många tunga arbetsmoment och arbete i kyla försvunnit. Kraven på yrkeskunskap i den direkta produktionen har minskat och arbetet har mer fått karaktär av övervakning.

Frukt- och grönsakskonservindustrin

Det breda produktsortimentet inom frukt- och grönsakskonservindustrin har hittills begränsat möjligheterna till automatisering av produktionen. Datorstöd utnyttjas för närvarande i rätt liten omfattning vid processtyrningen. Främst har reläbaserade system ersatts av PC-system i avgränsade delprocesser såsom fyllningsutrustningar och kompressorer. Motiven för att införa dessa tillämpningar har varit personal- och energibesparing. Datorstöd utnyttjas också för att följa upp exempelvis sterilisering genom mer omfattande informationsinsamling och bearbetning än vid traditionella metoder. De administrativa tillämpningarna vid ett av de största företagen i branschen omfattar flera funktioner med karaktär av produktionsplanering.

Bageriindustrin

Bageriindustrin har en mycket splittrad företagsstruktur och omfattar såväl stora industriella bagerier med automatiserad produktion som små hantverksmässiga kvartersbagerier. Denna studie har främst omfattat större matbrödsbagerier. Den automatisering som genomförts inom dessa har i liten utsträckning inbegripit datorstöd. Hålkortsstyrd dosering är den mest etablerade tillämpningen som flera av de större bageriföretagen utnyttjar. Syftet är främst att uppnå större exakthet i doseringen samt att minska personalbehovet. För övrigt utnyttjar de större bagerierna datorstöd huvudsakligen för mera administrativt inriktade tillämpningar som orderbehandling, fakturering etc. Ett fåtal bagerier har utvecklat system som även innehåller rutiner för produktionsplanering och -uppföljning. Ett av de viktigaste motiven för dessa system är att förbättra kontrollen över råvaruförbrukningen samt den ekonomiska uppföljningen av produktionsresultatet.

Från sysselsättningssynpunkt kommer en ytterligare automatisering av den direkta produktionen att ha mindre betydelse jämfört med rationaliseringar i angränsande tillverkningsled, exempelvis förpackning och expedition.

Sockerindustrin

Under 1950- och 1960-talen genomgick sockerindustrin en omfattande strukturomvandling och automatisering varvid analoga styrsystem togs i bruk. Möjligheterna till personalbesparingar i kvarvarande anläggningar uttömdes i stor utsträckning under denna period. Motiven för införande av styrsystemtillämpningar har därefter allt mer förskjutits mot ett effektivare utnyttjande av råvaran samt energibesparing. Datorstöd används bl a för att systematisera processdata, öka processkunskapen och därigenom förbättra processtyrningen. Detta görs vid särskilda undersökningstillfällen. Rutinerna vid den löpande produktionen och utrustningen i anläggningarna har inte ändrats nämnvärt annat än att t ex konventionella reläer bytts ut mot PC-system.

Choklad- och konfektyrindustrin

Choklad- och konfektyrindustrin är en relativt liten bransch vilket medför att utrustningsleverantörernas intresse för mot branschen inriktad utveckling och anpassning är begränsat.

Inom det största företaget, AB Marabou, har hittills utvecklats två PC-system för transportstyrning. Man räknar inom företaget med att under de närmaste åren främst utveckla datorstödet inom området produktionsplanering.

Bryggeriindustrin

Det helt dominerande bryggeriföretaget, AB Pripps Bryggerier, tillämpar för närvarande datorstöd vid processtyrningen i tre av sina nio bryggerier. Främst är det fråga om PC-system för sekvensstyrning. Motivet för tillämpningarna är att flexibiliteten och driftsäkerheten ökar. I samband med ombyggnader etc kommer denna typ av styrning på sikt att införas i samtliga anläggningar. Ett mer omfattande datorutnyttjande planeras när det gäller distributionsplanering och lagerstyrning.

13.2.3 *Textil- och konfektionsindustrin*

Inom textilindustrin finns sedan länge etablerade tillämpningar för styrning av vävstolar (numerisk styrning). PC-system för styrning av andra typer av processer (färgning, blekning, tvättning o s v) är ett område i snabb utveckling.

Den mest avancerade datortillämpningen inom konfektionsindustrin brukar sammanfattningsvis kallas *datorbaserad mönsterhantering*. I dessa system utnyttjas datorstöd för att omforma grundstorleken av ett plagg till ett visst antal storlekar (gradering), lägga ut mönsterdetaljerna på tyget före tillskärningen (läggoptimering) samt att överföra läggbilden till tyget (projicering) för manuell eller automatisk tillskärning.

Datorbaserad gradering innebär större flexibilitet samt minskat personalbehov för företagen. Läggoptimering och automatisk tillskärning syftar framför allt till att minimera tygåtgången.

Ett sextiotal företag utnyttjar hela eller delar av de tilllämpningar som beskrivits ovan, de flesta via servicebyrå eftersom systemen kräver omfattande investeringar.

13.2.4 *Sågverk*

Den tekniska utvecklingen i sågverken under 1960- och 1970- talen har främst inneburit att driften mekaniserats och automatiserats. Datorstöd utnyttjas huvudsakligen i avgränsade tillämpningar exempelvis:

- *Timmersortering och -hantering.* Vid inmätningen, som utgör underlag för skogsägarens debitering av sågverket, mäts vanligen längd, bredd, avsmalning o s v automatiskt för varje stock. Likaså kan sortering av timret efter sågningsklass samt transporter styras automatiskt.
- *Postningen.* Bestämningen av hur en viss stock bäst bör sågas har stor betydelse för utbytet. Systemen ger vanligtvis förslag till postning för bästa volymmässiga eller ekonomiska utbyte.
- *Kantningen.* Vid sågningen får man sidobräder där den sneda kanten måste fräsas eller sågas bort i ytterligare en bearbetning. För kantningen finns flera automatiska system utvecklade som mäter brädorna och beräknar hur kantningen skall göras för bästa utbyte. I vissa system görs även kvalitetsbedömningar med hjälp av datorbaserad bildbehandlingsutrustning. Genom att även inläggning och inriktning automatiserats i dessa system kan de betraktas som den mest avancerade form av datorstöd som tillämpas i svenska sågverk för närvarande.

De övergripande datorsystem som finns installerade omfattar idag huvudsakligen administrativa funktioner. Ett stort problem när det gäller system inriktade mot produktionskontroll och produktionsstyrning är svårigheterna att till rimliga kostnader förse systemen med relevanta data om produktionsförloppet och produkterna under bearbetning. Till detta bidrar den traditionella produktionsorganisationen vid svenska sågverk där exempelvis de data som genereras vid timmerinmätningen "försvinner" genom den ostrukturerade timmerlagringen. Metoder för att tillräckligt snabbt och tillförlitligt mäta virkets dimensioner och andra egenskaper i olika bearbetningsled saknas för närvarande också.

De tillämpningar av datorstöd som finns idag inom sågverken syftar huvudsakligen till att *höja råvaruutbytet.* Råvarans andel av de direkta produktionskostnaderna (exklusive kapitalkostnader) uppgår till 70 – 75 procent. Även sysselsättning, arbetsinnehåll och arbetsmiljö har i hög grad påverkats av de högautomatiserade tillämpningar som införts. Drygt ett 15-tal sågverk har idag installerat kantautomater. Närmare 20 verk kan beräknas tillämpa någon form av datorstöd för postningen.

Den tekniska utvecklingen inom sågverksindustrin domineras av utrustningsleverantörerna där flera svenska företag är framstående även internationellt sett. En viktig förutsättning för en ökad spridning av datorstöd inom sågverken är att den produktionstekniska kunskapsnivån i branschen höjs. Huvuddelen av sågverksindustrins satsning på FoU sker inom ramen för den kollektiva forskningen. Från och med halvårsskiftet 1980 har den kollektiva träteknikska forskningen omorganiserats och fått förstärkta resurser.

13.2.5 *Massa- och pappersindustrin*

Inom massa- och pappersindustrin har datorstödda styrsystem fått en stor spridning. En rad tillämpningar finns för såväl produktionsstyrning som processtyrning. Vid ett par tillfällen har man inventerat de installerade datorstödda styrsystemtillämpningarna i svensk massa- och pappersindustri. Utvecklingen har varit snabb de senaste sex till sju åren. Tillväxten är ca 30 system per år och i början av 1980 torde det sammanlagda antalet installerade system ha uppgått till ca 250. I världen totalt kan antalet system vid samma tidpunkt uppskattas till ca 2 500 med en tillväxt på ca 300 system per år. Paketsystem för styrning av pappersmaskiner dominerar med mer än 1 600 system.

I tabell 13.3 redovisas hur de datorstödda tillämpningarna i Sverige fördelar sig på olika objekt.

Tabell 13.3 Antalet i Sverige installerade styrsystem vid olika tidpunkter fördelat på tillämpningar

Tillämpningar		aug 74	nov 75	jan 78
Pappers-	Pappersmaskin	43	53	80
bruk	Rullhantering	3	3	11
	Övrigt	4	5	7
Fiberlinje	Kokeri	9	15	18
	Blekeri	4	4	7
	Sliperi	2	3	4
	Övrigt	5	5	7
Återvinning	Sodapanna	2	2	3
	Övrigt	4	4	4
Laboratorier	Papper	8	8	11
	Övrigt	6	6	8
Produktionsstyrning		3	4	6
Övrigt		7	13	27
Summa		100	125	193

Källa: Svensk Träforskningsinstitutet

System för pappersmaskinstyrning dominerar med ca 40 % av totala antalet system. Sammanlagt svarar tillämpningar i papppersbruk för ca 55 % medan tillämpningar i massabruk inklusive kemikalieåtervinning svarar för ca 25 %. Resterande 20 % motsvaras av företagsövergripande tillämpningar liksom särskilda tillämpningar betingade av energi- och miljöhänsyn m m.

Huvuddelen av tillämpningarna återfinns i de moderna, stora anläggningarna medan datorstödda styrsystem är sällsynta i t ex mindre och äldre massafabriker. Inom ett och samma företag finns därför ofta en stor spridning av styrsystemtillämpningar mellan de olika fabriksenheterna. Beträffande den framtida användningen av avancerade styrsystem görs inom massa- och pappersindustrin den bedömningen att styrsystemtekniken kommer att utgöra ett mycket väsentligt inslag i företagens strävan att öka produktiviteten och den internationella konkurrenskraften.

Centrala motiv för investeringar i avancerade styrsystem är:

- *Högre och jämnare produktkvalitet.* Praktiskt taget alla tillämpningar syftar på ett eller annat sätt till att hålla produkternas kvalitetsegenskaper konstanta (detta utgör också förutsättningen för råvarubesparing och energibesparing).
- *Minskad råvaruförbrukning.* Vedråvarutillgången utgör i dag ett av de största problemen för svensk skogsindustri. En lägre råvaruförbrukning kräver en produktion med snävare toleranser vilket styrsystemen kan bidra till. Jämnare produktionsbetingelser innebär också råvarubesparing. Om spridningen i egenskaper minskar kan man lägga sig närmare "toleransgränsen". Produktionen kan också ske med lägre grad av kassation och mindre materialförluster till den omgivande miljön. Man kan knappast påstå att styrsystem på ett direkt sätt innebär att *ved*råvaran kan drygas ut. Men genom de indirekta effekterna blir bidragen påtagliga. Betydande *direkta* vinster av förbättrad styrning kan däremot göras när det gäller förbrukningen av kemikalieråvaror.
- *Minskad energiförbrukning.* Massa- och pappersindustrin svarar för ca 40 % av den totala energiförbrukningen inom industrin. En avsevärd del av behovet täcks genom egenproduktion av ånga och el. Styrsystem kan användas för att övervaka och samordna den fabriksövergripande energiproduktionen och förbrukningen för att t ex:

  - minimera spillenergi (t ex undvika friblåsning av ånga eller utsläpp av varmvatten)
  - utnyttja billigaste energikälla (t ex undvika stödeldning med olja)
  - upptäcka läckage (t ex öppna ventiler och trasiga rör).

  Vidare kan energibesparingar uppnås genom en effektivare styrning av enskilda processteg, främst energitunga sådana som t ex flisraffinering, malning av massa samt massatvättning.
- *Ökat anläggningsutnyttjande, högre tillgänglighet* och *bättre underhåll.* De kapitalintensiva anläggningarnas räntabilitet påverkas i hög grad av kapacitetsutnyttjandet och man brukar därför säga att vinsten ges av "de sista tonnen". I syfte att effektivisera anläggningsutnyttjandet kommer olika produktionsstyrsystem att få en vidgad spridning. Tillgänglighet och underhåll är självfallet beroende av varandra. Här kan man knappast säga att styrsystem hittills haft någon nämnvärd effekt, men sådana tillämpningar är att förvänta – de potentiella vinsterna är avsevärda. Tillgängligheten hos de tyngre processenheterna är inte imponerande och driftavbrott betyder stora kostnader. Underhållet kommer att förändras väsentligt genom att processutrustningen förses med datorbaserade system för övervakning av drifttillstånd. Härigenom kan ett mer målinriktat underhållsarbete sättas in. System av denna typ kan ännu inte anses vara i drift inom massa- och pappersindustrin.

Sammanfattningsvis kan konstateras att processtyrningstilllämpningar kommer att öka starkt särskilt inom massaframställningsledet och i den s k kemikalieåtervinningscykeln. Därvid kommer intresset särskilt attriktas mot fabriksövergripande informations- och planeringssystem.

Man kan inte räkna med att styrsystemtillämpningar skall påverka arbetsstyrkan nämnvärt i dagens moderna fabriker. Tvärtom kan sägas att den personella rationaliseringen redan drivits så långt det är möjigt och att

datorbaserade hjälpmedel kan utgöra viktiga förutsättningar för en effektiv produktion med den bemanningsnivå man har i dag.

Endast för den lönekostnadsintensiva laboratorieprovningen kan man vänta att övergång till automatiserade metoder kan leda till personalbesparingar. Införande av styrsystem ställer å andra sidan nya personella krav. Således krävs underhållsinsatser för både system och instrument och en allt större insats för kalibrering och funktionskontroll av instrument ute i fabriken.

13.2.6 *Kemisk industri inklusive plastvaruindustrin*

Den kemiska industrin är mycket heterogen. Inom s k kemisk basindustri föreligger avsevärda stordriftsfördelar och företagsstrukturen kännetecknas av få och efter svenska förhållanden stora enheter. I vidareförädlingsledet är företagsstrukturen mera splittrad. Någon fullständig kartläggning av styrsystemanvändningen inom den kemiska industrin har inte genomförts. Studien ger dock en uppfattning om inom vilka områden datorstödet hittills fått störst omfattning.

Eftersom en stor del av produktförädlingen inom den kemiska industrin utgörs av sekvensiell styrning av processer har sekvensstyrning med PC-system fått stor spridning. De anses allmänt innebära bättre driftsäkerhet och tillgänglighet jämfört med traditionella analoga system.

Vidare utnyttjar de större företagen inom den *kemiska basindustrin* allmänt datorbaserade system för uppföljning och övervakning av driften. Dessa kan bland annat innebära:

- bättre översikt över processerna, särskilt när det gäller larm
- bättre analysstöd genom beräkningsrutiner för tidsserieanalys m m
- förbättrad och mindre kostnadskrävande rapportering
- personalbesparingar.

Antalet system för direkt processreglering, där manuell styrning automatiserats i någon större omfattning, är ännu så länge begränsat. Flera av de större företagen utnyttjar datorstöd i laboratoriearbetet och vid provtagning i tillverkningen.

Inom *färgindustrin* finns i dag system för recept- och kulörkontroll och automatiserad dosering. Det senare gäller enbart produkter som tillverkas i stora volymer. Några system för direkt processreglering finns för närvarande inte.

Ett flertal system för styrning och kontroll av laborativa processer finns inom *läkemedelsindustrin.*

Inom *kemisk-teknisk industri* utnyttjas datorstöd främst i avgränsade tillämpningar som styrning av fyllningsmaskiner och automatisk dosering. Minskad råvaruförbrukning och förbättring av arbetsmiljön är viktiga motiv.

De installationer av styrsystem som för närvarande finns inom den *plastbearbetande industrin* är huvudsakligen inriktade mot några av följande tillverkningsprocesser:

- formsprutning
- strängsprutning

– kalandrering (valsning) och laminering.

Systemen för styrning av form- och strängsprutning syftar främst till att minska materialåtgången och höja kvaliteten. Man vinner också i snabbhet vid verktygsbyten.

Den centrala funktionen vid kalandrering och laminering är mätning och styrning av tjockleken på filmen eller folien. Styrsystem syftar alltså huvudsakligen mot att uppnå en jämnare produktkvalitet och därmed bättre råvaruutbyte.

Enligt uppgift från branschorganisationshåll finns det idag få mera omfattande datoriserade system för produktionsövervakning inom den plastbearbetande industrin. I några företag utnyttjas industrirobotar för att transportera formar och plocka ut de färdiga detaljerna vid formsprutning.

13.2.7 *Järn-, stål- och metallverk*

Inom järn-, stål- och metallverk finns idag ett 70-tal styrsystem installerade motsvarande en investering på ca 100 Mkr i löpande penningvärde. Ett 40-tal system planeras eller befinner sig under utveckling. Investeringsbehovet för dessa uppskattas till mer än 100 Mkr. I princip alla anläggningar med någon form av avancerad styrsystemtillämpning har kontaktas vid studiens genomförande vilket innebär sammanlagt ett 30-tal av totalt ca 35 anläggningar. Användningen av styrsystem fördelad på olika slag av järn- och stålverk samt metallverk framgår av tabell 13.4.

Tabell 13.4 Antal installerade respektive planerade styrsystem inom järn-, stål- och metallverk

Delbransch	Installerade styrsystem	Planerade styrsystem
Handelsstålverk	25	18
Specialstålverk	34	18
Metallverk	9	5
Summa	68	41

Källa: Teleplan

Styrsystemens fördelning på tillämpningar inom *järn- och stålindustrin* redovisas i tabell 13.5.

Den vanligaste och mest spridda styrsystemtillämpningen är chargekorrektionsberäkning d v s analys och beräkning av vilka ämnen och legeringar som skall tillsättas smältan för att önskad stålkvalitet skall uppnås. Den sker för specialstålverk i samband med stålanalysen medan den för handelsstålverk kan vara integrerad i styrning av LD-ugnar. Utvecklingen går mot system som förutom chargekorrektion även svarar för administration och statistisk bearbetning av laboratoriedata.

För *metallverk* fördelar sig styrsystemen på tillämpningar enligt redovisningen i tabell 13.6.

Tabell 13.5 Antalet installerade respektive planerade styrsystem inom järn- och stålverk fördelat på tillämpningar

Tillämpning	Installerade styrsystem	Planerade styrsystem
Chargekorrektionsberäkning	9	2
Styrning av valsverk (storskruv-inställning och stickschema-beräkning)	4	1
Styrning av stränggjutningsanläggning	1	5
Styrning av ugnar (värmebehandlingsugnar och ämnesugnar)	9	10
Varvtals- och hastighetsreglering i fin-, tråd- och bandvalsverk	4	
Material- och produktionsstyrsystem	8	5
Styrning av elektrostålugnar	2	2
Styrning av LD-ugnar	3	
Styrning av maskiner och behandlingslinjer (saxar, kranar, kapmaskiner, galvaniseringslinjer, betlinje och klipplinje)	12	6
Övrigt som t ex styrning av panncentral och kylsträckor, beskickningsberäkning, logg, vägningssystem och klimatstyrning	7	5
Summa	59	36

Källa: Teleplan

Tabell 13.6 Antalet installerade respektive planerade styrsystem inom metallverk fördelat på tillämpningar

Tillämpning	Installerade styrsystem	Planerade styrsystem
Styrning av ugnar	1	2
Vägnings- och chargeringssystem	5	
Chargekorrektionsberäkningar	2	
Kontrollrumssystem	1	
Övrigt som material- och produktionsstyrning, maskin- och effektstyrning		3
Summa	9	5

Källa: Teleplan

Dominerande tillämpning är styrning av ugnar och vägnings- och chargeringssystem. I och med de stigande energipriserna har ugnsstyrning blivit alltmer aktuellt.

När det gäller spridningen av installerade styrsystem kan två grupper av företag urskiljas. Den ena gruppen omfattar ett relativt stort antal företag som saknar eller endast har något enstaka system. Dessa företag har i regel

ett begränsat kunnande och ringa erfarenhet på området. De är därför hänvisade till mer eller mindre nyckelfärdiga paketsystem. Den andra gruppen företag har ett stort antal system (fem eller fler) och ofta processdatorkunnig personal för egen utveckling. De kan därför driva styrsystemprojekt i egen regi.

Om även planerade system inkluderas blir storleksrelationen mellan de båda grupperna betydligt jämnare.

Utvärderingarna av effekterna av installerade styrsystem är relativt få. Detta beror bl a på att orsakssambanden är svåra att klarlägga. Ofta införs styrsystem i samband med ombyggnad eller modernisering av existerande anläggningar. Att investeringar i styrsystem kan vara mycket lönsamma visas av att återbetalningstiden för en installation ofta är under två år. Exempel finns på tider ner till några månader.

Avancerade styrsystem leder i många fall till en *förbättrad produktkvalitet.* Denna är dock ofta svår att kvantifiera men är mycket viktig från konkurrenssynpunkt. Bland system där en förbättrad produktkvalitet är den viktigaste effekten kan nämnas:

- chargekorrektionsberäkningar och chargeringssystem
- styrning av valsverk
- maskinstyrningar
- styrning av LD-ugnar
- produktionsstyrning.

I många system kan man också åstadkomma en *minskning av råvaru- och energiförbrukningen.* Det är också huvudmotiv i system för styrning av:

- ugnar
- behandlingslinjer (galvaniserings- och betlinjer)
- stora maskiner.

Styrsystem har även resulterat i *ökad produktivitet* genom minskat personalbehov eller genom att befintlig personal kunnat klara fler arbetsuppgifter tack vare att de har fått bättre hjälpmedel. Detta gäller exempelvis för produktionsstyrnings- och kontrollrumssystem där man kan presentera stora informationsmängder på ett överskådligt sätt, göra konsekvensberäkningar m m. Ökad produktivitet kan också åstadkommas genom ett bättre utnyttjande av produktionsresurserna via kortare behandlingstider, bättre planering, produktion med begränsad bemanning o s v. Många system har också inneburit miljöförbättringar för personalen. Det är dock endast i ett fåtal fall som detta är huvudmotivet för systeminvesteringarna.

Motivet för styrsysteminvesteringar utgör i de flesta fall en kombination av ovan uppräknade faktorer.

Avslutningsvis skall nämnas något om styrsystemens roll i de nya järnframställningsprocesserna. För närvarande pågår i Sverige utveckling av tre alternativa nya processer för järnframställning. Gemensamt för dessa processer är att de fordrar liten eller ingen mängd koks. De utgör också slutna system och är därigenom miljövänliga.

Från processtyrningssynpunkt kan följande sägas om de tre processerna:

Elred, som utvecklas av ASEA och Stora Kopparberg, är en relativt lättstyrd process. Experimentanläggningar styrs manuellt. I ett fullskalesystem blir det aktuellt med datorstöd för produktions- och materialstyrning. För styrning av gasflöden, tryck m m räknar man med att använda konventionell reglerutrustning.

Inred, som utvecklas av Boliden Kemi, fordrar för processen ett datorsystem för beräkning av energi- och massbalanser. Det är främst kolbalansen som skall styras och övervakas. Bearbetning och presentation sker i form av mass- och energibalanser.

Plasmasmältreduktion, som utvecklas av SKF-Steel, kommer att använda ett datorsystem för styrning och övervakning med hjälp av bl a processmodeller. Mätning sker av flöden, tryck, temperatur och koloxidhalt. Gastillverkningen styrs med avseende på temperatur, koloxidhalt och flöden.

13.2.8 *Elkraftindustrin*

Elkraftindustrin och massa- och pappersindustrin är de branscher i Sverige som har de mest omfattande investeringarna i styrsystem.

Systemen inom elkraftindustrin används för att övervaka och styra:

- produktionen (t ex övervakning och reglering av vattenkraftverk)
- överföringen (t ex övervakning av överföringen från Norrland samt till- och frånkopplingar i kraftledningsnätet)
- distributionen (t ex fjärrkontroll av fördelningsstationer och återuppbyggnad efter störningar).

De huvudsakliga skälen för att införa datorstödda styrsystem inom produktion, överföring och distribution av elkraft är att:

- reducera behovet av reservkapacitet (spara bränsle och senarelägga investeringar)
- höja kvaliteten och tillgängligheten på elkraften
- höja verkningsgraden och tillgängligheten hos produktionsenheterna
- utnyttja produktionsenheterna i den ordning som ger lägsta produktionskostnad
- åstadkomma personalbesparingar genom att driftövervakningen centraliseras och rutinuppgifter automatiseras.

Att kvantifiera effekterna i kronor bedöms omöjligt på nuvarande stadium. Lönsamheten för investeringar av detta slag anses dock allmänt mycket god. Ett särdrag hos elkraftindustrin är att elkraftsförsörjningen kräver en planeringshorisont på 10–15 år vilket är en avsevärt längre tid än för övrig industri. För större styr- och övervakningssystem önskas livslängder överstigande 15 år. Projekteringstider på 6–8 år är inte ovanliga för dessa system. Tidsperspektiven ställer speciella krav på planerande och policyskapande instanser. Särskilt viktigt är att säkerställa möjligheter att underhålla och bygga ut systemen.

13.3 Iakttagelser och slutsatser beträffande användningen

13.3.1 *Spridningen av datorstödda styrsystem*

Den produktionstekniska utvecklingen mot *mer flödesorienterad drift och ökad kapitalintensitet ökar kraven på effektiv styrning* och påskyndar därigenom spridningen av avancerade styrsystemtillämpningar. Systemen har också ett mera direkt samband med den övriga anläggningsutrustningen. Införande av nya styrsystem är nämligen ofta förknippat med investeringar i annan produktionsutrustning i samband med ny- eller ombyggnad av anläggningar. Detta beror på att mer avancerad styrning i många fall inte kan tillämpas på gammal utrustning.

Sambanden mellan system och anläggningsutrustning medför att användningen av mer avancerade styrsystemtillämpningar också sammanhänger med *investeringsutvecklingen i stort* i respektive bransch. Denna beror i sin tur på bl a faktisk och förväntad lönsamhet i branschen, produktionsvolymens utveckling, kapacitetsutnyttjandet m m. Ökande produktionsvolym och expansion underlättar generellt sett tekniskspridning. Branschstudierna har dock visat att spridningen av ny produktionsteknik sker både i branscher med kapacitetsutbyggnader och i branscher med stagnerande produktionsutveckling. En viktig orsak till det senare är att koncentrerad ägarstruktur möjliggör koncentration och specialisering genom omfördelning av produktionen mellan anläggningarna.

Den viktigaste faktorn för att förklara spridningen av olika styrsystemtillämpningar är dock *kunskapsnivån* och den *tekniska kompetensen* i respektive bransch. En systeminstallation förutsätter en omfattande kunskapsuppbyggnad och kunskapssamverkan som kan vara svår att köpa utifrån och som tar lång tid och mycket resurser att mobilisera internt i användarföretagen. Det gäller dels kunskap om vilka tillämpningar som är tekniskt och ekonomiskt tillgängliga, dels vilka krav på nya kunskaper som införandet och användningen av datorstödda produktions- och processtyrsystem ställer. Kraven på kompetens hos användarföretagen i olika skeden av systemutvecklingen och användningen behandlas i kapitel 14 Förutsättningar för utveckling, installation och förvaltning av styrsystem.

Inriktningen hos leverantörerna av styrsystem förklarar också till en del skillnaderna i systemutnyttjande mellan olika användarbranscher. Tillgång till paketsystem sänker exempelvis kraven på kompetens hos användarföretagen och påskyndar således spridningen av datorstödet. Utbudet av paketsystem i sin tur sammanhänger med leverantörernas intresse för respektive bransch. Mindre branscher med bred produktionsteknik och därmed små försäljningspotentialer har sämre möjligheter att få en mot branschen inriktad utveckling och anpassning till stånd. I många branscher exempelvis mejeriindustrin och sågverksindustrin domineras utvecklingen av nya tillämpningar av leverantörsföretag.

Många iakttagelser och erfarenheter som redovisas i denna studie har bedömare inom massa- och pappersindustrin bidragit med. I denna bransch finns många olika tillämpningar, en bred spridning och en lång erfarenhet av användningen av datorstödda styrsystem. Inte bara företagsledningarna utan också personalföreträdare ser, såvitt kommittén erfarit, positivt på an-

vändningen av datorstöd i produktionen. Anledningen till den omfattande spridningen och de positiva erfarenheterna förklaras av en hög teknisk nivå i branschen, systemens goda lönsamhet samt att man har en i jämförelse med många andra branscher hög grad av erfarenhetsutbyte mellan företagen. Massa- och pappersindustrin satsar också på kollektiv forskning med inriktning på bland annat styrsystemtillämpningar vilket påverkat utvecklingen. Viljan till erfarenhetsutbyte förklaras enligt branschföreträdare av att massa- och pappersindustrin i så stor utsträckning är exportorienterad. Man upplever sig i första hand konkurrera med utländska företag och inte med svenska. Förutom det stora utlandsberoendet torde också branschtradition och en rad andra skäl spela in. Det öppna erfarenhetsutbytet och den kollektiva forskningen torde ha medfört att många misstag och anpassningsproblem, som en oerfaren styrsystemanvändare annars lätt råkar ut för, kunnat undvikas.

Branschstudierna visar att erfarenhetsutbytet i massa- och pappersindustrin har få eller inga motsvarigheter i andra branscher. I stället sker huvuddelen av erfarenhetsspridningen genom utrustningsleverantörer och konsultföretag. Självklart är detta i många fall den naturliga situationen mellan företag som konkurrerar med varandra och där produktionsteknik och anläggningsadministration utgör viktiga konkurrensmedel. Enligt kommitténs åsikt finns det dock *utrymme för ett vidgat erfarenhetsutbyte mellan användarföretag* både inom och mellan de olika användarbranscherna. Det sistnämnda skall bl a ses mot bakgrund av att många erfarenheter om styrsystemen är generellt giltiga oavsett tillämpning eller bransch.

13.3.2 *Datorstödets effekter för sysselsättning och arbetsinnehåll i den direkta produktionen*

De system som här studerats inriktas huvudsakligen mot effektivare utnyttjande av kapital (såväl anläggningskapitalet som kapital bundet i råvaror och material) och råvaror. Detta förklaras bland annat av att kostnadsandelen för löner vanligen är låg i de produktionsavsnitt där systemen tillämpas. Detta innebär dock inte att användningen av datorstödda styrsystem alltid saknar betydelse för sysselsättningen. I branschstudierna har också givits exempel på tillämpningar där personalbesparingar utgjort det huvudsakliga motivet för införandet. Det gäller både process- och produktionsstyrsystem. I allmänhet har dock de studerade systemen små *direkta* effekter på sysselsättningen i antal arbetstillfällen räknat i den direkta produktionen. Sysselsättningsutvecklingen där avgörs i stället mera av företagens allmänna konkurrenskraft och utveckling. I den mån avancerade styrsystemtillämpningar stärker företagens konkurrenskraft bidrar de således *indirekt* till att trygga och eventuellt öka sysselsättningen.

Även om de kvantitativa sysselsättningseffekterna i allmänhet är av ringa omfattning är systemens effekter på arbetsinnehåll och ibland också arbetsmiljö i den direkta produktionen ofta genomgripande. Förändringar och omställningar berör en rad olika befattningshavare och kategorier av anställda.

De största förändringarna när det gäller den fysiska arbetsmiljön inträffar i allmänhet då produktionsövervakningen centraliseras till särskilda kontroll-

rum. I de traditionella processindustrierna som massa- och pappers- samt järn- och stålindustrin, skedde denna övergång redan innan datorstöd började utnyttjas i styrsystemen. I andra branscher, exempelvis mejeriindustrin, kan införandet av datorstöd och centraliseringen av produktionsövervakningen inträffa samtidigt. En övergång till övervakning från centrala kontrollrum innebär dock inte någon förändring i arbetsmiljön för den växande kategorin underhållspersonal. Dessa måste även fortsättningsvis vistas i en miljö som kanske tvärtom blivit sämre jämfört med tidigare och där incitamenten för förbättringar minskat därför att en del av driftpersonalen försvunnit. Arbetsmiljön för underhållspersonal är ett viktigt problem som kräver ökad uppmärksamhet.

En generell effekt av datorstöd är att kraven ökar på driftpersonalen att arbeta enligt fastställda rutiner vilket påverkar såväl den psykiska arbetsmiljön som arbetsinnehållet. För att de datorbaserade rutinerna skall fungera krävs att de manuella rutinerna och de datorbaserade rutinerna samverkar och verkställs på ett förutbestämt och väldefinierat sätt. Detta ställer krav på personalens rapporteringsdiciplin och minskar ofta möjligheterna att tillgripa mer tillfälliga lösningar som kanske kunde tillgripas vid tidigare manuella rutiner. Systemen kan således innebära att de anställda styrs i större utsträckning än tidigare samtidigt som möjligheterna att kontrollera och mäta de anställdas prestationer ökar vid vissa tillämpningar.

Vid införande av styrsystem ändras ofta arbetsorganisationen och nya befattningar inrättas. Några vanliga exempel på detta är:

- Införandet av fabriksomfattande produktionsstyrsystem motiverar ofta att befattningar som skiftgående planerare inrättas med ansvar att samordna driften mellan olika produktionsled.
- Underhålls/instrumentavdelningarna inom processindustrin får ny utrustning att underhålla vilket ställer krav på nya kunskaper och ibland förändrad organisation.
- Den löpande kontrollen av givare har blivit ett viktigt inslag i underhållsarbetet. Vissa arbetsuppgifter, t ex kalibrering och funktionskontroll som tidigare sköttes i driftslaboratorier, flyttas nu ut i anläggningen i den takt som laboratorieanalyser ersätts av givare i produktionen.
- Kraven på hög tillgänglighet medför att inställelsetiden för service- och underhållspersonal måste vara mycket kort. Användarföretagen (i varje fall de större) har därför i allt högre grad övertagit det löpande underhållet och åtgärdandet av fel. Det gäller särskilt de perifera enheter som är anslutna till datorn.

Det är dock inte möjligt att generalisera om datorstödets effekter på arbetsinnehållet. Effekterna är bl a beroende av:

- Utgångsläget innan datorstödet började användas. Datorstödet kan införas vid genomgripande förändringar av hela produktions- och arbetsorganisationen (t ex vid övergång från satsvis till flödesorienterad produktion eller från lokal övervakning till övervakning i centrala kontrollrum) eller endast som ett kompletterande hjälpmedel utan organisationsförändringar.

- Vilka funktioner datorstödet används till och ambitionsnivån för automa-

tiseringen, d v s i vilken utsträckning manuella rutiner ersätts med datorbaserade.
- Hur man valt att organisera arbetet, utforma de manuella rutinerna och fördela de manuella rutinerna mellan olika befattningar. Arbetet kan t ex organiseras med olika grad av specialisering eller rotationstjänstgöring etc.

Den fortsatta framställningen redovisar olika slag av förändringar i arbetsinnehållet för vissa befattningar i den direkta produktionen som belysts i branschstudierna. Mot bakgrund av ovan nämnda svårigheter beträffande generaliseringar bör de inte ses som generellt giltiga för alla branscher och tillämpningar utan som *exempel* på förändringar som kan inträffa under olika omständigheter.

En form av datorstöd som har begränsad effekt för arbetsinnehållet och de manuella rutinerna är när datateknik och elektronik ersätter äldre styrteknik i utrustningar eller i avgränsade tillämpningar exempelvis mätgivare, analysutrustningar, regulatorer m m. Denna förändring medför förändrade krav främst på underhållspersonalens kunskaper.

Andra former av datorstöd som i ökande utsträckning påverkar de manuella rutinerna är när stödet används för att:

- insamla, överföra, bearbeta och presentera information om produktionen och bearbetningsprocessen i syfte att ge uppföljningsinformation samt underlag för personalens bedömningar och åtgärder. Datorstödet ger information som tidigare inte fanns tillgänglig eller ersätter manuella rutiner för uppföljning och informationsammanställning.
- automatisera styrningen av produktionen och bearbetningsprocessen genom att ersätta tidigare manuella bedömningar eller manuellt verkställda styrfunktioner.

I branschstudierna har exempel givits på hur datorstöd kan ge underlag för beslutsfattandet vid olika typer av styrning. Den första typen av datorstöd ovan tjänar främst till att förbättra det mänskliga beslutsfattandet genom att ge driftpersonalen tillgång till bättre och mer lättillgänglig information. Genom exempelvis olika former av interaktiva system kan operatören själv styra vilken information han vill ha. Det kan t ex gälla val av produktionsled eller del av produktionsled, val av processparametrar som skall redovisas och tidshorisonten för uppföljningsinformationen. Dessa system medför normalt inte att arbetsinnehållet utarmas, utan snarare att arbetsinnehållet utvidgas.

Vid automatiserad styrning finns det två funktioner som av olika anledningar ofta inte kan automatiseras till rimliga kostnader. För det första kan det vara fråga om olika typer av rimlighetsbedömningar av en sådan natur att de inte går att handha i en datorbaserad rutin. Det kan avse olika bedömningar av processamband och processtatus, t ex för att kontrollera tillförlitligheten i värdena från olika givare. För det andra kan olika typer av mekaniskt betingade störningar uppstå i processerna där det helt enkelt inte finns möjlighet att i ett automatiserat system mäta av och korrigera det inträffade. Som exempel kan nämnas att produkter kan fastna på transportbanor eller att deg kan fastna på en våg vid automatiserad vägning.

Det finns således både ekonomiska och tekniska hinder för helt automatiserade styrsystem. Kraven på övervakning gör att man under alla omständigheter måste ha en viss bemanning. Vid en långtgående automatisering kan de kvarvarande manuella rutinerna ibland vara osammanhängande eller av andra skäl svåra att foga samman till befattningar med ett rimligt arbetsinnehåll. I "värsta" fall kan detta leda till att driftpersonalen får göra det arbete som "blir över" enligt filosofin "Den där funktionen lönar sig inte att automatisera. Eftersom vi ändå måste ha en person kvar som övervakar kan han/hon lika gärna utföra den som någonting annat".

Den yttersta konsekvensen av ovanstående är tillskapandet av arbetsuppgifter för att hålla operatörens aktivitet på en sådan nivå att han tillräckligt snabbt kan fatta korrekta beslut när hans insats verkligen behövs, t ex vid störningar. I den första fallstudien i bilaga 4 beskrivs ett styrsystem som inte tar hänsyn till operatörens åtgärder (i detta fall en valsare) annat än vid störningar eller då operatören lyckas valsa bättre än systemet. Det sistnämnda kan i allmänhet endast en yrkesskicklig valsare klara. Avsikten är ändå att valsningen skall skötas på traditionellt sätt just för att operatören skall ha en psykisk beredskap att ingripa vid störningar.

Många befattningar i anslutning till styrsystem med till stora delar automatiserad styrning har hittills fått ett ökat inslag av övervakning och enformighet. Det kommer också in stressmoment eftersom i det enformiga övervakningsarbetet finns krav på plötslig aktivitet och snabbt beslutsfattande.

I dagens system får operatörerna inte alltid en direkt återföring av resultaten av de egna styringreppen utan analyserna görs istället av exempelvis produktionsledningen. Det finns dock under senare år exempel på projektansatser där man sökt utforma styrsystemen i anläggningarna så att resultatet av styråtgärderna snabbt återförs till operatören. Syftet är bland annat att skapa större stimulans för operatörerna samt bättre möjligheter för dessa att öka sin yrkesskicklighet.

Samtidigt som kraven på yrkeskunskap minskat för vissa befattningar i den direkta driften med den inriktning utformningen av systemen hittills haft, har kraven på andra personalkategorier ökat. Det gäller dels systemutvecklarna, dels underhållspersonalen.

Denna process, där kunskap förskjuts mellan olika kategorier anställda och där äldre kunskaper ersätts av nya, har betydelse på flera plan. Utvecklingen visar att i vissa befattningar, främst i den direkta produktionen, ställs lägre krav på yrkeskunskap. Flera exempel på detta kan ges från studien av livsmedelsindustrins olika delbranscher. Enligt uppgift från ett företag i bageribranschen klarar man under somrarna stora delar av driften med hjälp av skolungdomar som utbildats några veckor istället för med utbildade bagare. Direkta effekter av de minskade kraven på yrkeskunskap är främst mindre stimulans och ökad monotoni. Indirekt kan en sådan utveckling på längre sikt leda till rekryteringssvårigheter.

Enligt flera bedömare har sågverksindustrin råkat in i vad man skulle kunna kalla en "ond cirkel" av rekryteringssvårigheter som sammanhänger med den ökade automatiseringen. Sågverken har traditionellt haft en stabil kår av yrkeskunnig personal. På senare år har dock personalomsättningen ökat. De i praktiken sänkta kraven på yrkeskunnande leder till att

nyanställda inte lär sig arbetet på samma sätt som tidigare. Inför en situation av rekryteringssvårigheter och lägre kunnande hos personalen söker sågverken automatisera ytterligare för att frigöra sig från beroendet av yrkeskunnig arbetskraft. Därigenom ökar rekryteringssvårigheterna igen o s v.

Det förefaller i många branscher finnas ett behov av att man inom företagen utarbetar en mer långsiktig strategi för att möta problem av detta slag. Detta pekar åter igen på det väsentliga i att man i samband med systemutformningen noga överväger och söker balansera automatiserade och manuella rutiner så att systemet som helhet fungerar på ett i vid mening effektivt sätt. Detta förutsätter bl a att personalen trivs och känner sig engagerad i sina arbetsuppgifter. Det är således t ex inte alls givet att det som kan automatiseras alltid bör automatiseras.

13.3.3 *Datorstödets roll i strukturutvecklingen*

I det föregående har beskrivits hur alltmer storskalig och kapitalintensiv produktionsteknik ökar kraven på en effektiv styrning av anläggnings- och råvaruutnyttjande. Enligt detta synsätt har datorstödet i styrsystemen en relativt underordnad roll i strukturomvandlingen i den meningen att de endast effektiviserar och i viss mån underlättar en process som främst motiveras av andra tekniska och ekonomiska faktorer. Exempel på industrier där mekanisering och automatisering föregått ett eventuellt datorstöd i produktionsstyrningen är de branscher som traditionellt betraktas som processindustrier exempelvis massa- och pappersindustrin samt järn- och stålindustrin.

I vissa branscher är en mer avancerad styrning och användning av datorstöd en förutsättning för att ny och mer avancerad produktionsteknik skall kunna tillämpas. Kraven på snabbhet och den mängd information som måste insamlas, bearbetas och redovisas kan vara så stor att datorstöd måste utnyttjas för att styra produktionen. Datorstödda styrsystem ingår också ibland som en integrerad del av den maskinella utrustningen. Inom exempelvis massa- och pappersindustrin finns många processled där datorstöd är helt nödvändigt för att en effektiv drift skall uppnås.

De senaste åren har det skett en utveckling mot allt billigare datorutrustningar av typ mini- och mikrodatorer, PC-system o s v. Denna utveckling skapar förutsättningar för att även mindre anläggningar skall kunna använda mer avancerade styrtillämpningar. På grund av de kunskapströsklar som finns har en sådan utveckling ännu inte kommit igång i någon större omfattning.

Även om kostnaden för utrustningen är överkomlig kan kunskaperna för dess tillämpning vara svåröverkomliga. Det förefaller därför som om de sjunkande maskinvarukostnaderna hittills främst medfört att man inom företag med stora anläggningar och egen kompetens använder datorstöd för allt fler avgränsade, mindre tillämpningar. En höjd kunskapsnivå inom företagen eller ytterligare sänkta kunskapströsklar genom lättare anpassbara tillämpningar krävs således för att en vidgad spridning skall ske till mindre anläggningar.

14 Utveckling, installation och förvaltning av styrsystem

14.1 Förutsättningar för utveckling och installation av styrsystem

Förutsättningarna för processindustrierna att använda styrsystem förändras fortlöpande. Produktionstekniken utvecklas liksom de utrustningar och programvaror som kan användas i styrsystemen. Detta påverkar bl a den interna organisationen, uppgifterna och rutinerna i olika processindustrianläggningar, vilket i sin tur ger nya förutsättningar för styrningen och styrsystemen.

Eftersom styrsystem berör så många kunskapsområden och yrkeskategorier är kraven på samordning och kommunikation höga och ofta svåra att tillgodose vid utveckling och användning av styrsystem. Utvecklingen av utrustningar och programvaror till styrsystem går snabbt och redan gjorda styrsysteminvesteringar medför vissa låsningar. Detta leder ofta till olika anpassningsproblem för användarföretagen. En del av dessa anpassningsproblem är gemensamma för processindustrierna oavsett bransch och berör i stor utsträckning förutsättningarna för den fortsatta utvecklingen av anläggningarna och deras styrsystem. En del andra problem finns också "inbyggda" i systemutvecklingsprocessen.

Ett användarföretag som gör en styrsysteminvestering måste beakta en rad frågor under systemutvecklingsprocessen och när systemet installeras förändras driftmiljön på olika sätt. Erfarna styrsystemanvändare har insikt i dessa frågor och kan därför bedriva systemutvecklingen på ett planerat sätt och förutse flertalet av de effekter som styrsystemet ger på driftmiljön. För mindre erfarna användarföretag kan en styrsysteminvestering däremot ibland leda till stora problem.

I detta avsnitt ges exempel på olika frågor som ofta är aktuella vid utveckling, installation och förvaltning av styrsystem. Avsnittet syftar också till att något orientera om arbetsgången och kraven på kunskaper och förutseende i systemutvecklingsprocessen. Eftersom det finns ett mycket stort antal frågor som kan vara aktuella vid investeringar i styrsystem och sambanden mellan frågorna ofta är komplicerade är avsnittet inte heltäckande. Mot bakgrund av den fortsatta spridningen av styrsystem och det behov av insikt detta skapar hos olika intressenter har avsnittet dock gjorts mer omfattande än vad som enbart motiveras av kravet på underlag för DEK's slutsatser och åtgärdsförslag.

14.1.1 *Allmänna förutsättningar för systemutvecklingsprocessen, leverantörsberoendet m m*

Ett styrsystem är ett kunskapskapital

En styrsysteminvestering är för ett användarföretag i allt väsentligt *en investering i ett kunskapskapital.* Detta kunskapskapital rör flera områden som exempelvis processer, produkter, anläggningsadministration, mekanik och datateknik. Styrsystemet och det kunskapskapital det representerar är ofta en viktig bas för verksamhetens fortsatta utveckling. Därför är det väsentligt att användarföretaget har en vid och långsiktig syn på investeringar i styrsystem där uppbyggnaden av kunskapskapitalet och dess förvaltning är viktiga inslag.

Under utvecklingen av ett system byggs kunskapskapitalet upp genom att olika krav på systemet specificeras. Sedan undersöks alternativa metoder, tekniker och utrustningar som kan tillgodose kraven och man undersöker också hur det planerade systemet passar in i den övriga verksamheten. Ett alternativ som bedöms uppfylla funktions- och prestandakraven och vara genomförbart väljs. Sedan genomförs systemkonstruktionen och installationen. Det som från början var specificerade krav på systemet, som baserats på organisationens kunskap om verksamheten, har i och med detta stöpts om till ett system bestående av datorprogram, olika utrustningar och rutiner samt kunskaper hos personalen om olika driftavsnitt. Kunskaperna om verksamheten – kunskapskapitalet – har fått en ny form.

Köps en stor del av systemet av en leverantör och den egna organisationens engagemang i systemutformningen är lågt kan organisationen få svårt att tolka och tillgodogöra sig kunskapskapitalet i dess nya form. Organisationen kan "bli med system" där man känner till drifthandhavandet man inte riktigt vet hur systemet är uppbyggt och hur det fungerar i övrigt. Med tiden kan det egna systemkunnandet minska allt mer, vilket kan leda till problem särskilt i samband med vidareutvecklingen av systemet i fråga eller vid utvecklingen av ett angränsande system. Leverantören har inte alltid intresse av att ge råd efter leveransen och har heller inte säkert kvar kunskaperna.

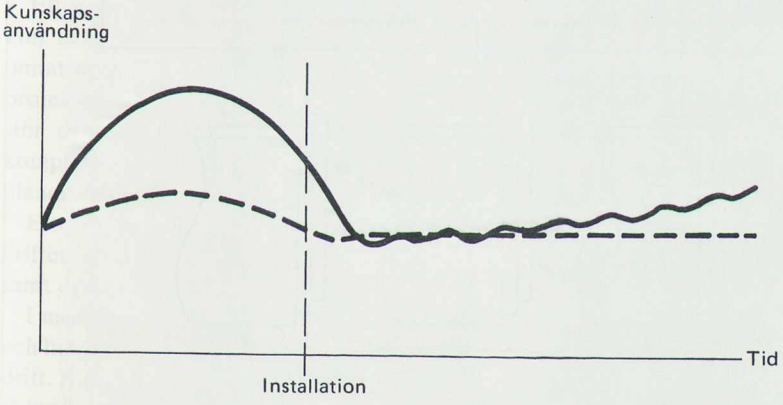
Å andra sidan kan ett aktivt användarföretag förbättra kunskapen om sin verksamhet, dels genom de undersökningar som görs vid utvecklingen och i samband med installationen av ett styrsystem, dels genom den ofta omfattande uppföljningsinformation som systemen ger vid den löpande driften. Datorstödet kan således påverka användarföretagets kunskap om sin verksamhet både i positiv och negativ riktning.

Förskjutning av när kunskaper används

En ökad automatisering och ett ökat datorstöd medför också en förskjutning av när i tiden kunskaperna inom ett verksamhetsområde kommer till störst användning och ökar kraven på förutseende. Olika problem i den löpande driften, som tidigare antingen upptäcktes och då åtgärdades manuellt eller som förblev oupptäckta, försöker man nu förutse och förprogrammera lämpliga åtgärder för. Detta ställer omfattande krav på förutseende och samverkan mellan personer som kan processen, anläggningsprojektering, mätteknik, datateknik, mekanik, arbetsorganisationsutformning och ergon-

omi. En sådan kunskapssamverkan är en nödvändig förutsättning för väl fungerande system. Genom att delar av systemet är datorbaserat och att arbetet med att utforma dessa delar tar lång tid måste systemets funktioner och rutiner samt arbetsorganisationen och befattningarna i stort sett låsas i tidiga utvecklingsskeden. Datatillämpningar är ofta komplexa och kräver stora resursinsatser för att utveckla. Att i efterhand korrigera saker man inte tänkt på i utvecklingsarbetet är därför ofta mycket besvärligt. Ett genomfört utvecklingsarbete leder således till omfattande låsningar av olika slag: ekonomiska, tekniska och inte minst psykiska. Man får ett arv som kan vara svårt att hantera. Möjligheterna till senare ändringar, vidareutveckling och påbyggnad av ett system påverkas också av i vilken utsträckning man i den ursprungliga systemkonstruktionen förbereder och bygger in beredskap inför sådana förändringar.

Den kunskapsmängd som behövs under ett systems hela livslängd från de första idéerna till dess systemet tas ur drift, koncentreras således alltmer till skedena före driftstarten, medan kunskapsanvändningen tidigare var mer jämnt fördelad under systemets livslängd. Detta försöker figur 14.1 illustrera (heldragen linje illustrerar kunskapsanvändningen vid ökat datorstöd och den streckade den tidigare kunskapsanvändningen).



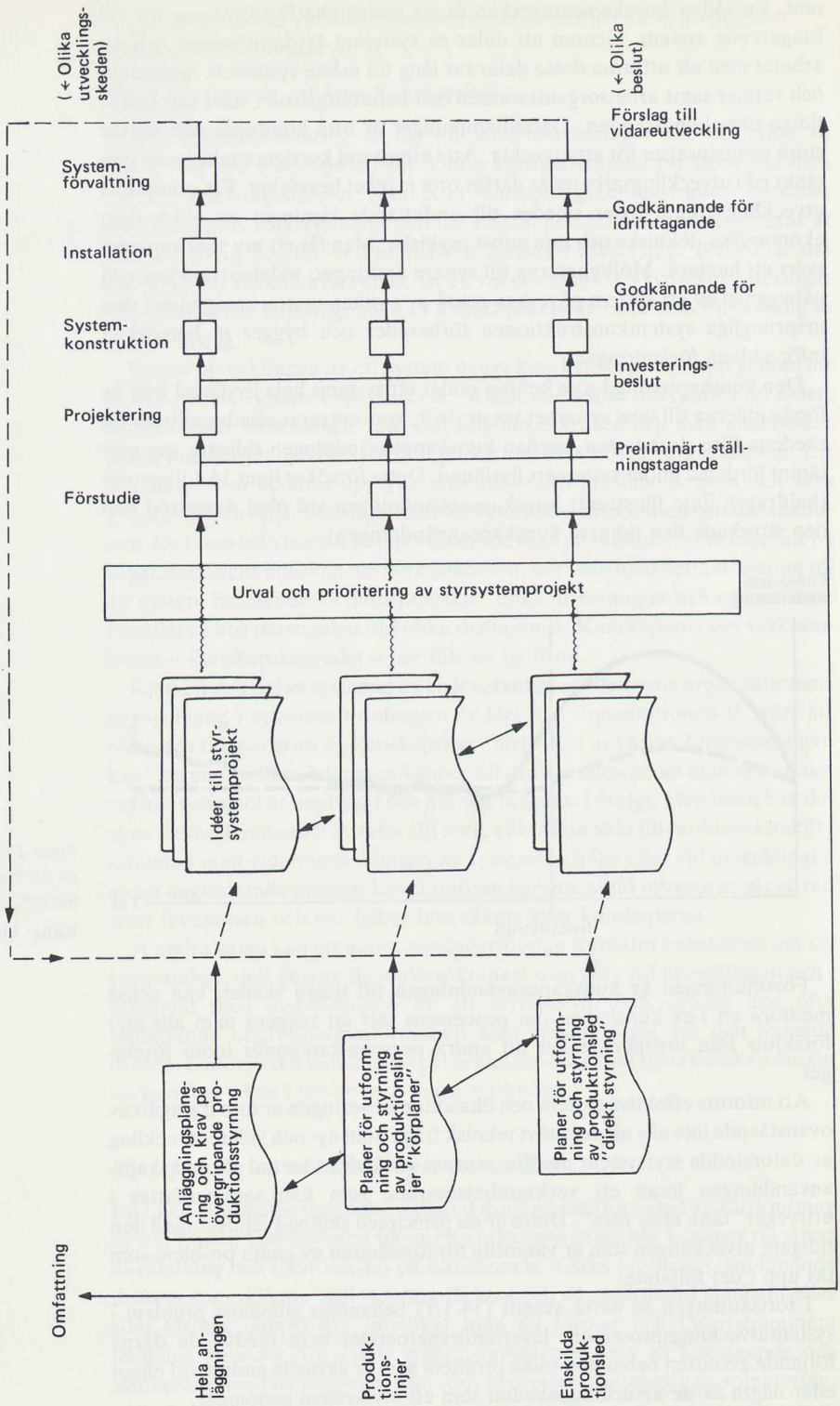
Figur 14.1 Förskjutningen av kunskapsanvändningen.

Källa: DEK.

Förskjutningen av kunskapsanvändningen till tidiga skeden kan också medföra att t ex kunskapen om processens sätt att reagera m m allt mer förskjuts från driftpersonalen till andra personalkategorier inom företaget.

Att utforma effektiva system och öka automatiseringen är som framgått av ovanstående inte alls någon snävt teknisk fråga utan ny- och vidareutveckling av datorstödda styrsystem medför snarare en ändrad metod för kunskapsanvändningen inom ett verksamhetsområde som kan sammanfattas i uttrycket "tänk efter före". Detta är en principiell skillnad jämfört med den tidigare utvecklingen som är väsentlig för förståelsen av andra problem som tas upp i det följande.

I fortsättningen av detta avsnitt (14.1.1) behandlas allmänna problem i systemutvecklingsprocessen, leverantörsberoendet m m medan de därpå följande avsnitten behandlar olika problem som är aktuella endast vid något eller några av de utvecklingsskeden som ett styrsystem genomgår.



Figur 14.2 Schematisk modell av systemutveck-lingsprocessen.

Källa: DEK.

Olika skeden i systemutvecklingsprocessen

För att ge en referensram till vad systemutvecklingsprocessen omfattar och en orientering om när i tiden olika problem är aktuella, ges här först en kort beskrivning av de olika utvecklingsskedenas innehåll, längd i tiden m m. I figur 14.2 visas en modell som försöker illustrera de olika utvecklingsskedena och besluten i systemutvecklingsprocessen.

Eftersom styrsystemen i en anläggning omfattar olika stora produktionsavsnitt och därigenom har olika karaktär har de särskilts i tre nivåer i figuren. Pilarna mellan nivåerna symboliserar att systemen på en nivå samverkar och påverkas av andra planerade eller befintliga system. Utgångspunkterna för utveckling av styrsystem varierar också beroende på i vilket utvecklingsskede själva anläggningen befinner sig. Dokumentfigurerna längst till vänster symboliserar "ny anläggning" eller "större anläggningsmodifiering". De därpå följande dokumentfigurerna symboliserar en sammanställning av förslag till styrsystemprojekt man önskar genomföra. Den streckade linjen symboliserar att sammanställningen av projektförslag i en befintlig anläggning efterhand fylls på med olika förslag till vidareutveckling av styrsystem. Bland projektförslagen väljs och prioriteras sedan vissa projekt som man går vidare med.

Efter urvalet och prioriteringen startar arbetet med att utveckla systemet. Hur lång tid detta tar är beroende av en mängd faktorer som: systemets omfattning; i vilken utsträckning nödvändiga resurser kan avvaras för projektarbetet; hur stora delar av systemet som köps färdigt respektive hur stor del som utvecklas specifikt för anläggningen i fråga; behovet av kompletterande anläggningsinstallationer; utbildningsbehovets storlek; det planerade systemets samband med övriga system m m.

Efter installationen vidtar systemförvaltningen som omfattar den löpande driften av systemet, det underhåll som behövs för att upprätthålla driften samt den vidareutveckling av systemet som kan aktualiseras.

I modellen har lagts in flera beslutspunkter som succesivt bestämmer om och hur projektet skall genomföras och hur systemet skall utformas och tas i drift. Bakgrunden till detta är dels att det är många intressenter som behöver få insyn och inflytande över systemet, dels att tillförlitligheten i bedömningarna av kostnader och nyttan för ett system är låg i ett projekts tidiga skeden och ökar vart efter projektet kommer in i senare utvecklingsskeden. I tidiga skeden penetreras främst vad systemet skall utföra (d v s nyttoorienterade studier) och i mindre utsträckning hur detta skall åstadkommas (d v s kostnadsorienterade studier).

Kalkylering av styrsystem

De kalkyler som upprättas i styrsystemprojekt omfattar normalt följande kostnadsposter:

Projektkostnader:

- köpta varor och tjänster fram till och med installation
- eget arbete vid utveckling och installation
- utbildningskostnader.

Driftkostnader:

- driftkostnader
- eget underhåll
- köpt underhåll.

Kostnadsposterna går vanligtvis lätt att kvantifiera och följa upp. Ofta underskattas dock det egna arbetet i samband med utveckling och installation eftersom det i ett projekts tidigare skeden är svårt att överblicka det arbete som är nödvändigt inför driftstarten. Vidare är det vanligt att man underskattar omfattningen och kunskapskraven på det underhåll som är nödvändigt för att säkerställa systemets tillförlitlighet och tillgänglighet. När sedan dessa resursbehov gör sig gällande kan det vara svårt att få gehör för dem hos företagsledningen.

De planerade intäkterna av systemet rör ofta kvalitativa förbättringar och omfattningen på dem kan vara svåra att tillförlitligt bedöma. Intäktsposterna är därför vanligtvis svårare att kvantifiera och värdera i pengar. Ofta står leverantörerna för räknemodeller, som köparen måste ha kompetens att utvärdera sett till den egna verksamheten och anläggningen. Ofta utnyttjas tidigare installationer i andra anläggningar som referenser. Mycket går här på beslutsfattarens övertygelse och känsla.

Resursinsats och allmänna problem vid systemutveckling

Att genomföra systemutvecklingsprocessen fram till systemförvaltningen är tids- och resurskrävande. I det fall man beslutar att upphandla ett färdigt s k paketsystem som olika leverantörer tillhandahåller tar det vanligen mellan 6 och 18 månader. Rör det sig om större system med mer omfattande anläggningsdata m m är mellan 12 månader och 36 månader vanligt.

Är det fråga om att utveckla en helt ny tillämpning är tider under två år sällsynta och riktigt stora system – som då normalt omfattar flera delsystem som succesivt tas i drift – kan ta upp mot åtta år att utveckla.

Projektkostnaderna (köpta varor och tjänster, eget arbete och utbildningskostnader) för styrsystem kan variera inom vida gränser. Projektkostnaderna för ett enkelt styrsystem – t ex ett mikrodatorbaserat system för ett avgränsat produktionsled – kan uppgå till några hundratusentals kronor medan t ex Vattenfalls system för driftplanering och driftövervakning kostat 140 Mkr. Projektkostnaden för de flesta av de i denna rapport beskrivna tillämpningarna – som vanligtvis är mini-datorbaserade och omfattar bl a några terminaler och bildskärmar – ligger i intervallet 1–15 Mkr.

Systemutveckling är komplicerat på flera sätt och kräver en omfattande projektadministration för tids- och resursplanering, koordinering, framtagning av beslutsunderlag m m. En grundläggande svårighet är att överblicka systemets omfattning. Det förklaras av att det i början av varje projekt är lätt att försumma existensen och/eller betydelsen av olika detaljer och deras samband. Detta gäller särskilt stora system. Under projektarbetets gång får man en allt bättre överblick av systemet och blir varse antalet detaljer och deras samband. Detta gör att också projektet "växer". Dilemmat för projektledningen blir då att balansera kraven på att få fram ett system inom vissa tid- och kostnadsramar respektive att få fram ett system som fungerar

väl. Att överblickbarheten ökar resulterar vanligtvis i att projektet flera gånger tvingas att avisera förseningar och kostnadsöverskridanden. När överblickbarheten ökar så ökar tillförlitligheten i resursuppskattningarna.

De ökade resurskraven accepteras inte alltid av företagsledning och andra intressenter vilket kan göra att man i projektet mer eller mindre inofficiellt gör ambitionsnivåglidningar och omprioriteringar av olika slag i syfte att försöka hålla tids- och kostnadsramarna. Dessa åtgärder leder lätt till att man i projektet skjuter arbetsuppgifter på framtiden. Det kan t ex röra systemdokumentationen, användarutbildningen, utformningen av reservsystem m m. Om denna "arbetsskuld" kvarstår ända till systemförvaltningen – vilket inte är helt ovanligt – är det svårt att rätta till bristerna. Därigenom äventyras systemets effektivitet liksom förutsättningarna för systemunderhåll och vidareutveckling. En annan konsekvens kan bli att man i projektet försöker ta genvägar i arbetet, d v s man tar intuitiva ställningstaganden och beslut i stället för arbetsmässigt underbyggda. Exempel på genvägar är vaga kravspecifikationer, lågt användarinflytande, ingen försöksverksamhet, bristande kostnads-/nyttokalkylering, otillräcklig planering och övrig projektadministration. Dessa genvägar innebär ett risktagande eftersom det oftast är beslutsunderlagets kvalitet som drabbas. Detta kan få förödande konsekvenser i senare skeden av systemutvecklingsarbetet och i värsta fall leda till att "fel" system installeras.

En annan svårighet vid systemutvecklingen är att efter varje utvecklingsskede fattas beslut på basis av det arbetsresultat som då föreligger och detta beslut låser sedan och styr arbetsinriktningen i nästa utvecklingsskede. Ofta "upptäcks" senare i arbetet att den grad av genomarbetning som uppnåtts i tidigare utvecklingsskeden var otillräcklig, varför det tidigare arbetsresultatet måste modifieras. Detta fungerar relativt väl under förutsättning att modifieringarna inte är så omfattande och att systemkonstruktionen inte kommit så långt. I annat fall kan en stor del av de nerlagda projektkostnaderna vara bortkastade.

Den tidigare redovisade modellen över systemutvecklingsprocessen – med ett rent sekvensiellt genomförande och beslutsfattande – är således mycket förenklad och beskriver inte alla aspekter på hur systemutvecklingsarbetet bedrivs i verkligheten utan mer hur man önskar att det borde bedrivas. Vanligen krävs ett antal återkopplingar till tidigare utvecklingsskeden för att säkerställa att de avvikelser och kvalitativa brister som senare upptäckts tas med i rätt sammanhang i systemutvecklingsprocessen. Antalet gånger det kan bli nödvändigt att gå tillbaka till tidigare behandlade utvecklingsskeden för en viss prövning eller modifiering beror till stor del på tre faktorer: systemets komplexitet, personalens erfarenheter samt de utvecklingshjälpmedel som tillämpas inom projektet. Behovet av att utnyttja möjligheterna till återkoppling blir således ofta stort i omfattande projekt eller om erfarenheterna att utveckla system är ofullständiga.

Beslutsordningen vid systemutveckling måste således dels ge någorlunda utrymme för de återkopplingar och korrigeringar som normalt behövs, dels anpassas till olika intressenters behov av insyn och inflytande samt beslutsunderlagets tillförlitlighet i olika skeden av systemutvecklingsprocessen. Detta sker som nämnts lämpligen genom att beslutsstatus för projektet och systemet avgörs succesivt i flera beslutspunkter.

Behovet av att utvärdera utvecklingsarbetet

Eftersom det finns så många svårigheter i systemutvecklingsprocessen – vilket också exemplifieras mer i det följande – kan det synas självklart att man systematiskt följer upp och utvärderar utvecklingsarbetet för att möjliggöra förbättringar av projektgenomförandet och en spridning av erfarenheter inför kommande utvecklingsprojekt. Jämfört med andra verksamheter med omfattande projekterings- och konstruktionsarbete är det dock förvånansvärt sällan som man följer upp, utvärderar och dokumenterar dessa erfarenheter. Att så är fallet torde enligt DEK's uppfattning förklaras dels av att verksamheten är förhållandevis ung och därför saknar traditioner med uttalade krav på och i viss utsträckning metodik för uppföljning och utvärdering, dels av ett motstånd hos systemutvecklare att göra utvärderingsarbetet och få sitt arbete "synat i sömmarna". I takt med att systeminvesteringarna blir större och får allt större betydelse kommer uppföljnings- och utvärderingsarbetet att bli viktigare. Det ger ju möjlighet att vidareutveckla yrkeskunskaperna och förbättra förutsättningarna för att systemen skall fungera effektivt. Eventuella invändningar mot utvärderingsarbetet borde dessutom minskas av det faktum att de datatillämpningar som systemutvecklarna själva utarbetar förändrar arbetsförhållandena för användarna. Tillämpningarna ger också vanligtvis möjligheter att noggrannt följa upp vad användarna gör.

Efter denna beskrivning av systemutvecklingsprocessen, som i stort sett är allmängiltig oavsett datatillämpning, tas i det följande upp problem och förutsättningar som mer specifikt gäller möjligheterna att utveckla styrsystemtillämpningar i processindustrin.

Några mer specifika styrsystemproblem

Ett specifikt problem är att styrsystemen måste arbeta med modeller av den process som ska styras. Hur en process fungerar i verkligheten är i många fall ytterligt svårt att formalisera och beskriva i en modell. Processen är dynamisk, ofta komplex och ibland delvis okänd. Modellen av processen blir därför mer eller mindre grovt tillyxad. De mätdata som är relevanta för att bestämma processtatus kan också vara svåra att mäta noggrannt och formalisera så att de kan datorbearbetas. Vidare kan de praktiska möjligheterna att påverka processen vara långsamma eller oprecisa.

Ofta begränsas användningen av styrsystem av mätdataproblem. Andra begränsande faktorer hänger samman med brist på hjälpmedel för att utveckla, installera och underhålla styrsystem samt de kommunikationsproblem som uppstår när utrustningar från olika leverantörer skall samverka i ett system. Den bristande standardiseringen härvidlag skapar i längden stora problem för systemanvändarna.

Ett annat problemområde rör kommunikationen mellan styrsystemen och användarpersonalen. Processinformationen måste delas upp logiskt, grupperas och presenteras i lämpliga portioner för att vara effektiv. För att innebörden av informationen skall kunna förstås måste användaren också förstå – åtminstone i stora drag – hur den processmodell och de styralgoritmer som systemet använder fungerar.

Vidare måste olika ergonomiska och psykosociala krav tillgodoses. Trots att leverantörerna börjat ägna detta område allt större uppmärksamhet samtidigt som den tekniska utvecklingen också medgivit väsentligt förbättrade presentations- och kommunikationsmöjligheter är operatörsarbetet många gånger påfrestande. Synergonomiska problem, bundenhet vid terminalerna, stress då något inträffar och däremellan långa perioder av passivitet, isolering från andra anställda och andras arbetsuppgifter är problem som kan uppträda och som kräver fortsatt uppmärksamhet. Dessa problem av framför allt arbetsorganisatorisk natur är påverkbara. Det förutsätter dock att de behandlas i tidiga skeden av planeringen av en anläggning och utvecklingen av dess styrsystem. Senare är möjligheterna till påverkan betydligt mer begränsade.

Förbättrade förutsättningar för att använda styrsystem

På en rad områden medger utvecklingen förbättrade förutsättningar för att använda styrsystem. Exempel är:

- högre tillförlitlighet och tillgänglighet hos utrustningen (optoelektronik och i övrigt förbättrade datakommunikationsmöjligheter, högre tillförlitlighet hos olika utrustningskomponenter, snabbare underhåll med hela modulbyten, bättre möjligheter till lokal databehandling genom mini- och mikrodatorutvecklingen)
- nya och förbättrade funktioner (förbättrade mätgivare och analysutrustningar med ökat stöd från inbyggda mikrodatorer och annan elektronik, vidareutvecklade processmodeller, exaktare styringrepp)
- bättre utvecklingshjälpmedel (systemutvecklingsmodeller, metoder, tekniker och hjälpmedel för att beskriva, utveckla och installera styrsystem samt förbättrade generella datapresentations- och datakommunikationssystem).
- större utbud av olika paketsystem (färdigutvecklade system för vanligt förekommande tillämpningar t ex produktionsstyrning, energistyrning, miljöstyrning och system för direkt styrning, bl a processtyrsystem för avgränsade produktionsled i olika branscher).

Utvecklingen på dessa områden är av stor vikt för den fortsatta spridningen av styrsystem. Det är bl a brist på väl kvalificerad personal som kan styrsystemområdet med dagens komplexitet. Förenklingar av arbetet från tillämpningsidé till installerat system kan därför medge en betydligt högre spridningstakt.

Leverantörsberoendet avseende kunskapsutveckling

För utvecklingen och försäljningen inom styrsystemområdet svarar huvudsakligen större utländska leverantörsföretag. Därför finns det anledning att uppmärksamma det internationella beroendet och leverantörsberoendet på styrsystemområdet.

Leverantörerna av styrsystem kan sägas arbeta efter två utvecklingslinjer för att åstadkomma en snabb spridning av tillämpningar. Den ena utvecklingslinjen är inriktad mot standardiserade styrsystem som köps

"färdiga" paketsystem, den andra mot system med väl utvecklade hjälpmedel för användarföretagen att själva specificera, utforma och programmera sina styrsystemtillämpningar.

Den utvecklingslinje som får störst genomslag kan få stor strategisk betydelse för de användande företagen. Med de olika utvecklingslinjerna sammanhänger nämligen svaren på två väsentliga frågor inför framtiden. Dessa frågor berör *dels* hur processkunnandet, styrsystemkunnandet, det datatekniska kunnandet m m kommer att fördelas mellan de olika leverantörerna och de användande företagen, *dels* möjligheterna att skräddarsy lösningar. Möjligheterna att påverka arbetsorganisation, utformningen av enskilda befattningar, manuella rutiner m m är naturligtvis också större om systemen utformas i egen regi.

Om en övervägande del av tillämpningarna köps färdiga kan det också medföra en risk för att användarföretagens kunskap om sin egen verksamhet efterhand går förlorad till olika leverantörer. På längre sikt kan en sådan utveckling påverka den svenska processindustrins konkurrenskraft. Det är främst utvecklingslinjen mot paketsystem som kan medföra en sådan risk.

Det finns en mängd orsaker till att paketsystem är svårtillgängliga för användarföretagen, bl a kan systemdokumentationen vara svårförståelig. Vidare finns frågor om upphovsmannarätt, avtalsgarantier etc som gör att "tillträde förbjudet" i praktiken råder för användarföretaget. För vissa typer av system torde detta dock inte ha särskilt stor betydelse för användarföretaget, förutsatt att:

- tillämpningen endast perifert rör kunskapsområden som är centrala för konkurrenskraften (t ex olika stödsystem till användarföretagets primära verksamhet)
- användarföretagets funktionskunnande ändå kan upprätthållas (d v s att det finns kunnig personal och dokumentation eller att styrsystemet rör ett avgränsat produktionsled där det räcker med att känna till funktionen och inte i detalj hur funktionerna utformats och utförs)
- kraven på vidareutveckling är obefintliga (eller att denna fråga är klart avtalsreglerad) och att systemet med lätthet kan anslutas och samordnas med andra befintliga eller tillkommande system.

I annat fall kan paketsystem ge nackdelar. Den största fördelen med paketsystem som naturligtvis också måste övervägas är att de är "kontrollerbara" beträffande pris, garanterade prestanda och egen insats vid installation. Detta gäller sällan vid utveckling i egen regi. Det är främst mindre företag som torde ha svårt att genomföra utveckling och installation i egen regi och det är framför allt denna företagskategori som kan riskera att få problem med kunskapsutvecklingen vid användningen av styrsystem. Avgörande för hur det går med kunskapsutvecklingen är som tidigare nämnts till största delen beroende av användarföretagets eget agerande, förutseende och beredskap vid utvecklingen och förvaltningen av styrsystem.

Samspelet mellan användarföretag och leverantör behandlas även i avsnitt 15.5.1 Betydelsen av svenska styrsystemleverantörer.

Leverantörsberoendet avseende komponenter och reservdelar

Från kunskapssynpunkt ser DEK inte några större nackdelar i att de utländska leverantörerna svarar för i stort sett all utveckling och försäljning av enskilda utrustningskomponenter. Komponenterna av utländskt ursprung skapar ett beroende beträffande reservdelar och vissa serviceåtgärder, men det torde inte vara särskilt besvärande under normala förhållanden. Däremot blir naturligtvis detta beroende ytterst besvärligt vid allvarligare störningar i det internationella handelsutbytet, vilket sårbarhetskommittén (SÅRK) framhållit i sitt slutbetänkande[1]. SÅRK har behandlat i vilken utsträckning dataanvändningen i samhället påverkar sårbarheten i olika situationer och vilka verkningar detta kan få.

SÅRK anser sammanfattningsvis att sårbarheten är oacceptabelt hög i dagens genomdatoriserade samhälle och föreslår därför olika åtgärder för att minska sårbarheten.

Mot bakgrund av att sårbarhetsfrågorna nyligen behandlats finner DEK inte anledning att här vidare diskutera dataanvändningen vid onormala förhållanden.

Leverantörsberoendet avseende tekniska låsningar

En annan aspekt på leverantörsberoendet är möjligheterna som systemen ger till utbyggnad samt samordning med andra system.

De genomförda systeminvesteringarna medför tekniska låsningar till datorleverantörerna som i stort sett kan sägas öka i takt med att det sammanlagda värdet på de genomförda systeminvesteringarna ökar. Detta beror bl a på att programmeringsspråken inte är standardiserade samt att tillämpningsprogramvarorna och databaser är datorberoende. Det datorkunnande som personalen utvecklat är också delvis datorberoende. Vid upphandling av nya system anser därför ofta användarföretaget att det är fördelaktigt om datorn tillhör samma "datorfamilj" som man redan använder.

För att förbättra överblickbarhet och utbyggbarhet och minska systemens komplexitet efterfrågar användarföretagen mer modulärt uppbyggda system. Grunddragen i systemen från från flera leverantörer har också under senare år alltmer fått en sådan inriktning. Det finns också flera indikationer som gör det troligt att denna utveckling kommer att fortsätta. Hit hör bl a:

- Användarföretagens krav och lärdomar från tidigare generationers system. Det blir allt svårare för en leverantör att sälja system utan att ha lösningar eller hjälpmedel för samordningen med andra system.
- Den tekniska utvecklingen som i vissa avseenden kan minska systemens komplexitet (lokal databehandling där den behövs, ökade möjligheter att strukturera system och databaser funktionsorienterat m m).
- Leverantörernas svårigheter att upprätthålla en för användarföretagen acceptabel servicenivå för oplanerat underhåll. Mer modulärt uppbyggda system förbättrar förutsättningarna för att användarföretagen själva skall kunna klara detta underhåll.

[1] ADB och samhällets sårbarhet – överväganden och förslag (SOU 1979:93).

Parallellt med utvecklingen av mer modulärt uppbyggda system som kan minska komplexiteten, medför dock utökningen av styrsystemfunktioner och den vidgade samordningen med bl a administrativa styrsystem att komplexiteten för användarna sannolikt ökar i minst lika hög takt.

Sammanfattningsvis kan således konstateras att styrsystemanvändarna även i fortsättningen noga måste överväga frågorna om den egna kunskapsutvecklingen på sikt och de låsningar som systemen kan ge.

14.1.2 *Anläggningsplanering samt urval och prioritering av styrsystemprojekt*

Det är svårt att planera för styrsystem. Många kunskapsområden berörs och planeringen måste samordnas med anläggningsplaneringen. Dessutom bör planeringen samt urvalet och prioriteringen av styrsysteminvesteringarna helst utgå från en helhetssyn på anläggningens styrning och även omfatta bedömningar rörande anläggningens styrning på längre sikt. Hittills har man av flera orsaker haft svårt att klara detta.

En orsak till bristande samordning med anläggningsplaneringen är att det är svårt att "tänka efter före" i alla avseenden vid anläggningsplaneringen och då bl a beakta kraven på styrning och olika styrsystems möjligheter och begränsningar. Samordningsproblemet ökar också p g a:

- Den "traditionella" uppdelningen i anläggnings- resp styrsystemfrågor som är vanlig. (Skilda leverantörer av maskinutrustning resp datorstödda styrsystem, t ex pappersmaskin – pappersmaskinstyrsystem; skilda konsulter för anläggnings- resp styrsystemfrågor; skilda arbetsgrupper inom företaget för resp fråga; skilda utbildningsvägar för anläggnings- resp styrsystemspecialister).
- Den snabba utvecklingen av olika hjälpmedel och utrustningar till styrsystem och de hela tiden nya möjligheter och begränsningar som detta medför.

Utöver de ovan nämnda svårigheterna kan planeringsproblemen också ofta förklaras av styrningens komplexitet och omfattning. Andra orsaker kan vara att man inte avsätter tillräckliga resurser eller har outvecklade rutiner för att ta fram underlag och genomföra urvalet och prioriteringen.

Det finns emellertid flera samverkande skäl att försöka förbättra samordningen samt urvalet och prioriteringen. Hit hör bl a att:

- styrningen och avancerade hjälpmedel för denna får allt större betydelse för det ekonomiska resultatet av verksamheten
- styrsystem samordnas allt mer med varandra och gjorda styrsysteminvesteringar kan leda till bindningar och problem vid ersättningsinvesteringar eller när nya kompletterande styrsystem skall införas
- alla tillämpningar inte kan införas samtidigt och att det alltid uppstår behov av vidareutveckling
- resurserna för styrsystemprojekt är begränsade.

Förutsättningarna för att klara samordningen och planeringen bör förbättras i takt med att företagens praktiska erfarenheter av styrsystem ökar. På grund av att utvecklingen av styrsystemen förutsätter att flera kunskapsområden

och yrkeskategorier samverkar är det också mycket väsentligt att olika utbildningar beaktar detta genom att orientera om både kraven på samverkan och de angränsande kunskapsområdenas innehåll i sak.

Datorhjälpmedlen har också en annan viktig roll vid anläggningsplaneringen. När anläggningen ska utformas och dimensioneras kan simuleringsteknik och andra matematiska modeller vara till stor hjälp. Hittills har detta skett i mycket begränsad omfattning såväl i utlandet som i Sverige. Ett förbättrat stöd i detta avseende blir emellertid alltmer viktigt och bl a i USA har möjligheten uppmärksammats allt mer. Som motiv kan exempelvis anges att:

- tung processindustri är kapitalintensiv med mycket snabbt stigande kostnader för nya anläggningar. Detta medför ett minskande ekonomiskt utrymme för att bygga in överkapacitet på olika sätt. Anläggningen måste från början vara väl avvägd
- de stigande energikostnaderna gör att man alltmer måste beakta värmeförluster och pumpenergi, vilket påverkar enheters placering, rördragning etc
- mellanlager och liknande måste vara väl avvägda till sin kapacitet för att göra anläggningen mindre känslig för störningar
- många anläggningar är komplexa och det är mycket svårt att utan hjälpmedel analysera alla konsekvenser av en förändring.

Att göra "efterinvesteringar" i korrigerande syfte är alltid dyrt. Sådana investeringar torde dock vara rätt vanliga. Eftersom korrigeringen i regel rör en flaskhals i anläggningen förefaller den vanligtvis vara ekonomiskt gynnsam – trots att den ofta skulle kunna ha undvikits helt om simuleringsteknik hade använts vid den ursprungliga dimensioneringen.

Bristande anläggningsplanering kan också påverka anläggningens tillgänglighet och tillförlitlighet, vilket kan skapa svåra styrproblem.

Vid större anläggningsprojekt upprättas projektgrupper inom företaget. Det är utomordentligt viktigt att dessa projektgrupper tillförsäkras kunskaper så att sambanden med anläggningens utformning och styrsystemen kan beaktas på ett tillfredsställande sätt. Detta fordrar också insikt hos de beslutsfattare som fastställer direktiv och projektgruppers sammansättning.

I samband med projekteringen av en helt ny anläggning är det självklart lättare att dels beakta de ovanstående synpunkterna, dels ha en helhetssyn som utgångspunkt för planeringen av styrsystemen. Vid förändringar i äldre anläggningar blir möjligheterna betydligt mer begränsade genom att hänsyn måste tas till befintliga utrustningar och system.

14.1.3 *Förstudie och projektering*

I en förstudie ingår normalt att mål och krav på systemet specificeras varefter olika alternativa systemlösningar bedöms och kalkyleras. Under projekteringen planeras mer i detalj hur systemet bör utformas och framför allt hur projektgenomförandet skall ske. Vidare görs en fördjupad kostnads-/nyttokalkyl för valt systemalternativ. Viktiga moment under förstudien och projekteringen är att göra avvägningar mellan automatiska resp manuella

rutiner. Hittills har denna avvägning ofta varit relativt onyanserad och mer eller mindre endast omfattat alternativen "datorisering" eller "icke datorisering". Mot bakgrund av att man tidigare ibland valt för hög automatiseringsnivå och därför inte fått styrningen att fungera som avsetts, samt att "överblivna" manuella rutiner ibland inte kunnat passas ihop till meningsfulla arbeten bör dessa moment i systemutvecklingen ägnas ökad uppmärksamhet. Det är i dessa utvecklingsskeden som systemens effektivitet (eller ibland ineffektivitet) grundläggs.

Datorstödets effekter på arbetsinnehållet för de som arbetar i den direkta produktionen har behandlats i avsnitt 13.3.2, där exempel gavs på att arbetsinnehållet både kan berikas och utarmas. Effekterna på arbetsinnehållet är inte ödesbestämt utan de bestäms av hur man väljer att utforma systemet. Avvägningen mellan manuella och automatiserade rutiner och val av alternativ beträffande arbetsorganisation och befattningar måste ske på ett grundläggande sätt redan vid förstudien och projekteringen av ett styrsystem. Systemutvecklingen har hittills sällan styrts av explicita målsättningar på dessa områden varför de ofta kommit i andra hand som "följdeffekter". När de sedan uppmärksammats har det varit för sent att påverka utformningen i någon större utsträckning. En hjälp för att inte "glömma bort" dessa frågor är att ha fastställda krav på att beslutsunderlag och effektbeskrivningar till de olika beslutspunkterna i systemutvecklingsprocessen skall behandla också dessa områden.

Ett problem i detta sammanhang är att i projektarbetet verkligen fånga upp slutanvändarnas synpunkter på systemets funktioner och utformning. Detta kommunikations- och metodproblem berör bl a hur föreslagna systemlösningar bäst beskrivs. Ett antal mer eller mindre avancerade systemutvecklingsmetoder har utvecklats för att bl a underlätta denna kommunikation. Dessa systemutvecklingsmetoder[1] har dock relativt liten spridning inom processindustrin. Beskrivningsproblemet kan t ex minskas om det planerade systemet simuleras med datorhjälpmedel. Då kan t ex olika former för operatörskommunikation provas. Användarna kan då lättare förstå det planerade systemet och bidra med sitt kunnande.

Ett sätt att förbättra beslutsunderlaget, dels inför förändringar i en anläggning, dels inför beslut om en styrsystemtillämpning är att utföra en mer omfattande och systematisk *processanalys*. I en sådan analyseras de olika process-, anläggnings- och styrsystemberoende förutsättningarna för att göra olika förändringar och installationer. I analysen kartläggs nuläget genom noggranna mätningar och på basis av dessa data utvärderas sedan effekten av en förändring – först i tekniska termer och därefter översatt i ekonomiska termer.

Man kan exempelvis utvärdera de dynamiska egenskaperna hos en process och sedan klargöra hur mycket man skulle kunna vinna med ett bättre reglersystem. Man kan också utvärdera hur bra ett reglersystem är i förhållande till vad som idealt skulle gå att åstadkomma med den befintliga processutformningen. En slutsats av en processanalys kan t ex vara att det är mest motiverat att bygga bort en allvarlig källa till störningar snarare än att försöka reglera bort effekterna.

Processanalyser ger ofta ny processkunskap, beroende på att tidigare inte kända dynamiska samband kvantifieras och analyseras.

[1] Exempel på de systemutvecklingsmetoder som åsyftats är t ex systemskisser med APL, prototypsystem med CS/4, HIPO, objekt-händelseanalys, systematisk verksamhetsbeskrivning och informationsanalys, vägg-grafteknik, processtyrmatriser m m. Metoderna har hittills fått störst spridning inom den administrativa databehandlingen.

I dag finns avancerade metoder utvecklade för processanalys och olika datorprogram som behandlar uppmätta data. Det finns också kurser och dokumentation som redovisar metodiken.

Exempel på framgångsrika tillämpningar av processanalys finns bl a inom massa- och pappersindustrin. Det är dock endast i undantagsfall som företag själva dels förfogar över de nödvändiga verktygen, dels har kompetensen att utföra analyserna. Det finns tendenser till en ökad användning, men detta förutsätter ökade informations- och utbildningsinsatser.

En begränsning för närvarande är att avancerade processanalyser trots allt blir rätt dyrbara. Det finns därför behov av att utveckla enklare och billigare metodik som kan användas även för mindre problem. Det är viktigt att utvärderingarna kan göras på plats i fabriken. En annan begränsning vid processanalyser är att man ofta saknar mättekniska möjligheter att effektivt mäta viktiga variabler. Det saknas nämligen mätgivare för många branschspecifika processdata och utvecklingen på detta område går långsamt.

Allmänna funktionskrav på styrningen av en anläggning torde i stor utsträckning kunna upprättas branschvis. Det finns emellertid inte några sådana varför varje företag är hänvisat till att lösa problemen på egen hand. I regel har företagen inte resurser för att göra en sådan analys. Inom detta område borde det finnas utrymme för branchgemensamma insatser[1]. Om man inom ett företag har en genomarbetad funktionsorienterad specifikation på kraven på styrning är det senare betydligt lättare att stegvis införa styrsystemtillämpningar. Sådana funktionskrav skulle också kunna vara en grund för leverantörernas utveckling.

Specifika prestationskrav på styrsystem är självfallet något som måste definieras i det enskilda fallet. Grundliga analyser av det slag som ovan angivits kan ge grunden för kvantifierade prestationskrav. Det är viktigt att anpassa kraven till de faktiska behoven eftersom ökade krav i regel medför väsentligt ökade kostnader. En svårighet är att avvägningen mellan krav på prestanda och pris ofta inte kan bedömas tillförlitligt förrän man kommit ganska långt i systemkonstruktionen. Dessförinnan är det ofta omöjligt att tillförlitligt uppskatta till vilket pris prestandakraven kan uppfyllas.

Specifikationen av funktionskraven, som är grundläggande för det planerade systemet, bör användaren stå för. Att direkt acceptera en leverantörs funktionsbeskrivning leder ofta till att systemet omfattar onödiga funktioner eller funktioner som är dåligt anpassade till verksamheten i anläggningen. Leverantören kan t ex redan ha gjort en stor investering och utvecklat ett styrsystem för en annan anläggning och vill naturligtvis sälja fler exemplar av detta helst utan modifieringar. Med utgångspunkt i de egna funktionskraven får naturligtvis en noggrann bedömning göras av behovet av modifieringar och nyutveckling. Fördelar med att välja redan utvecklade funktioner är främst lägre pris och att tekniken är beprövad. Användaren har dock alltid mycket att vinna på att omsorgsfullt formulera sina funktionskrav och se till att dessa ingår i de avtal som tecknas med olika leverantörer.

En svårighet här är dock att bra och allmänt använd metodik för funktionsspecifikationer saknas. Ord, symboler och begrepp i normalt språk leder ofta till långa men ändå mycket tvetydiga beskrivningar.

[1] STFI har hösten 1980 påbörjat ett projekt för att utarbeta en branschgemensam referensram rörande styrfunktioner.

14.1.4 *Systemkonstruktion*

Under systemkonstruktionen utarbetas, testas och dokumenteras systemet. Ofta upphandlas också viss datorutrustning m m. Anläggningsdata läggs upp i databasen. Personalen utbildas på sina respektive driftavsnitt. Det är också vanligt att användarföretagen köper tjänster i samband med systemkonstruktionen. Ibland köps större delen av arbetet och ibland mer begränsade avsnitt, t ex programmeringen. Ett vanligt alternativ till att genomföra en ny systemkonstruktion är att köpa ett redan konstruerat system, vilket gör att själva "konstruktionsarbetet" då kan reduceras till att göra vissa anpassningar av systemet till den egna verksamheten. Eftersom maskinvarukostnaderna minskar och kostnaderna för att utveckla programvara i egen regi ökar, samtidigt som utbudet av färdig programvara för flera olika tillämpningar ökar, blir detta alternativ troligen alltmer tilltalande för användarföretagen.

Vanligt förekommande problem under systemkonstruktionsskedet kan vara ofullständigheter i systemspecifikationen eller att funktionskraven i praktiken visar sig vara svåra eller dyrbara att uppnå. Det kan därför bli nödvändigt med vissa återkopplingar till projekteringsskedet. Tids- och resursåtgången för detta arbete liksom för programmering, test, dokumentation samt förberedelser och genomförande av utbildning är också lätt att underskatta.

Behovet av flexibilitet och utbyggbarhet är stort för vissa typer av datorsystem då tillämpningen innehåller med tiden växlande eller växande krav. Dessa krav leder normalt till kraftigt ökade kostnader för systemkonstruktionen.

En del leverantörer säljer tämligen generella datakommunikations- och datapresentationssystem som kan ge en genväg vid utformningen av sådana system. De innehåller bl a generella databassystem, funktioner för rapportgenerering, bildbyggnadsfunktioner, frågespråk etc. Kravet på generalitet måste dock balanseras mot prestandakrav. Denna utveckling av databastekniker och datapresentationssystem förbättrar förutsättningarna för att användarna själva skall kunna ändra bilder samt göra uttag och viss bearbetning av informationen i systemets databas. Till stor del saknas dock hjälpfunktioner i leverantörernas system för systemutformning, test och felsökning som är så enkla att en användare kan använda dem utan specialutbildning.

14.1.5 *Installation*

Leverans

I samband med en installation av ett styrsystem upphandlas ofta ett större eller mindre antal komponenter till systemet från en eller flera leverantörer. I en del fall finns en huvudleverantör för systemet som helhet, s k turn-key projekt, medan det i andra fall endast rör sig om begränsade leveranser av viss utrustning eller vissa tjänster.

Av stor betydelse är att leveranserna av styrsystem sker i tid eftersom systemen ofta är delar av större investeringar i olika anläggningsutrustningar. Detta medför att en försening av ett styrsystem kan påverka installationen i

sin helhet. Vidare kan t ex användarföretagets planering av personalresurser komma i ett besvärligt läge. Till leveranstidpunkten kopplas därför ofta bötesklausuler i leveransvillkoren.

I regel klaras leveranstiderna bra om det är frågan om paketsystem eller om leverantören redan tidigare genomfört motsvarande typ av projekt för andra kunder. Om systemet ur leverantörens synvinkel innehåller många nyutvecklade funktioner (program- och/eller maskinvara) uppkommer ofta förseningar.

Normala leveranstider för paketsystem, t ex för styrning av en pappersmaskin, är i bästa fall cirka 6 månader. Det beror på att sådana system i stort sett finns "på lager" hos leverantören. Så korta leveranstider är dock ovanliga idag. För större icke-standardiserade system med stor insats från kundens sida t ex för framtagning av dataunderlag ligger leveranstiderna ofta på 18–24 månader. För nyutvecklade system är leveranstiden ofta 12–36 månader.

Ofta kan dock användarföretagets insatser för egen utbildning, beslut om funktionsvarianter (modifikationer på standard), interna diskussioner, framtagning av dataunderlag etc kräva längre kalendertid än den tid leverantören behöver för sina åtaganden. Bortsett från paketsystem finns det i dag dock önskemål från användarföretagen att leverantörerna bör nedbringa leveranstiderna. Leveranstiderna blir i framtiden sannolikt alltmer ett konkurrensmedel för leverantörerna.

Om systemet till stor del upphandlas från en leverantör bedrivs arbetet vanligtvis så att leverantören på sin "hemmaplan" gör omfattande förberedelser för installationen i anläggningen. Därför blir installationstiderna i anläggningen ofta inte längre än 1–3 veckor. Modern teknik för att kommunicera mellan olika delar av ett system har minskat kabeldragningen, vilket också reducerat installationstiderna.

En svårighet vid installationen är att den kan störa produktionen om den görs medan produktionen pågår. I mera extrema fall kan längre stopp av produktionen krävas. De flesta styrsystem brukar dock installeras utan större ingrepp i processutrustningen.

Ofta omfattar styrsystemen en mängd data om processen och anläggningen. Mängden data i ett system varierar starkt med vilken typ av styrsystem det är fråga om. Redan under systemets utveckling lämnas många anläggningsspecifika uppgifter och data från användarföretaget till leverantören. Uppgifterna används som underlag för systemutformningen samt dimensioneringen av t ex databaser, datorkapacitet och kommunikationsutrustning. Vidare lämnar användarföretaget olika anläggningsberoende data som läggs in i systemets databas. Vid installation tillkommer sedan en mindre mängd data, t ex för finkalibrering av givare.

De installationer som krävs för att anpassa och koppla ihop styrsystemet med anläggningen görs, åtminstone i befintliga anläggningar, oftast av användarens el- eller instrumentavdelningar medan leverantören installerar och testar viss egen utrustning och programvara.

Idrifttagande

Vid idrifttagandet kan vissa störningar i produktionen uppträda. Normalt är de dock inte så omfattande. Av stor betydelse är ofta att den uppgjorda tidsplanen följs, särskilt om styrsystemet berör driften av hela anläggningen. I undantagsfall kan störningar i styrsystemet medföra att starten av hela anläggningen försenas. Styrsystemen är annars ofta särskilt värdefulla när anläggningen tas i drift, eftersom de vanligtvis ger omfattande uppföljningsinformation.

Ibland är idrifttagandet kopplat till organisationsförändringar, t ex nya eller ändrade befattningar eller övergång från fyra till fem skift.

Test

Olika prover och tester genomförs normalt vid ett flertal tillfällen, t ex under systemkonstruktionen, före leverans, efter installation samt efter idrifttagandet. En avsevärd del av leverantörens arbete med systemen är tester. Omkring 20 % av resursinsatsen torde vara vanligt.

Viktiga beslutspunkter i förhållandet mellan kund och leverantör är ofta knutna till tester som utförs gemensamt och som kunden skall godkänna. Godkänt test kan innebära att delbetalning skall göras, garantitid börja löpa etc. I testerna ingår olika prov av funktionerna i maskin- och programvara och tester med kundspecifika data.

Testernas omfattning bestäms till stor del av hur leverans- och garantivillkoren utformats.

Garantivillkor

Olika typer av garantivillkor förekommer normalt i avtalet mellan köpare och leverantör. Villkoren kan exempelvis knytas till krav på att vissa resultat ska ha uppnåtts vid viss tidpunkt, t ex att systemet utan kostnad får återlämnas om inte medelfukthalt på papperet höjs en procentenhet. Sådana resultatgarantier är ett vanligt krav från köparen. Vidare kan garantierna gälla att de funktioner som kunden köpt skall kvarstå och underhållas av leverantören under ett antal år.

En annan vanligt förekommande typ av garanti är knuten till systemets tillgänglighet. Vanligen ligger avtalad tillgänglighet inom intervallet 90–99,5 %[1]. Om garantin ej uppfylls är avtalet ofta utformat så att leverantören måste erlägga böter eller får hyran reducerad.

Kunden kan i vissa fall också erbjudas en kostnadsfri provperiod, t ex sex månader.

14.2 Förutsättningar för förvaltning av styrsystem[2]

Systemförvaltningen omfattar dels den löpande driften av systemet, dels det löpande systemunderhållet för att säkerställa systemets tillförlitlighet och tillgänglighet. Dessutom ingår den vidareutveckling som efterhand kan aktualiseras för att utvidga, komplettera eller förbättra systemets funktioner.

[1] I sammanhanget kan nämnas att det inte finns någon allmänt vedertagen beräkningsregel för tillgänglighet. Ofta är leverantörens förslag till tillgänglighetsberäkning sådan att mycket hög tillgänglighet i stort sett alltid uppnås. Ibland avser beräkningen också endast delar av systemet. Det finns därför anledning för köparen att noga överväga utformningen av garantin som knyts till systemets tillgänglighet.

[2] Datorstödets effekter på arbetsinnhållet för de som arbetar i den direkta produktionen behandlas i avsnitt 13.3.2.

14.2.1 *Drift av styrsystem*

Tillgänglighet

En central fråga vid driften av styrsystem är tillgängligheten. Om systemet slutar fungera finns det i de flesta fall reservrutiner som gör att man kan fortsätta köra processen, dock med risk för sämre kvalitet och lägre kapacitet.

I en del fall måste processen helt stoppas om styrsystemet inte fungerar. Buffertlager ger dock ofta en respittid på några timmar.

Tillgängligheten på processutrustningen är i regel avsevärt lägre än tillgängligheten på styrsystemets datorbaserade delar. Beroendet av de datorbaserade delarna för processens drift har dock hittills ständigt ökat och störningar i dessa delar orsakar därför ofta stor irritation hos personalen. Vid mycket höga krav på tillgänglighet kan viktiga delar av styrsystemet dubbleras. Detta är bl a vanligt i elkraftindustrin.

Systematiskt förebyggande underhåll och ett snabbt åtgärdande av uppkomna fel är förutsättningar för att upprätthålla en hög tillgänglighet hos styrsystemen. Det är en fördel om underhållet kan skötas av användarföretagets personal som snabbt kan vara på plats.

Driftkostnader

Styrsystemen kräver vanligtvis ringa extra personella resurser för sin drift. Inga särskilda dataoperatörer för systemuppstart, byte av magnetband och dylikt förekommer vilket annars är brukligt i datacentraler med administrativa tillämpningar. Kostnader för den service som leverantören ombesörjer tillkommer dock.

Beträffande kapitalkostnader kan nämnas att styrsystem ofta hyrs. Naturligtvis varierar hyran med systemets omfattning och avtalad kontraktstid.

14.2.2 *Systemunderhåll och vidareutveckling*

Systemunderhåll

Styrsystemen består av en mängd komponenter som var och en behöver underhållas på olika sätt för att systemens tillförlitlighet och tillgänglighet ska kunna upprätthållas. Vanligtvis krävs tämligen omfattande resursinsatser för det löpande och förebyggande underhållet. Vidare krävs resurser i ständig beredskap för att åtgärda fel. Kunskapskraven för underhållet är stora och även snabbt föränderliga till följd av produktutvecklingen av olika komponenter. Hela 22 % av försäljningen av processtyrutrustning år 1976 beräknas t ex ha utgjorts av utrustning som inte alls fanns år 1972. Takten i produktförnyelsen går nu ännu snabbare.

Ett par aspekter på underhållet av maskinvara, programvara, databaser och givare i styrsystem kommenteras i det följande.

Maskinvara. Kraven på hög tillgänglighet medför att inställelsetiden för service- och underhållspersonal måste vara mycket kort. Därmed blir servicen dyr om leverantören ska svara för denna. Användarna (i varje fall de

större) har därför alltmer övertagit det löpande underhållet och åtgärdandet av fel. Det gäller särskilt de perifera enheter som är anslutna till datorn.

Maskinvaran utrustas i allt högre grad med självdiagnostikfunktioner, som innebär att fel enkelt kan isoleras till enstaka kretskort. Dessa kan bytas av användarnas egen underhållspersonal. I framtiden kommer det också bli allt vanligare att felsökning sker genom att leverantörens servicefolk via teleledningar kan köra testprogram och analysera olika utskrifter.

Leverantörernas underhållsinsats behövs dock alltid vid allvarligare fel t ex på centrala delar av maskinvaran samt för visst förebyggande underhåll.

Programvara. För paketsystem är underhållsproblemen normalt mycket små. Om fel uppträder kan vanligtvis endast leverantörens personal hitta dessa och åtgärda felen. I framtiden kommer felsökning och även rättning av programfel att kunna ske via teleledningar. Ändringar i system liksom tillägg är och blir alltmer kostsamma. Leverantörernas förmåga att klara detta torde därför bli ett allt viktigare konkurrensmedel.

Databaser. Systemen kan innehålla en varierande mängd anläggningsspecifika data, t ex kalibreringskonstanter och parametrar som beskriver anläggningen etc. Att underhålla dessa data kan kräva en heltidstjänst på större system.

Systemens funktioner, bilder och rapporter kan löpande behöva anpassas till nya behov. Detta görs för större och mer flexibla system genom att systembeskrivande data i en databas förändras. På större system kan också detta arbete kräva stora resursinsatser.

Givare. Givare kräver vanligtvis den största underhållsinsatsen av de i ett styrsystem ingående komponenterna. Arbetet måste göras av instrumentavdelningen eller driftlaboratoriet hos användaren eller – för speciella givare – direkt av de skiftgående operatörerna. I nyare givare ingår i allt större utsträckning delsystem för självdiagnostik och automatiska funktionskontroller.

Bristande underhåll av givare har ofta en förödande effekt på styrsystemens tillförlitlighet vilket också naturligtvis påverkar personalens tilltro till systemen. Det är således väsentligt för systemens effektivitet att problemen med att underhålla givarna uppmärksammas och att tillräckliga resurser avdelas för detta arbete.

Vidareutveckling

Vanligtvis omfattar styrsystemen ett antal grundfunktioner som gör det möjligt att t ex analysera processen närmare, vilket sedan kan utgöra en bas för vidareutveckling. Användarnas önskemål om att lätt kunna utföra dessa förändringar tillgodoses ofta dåligt i dagens system. Förutsättningar som förbättrar användarnas möjligheter att vidareutveckla systemen föreligger då:

- beräkningskapaciteten är relativt lågt utnyttjad från början och om primär- och sekundärminnen har reservkapacitet eller är utbyggbara
- programvaran har en funktionell uppbyggnad och består av avgränsade moduler och om vidareutvecklingen är förberedd redan när grundsyste-

met konstruerades
- systemet är uppbyggt kring en generell databas och har väl utbyggda funktioner för datakommunikation och presentation.

Vissa typer av paketsystem är i praktiken omöjliga för användaren att vidareutveckla. Dessa system omfattar dock oftast sådana grundfunktioner där krav på vidareutveckling relativt sällan uppstår.

En utgångspunkt för förslag till vidareutveckling är även de efterstudier och efterkalkyler som bör ingå i förvaltningen av ett styrsystem. Efterstudier görs dock vanligtvis inte tillräckligt systematiskt och noggrant för att man ska kunna bedöma flertalet effekter och eventuella brister i styrsystemet. Skäl som framhålls för att inte genomföra efterstudier av styrsystem är t ex att:

- det ofta är resurskrävande att genomföra sådana efterstudier och att värdet av efterstudien ofta inte upplevs som tillräckligt högt
- det kan vara svårt att finna jämförelseperioder/jämförelsesiffror före och efter installationen av styrsystem (intressanta variabler kanske inte ingår i den tidigare förda statistiken etc)
- det kan vara svårt att skilja mellan vad systemet åstadkommit/bidragit till och vad andra åtgärder resulterat i
- det saknas utarbetad och dokumenterad metodik och modeller för efterstudier.

En annan orsak kan vara att de som deltagit i projektet inte vill att eventuella brister skall uppdagas.

Trots skälen för att inte genomföra efterstudier av systemen är det sannolikt att efterstudier i framtiden blir vanligare inslag i systemförvaltningen. Systemen får allt större betydelse för produktionsresultatet och kostnaderna för styrsysteminvesteringarna ökar. Detta skärper kraven på att verifiera effekterna av systemen.

15 Leverantörer av datorstödda styrsystem i Sverige

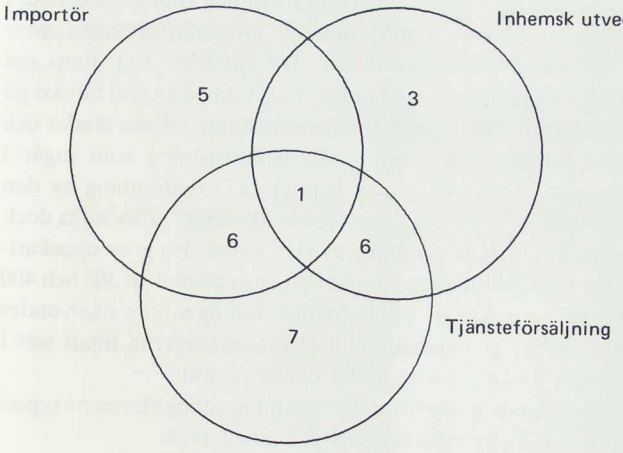
15.1 Leverantörernas åtaganden

Ett idrifttagande av ett styrsystem förutsätter, förutom upphandlingen av utrustningen, att omfattande planerings-, utrednings-, installations- och utbildningsaktiviteter genomförs. I de flesta fall upphandlar användarna också en stor del av dessa tjänster. De drygt 40 leverantörer som verkar inom styrsystemområdet på den svenska marknaden skiljer sig väsentligt åt i flera avseenden. Det finns små och stora företag, företag med inriktning på speciella tjänster och sådana med inriktning på totalentreprenörskap, företag som kan en viss process och sådana som kan datatekniken, sådana som bara säljer mätgivare eller datorutrustning och några som säljer hela styrsystem inklusive tjänster.

Under sommaren 1979 sände DEK ut en enkät till företag verksamma med försäljning av datorstödda styrsystem[1]. Frågorna avgränsades till att enbart avse utrustning och tjänster som levererats i anslutning till datorstödda styrsystem. Försäljning som t ex enbart utgjorts av mätgivare medräknades således inte. Sammanlagt 28 företag besvarade enkäten. Dessa företags huvudsakliga verksamhet framgår av figur 15.1.

Som framgår av figuren hade 13 företag sin huvudsakliga verksamhet baserad på en kombination av utrustnings- och tjänsteförsäljning.

[1] Exklusive företag som säljer styrsystem till sågverk och tekoindustrin. Leverantörer av utrustning och styrsystem till sågverksindustrin behandlas i avsnitt 7.3.



Figur 15.1 Leverantörernas huvudsakliga verksamhet. Siffrorna avser antalet företag. Siffrorna placerade i cirkelsnitten redovisar det antal företag vars huvudsakliga verksamhet är kombinerad.

Källa: DEK.

15.2 Försäljningen av datorstödda styrsystem till slutanvändande företag i Sverige

De 28 leverantörernas totala försäljning av datorstödda styrsystem till slutanvändande företag i Sverige samt fördelningen på utrustning respektive tjänster framgår av tabell 15.1.

Tabell 15.1 Försäljning av datorstödda styrsystem till slutanvändande företag 1976–79. Mkr, löpande priser

	1976	1977	1978	1979 prognos	Genomsnittlig förändring per år
Total försäljning	188	183	209	190	
(%) förändring		(–2,7)	(14,2)	(–9,1)	0,3
Därav:					
Utrustning	111	111	126	116	
(%) förändring		(0,0)	(13,5)	(–7,9)	1,4
Tjänster	77	72	82	74	
(%) förändring		(–6,5)	(13,8)	(–9,7)	–1,3
Utrustningsandel i %	59	61	60	61	

Källa: DEK.

Försäljningsuppgifterna ger endast en grov bild av omfattningen av styrsysteminvesteringarna eftersom användarföretagens egna arbetsinsatser inte ingår.

Försäljningen från de företag som avstått från att svara har bedömts till ca 50 Mkr per år. Troligen har således försäljningen till slutanvändande företag i Sverige under senare år uppgått till totalt ca 250 Mkr per år. De svenska leverantörerna svarade för omkring hälften av försäljningen i Sverige.

Tillväxten är totalt sett nära noll för den redovisade perioden 1976-1979. Bortfallet av svar på enkäten bedöms inte markant kunna ändra denna bild. I längden är en sådan utveckling oroande eftersom användarföretagen anser att systemen är en viktig konkurrensfaktor. De uppgifter som finns om utvecklingen i viktiga konkurrentländer pekar dessutom på en real tillväxt på sju till elva procent per år totalt för styrsystemutrustning i dessa länder och ännu något högre för den data- och elektronikutrustning som ingår i styrsystemutrustningen. Som framgår av kapitel 18 " Bedömning av den framtida användningen av avancerade styrsystem i Sverige", förväntas dock en förhållandevis snabb fortsatt spridning av styrsystem. En grov uppskattning ger vid handen att försäljningen kommer att ligga på mellan 300 och 400 Mkr per år under de närmaste tre åren. Att försäljningen inte ökat under 1976-1979 torde även hänga samman med att investeringarna totalt sett i processindustrin legat på en låg nivå under denna period.

I enkäten ombads företagen även fördela försäljningsuppgifterna på typ av utrustning respektive tjänster vilket redovisas i tabell 15.2.

Tabell 15.2 Försäljningsuppgifterna för 1978 fördelade på typ av utrustning respektive tjänster

	Mkr	Andel
Utrustning (15 svar)		
– mätgivare (exkl styrdel)	20	9,6 %
– reglerutrustning (lokal styrdel och övervakning, processanslutning)	35	16,7 %
– datorsystem med kringutrustning	48	23,0 %
– man/maskinutrustning (bildskärmar, skrivare, terminaler etc)	21	10,0 %
– övrig utrustning (kablage, reservkraft, kommunikationsutrustning m m)	2	1,0 %
Summa utrustning	126	60,3 %
Tjänster (21 svar)		
– processanalys	7	3,4 %
– styrsystemanalys, funktionsanalys	19	9,1 %
– systemutformning, systemkonstruktion och databasuppläggning	26	12,4 %
– övrigt anläggningsorienterat arbete för att planera och förbereda installationen (mätningar, planering av utrustningarnas placering m m)	8	3,8 %
– installation, utbildning, intrimning	15	7,2 %
– service och vidareutveckling	8	3,8 %
Summa tjänster	83	39,7 %
Totalt	209	100 %

Källa: DEK.

Som framgår av tabellen svarar datorsystem med kringutrustning respektive systemutformning, systemkonstruktion och databasuppläggning för de största försäljningsandelarna inom utrustnings- respektive tjänstedelen. Eftersom inriktningen skiljer sig avsevärt åt mellan olika leverantörer finns stora variationer mellan leverantörerna beträffande fördelningen på de olika utrustnings- och tjänstetyperna.

Försäljningen från de 28 företag som besvarade enkäten, fördelad på slutanvändarnas branschtillhörighet, redovisas i tabell 15.3.

Tabell 15.3 Försäljning fördelad på branschtillhörighet. Mkr, löpande priser

Bransch	1976	1977	1978	1979 Prognos	S:a 1976–1979	Antal företag med försäljning
Malmgruvor, andra gruvor och mineralbrott	20	10	2	10	42	4
Livsmedels-, dryckesvaru- och tobaksvaruindustri	6	8	11	13	38	3
Massa-, pappers- och pappersvaruindustri	52	60	55	64	231	19
Kemisk industri, petroleum, gummivaru-, plast- och plastvaruindustri	5	8	14	17	44	14
Jord- och stenvaruindustri, glas och cementindustri	1	0	0	2	3	3
Järn-, stål- och metallverk	34	12	15	19	80	9
El-, gas- och värmeverk, produktion och distribution av el	39	53	86	34	212	8
Vattenverk, renings- och renhållningsverk	3	3	5	7	19	8
Trävaruindustri, verkstadsindustri och annan tillverkningsindustri	2	2	4	5	13	9
Övrigt som ej kan hänföras till någon näringsgren enligt ovan	3	25	15	14	57	8
Summa	188	183	209	190	770	

Källa: DEK.

Som framgår av tabellen är massa- och pappersindustrin den största användarbranschen, följd av elkraftindustrin. Livsmedel och kemisk industri uppvisar den största tillväxten.

15.3 Utländska leverantörer

Bland de utländska leverantörerna som säljer datorstödda styrsystem till slutanvändande företag i Sverige dominerar företag från USA. Företag med betydande försäljning är Accuray (hemland: USA, försäljning främst till: massa- och papper), Digital Equipment (USA, datorutrustning till div branscher), Foxboro (USA, främst massa- och papper, marknadsförs i Sverige av AKA), Honeywell (USA, div branscher) och Measurex (USA, främst massa- och papper). Även Brown Boveri (Schweiz, främst elkraftindustrin), Philips (Holland) och Siemens (Västtyskland), som samtliga avböjt att besvara enkäten, kan ha en rätt betydande försäljning av datorstödda styrsystem. I detta sammanhang bör även nämnas att japanska leverantörer inom styrsystemområdet sannolikt också kommer att etablera sig i ökande utsträckning på den svenska marknaden.

15.4 Inhemska styrsystemleverantörer

ASEA är det företag som har störst verksamhet på området i Sverige och som också svarar för den största exporten. ASEA's försäljning sker till flera branscher. Störst omfattning har försäljningen till elkraftindustrin. Andra inhemska leverantörer är t ex Alfa-Laval, AB ATEW, COMATOR, DATEMA, SAAB-Scania, SATT-Electronics och Teleplan. Dessa företag säljer överlag till flera branscher. Datorutrustning och elektronik ingående i de styrsystem som inhemska företag säljer kommer i allt väsentligt från USA.

Exporten av datorstödda styrsystem från Sverige har som framgår av tabell 15.4 vuxit snabbt.

Tabell 15.4 Exporten av datorstödda styrsystem 1976–1979. Mkr, löpande priser

	1976	1977	1978	Prognos 1979
Total export	78	140	160	241
– utrustning	47	79	90	139
– tjänster	31	60	70	102

Källa: DEK

Den genomsnittliga tillväxten under perioden är 46 % per år, och under 1979 beräknades således exporten ligga på ungefär samma nivå som den totala försäljningen till slutanvändare i Sverige.

ASEA, SAAB-Scania och Alfa-Laval svarar för merparten av exporten.

15.5 Förutsättningar för svenska styrsystemleverantörer

I DEK's uppdrag ingår bl a att kartlägga vilken produktion av system som finns inom landet och analysera vilka utvecklingsmöjligheter leverantörer av sådana system kan förväntas ha. Vidare skall Sveriges stora beroende till omvärlden särskilt beaktas.

I kapitel 14.1.1 har användarföretagens leverantörsberoende beskrivits. Leverantörerna är å sin sida för sitt utvecklingsarbete beroende av användarföretagens tillämpningskunskaper. Det finns således *ett ömsesidigt beroende som har betydelse för båda parternas konkurrenskraft.*

15.5.1 *Betydelsen av svenska styrsystemleverantörer*

Av den tidigare framställningen framgår att investeringar i styrsystem i allt väsentligt är en investering i ett kunskapskapital. Styrsystemen kan liknas vid anläggningarnas nervsystem som genom utökade funktioner och nya tillämpningsområden i anläggningarna blir allt mer integrerade med övrig anläggningsutrustning. Anläggningarnas drift blir i ökande utsträckning beroende av systemen. Systemen blir också allt väsentligare för användar-

företagens vidarutveckling avseende bl a förädlingsprocess och anläggningsadministration. För denna vidareutveckling har samspelet mellan användarföretag och systemleverantör stor betydelse.

Under projektarbetet sker en omfattande kunskapsöverföring mellan användare och leverantör. Process- och produktionsförlopp analyseras. Driftrutiner klarläggs och problemområden penetreras. Motiveringar för och effekter av styrsystemen undersöks. Systemet utformas, testas och installeras och sedan vidtar systemets förvaltning (drift, underhåll och vidareutveckling). Användarföretaget ger således leverantören djupa kunskaper om sina problem, sin miljö och verksamhet. Samtidigt ger leverantören användarföretaget kunskaper om olika hjälpmedel, utrustningar och deras prestanda. Leverantören svarar vanligtvis också för betydande delar av utvecklings- och installationsarbetet. Detta skapar för användarföretaget ett beroende till leverantören inför vidareutvecklingen av systemet eller angränsande system. Leverantören å sin sida är beroende av att det finns aktiva användarföretag som initialt kan ge miljökunskapen och även löpande ge driftserfarenheter m m som grund för leverantörens försäljning och fortsatta utveckling av hjälpmedel och utrustningar.

Närhet och språk m m har naturligtvis inverkan i detta sammanhang vilket ger leverantören en viss fördel på hemmamarknaden. Det är också en fördel för leverantören att arbeta på hemmamarknaden särskilt när nya tillämpningar ska trimmas in och finjusteras. En referensanläggning i bruk på hemmamarknaden är även väsentligt som förutsättning för den fortsatta försäljningen. Leverantören kan då hänvisa presumtiva köpare till ett användarföretag som har praktiska erfarenheter och kan ge svar på frågor om ekonomi, tillgänglighet, tillförlitlighet m m.

Betydelsen av svenska leverantörer skall också ses mot bakgrund av exportmöjligheter och den svenska ekonomins läge. I detta sammanhang finns det anledning att inledningsvis vidga betraktelseramen och återge något om vad andra utredningar som behandlat dessa frågor anser.

Konsultexportutredningen sammanfattar i sitt betänkande[1] tidigare utredningars[2] tankar kring de framtida möjligheterna för svensk export. Utredningarna framhåller att framtiden för svenskt näringsliv snarare ligger i kunskapsintensiva produkter än i råvaruintensiva produkter samt i systemlösningar, innehållande kombinationer av hård- och mjukvara, mer än i enskilda komponenter.

Riksdagen har också beslutat om stöd till exportsamverkan vid systemleveranser till industri- och anläggningsprojekt m m (s k SA-projekt). Beslutet innebär att medel avsätts för att minska företagens riskexponering vid denna typ av ofta mycket stora projekt och därigenom stimulera företagens aktiviteter på området. SA-exporten har fått en alltmer framträdande plats i världshandeln under 1970-talet.

Även styrsystem faller väl in i denna ram. Trots att själva styrsystemens andel av exportvolymen är liten är det DEK's uppfattning att deras karaktär som nervsystem nu och än mer i framtiden kommer att medföra att *styrsystemen får stor strategisk betydelse för möjligheterna till annan export till industriprojekt.* Därför är det också mycket viktigt att svenska *maskin- och anläggningsleverantörer* är aktiva och *bygger upp kunskaper om styrsystemområdet.*

[1] Statligt kunnande till salu, export av tjänster från myndigheter och bolag, SOU 1980:23.

[2] Ingenjörsvetenskapsakademiens "Kunskap och konkurrenskraft", "Vägar till ökad välfärd" (Ds Ju 1979:1 och Ds Ju 1979:2), betänkande av särskilda näringspolitiska delegationen m fl. Även LU 78 berör Sveriges komparativa fördelar på sikt.

I detta sammanhang kan tilläggas att DEK erfarit att användarföretag, som tillsammans med en leverantör utvecklat en ny tillämpning, ofta inte upplever en spridning av denna tilllämpning till konkurrerande användarföretag som ett konkurrensmässigt hot. Detta förklaras av det kunskapsmässiga försprång användarföretaget får i utvecklingsskedet, den tid utvecklingsarbetet tar och den ytterligare tid det tar innan tillämpningen kan vara installerad hos ett konkurrerande företag.

15.5.2 *De inhemska styrsystemleverantörernas situation*

Det finns en rad faktorer som påverkar de svenska styrsystemleverantörernas situation och framtidsutsikter, t ex:

- förekomsten av aktiva användarföretag och möjligheter till referensanläggningar i Sverige
- omfattningen av forskning och utveckling rörande olika systemkomponenter som t ex mätgivare
- nivån på forskning och utveckling i användarbranscherna rörande processförlopp, anläggningsadministration m m
- tillgången på utbildad personal inom styrsystemområdet
- "närhet" till tillverkare av maskiner och annan anläggningsutrustning
- "närhet" till anläggningsprojektörer och konsulter
- behovet av och tillgången på insatsvaror till systemen med utländskt ursprung, t ex elektronik och datorutrustning
- formella och informella handelshinder
- formellt och informellt statligt stöd i andra länder till inhemska leverantörer rörande dels forskning och utveckling, statlig upphandling mm, dels stöd på olika sätt vid affärsuppgörelser t ex när styrsystem exporteras till en regering eller en myndighet i annat land.

Behovet av utländska insatsvaror, t ex data- och elektronikutrustning,till systemen som säljs av svenska leverantörer är stort. Detta skapar ett visst utlandsberoende för leverantörerna. Från konkurrenssynpunkt förefaller detta dock ha mindre betydelse eftersom det inte är data- och elektronikutrustning som en kund primärt efterfrågar vid köp av ett styrsystem utan programvara och hjälpmedel för att styra och övervaka större eller mindre delar av produktionen.

I DEK's enkät ingick en fråga om särskilda problem (rörande FoU, grund- och vidareutbildning, erfarenhetsutbyte, teknologispridning, effekter av systemen, standardiseringsfrågor, lånemöjligheter) som statsmakterna, branschorganisationer eller liknande borde uppmärksamma. Tämligen genomgående framhöll företagen behovet av utbildning liksom den bristande standardiseringen. Några framhöll även behovet av exportkrediter.

Om leverantörens tillämpningar kräver omfattande programvaruutveckling blir utvecklingskostnaderna höga. Då måste försäljningen vanligtvis ske i tämligen stor skala. Kunskapskraven för utvecklingsarbetet gör att leverantören ofta måste inrikta sig på vissa branscher. Avser tillämpningen styrning av processer som är specifika för en bransch eller delbransch medför detta att exportandelen av försäljningen måste vara stor eftersom den svenska marknaden är för begränsad. Försäljning på den internationella

marknaden är ofta krävande både vad avser marknadsföring och resurser för utbildning, installation, service m m. Eftersom svenska företag torde ha svårt att konkurrera på maskinvarusidan är det främst kunnande om processer, produkter och anläggningsadministration liksom om programvaruutveckling, datakommunikation m m, som kan ge svenska leverantörer konkurrenskraft på styrsystemområdet.

Svenska leverantörer har i dag överlag inte någon framträdande ställning. DEK bedömer dock mot bakgrund av de faktorer som nämnts att förutsättningarna för svenska leverantörer av styrsystem kan betraktas som goda inom branscherna gruvor, livsmedel (delvis), massa- och papper, sågverk, järn- och stål (delvis) samt elkraft.

Svenska leverantörer bör också kunna konkurrera på en del av de områden där det finns en stor användningspotential för mindre och mer avgränsade system. Det kan t ex röra system för styrning och övervakning av klimat i byggnader, energiförbrukning, olika maskiner mm. I enkätundersökningen ombads t ex företagen även att kommentera de tillämpningar som bedömdes få snabbast tillväxt under de närmast kommande åren. Företagen framhöll särskilt energistyrsystem samt en del andra mindre tillämpningar.

En viktig förutsättning för att lyckas på styrsystemområdet är att samarbetet fungerar väl mellan olika intressenter. Det torde behöva förbättras jämfört med nuläget. Det gäller dels mellan styrsystemleverantörer och användarföretag, dels mellan styrsystemleverantörer och leverantörer av maskiner och anläggningsutrustning till industrin.

DEK finner vidare anledning att något behandla statens roll beträffande förutsättningarna för de svenska leverantörerna av styrsystem.

Konsultexportutredningen har behandlat den statliga sektorns roll i exporten och föreslår åtgärder som bl a skall för bättra samarbetsmöjligheterna mellan den statliga sektorn och näringslivet. Konsultexportutredningen framhåller bl a att det är troligt att de totala exportchanserna ökar om statliga organ medverkar i leveranser till u-länder där offentliga myndigheter ofta är beställare. Vidare kan den statliga sektorns representanter ofta få information om planerade projekt i ett tidigare skede av en planeringsprocess än som är möjligt för enskilda företag. Svenska tjänsteuppdrag i utlandet kan också röja väg för svensk följdexport från industri- och entreprenadföretag. Denna s k vägröjareffekt är allmänt erkänd såväl internationellt som i Sverige. Det tar sig bl a uttryck i att åtskilliga industriländer subventionerar export av konsulttjänster.

Staten kan också ha inverkan på möjligheterna för de svenska leverantörerna att utveckla nya tillämpningar. Det är mot bakgrund av sambandet mellan kunskapsutvecklingen hos användare och leverantörer värdefullt om de FoU-resultat som forskningsorganisationer, användarföretag m m genererar, i största möjliga mån tas upp och marknadsförs av svenska företag. Särskilt om FoU-arbetet i allt väsentligt har bekostas med statliga medel bör sådana överväganden tas med i tidiga projektskeden.

I de fall staten själv är upphandlare av system bör naturligtvis den användande organisationens intresse komma i allra första hand. Det är emellertid viktigt att ha en investeringssyn som räcker längre än till installationen och som också omfattar förutsättningarna för systemets förvaltning och tillgången till den kunskapsbas som behövs för tillämp-

ningsområdets fortsatta utveckling. Vidare kan det inom detta område finnas anledning att göra mer övergripande industripolitiska bedömningar beträffande de framtida konkurrensförutsättningarna för användarbranschen som helhet och styrsystemleverantörernas roll härvidlag.

Avslutningsvis kan här även nämnas att de frågor som DEK i övrigt tar upp om kunskapsutveckling (t ex i kapitel 16 "Utbildning"och kapitel 17 "Forskning och utveckling i Sverige") och som i det kommande delbetänkandet skall kompletteras med åtgärdsförslag, riktas både till användarföretagen och till leverantörerna.

16 Utbildning

16.1 Behovet av kunskapsspridning

Denna studie är inriktad på frågor om användningen och spridningen av styrsystem vilket även innefattar leverantörernas situation. I flera kapitel betonas vikten av att i detta sammanhang bygga upp och vidareutveckla olika slag av kunskaper[1]. En effektiv och vidgad användning av styrsystem förutsätter en omfattande kunskapsspridning. Självfallet spelar grundutbildning och fortbildning en mycket betydelsefull roll för att den nödvändiga kunskapsspridningen skall kunna ske.

Den ökade användningen av styrsystem ställer mycket höga krav på utbildningsanordnarna i fråga om att förmedla dels en stor mängd kunskaper inom skilda områden, dels kunskap om hur olika områden hänger ihop. Den snabba utvecklingen medför också *krav på att utbildningen både till innehåll och omfattning snabbt kan anpassas till nya behov*. Inom industrin upplevs också personalutveckling och utbildning rörande styrsystem som en svårhanterlig uppgift.

16.2 Syfte, avgränsningar och disposition

Syftet med detta kapitel är att dels belysa olika problem i samband med utbildningsutbudet, dels kommentera de utbildningsbehov som för närvarande förefaller vara dåligt tillgodosedda.

DEK har dock inte systematiskt kartlagt utbildningsfrågor. De iakttagelser och slutsatser som redovisas berör främst olika intressenters syn på *utbildningsbehovet* – i första hand olika fort- och vidareutbildningsbehov. Studier och kontakter inriktade mot *utbildningsutbudet* och personal som arbetar i utbildningssystemet har varit sporadiska.

Utbildningsfrågor är ett av dataeffektutredningens huvudområden. DEK

[1] Exempelvis behandlas i kapitel 14 kunskapkraven för att utveckla och använda styrsystem. Där beskrivs också att styrsystemen i sig är ett viktigt kunskapskapital genom att systemen omfattar mycket information om förädlingsprocessen och anläggningen. I kapitel 15 beskrivs bl a kunskapsöverföringen mellan användarföretag och systemleverantör. Även i kapitel 18 där den framtida styrsystemanvändningen bedöms samt i kapitel 19 som redovisar slutsatser och utgångspunkter för åtgärder betonas kunskapskraven.

vill därför hänvisa till den rapport om verkstads- och processindustrin som dataeffektutredningen kommer att publicera[1].

Vidare behandlas för närvarande högskolesektorns forskning och utbildning inom dataområdet av den av UHÄ tillsatta datareferensgruppen. Gruppen skall bl a:

- belysa och uppskatta arbetsmarknadens behov av utbildade med olika specialinriktningar samt redovisa därav följande konsekvenser för utbildningen
- bedöma vilken forskning som är mest angelägen att bygga ut
- föreslå hur forskningen inom dataområdet bör profileras vid högskoleenheter.

Gruppen har utarbetat preliminära förslag om förstärkning dels av den grundläggande högskoleutbildningen inom dataområdet, dels av forskning och forskarutbildning. Gruppens slutförslag skall redovisas före 1 juli 1981.

Bland mängden av tidigare utredningar som behandlat utbildningsfrågor är det främst två som har relevans för denna studie. De är:

- Statens industriverks "Elektronikindustrin i Sverige. Del 1 komponenter och utbildning" (SIND 1979:6). Utredningen beskriver bl a utbildningsutbudet inom data- och elektronikområdet och olika problem i samband med detta[2].
- En rapport från Svenska Pappers- och Cellulosaingenjörsföreningens (SPCI) styrsystemkommitté med titeln "Styrsystemutbildning inom svensk massa- och pappersindustri" (maj 1977). Rapporten behandlar utbildningsbehov för olika personalkategorier som arbetar med styrsystem.

För att belysa utbildningsutbudet samt frågor om utbildningsbehov refereras och kommenteras delar av utredningarna i avsnitt 16.4 respektive 16.5.1.

I avsnitt 16.5 redovisas de erfarenheter rörande utbildningsbehov som framkommit i denna studie och en del problem som föreligger för att kunna tillgodose dem. I avsnitt 16.6 redovisas slutsatser om utbildningsfrågorna i sammandrag.

Det har inte varit möjligt att behandla fackutbildningen inom de områden där styrsystem används. Det gäller t ex kunskap om produkter, förädlingsprocesser och anläggningar i processindustrin. Sådana kunskaper är naturligtvis utgångspunkter för att förstå och ställa krav på olika verksamheters styrning. Sammanfattningsvis kan man därför säga att detta kapitel enbart behandlar den "tilläggskunskap" som behövs för att hantera frågorna om hur datorstödda styrsystem kan utformas och användas och de problem som därvidlag föreligger inom utbildningssystemet.

[1] Industrins datorisering - effekter på sysselsättning och arbetsmiljö, SOU 1981:17

[2] Rapporten ingår som en del i SIND's uppdrag att utreda svensk elektronikindustris nuläge och utvecklingsmöjligheter.

16.3 Utbildning i datalära

Innan utbildningsfrågor om datorstödda styrsystem behandlas mer specifikt kommenteras här frågan om "datalära" i den allmänna grundutbildningen.

Hittillsvarande arbete och planer på datalära beskrivs i dataeffektutredningens rapport om verkstads- och processindustrin. Som en orientering om läget för datalärans införande kan här nämnas att en projektgrupp inom skolöverstyrelsen (SÖ) sedan 1972 arbetat med frågan om hur datalära bör införas i grundutbildningen. Under våren 1980 lämnade gruppen en rapport med förslag. SÖ föreslår nu att datalära skall ingå som ett moment i matematik- och samhällskunskapsundervisningen i årskurs 9 i grundskolan och årskurs 1 i gymnasieskolan. Flertalet elever skulle därigenom få datalära under två läsår (totalt ca 20 timmar på grundskola och 20 timmar på gymnasium). Förslaget innebär att datalära från mitten av 1980-talet skall ingå i utbildningen i alla kommuner.

Datalära är enligt DEK's uppfattning angeläget även för spridningen och tillämpningen av datorstödda styrsystem. För att minska kunskapströsklarna och underlätta kommunikationen mellan olika intressenter bör grundutbildningen ge en god allmän kunskapsbas. Datorstödet är i dag ofta svårtillgängligt och specialistberoendet är högt. Därför är det angeläget med *breda utbildningsinsatser* för att höja den allmänna kunskapsnivån. Sådana insatser kan bl a bidra till att förbättra förutsättningarna för att datorstödet skall kunna införas och användas som ett underordnat och lättillgängligt hjälpmedel. Att datalära i dag inte finns i grundutbildningen anser DEK vara en allvarlig brist inte minst mot bakgrund av den snabba spridningen av olika datorstödda tillämpningar i samhälle och näringsliv.

16.4 Statens industriverks kartläggning av utbildningen inom data- och elektronikområdet

I SIND's rapport [1] refereras flera andra utredningar[2] som de senaste åren fört fram krav på utbildningssystemet. Genomgående framhåller utredningarna utbildningssystemets allt större betydelse för näringslivets konkurrenskraft.

I SIND's rapport ges en omfattande översikt av utbildningsutbudet inom data- och elektronikområdet på gymnasie- och högskolenivå. Av översikten framgår att elektronik och datateknik samt styr- och reglerteknik ingår i ett stort antal utbildningar. På gymnasienivå förekommer sådan utbildning bl a på de tekniska gymnasielinjerna, inom arbetsmarknadsutbildningen, i den kommunala vuxenutbildningen och vid statens industriverks enhet för företagsutveckling (SIFU). Vidare ingår dessa ämnesområden i en rad allmänna utbildningslinjer på högskolenivå. Det finns också ett antal lokalt inrättade utbildningslinjer som berör området, t ex processprogrammerarlinjen i Sundsvall och styr- och reglerteknisk linje i Falun/Borlänge.

Utöver de utbildningar som SIND redovisar finns även bl a följande utbildningar som kan vara aktuella för personal som kan beröras av datorstödda styrsystem: drift- och underhållsteknisk linje, processteknisk linje och livsmedelsteknisk linje inom gymnasieskolan samt yrkesteknisk högskoleutbildning som har linjer för processindustrier.

SIND har främst sett till elektronikindustrins och den elektronikanvändande delen av verkstadsindustrins behov och också föreslagit

[1] Elektronikindustrin i Sverige. Del 1 komponenter och utbildning, (SIND 1979:6)

[2] Bland de utredningar som åsyftas märks bl a Företagsutbildningsutredningen, SOU 1977:92, Utbildningsdepartementets arbetsgrupp för naturvetenskaplig och teknisk utbildning, 1978, Lärarutbildningsutredningen, SOU 1978:86, Näringspolitiska delegationen, DsJu 1979:1, Sysselsättningsutredningen, SOU 1979:24 samt Kunskap och konkurrenskraft, Ingenjörsvetenskapsakademien, 1979.

åtgärder med dessa målgrupper som utgångspunkt. En del av SIND's iakttagelser och slutsatser berör dock i viss mån även styrsystemområdet. Några sådana iakttagelser och slutsatser som SIND framhåller är:

- att en betydande del av kursförnyelsen inom data- och elektronikområdet på gymnasie- och högskolenivå beror på enskilda lärares intresse och engagemang, delvis vid sidan av de ordinarie arbetsuppgifterna
- att det finns brister i utrustningstillgången (tekniskt gammal utrustning eller avsaknad av relevant utrustning)
- att särskilda krav ställs på lärarnas fortbildningsmöjligheter. För närvarande förefaller en rad orsaker av främst institutionell natur medverka till att en nödvändig kunskapsförnyelse inte kommer till stånd. Det gäller inte minst lärare i ämnen där elektronik och datateknik kommer in som tilläggskunskaper. Åtskilliga av dessa lärare fick också sin grundutbildning för många år sedan
- att vidareutbildning av redan yrkesverksam personal i industriföretagen framstår som ett mycket viktigt inslag med hänsyn till elektronikens och datateknikens utveckling.

I SIND's rapport redovisas också förslag till åtgärder för att förbättra kunskapsspridningen via utbildningssystemet:

- Inom gymnasieskolan föreslås främst en utrustningskomplettering. Vidare bör skolöverstyrelsens insatser för att bistå lokala skolmyndigheters upphandling ökas.
- Inom högskolan spelar utrustningsfrågan en än mer central roll. I utredningen pekas här särskilt på den stora skillnaden mellan den faktiska förnyelsetakten för utrustningar och deras tekniska åldringstakt.

Lärarnas möjligheter till fortbildning inom området datateknik och elektronik kan förbättras på fler sätt. I SIND's utredning konstateras emellertid att de av lärarutbildningsutredningen (LUT) föreslagna tillskotten i antal fortbildningsdagar knappast är tillräckliga för en meningsfull kunskapsförnyelse. De tider som aktualiserats för fortbildningen – tio dagar per år på ordinarie arbetstid – ger knappast det kunskapstillskott som erfordras med hänsyn till data- och elektronikområdets utveckling. Vidare finns erfarenhetsmässigt en tendens till att samma lärare regelbundet deltar i kursverksamhet medan andra lärare aldrig deltar. Industriverket ifrågasätter därför effekten av en utvidgad fortbildningsmöjlighet byggd endast på frivilligt deltagande.

DEK delar SIND's uppfattning beträffande utbildningsfrågorna och vill särskilt stryka under betydelsen av att förbättra lärarfortbildningen. Särskilt angeläget torde det vara att förbättra möjligheterna för fortbildning av lärare i ämnen där elektronik och datateknik används som ett allt viktigare hjälpmedel och där således kunskaperna om datateknik m m kan betraktats som "tilläggskunskaper". Detta fortbildningsbehov kan också förväntas öka snabbt i takt med den snabba spridningen av olika datorstödda tillämpningar.

16.5 Nya utbildningsbehov inom styrsystemområdet

16.5.1 *Allmänt om förändrade behov av kunskaper*

Genom att styrsystemen dels får ökad betydelse för produktionen, dels blir mer omfattande och komplexa ökar kunskapskraven för personal som ska:

- fatta beslut om styrsysteminvesteringar
- specificera systemens funktioner och uppbyggnad
- svara för upphandling och installation
- använda systemen
- underhålla systemen.

Kort sagt berör systemen mer eller mindre samtliga befattningshavare. Utöver utvecklingen av datorstödet för systemens mera centrala funktioner har även styr- och reglerutrustningen påverkats snabbt av data- och elektronikutvecklingen. Exempel är nya givare med inbyggt datorstöd, övergång till digital styrning av ställdon m m och övergång från reläsystem till PC-system. Utvecklingen har också medfört att organisationen av arbetet och olika befattningshavares uppgifter förändrats.

Systemen använder ofta komplicerade modeller av verksamheten i anläggningarna. För ett effektivt utnyttjande av systemen krävs att användarna har kunskap om hur dessa modeller fungerar i stort och samverkar med den process som skall styras. Särskilt vid störningar – t ex förändringar av råvarusammansättningen eller fel på någon utrustning – krävs kunskap om styrsystemets funktioner och processens sätt att reagera. Ökade krav ställs också på olika intressenters förmåga att kunna kommunicera med varandra både vid utvecklingen av system och vid användningen. Det gäller dels inom företag, dels i kontakterna med olika leverantörer.

Sammantaget medför denna utveckling ett snabbt växande utbildningsbehov. I DEK's kontakter har också framkommit att flera industrier i dag upplever problem med att bibehålla och vidareutveckla egna kunskaper inom styrsystemområdet. Bland orsakerna till detta framhålls bl a:

- att svensk processindustri under senare år har reducerat den tekniska personalen i den direkta produktionen och ofta köpt kunskap utifrån i form av externa tjänster, paketsystem m m
- att mindre industrier inte har en omfattning på sin verksamhet som gör det möjligt att ha egna specialister och utvecklingsresurser
- att den nödvändiga specialiseringen ger "nyckelpersoner". Vid personalomsättning uppstår därför svårbemästrade kunskapssvackor och problem med att upprätthålla kontinuiteten i kunskaperna
- att den tekniska utvecklingen är snabb och kräver omfattande fortbildningsinsatser
- att personal som rekryteras från ordinarie grundutbildning ibland inte har en "modern" utbildning
- att det fortbildningsutbud som finns ofta är grundläggande och i och för sig av god kvalitet. För att deltagarna ska få en insikt i kunskapernas tillämpbarhet behövs dock ofta en branschanpassad komplettering som vanligtvis inte finns

- att de kunskaper som efterfrågas i stor utsträckning rör praktiska erfarenheter vilket utbildningsanordnarna med nuvarande former för fortbildning kan ha svårt att tillgodose
- att det är resurskrävande att planera och driva igenom erforderlig utbildning. Utbildning och praktiskt arbete bör också många gånger varvas. Utbildningen tar ofta lång tid och det krävs också en viss "uthållighet" hos företagsledningen eftersom resultatet av utbildningen inte heller märks omedelbart. Det är därför ofta ett resurs- och prioriteringsproblem att få utbildningen till stånd.

Att man på en del håll har svårigheter med att bibehålla och vidareutveckla kunskaper inom styrsystemområdet bör inte överdramatiseras. Eftersom systemen ofta har direkt inverkan på produktionsresultatet och har betydelse för verksamhetens vidareutveckling finns det dock anledning att varna för en långtgående kunskapsutarmning. Kunskapsutarmningen kan dessutom vara "smygande" och ge negativa effekter först på längre sikt. För industrins konkurrenskraft är det nödvändigt att ha en kunskapsbas som i varje fall ger möjlighet att bibehålla initiativet för verksamhetens vidareutveckling. Föreligger inte praktiska och ekonomiska förutsättningar för detta på företagsnivå måste industrin söka skapa andra "skyddsnät" som kan bistå företagen med att upprätthålla kunskaper, t ex branschforskningsorganisationer samt andra bransch- och utbildningsorganisationer.

Kraven på en höjd kunskapsnivå vid användning av styrsystem och det ökade behovet av att kartlägga och föra fram industrins utbildningsbehov och förmedla detta till lämpliga utbildningsanordnare har bl a uppmärksammats av Svenska pappers- och cellulosaingenjörsföreningen (SPCI). Ett led i detta arbete är rapporten "Styrsystemutbildning inom svensk massa- och pappersindustri" (maj 1977) där SPCI's styrsystemkommitté redovisat förslag till utbildningsmål och utbildningsmoment för olika personalkategorier. Rapporten redovisar i princip det tillkommande utbildningsbehovet som nya och mer avancerade styrsystem medför. I rapporten redovisas också en sammanställning av kursutbudet hos olika fortbildningsanordnare. I rapporten bedömdes att det då aktuella kursutbudet endast delvis täckte de utbildningsbehov som redovisats. Utöver att ge ett exempel på hur industrin kan föra fram utbildningsbehov ger rapporten en god uppfattning om den kunskapsspridning som behövs för en effektiv utveckling och användning av styrsystem.

16.5.2 *Utbildningsbehov för olika personalkategorier*

Företagsledningen ställs inför nya och svåra krav på att överblicka och förutse olika frågor i samband med den mer avancerade styrsystemanvändningen. Detta hänger samman med karaktären på styrsysteminvesteringarna. Gjorda systeminvesteringar leder till bindningar. Det är också svårt att tränga in i olika systemförslag och förstå de framtida effekterna av dessa. Det är exempelvis vid planeringen av ett system lätt att underskatta omfattningen av det underhållsarbete som är nödvändigt för att säkerställa systemens tillförlitlighet och tillgänglighet. Systemens utformning påverkar också arbetsorganisationen och befattningarna. Företagsledningen måste vidare ha

kunskaper för att ställa nödvändiga kvalitativa krav på projektadministrationen, kalkyleringen och effektbeskrivningen i samband med styrsysteminvesteringar.

Det ställs således höga krav på överblick, insikt och förutseende hos de personer som medverkar i beslut om styrsystem och är ansvariga för att det finns förutsättningar för att vidareutveckla verksamheten. Frågan är dock hur många beslutsfattare som i dagsläget är medvetna om kraven och i vilken utsträckning de har möjlighet att leva upp till dem. Mot bakgrund av den snabba utvecklingen på området samt att systemen snabbt sprids till organisationer som tidigare inte använt datorstödda styrsystem, finns ett angeläget informationsbehov för personer i företagsledande ställning.

De ovan nämnda kraven på företagsledningens kunskaper gäller också de *fackliga företrädare* som medverkar i beslut om styrsystem. Ofta kan det därutöver vara ett problem för dessa att bedöma systemförslag med utgångspunkt i fackliga krav. Ofta behandlar kalkyler och effektbeskrivningar i första hand monetära eller kvantitativa storheter beträffande utformningen av produktionsorganisationen, medan de mer kvalitativa effekterna rörande arbetsorganisation, arbetsinnehållet etc vanligtvis inte beskrivs uttryckligen. Att ur beslutsunderlag av denna typ få en någorlunda klar bild av de konsekvenser som systemförslaget får för olika kategorier arbetstagare förutsätter normalt att man har erfarenheter från ett och helst flera styrsystemprojekt eller att man har möjlighet att ingående ta del av andras erfarenheter. Inom detta område torde utökat fackligt erfarenhetsutbyte och kursverksamhet samt löntagarkonsulter kunna vara till stor hjälp.

Utbildningen av *personal i den direkta produktionen* bör ge en översiktlig information om hur systemen utvecklas, hur de fungerar, vilka effekter de ger och om de andra personalkategoriernas roll i samband med systemen. Vidare krävs en fördjupad utbildning på de områden som direkt rör den egna befattningen. I stor utsträckning genomförs denna utbildning i dag internt eller genom systemleverantörens försorg.

Ett problem i detta sammanhang är att utbildningen ofta ges först när installationen av systemen är omedelbart förestående, d v s när systemfunktioner och rutiner är låsta. Därmed blir dessa personalkategoriers möjligheter att hävda sitt medbestämmande och bidra med sitt kunnande begränsat. De systemförslag som utarbetas i tidiga utvecklingsskeden presenteras dessutom ofta på ett sätt som är obegripligt för andra än de som blivit invigda i dataspecialisternas beskrivningssätt.

I avsnitt 14.1.1 beskrevs kortfattat hur kunskapsanvändningen i samband med ökad automatisering och utökat datorstöd allt mer förskjuts till skedena som föregår driftstarten. Det tenderar också medföra att kunskaperna om verksamheten allt mer förskjuts från användarpersonal till särskild utvecklingspersonal och ibland vidare till systemleverantörerna. Efterhand kan detta få till följd att användarpersonalens kunskapsbas, som är nödvändig för ett reellt inflytande på verksamhetens fortsatta vidareutveckling, minskar alltmer.

I studien har inte närmare belysts möjligheterna till medbestämmande och i vilka former detta på ett effektivt sätt skulle kunna utövas i samband med utvecklingen och användningen av styrsystem. I detta sammanhang vill

kommittén dock framhålla sambandet mellan systemens effektivitet och användarpersonalens medverkan och kunskapsbidrag i utvecklingsarbetet, t ex rörande alternativa utformningar av systemfunktioner, arbetsorganisation och befattningar. Det är svårt att i några mätbara termer ange "effektivitetsbidragets" storlek. Dess betydelse visas dock bl a av att erfarna användarföretag är allt mer angelägna att verka för denna medverkan och pröva nya ansatser för detta i utvecklingsprocessen. Fortbildningsutbudet för systemutvecklare inriktas också alltmer på dessa frågor. Ökade insatser görs även för utveckla olika metoder och hjälpmedel som presenterar systemförslag på ett begripligt sätt. En bakomliggande förklaring till effektivitetsbidraget är säkerligen också människans inneboende motstånd mot förändringar som man inte själv är delaktig i och det hot som därigenom kan upplevas av ny teknik eller nya metoder.

Kunskapskraven för *processingenjörer samt instrument- och elingenjörer* som arbetar med anläggningsplanering och deltar i styrsystemprojekt är mycket omfattande. För dessa personalkategorier krävs en god insikt i hur datorstödet kan användas och vad som krävs i form av fysisk miljö, underhåll m m för att systemen skall kunna fungera. Hur systemen samverkar med processer och anläggningar i övrigt och hur operatörskommunikationen bör utformas är också viktig kunskap för dessa. Det är mycket väsentligt för effektiviteten både vid utvecklingen av systemen och vid systemens användning att denna typ av tilläggsutbildning kan tillgodoses.

Fortbildningsbehovet för *dataspecialister* är omfattande bl a på grund av den tekniska utvecklingen. Dessutom tillkommer nya krav på systemutvecklarna att behandla arbetsmiljöfrågor liksom att presentera utförligare och tillförlitligare kalkyler samt för användarna begripliga systemförslag. Fortbildningsutbudet och möjligheterna till erfarenhetsutbyte för denna personalkategori är emellertid relativt goda och fortbildningen upplevs inte som något större problem i industrin mer än att det tar tid i anspråk.

Fortbildningsbehoven för *personalkategorier som på olika sätt deltar i underhållet av styrsystem* är också omfattande och dessutom svåra att tillgodose. Underhållet av mätgivare och annan instrumentering är avgörande för systemens tillförlitlighet och tillgänglighet. Den tekniska utvecklingen på dessa områden är också mycket snabb. Vidare är organisationen, uppläggningen och uppföljningen av underhållsarbetet ett område som hittills uppmärksammats i liten utsträckning. Detta gäller även de datorbaserade delarna och dataspecialisternas underhållsarbete. Mot bakgrund av de bindningar som görs i allt större systeminvesteringar och det "arv" som detta skapar inför den fortsatta utvecklingen är det angeläget att frågorna om systemförvaltningen i en vid mening uppmärksammas mer, både av utbildningsanordnare och FoU-organisationer.

16.6 Slutsatser

En slutsats av DEK's studie är att utvecklingen på styrsystemområdet är mycket kunskapskrävande och därför ställer omfattande krav på utbildningssystemet. Detta accentueras av att styrsystemen blir mer omfattande och får allt större spridning samt att kunskapskraven förändras av den snabba

tekniska utvecklingen.

Datateknik samt styr- och reglerteknik ingår redan i en mängd utbildningar. Det är mycket väsentligt att kunskap om datateknik och datorstöd kommer in som tilläggsutbildning inom de mer traditionella teknikområdena. Det är också angeläget att tillgången på utrustning är sådan att eleverna redan under utbildningstiden utbildas och blir förtrogna med sin framtida miljö och de hjälpmedel och problem som där finns.

Fortbildningen av lärare måste enligt DEK's uppfattning förbättras. Styrsystemområdet utvecklas snabbt. Fortbildningen av lärare inom kunskapsområden som snabbt förändras bör enligt DEK *prioriteras* jämfört med fortbildningsinsatserna på andra kunskapsområden. Starka skäl talar också för att fortbildningen bör vara *obligatorisk*.

Ett problem som bl a SPCI påpekat är det ökade behovet av att kartlägga industrins utbildningsbehov och förmedla detta till lämpliga utbildningsanordnare. Samtidigt är det också så att *utbildningsutbudet är svåröverblickbart*. Eftersom utvecklingen är snabb är det väsentligt att kommunikationen mellan utbildningsavnämare och utbildningsanordnare fungerar bra. Denna bör kunna förbättras på flera sätt jämfört med den nu aktuella situationen.

En annan svårighet i samband med att anpassa utbildningsutbudet till efterfrågan är att den efterfrågade utbildningen ofta rör förmedling av praktiska erfarenheter vilket erfarna industrier har men inte utbildningsanordnarna. Det finns därför anledning att överväga nya eller modifierade former för främst fort- och vidareutbildningen. Detta gäller även lärarfortbildningen. Det kan också finnas anledning att på ett mer systematiskt sätt försöka åstadkomma ett informationsutbyte mellan olika yrkeskårer och mellan olika branscher. Detta skall bl a ses mot bakgrund av att många frågor om styrsystemen är generellt giltiga oavsett bransch eller tillämpning. Vidare finns det också generella tillämpningar.

Kunskaper rörande projektadministation, kalkylering och effektbeskrivning samt kraven på medinflytande och medbestämmande är underrepresenterade i dagens utbildningsutbud. Den kunskapssamverkan som är nödvändig för en i vid mening effektiv utveckling, användning och vidareutveckling av styrsystem liksom de bindningar och effekter som systeminvesteringarna medför, gör att denna typ av kunskap bör uppmärksammas mer i utbildningsutbudet inom styrsystemområdet.

Det är värdefullt att man i utvecklingsprojekt ökar personalens medverkan och på olika sätt försöker komma "närmare" bl a personalen i den direkta produktionen. Samtidigt är det angeläget att detta närmande inte sker enbart från ett håll utan att det också sker genom att användarpersonalen ges en utvidgad utbildning rörande både systemet i dess helhet och den egna befattningen. Därigenom förbättras användarpersonalens förutsättningar för att dels bidra med sin kunskap, dels kunna bedöma föreslagna förändringar i ett vidare verksamhetsperspektiv. Detta har enligt DEK's uppfattning betydelse både för den enskilde och för resultatet av systeminvesteringarna.

17 Forskning och utveckling i Sverige

17.1 Inledning

Styrsystemen berör ett stort antal kunskapsområden och tekniker. Resultat från forskning och utveckling (FoU) som rör processutveckling, energiteknik, utveckling av mätgivare och andra instrument, reglerutrustning, optoelektronik och kommunikationsteknik, systemutvecklingsmetodik, databehandlingsteknik och datorutrustningar, presentationsteknik, ergonomi, socialpsykologi m m kan senare få tillämpbarhet i utvecklingen av styrsystem.

Forskningen inom ovanstående kunskapsområden bedrivs i huvudsak avgränsat från varandra, företrädesvis vid högskolorna. Systemleverantörer och användarföretag är de som i allt väsentligt får försöka att knyta samman och tilllämpa de olika forskningsresultaten.

Det kommunikationsproblem som styrsystemens tvärvetenskaplighet medför har börjat uppmärksammas. Det finns dock anledning att i större utsträckning öka kontakterna mellan olika kunskapsområden och förbättra förutsättningarna för att forskningsresultat skall få praktisk tillämpbarhet. Det gäller dels inom högskolan, dels mellan högskola, branschinstitut och industri.

Mot bakgrund av svårigheterna att på förhand bedöma olika FoU-projekts grad av relevans för styrsystemområdet har DEK valt att i detta avsnitt beskriva FoU-verksamhet inom flera olika kunskapsområden som har eller kan få tillämpbarhet i utvecklingen och användningen av styrsystem. Inledningsvis ges som orientering en mycket kort allmän översikt av Sveriges FoU-insatser och deras finansiering.

17.2 En allmän översikt av Sveriges FoU-insatser[1]

De svenska FoU-investeringarna uppgick 1975 till ca 1,8 % av BNP. Bland OECD-länderna är Sverige det land där industrin har högst andel egenfinansierad FoU[2]. I tabell 17.1 redovisas de svenska FoU-kostnadernas utveckling under perioden 1973–1977, fördelade på finansieringskällor och utförande organ.

Som framgår av tabell 17.1 utförs huvuddelen av det tekniska och naturvetenskapliga FoU-arbetet inom företagssektorn, som under 1977 svarade för 71 % av resursförbrukningen. Omkring 15 % av den FoU som

[1] I IVA's utredning "Kunskap och konkurrenskraft" (1979) samt i den särskilda näringspolitiska delegationens betänkande "Vägar till ökad välfärd" (Ds Ju 1979:1) återfinns utförliga redovisningar och analyser av de svenska FoU-insatserna samt jämförelser med motsvarande satsningar i utlandet.

[2] Se IVA "Kunskap och konkurrenskraft", sid 95 ff.

Tabell 17.1 Kostnader och finansiering av teknisk och naturvetenskaplig FoU utförd i Sverige 1973, 1975, och 1977. Miljoner kronor, löpande priser

	1973	1975	1977
Finansieringskälla			
Företagssektorn	1 946 (54 %)	2 928 (57 %)	4 029 (59 %)
Övrig privat	78 (2 %)	102 (2 %)	52 (1 %)
Utländsk	46 (1 %)	88 (2 %)	106 (2 %)
Offentliga sektorn	1 516 (42 %)	2 015 (39 %)	2 610 (38 %)
Totalt	3 586 (100 %)	5 133 (100 %)	6 797 (100 %)
Utförande organ			
Företagssektorn	2 404 (67 %)	3 521 (69 %)	4 823 (71 %)
Högskolesektorn	884 (25 %)	1 202 (23 %)	1 392 (20 %)
Offentliga sektorn	298 (8 %)	410 (8 %)	582 (9 %)
Totalt	3 586 (100 %)	5 133 (100 %)	6 797 (100 %)

Källa: STU.

utförs inom företagssektorn finansieras av staten via styrelsen för teknisk utveckling (STU), försvarsanslag eller via de statliga fonder som inrättats för att bidra till finansieringen av FoU-projekt.

De resurser som via statsbudgeten avsätts till FoU vid universitet och högskolorna är basresurser som krävs för att kunna bedriva såväl forskarutbildning som forskning. Basresurserna till de tekniska fakulteterna har realt sett sjunkit under de senaste åren[1]. För det projektbundna FoU-arbetet är de tekniska fakulteterna i mycket stor utsträckning beroende av anslag från STU.

Staten stöder också FoU-arbete genom ett särskilt skatteavdrag som uppgår till 10 % av forskningskostnaderna (basavdrag) samt 20 % av dessas ökning i förhållande till föregående år. Detta avdragssystem gäller t o m utgången av år 1981. En proposition rörande regler för kommande år väntas under 1981.

Som framgår av ovanstående är många organisationer engagerade i FoU-arbetets utförande och i handläggningen av det statliga stödet. Det gäller även på styrsystemområdet. Ett försök att illustrera när olika organisationer kan vara aktuella i FoU-arbetet på styrsystemområdet redovisas i figur 17.1.

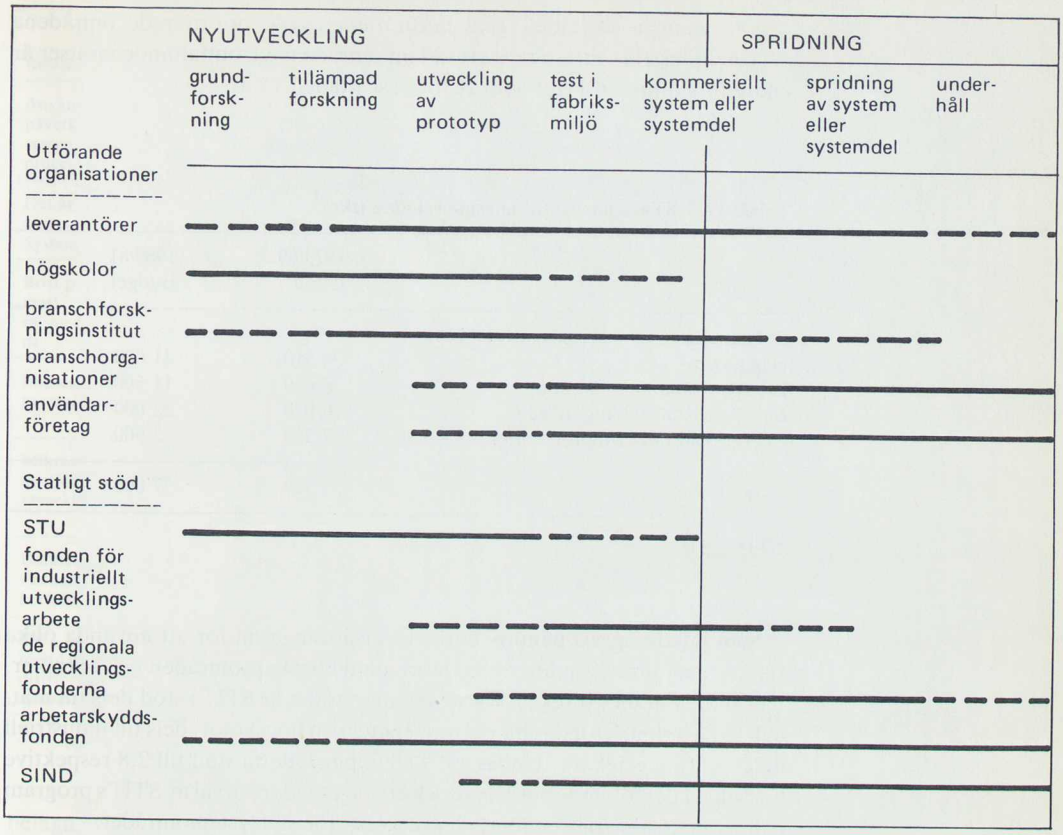
17.3 STU's ramprogram och projektstöd med relevans för styrsystemområdet[2]

Det totala anslaget till STU uppgick budgetåret 1979/80 till 462 Mkr varav 416 Mkr avsåg anslag till teknisk forskning och utveckling.

Elektronik och datateknik ingår numera som ett av flera s k prioriterade områden hos STU. I STU's anslagsframställning har stödet till dessa prioriterade områden sammanställts, vilket redovisas i tabell 17.2.

[1] Källa: IVA

[2] I rapporten "Datateknik och industripolitik", (SOU 1980:17) har DEK mer detaljerat redovisat STU's stöd till FoU-verksamhet inom data- och elektronikområdet. Den följande redovisningen inriktas därför främst mot områden som är av betydelse för utvecklingen av styrsystem.



Källa: DEK.

Figur 17.1 Illustration av i vilka utvecklingsskeden olika organisationer utför samt stöder FoU-arbetet. Respektive organisations engangemang är större i vissa skeden och gradvis avtagande i angränsande skeden. Detta har markerats med heldragen och streckad linje.

Tabell 17.2 STU's prioriterade områden. Miljoner kronor

	1979/80 Utfall	1980/81 Budget
Verkstadsteknik	24,1	33,9
Bioteknik	6,5	11,2
Datateknik/elektronik, varav	50,7	64,9
– Datoriserad bildbehandling	3,3	4,5
– Datateknik och industriell elektronik och optik	11,4	14,9
– Elektronik och optik	23,0	27,5
– Informationsbehandling	13,0	18,0
Materialteknik – nya material	1,8	4,8
Kemiteknik	8,2	13,3
Träteknik inkl skogsteknik	17,6	26,9
Teknik för hälso- och sjukvård	30,8	34,0
Massa- och pappersteknik	19,3	22,2
Summa	158,6	211,2

Källa: STU.

Som framgår av tabell 17.2 berör flera av de prioriterade områdena processindustrin. Ytterligare ett sådant område med omfattande insatser är energiforskningsanslaget som redovisas i tabell 17.3.

Tabell 17.3 STU's anslag till energiforskning (tkr)

	1979/89 Utfall	1980/81 Budget
Industriella processer, större försöksanläggningar	34 510	41 000
Energianvändning i fordon	8 649	11 500
Industriellt utvecklingsarbete	10 070	22 000
Energirelaterad grundforskning	2 360	2 500
Summa	55 589	77 000

Källa: STU.

Som inledningsvis nämnts berör förutsättningarna för att använda olika styrsystem i processindustrin ett stort antal kunskapsområden och tekniker. Det stöd som mer direkt rör styrsystemområdet är STU's stöd dels till mät- och reglerteknisk forskning vid universitet och högskolor, dels till industriell mät- och reglerteknik. Under 1979/80 uppgick detta stöd till 2,8 respektive 6,5 Mkr. I det följande beskrivs dock ett något vidare urval av STU's program och projektstöd som bedömts ha relevans för styrsystemområdet.

17.3.1 *Ramprogram för informationsbehandling*

Stöd till viss forskning vid universitet och högskolor utgår enligt särskilda ramprogram för kunskapsutveckling.

STU har nyligen beslutat om ett ramprogram rörande informationsbehandling som omfattar totalt ca 80 Mkr fördelat på fem år från den 1 juli 1980.[1]

Programmets intention är att bygga upp forskningslaboratorier, var och en med sin särskilda kompetens, som skall samarbeta sinsemellan och med användarintressen i samhället. Totalt kommer ca 120 forskare att engageras.

Inom varje laboratorium skall det finnas kapacitet för olika frågor:

- grund- och tillämpad forskning som finansieras av statliga anslag
- forskning och utveckling för industrin på basis av kontrakt
- interna utbildningsprogram.

Forskningsinsatserna och forskningsmålen i programmet utgår från flera olika behov och problem inom informationsbehandlingsområdet. Sambanden mellan behov och problem, forskningsinsatserna samt forskningsmål i programmet har STU kortfattat redovisat enligt figur 17.2.

Tio forskningscenter- och laboratorier omfattas av programmet. De är

[1] För vidare information, se skriften STU-information nr 186-1980, "Programme for Research in Information Processing and Computer Science".

Behov och problem \ Forskningsinsatser	Kunskapsutveckling: Analytisk	Kunskapsutveckling: Empirisk	Pilotsystem: Fältexperiment	Forskningsmål
Användarintressen bör kunna påverka systemutvecklingsprocessen, särskilt specifikationsprocessen.		Utveckling och test av metoder och verktyg		Praktiskt användbara metoder och verktyg för att utforma och bedöma systemspecifikationer.
Det är dyrt och tidsödande att utveckla system. Systemen har för låg kvalitet.	Utveckling av teorier, metoder och verktyg. Högnivåspråk, systemgeneratorer, generella system, utvecklingsmiljöer.			Praktiskt användbara metoder och verktyg för att rationalisera och kvalitetsstyra systemutveckling.
Brist på standards och brist på maskinoberoende programvara medför leverantörsberoende.		Utveckling av maskinoberoende programvara, särskilt för mikrodatorer, databaser och datanät.		Programvara baserad på internationell standard som medför fullt maskinoberoende.
Implementerade system degenererar under sin livstid.		Utveckling och test av verktyg för systemunderhåll och drift.		Praktiskt användbara metoder och verktyg för konsistent underhåll och rationell drift.
Mikroelektronikens expansion medför att behovet av systemutveckling ökar.	Utveckling av metoder och verktyg för att programmera mikrodatorer. Utveckling av nya mikroprocessorer.			Mikrodatorer och programvara som kan användas av applikationsspecialister. Fullt maskinoberoende.
Datatekniken upplevs av användare som otillgänglig eller hotfull.	Utveckling av teorier, metoder och verktyg för användarvänlig interaktion, t ex för problemlösning och modellering i konstruktion och undervisning.			Datatekniken skall med programvarans hjälp göras tillgängligare.
Det saknas leverantörsoberoende tekniska alternativ till distribuerade databehandlingssystem.		Upprättande av ett svenskt datanät.		Koppling till internationella datanät.
	Utveckling av teorier, metoder och verktyg för utveckling och drift av distribuerade informationssystem.			Praktiskt visa vägen för distribuerade informationssystem.

Figur 17.2 Ramprogram för informationsbehandling.

Källa: STU.

belägna vid universiteten och högskolorna i Linköping, Uppsala, Göteborg (3 st), Stockholm (4 st) och Lund.

Översyn och utvärdering av respektive forskningscenter och laboratorium har föreslagits ske i särskilda årliga utvärderingar som skall genomföras av utländska forskare. STU skall organisera och finansiera utvärderingarna.

Ett center berör direkt styrsystemtillämpningar, nämligen centret för industriella datorsystem i Lund. Programmet vid centret är en gemensam satsning mellan institutionerna för reglerteknik och datalogi vid tekniska högskolan i Lund. Centret skall fungera som en plattform för olika projekt som behandlar tekniska och industriella datorsystem, exempelvis:

- datorarkitektur och maskinvara för speciella ändamål
- installation av maskinvara för direktbearbetning
- metoder och hjälpmedel för systemutveckling
- interaktiva system för kommunikation mellan datorsystem och personal.

Målet för centret är att bygga upp maskin- och programvarukunskap och erfarenheter kring installationer av industriella datorsystem. Centret skall bedriva utvecklingsprojekt i samarbete med den lokala industrin.

Forskningen inom ramprogrammet skall bedrivas i nära samarbete med industri och näringsliv. Ett samarbetsavtal har därför ingåtts mellan STU och Riksdataförbundet[1] (RDF) i form av ett samarbetsprojekt, där RDF's åtagande är:

[1] Riksdataförbundet är en samarbetsorganisation för dataanvändare med ett 80-tal privata företag, ett 40-tal statliga verk och myndigheter samt individföreningarna Svenska samfundet för informationsbehandling och Svenska dataföreningen som medlemmar. Tillsammans med staten (20 % av aktierna) äger RDF servicebolaget SERVI-DATA AB som svarar för RDF's projekt- och utredningsverksamhet.

att samla intressenter/representanter för industrin och näringslivet och avgränsa nuvarande problem och intresseområden inom informationsbehandling
att organisera näringslivets intressenter i grupper för respektive problem- och intresseområden
att upprätthålla dessa och verka för kontinuerlig kontakt mellan näringslivsgrupper och forskargrupper
att i näringslivets intresse verka för att samarbetsprojekt initieras mellan näringsliv och forskare.

Motsvarande uppläggning av samarbetet på informationsbehandlingsområdet har man sedan en längre tid haft bl a i USA, England och Japan.

I samband med ramprogrammet för informationsbehandling bör också nämnas att den s k datareferensgruppen, som UHÄ tillsatt, lagt fram ett preliminärt förslag om bl a en förstärkning av forskning och forskarutbildning inom dataområdet. Förslaget syftar bl a till att bibehålla den kunskap och forskning som byggs upp inom ramprogrammet.

17.3.2 *Ramprogram för elektronisk och elektrooptisk komponentteknologi*

Ramprogrammet omfattar 78 Mkr fördelat på tre år med början från januari 1980. Det är i första hand inriktat mot att höja kunskapsnivån och bygga upp

Område	Insats
Halvledarfysikalisk basforskning (ca 20 % av programmet)	Framställning, bearbetning och karaktärisering av nya typer av halvledarmaterial
Integrerade kretsar och kretskonstruktioner (ca 50 %)	Framställningsprocesser för elektroniska kretsar i s k VLSI-teknik. Datorstödd konstruktion av integrerade kretsar (CAD)
Optisk kommunikation och integrerad optik (ca 20 %)	Processer för framställning av komponenter för optisk kommunikation. Mätmetodik för karaktärisering av egenskaper. Prototyper för fältprov
Komponenter för registrering, lagring och presentation av bilder (ca 5 %)	Material, framställningsteknik och principer för elektrooptiska komponenter (flytande kristaller, CCD m m)
Övrig komponentforskning (ca 5 %)	Halvledarbaserade sensorer och mätgivare. Diskreta komponenter

Figur 17.3 Områden och insatser i ramprogram för elektronik och elektrooptisk komponentteknologi

Källa: STU.

Anmärkning:
VLSI = Very Large Scale Integration, d v s storskaligt integrerade kretsar
CAD = Computer Aided Design
CCD = Charge Coupled Devices, d v s laddningskopplade komponenter

resurser vid högskolorna inom området elektroniska och elektrooptiska komponenter.

De områden och insatser som ingår i programmet har STU sammanfattat enligt figur 17.3.

I ett senare skede avser STU att programmet i ökad utsträckning skall innehålla direkta samarbetsprojekt mellan företag och högskolor rörande utveckling av ny teknik och nya komponenter baserad på halvledarteknologi och elektrooptik. Därutöver finns även ett nytt ramprogram för kollektiv forskning vid institutet för optisk forskning innefattande bl a utveckling av optisk mätteknik.

17.3.3 *Projektstöd till respektive industribransch inom* styrsystemområdet

I det följande redovisas i korthet det projektstöd som STU givit till respektive industribransch under de senaste åren.

Livsmedelsindustri

Under de senaste tre åren har ca en miljon kronor satsats på utveckling av metoder för processtyrning och tillhörande automatiserade mätutrustningar med bryggerinäringen som en första tillämpning. Vidare har stöd utgått till ett projekt med syfte att skapa en kunskapsbas för konstruktion av datorbaserade produktionssystem för kontroll och optimering av livsmedelskvalitet.

Textilindustri m m

Stöd har lämnats till en rad projekt inom området datorbaserad mönsterhantering i syfte att skapa modulärt uppbyggda system som medger att enskilda företag skall kunna installera de moduler (tillämpningar) som man bäst behöver. Projekten har berört:

- *Gradering* som är den process där grundstorleken omformas i enlighet med givna graderingsregler till ett önskat antal storlekar.
- *Läggoptimering*, som innebär att de olika mönsterdetaljerna läggs ut så att tygåtgången blir låg och skäreffektiviteten hög. Resultatet kallas läggbild.
- *Projicering* av läggbilden på tyget genom ritning vid manuell skärning och genom numerisk styrinformation vid automatisk tillskärning.

I tabell 17.4 redovisas projekten och omfattningen av STU's stöd. Stödet har från 1972/73 till oktober 1979 uppgått till sammanlagt drygt fem miljoner kronor och främst varit inriktat på utveckling av sömnadsautomatik, mönsterhantering och tillskärning.

Tabell 17.4 STU-stödda projekt inom området automatisering i tekoindustrin t o m oktober 1979 (tkr)

Projektbenämning	Anslags-mottagare	72/73-75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	Summa
Mönster via dator	Borås Wäfveri		90	96			186
Styrrutiner för konfektionsföretag med stora krav på flexibilitet	Hertzbergs Konfektions AB	257					257
Datagradering – automatisk tillskärning	Schlasbergs Konfektions AB	300	230				530
Numeriskt styrd tillskärning, lasertillskärning, styrsystem	Vingåkers Konfektions AB		368	251	263		881
Datorbaserad mönsterhantering och automatisk tillskärning	Ivar Wahl Produktions AB		172	668	270		1 110
Sömnadsutveckling	Janstorp		80	566	582		1 228
Laserskärning av papp och textil	Knutsson Ing f:a			134	840		974
Summa anslag till automatisering i tekoindustrin		557	940	1 715	1 954		5 166

Källa: STU, DEK.

Massa-, pappers- och pappersvaruindustri

Projektvis stöd till processtyrning inom massa och pappersindustrin har inte givits. Inom ramen för Svenska Träforskningsinstitutets kollektiva ramprogram bedrivs dock en omfattande verksamhet inom process- och produktionsstyrning vilken redovisas i avsnitt 17.5.2.

Sågverk[1]

En rad projekt inom området sågverksautomation har fått stöd. Stödet har sammanlagt uppgått till drygt sju miljoner kronor och främst rört råsortering, slutjustering, blockinläggare och mätning av timmer samt automatiska kantningssystem. Projekten och STU's stöd sammanfattas i tabell 17.5.

[1] Den kollektiva forskningen med inriktning mot sågverksindustrin behandlas i avsnitt 7.4.

Tabell 17.5 STU-stödda projekt inom området sågverksautomation t o m oktober 1979 (tkr)

Projektbenämning	Anslags-mottagare	72/73–75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	Summa
Datorstött sågverk	Ari AB		400	300			700
Automatiskt kantningssystem	Kockums Ind./ Rema Electronic AB	586	150				736
Automatisk optimering i kantsåg	SAAB-Scania	772					772
Stockuppmätning och stock-inläggare	SAAB-Scania	530		295			825
Blockinläggare	SAAB-Scania			400	600		1 000
Elektroniskt styrd inmatnings-anordning till formatsåg	Westbergs AB	80					80
Automatisk sortering	Tarkett	130					130
Automatisk maskin för paketering, pressning och ströläggning av sågat virke	EWe-maskiner	600					600
TINA – automatisk mätning av timmer	Dendro Maskin			500	330		830
Virkesplockare	Stig Wallin Vertygs AB				130	40	170
Optimeringsutrustning för råsorterings- och slutjusteringsprocesserna i sågverk	Iggesunds Bruk AB				500	1 000	1 500
Summa anslag till sågverksautomation		2 698	550	1 495	1 560	1 040	7 343

Källa: STU, DEK.

El-, gas- och värmeförsörjning

Inom STU's energitekniska program har hittills lämnats 0,6 Mkr i stöd till två projekt som avsett styrsystem.

Järn- och stålindustrin

Viss branschgemensam verksamhet stöds bl a via Jernkontoret. I övrigt har inte projektstöd utgått sedan 1975/76, då fyra projekt fick sammanlagt 1,2 Mkr i stöd.

Övrigt

Inom området avfallsvattenbehandling och återvinning genomförs insatser med inriktning på att utveckla mät- och styrmetoder för vattenrening. För närvarande lämnas stöd på totalt ca en miljon kronor till två projekt med tillämpning inom kommunala reningsverk respektive inom massa- och pappersindustrin. Ett projekt är under planering och avser utveckling av datorstödd mätteknik för kommunala reningsverk. STU's stöd till ett eventuellt genomförande är beräknat till ca 1,5 Mkr under en treårsperiod.

STU stöder också den mät- och reglertekniska industrins utvecklingsarbete. Under den senaste treårsperioden har fyra projekt stötts med totalt ca en miljon kronor. Projektstöd har även lämnats rörande styrning av spannmåls- och fodertorkar.

STU's stöd till kunskapsutveckling inom områdena mät- och reglerteknik är för närvarande ca 2,5 Mkr per år. STU över väger att dessutom initiera ett ramprogram för kunskapsutveckling avseende biologisk mät- och reglerteknik med inriktning på bl a givare och system för bioprocesser exempelvis i jord- och skogsbruk.

17.4 Högskolorna

Det är i huvudsak vid institutionerna för reglerteknik som FoU-arbete med inriktning på styrsystem bedrivs. Sådana finns vid universiteten och högskolorna i Göteborg, Linköping, Luleå, Lund, Stockholm och Uppsala.

Omfattningen av FoU-verksamheten är störst i Lund. Projekt som man arbetat med rör bl a datorstödd dimensionering av reglersystem och adaptiva reglersystem. Institutionen deltar också som en part i centret för industriella datorsystem som beskrevs i avsnitt 17.3.1.

Institutionen i Linköping är huvudsakligen metod- och teoriinriktad och arbetar exempelvis med att bygga matematiska modeller för processidentifiering, ta fram snabba algoritmer för ekvationslösning, optimeringsmetoder m m.

I Stockholm forskar man om identifiering av processer med mål att hitta en metod för att ta fram enklaste processmodell som inte är motstridig mot de data som identifierar processen.

I Göteborg har man ett samarbete med LKAB beträffande styrning av kulsinterprocessen. Dessutom har man projekt inom områdena trafikstyrning (buss och taxi), trålning, lasthantering m m. I Uppsala har man bl a arbetat med adaptiv reglering av fodertorkar.

Verksamheten i Luleå upptas mest av undervisning men inriktas alltmer mot industriellt utnyttjande av mät- och reglerteknik.

17.5 Branschorganisationer

17.5.1 *Branschorganisationernas engagemang på styrsystemområdet*

Direkt FoU-arbete inom styrsystemområdet bedrivs vid Svenska Träforskningsinstitutet (STFI)[1] i Stockholm och metallurgiska forskningsstationen (MEFOS) i Luleå. Som framgår av kapitel 11 Elkraftindustrin, har Svenska kraftverksföreningens stiftelse för tekniskt utvecklingsarbete (VAST) mer systematiskt behandlat och dokumenterat frågor om styrsystem i konventionella värmekraftverk och fördelningsstationer. Övriga industribranschorganisationer bedriver mer sporadiskt verksamhet som kan tangera

[1] FoU-insatserna på styrsystemområdet vid STFI beskrivs i avsnitt 17.5.2

området och anordnar ibland konferenser och dylikt för informations- och erfarenhetsspridning på området.

Här bör även nämnas "databranschorganisationerna" Riksdataförbundet (RDF) och de till RDF anslutna individföreningarna Svenska dataföreningen och Svenska samfundet för informationsbehandling. Dessa föreningar bedriver bl a viss projekt- och utredningsverksamhet rörande metoder, tekniker och hjälpmedel för att utveckla och förvalta ADB-system och är vidare ett forum för erfarenhetsutbyte och fortbildning på dessa områden. Trots att detta arbete till allra största delen har generell giltighet, även för utvecklingen på styrsystemområdet, är kontakterna och utbytet mellan processindustrierna och föreningarna för närvarande outvecklat.

Vid MEFOS pågår ett omfattande projekt rörande processstyrning av ämnesvärmningsugnar med syfte att höja produktionen i ugnar och förbättra bränsleekonomin och materialutbytet. Projektet planeras pågå till 1984 och är budgeterat till 4,8 Mkr.

17.5.2 *Inriktning och omfattning av styrsystemorienterad FoU vid Svenska Träforskningsinstitutet*

Sedan slutet av 1960-talet har en avsevärd FoU-verksamhet inom styrsystemområdet[1] bedrivits vid STFI. Perioden 1968-1975 kan betraktas som en uppbyggnadsfas. STFI's verksamhet finansieras från tre källor:

1 Ett kollektivt program finansierat av skogsindustrin och staten genom STU (ca 72 %).
2 Särskilt finansierad forskning, t ex via fonder eller särskilda anslag från STU. Det förekommer även att branschen finansierar specifierade större projekt. Dessa har dock hittills i mycket ringa omfattning berört styrsystemområdet (ca 18 %).
3 Uppdragsverksamhet (ca 10 %, berörs ej vidare här).

Totalt uppgår STFI's budget på massa- och pappersområdet till drygt 50 Mkr per år. I tabell 17.6 och 17.7 redovisas STFI's FoU-verksamhet inom styrsystemområdet under budgetåret 1980/1981 uppdelat på kollektiv finansiering respektive särskild finansiering.

[1] Gäller massa- och papperssektorn. I jämförelse med denna har motsvarande verksamhet med inriktning mot sågverksindustrin haft begränsad omfattning (se avsnitt 7.4).

Tabell 17.6 Styrsystemorienterad FoU vid STFI 1980/81 med kollektiv finansiering (massa och pappersområdet)

Projekt	Budget tkr[a]
Mät- och styrsystem för malning	850
Mätteknik i slutna pappersbrukssystem	150
Mätning och styrning vid pappersframställning	950
Mätning och styrning i fiberlinjen (kokeri, tvätteri, blekeri) och vedgården (sulfatmassa)	700
Mätning och styrning vid kemikalieåtervinning (sulfatmassa)	550
Uppföljning av processutrustningars effektivitet	50
Driftuppföljning och -planering vid massabruk	250
Driftuppföljning och -planering vid pappersbruk	175
Styrsystemstruktur	500
Teknisk-ekonomisk modell av massabruk	50
Metoder och verktyg för processanalys	300
Givarteknik	200
Summa	4 725

[a] Räknad netto vid forskningsavdelning. Multipliceras med 1.33 för att motsvara anslagsmedel.

Källa: STFI.

Tabell 17.7 Styrsystemorienterad FoU vid STFI 80/81 genom särskild finansiering (massa- och pappersområdet)

Projekt	Budget tkr
Miljömätteknik	500
Energistyrsystem	300
Utveckling av till processen direktansluten kappatalsmätare	450
Datorbaserade driftstatistiksystem	100
Uppföljning av datorbaserat utsläppsuppföljningssystem	50
Övrigt	ca 300
Summa	1 700

Källa: STFI.

I övrigt kan nämnas att en experimentpappersmaskin kommer att installeras vid STFI. Maskinen, som är kostnadsberäknad till ca 40 Mkr, kommer bl a att möjliggöra praktiska studier av olika styrningsproblem vid papperstillverkning.

17.6 Användarföretag

Användarföretagens FoU-arbete inom styrsystemområdet är i huvudsak begränsat till utvecklingsarbete för att kunna installera olika styrsystem i företagens olika anläggningar. Förutsättningarna för detta arbete och den resursmässiga omfattningen diskuterades i kapitel 14. Här ges därför endast

ett par ytterligare reflexioner kring användarföretagens inriktning, engagemang och samarbete i fråga om FoU på styrsystemområdet.

Man kan konstatera en mycket stor spridning i utvecklingsintensitet mellan olika branscher och även mellan olika företag i en bransch. De företag som har omfattande egna systemutvecklingsresurser hör naturligtvis till dem som i störst utsträckning har installerat datorstödda styrsystem. Det finns dock ett antal företag som i rätt stor utsträckning infört datorstödda styrsystem utan egen utvecklingskapacitet genom omfattande köp av antingen paketsystem eller utvecklingstjänster för mer skräddarsydda tillämpningar.

Företag med egen kapacitet att utveckla mer omfattande styrsystem, även med inslag av pionjärarbete, finns främst inom massa- och pappersindustrin, kemisk industri, järn- och stålindustrin samt elkraftindustrin. I de delbranscher som helt domineras av ett fåtal företag har dessa ofta sådan kapacitet. I övriga branscher är den egna kompetensen och resurserna mer begränsade för utvecklingsprojekt i egen regi.

Ett försök att uppskatta omfattningen av användarföretagens FoU-arbete inom massa- och pappersindustrin har under studiens gång gjorts av STFI genom en enkel enkät.

STFI framhåller bl a följande svårigheter med att uppskatta FoU-arbetets omfattning:

- Det är relativt lätt att få in uppgifter från företagens centrala FoU-avdelningar (i den mån sådana finns), medan det är svårt att få ett begrepp om hur mycket som sker i de olika fabriksenheternas regi.
- Ofta är utvecklingsinsatserna integrerade i ett projektarbete avseende en fabriksinstallation. Det är då svårt att särskilja olika typer av insatser och kostnader. Speciellt svårt blir det att avgöra hur mycket av ny utrustning som ska inräknas i FoU-kostnaden.

Mot bakgrund av den osäkerhet som av redovisade skäl föreligger gör STFI den synnerliga grova uppskattningen att massa- och pappersindustrins egen FoU-insats inom styrsystemområdet kan vara av storleksordningen 20 Mkr per år.[1]

Exempel på styrsystemprojekt av FoU-karaktär hos användarföretagen är:

- Styrning av pappersbanans jämnhet tvärs maskinen.
- Driftplaneringssystem (produktionsstyrning).
- Miljöövervakningssystem.
- Kokeri,-tvätteri- och blekeristyrning (kemisk massa).
- Styrning av kemikalieåtervinningsprocesser.
- Styrning vid framställning av mekanisk massa (flisraffinering).
- Energiövervakningssystem.
- Bestrykningsstyrning.
- Laboratorieautomation..

Ofta baseras FoU-projekten i användarföretagen på forskningsresultat som tagits fram av STFI. Även genomförandet av projekten sker ofta i samarbete med STFI.

[1] Denna uppskattning kan jämföras med att försäljningen av datorstödda styrsystem till massa- och pappersindustrin, enligt DEK's leverantörsenkät, uppgått till ca 60 Mkr per år under senare år.

17.7 Leverantörer

Här beskrivs endast de svenska styrsystemleverantörenas FoU- arbete.[1]

Liksom användarföretagen är leverantörenas FoU-arbete huvudsakligen begränsat till utvecklingsarbete, och främst inriktat på programvaruutveckling. Störst omfattning på utvecklingsarbetet har ASEA. Liksom övriga svenska leverantörer baserar ASEA i allt väsentligt sina system på utländsk utrustning.

ASEA har utvecklat det s k SINDAC-systemet för styrsystemtillämpningar. Funktionsmässigt består SINDAC-systemet av ett antal generella delsystem för processkommunikation, databashantering, operatörskommunikation, händelsehantering, styrning och reglering m m. Till systemet kan anslutas processterminaler och underordnade autonoma funktionsenheter som exempelvis andra processtyrsystem. ASEA har utvecklat programvara till delsystemen. Störst har utvecklingsinsatserna varit på databassystem och operatörskommunikation. Vidare har särskild tillämpningsprogramvara utvecklats i samarbete med kunderna i olika branscher. ASEA har också utvecklat processterminaler för signalbehandling, signalföljdsregistrering, direkt digital reglering, positionering samt sekvensstyrning som kan anslutas och ingå i kundens styrsystem.

Alfa-Laval har utvecklat ett sekvensiellt styrsystem kallat Alert som är avsett att användas för att styra livsmedelsindustriella processer.

Några större användarföretag har också börjat sälja sitt process- och styrsystemkunnande och bildat särskilda bolag för detta ändamål. Ett exempel är SCS (dotterbolag till Svenska Cellulosa Aktiebolaget) som utvecklat ett till processen direkt anslutet system för styrning och övervakning av mekanisk massaframställning. Ett mätsystem, som STFI tidigare utvecklat, ingår i systemet som gör det möjligt att löpande analysera och presentera massakvaliteten.

Omfattningen av de svenska leverantörernas totala FoU-insatser rörande datorstödda styrsystem är svår att uppskatta. På basis av den enkätundersökning som DEK genomförde under 1979 uppgår de årliga insatserna gissningsvis till ett belopp på mellan 70 och 100 Mkr per år och avser som nämnts främst utvecklingsarbete.

17.8 Sammanfattning och slutsatser

Enligt DEK's uppfattning är det angeläget att Sverige ökar FoU-insatserna inom styrsystemområdet. Detta ställningstagande grundas på:

- att styrsystemen har betydelse för produktionens effektivitet i processindustrin (jämnare produktkvalitet, lägre råvaru- och energiåtgång m m)
- att styrsystemen ger underlag för vidareutveckling av processer, produkter, anläggningar m m
- att en hög kunskapsnivå på området hos användarföretag och forskningsorganisationer är en viktig förutsättning för att svenska systemleverantörer skall kunna utveckla och sälja styrsystem, ibland ingående i större industri- och anläggningsleveranser.

FoU-arbetet måste i stor utsträckning bedrivas branschinriktat. Det finns

[1] I kapitel 14.1.1 berördes allmänt utvecklingen inom olika områden som kan förbättra förutsättningarna för att använda styrsystem. För denna utveckling svarar som nämndes främst större utländska leverantörer.

dock flera områden där branschövergripande FoU-arbete kan bedrivas, t ex rörande vissa utrustningar samt hjälpmedel för bl a processanalys, simuleringar och systemkonstruktion. Det finns också generella tillämpningar som kan användas i flera branscher. Även resultat och erfarenheter från den branschinriktade forskningen kan ibland senare visa sig vara av mer generellt intresse. Det finns därför enligt DEK stora vinster att göra genom att vidga samarbetet mellan företag, branscher och forskningsorganisationer. Dels kan resultaten komma till större användning, dels kan den kunskapssamverkan som behövs p g a styrsystemområdets höga grad av tvärvetenskaplighet lättare komma till stånd.

Eftersom allt större personalgrupper berörs av styrsystemanvändningen är det väsentligt att också de fackliga organisationerna bereds möjlighet att ha inflytande på FoU-arbetet.

Ett allt viktigare område för användarna är underhållet och vidareutvecklingen av styrsystem. Användarföretag som DEK varit i kontakt med anser att det finns ett stort behov av bättre hjälpmedel för detta arbete. Det kan t ex röra tillståndssystem för maskiner och utrustningar, administrativa stödsystem för underhållsplanering och uppföljning, utvecklings- och dokumentationshjälpmedel för effektivare vidareutveckling och andra åtgärder för att minska olika tekniska låsningar. Vare sig FoU-organ eller leverantörer visar dock för närvarande något större intresse för området.

I DEK's kontakter har *mätgivare* framstått som den utrustningskomponent som är mest angelägen att utveckla. Eftersom mätgivare har stor betydelse för möjligheterna att använda avancerade styrsystem och avgjort är en mycket stark konkurrensfaktor för styrsystemleverantörer bör FoU-insatserna på detta område ligga på en hög nivå. Också inom ramen för det utredningsarbete om svensk elektronikindustris nuläge och utvecklingsmöjligheter som SIND bedriver i samarbete med STU, har mätgivare identifierats som ett viktigt område. Inom utredningen pågår för närvarande en särskild studie om givarteknikens utveckling och om hur situationen är i Sverige på detta område. Denna studie stryker under betydelsen av att mätgivarområdet utvecklas.

Den tillämpade forskningen måste ofta med nödvändighet begränsas och specialiseras till enskilda systemkomponenter. En svårighet i detta sammanhang är att som en del av förutsättningarna för forskningen överföra tillräckligt med praktiska kunskaper om marknadspotential, miljön i anläggningarna, hur olika komponenter och funktioner i styrsystem samverkar m m. Sådana kunskaper om en komponents "omgivning" är naturligtvis nödvändigt för att det skall vara möjligt att utveckla en fungerande och kommersiellt gångbar produkt t ex en mätgivare. I samband med förslag till förstärkningar av forskningsstödet är det därför enligt DEK's uppfattning även väsentligt att överväga formerna för hur kunskapen om "omgivningen" kan tillföras FoU-arbetet.

Sammanfattningsvis finns starka skäl för att vidga samarbetet vid FoU inom styrsystemområdet. Det gäller dels att underlätta för olika kunskapsområden att samverka, dels att underlätta kommunikationen mellan FoU-organisationerna och avnämarna. Även formerna för att kanalisera industrins FoU-behov och sprida erfarenheter om FoU-resultat bör kunna förbättras.

18 Bedömning av den framtida användningen av avancerade styrsystem i Sverige

18.1 Inledning och avgränsning

I detta kapitel redovisas kommitténs bedömningar av den framtida utvecklingen inom styrsystemområdet i Sverige. Att göra sådana bedömningar är självklart förknippat med en rad svårigheter av skilda slag. En svårighet är redan att på ett meningsfullt sätt *beskriva* en framtida användning. Det är – som framgått av den tidigare redovisningen – till och med svårt att beskriva nuvarande användning eftersom systemen har så olika karaktär. Aggregerade uppgifter blir lätt ogripbara och får därigenom ett begränsat värde. Ett avsnitt som detta kräver också långtgående generaliseringar för att viktiga trender och förklaringsvariabler inte skall skymmas av en mängd undantag. Behovet att generalisera, för att kortfattat ge en uppfattning om utvecklingen, måste dock ställas mot behovet att nyansera för att ge en så rättvisande och heltäckande bild som möjligt. Detta innebär många gånger avvägningsproblem.

Mot bakgrund av ovanstående har kommittén valt att uttrycka bedömningarna i kvalitativa snarare än i kvantitativa termer. Beträffande spridningen av avancerade styrsystemtillämpningar har vi sökt att för varje bransch relatera den *nuvarande användningen av datorstöd* till vad vi bedömt som *"maximalt" möjlig användning* i dag med hänsyn till tekniska och ekonomiska förutsättningar.

För att förklara "gapet" mellan nuvarande och "maximal" användning i olika branscher redovisas också vilka *förutsättningar och faktorer* som enligt vår mening har störst betydelse för spridningen av styrsystem i de olika branscherna. Bedömningarna av den framtida spridningen grundar sig också på överväganden om hur dessa förutsättningar och faktorer kan tänkas utveckla sig i framtiden samt på uppgifter om planerade investeringar i styrsystem som framkommit i branschstudierna.

Bedömningarna av den framtida utvecklingen omfattar även en rangordning av de viktigaste *effekterna av en ökad användning av avancerade styrsystem* för varje bransch. Dessa förväntade effekter är i första hand ett uttryck för de motiv vi bedömt kommer att vara de viktigaste för ett mot produktionen inriktat ökat datorstöd i respektive bransch.

Ovan beskrivna ambitionsnivå för de framtidsinriktade bedömningarna innebär att dessa till största delen grundats på tendenser och orsakssamband som vi kunnat observera beträffande de senaste årens utveckling. Självklart finns en rad förutsättningar för den framtida spridningen av styrsystem som vi

i ringa utsträckning kunnat bedöma. Det gäller främst två slag av förutsättningar vilka berörs i det följande.

Den framtida spridningen av styrsystem beror till en del på den *internationella efterfrågeutvecklingen* och *konkurrenssituationen* för respektive industribransch. Några självständiga bedömningar i dessa avseenden har inte gjorts. I stället redovisas, som en komplettering till materialet i branschöversikterna, en sammanfattning av slutsatserna i industriverkets höstrapport 1980 vilken innehåller bedömningar av efterfrågeutvecklingen och den framtida konkurrenssituationen. En annan faktor av betydelse är utvecklingen av den *internationella handeln med utrustning och programvara för styrsystem.* Beträffande detta område utgår bedömningarna från att förutsättningarna för svenska användare inte kommer att förändras i något avgörande avseende.

Det andra slaget av förutsättningar rör den förändrings- och omställningshastighet som olika intressenter kan och är beredda att acceptera. Takten i vilken ny teknik införs beror ju av *olika intressenters agerande,* t ex de fackliga organisationerna, samhällets förmåga att tillgodose de omfattande krav på utbildning som en snabb teknisk förändring ställer o s v.

De ovan nämnda förutsättningarna är väl så viktiga som andra mer renodlade tekniska och ekonomiska förutsättningar. Till en del har de berörts i kapitel 14 som bl a översiktligt redovisar de nödvändiga förutsättningarna för att utveckla, installera och förvalta styrsystem. Vissa intryck rörande olika intressenters tänkbara attityder och agerande har också samlats i samband med besök och kontakter med användarföretag, fackliga organisationer, branschorganisationer, leverantörer, utbildningsanordnare och FoU-organisationer. De framtidsinriktade bedömningarna bygger dock huvudsakligen på överväganden om företagens agerande. Olika intressentgruppers agerande och förutsättningar sammanhänger med frågor om exempelvis fort- och grundutbildningsmöjligheterna för olika personalkategorier, medbestämmande, synen på arbetsmiljö och arbetsinnehåll etc vilka alla är områden som främst faller inom ramen för dataeffektutredningens uppdrag. När det gäller bedömningar av den framtida utvecklingen är sambanden mellan data- och elektronikkommitténs och dataeffektutredningens uppdrag därför särskilt viktiga att beakta. De båda utredningarnas arbete ingår som en del i en omfattande utredningsverksamhet vars resultat i sin tur kan återverka på olika intressenters agerande.

Föreliggande kapitel utgör i mycket en summering av material och information från skilda källor. Fortsättningsvis redovisas därför några sammandrag av det material som, förutom branschstudierna, utgjort kommitténs underlag för bedömningarna av den framtida utvecklingen (avsnitt 18.2.1–18.2.3). Därefter presenteras en sammanställning som kortfattat redovisar kommitténs bedömningar av utvecklingen i de branscher som varit föremål för mera omfattande studier. I ett efterföljande avsnitt motiveras bedömningarna närmare, främst grundat på branschstudiernas "prognosorienterade" delar.

18.2 Underlag för bedömningarna

18.2.1 *Den svenska industrins framtida utveckling*

Förutsättningen för de analyser som redovisas i SIND's höstrapport 1980 är att den svenska ekonomin även i framtiden alltmer integreras i världsekonomin via utrikeshandeln. Sveriges ekonomiska utveckling liksom industrins strukturomvandling bestäms därmed av förändringar i världsekonomin.

Analyser av sammansättningen av världens industriproduktion visar enligt SIND att tyngdpunkten i den totala efterfrågan förskjuts från enkla produkter av nödvändighetskaraktär och från traditionella råvarubaserade produkter till mer avancerade och teknologiintensiva produkter. Dessa förskjutningar antas fortgå i framtiden.

Den efterfrågan som riktas mot den svenska industrin påverkas, förutom av ovanstående förändringar, också av den svenska industrins komparativa fördelar, d v s relativa lämplighet att producera en viss produkt. Enligt SIND's analys kan antas att den svenska industrin har komparativa fördelar vid produktion som är yrkeskunskapsintensiv, teknikintensiv och möjligen kapitalintensiv och komparativa nackdelar vid arbetsintensiv produktion. Studier av svenska industribranscher i dessa avseenden ger vid handen att teknik-, kapital- och yrkesarbetarintensiva branscher huvudsakligen finns inom verkstadsindustrin och kemisk industri medan arbetsintensiva branscher främst finns inom tekoindustrin.

De huvudsakliga slutsatserna av analysen är således att den svenska industrin bör inriktas mot kunskapsintensiv produktion och mot sådana kapitalintensiva verksamheter som samtidigt ställer stora krav på kunnande. Även om sådan produktion finns inom de flesta branscher så framstår verkstadsindustrin och den kemiska industrin som de huvudområden inom vilka en svensk industriexpansion på lång sikt kan ske.

Mot bakgrund av ovan refererade analys presenteras i rapporten två scenarier för industriutvecklingen fram till 1985. I det ena utvecklingsscenariot diskuteras hur industrins produktion, sysselsättning och investeringar kan komma att utvecklas om 1970-talets utvecklingstendenser får fortsätta att verka fram till 1985 utan att några åtgärder sätts in för att leda utvecklingen i andra banor. En mörk bild målas upp, där strukturomvandlingen till 1985 inte synes ske i riktning mot en på lång sikt eftersträvansvärd industristruktur. Industriproduktionen stagnerar, investeringarna ligger kvar på en låg nivå och industrisysselsättningen minskar. De uteblivna strukturella förändringarna beräknas medföra stora svårigheter för svensk industriexport samtidigt som importkonkurrensen ökar.

Mot denna hotbild för svensk industris utveckling diskuterar SIND också ett annat mer positivt utvecklingsalternativ med expanderande produktionsvolym och ökande industrisysselsättning. Tyngdpunkten i denna diskussion ligger på en analys av hur stora investeringar som krävs fram till 1985 i de branscher som på längre sikt kan förväntas möta en ökad efterfrågan.

SIND redovisar beräkningar av såväl storleksordningen som inriktningen på de investeringar som skulle krävas för att möjliggöra en expansiv produktionsutveckling och fortsatt strukturomvandling inom industrin, med hänsyn tagen till den utveckling av produktivitet och lönsamhet som har

bedömts vara rimlig. Till detta krävs betydande förändringar av investeringarna för vissa branscher, men för industrin som helhet kan konstateras att investeringsnivån inte behöver öka nämnvärt i jämförelse med de senaste åren. Detta resultat förklaras i första hand av det faktum att den önskvärda omstruktureringen innebär en tillväxt för de mindre kapitalintensiva delarna av industrin och en relativ tillbakagång för de starkt kapitalkrävande, råvarubaserade sektorerna. Resultatet bör även ses mot bakgrund av att investeringarna i vissa branscher nådde extremt höga nivåer under 1970-talets första hälft.

De beräknade strukturomvandlingarna innebär emellertid att det finns betydande behov att öka investeringarna inom kemisk industri, metallvaruindustri och maskinindustri jämfört med åren 1977–78. De branscher som beräknas kunna få den starkaste produktionsökningen är dels kemisk industri och delar av verkstadsindustrin, dels trävaruindustri och massa- och pappersindustri. Svaga produktionsökningar kan däremot väntas dels för de konsumtionsvaruproducerande branscherna livsmedelsindustri, tekoindustri och grafisk industri, dels även för de råvarubaserade sektorerna gruvindustri och järn, stål- och metallverk. Även transportmedelsindustrin har här antagits få en mindre produktionsökning än industrin i genomsnitt.

Dessa olikheter i utvecklingstakten innebär således förändringar av den svenska industristrukturen i två avseenden. Dels prioriteras de konkurrensutsatta sektorerna framför de som är skyddade från utländsk konkurrens, dels sker inom den konkurrensutsatta sektorn en omfördelning bort från de traditionella basnäringarna i riktning mot de branscher som sannolikt har de bästa utvecklingsmöjligheterna på lång sikt. Enligt SIND's analys kommer en anpassning av industrin till den på längre sikt önskvärda strukturen att utebli om de under 1970-talet rådande utvecklingstendenserna får fortsätta att råda. En förutsättning för att reformera denna struktur synes enligt SIND vara att generella ekonomisk-politiska åtgärder vidtas för att leda utvecklingen på medellång sikt i andra banor.

18.2.2 *Resultatet från enkäten till styrsystemleverantörer*

Som framgått av kapitel 15 genomförde kommittén under sommaren 1979 en enkät till ett fyrtiotal företag verksamma med försäljning av datorbaserade styrsystem.

De 28 leverantörer som besvarade enkäten hade en försäljning till slutanvändande företag i Sverige som uppgick till ca 200 Mkr per år under 1976–1979. Med utgångspunkt från bortfallet kan den totala försäljningen uppskattas till ca 250 Mkr.

Tillväxten för de redovisade försäljningsuppgifterna under perioden var i stort sett obefintlig i löpande priser vilket realt sett betyder en minskning. Vissa jämförelser mellan försäljningsuppgifterna fördelade på bransch och investeringsutvecklingen ger dock stöd för antagandet att resultatet från enkäten snarare speglar konjunkturen i respektive bransch under perioden än de långsiktiga trenderna i försäljningen.

Massa- och pappersindustrin samt elkraftindustrin är de i särklass största användarbranscherna. Livsmedelsindustrin och kemisk industri är två

branscher som på basis av enkätresultaten förefaller ha en trendmässig ökning av styrsystemanvändningen.

Enligt vad som framkommit i branschstudierna kommer försäljningen att öka markant under de närmast kommande åren. Utvecklingen av den totala försäljningen under perioden 1976–1979 har således ett relativt begränsat värde som underlag för att bedöma den framtida användningen.

18.2.3 *Trender i rapporter om den internationella utvecklingen*

De rapporter som DEK tagit del av rörande den internationella utvecklingen ger inte särskilt mycket stöd för att bedöma utvecklingen i Sverige. I fasta priser räknar man med en tillväxt för försäljningen av styrsystemutrustning på drygt 6 % per år i USA och mellan 7 och 11 % i de större västeuropeiska länderna mellan åren 1976–1986. Världsmarknaden bedöms genomsnittligt öka med ca 8 % per år under samma period. Amerikanska företags andel av försäljningen på världsmarknaden beräknades 1976 uppgå till 49 %. För 1986 beräknas motsvarande andel uppgå till 45 %.

Största användarbranscher är kemisk industri, elkraftindustrin samt petroleumraffinaderier. I de större västeuropeiska länderna beräknas elkraftindustrin samt livsmedelsindustrin öka sina investeringar inom området snabbast.

En genomgående trend är att utrustningar baserade på digitalteknik kommer att öka sin andel av försäljningen. Det gäller såväl mätgivare och ställdon som data- och elektronikutrustning för uppföljning och styrning.

18.3 DEK's bedömning av den framtida användningen av styrsystem

18.3.1 *Sammanfattning av bedömningarna*

Inledningsvis poängterades svårigheterna med att beskriva en framtida användning av styrsystem och svårigheterna att avväga behovet av att generalisera mot behovet att nyansera. Även en branschvis bedömning utgör en generalisering eftersom många branscher är mycket heterogena vad beträffar företagsstruktur, företagens kunskapsnivå och inriktning, konkurrenssituation m m.

Kommitténs bedömningar redovisas i komprimerad form i nedanstående sammanställning. De uttrycks med hjälp av en skala från 1 till 5. Skalan skall inte uppfattas som en kvantifiering i egentlig mening utan mera som ett uttryck för *styrkan* i de tendenser och samband vi redovisar. Bedömningar görs i följande avseenden:

- *Nuvarande användning* av produktions- respektive processtyrsystem sett mot verksamheten i branschen och nuvarande tillgång på hjälpmedel för produktions- och processtyrning. Bedömningen syftar inte till att ange användningen i absoluta termer utan utgör i första hand en rangordning av "gapet" i dagsläget mellan nuvarande användning och tekniskt-ekonomiskt möjlig användning (potentialen). En hög siffra för

nuvarande användning betyder således att företagen i branschen i relativt stor utsträckning redan genomfört de styrsysteminvesteringar som kan anses lönsamma inom ramen för existerande anläggningar.

□ *Förutsättningarna för spridning* avser såväl faktorer som varierar mellan olika företag inom en viss bransch (kunskap, egna utvecklingsresurser etc) som faktorer gemensamma för varje bransch (förekomsten av kollektiv forskning, systemleverantörernas intresse etc). I det förstnämnda fallet anger siffran en bedömning av det "genomsnittliga" läget i branschen. En hög bedömningssiffra betyder att förutsättningar finns för en snabb spridning, en låg siffra motsatsen. Med förutsättningen "struktur och produktionstillväxt" avses om ägarstrukturen och/eller produktionsvolymens förändring underlättar strukturella förändringar och därmed den tekniska förnyelsen. Bedömningen av de olika förutsättningarna för spridning ger också en indikation om i vilken utsträckning och med vilka åtgärder spridningstakten i respektive bransch kan påverkas.

Utgångsläge och framtidsbedömning / Bransch	Nuvarande användning		Förutsättningar för spridning av styrsystem								Förväntad spridning		Förväntade effekter avseende							
	Produktionsstyrning	Processtyrning	Användarföretagens kunskaper	Användarföretagens utvecklingsresurser	Erfarenhetsförmedlingens omfattning i branschen	Möjligheter till extern fortbildning	Omfattning och intresse för branschforskning	Leverantörernas intresse och tillgången till paketsystem	Möjligheter att införa system i befintliga anläggningar	Struktur och produktionstillväxt	Produktionsstyrning	Processtyrning	Produktkvalitet	Råvaruförbrukning	Energiåtgång	Planering och uppföljning	Anläggningsutnyttjande	Arbetsmiljö	Sysselsättning	Konkurrenskraft
Gruvor och mineralbrott	3	3	4	4	2	2	2	2	3	3	4	4	3	4	3	4	4	2	4	4
Livsmedelsindustri																				
- Slakt	2	-	3	2	3	1	3	2	3	4	4		2	4	3	4	4	4	4	3
- Chark	2	2	2	2	3	1	3	4	2	4	4	5	2	4	4	4	4	4	4	4
- Mejeri	4	4	2	2	3	1	1	5	3	2	3	3	2	3	3	3	4	4	2	2
- Bageri	2	2	2	2	2	1	1	2	3	4	3	3	2	4	4	4	3	4	3	3
Teko	2	2	2	2	2	2	3	4	4	2	3	3	3	4	2	4	4	4	4	5
Sågverk	2	2	2	1	2	3	3	5	3	3	3	3	3	5	3	4	4	4	2	4
Massa	3	3	4	4	5	3	5	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	2	4
Papper	2	4	4	4	5	3	5	5	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	2	4
Kemisk industri	2	2	3	3	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	2	2	4
Järn & stålverk	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	4	5	4	4	5	4	4	3	2	4
Elkraft																				
- Produktion	4	3	4	4	4	4	4	4	3	1	4	5	3	4	3	4	5	3	2	3
- Överföring	4	3	4	4	4	4	4	3	2	3	4	5	4	-	4	4	4	3	2	3
- Distribution	3	2	3	3	4	4	4	3	3	4	3	5	4	-	4	4	4	3	2	3

□ *Förväntad spridning* uttrycker förväntningar om företagens vilja att snabbt utnyttja de framtida möjligheterna att tillämpa avancerade styrsystem. Bedömningarna syftar i första hand till att ange vilka förändringar beträffande investeringsvolymen för styrsystem som kan förväntas jämfört med de senaste årens utveckling. De grundas dels på förutsättningarna för spridning i respektive bransch, dels på de planer för investeringar i styrsystem som framkommit i branschstudierna. En hög siffra betyder snabbt ökande investeringsvolymer och vice versa. Bedömningarna av nuvarande användning och förväntad spridning kan

sammantagna belysa i vad mån företagen kan förväntas utnyttja den framtida potentialen för användning av styrsystemtillämpningar. En låg nuvarande användning i en viss bransch kombinerad med låg förväntad spridning indikerar således att "gapet" mellan aktuell och "maximal" spridning kan förväntas kvarstå.

- *Förväntade effekter* uttrycker vilka motiv som vi bedömt främst kommer att styra inriktningen av systemen och därmed förväntade förändringar. En hög siffra för exempelvis råvaruförbrukning innebär att minskad råvaruförbrukning är ett viktigt motiv för tillämpningarna jämfört med andra kostnader. I de fall de framtida tillämpningarna i en viss bransch har olika inriktning kan således flera av de redovisade effekterna ha höga siffror. Dessutom anges huruvida de förväntade effekterna sammantagna kan beräknas få stor betydelse för den framtida konkurrenskraften.

Det kan påpekas att bedömningarna av *förutsättningarna* i respektive bransch huvudsakligen utgör en jämförelse *mellan* olika branscher, exempelvis av användarföretagens kunskaper rörande styrsystem i en viss bransch i jämförelse med andra branscher. Övriga bedömningarna gäller däremot endast *inom* respektive bransch. Till exempel kan man för en viss bransch endast utläsa om personalbesparing är en för företagen viktig effekt av systemen relativt andra effekter, däremot inte om sysselsättningseffekterna i branschen är större eller mindre än i andra branscher.

I nästa avsnitt kommenteras och motiveras de olika bedömningarna närmare.

18.3.2 *Kommentarer till bedömningarna*

Gruvindustrin

Inom gruvindustrin planeras för närvarande investeringar i ett antal datorstödda styrsystem med olika inriktning. Ett av de planerade systemen (inom LKAB) är mycket omfattande och inbegriper styrning av hela produktionsprocessen från brytning till utskeppning av malmen. Ett av huvudsyftena med detta system är att uppnå en bättre samordning av de olika produktionsenheterna och därmed högre anläggningsutnyttjande. Det finns också en tendens i branschen mot en ökad användning av lokala mikrodatorbaserade system för väl avgränsade uppgifter.

De två dominerande företagen i branschen, LKAB och Boliden AB, har båda god kompetens och egna utvecklingsresurser på styrsystemområdet. Det är därför troligt att möjligheterna att utnyttja datorstöd inom området kommer att tas väl tillvara. De system för styrning av kross- och transportanläggningar som LKAB tillämpar för närvarande karaktäriseras med "hög grad av automatisering". Under de närmaste åren kommer automatiseringsgraden att höjas ytterligare vilket innebär ökade krav på styrsystemen. I branschöversikten för gruvindustrin framhölls att utvecklingen av brytningskostnaderna är den viktigaste faktorn när det gäller branschens framtida konkurrenskraft. Även om utnyttjandet av datorstöd i hög grad påverkar produktiviteten i gruvindustrin avgörs de totala brytningskostnaderna främst av andra faktorer exempelvis andelen underjordsbrytning av den totala malmutvinningen.

Livsmedelsindustrin

I studien av livsmedelsindustrin betonades branschens splittrade struktur och de skilda förutsättningarna i olika delbranscher när det gäller datorstödets utveckling. Med några undantag t ex mejeriindustrin, utnyttjas datorstödda styrsystem i relativt ringa omfattning. Den faktor som främst har betydelse för automatiseringens nuvarande och framtida omfattning är produktionens sammansättning inom respektive bransch. De mest avancerade tillämpningarna av datorstöd återfinns således i branscher med homogena produkter och hög grad av specialisering. Generellt sett är den tekniska kompetensen i branschen begränsad och resurserna för egen utveckling av ringa omfattning. Utbildningsinsatser inom styrsystemområdet sköts huvudsakligen av systemleverantörer.

Datorstödets inriktning och omfattning i de olika delbranscherna belyser väl de olika problem som finns inbyggda i utvecklingen mot mer avancerade datortillämpningar. Det gäller till exempel yrkeskunskapens betydelse i framtiden mot bakgrund av de förskjutningar i kunskapskraven mellan olika kategorier anställda som följer av ett ökat datorstöd i process- och produktionsstyrningen. I vissa delbranscher kan man möjligen märka en viss reaktion mot en alltför snabb datorisering i det att man börjar uppmärksamma de problem som kan uppstå för företagen. Det gäller till exempel konsekvenser för arbetsmiljö och arbetsinnehåll som i sin tur kan försvåra rekryteringen av arbetskraft.

Enligt kommitténs bedömning föreligger förutsättningar för en fortsatt spridning av datorstödda styrsystem i flera av livsmedelsindustrins delbranscher. För detta talar bland annat ägarkoncentrationen, förekomsten av anläggnings- och systemleverantörer och kraven på ett högre kapacitetsutnyttjande. I det följande kommenteras utvecklingen inom respektive delbransch kortfattat.

Specialiseringen och koncentrationen av anläggningar inom *slakt- och charkbranschen* kan förväntas fortsätta under 1980-talet.

Slakt- och styckningsarbetet kommer även under de närmaste åren att baseras på huvudsakligen manuella metoder. Ett ökat datorstöd kommer därför även fortsättningsvis i första hand att röra produktionsstyrning. Datorstödet kommer in som ett medel att följa upp och styra en större och mer komplicerad arbetsorganisation. Då de datorstödda systemen är inriktade mot registrering, övervakning och samordning av olika produktionsled föreligger inte de problem av reglerteknisk natur som finns i många andra branscher. Systemen kan också lättare införas i existerande anläggningar. I ett längre perspektiv kan man tänka sig att även slakt- och styckningsarbetet mekaniseras. En av förutsättningarna är att konsumenterna accepterar produkter med annan utformning, mer anpassade till automatiserad produktionsteknik.

När det gäller charkuterisidan medger redan den specialisering som skett hittills att man utnyttjar speciella tillverkningslinjer för varje produkt. Därigenom kan datorstöd utnyttjas för produktions- och processtyrning och arbetet reduceras till övervakning. Den fortgående specialiseringen och koncentrationen underlättar alltmer denna övergång till flödesorienterad produktion. En fortsatt snabb spridning av såväl produktions- som pro-

cesstyrsystem kan förväntas under de närmaste åren.

Andra faktorer som pekar mot ett ökat datorstöd inom slakteri- och charkuteribranschen är det begynnande intresset för främst charkuteribranschen som visats från leverantörshåll, möjligheterna till erfarenhetsspridning via den koncentrerade ägarstrukturen samt de omfattande planer på strukturella förändringar och investeringar i ny teknik som finns i branschen.

Inom *mejeriindustrin* finns inte lika omfattande planer på struktuella förändringar. De planer som i början av 1970-talet fanns inom SMR, mejeriernas riksorganisation, på att skapa ett enda mejeriföretag för hela landet har man numera gått ifrån. Enligt företrädare för SMR kommer det troligtvis att finnas 90–95 mejerier vid 1980-talets slut att jämföra med drygt 100 i dag.

Mejeriindustrin är den delbransch inom livsmedelsindustrin där mekanisering och automatisering gått längst. En konsekvens av detta är att det teknologiska beroendet av utrustningsleverantörerna succesivt ökar samt att kraven på yrkeskunnande i de olika befattningarna blir allt mindre och inslagen av övervakning ökat. Frågor rörande mejeribranschens arbetsmiljö och produktionstekniska utveckling har kommit att diskuteras allt livligare under senare år. Möjligt är att denna debatt och kritik leder till att man nu vill utvärdera de hittills vunna erfarenheterna innan man går vidare med mer avancerade datortillämpningar.

Rationaliseringsarbetet inom mejerierna kommer även i framtiden att inriktas mot att minska bemanningen samt att få en jämnare produktion och ett bättre utnyttjande av energi och råvaror. Det tillverkningsled där de största förändringarna kan väntas är lagerhanteringen. Med en driftsäker automatisk kyl kan övervakningsarbetet skötas från ett kontrollrum varvid arbetet i kyla försvinner. Sura produkter, som i dag tillverkas satsvis, kommer förmodligen att tillverkas kontinuerligt i framtiden. Ett problem inom mejerierna idag är den ojämna arbetsbelastningen. Med metoder för att öka produkternas hållbarhet skulle arbetsbelastningen kunna utjämnas vilket i sin tur skulle innebära ett effektivare utnyttjande av anläggningar och anställda. Utnyttjandet av datorstödda system för styrning och övervakning av olika processled kommer att öka.

Dagens stora moderna mejerier kan i viss mening betraktas som "uppförstoringar" av gårdagens mejerier eftersom flexibiliteten i behandlingsutrustningen och produktionslinjerna i stort sett behållits. Utvecklingen mot stora enheter motiverades av att de höga kostnaderna för den maskinella utrustningen krävde stora produktionsvolymer för att ge lönsamhet. Den komplexa styrningen av dessa stora anläggningar med hög grad av flexibilitet fick sedan motivera investeringarna i olika datorstödda styrsystem.

I framtiden kan således den största tekniska förändringen bli att hela produktionsuppläggningen i mejerierna förändras så att man istället bygger parallella flöden för olika produktslag där varje linje utnyttjas för endast en sorts produkt. Detta skulle visserligen leda till ett lägre maskinutnyttjande men i gengäld minskar kostnaderna för datorutrustningar och utveckling av styrsystem vilket tenderar att blir allt kostsammare.

Sammanfattningsvis kan sägas att flera omständigheter pekar på att den fortsatta spridningstakten för avancerade tillämpningar blir rätt så måttlig.

Potentialen för i dag kända tillämpningar bedöms också vara utnyttjad i tämligen stor omfattning i existerande anläggningar.

Inom *bageribranschen* tillämpas för närvarande inte några avancerade datorstödda system i själva bakningsprocessen (studien avser främst matbrödsbagerier). Intresset inom branschen för att ytterligare automatisera tillverkningsprocessen i nivå med vad som i dag tillämpas inom de internationellt sett modernaste bagerierna förefaller dock rätt begränsat. Delvis motiveras detta av att visst övervakningsarbete ändå skulle komma att kvarstå och dessutom skulle troligen utvecklingskostnaderna för datorsystem avsedda för direkt processreglering bli alltför höga utom i anläggningar med högt specialiserad produktion. I stället kommer datorstödet troligen att inriktas mot system för planering, övervakning och uppföljning av produktionen med främsta syfte att bättre kontrollera råvaruutbytet och det ekonomiska utfallet för olika produktslag. Mer avancerade system av detta slag kommer att kräva automatisk uppföljning av produktionsprocessen. Mikroelektronik kommer också att i ökande utsträckning användas för avgränsade tillämpningar i den maskinella utrustningen. Övergripande system för planering och uppföljning av produktionen kommer av lönsamhetsskäl endast att utnyttjas i de största bagerierna. Inom vissa av dessa bedrivs också ett utvecklingsarbete med denna inriktning. För mindre bagerier torde i första hand administrativa tillämpningar för främst orderhantering och viss produktionsplanering kunna utnyttjas lönsamt.

De största produktivitets- och sysselsättningseffekterna av en fortsatt automatisering torde komma att inträffa i förpacknings- och expeditionsarbetet som fortfarande är relativt personalintensivt. För detta finns redan i dag känd teknik.

Textil- och konfektionsindustri

Dålig lönsamhet och med vissa undantag begränsad teknisk kompetens i företagen har medfört att avancerade styrsystem hittills inte fått någon större spridning i textil- och konfektionsindustrin. Produktiviteten skulle kunna höjas åtskilligt om senast tillgängliga teknik tillämpades i branschen. Den tekniska utvecklingen domineras av utrustnings- och systemleverantörer. Viss utveckling har också kommit till stånd i Sverige genom statliga insatser.

Potentialerna nu och i framtiden för ett ökat utnyttjande av datateknik och mikroelektronik kan dock bedömas som avsevärda. Inom flera tillämpningsområden finns möjligheter att bygga upp svensk unik kompetens och därigenom höja branschens internationella konkurrenskraft. För att dessa möjligheter skall tas tillvara krävs dock sannolikt samhälleliga initiativ inriktade på att stimulera utveckling av nya tillämpningar, åstadkomma samarbete mellan företag och höja kunskapsnivån i branschen. Vissa initiativ för att etablera en mot tekoindustrin inriktad fortbildning inom automatiseringsområdet har redan tagits. De datorstödda styrsystemtillämpningarna kommer i hög grad att inriktas mot arbetsintensiva produktionsavsnitt inom tekoindustrin. Därmed får de också konsekvenser för sysselsättningen. De största sysselsättningseffekterna kan dock väntas i samband med den allmänna strukturomvandlingen i branschen. Möjligen kan en

effektiv användning av datateknik bidra till att på sikt stabilisera sysselsättningen i branscher men på en lägre nivå än den nuvarande.

Sågverk

Enligt de flesta bedömare är utvecklingen av datorstödet en av de viktigaste faktorerna beträffande sågverksindustrins framtid. Branschen präglas för närvarande av osäkerhet när det gäller de framtida förutsättningarna, främst råvarutillgången. De förändringar i tillgången på råvara som inträffat under 1970-talet har ställt sågverken i en helt ny situation med ökade krav på råvaruutbyte, vidareförädling och marknadsanpassning. Detta leder i sin tur till krav på teknisk förnyelse, finansiella resurser och förmåga att ompröva traditionella arbetsmetoder.

Ett förbättrat råvaruutbyte kommer således under de närmaste åren att vara den främsta faktorn för att öka lönsamheten. Viktiga tekniska förbättringar kan väntas inom områdena automatisk kvalitetsmätning och sortering, inläggning, inriktning och genommatning i sågmaskiner samt maskin- och produktionskontroll. Den tekniska utvecklingen domineras av utrustningsleverantörerna varav många svenska är framstående. Den relativt låga datatekniska kompetensen hos användarföretagen (med spridda undantag) är en viktig tröghetsfaktor när det gäller spridningen av nya tillämpningar. Här kan dock den för några år sedan inrättade Rikssågverksskolan komma att få en betydelsefull roll.

Med den låga lönsamhet som i dag kännetecknar sågverksindustrin kan någon kraftig investeringsverksamhet med åtföljande spridning av datorutnyttjandet inte förväntas under de närmaste åren. För att underlätta spridningen av datorstödda styrsystem måste i första hand branschens långsiktiga råvaru- och strukturproblem lösas.

Massa- och pappersindustrin

Massa- och pappersindustrin har under de senaste sex till sju åren upplevt en snabb utveckling inom styrsystemområdet. Denna snabba tillväxt förväntas fortsätta under överblickbar tid framåt. Utvecklingen av datorstödet sker efter två linjer nämligen paketsystem respektive kundanpassade system. Standardiserade paketsystem "köps färdiga" och kräver mindre av datorkompetens hos användarna. Det mest kända exemplet är styrning av pappersmaskiner (ytvikt, fukt) som hittills varit den dominerande tillämpningen på den svenska marknaden. Båda typerna av system kan dock väntas få en ökad framtida efterfrågan.

Inget utpräglat samband mellan företagsstorlek och antal datorstödda styrsystem per företag synes föreligga. I jämförelse med andra branscher har massa- och pappersindustrin hög kompetens på styrsystemområdet och också egna utvecklingsresurser.

Nordisk skogsindustri har sedan 1960-talet legat långt framme när det gäller att koppla samman delsystem till större, hierarkiskt uppbyggda system. En fortsatt utveckling av övergripande informations- och planeringssystem som samordnas med exempelvis försäljningssidan och underhållsarbetet kan väntas. Ett högt anläggningsutnyttjande kommer att bli en allt

viktigare konkurrensfaktor. Andra områden med stor tillämpningspotential är processtyrtillämpningar inom massaframställningsledet, styrning av kemikalieåtervinning samt energi- och annan mediastyrning (vatten, ånga etc). Sjunkande kostnad för datorutrustningen förstärker tendensen mot systemstrukturer av typen en dator – ett system.

Utvecklingen kommer framför allt att innebära att en stor potential av kända eller lätt identifierbara tillämpningar utnyttjas. När det gäller styrning av pappersmaskiner finns exempelvis en rad styrfunktioner för vilka paketsystem ännu inte utvecklats. Inom branschen görs bedömningen att styrsystemutvecklingen kommer att utgöra en mycket viktig faktor för den internationella konkurrenskraften.

Nedanstående uppräkning anger sammanfattningsvis några ytterligare utvecklingstendenser inom massa- och pappersindustrin:

- Tillämpningarnas direkta effekter för sysselsättningsnivån väntas bli begränsade då den personella rationaliseringen redan drivits mycket långt.
- Organisatoriska förändringar kommer att ske som följd av en ökad styrsystemanvändning. Ansvarsförhållandena i driftsorganisationen kommer att modifieras. Laboratorier och underhållsavdelningar får nya uppgifter, varav även följer krav på nya kompetenser.
- Företagen kommer att i ökad omfattning skaffa egen systemkunnig personal.
- Man kommer att ta ett mer direkt engagemang i service och underhåll av styrsystem.

Eftersom massa- och pappersindustrin tillhör de branscher som kommit längst när det gäller datorstödda styrsystem har man även före andra branscher börjat uppmärksamma problem i samband med ett ökat datorutnyttjande. Det gäller exempelvis de nya kraven på utbildning, frågor om arbetsinnehåll och arbetsorganisation, underhållsproblem o s v. En ökande del av de branschgemensamma aktiviteterna kan förväntas riktas mot denna typ av frågor.

Kemisk industri

Stora svårigheter föreligger när det gäller att bedöma utvecklingen inom den kemiska industrin. Branschen är mycket heterogen och den studie som redovisats i kapitel 9 omfattade huvudsakligen den tunga kemiska basindustrin samt vissa delar av den plastbearbetande industrin. Den är således långt ifrån heltäckande.

Många faktorer talar dock för en fortsatt snabb utveckling av datorstödet inom branschen. Mindre avgränsade system baserade på mikrodatorer förväntas få den snabbaste spridningen. Tillgången till billig maskinvara gör nämligen att man nu kan arbeta med avgränsade problem och mindre processavsnitt och stegvis bygga upp den egna kunskapen. Inom den plastbearbetande industrin pågår en utveckling mot färdiga paketsystem för olika tillämpningar.

Flera stora internationella företag är verksamma som systemleverantörer till den kemiska industrin vilket påskyndar utvecklingen av styrsystemtill-

ämpningar. Också i Sverige verksamma systemleverantörer har under senare år börjat inrikta sig mot den kemiska industrin. Denna tendens kommer förmodligen att förstärkas eftersom kemiindustrin allmänt räknas till en av de få industrisektorer som kommer att expandera i framtiden.

Järn-, stål- och metallverk

Datorstöd används i en rad olika styrsystemtillämpningar inom järn-, stål- och metallverk såväl för process- som produktionsstyrning. En relativt snabb tillväxt av de båda typerna av system kommer att ske inom de närmaste åren. För närvarande finns ett 70-tal system installerade vid svenska företag motsvarande en investering på ca 100 Mkr i löpande penningvärde. Investeringar i ytterligare ett 40-tal system planeras under de närmaste två till tre åren. Investeringsbehovet för dessa uppskattas till mer än 100 Mkr.

När det gäller systemens utformning kan flera olika utvecklingstendenser iakttas. Processtyrsystemen griper djupare in i de enskilda delprocesserna och automatiseras i högre utsträckning. Produktionsstyrsystemen behandlar alltmer produktions- och anläggningsdata samtidigt som de kopplas samman i hierarkier som omfattar allt större produktionsavsnitt. Styrsystemen upplevs av företagen som en viktig konkurrensfaktor varför ökade satsningar på styrsystem kan förväntas i takt med förändringarna av branschstrukturen och produktionsinriktningen vid respektive anläggning.

Liksom i många andra branscher tillämpas också inom järn- och stålindustrin i allt större omfattning små system med mikrodatorer för avgränsade uppgifter. För produktionsstyrning kommer terminalbaserade interaktiva system i direkt anslutning till processen att utnyttjas i ökande omfattning. Viktiga tillämpningsområden kommer att vara övergripande energistyrning vilken, förutom el, även omfattar ånga, vatten, luft och gas i olika processer. Systemen utvecklas efter två linjer, dels paketsystem för vanligt förekommande tillämpningar, dels kundanpassade system.

Ett relativt stort antal företag saknar eller har endast något enstaka styrsystem. De har i regel ett begränsat kunnande och ringa erfarenhet inom området och är därför hänvisade till mer eller mindre färdiga system. Det finns också en grupp företag som har ett stort antal styrsystem och ofta processdatorkunnig personal för egen utveckling av styrsystem. De kan därför driva projekt i egen regi. Om erfarenhetsutbytet förbättras inom branschen och det utvecklingsarbete som MEFOS[1] nu bedriver beträffande styrning av ämnesvärmningsugnar slår väl ut, bör detta verksamt kunna bidra till att minska skillnaderna mellan företagens styrsystemanvändning.

För närvarande utvecklas flera nya processer för järnframställning vid svenska företag. I anslutning till dessa processer kommer datorstödda styrsystem att utvecklas.

Elkraftindustrin

Inom elkraftindustrin utnyttjas datorstöd för styr- och övervakningsfunktioner på flera nivåer inom produktionen, överföringen och distributionen av el. Kraven på förbättrad styrning och därmed ytterligare investeringar i styrsystem kommer i framtiden att skärpas p g a de höjda energipriserna och

[1] Metallurgiska Forskningsstationen i Luleå.

det moderna samhällets sårbarhet för störningar i elkraftförsörjningen. För närvarande finns mycket omfattande planer inom bland annat Vattenfall på investeringar i styrsystem. Vattenfalls investeringar rör system för fjärrövervakning och fjärrstyrning från regionala driftcentraler, styrning och övervakning av fördelningsstationer inom landsbygds- och tätortsdistributionen samt driftövervakningssystem i kärnkraftverk. Därtill kommer simuleringsanläggningar för utbildning av operatörer i kärnkraftverk. Sammanlagt uppgår enbart Vattenfalls investeringar till miljardbelopp. Potentialerna för ett ökat utnyttjande av datorstödda styrsystem inom elkraftsindustrin är således mycket stora. Några utvecklingstendenser beträffande datorstödet anges nedan:

- Paketsystem kommer att utvecklas för avgränsade funktioner med underhållslösning och vidarutvecklingsmöjlighet inbyggda.
- Lokala mikrodatorbaserade kontrollanläggningar med större möjligheter till lokal informationsbehandling och styrning utvecklas. Samtidigt skapas förutsättningar för en bättre samordning mellan skyddsutrustningar och överordnade styrsystem. En viss samordning har redan påbörjats. I dag kan t ex ett ledningsfel initiera automatisk bortkoppling av vattenkraftproduktion.
- Försök med avancerade tillämpningsfunktioner (nätmodellberäkningar, produktionsreglering och planering, säkerhetsanalyser och stabilitetsberäkningar) börjar nu ge erfarenheter. En snabb utveckling av praktiskt användbara tillämpningar kan förutses.
- Kompletta styrsystem för värmekraftverk har redan börjat efterfrågas. Utvecklingen av process- och produktionsstyrning för värmekraft kan bli snabb.
- Träningssimulatorer för driftspersonal kommer att vidareutvecklas och få bred efterfrågan. Behovet har ökat starkt i och med att operatörernas arbetssituation förändras både i centrala kontrollrum och i kärnkraftverken.
- Dagens styrsystem är inriktade mot produktions- och överföringsfunktionerna (kraftverk, stamlinjenät och distributionsnät) medan förbrukningen inte påverkas annat än vid allvarliga störningar då delar av konsumentområden helt slås bort. En mindre abrupt styrning av förbrukningen är önskvärd. På sikt är en differentierad styrning av abonnentens energiuttag möjlig (t ex dämpa eluppvärmningen under toppbelastning eller störning). Det pågår också försök med abonnentutrustningar som åstadkommer en jämnare dygnsbelastning (olika taxor vid olika tider på dygnet).

Som framgått av den tidigare redovisade sammanställningen bedömer kommittén, bl a mot bakgrund av användarföretagens kunskaper, att förutsättningarna för spridning av styrsystem inom elkraftindustrin överlag är goda.

Avslutning

Resultaten från enkäten till leverantörer av styrsystem pekar på att försäljningsvolymen på den svenska marknaden för utrustning och tjänster

inom styrsystemområdet inte förändrades nämnvärt under perioden 1976 till 1979. Av de uppgifter som framkommit i branschstudierna kan dock slutsatsen dras att försäljningen kommer att öka väsentligt i framtiden. Totalt kan den uppskattas till mellan 300 och 400 miljoner kronor per år under de närmaste tre åren. Största andelen faller på investeringar inom elkraftindustrin och massa- och pappersindustrin.

Av kommentarerna till bedömningarna rörande den framtida spridningen av avancerade styrsystem framgår att denna spridningsprocess måste ses mot bakgrund av branschernas utveckling som helhet. Utvecklingen inom andra områden än det snävt datatekniska har också stor betydelse för spridningen av styrsystem. Ett sådant område är mätgivare. Tekniska framsteg beträffande exempelvis givare för att mäta olika slag av flöden i processer kan innebära att potentialerna för olika styrsystemtillämpningar ökar avsevärt.

Kunskapsutveckling och kunskapsspridning kan dock betraktas som den viktigaste faktorn för utvecklingen inom styrsystemområdet. Den framtida spridningen av datorstödda styrsystem kommer därför att i hög grad avgöras av utbildningssystemets förmåga till anpassning och av olika intressenters förutsättningar och intresse att påverka utvecklingen och användningen av systemen.

19 Sammanfattning av slutsatser och utgångspunkter för åtgärder

I detta kapitel görs ett försök att under några olika rubriker sammanfatta slutsatserna från kommitténs studie och redovisa de väsentligaste utgångspunkterna för åtgärder rörande styrsystem i processindustrin.

19.1 Det internationella beroendet

Sverige har en i hög utsträckning utlandsorienterad ekonomi. En allmän utgångspunkt i kommitténs arbete är därför att näringslivets effektivitet bör höjas i minst samma utsträckning som i våra konkurrentländer för att vår konkurrenskraft skall kunna bibehållas. Olika data- och elektroniktilllämpningar har blivit och förväntas bli allt viktigare hjälpmedel för att höja effektiviteten.

En nackdel som brukar framhållas med den vidgade användningen av olika data- och elektroniktillämpningar är att utlandsberoendet skulle öka eftersom denna teknik utvecklas utomlands, främst i USA. Från svensk horisont är utvecklingen och försäljningen av data- och elektronikkomponenter i stort sett opåverkbar. *Användningen medför därför ett utlandsberoende beträffande reservdelar samt vissa serviceåtgärder.* Tillämpningen och användningen av tekniken i styrsystem *medger däremot ofta ett avsevärt utrymme för påverkan och möjlighet att anpassa systemen till de krav olika intressenter ställer.* Centrala förutsättningar för att kunna utnyttja denna möjlighet, liksom för att få en i övrigt effektiv användning av datorstödda styrsystem är kunskapsuppbyggnad, engagemang och förutseende hos användarföretagen. Aktiva och kunniga användarföretag i Sverige är också en förutsättning för de inhemska systemleverantörernas utvecklingsarbete.

Genom sin centrala roll i fråga om forskning och utveckling (FoU) samt utbildning kan samhället påverka olika intressenters vilja och förutsättningar för att på ett effektivt sätt använda datatillämpningar i sin verksamhet. Intressanta jämförelser kan på denna punkt också göras med andra länder. DEK har i rapporten "Datateknik och industripolitik", SOU 1980:17, redovisat industri- och forskningspolitiska program inom data- och elektronikområdet i olika länder. Omfattande nationella satsningar på utbildning och annat användarstöd genomförs nu exempelvis i England och Frankrike.

19.2 Styrsystemens roll

Motiv för och effekter av styrsystemanvändningen

Utvecklingen i de studerade branscherna kännetecknas av en övergång till mer flödesorienterad drift och ökad kapitalintensitet. Den genomsnittliga anläggningsstorleken ökar samtidigt som antalet enheter minskar. Den mer kapitalintensiva produktionstekniken ökar kraven på ett jämnare och högre anläggningsutnyttjande. Vid större anläggningar och produktionsvolymer ökar också incitamenten för att förbättra råvaru- och energiutnyttjandet m m eftersom även små förbättringar får stor betydelse för lönsamheten. Det blir också alltmer angeläget och nödvändigt att hushålla med råvaror och energi samtidigt som kraven på att begränsa och kontrollera miljöfarliga utsläpp ökar. Sammantaget stärker detta motiven för en vidgad spridning och en mer omfattande användning av styrsystem.

Produktions- och processtyrsystem inriktas vanligtvis mot ett eller flera av följande områden:

- ett bättre utnyttjande av råvaror och/eller energi
- en jämnare produktkvalitet
- ett effektivare anläggningsutnyttjande.

Systemen medför normalt inga dramatiska förändringar på dessa områden. Det kan t ex röra sig om några procent högre råvaru- respektive anläggningsutnyttjande eller några procent lägre energiförbrukning. Dessa förändringar har dock ett direkt genomslag på lönsamheten.

Det är emellertid svårt att generalisera om systemens lönsamhet. Många system är även inriktade mot kvalitativa förbättringar som kan vara svåra att direkt mäta och som kan ge utdelning först på längre sikt. En jämnare produktkvalitet kan t ex ha betydelse för de framtida försäljningsmöjligheterna. Systemen kan också ge möjlighet att i större utsträckning förebygga eller begränsa olika produktionsstörningar. Den uppföljningsinformation som systemen ger kan användas som underlag för att vidareutveckla verksamheten. Andra förhållanden som gör det svårt att generalisera om systemens lönsamhet är dels de skilda utgångslägen beträffande styrningen som finns i olika anläggningar, dels den stora variation som finns beträffande systemens inriktning, omfattning och ambitionsnivå. Utvärderingar av systemens effekter företas dessutom sällan. För att ändå ge ett grovt lönsamhetsmått kan nämnas att kraven på återbetalningstid för investeringar i styrsystem ofta är mellan ett och tre år. Denna tid kan jämföras med att systemen vanligtvis har en livslängd på omkring tio år.

Systemen ger således både direkta effekter på lönsamheten och kvalitativa förbättringar varför effekterna sammantagna kan ha stor betydelse för konkurrenskraften.

Avancerade styrsystem installeras främst i anläggningar där automatisering och mekanisering redan drivits långt. Vid kapitalintensiv tillverkningsteknik är kostnadsandelen för det direkta arbetet låg varför systemen främst är inriktade mot att öka råvaru- och kapitalutnyttjandet. Även om vissa system tillämpas i personalbesparande syfte är de studerade systemens effekter på sysselsättningsnivån i den direkta produktionen i allmänhet begränsade.

Beroende på hur systemen utformas kan dock de *kvalitativa* effekterna på sysselsättningen bli avsevärda, d v s arbetsorganisation, arbetsmiljö och arbetsinnehåll påverkas. Systemen medför ibland att nya befattningar inrättas och att kunskapskraven och arbetsuppgifterna för andra ändras. För personal i den direkta produktionen kan negativa inslag vara mera passivt övervakningsarbete med minskade kunskapskrav men med hårdare krav på rapporteringsdiciplin. Positiva inslag kan vara möjlighet att överblicka större produktionsavsnitt, snabbare och bättre presenterad information om produktionen, ökade möjligheter att följa upp produktionen samt större möjligheter att hitta fel och göra omplaneringar. För övriga personalkategorier som arbetar med utveckling och underhåll av systemen är det generellt så att kunskapskraven ökar. Ibland kan kunskapskraven öka i en sådan omfattning att de upplevs som mer påfrestande än stimulerande.

Systemens samband med strukturomvandlingen

Strukturomvandlingen i processindustrin har betydelse bl a för branschernas konkurrenskraft och den regionala sysselsättningen. Omfattningen och karaktären hos denna omvandling bestäms av en rad faktorer som produktionsteknikens utveckling, förändringar i efterfrågan nationellt och internationellt, löne- och råvarukostnader jämfört med konkurrentländerna o s v. Främst genom sitt samband med produktionstekniken har användningen av styrsystem även ett samband med strukturomvandlingen. Utifrån de motiv för styrsystemtillämpningar som redovisades inledningsvis har styrsystemen dock en relativt underordnad roll i strukturomvandlingen i den meningen att de endast effektiviserar och i viss mån underlättar en utveckling som främst motiveras av andra tekniska och ekonomiska faktorer.

Användningen av datorstödda produktions- och processtyrsystem är således sällan en förutsättning[1] för att strukturomvandlingen skall komma till stånd. Det finns dock exempel på att de förbättrade styrmöjligheterna ibland är en förutsättning för att ny och mer avancerad produktionsteknik skall kunna tillämpas. Den mängd information som snabbt måste insamlas, bearbetas och redovisas kan vara så stor att datorstödda produktions- och processtyrsystem är helt nödvändiga hjälpmedel för att styra produktionen.

I andra fall kan den datorstödda styrningen vara nödvändig för att produktionen skall kunna ske med en produktkvalitet, råvaru- eller energiåtgång etc som ger tillräcklig lönsamhet. Eftersom systemen vanligtvis också kan installeras i äldre anläggningar kan systemen bidra till en vidareutveckling som kan göra att äldre anläggningar överlever.

Sambandet mellan användarföretag och leverantör

Att utveckla och installera styrsystem är kunskapskrävande och tar lång tid. Styrsystemen kan liknas vid anläggningarnas nervsystem som genom utökade funktioner och nya tillämpningsområden blir allt viktigare. Anläggningarnas drift blir i ökande utsträckning beroende av systemen och en hög kunskapsnivå om systemen blir allt väsentligare för användarföretagets vidareutveckling. I denna utveckling har samspelet mellan användarföretag

[1] Det finns däremot exempel på andra typer av datorstödda system än de som här studerats som används för att samordna och planera produktionen *mellan* olika anläggningar. Dessa system har gjort att antalet alternativa möjligheter att förlägga och fördela produktionen mellan olika anläggningar kunnat utökas.

och systemleverantör stor betydelse.

I samband med utvecklingen och installationen av styrsystem sker en omfattande kunskapsöverföring mellan användare och leverantör. Process- och produktionsförlopp analyseras. Driftrutiner klarläggs och problemområden penetreras. Motiveringar för och effekter av styrsystemen undersöks. Systemet utformas, testas och installeras. Vanligtvis svarar leverantören för betydande delar av arbetet i samband med utveckling och installation av styrsystem. Därefter vidtar systemets förvaltning (drift, underhåll och vidareutveckling). Detta skapar för användarföretaget ett beroende till leverantören inför vidareutvecklingen av systemet eller angränsande system. Samtidigt är leverantören beroende av aktiva användarföretag som initialt kan ge miljökunskapen och även löpande ge drifterfarenheter m m som grund för leverantörens försäljning och fortsatta utveckling av hjälpmedel och utrustningar. *Det finns således ett ömsesidigt beroende mellan leverantör och användarföretag som har betydelse för bådas konkurrenskraft.*

I systemen läggs ofta in en stor del av användarföretagens samlade kunnande om råvaror, förädlingsprocess, produkter och om anläggningsadministrationen. Detta är kunskaper som är strategiska för verksamhetens vidareutveckling. Om en stor del av en anläggnings styrsystem köps och om användarföretagets engagemang i styrsysteminvesteringen är lågt kan företaget få svårt att tillgodogöra sig och tolka det kunskapskapital som styrsystemet representerar. Användarföretaget kan därigenom få svårt att upprätthålla den kunskapsbas som är nödvändig för att bibehålla initiativet för verksamhetens vidareutveckling. Å andra sidan kan ett aktivt användarföretag förbättra kunskapen om sin verksamhet, dels genom de undersökningar som görs vid utvecklingen och i samband med installationen av ett styrsystem, dels genom den ofta omfattande uppföljningsinformation som systemen ger vid den löpande driften. Datorstödet kan således påverka användarföretagets kunskap om sin verksamhet både i positiv och negativ riktning. Det är därför viktigt att användarföretaget är aktivt både före och efter installationen av styrsystem.

Projektkostnaderna (köpta varor och tjänster, eget arbete och utbildningskostnader) för styrsystem kan variera inom vida gränser. Projektkostnaderna för ett enkelt styrsystem – t ex ett mikrodatorbaserat system för ett avgränsat produktionsled – kan uppgå till några hundratusentals kronor medan t ex Vattenfalls system för driftplanering och driftövervakning kostat 140 Mkr. Projektkostnaden för de flesta av de i denna rapport beskrivna tillämpningarna – som ofta är minidatorbaserade med några terminaler och bildskärmar – ligger i intervallet 1–15 Mkr. Det tar minst ett halvår, och ofta upp till tre år, från order till det att ett styrsystem kan tas i drift. Är det fråga om att utveckla en helt ny tillämpning är tider under två år sällsynta och det finns exempel på riktigt stora system som tagit upp mot åtta år att utveckla.

Ett karaktäristiskt drag hos utrustningen är att produktförnyelsen blir allt snabbare. T ex har 22 % av försäljningen av processtyrutrustning år 1976 beräknats utgöras av utrustning som inte alls fanns 1972. Denna utveckling går nu ännu snabbare. Kostnaderna för FoU rörande styrsystemutrustning och programvara ökar snabbt. Det ställs därför höga krav på systemleverantörernas kapitalinsatser och försäljningsvolymen måste ofta vara stor för att

avkastningen på FoU-insatsen skall bli tillräcklig.

De företag som svarar för försäljningen av utrustning och tjänster till datorstödda styrsystem har olika inriktning och omfattning på sin verksamhet. I Sverige är ett fyrtiotal företag verksamma med försäljning inom ett eller flera av områdena datorer, paketsystem, generella datakommunikations- och presentationssystem eller tjänster för styrsystemtillämpningar. Uppskattningsvis har försäljningen i Sverige till användarföretag under senare år (1976–1979) uppgått till ca 250 Mkr per år varav utrustningen svarat för ca 60 %. Exporten har ökat snabbt, från ca 80 Mkr under 1976 till ca 240 Mkr under 1979. Styrsystemen har dock ett stort importinnehåll. Beträffande utrustning är detta ofta nära hundraprocentigt även när systemleverantören är ett inhemskt företag. Eftersom svenska företag torde ha svårt att konkurrera på utrustningssidan *är det främst kunnande om processer, produkter, anläggningsadministration liksom om programvaruutveckling, datakommunikation m m, som kan ge svenska leverantörer konkurrenskraft på styrsystemområdet.*

Trots att själva styrsystemens andel av den totala exportvolymen från Sverige är liten är det DEK's uppfattning att *styrsystemen kommer att få allt större strategisk betydelse för möjligheterna till annan export till industriprojekt.* Därför är det också mycket viktigt att svenska *maskin- och anläggningsleverantörer* är aktiva och på olika sätt bygger upp kunskap om styrsystemområdet.

Det finns en rad faktorer som påverkar de svenska styrsystemleverantörernas situation och framtidsutsikter, t ex förekomsten av aktiva användarföretag och möjligheter till referensanläggningar i Sverige. Svenska leverantörer har i dag överlag inte någon framträdande ställning. Förutsättningarna för svenska leverantörer kan dock betraktas som goda inom branscherna gruvor, livsmedel (delvis), massa- och papper, sågverk, järn- och stål (delvis) samt elkraft. Svenska leverantörer bör också kunna konkurrera på en del av de områden där det finns en stor användningspotential för mindre och mer avgränsade system. Det kan t ex röra system för styrning och övervakning av klimat i byggnader, energiförbrukning och olika maskiner.

19.3 Slutsatser om spridningen av styrsystem i olika branscher

Faktorer som påverkar spridningen

Den utveckling mot mer flödesorienterad drift och ökad kapitalintensitet som pågår i de flesta branscher påskyndar spridningen av styrsystemtillämpningar. I en anläggning utgör själva styrsystemet vanligen en mindre del av den totala investeringskostnaden. Det är främst andra faktorer än investeringskostnaderna för styrsystemen som i praktiken avgör graden av utnyttjande i olika branscher. I det följande sammanfattas de viktigaste faktorerna som avgör spridningen av avancerade styrsystem:

- *Investeringstakten i respektive bransch*, d v s den takt med vilken produktionskapitalet förnyas. Denna beror i sin tur på förväntad

lönsamhet, produktionsvolymens utveckling m m.

- *I vilken utsträckning produktionen är flödesorienterad och specialiserad.* Utvecklingen mot mer flödesorienterad drift och ökad kapitalintensitet underlättas om produktionen kan koncentreras och specialiseras. Bl a ägarstrukturen i branscherna har betydelse för denna utveckling.
- *I vilken utsträckning produktionen är mekaniserad och automatiserad.* Avancerade metoder för styrning kan ibland inte tillämpas på gammal produktionsutrustning med låg grad av mekanisering och automatisering. Därför är användning av styrsystem ofta förknippat med större eller mindre investeringar i ny produktionsutrustning.
- *Företagens kunnande på styrsystemområdet.* En låg kunskapsnivå gör det svårare för företagen att upptäcka ny teknik och att mobilisera resurser för eget projekterings- och utvecklingsarbete. Utbildningssystemet spelar naturligtvis en betydelsefull roll i detta sammanhang.
- *Systemleverantörernas inriktning* samt tillgången till färdigutvecklade paketsystem. För branscher med relativt stora försäljningspotentialer för system utvecklas ofta paketsystem för vanligt förekommande tillämpningar. Tillgången på paketsystem sänker kraven på kunnande hos användarföretagen och kan därmed påskynda spridningen av datorstödet.
- *Tillgången på mätgivare.* Ett problem som begränsar spridningen av datorstödda styrsystem är att det saknas mätgivare för väsentliga processdata. Vidare är tillförlitligheten och tillgängligheten ofta låg hos de mätgivare som finns att tillgå.
- *Mini- och mikrodatorutvecklingen* som i stor utsträckning förväntas påverka utvecklingen och spridningen av styrsystemtillämpningar både vad gäller processtyrsystem och produktionsstyrsystem. Bl a mikrodatorutvecklingen och förbättrade möjligheter för datakommunikation påskyndar spridningen av styrsystemtillämpningar, främst för mer avgränsade produktionsled. Mikrodatorer och annan elektronik kommer också i ökande utsträckning att byggas in i olika styrsystemutrustningar som mätgivare, regulatorer m m och förbättra deras funktion.
- *Graden av erfarenhetsspridning mellan företagen.* Erfarenheterna från främst massa- och pappersindustrin visar att satsningarna på kollektiv forskning och erfarenhetsutbyte mellan företagen bidragit till att underlätta och påskynda spridningen av avancerade styrsystem.

Den framtida användningen av avancerade styrsystem

De mest omfattande investeringarna i styrsystem väntas i de branscher som redan idag har en relativt omfattande användning av styrsystem. Det gäller främst, massa- och pappersindustrin, järn- och stålindustrin samt elkraftindustrin. Som framgår av kapitel 18 Bedömning av den framtida användningen av avancerade styrsystem i Sverige, förväntas en förhållandevis snabb fortsatt spridning av styrsystem även inom delar av livsmedelsindustrin samt i den kemiska industrin.

I många branscher finns också ett *utrymme för samhället att påverka takten i spridningen* av avancerade styrsystem. Påverkansmöjligheterna rör vad som i prognoserna behandlats som förutsättningar för spridning, d v s nivån på

erfarenhetsförmedling, företagens kunskaper m m, dels mera övergripande frågor såsom branschstrukturer och inriktningen på den av samhället stödda forskningen. Som exempel kan nämnas tekoindustrin, där en eventuell höjning av den produktionstekniska nivån till stor del beror av samhälleliga insatser.

19.4 Slutsatser om problembilden i stort

Tidigare har huvudmotiven (bättre råvaru-, energi- och anläggningsutnyttjande) för användningen av styrsystem redovisats. De effekter som eftersträvas rör produktionsresultatet från en anläggning. Systemen medför emellertid effekter också i anläggningen och för de anställda. Aspekter som nämnts är bl a att kunskapskrav,arbetsinnehåll, arbetsorganisation och fysisk arbetsmiljö påverkas. Effekterna i anläggningen hänger samman med att en ökad automatisering och ett ökat datorstöd ökar kraven på förutseende och medför en förskjutning av när i tiden kunskaperna inom ett verksamhetsområde kommer till störst användning.

Problem i den löpande driften, som tidigare antingen upptäcktes och då åtgärdades manuellt eller som förblev oupptäckta, försöker man nu förutse och förprogrammera lämpliga åtgärder för. Särskilt när större system skall utvecklas är kraven omfattande på förutseende och samverkan mellan personer med kunskap om processen, anläggningsprojektering, mätteknik, datateknik, mekanik, arbetsorganisationsutformning och ergonomi. *En sådan kunskapssamverkan är en nödvändig förutsättning för väl fungerande system.* Systemets funktioner och rutiner liksom arbetsorganisationen och befattningarna måste i stort sett låsas i tidiga utvecklingsskeden. Styrsystemtillämpningar är ofta komplexa och kräver stora resursinsatser för att utveckla. Att i efterhand korrigera saker man inte tänkt på i utvecklingsarbetet är därför ofta mycket besvärligt.

En genomförd styrsysteminstallation *leder således till omfattande låsningar ekonomiskt, tekniskt och inte minst psykiskt.* Man får ett arv som kan vara svårt att hantera. Möjligheterna till senare ändringar, vidareutveckling och påbyggnad av ett system påverkas vidare av i vilken utsträckning man i den ursprungliga systemkonstruktionen förbereder och bygger in beredskap inför sådana förändringar.

De kunskaper som behövs under ett systems hela livslängd från de första idéerna till dess systemet tas ur drift, *koncentreras alltmer till skedena före driftstarten,* medan kunskapsanvändningen tidigare var mer jämt fördelad under systemets livslängd.

Förskjutningen av kunskapsanvändningen till tidiga skeden kan också medföra att t ex kunskapen om själva processförloppet *förskjuts alltmer från personal i den direkta produktionen till särskild utvecklingspersonal inom företaget eller till systemleverantören.* Å andra sidan ger systemen bl a genom olika uppföljningsfunktioner undan för undan underlag till en bättre förståelse av processen och processambanden samt möjlighet att överblicka större produktionsled. Driftpersonalen fjärmas en del från processen och kunskapen om hur processförloppet skall se ut, lukta och kännas byts mot förmågan att förstå databehandlad information som presenteras på bildskär-

mar. *Det är således kunskaper med delvis annat innehåll och inriktning som numera kommer till allt större användning.*

Att utforma effektiva system är som framgår av ovanstående således inte alls någon snävt teknisk fråga utan *det är snarare fråga om en ändrad metod för kunskapsanvändningen inom ett verksamhetsområde* som kan sammanfattas i uttrycket "tänk efter före". Samtidigt är den tekniska utvecklingen och spridningen av tillämpningar till nya branscher och verksamhetsområden snabb.

I ett sådant läge - när det allt mer gäller att tänka efter före, ibland utan att man har egna erfarenheter – *får frågor om försöksverksamhet, om erfarenhetsförmedling och om olika intressenters verkliga möjligheter att påverka besluten i utvecklingsprocessen allt större betydelse.*

Flertalet av de studerade branscherna liksom arbetstagarorganisationerna saknar vana att arbeta efter denna nya metod för kunskapsanvändningen. Utvecklingen av en verksamhet – nu liksom tidigare – drivs ofta till stor del framåt av att man stegvis lär sig av tidigare misstag som genom ökade krav på förutseende och tidiga låsningar nu riskerar att bli alltmer kännbara. Behovet att ta vara på och förmedla såväl negativa som positiva erfarenheter ökar således markant samtidigt som vana att hantera erfarenhetsförmedlingen saknas.

Bristen på erfarenheter är ett snabbt växande problem, inte bara för användarna utan också för utbildningsanordnare med ökade krav på att snabbt förändra och anpassa utbildningens innehåll. Många erfarenheter inom området är mycket allmängiltiga och inte begränsade till speciella tillämpningar eller branscher. Något intresse för att förmedla sådana erfarenheter till andra som löper stor risk att senare råka ut för precis samma misstag finns dock sällan. Gjorda misstag kan t ex upplevas som genanta, vilket naturligtvis inte befrämjar att erfarenheter dokumenteras och sprids.

Sammanfattningsvis är ökad förståelse för erfarenheternas betydelse för utvecklingen samt åtgärder för att förbättra incitament och former för erfarenhetsförmedling viktiga inslag för att åstadkomma en effektivare utveckling och användning av styrsystem.

Erfarenhetsutbyte är också viktiga förutsättningar för svenska leverantörer, som behöver aktiva användare och möjligheter till referensanläggningar i Sverige. Det kan vara svårt att finna lämpliga former för ett ömsesidigt kunskapsutnyttjande.

19.5 Ramen för samhällets engagemang och industripolitiken på området

En ökad användning av styrsystem kan få effekter som sammantagna har samhälleligt intresse från en rad utgångspunkter.

Det kan gälla industrins konkurrenskraft, råvaru- och energiåtgången, sysselsättningen, arbetsmiljön etc. Åtgärder för att motverka problem eller tillvarata möjligheter kan inrymmas i industri- och arbetsmarknadspolitiken, utbildningssystemet, FoU-politiken m m.

Vad gäller tillförseln av styrsystem liksom förutsättningar för svenska

leverantörer finns också samhälleliga intressen.

Vid utformningen av politiken inom data- och elektronikområdet i Sverige kan också jämförelser med motsvarande politik i andra länder vara av intresse. Kommittén har som nämnts i avsnitt 19.1 sammanställt en rapport om olika länders industri- och forskningspolitik på dataområdet. Ett gemensamt drag i utvecklingen är dels en fortlöpande ambitionsnivåhöjning, dels att stödet numera alltmer inriktas på olika former av användarstöd för att underlätta spridningen av data- och elektroniktillämpningar till den användande industrin.

I Sverige finns en uttalad önskan att åstadkomma en mer aktiv och offensiv industripolitik. Detta passar väl in på detta område, där risken för att endast bli upptagen med att passivt behandla problem i efterhand annars är stor. Vidare kan konstateras att det har inrättats organ och beslutats om medel som kan användas för att stödja både användarorganisationer och leverantörer. De organ som närmast åsyftas är de regionala utvecklingsfonderna, fonden för industriellt utvecklingsarbete samt nämnden för att främja exportsamarbete vid systemleveranser till industri- och anläggningsprojekt.

19.6 Allmänna slutsatser om lämpliga åtgärdsinriktningar

Åtgärder för att stödja en i vid mening effektiv användning av styrsystem bör främst inriktas på *kunskapsutveckling* och *kunskapsspridning* som i första hand behandlar hur olika problem i samband med utveckling och användning av styrsystem kan undvikas eller förebyggas. Erfarenhetsförmedling, även mellan branscher, samt fortbildning bör förbättras och snabbas upp. Grundutbildningen måste följa med den tekniska utvecklingen och ta upp och förmedla erfarenheter från användningen i industrin. Förutsättningarna för olika specialister och olika kunskapsområden att samverka måste förbättras.

Utvecklingen på styrsystemområdet är mycket kunskapskrävande och ställer därför höga krav på utbildningssystemet. Detta accentueras av att styrsystemen blir mer omfattande och får allt större spridning samt att kunskapskraven förändras av den snabba tekniska utvecklingen.

Datateknik samt styr- och reglerteknik ingår redan i en mängd utbildningar. Det är mycket väsentligt att kunskap om datateknik och datorstöd kommer in som tilläggsutbildning inom de mer traditionella teknikområdena. Det är också angeläget att tillgången på utrustning är sådan att eleverna redan under grundutbildningen utbildas och blir förtrogna med sin framtida miljö och de hjälpmedel och problem som där finns.

Fortbildningen av lärare måste förbättras. Styrsystemområdet utvecklas snabbt. Fortbildningen av lärare inom kunskapsområden som snabbt förändras bör enligt DEK's uppfattning *prioriteras* jämfört med fortbildningsinsatserna på andra kunskapsområden. Starka skäl talar också för att fortbildningen bör vara *obligatorisk*.

Ett problem i samband med utbildningsfrågorna är det ökade behovet av att inventera industrins utbildningsbehov och förmedla detta till lämpliga utbildningsanordnare. Samtidigt är *utbildningsutbudet svåröverblickbart.*

Eftersom utvecklingen är snabb är det väsentligt att kommunikationen mellan utbildningsavnämare och utbildningsanordnare fungerar bra. Denna bör kunna förbättras på flera sätt jämfört med den nu aktuella situationen.

En annan svårighet i samband med att anpassa utbildningsutbudet till efterfrågan är att den efterfrågade utbildningen ofta rör förmedling av praktiska erfarenheter vilket erfarna industrier har, men inte utbildningsanordnarna. Det finns därför anledning att överväga nya eller modifierade former för främst fort- och vidareutbildningen. Detta gäller även lärarfortbildningen.

Kunskaper om projektadministration, kalkylering och effektbeskrivning samt om medinflytande och medbestämmande är underrepresenterat i dagens utbildningsutbud. Den kunskapssamverkan som är nödvändig för en effektiv utveckling och användning av styrsystem gör att denna typ av kunskap bör uppmärksammas mer.

För att systemanvändarna ska få bättre förutsättningar för att hävda sitt medbestämmande kan det finnas skäl att överväga särskilda insatser, t ex i form av utbildning och information. Kunskapskraven på fackliga företrädare som medverkar i beslut om styrsystem är mycket omfattande. Stöd till erfarenhetsutbyte, kursverksamhet etc bör därför övervägas.

Tidigare har påvisats det stora behovet av, och också en del av hindren för en effektiv erfarenhetsförmedling. Förbättrade kanaler för att återföra och förmedla erfarenheter krävs så att systemen förblir ett underordnat hjälpmedel i olika verksamheter och inte riskerar att bli ett överordnat hinder.

Som tidigare nämnts är branscherna p g a tradition, konkurrensskäl, företagsstruktur m m olika öppna för erfarenhetsförmedling. Större företag har också olika strategier för om man ska köpa kunskap om styrsystem eller bygga upp egen. Små företag har svårt att klara hela utvecklingsprocessen i egen regi och är i stor utsträckning hänvisade till att köpa det mesta rörande systemen. Detta medför dels att olika användarföretags inflytande på de egna styrsystemen varierar, dels att erfarenhetsförmedlingen tar olika "omvägar". I öppna branscher sker erfarenhetsförmedlingen direkt mellan företag och via branschorganisationer som också aktivt försöker påverka utbildningsanordnare. I andra sker erfarenhetsförmedlingen via leverantörer, visst personalutbyte m m.

Den åtgärd som efterfrågats mest i studien är s k *referenssystem,* d v s ett forum för olika intressenters behov av kunskapssamverkan, kunskapsutveckling samt en källa till kunskapsspridning. Behovet har framhållits av såväl användarföretag, leverantörer, arbetsmarknadens parter och utbildningsanordnare som FoU-organ. Referenssystem kan dels avse utvecklingen av nya tillämpningar, dels olika åtgärder för att underlätta spridningen av tillämpningar. Det sistnämnda kan t ex inrymma kunskapsspridning om olika tillämpningars effekter eller åtgärder för att utveckla och sprida kännedom om hjälpmedel för att utveckla, installera och underhålla systemen.

Behovet av hjälpmedel för underhållet och vidareutvecklingen av styrsystem ökar snabbt. Det kan t ex röra tillståndssystem för maskiner, administrativa stödsystem för underhållsplanering och uppföljning, utvecklings-

och dokumentationshjälpmedel för effektivare vidareutveckling och andra åtgärder för att minska olika tekniska låsningar. Vare sig FoU-organ eller leverantörer visar dock för närvarande något större intresse för underhållsfrågorna.

Att lösa tekniska problem t ex rörande mätgivare, processmodeller, standardisering, fysisk arbetsmiljö m m är också av sådan vikt att främst olika FoU-åtgärder bör övervägas.

Enligt DEK's uppfattning är det angeläget att Sverige ökar FoU-insaterna inom styrsystemområdet. Detta ställningstagande grundas på:

- att styrsystemen har betydelse för produktionens effektivitet i processindustrin (jämnare produktkvalitet, lägre råvaru- och energiåtgång m m)
- att styrsystem ger underlag för vidareutveckling av processer, produkter, anläggningar m m
- att en hög kunskapsnivå på området hos användarföretag och forskningsorganisationer är en förutsättning för att svenska systemleverantörer skall kunna utveckla och sälja styrsystem, ibland ingående i större industri- och anläggningsleveranser.

FoU-arbetet måste i stor utsträckning bedrivas branschinriktat. Det finns dock flera områden där branschövergripande FoU-arbete kan bedrivas, t ex rörande vissa utrustningar samt hjälpmedel för bl a processanalys, simuleringar och systemkonstruktion. Det finns också generella tillämpningar som kan användas i flera branscher. Även resultat och erfarenheter från den branschinriktade forskningen kan ibland senare visa sig vara av mer generellt intresse. Det finns därför enligt DEK stora vinster att göra genom att vidga samarbetet mellan företag, branscher och forskningsorganisationer. Dels kan resultaten komma till större användning, dels kan den kunskapssamverkan som behövs på grund av styrsystemområdets höga grad av trävetenskaplighet lättare komma till stånd.

Eftersom *mätgivare* har stor betydelse för utvecklingen av styrsystemtillämpningar och avgjort är en mycket stark konkurrensfaktor för bl a styrsystemleverantörer bör FoU-insatserna på detta område ligga på hög nivå.

Den tillämpade forskningen måste ofta med nödvändighet begränsas och specialiseras till enskilda delar av styrsystem. En svårighet i detta sammanhang är att som en del av förutsättningarna för forskningen överföra tillräckligt med praktiska kunskaper om marknadspotential, miljön i anläggningarna, hur olika delar och funktioner i styrsystem samverkar m m. Sådana kunskaper om en systemdels "omgivning" är naturligtvis nödvändiga för att det skall vara möjligt att utveckla en fungerande och kommersiellt gångbar produkt t ex en mätgivare. I samband med förslag till förstärkningar av forskningsstödet är det därför enligt DEK's uppfattning även väsentligt att överväga formerna för hur kunskapen om "omgivningen" kan tillföras FoU-arbetet.

En viktig förutsättning för att lyckas med utvecklingen av tillämpningar på styrsystemområdet är att samarbetet fungerar väl mellan olika intressenter. Det torde behöva förbättras jämfört med nuläget. Det gäller dels mellan styrsystemleverantörer och användarföretag, dels mellan styrsystemleveran-

törer och leverantörer av maskiner och anläggningsutrustning till industrin.

Staten kan också ha inverkan på möjligheterna för de svenska leverantörerna att utveckla nya tillämpningar. Det är mot bakgrund av sambandet mellan kunskapsutvecklingen hos användare och leverantörer värdefullt om de FoU-resultat som forskningsorganisationer, användarföretag m m genererar, i största möjliga mån tas upp och marknadsförs av svenska företag. Särskilt om FoU-arbetet i allt väsentligt har bekostats med statliga medel bör sådana överväganden tas med i tidiga projektskeden.

I de fall staten själv är upphandlare av system bör naturligtvis den användande organisationens intresse komma i allra första hand. Det är emellertid viktigt att ha en investeringssyn som räcker längre än till installationen och som också omfattar förutsättningarna för systemets förvaltning och tillgången till den kunskapsbas som behövs för tillämpningsområdets fortsatta utveckling. Vidare kan det inom detta område finnas anledning att göra mer övergripande industripolitiska bedömningar beträffande de framtida konkurrensförutsättningarna för användarbranschen som helhet och styrsystemleverantörernas roll härvidlag.

DEK's förslag till åtgärder föranledda av denna kartläggningsrapport kommer att redovisas i det kommande delbetänkande som sammanfattar DEK's process- och verkstadsindustristudier.

Bilaga 1 Kommitténs sammansättning

Direktiven för data- och elektronikkommitténs arbete återfinns i regeringsprotokoll från den 20 juli 1978. Med stöd av bemyndigande i regeringsprotokollet har chefen för industridepartementet knutit följande personer till arbetet (om ej annat anges gäller förordnandet fr o m den 15 augusti 1978).

Ledamöter

Nils Mårtensson, *ordförande,* t f professor
Stina Andersson, riksdagsledamot (t o m 1978-10-31)
Thomas Berglund, civilekonom (fr o m 1979-03-13 t o m 1980-08-29)
Gunnar Du Rietz, ekonomie doktor
Gunnar Eliasson, docent
Birgitta Frejhagen, sekreterare
Arne Gadd, riksdagsledamot
Bengt Hansson, ingenjör (t o m 1978-10-31)
William Ingberg, departementssekreterare (fr o m 1979-01-27)
Sören Lindebro, ingenjör (fr o m 1978-11-01)
Roland Petersson, direktörsassistent (fr o m 1978-11-01)
Gunnar Ribrant, departementsråd
Sune Tjernström, ekonomie licentiat (fr o m 1978-11-10 t o m 1979-01-26)
Bertil Thorngren, docent

Experter

Bertil Brodén, departementssekreterare (fr o m 1978-11-11)
Sven Hegelund, avdelningsdirektör (fr o m 1978-12-01 t o m 1979-04-30)
Bengt Lundberg, avdelningsdirektör (fr o m 1978-12-01)
Anders Reuterswärd, kansliråd (fr o m 1979-10-15)

Referensgrupp till studien av styrsystem inom processindustrin

Roland Petersson, *ordförande,* direktörsassistent (fr o m 1978-11-01)
Sven Edling, systemchef (fr o m 1979-10-15)
Lennart Eriksson, docent (fr o m 1979-10-15)
Stig Rann, ombudsman (fr o m 1979-10-15)
Erik Ödmansson, civilingenjör (fr o m 1979-10-15)

Kommitténs sekretariat

Jan Carlsson, *sekreterare,* avdelningsdirektör (fr o m 1978-08-01)
Kerstin Brodén, *biträdande sekreterare,* byråassistent
Nils Odén, *biträdande sekreterare,* byrådirektör (fr o m 1979-10-01)
Lars Persson, *biträdande sekreterare,* byrådirektör (fr o m 1978-09-25)
Håkan Selg, *biträdande sekreterare,* departementssekreterare (fr o m 1978-09-15)
Gunilla Nordström, *assistent* (fr o m 1979-06-11 t o m 1980-08-09)

Bilaga 2 Referenslitteratur och källförteckning

Innehåll

1 *Referenslitteratur* 344
Produktions- och processtyrning, allmänt 344
Arbetsmiljö och arbetsinnehåll 344
Utbildning och forskning 345
Industri- och näringspolitik 345
Övrigt 345

2 *Källor till branschstudierna* 346
Branschöversikterna, allmänt 346
Livsmedelsindustrin 346
Textil- och konfektionsindustrin 346
Sågverksindustrin 347
Den kemiska industrin 347
Petroleum- och kolproduktindustrin 348
Gummivaruindustrin 348
Cementindustrin 348
Vattenverk, reningsverk m m 348
Elkraftindustrin 348
Övriga källor till branschstudierna 348

1 Referenslitteratur

Produktions- och procesststyrning, allmänt

- **Outlook for Computer Process Control, Manpower Implications in Process Industries.** US Department of Labour, 1970.
- **Process Control Instrumentation Market in Europe.** Frost & Sullivan Inc, dec 1977.
- **Process Control Equipment Market.** Frost & Sullivan Inc, feb 1978.
- **Industrial Process Control Systems – Past, Present and Future.** Theodore I. Williams, Purdue University, 1978 (stencil).
- **Samplade System.** Föreläsningar i reglerteknisk fortsättningskurs. K.J. Åström, Lunds tekniska högskola (LTH), 1973.
- **A link between science and applications of automatic control.** IFAC (International Federation of Automatic Control) seventh triennal world congress 1978, vol 1-4.
- **Datorstyrda processreglersystem.** Datema, Stockholm, nov 1977. (Konsultuppdrag åt statens industriverk, SIND).
- **Datorstyrning och kontroll i massa- och pappersindustrin.** Enkätredovisning. Svenska Träforskningsinstitutet (STFI), Stockholm, dec 1975.
- **Slutrapport från Nordmiljö 80.** Svenska Träforskningsinstitutet m fl, Stockholm, mars 1979.
- **Aktivitetsrapporter från institutionen för reglerteknik.** Lunds tekniska högskola (LTH).
- Informationsmaterial från systemleverantörer (ASEA, Measurex, Honeywell, Foxboro, Datema m fl).

Arbetsmiljö och arbetsinnehåll

- **Arbetsmiljö i processindustrin.** Rapport från NORDSTRESSGRUPPEN, Århus, 1977.
- **Om psykosociala stressfaktorer i processövervakning – redovisning och analys av ergonomisk litteratur.** Gunn Johansson. Psykologiska institutionen, Stockholms universitet, feb 1977 (stencil).
- **Att arbeta i valsverket.** Rapport från samarbetet mellan Metalls avd 35 och Demosprojektet. Rapport nr 11 från Demosprojektet, Arbetslivscentrum, 1979.
- **Datorisering inom processindustrin.** Bransch I – Elkraftproduktion. Ergolab, Stockholm, 1980.
- **Planeringsunderlag för de anställdas inflytande över arbetsmiljöns förändring, lägesrapporter, projektprogram m m.** Arbetsmiljölaboratoriet, Tekniska högskolan i Stockholm (KTH), 1978 - 1981.
- Arbetsrapporter från Arbetslivscentrum.
- **Avläsning av bildskärmar.** Arbetarskyddsstyrelsens anvisningar nr 136, 1978.
- **Datorer på arbetsplatsen.** Ingår i LO's skriftserie om medbestämmande i arbetslivet, april 1978.
- **Datorerna och arbetslivet.** Rapport från TCO's arbetsgrupp för datafrågor, 1978.
- **Annorlunda fabriker.** Stefan Agurén och Jan Edgren, Svenska arbetsgivareföreningen (SAF), 1979.
- **Vad innebär datoranvändning?** Redovisning av förbundsförfrågan samt målsättningar och krav på åtgärder från LO's dataråd, september 1980.

Utbildning och forskning

- **Styrsystemutbildning inom svensk massa- och pappersindustri.** Rapport från Svenska pappers- och cellulosaingenjörsföreningens (SPCI) styrsystemkommitté, maj 1977.
- Förteckning över läroplaner m m inom kommunal vuxenutbildning. Skolöverstyrelsen (SÖ).
- Kursprogram från statens industriverks SIFU-enhet, sektionerna för processteknik och elteknik.
- **Rapport 1 från högskolestyrelsens utbildningsberedning, process- och produktionsteknisk automatisering.** Chalmers tekniska högskola, jan 1979.
- **Programme for Research in Information Processing and Computer Science.** Styrelsen för teknisk utveckling, STU-information nr 186-1980.
- **Rapport från arbetsgruppen för översyn av gymnasieskolans processtekniska linje.** Skolöverstyrelsen (SÖ), oktober 1978.
- **Preliminära förslag till förstärkning av högre utbildning och forskning inom dataområdet.** Universitet och högskoleämbetets (UHÄ) datareferensgrupp, november 1980.
- **Elektronikindustrin i Sverige. Del 1, komponenter och utbildning.** Statens industriverk, SIND 1979:6.
- **Datorn i skolan.** Skolöverstyrelsen (SÖ), 1980.
- Material från seminarium om reglerteknisk forskning anordnat av styrelsen för teknisk utveckling, februari 1980.

Industri- och näringspolitik

- **Riktlinjer för industripolitiken m m.** Regeringens prop 1978/79:123.
- **Vägar till ökad välfärd** (Ds Ju 1979:1 och Ds Ju 1979:2). Betänkande av särskilda näringspolitiska delegationen.
- **Systemleveranser till industri- och anläggningsprojekt – problem och möjligheter för svensk tillverkningsindustri** (Ds I 1978:39).
- **Energi, strukturomvandling och sysselsättning** (SOU 1978:22). Rapport från sysselsättningsutredningen.
- **En offensiv industripolitik.** En rapport från TCO's arbetsgrupp för industripolitiska frågor, mars 1979.
- **Näringsutskottets betänkande angående industripolitiken** m m, NU 1978/79:59.
- **Statligt kunnande till salu** (SOU 1980:23). Betänkande av konsultexportutredningen.

Övrigt

- **Decentraliseringen och datorerna.** Svenska arbetsgivareföreningen (SAF),1978.
- **Nya vyer** (SOU 1979:69). Kartläggningsrapport från Informationsteknologiutredningen.
- **80-talet på en bricka.** Riksdataförbundet 1980.
- **ADB och samhällets sårbarhet. Överväganden och förslag** (SOU 1979:93). Betänkande av sårbarhetskommittén.
- **Systemutveckling under 80-talet. En bedömning av utvecklingstrenden.** Försvarets rationaliseringsinstituts (FRI) skriftserie nr 16, 1980.
- **Arbetslivets slutanvändare av databehandlad information.** En rapport om läget i Sverige 1979. IBM, 1979.

2 Källor till branschstudierna[1]

Branschöversikterna, allmänt

- **Sysselsättningspolitik för arbete åt alla** (SOU 1979:24). Sysselsättningsutredningens slutbetänkande.
- **Långtidsutredningen 1978** (SOU 1978:78).
- **Teknik för framtiden.** Styrelsen för teknisk utveckling, STU- perspektiv 1979.
- **Industriutvecklingen i Sverige.** Statens industriverk, SIND 1979:11, 1980:12 (SIND's höstrapporter).
- **Kunskap och konkurrenskraft – Tekniskt industriella utvecklingsproblem i internationellt perspektiv.** Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA), juni 1979.
- **Den svenska gruv- och stålindustrins framtida konkurrenskraft.**Jernkontoret, juni 1979.
- **Industrin i den fysiska riksplaneringen. Gruvindustrin.** Statens industriverk, SIND PM 1977:1.

Livsmedelsindustrin

- **Livsmedelsindustri.** Statens industriverk, SIND 1978:8.
- **Bageriindustri.** Statens industriverk, SIND 1976:8.
- **Slakteri- och charkuteriindustri.** Statens industriverk, SIND 1975:3.
- **Djupfrysnings- och konservindustri.** Statens industriverk, SIND 1977:3.
- **Malt- och läskedrycksindustri.** Statens industriverk, SIND 1976:6.
- **Choklad- och konfektyrindustri.** Statens industriverk, SIND 1977:4.
- **Arbetet i framtiden – mejeri, slakt-chark och bageri.** Rapport med utgångspunkt från Livsmedelsarbetareförbundets branschdagar hösten 1979 sammanställd av arbetsmiljölaboratoriet vid Tekniska högskolan i Stockholm (KTH).
- **Teknisk utveckling och arbete inom livsmedelsindustrin – projektprogram.** Arbetsmiljölaboratoriet vid Tekniska högskolan i Stockholm (KTH), sept 1980.
- **Multinationella företag i svensk livsmedelsindustri.** Statens industriverk, SIND 1977:10.
- **Vem producerar vår mat?** En översikt av svensk livsmedelsindustris uppbyggnad, ägarstruktur och utveckling. KF-LO's informationskommitté, januari 1980.
- **Arbetsmiljö och Bagerier, en projektbok.** Rapport från arbetsmiljölaboratoriet vid Tekniska högskolan i Stockholm (KTH), 1979.

Dessutom kontakter och intervjuer med
- användarföretag
- branschorganisationer
- utrustningsleverantörer
- lokala fackliga organisationer
- forskningsinstitut.

Textil- och konfektionsindustrin

- **Branschsystem – Konfektion. Datorbaserad mönsterhantering.** Styrelsen för teknisk utveckling, STU-information nr 86-1978.
- **Tekoindustrierna. Förutsättningar på kort och lång sikt.** Statens industriverk, SIND PM 1980:16.
- **Utvecklingsteknisk analys inom konfektionsindustrin. Tekniska möjligheter för den svenska konfektionsindustrin.** Styrelsen för teknisk utveckling, STU-information nr 165-1980.

[1] Studierna av gruvindustrin, massa- och pappersindustrin samt järn- och stålindustrin har lagts ut som konsultuppdrag varför några källor till dessa inte redovisas.

Dessutom kontakter och intervjuer med
- branschorganisationer
- systemleverantörsföretag
- styrelsen för teknisk utveckling (STU)
- forskare vid Chalmers tekniska högskola, Göteborg
- statens industriverk (SIND)

Sågverksindustrin

- Material från konferensen *Produktionsteknik/Såg* anordnad vid vid sågverksskolan i Skoghall den 29 och 30 augusti 1979 av Föreningen Svenska Sågverksmän (FSS) m fl.
- **Marknadsmöjligheter och nya produktområden för trä.** Styrelsen för teknisk utveckling, STU-information nr 176-1980.
- **Teknisk Revy 1980.** Tord Segerdahl på uppdrag av Föreningen Svenska Sågverksmän (FSS).
- **Trä och Teknik.** Nr 1 1980, utgiven av styrelsen för teknisk utveckling (STU).
- **Skogsindustrin – nuläge och utvecklingsmöjligheter** (Ds I 1979:5).
- **Framtida träteknisk forskning och utveckling.** Styrelsen för teknisk utveckling, STU-information nr 148-1979.
- **Ändamålsanpassad sortering av trävaror.** Styrelsen för teknisk utveckling, STU-information nr 190-1980.
- **Kundanpassade trävaror. Utrustning, kapacitet och leveransmöjligheter vid 108 svenska sågverksföretag.** Information från statens industriverk (SIND), 1980.
- **Sågverksmodeller – Datorbaserade hjälpmedel för att utreda ekonomiska och tekniska problem i trävarubranschen.** Svenska Träforskningsinstitutet, STFI-meddelande Serie B nr 501.
- Material från konferensen *Dator/Såg* anordnad den 21 och 22 november 1979 av Föreningen Svenska Sågverksmän (FSS) i samarbete med Svenska Träforskningsinstitutet.
- **Stiftelsen svensk träteknisk forskning.** Ramprogram 1980/81- 1984/85 från styrelsen för teknisk utveckling (STU).
- **Sågverksindustri och skivindustri.** Statens industriverk, SIND 1977:7.

Dessutom intervjuer och kontakter med
- branschorganisationer
- Svenska Träforskningsinstitutet (STFI)
- utrustningsleverantörsföretag
- träindustriarbetarförbundet
- statens industriverk (SIND)
- styrelsen för teknisk utveckling (STU)
- konsultföretag.

Den kemiska industrin

- **Industrin i den fysiska riksplaneringen. Delar av den kemiska industrin.** Statens industriverk, SIND PM 1977:10.
- **Oorganisk kemikalietillverkning, industrigas-, gödselmedels- samt ogräs- och insektsbekämpningsmedel.** Utredningsmaterial från statens industriverk.
- **Plastbearbetande industri.** Statens industriverk, SIND 1977:12.
- **Kemiska processindustrier i Sverige 1975–1985. Kemisk basindustri.** Kemikontoret, 1976.

Dessutom intervjuer och kontakter med
- användarföretag
- Plast- och Gummitekniska Institutet (PGI)
- Kemikontoret
- konsultföretag och systemleverantörsföretag.

Petroleum- och kolproduktindustrin

Intervjuer med användarföretag.

Gummivaruindustrin

- **Gummivaruindustri. Lägesrapport.** Statens industriverk, SIND 1978:2.

Dessutom intervjuer och kontakter med
- användarföretag
- Plast- och Gummitekniska Institutet (PGI).

Cementindustri

- **Kemiska processindustrier i Sverige 1975–1985. Del III Cementindustri.** Kemikontoret, 1976.

Elkraftindustrin

- **Industrin i den fysiska riksplaneringen. Kraftindustrin.** Statens industriverk, SIND PM 1977:3.
- **Eldistribution. En ekonomisk analys.** Statens industriverk, SIND PM 1978:6.
- **Datorer i värmekraftverk.** Svenska kraftverksföreningens stiftelse för tekniskt utvecklingsarbete (VAST), november 1978.
- **Stationsdatorer i fördelningsstationer.** VAST, januari 1978.
- **Vattenfall ett kraftföretag.** Vattenfall 1978.

Dessutom intervjuer och kontakter med
- Vattenfall
- Sydkraft
- systemleverantörsföretag.

Övriga källor till branschstudierna

Artiklar från dags- och fackpress.
Årsredovisningar från företag.
Material från systemleverantörer.
Offentlig statistik och annat material från statistiska centralbyrån (SCB) och andra institutioner.

Bilaga 3 Ordlista

I rapporten förekommer en mängd begrepp. Här redovisas och förklaras en del av dem. Inom de områden som studien behandlar saknas i stor utsträckning vedertagna begrepp. Standardiseringskommissionen i Sverige (SIS) har givit ut "Dataordboken" (SIS handbok 142) och ett häfte med titeln "Styrning - Reglering - Grundläggande terminologi" (SS 401 06 01). I de fall de begrepp som tas upp i denna ordlista ingått i SIS' publikationer redovisas SIS' definitioner och förklaringar. I övriga fall har kommittén sökt ge en egen förklaring.

adaptiv styrning	Styrning (reglering) sådan att styrutrustningens (reglerutrustningens) egenskaper automatiskt anpassas till objektets egenskaper eller systemets insignaler. (SIS)
analog	Representation med fysiska storheter, som betraktas som kontinuerligt föränderliga. (SIS)
administrativ databehandling	Automatisk databehandling vid redovisning, styrning och kontroll av verksamheten inom en organisation. (SIS)
automation	Utnyttjande av automatiska hjälpmedel för att förverkliga en process. (SIS)
automatisering	Ändring av en procedur, en process eller en utrustning till att fungera automatiskt. (SIS)
automatisk	Process eller en anordning som under bestämda villkor fungerar utan mänskligt ingripande. (SIS)
automatisk styrning	Styrning utan mänskligt ingripande. (SIS)
börvärde	En storhets önskade värde i visst ögonblick. (SIS)
data	Representation av fakta, begrepp eller instruktioner i form lämpad för överföring, tolkning eller bearbetning utförd av människor eller av automatiska hjälpmedel. (SIS)
databas	Mängd av data som består av åtminstone en fil[1] och som är tillräcklig för ett visst ändamål eller för ett visst databehandlingssystem och som kan utgöra del av en annan mängd data. (SIS)
databashanteringssystem	Programsystem som underlättar upprättande och underhåll av en databas samt exekvering av datorprogram, som utnyttjar databasen. (SIS)
datakommunikation	Överföring av data mellan datakälla och datamottagare via en eller flera datalänkar enligt en sambandsprocedur. (SIS)

[1] Ett register med en mängd samhörande data.

datorstött styrsystem	Styrsystem där vissa funktioner utförs med hjälp av dator. Datorstödet kan t ex avse bearbetning och presentation av beslutsunderlag för manuella ingrepp. (DEK)
digital	Diskret representation där endast siffror förekommer. (SIS)
information	Den innebörd en människa inlägger i data. (SIS)
manuell styrning	Styrning med handgrepp eller annat mänskligt ingripande. (SIS)
maskinvara	Fysisk utrustning som används inom databehandling, till skillnad från datorprogram, procedurer, regler eller tillhörande dokumentation. (SIS)
mätgivare	Utrustning som används för att mäta processdata. (DEK)
paketsystem	System som utvecklats för att utan större anpassning kunna installeras i flera anläggningar eller maskiner.(DEK)
PC-system	Programmerbart elektronikbaserat styrsystem för avgränsade tillämpningar, företrädesvis sekvensstyrning (PC = Programmable Controller). (DEK)
process	Ett antal logiskt relaterade händelser, vilka definieras av en följd av åtgärder. (SS 401 06 01)
processparameter	Storhet som anger en viss egenskap hos en process. (DEK)
processtyrsystem	Styrsystem som används för att styra processer. I systemen ingår funktioner för att bl a mäta processparametrar, bedöma den aktuella situationen och reglera processen. (DEK)
produktionsstyrsystem	Styrsystem som används för att styra produktion. I systemen ingår planerings- och uppföljningsfunktioner, körplaner m m. Systemen samverkar också ofta med administrativa styrsystem rörande orderbehandling, inköp m m. (DEK)
programvara	Datorprogram, procedurer, regler och dokumentation avseende användning av ett databehandlingssystem. (SIS)
programmerad styrning	Styrning som följer en viss plan, vanligen beskriven med hjälp av en följd av styråtgärder utgörande ett program. (SS 401 06 01)
reglering	Sluten styrning där man på grundval av mätning av en utstorhet, den reglerade storheten, och jämförelse av denna med en instorhet, referensstorheten, strävar att bringa den reglerade storheten att anta ett mot referensstorheten nära svarande värde, oberoende av störstorheter som påverkar objektet. (SS 401 06 01)
reglersystem	Sammanfattning av objekt (reglerat system) och reglerutrustning. (SS 401 06 01)
reglerteknik	Vetenskapsgren som avser utformning och användning av utrustning och system för automatisk styrning. (SIS)
reglerutrustning	Styrutrustning avsedd för reglering. (SS 401 06 01)
relästyrsystem	Fast uppkopplat styrsystem baserat på elektromekaniska komponenter och företrädesvis avsett för sekvensstyrning. (DEK)

rutin	1. Ofta eller allmänt använd serie av instruktioner. (SIS) 2. Ordnad mängd av jobbsteg (operationssteg), som är allmänt eller ofta använd. (SIS)
sekvensstyrning	Styrning som följer ett sekvensprogram. (SS 401 06 01)
sluten styrning	Styrning där den styrda storheten direkt eller indirekt påverkar styrstorheten. (SS 401 06 01)
styrning	Avsiktlig påverkan. (SS 40 106 01)
styrsystem	Sammanfattning av objekt (styrt system) och styrutrustning. (SS 401 06 01) Information, rutiner och hjälpmedel samt styrsystemutrustning som används för styrning. I rapporten används styrsystem som samlingsbenämning på process- och produktionsstyrsystem. (DEK)
styrsystemutrustning	Mätgivare, analysutrustning, reglerutrustning, maskinvara, kommunikationsutrustning m m som ingår i styrsystem. (DEK)
systemdokumentation	Dokumentsamling som omfattar erforderliga dokument för drift, underhåll och vidareutveckling av ett informationsbehandlingssystem (SIS)
systemprogramvara	Datorprogram, främst operativsystem, av grundläggande betydelse för att ett datorsystem skall kunna utnyttjas. (SIS)
tillförlitlighet	Förmågan hos funktionsenhet att under angiven tidrymd och under angivna driftförhållanden fungera på sätt som erfordras. (SIS)
tillgänglighet	Sannolikhet för att en enhet vid godtycklig tidpunkt inom ett givet tidsintervall är i lägst viss beredskapsgrad eller visst funktionstillstånd vid givna drifts-, miljö- och underhållsförhållanden. (SIS)
tillämpningsprogramvara	Datorprogram som fullgör en funktion för användaren och som vanligen samarbetar med och är beroende av systemprogramvaran. (SIS)
underhåll	Varje aktivitet avsedd att bibehålla en enhet i eller återställa densamma till ett fungera som avsett. (SIS)
ärvärde	En storhets värde i visst ögonblick. (SS 401 06 01)

Bilaga 4 Fallstudier inom järn-, stål- och metallverk

Bilagan är ett komplement till kapitel 10. Följande fallstudier beskrivs:

1 Styrning av götvalsverk vid Sandvik AB
2 Produktionsstyrning vid SSAB i Oxelösund
3 Styrning av ugnar vid Söderfors Bruk
4 Produktions- och processtyrning i färdigvalsverk 2 vid SSAB i Luleå.

Disposition och underrubriker i de fyra redovisade fallstudierna följer följande mall:

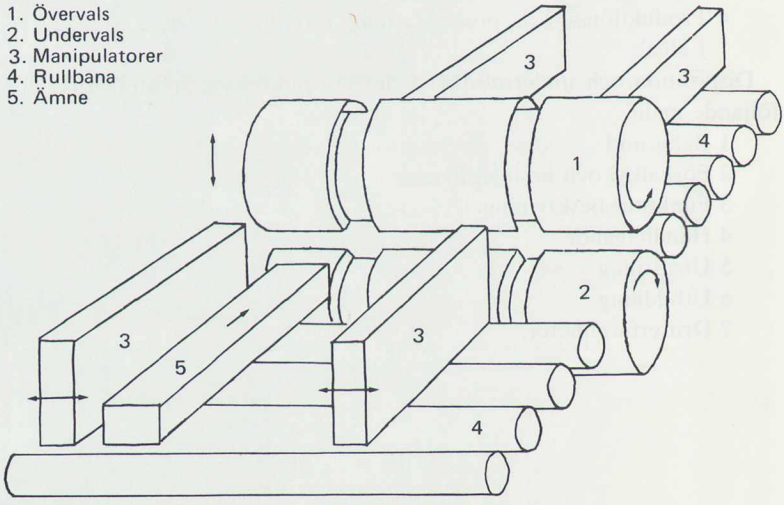
1 Bakgrund
2 Förkalkyl och beslutsprocess
3 Funktionsbeskrivning
4 Handhavande
5 Utrustning
6 Utbildning
7 Drifterfarenheter.

1 Styrning av götvalsverk vid Sandvik AB

1.1 *Bakgrund*

Vid götvalsverket valsas göt från ljusbågs- och HF-ugnar ner till ämnesdimensioner lämpliga för fortsatt bearbetning i grovvalsverk, smidespressverk och bandverk. Före valsningen värmes göten i gropugnar för att erhålla rätt temperatur och homogenitet.

Götvalsverket vid Sandvik är ett 42 tums reversibelt Duo-valsverk. Verket använde tidigare ett antal Ward-Leonardsystem för drivning av likströmsmotorerna för såväl huvudmotor som hjälpsystem. Figur 1 visar en schematisk skiss av anläggningen.



Figur 1 Schematisk skiss av götvalsverk.

Källa: Sandvik AB.

1.2 *Förkalkyl och beslutsprocess*

För att öka produktiviteten ville man minimera reverseringstiderna d v s den tid det tar för götet att vända och passera valserna från andra hållet. Detta kunde inte ske med befintlig kraftmatning av likströmsmotorerna utan man måste gå över till tyristormatning (huvudmotorn är på 3,7 MW).

De kortare reverseringstiderna kräver snabbare inställning av övervalsen till den nya valsspalten för nästa passage. Detta sker genom en s k storskruv som används för att justera övervalsen. Alltså måste även drivningen av storskruven förses med tyristormatning.

Den snabbare behandlingen av göten innebar att manipulatorerna för att ställa in götet för önskat spår (se figur 1) skulle bli för långsamma. Manipulatorerna på båda sidor om valsarna var mekaniskt kopplade med en axel. Då man redan hade vissa problem med driftstörningar kunde man inte utan vidare snabba upp inställningarna av dessa. Genom att i stället frikoppla de båda sidorna mekaniskt och förse dessa med en "elektronisk" axel skulle

man få mjukare drift som möjliggör en snabbare inställning. Även manipulatorerna liksom rullbanorna försågs med tyristormatning.

Den "elektroniska" axeln samt många inställningsvärden för verket motiverade ett processtyrsystem.

För investeringen räknade man med en produktivitetsökning genom högre valshastighet på 2–3 %. Mjukare styrning beräknades medföra 3–4 % högre tillgänglighet. Totalt var investeringen 6,3 Mkr varav processtyrdelen kan uppskattas till ca 1,5 Mkr. För investeringen räknades med en återbetalningstid på tre till fyra år.

Investeringsunderlag och ansökan gjordes av driftsidan d v s ansvarig avdelningschef tillsammans med driftingenjör. Tillstyrkan skedde från överingenjör, produktionsdirektör och divisionschef. Beslut togs av disponent och styrelse. Underhålls- och driftpersonal var ej direkt inblandad i den tekniska lösningen.

För projektet bildades en projektorganisation bestående av projektledare, driftingenjör, chefen för instrumentverkstaden (underhåll) samt representant för elektronikavdelning.

En projektspecifikation utarbetades som godkänts av alla inom projektorganisationen och leverantören. Under hela utvecklingsfasen skedde täta uppföljningsmöten.

Under projektarbetet har berörda parter kallats till projektmöten allt efter behov, d v s konstruktörer, driftpersonal (MBL), underhållspersonal etc. Projektledningens uppgift är att under projektspecificeringen söka täcka in önskemål från alla håll. Den beslutar dock på egen hand p g a det ekonomiska ansvaret för beviljade medel.

Till leverantör av systemet utsågs Brown Boveri Corp (BBC). Beställning av systemet skedde 1976-05-12 och idrifttagning under semestern 1977.

1.3 *Funktionsbeskrivning*

I processdatorsystemet finns alla valsdata för automatisk drift av valsverket. Valsdata finns sammanställda i så kallade valsprogram. Totalt finns ca 600 olika valsprogram lagrade varav 30 kan finnas i datorns primärminne samtidigt. Övriga valsprogram finns lagrade på magnetbandskassetter och/eller hålremsor.

Vid automatisk drift visas valsdata enligt figur 2 för operatören på en bildskärm.

Det första som sker är att manipulatorerna ställer in sig för rätt spår och att övervalsen justeras till rätt höjd via storskruven. Så snart ett nytt göt kommer från ugnen ger operatören startsignal och startar därmed en helt automatisk valssekvens. Under denna sekvens hämtas alla nödvändiga styrdata från valsprogrammet där sekvenser, hastigheter och positioneringsvärden finns lagrade. För varje stick (passage av valsarna) väljs rätt spår med hjälp av manipulatorerna och dimension genom inställning av övervalsen via storskruven. Rullbanan för sedan valsgötet genom valsarna och övervalsens position ändras efter varje stick. Systemet kan ur valsdata beräkna ämnets dimensioner efter varje stick och därigenom styra bromsning och reversering på ett utifrån tidsåtgången optimalt sätt. Vid styrning av manipulatorerna tas hänsyn till att ämnet på utgångssidan inte bara blir längre utan även bredare

STICKSERIE P2012 * SENASTE ANDRING: 04-02-77 NR: 0 ING: 4

GOTDIMENSION: 20TUM

ANTAL STICK: 10

SIGNAL NYTT GOT EFTER STICKNR: 2

MAXIMAL NOGGRANNHET EFTER STICKNR: 8

STICK NR	HOJD EFTER ST. MM	VALS SPALT MM	C M %	SPAR NR	GRIP HASTIGH. M/S	K G %	VALS HASTIGH. M/S	ACCEL	VADNING JA=1 NEY=0
01	400.0	400.0	25	1	0.7	5	1.0	1	0
02	360.0	360.0	0	1	0.7	5	1.0	1	1
03	420.0	420.0	20	2	0.7	5	1.0	1	0
04	360.0	360.0	1	2	0.7	5	1.0	1	1
05	320.0	320.0	3	2	0.7	5	1.0	2	0
06	270.0	270.0	9	2	0.7	5	1.0	2	1
07	310.0	310.0	5	3	0.7	5	1.3	2	0
08	262.0	262.0	2	3	0.7	5	1.3	2	1
09	268.0	268.0	4	3	0.7	5	1.3	2	1
10	400.0	400.0	0	1	1.5	5	1.5	3	0

Figur 2 Valsdata som de presenteras på bildskärm.

Källa: Sandvik AB.

d v s manipulatorerna på utgångssidan ställs in med hänsyn till den förväntade bredden.

Hela styrningen enligt ovan sker automatiskt. Operatören kan dock ta över och manuellt ge andra styrdata. Han kan också avbryta eller starta om en automatisk sekvens. Detta är nödvändigt eftersom oförutsedda saker kan hända när som helst med risk för att utrustningen skadas. Exempel på sådana situationer då operatören måste ingripa är:

- Ämnet klyver och häftar fast vid valsarna och följer med runt eller går vinkelrätt upp från rullbanan. Operatören måste då omedelbart ingripa för att förhindra en allvarlig driftstörning.
- Ämnet blir så böjt efter ett stick att förinställda data för manipulatorerna ej är tillämpliga. Operatören måste ta över och valsa manuellt eller rikta ämnet med hjälp av manipulatorerna.

I ett s k halvautomatiskt driftläge sker positioneringen av övervalsen via systemet medan övriga funktioner sköts manuellt. Valsningsprogrammet visas även vid halvautomatisk drift på bildskärmen.

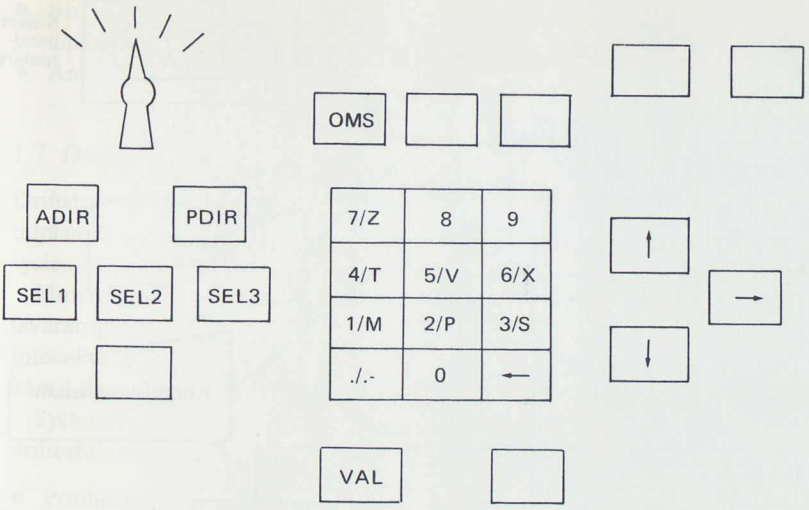
Det finns naturligtvis också möjlighet till rent manuell drift.

Förutom den direkta styrningen sköter systemet en rad statistiska uppgifter som t ex tid i olika driftlägen och driftövervakning med larmutskrifter för hela systemet.

1.4 *Handhavande*

Operatörens styrpulpet består av en alfanumerisk bildskärm och en manöverpanel med ett antal funktionstangenter enligt figur 3.

För att operatören inte skall behöva slå in valsprogrammets nummer varje gång kan han med förvalstangenterna SEL 1, 2 och 3 välja de vanligaste



Figur 3 Manöverpanel.
Källa: Sandvik AB.

programmen. Efter att med omkopplaren OMS valt det helautomatiska driftsättet kan han med hjälp av någon av SEL-tangenterna starta den automatiska sekvensen. Han kan sedan se data för varje stick på bildskärmen.

Med tangenterna PDIR och ADIR kan operatören när som helt få presenterat på bildskärmen vilka valsprogram som finns aktiva och vilka som motsvaras av förvalstangenterna.

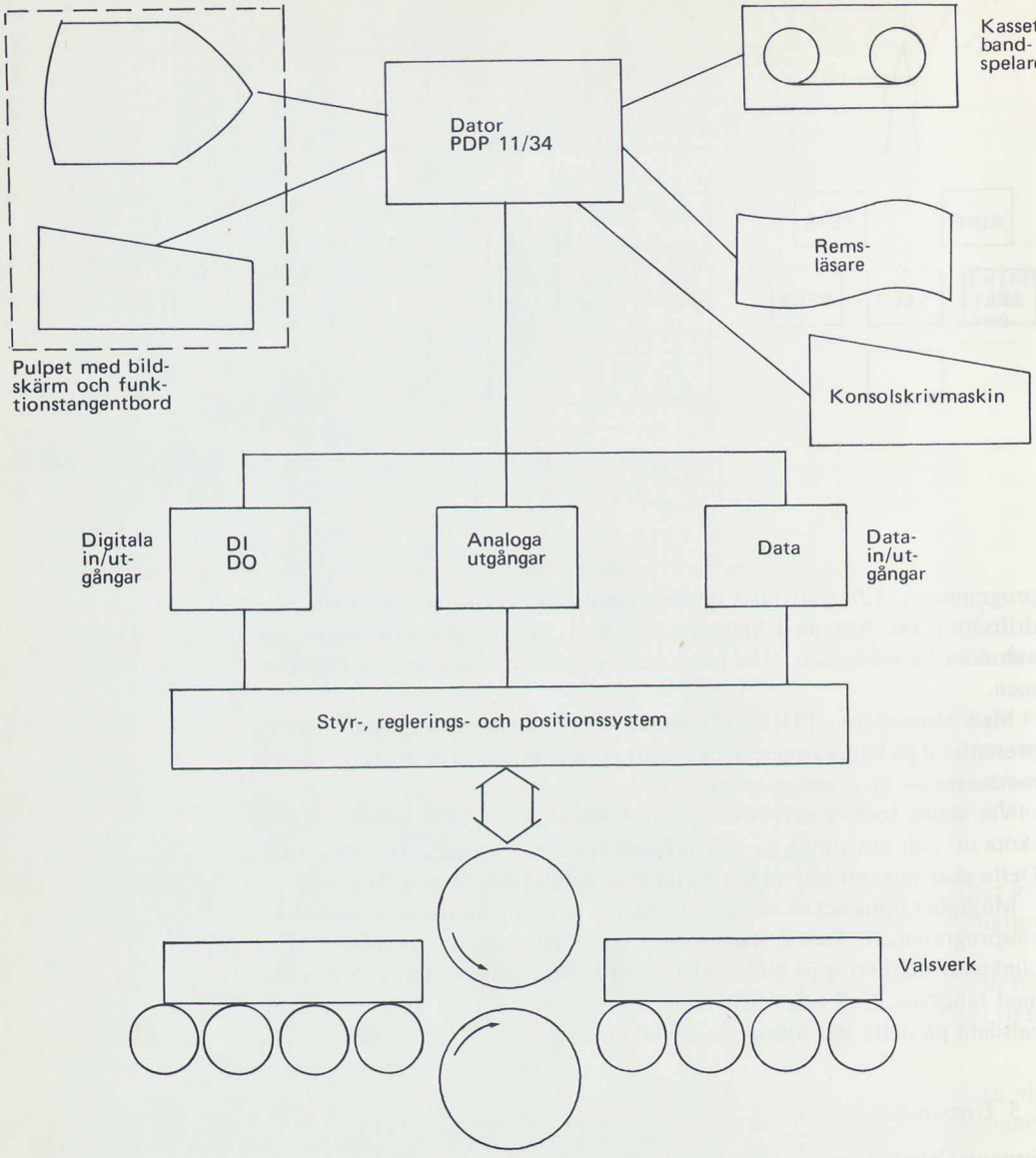
Via dialog från en skrivmaskin som finns till systemet kan valsmästaren sköta in- och utmatning av nya valsdata från bandkassett, hålremsa o s v. Detta sker med ett interaktivt förfarande enligt fråge/svars-principen.

Möjlighet finns också att med bildskärm och funktionstangenter ändra i valsprogrammen. Detta sker genom att med tangenterna förflytta en blinkande markering på bilden till det värde man önskar ändra och därefter med tangerna 0...9 och VAL mata in nya data. För att ändra inmatade valsdata på detta sätt fodras en särskild nyckel.

1.5 *Utrustning*

Systemet består av processdator med tillhörande anpassning mot process och människor enligt figur 4.

Programvaran i datorn består av ett modulariserat programsystem uppbyggt kring ett programspråk för sekvensstyrning och ett annat för att skapa de dialoger som fordras med operatör. Hela programmet ligger i datorns primärminne. Program kan lagras på respektive läsas in från kassettband eller hålremsa.



Figur 4 Processdatorutrustning.

Källa: Sandvik AB.

1.6 *Utbildning*

Parallellt med projektets övriga aktiviteter genomfördes en utbildning bestående av följande aktiviteter.

- Sandvik hyrde en dator (PDP 11/35) för att projektledningen skulle kunna skaffa sig kunskap om datorsystemet. Sedan genomfördes en kurs hos BBC för en ingenjör inom elektroniksektorn avseende BBC's operativsystem.
- En intern kurs genomfördes på tyristorutrustningen för driftelektriker, driftingenjörer och förman för elektriskt underhåll.

- Brown Boveri genomförde en kurs i Sandviken på BBC- utrustning för underhållspersonal på elsidan.
- Användarorienterad utbildning av valsare och driftspersonal.

1.7 *Drifterfarenheter*

Driftstart skedde efter en veckas försening jämfört med den ursprungliga tidplanen under semestern 1977. Man startade med att från början köra systemet i helautomatisk drift.

Fintrimning av systemet skedde under tre veckor. Vid det första leveransprovet godkändes allt utom bromslogiken. Man fick införa flera fotoceller för kontroll och korrektion i systemet. Systemet blev leveransgodkänt i december 1977.

Systemet har därefter varit i drift utan svårare driftstörningar. De drifterfarenheter man har från produktionsledning är:

- Produktivitetsökningen enligt ursprunglig kalkyl har uppfyllts d v s en produktivitetsökning på 2–3 %.
- Systemet har också inneburit mindre stillståndstider än vad man kalkylerade med. Detta beror troligen på den "mjukare" drift som sker med det nya systemet.
- Enstaka ämnen kan en valsare köra bättre manuellt (fortare) men över längre perioder är systemet bättre.
- Man kan lära upp en ny valsare snabbare jämfört med tidigare.
- Den bemanning som fanns tidigare finns kvar för att kunna ta över styrningen om någonting händer som den automatiska styrningen ej klarar av.
- Toleranserna för ämnenas dimensioner har minskat d v s man får ett bättre utbyte, mer ämnen av varje göt.

Driftstatistiken för tiden 1979-06-06 – 12-07 var:

6,3 timmar i handstyrning
9,3 " i halvautomatstyrning
831,0 " i automatstyrning.

Handstyrning kan förekomma då störningar medför att avsteg måste göras gentemot den programmerade stickserie som är aktuell.

Tidigare skedde inställning av storskruven (övervalsen) via ett hålkortssystem och även då var det enmansbetjäning d v s ingen personalbesparing har skett.

Varje valsare kör max 1,5 timmar i sträck. (Det finns en valsare och en avbytare per skrift). Under den avbytta tiden roterar man på olika arbetsuppgifter i anslutning till valsverket, t ex vissa underhållsarbeten. Vid intervju med valsare framkom att valsstyrningen är enklare nu än tidigare. Det innebär att arbetet inte är lika krävande och att valsarens skicklighet inte behövs på samma sätt som tidigare. Några av valsarna upplevde att arbetet blivit enformigare.

Det mesta sker nu automatiskt och valsarnas uppgift består till stor del i att övervaka valsningen och gripa in om något oförutsett inträffar. Valsaren kan därigenom förhindra att man kör sönder utrustning och han kan också göra

finjusteringar utöver vad automatiken klarar av. Valsaren gör därvid en del onödiga ingripanden som automatiken spärrar eller klarar av själv. Det är emellertid nödvändigt att valsaren får vara med och "låtsas" köra för att delta i sådan omfattning i valsningen att han hinner ingripa om någonting oförutsett inträffar.

Sandvik AB har en avdelning för elektronikunderhåll av produktionsutrustning. Enligt vad som nämnts tidigare medverkade en man därifrån i projektgruppen. På så sätt har man redan på projekteringsstadiet tagit hänsyn till drift- och underhållsfrågor. För datorsystemet har man servicekontrakt med leverantören. Övrig utrustning underhålls av Sandvik. Erfarenheterna hittills är mycket goda med endast ett fåtal driftstörningar på systemet.

1.8 *Kommentarer*

Vid system av den här typen skulle automatiseringen kunna göras så att mycket få manuella ingripanden behöver göras. Då alla moment inklusive övervakningen ej kan göras helt automatiskt är det bättre att lämna en del styruppgifter till operatören som därigenom kan ges meningsfulla arbetsuppgifter.

2 Produktionsstyrning vid SSAB i Oxelösund

2.1 *Bakgrund*

Svenskt Stål AB i Oxelösund omfattar Oxelösunds Järnverk (OJ) och järnvägsrörelsen TGOJ med Oxelösunds hamn.

Vid normal drift utgörs produktionen av:

- ca 900 000 ton plåtämnen från götvalsverk och stränggjutningsanläggningar
- 450 000 – 700 000 ton grovplåt från plåtvalsverket. Plåten kan även efterbehandlas genom fogberedning, figurskärning, bockning eller blästring och målning
- ca 36 000 ton järnsvamp från ett järnsvampverk.

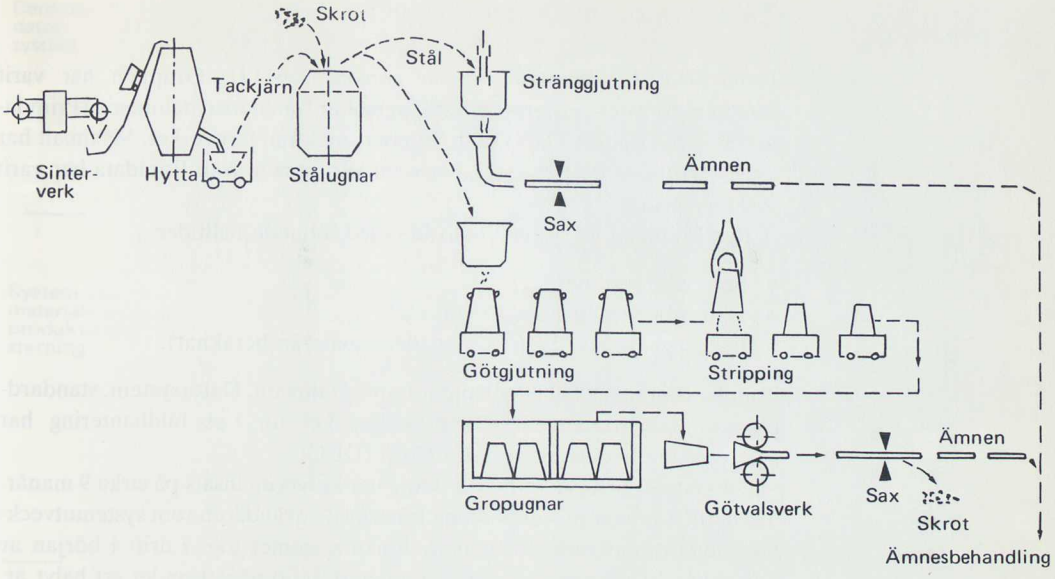
Den produktionsstyrning som skall behandlas i denna fallstudie omfattar det s k varma flödet d v s framställning av plåtämnen, se figur 5.

2.2 *Varför datorbaserad produktionsstyrning?*

Produktionen vid Oxelösund sker nästan uteslutande efter kundorder. Detta ställer naturligtvis stora krav på material- och produktionsstyrning.

Tidigare fanns ett system för informationsuppsamling för hela verket uppbyggt kring en IBM 1 800-dator med enkla inrapporteringsterminaler på skilda ställen i produktionskedjan.

Samtidigt som man beslöt att gå över från Kaldo-ugnar till LD-ugn för stålframställning, gjordes en översyn av hela det varma flödet (VF). Den nya LD-ugnen som har betydligt kortare chargetid än Kaldo-ugnen ställde också



Figur 5 Produktionsflödet för "Varma flödet".
Källa: SSAB.

större krav på snabb informationsbehandling. Detta skulle man knappast klara utan datorstödd produktionsstyrning.

De främsta orsakerna till att det behövdes ett nytt produktionsstyrningssystem för det varma flödet (VF-systemet) var således:

- Stora datamängder för processtyrning.
- Möjlighet att höja informationsnivån vid varje arbetsplats genom uppgift om:
  - produktionslägen
  - störningar
  - underlag för omplaneringar.
- Bättre produktionsuppföljning och statistik.

Målsättningen med det nya systemet var att skapa ett flexibelt och användarvänligt system för insamling/delgivning av information från/till drift- och planeringspersonal. En förstudie hösten 1974 resulterade i att bl a följande krav ställdes på systemet:

- Bildskärmsterminaler skulle kunna placeras ute i produktionen. Förutom miljötålighet var kraven på enkelt handhavande stora.
- Processignaler skulle också kunna anslutas till systemet från t ex vågar.
- Kommunikation med centralt administrativt datorsystem.
- Antalet transaktioner ca 2 000/dygn. Processdata behöver lagras i max tre dygn.[1]
- Minst 80 % av svaren vid anrop via terminal skulle ske inom tre sekunder.
- Systemet skulle ha en tillgänglighet på 98 % beräknat på hela året vid dygnet-runt-drift.

[1] I början på 1980 hade antalet transaktioner per dygn ökat till ca 6 000 och kraven på lagring av processdata ökats till max tio dygn.

2.3 *Projektgenomförande*

Projektgruppen har letts av en person från OJ. Gruppen har varit sammansatt av ett varierande antal personer från dataavdelningen (Primdata, tidigare Gränges Data) samt linjepersonal från järnverket. Maximalt har projektgruppen bestått av 12 personer. En person från Primdata har varit systemansvarig.

Realiseringen av systemet skedde med följande hålltider:

- Förstudie sept-dec 1974
- Datorupphandling april 1975
- Idrifttagning nov 1976 (4 månader senare än beräknat).

Primdata har utvecklat all tillämpningsprogramvara. Datorsystem, standardprogram och vissa generella programpaket för t ex bildhantering har levererats av Digital Equipment Corp (DEC).

För system- och programutveckling har krävts en insats på cirka 9 manår. Till detta kommer projektledning från såväl användaren som systemutvecklingssidan omfattande 1,5 manår. Innan systemet togs i drift i början av november 1976 hade provdrift i simulerad miljö pågått under ett halvt år. Underhållsprogrammering och vidareutveckling kräver ca 2 manår per år. Kostnaderna för maskinvara och standarprogramvara var ca 2 Mkr.

2.4 *Funktionsbeskrivning*

Material och produktionsstyrning vid OJ sker i ett hierarkiskt uppbyggt system enligt figur 6.

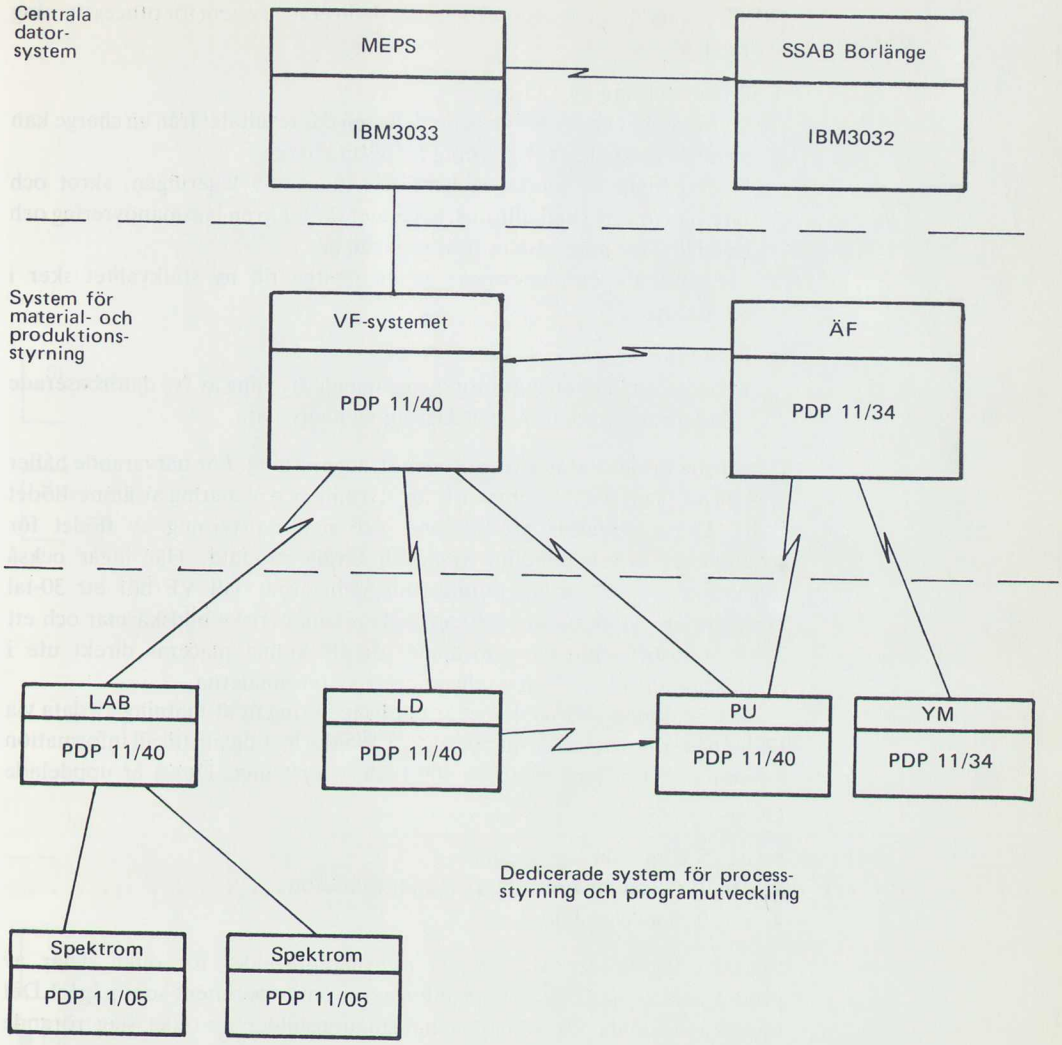
Grovplanering av produktionen sker två till tre gånger per vecka i det centrala datasystemet inom ett programsystem som kallas MEPS (Metallurgical Production Planning Systems). Där sker:

- Översiktlig långtidsplanering.
- Inrapportering av order på ämnen från interna och externa kunder.
- Kapacitetsplanering.
- Förplanering av ämnesproduktion.
- Kvalitetskontroll.
- Framtagning av statistik för uppföljning m m.

Resultatet av denna planering blir ett förslag till charger, stålkvaliteter och ämnen som skall produceras under de närmaste dygnen. Dessa data överförs via telefonlinje till datorn i VF-systemet.

VF-systemets huvuduppgift är en detaljplanering av de charger som skall produceras de närmaste 24 timmarna. Planeringen omfattar produktion från sinterverk till göt- och stränggjutning. Här ingår uppgifter som:

- Detaljplanering av de olika produktionsstegen med möjlighet till omplanering.
- Planering och styrning av transporter.
- Produktionskontroll och produktionsstatistik.
- Överföring av data till/från processtyrsystem och laboratoriedatorsystem.



Figur 6 Material- och produktionsstyrningssystemen.

Källa: SSAB.

- Datainsamling från terminaler och via processut/ingångar för material- och produktionsuppföljning.
- Lagring av historiska produktionsdata för max tio dygn.

Förutom produktions- och materialstyrningen utförs följande uppgifter i VF-datorn:

- Beräkning av förslag till blandning av råmaterial för sinterverket med hjälp av en processmodell.
- Chargeringsberäkningar för masugn.
- Beräkning av legeringstillsatser och rätt sluttemperatur vid efterbehandling av stålet genom avsvavling av stål (TN-processen) och skänkugnsbehandling.

Till VF-systemet finns anslutet ett antal dedicerade system för processtyrning (jfr figur 6):

I. Processtyrning av LD-ugn
Styrning sker efter en statisk modell men där resultatet från en charge kan påverka modellen för styrning av nästa charge.

Med hjälp av modellen beräknas tillsats av legeringen, skrot och syremängd som skall tillföras. Systemet sköter även lansmanövrering och insamling av processdata från vågar m m.

Eventuella omplaneringar av en charge till ny stålkvalitet sker i VF-datorn.

II. Laboratoriedator
Laboratoriet har en dator för övergripande styrning av två datorbaserade röntgenspektrometrar samt lagring av analysdata.

Det varma flödet slutar efter göt- och stränggjutning. För närvarande håller man på att ta ett nytt system i drift för styrning och planering av ämnesflödet (ÄF). Detta omfattar produktions- och materialstyrning av flödet för stålämnenas efterbehandling fram till färdig produkt. Här ingår också styrning av en av stränggjutningsanläggningarna. Till VF hör ett 30-tal bildskärmar. Av dessa är ca 10 normala alfanumeriska bildskärmar och ett 20-tal industriterminaler utformade för att kunna placeras direkt ute i produktionen. Figur 7 visar placeringen av terminalerna.

Informationen i VF-systemet är uppbyggd kring in/ut-matning av data via bilder på terminalerna. Principen är att alla ska ha tillgång till all information i systemet. Det finns totalt ca 400 bilder i systemet. Dessa är uppdelade på:

- ca 15 allmänna lägesbilder
- ett 10-tal bilder per inrapporteringsfunktion
- ca 30 planeringsbilder.

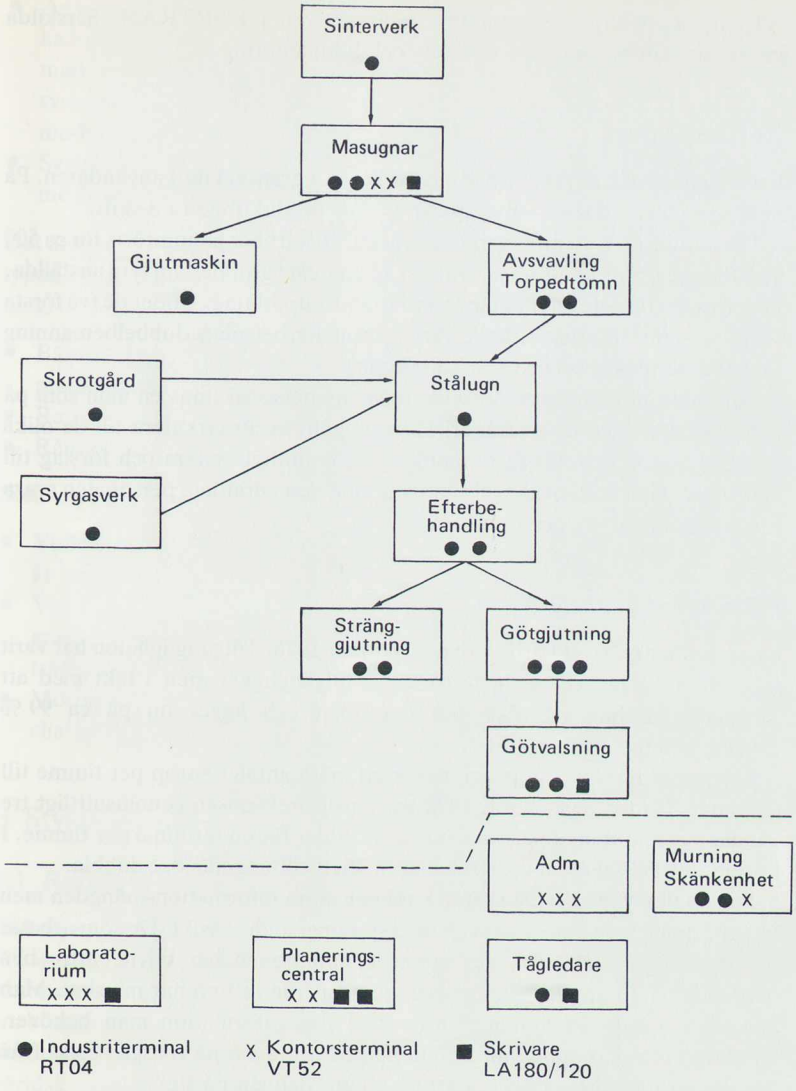
Flertalet lägesbilder är normala informationsbilder för olika delar av produktionskedjan. Två bilder informerar om experiment som pågår. Det finnes även plats för allmänna informationsbilder av olika slag rörande produktionsproblem, allmän information, fackliga frågor o s v.

Styrfunktionerna i systemet är utförda så att systemet ger förslag på olika åtgärder som sedan kan godkännas eller underkännas av operatören. Det är hela tiden operatören som fattar de avgörande besluten.

De flesta terminaler betjänas av dem som arbetar i den funktion som terminalerna betjänar. Där är tiden vid terminalerna max 10 % av arbetstiden.

Detaljplaneringen sker i en planeringscentral med två man som har var sin terminal. Där är naturligtvis tiden vid terminalen större eftersom all planering sker med hjälp av detta system.

Ett system av den här typen är mycket beroende av att alla berörda sköter sina uppgifter, d v s rapporteringsdiciplinen måste vara mycket god. Eftersom alla har tillgång till all information krävs också att alla uppgifter skall vara inmatade d v s systemet är mer eller mindre självkontrollerande. Detta visar sig också i att rapporteringsdisciplinen har varit tillfredsställande.



Figur 7 Terminalnät för varma flödet.

Källa: SSAB.

2.5 *Utrustning*

Systemet för varma flödet består av

- Minidator (PDP 11/40 med operativsystemet RSX-11D).
- Tre skivminnen (DEC RP02 på vardera 10 Mord). Ett används som back-up för registren.
- Magnetbandsenhet (DEC TU16).
- Radskrivare (DEC LP11).
- Matrisskrivare.
- Ett trettital terminaler (DEC VT52 och RT04).
- Kommunikation med överordnad IBM dator (HASP VS) och övriga PDP-datorer (DECNET).

Nästan all tillämpningsprogramvara är skriven i FORTRAN. Särskilda programpaket används för register- och bildhantering.

2.6 *Utbildning*

Ett system av den här typen har en mycket stor gränsyta mot användaren. På de flesta platser där systemet används sker produktionen i 3-skift.

Utbildning på systemet i samband med driftstart har genomförts för ca 500 anställda i form av sex timmar praktiska övningar i grupper om fyra anställda. Fem förmän fick en betydligt mer omfattande utbildning. Under de två första veckorna efter införandet hade varje terminalarbetsplats dubbelbemanning (användare plus specialist från datasidan).

För vidareutbildning och utbildning av ny personal finns en man som på heltid arbetar med dessa frågor. Hans uppgift är att cirkulera till de olika arbetsplatserna och där få synpunkter på befintligt system och förslag till ändringar. Han skall också tillsammans med den befintliga personalen svara för utbildning av ny personal.

2.7 *Drifterfarenheter*

Systemet har nu varit i drift sedan november 1976. Tillgängligheten har varit hög. Från början låg man på ca 96 % tillgänglighet men i takt med att programfelen har åtgärdats har den ökat och ligger nu på ca 99 % tillgänglighet.

I systemet har lagts in program för att mäta antalet anrop per timme till systemet. Under vecka 45 år 1978 var anropsfrekvensen genomsnittligt tre gånger per minut med maximalt cirka 25 bilder för en terminal per timme. I början av 1980 hade anropsfrekvensen stigit till ungefär det dubbla.

Personalen var i början skeptisk till den stora informationsmängden men har efterhand som man blivit van med systemet ändrat åsikt. De som arbetar på planeringscentralen tycker att arbetssituationen har blivit bättre bl a beroende på att antalet telefonförfrågningar från driften har minskat. Man kan nu använda VF-systemet för att få den information man behöver. Samtidigt har den öppna informationen ökat kraven på riktiga beslut från t ex planeringsenheten genom att man har "ögonen på sig".

Trots en kraftig satsning på utbildning har det varit vissa problem att lära framför allt den äldre arbetskraften systemet. Det var även svårt att göra personalen medveten om att vissa terminaler kräver kontinuerlig bevakning genom att det finns meddelanden som skall kvitteras.

Vid diskussion med användarna har framkommit att systemet genomgående upplevs positivt. Bland de positiva faktorerna märks främst:

- All information delges alla som arbetar med systemet. Detta har medfört att allmänt kunnande om produktionen har förts ut "på golvet".
- Det medger goda styrmöjligheter för t ex planeringspersonalen.
- Man erhåller driftsdata och statistik som underlättar uppföljning.
- Systemuppbyggnaden är sådan att det är lätt att göra ändringar.

Vid diskussionerna framkom också en del kritiska synpunkter:

- Anropsfrekvensen till systemet har ökat. Svarstiderna vid terminalerna kan därför i vissa situationer bli besvärande långa. Detta har medfört att man har fått viss rapportering via telefon eller skriftligt parallellt med VF-systemet. (För att åtgärda detta planerar man att ersätta nuvarande dator med en betydligt kraftfullare.)
- Systemet ger goda möjligheter att följa upp produktionen. Dessa möjligheter används ej i den utsträckning som skulle vara önskvärt.

Det är mycket svårt att kvantitativt mäta effekterna av ett system av den här typen. Om man skall ange effekterna av systemet ges följande rangordning:

- Bättre produktkvalitet, ett förbättrat utbyte och bättre metoder för produktionsuppföljning.
- Rationaliseringar, avser endast planeringscentralen.
- Råvarubesparing genom bl a bättra råmaterialmixar.

Som exempel på utbytesförbättringar kan anges:

- Vid chargering av masugnen har man inte haft någon "miss" på cirka 1,5 år medan det tidigare kunde inträffa ca en gång per två månader.
- Vid framställning av sinter var träffsäkerheten, d v s att önskad sinteranalys erhålls, tidigare ca 40 %. Med VF- systemet ligger man på ca 70 % träffsäkerhet.
- Möjligheterna till omplanering för stålverket gör att man kan "rädda" charger som annars skulle gå förlorade.

3 Styrning av ugnar vid Söderfors Bruk

3.1 *Bakgrund*

Söderfors Bruk som är ett specialstålverk, ingår som en division, snabbståldivisionen, i Uddeholmskoncernen. Brukets huvudsakliga slutprodukt är ett råmaterial, som består av ett i viss mån förädlat höglegerat specialstål, s k snabbstål som användes av verktygstillverkare för tillverkning av verktyg för skärande bearbetning av metaller t ex borrar och fräsar. Vid tiden för första världskriget påbörjades tillverkningen av specialstål. I dag har bruket ca 750 anställda. Brukets produktionsprocess börjar med att järnskrot smältes i elektrostålugnar. Olika proportioner av legeringsmetaller tillsättes stålet, så att det blir legerat. Stålet gjutes endera i kokiller varvid göt av konventionellt stål erhålles eller användes till pulvermetallurgisk tillverkning av göt.

ASP-stål kallas det snabbstål som erhålls vid den pulvermetallurgiska tillverkningen. Det framställs genom att man först tillverkar snabbstålspulver. Detta fylls sedan i en kapsel som tillsluts sedan luften sugits ut. Kapseln behandlas därefter under flera dygn med hög temperatur och högt tryck i förvärmningsugnar och Quintuspress. Resultatet blir ett homogent stål i kapseln, göt, som sedan kan behandlas på samma sätt som normala stålgöt.

3.2 *Motiv för datorisering samt beslutsprocess*

Den stora efterfrågan på ASP-stålet gjorde att produktionskapaciteten måste ökas. Därför beslutades om investering i sex nya ugnar. Man hade ursprungligen tänkt styra ugnarna med konventionell reglerutrustning. En utredning visande emellertid att man kunde få en datoriserad reglerutrustning till samma kostnad som konventionell. Då datorlösningen var tekniskt överlägsen och vida överskred specificerade krav var det ett mycket intressant alternativ.

Datorlösningen skulle bland annat medföra:

- Datorstödd produktionsstyrning. Det gäller att planera behandlingen i ugnarna (6 st) så att beläggningen på Quintuspressen blir jämn samtidigt som produktkvaliteten upprätthålls.
- Bättre temperaturstyrning med framför allt jämnare reglering.
- Viss rationalisering då ugnarna automatiskt skulle kunna regleras upp till rätt temperatur efter veckosluten.

Ett problem var emellertid att man inte hade någon erfarenhet av datorsystem för processtyrning. Det blev därför mycket viktigt att förankra ett beslut om datoriserad styrning på alla nivåer i företaget. Initiativtagare och teknisk projektledare var elchefen vid bruket.

Under utredningsfasen fanns en projektgrupp bestående av:

- Ansvarig produktionschef
- Elchef
- Chef för instrumentverkstaden
- Elarbetsgrupp, bestående av
  - Elchef
  - Elförman
  - Elektriker
  - En man från instrumentverkstad.

Vid de diskussioner som fördes fastlades en del tekniska krav som olika intressenter framförde t ex:

- Handstationerna för lokal styrning av varje ugn skulle innehålla reglering som kunde manövreras på samma sätt som konventionella regulatorer. Datorkraften måste därför decentraliseras så att handstationerna blev mikrodatorbaserade reglerstationer.
- Utrustningen skulle vara galvaniskt isolerad från övriga delar i anläggningen.
- Krav på reglernoggrannhet ($\pm 2^{o}C$).

Personal från el- och instrumentverkstaden var från början negativa till datorlösning men allt eftersom deras krav blev tillgodosedda var man beredd att acceptera lösningen.

Beslutet att införa datorbaserad ugnstyrning för kompakteringsavdelningen togs i mars 1978. Till leverantör utsågs AB Teleplan. Projektet delades in i två etapper.

Etapp I. Reglerstationer för individuell styrning av ugnar och Quintuspress

leverades under juli-augusti 1978.
Etapp II. Central dator för överordnad styrning och samordning levererades årskriftet 1978/79.

Under utvecklingsfasen fungerade elarbetsgruppen som Söderfors' projektorganisation under ledning av elchefen.

Teleplan leverade ett komplett styrsystem till en kostnad av ca 400 000 kr.

3.3 *Funktionsbeskrivning*

Det finns sex ugnar som vardera temperaturregleras i tre zoner, dock med för ugnen gemensamt börvärde. I ugnarna uppvärms s k kapslar innehållande ASP-stålmaterial. Detta sker efter ett förprogrammerat tid/temperaturschema. Kapslarnas svällning övervakas och vid viss överskriden svällningshastighet styrs ugnen ned.

När uppvärmningen av kapslar är klar sker fortsatt behandling i en Quintuspress. Denna press är likaså temperaturreglerad. Då det finns sex ugnar och en efterföljande press finns behov av en viss tidskoordinering mellan ugnarna. Datorn kan hjälpa operatören med detta.

Nedan följer en beskrivning av de funktioner som utförs med den mikrodatorbaserade utrustningen.

3.3.1 Reglering av ugnstemperaturen

Regleringen av ugnstemperaturen är identisk för alla sex ugnarna. Uppvärmningen är tyristorstyrd (0 - 10 V). Varje ugn har tre separata zoner, som regleras var för sig. Varje ugn har ett gemensamt börvärde. Temperaturen mäts med ett termoelement i varje zon. Dessutom finns ett termoelement som skydd för övertemperatur.

Varje ugn är försedd med en reglerstation vilken:

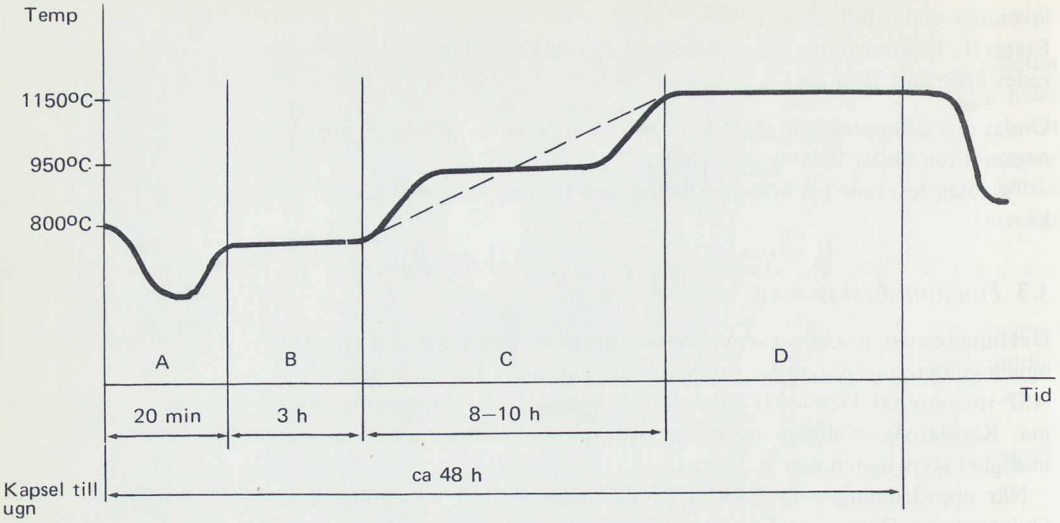
- Avläser ugnstemperaturen via termoelementen.
- Reglerar ugnstemperaturen.
- Avläser kapselns svällningshastighet.
- Ger larm, och ev stänger av ugnen vid övertemperatur, vissa givarfel etc.

Alla larm från reglerstationerna skrivs ut på skrivmaskinsterminalerna i kompakteringsavdelningen.

Från den centrala datorn kan även följande funktioner initieras i en reglerstation:

- Start/stopp av ugnen (eller viss zon i ugnen).
- Avläsning av ärvärden och ställsignaler.
- Avläsning av svällningshastighet.
- Avläsning och ändring av reglerparametrar, larmgränser, kalibreringskonstanter och samplingsintervall.
- Urkoppling av felaktiga termoelement.

Börvärdet för temperaturregleringen ges av huvuddatorn enligt ett visst schema (se figur 8).



Figur 8 Tidsstyrning - kompaktering

Källa: Söderfors Bruk

Först värms kapseln upp till 800°C (fas A). Där hålls temperaturen konstant tills man konstaterat att svällningen börjar gå tillbaka (fas B). Därefter ökas temperaturen till 1 150°C (fas C). Temperaturstegringen kan ske efter olika scheman: trappstegsform eller ramp.

Det finns tio olika temperaturscheman inlagda i datorn. Skillnader föreligger framför allt i fas C.

Tiden i fas B är beroende av den s k svällningen. När kapslarna sätts in i ugnen och värms upp sväller de, beroende på gasinneslutningar i materialet i kapseln.

Svällningen når efter ett tag maximum och börjar därefter gå tillbaka, varvid det är tillåtet att börja temperaturstegringen (fas C) i ugnen. Hela tiden mäts svällningshastigheten. Överstiger denna hastighet ett visst värde avtar ej svällningen utan fortsätter och explosionsrisk föreligger. För att förhindra detta stängs ugnen av då för hög svällningshastighet uppnås. Svällningen mäts och övervakas med reglerstationerna.

Vid uppnådd önskad hålltid i ugnen (fas D) ger datorn en utskrift om detta. Den angivna tiden är den minimala d v s kvaliteten ändras ej om den överskrides. När kapseln tagits ur ugnen regleras ugnen till underhållsvärme 800°C.

3.3.2 Produktionsövervakning och uppföljning

I datorn finns tio olika temperaturscheman lagrade så att datorn kan styra ugnsprocessen efter dessa. När en kapsel sätts in i en ugn anges följande parametrar via bildskärmsenheten:

- Charge nr = identifikation
- Vikt
- Kvalitet (ger temperaturschema)
- Ugnsnummer.

Datorn lägger nu upp en specifik kompakteringsrapport för denna kapsel. Datorn anger därefter den beräknade sluttiden för kompakteringen på bildskärmen. Kompakteringsrapporten kan sedan när som helst kallas fram på bildskrämen. Dessutom kan en processöversikt, d v s en översikt över de olika ugnarnas status kallas fram på bildskärmen. När kapseln så småningom lämnar Quintuspressen skrivs en komplett kompakteringsrapport ut.

Då sex parallella ugnar skall försörja en Quintuspress med kapslar, bör man tillse att kompakteringen i de olika ugnarna blir klara efter varandra så att Quintuspressen kontinuerligt kan matas med kapslar som just blivit färdiga. Operatören kan för att möjliggöra detta ange önskad sluttid (beräknad). Datorn kan då lägga in en viloperiod efter fas B, så att önskad sluttid kan erhållas.

När operatören ställt in kapseln i ugnen meddelas detta datorn så att den kan börja styra och övervaka ugnen, efter angivet temperaturschema (med eller utan vilotid).

Då kompakteringen är klar meddelas detta på skrivmaskinen, placerad vid bildskärmsenheten. Operatören anger via bildskärmen när kapseln flyttas från ugn till Quintuspress.

Datorn anger i kompakteringsrapporten hålltiden i respektive fas, samt medel- max- och min-temperaturen i respektive fas.

Överskrides den maximalt tillåtna svällningshastigheten, larmar datorn (summer och utskrift på skrivmaskin) och ugnstemperaturen styrs automatiskt ned.

3.3.3 Reglering och övervakning av Quintuspress

Quintuspressen har tre stycken separata temperaturzoner som regleras var för sig, dock med gemensamt börvärde. Temperaturen styrs med tyristorstyrning (0 - 7 V). Reglernoggrannhet = ±5°C (normal temperatur = 1 150°C i samtliga zoner).

Dessutom mäts trycket i Quintuspressen. Ugnsvärmen ska vara tillslagen endast då trycket överstiger 20 bar (se figur 9).



Figur 9 Temperaturregleringsområde för Quintuspressen.

Källa: Söderfors Bruk

Quintuspressen är försedd med en reglerstation vilken:

- Avläser temperaturen via termoelementen.
- Reglerar temperaturen.
- Avläser trycket i Quintuspressen via en 0-20 mA signal.

- Ger larm, och ev stänger av värmetillförseln vid övertemperatur, vissa givarfel etc.

Alla larm från reglerstationerna skrivs ut på skrivmaskinsterminalerna i kompakteringsavdelningen.

Från denna kan även följande funktioner kunna initieras i en reglerstation:

- Stopp/start av värmetillförseln till en eller flera zoner i Quintuspressen.
- Avläsning av ärvärden och ställsignaler.
- Avläsning och ändring av börvärde, reglerparametrar, larmgränser, kalibreringskonstanter och samplingsintervall.
- Urkoppling av felaktiga termoelement.

Datorn meddelar över bildskärmsenheten när kapsel sätts in respektive tas ur pressen. I kompakteringsprotokollet anges tid i press, medeltemperatur samt max- och min-temperatur.

3.3.4 Reglerstation

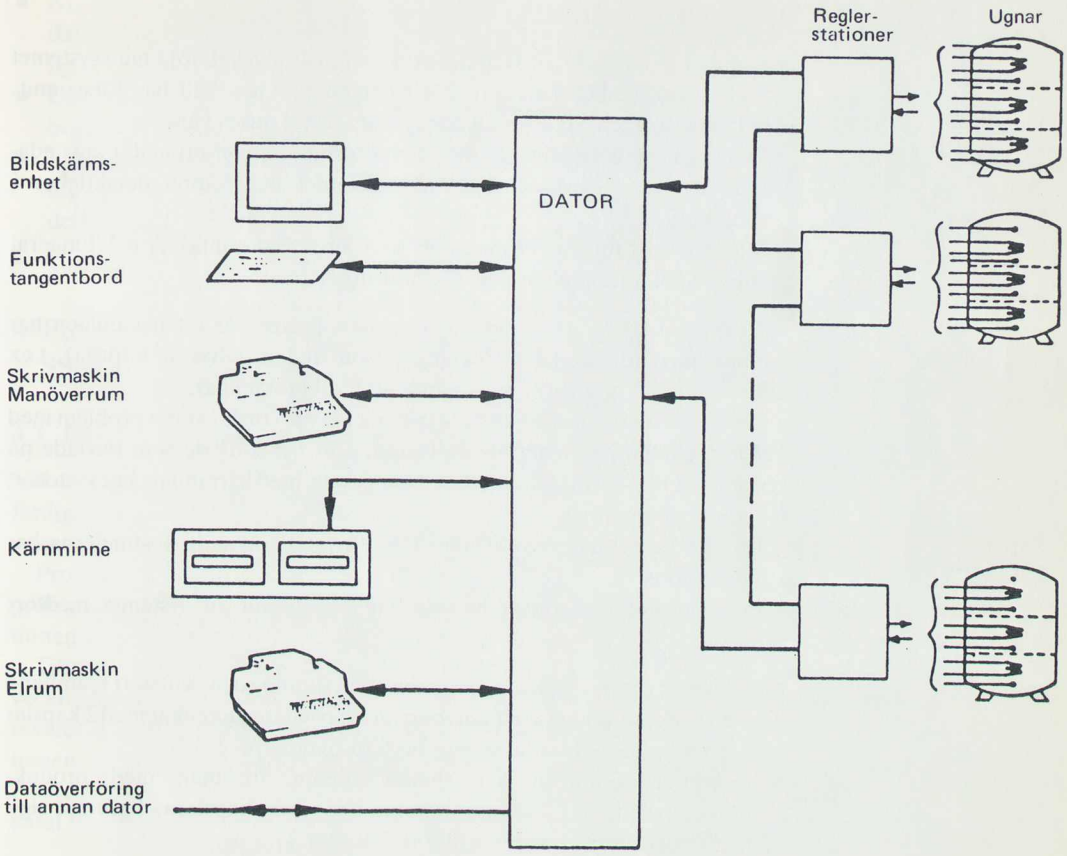
Reglerstationen är utvecklad som en generell regulator. I denna tilllämpning gäller det temperaturreglering i tre separata zoner i en ugn.

Reglerstationen kan arbeta dels i lokal drift, dels i fjärrdrift. Lokal drift intas om lokalkontroll begärs från reglerstationens panel eller om huvuddatorn inte fungerar. För övrigt kan reglerstationens funktioner sammanfattas enligt följande:

- Regleringen sker via reglerstationens regleralgoritmer eller manuellt via öka/minskafunktion som knappstyrs från panelen.
- Tre helt oberoende reglerloopar.
- Möjlighet till begränsning av I-komponenter.
- Möjlighet till begränsning av börvärdesändring/tidsenhet.
- Övervakning av larmgränser för övertemperatur m m samt indikering av termoelementavbrott.
- Vid fjärreglering kan samtliga parametrar och larmgränser ändras från huvuddatorn.
- Kontrollpanel med presentation av ärvärde/börvärde/ställsignal för vald reglerloop samt svällning, tryck, isolation för ugnen som helhet. Vid fel som exempelvis övertemperatur i enskild zon visas felkod på bildskärmen.
- Mätvärden från termoelementingångar linearisera och kompenseras för kalla lödställets temperatur.
- Ställsignaler till processen ges både analogt (0 - 10 V) och pulsbreddsmodulerat.

3.4 Utrustning

Utrustningen som ingår i systemet framgår av figur 10.



Figur 10 Utrustning i kompakteringsavdelningen.

Källa: Söderfors Bruk.

3.5 *Utbildning och service*

Eftersom detta är brukets första processdatorsystem måste man skaffa sig ett elektronik- och datorkunnande för att kunna sköta service och underhåll själva. Utbildning och kunnande om systemet har man skaffat sig genom att en person:

- Genomgått kurser i datorteknik
- Deltagit i uttestning av utrustningen hos leverantören
- Skaffat sig praktisk erfarenhet av datorteknik med hjälp av en datorbyggsats. Byggsatsen används nu bl a för att bygga upp testprogram och annan programutveckling.

För att närvarande pågår en breddning av datorkunnandet så att man i dag har en elektronikenhet med tre man.

All service och underhåll sker under drift. Man har reservenheter för de flesta delarna i systemet. Det finns t ex fyra reglerstationer i reserv. Felaktiga enheter repareras av egen personal eller sänds till leverantören för reparation beroende på fel.

3.6 *Drifterfarenheter*

Systemet har nu varit i drift under ett år. Man är mycket nöjd med systemet och den tveksamhet som från början fanns på vissa håll har försvunnit. Allmänna orsaken till att man har lyckats så väl anses vara:

- Det har funnits en användarorienterad projektorganisation där användaren fått vara med och utforma systemet och känna delaktighet i projektet.
- Man har haft tillgång till personer som förmedlat kontakter och fungerat som översättare mellan dator- och driftpersonal.

Ett exempel på att systemet har mottagits positivt är att personalen har kommit med förslag på utvidgningar (som redan delvis är införda), t ex mätning av energiförbrukningen och utbytesberäkningar.

Under första tiden efter att hela systemet tagits i drift var det problem med tillförlitligheten på kassettbandspelaren. Det fanns då de som tvivlade på systemet. Efter det att bandspelaren har ersatts med kärnminne har systemet fungerat problemfritt.

En efterkalkyl har visat att de i förkalkylen beräknade kostnaderna har kunnat klaras.

Från produktionsledningens sida har man funnit att systemet medfört följande:

- Systemet ger möjlighet till obemannad avslutning och driftstart i samband med veckoslut. Detta har inneburit att kapaciteten har ökat med 2 kapslar per vecka motsvarande en produktionsökning på 2–3 %
- Energiförbrukningen har sjunkit genom att man med produktionsplanering har kunnat minimera tiden som kapslarna befinner sig i hög temperatur.
- Man har uppnått betydligt bättre produktkvalitet genom att systemet medger kontinuerlig börvärdesändring. Detta visar sig bl a i att kassationen har minskat från 4–6% till 2–3 %.
- Rapporteringsfunktionerna ger ett bra underlag för produktionsuppföljning.
- Man har i dag bättre reproducerbarhet och snävare toleranser mellan olika kapslar med samma stålkvalitet.
- Bättre produktionsplanering. Den genomsnittliga svällningstiden har minskats från 3,0 timmar till 2,8 timmar utan att kvaliteten försämrats.
- Felrapporteringen i systemet har medfört att man hittar fel i elutrustningen snabbare.

Ovan angivna effekter medför att återbetalningstiden för systemet beräknas till mindre än tre månader.

Från diskussion med driftpersonalen kan följande noteringar göras:

- Tidigare körde man manuellt med fasta värden på hög och låg temperatur utan kontinuerlig reglering.
- Man var från början skeptisk till det nya systemet, som man ej kunde och ej hade samma kontroll över. Problemen i början med bandspelaren upplevdes negativt.

- Nu är man mycket positiva till det nya systemet och en period på 14 dagar då systemet var ur drift för vissa utvidgningar upplevdes som besvärlig.
- Det nya systemet behöver ej så mycket "passning" vilket man tycker är bra.
- Man upplever det nya systemet som mera komplext, d v s känner sig mer utelämnad åt systemet än tidigare. Upplärningstiden är nu längre och en del känner sig främmande för den nya utrustningen t ex bildskärmar och funktionstangentbord.

4 Produktions- och processtyrning i färdigvalsverk 2 vid SSAB i Luleå

4.1 *Bakgrund*

Vid färdigvalsverk valsas ämnen till slutprodukter av olika slag. Ämnen till färdigvalsverket kommer direkt från götvalsverk eller från omvärmningsugn.

Produktionsprogrammet i färdigverk 2 vid SSAB Luleå omfattar större profiler för fartyg, samt byggnads- och maskinkonstruktioner. Årsproduktionen är ca 250.000 ton.

Tillverkningen sker i kampanjer, d v s en profil valsas några bestämda veckor enligt en övergripande produktionsplan som sedan fortlöpande revideras med hänsyn till verkliga order och produktionsresultat. Produktionen är nästan helt kundorderstyrd.

Order med samma profil sammanförs till ett valsprogram som består av ett antal valspostgrupper, en för varje kvalitet.

4.2 *Förkalkyl och beslutsprocess*

Vid kapning av ämnen för olika valsposter finns möjlighet att optimera utbytet av varje ämne genom att kombinera olika valsposter så att minsta spill uppstår.

Vid en förprojektering våren 1975 visades att det borde vara möjligt att höja utbytet med upp till 3% av produktionsvolymen med hjälp av datorbaserad optimering. För att detta skulle kunna utnyttjas på bästa sätt måste man installera en mekanisk avståndsställare för ämnen vid sågen. Till systemet inräknades också skrothantering.

För ett system enligt ovan skulle återbetalningstiden bli ca 2 år vid en årsproduktion på 250.000 ton. Totala kostnaden för systemet beräknades till 8,2 Mkr uppdelat på:

- Datorsystem 2,7 Mkr
- Positionssystem 3,0 Mkr
- Skrothantering 2,5 Mkr.

För systemet uppsattes följande krav:

- Ökat utbyte genom bättre utnyttjande av varje heta.
- Bättre materialföljning.
- Produktionsplanering med större leveranssäkerhet och mindre överproduktion.

4.3 *Projektgenomförande*

För projektet har följande tidplan gällt enligt ursprungliga kalkyler.

- Beslut och projektstart våren -75
- Driftsättning etapp I aug -76
- Driftsättning etapp II okt -76
- Driftsättning etapp III dec -78.

Etapp I omfattade positionering och drift i halvautomatik. Etapp II omfattade även optimeringsfunktioner. Etapp III omfattade vidareutveckling med bl a avsyningsfunktioner, märkning och rapportering vid ugn.

Ansvarig för datorsystemet i projektet var en person som då tillhörde dataavdelningen och som numera är driftchef för färdigverk 2 inom divisionen profiler.

Till leverantör av datorsystemet utsågs ASEA. SSAB's dataenhet i Luleå (Primdata) medverkade i utvecklingen av tillämpningsprogramvaran och har även svarat för vidareutvecklingen av systemet.

Stora ansträngningar lades ned av SSAB för att specificera systemet. Kontaktpersoner utsågs inom olika delar av valsverket för att diskutera de funktioner som berörde respektive personalkategori. Man använde sig bl a av simulerade beslutssituationer och skisser på bildskärmspresentationer som operatörer fick yttra sig om.

Service- och underhållssidan medverkade i projektet under hela utvecklingstiden.

4.4 *Funktionsbeskrivning*

Systemet används för produktionsplanering och optimerad kapning av ämnen vid färdigvalsverk 2.

Produktionsplaneringen sker genom att man manuellt tar fram ett valsprogram omfattande en halv till en veckas produktion. Planeringen sker i s k valspostgrupper där varje grupp är definierad till profil, dimensioner och kvalitet. Varje grupp delas sedan in i ett antal valsposter som även har samma längd och kund.

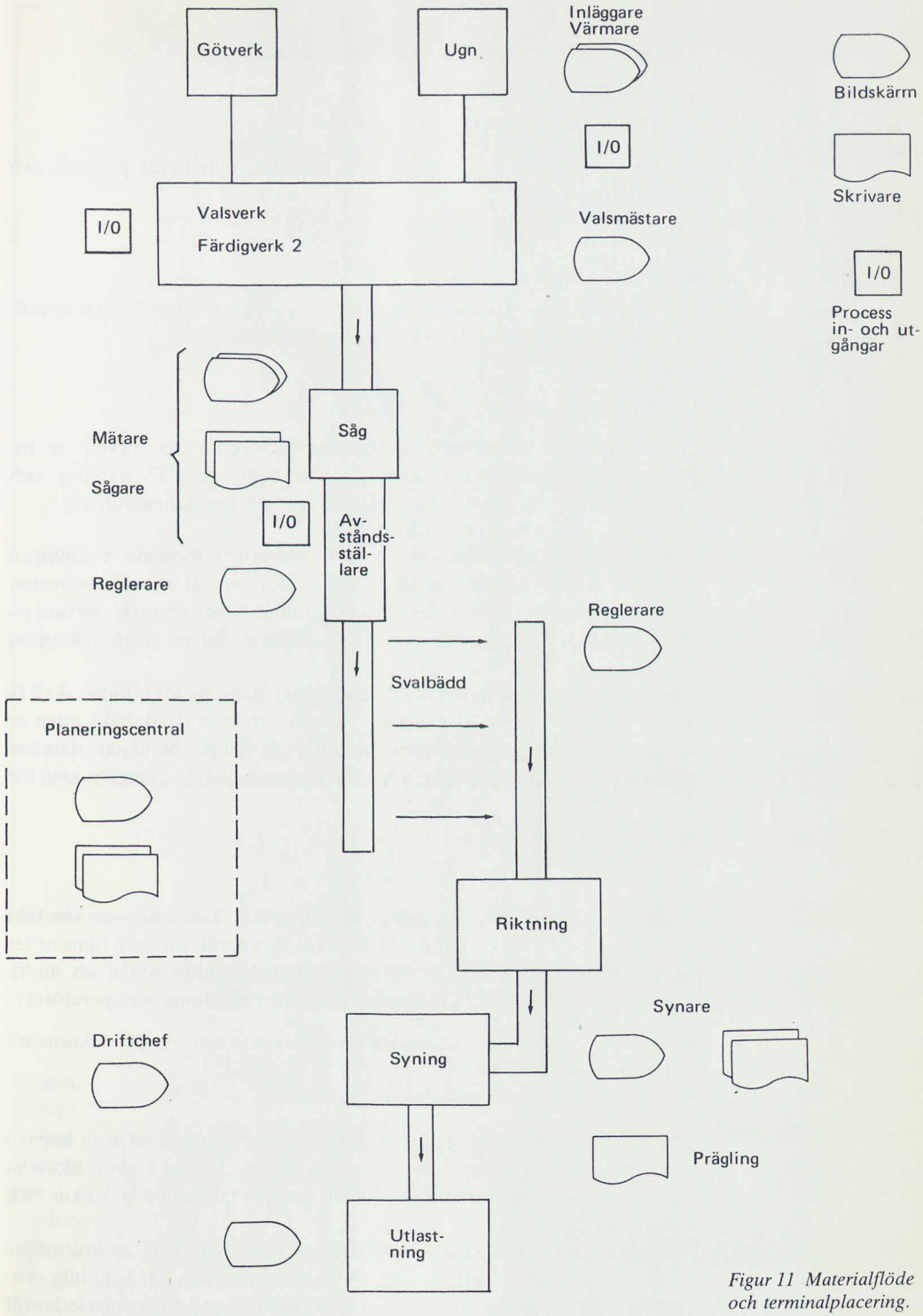
De som planerar har tillgång till två bildskärmar och en skrivare.

Materialflödet för färdigverk 2 och placering av bildskärmar och skrivare framgår av figur 11.

4.4.1 Ugnsinläggning

Ämnesleverans

Ämnena levereras på pall till förvärmningsugn (stegbalksugn). Uppläggning sker på poster och identiteter (charge, ämnesnummer m m) inmatas till systemet från terminal. Återstående ämnesbehov presenteras av systemet per valspostgrupp.



Figur 11 Materialflöde och terminalplacering.

Källa: SSAB.

Vägning

Ämnena vägs och vikten tas in via digitala insignaler.

Ugnsinnehåll

För ämnen i ugn visar systemet plats, identitet, tillhörande program och valspostgrupp etc.

Dragning

När ämnet dras ur ugn registreras detta via en signal från högtrycksspolningsutrustning. Ämnet förflyttas till valsningszon.

4.4.2 Längdmätning

Efter valsning i verket mäts hetlängden. Längdmätaren består av tre TV-kameror, monterade i taket ovanför rullbanan, TV-monitor och manöverenhet i sågarhytt samt omkopplings- och beräkningsenheter.

Figur 12 visar schematiskt utrustningen.

TV-kamerorna är vridbara för att täcka aktuellt mätområde. Vridningen styrs från spak i sågarhytten. Monitorn är ansluten till en av kamerorna. Inkoppling till aktuell TV-kamera sköts automatiskt via gränslägesgivare på kamerorna. Detta tillgår så, att vid signal från gränslägesgivare inkopplas nästa kamera i "mätriktningen".

Framkanten av hetan (det utvalsade ämnet) sågas av, för att man skall få bort ej fullt utbildad profil. Längdmätsystemet ställs in så, att bakkanten av hetan framträder på monitorns mittlinje. Systemet beräknar därefter hetlängden ur geometriskt läge för aktuell kamera och vridningsvinkeln för denna.

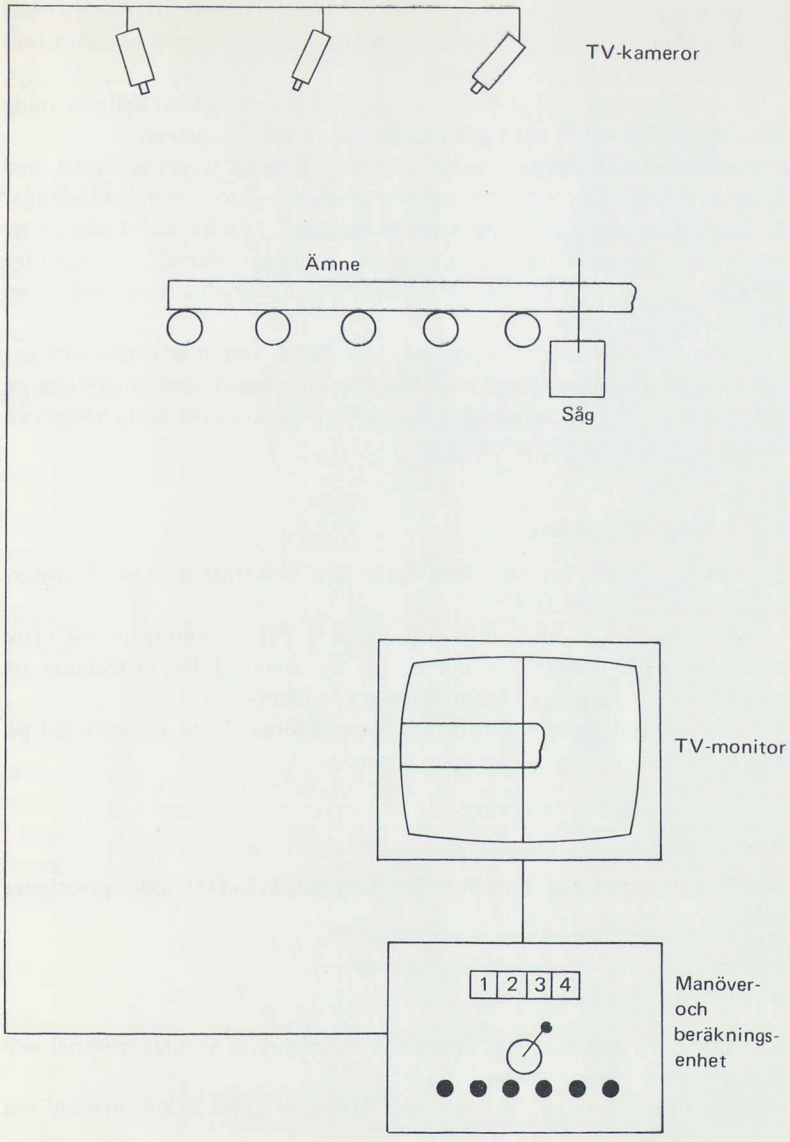
4.4.3 Optimering

Uppkapning av hetorna sker utifrån aktuella order. Dessa inmatas viss tid i förväg i systemet från en terminal i planeringskontoret. I datorn finns order lagrade för några veckors produktion. Möjlighet finns sedan att ändra orderdata från terminal i sågarhytten. I sågarhytten finns två operatörer:

- Mätaren, som mäter hetlängden och övervakar och styr produktionen i hela verket.
- Sågaren, som sköter uppkapningen av hetan.

Innan första ämne av ny stålkvalitet eller ny färdigdimension skall kapas i varmsågen rapporterar mätaren detta till datorn. Därvid hämtas akutella order från orderregistret och en tabell över antal beställda balkar och balklängder beräknas.

Det krav som ställs på klippoptimeringssystemet är att få ett bra utbyte med acceptabla materialhanteringsproblem i kalladjustaget. Samtidig produktion av många order ger visserligen ett mycket gott utbyte, men leder till mycket stora problem med sortering av materialet till olika order vid utlast-



Figur 12 Längdmätning.
Källa: SSAB.

ningen. Samtidig produktion av en eller två order ger små materialhanteringsproblem men också dåligt utbyte.

Den kompromisslösning som valts tillåter samtidig produktion av en, alternativt två, order (längder) till varje svalbädd som är i drift. En svalbädd kan i systemet rapporteras ur drift för kortare eller längre tid. Därvid produceras inget material mot denna bädd. Denna möjlighet används vid tillfällig stockning och tömning av en bädd.

I praktiken betyder ovanstående, att man vanligen producerar mot 3-5 order samtidigt. Vid val av order till svalbäddar försöker man få order med tillfredsställande längdfördelning (bestäms ur längdtabellen enligt det

föregående). Därigenom tillses, att man utnyttjar längdvariationerna hos orderna på ett sätt, som ger goda kombinationsmöjligheter och bra utbyte vid uppkapning av varje enskild heta.

Före uppkapning av hetan mäts längden av mätaren. Med hjälp av valda order beräknas sedan hur uppkapningen skall ske (sågplanen).

Beräkningen av sågplanen sker i två steg. I första steget beräknas med hjälp av dynamisk programmering från utbytessynpunkt optimala lösningar för ett längdintervall omkring uppmätt hetlängd. I andra steget görs en ny beräkning, utgående från dessa optimala lösningar, varvid man även tar hänsyn till att man får en tillfredsställande längdfördelning för de order som finns kvar att producera.

Den slutliga lösningen, sågplanen, kan därför avvika från den som ger optimalt utbyte. Man försvårar därigenom situationer som senare kan ge dåligt utbyte, t ex genom att i ett tidigt skede producera alla korta balkar och bara ha långa balkar kvar till slutet.

4.4.4 Materialföljning

Följning av materialet sker från lager före omvärmningsugn till synarbädd.

Materialet före varmsåg följs heta för heta. Efter varmsågen följs varje uppkapad balk. Regleraren vid inlopp till svalbädd får instruktion på bildskärm, hur balkarna skall fördelas på bäddarna.

Balkarna följs sedan till och med svalbäddarna. Data för material på bäddarna används för märkning och syning.

4.4.5 Syning

När de färdiga balkarna anländer till kalladjustage skall följande operationer utföras:

- Syning (prima, ombehandling eller skrot)
- Buntning och identifiering.

Via terminal i systemet kan avsynaren avrapportera skrotat material och omplaceringar mellan poster.

Inläggning, valsning och kapning utnyttjar aktuell information om syningsutfallet.

För att klara buntnings/identifieringsproblemen (eftersom systemet följer materialet till och med svalbäddar) används följande lösning:

Identifiering (valspost etc) rapporteras via terminal per knippa (bunt). Den i systemet lagrade informationen nyttjas för funktionerna:

- Utskrift av knippkort och syningsrapport.
- Stansning av märkbricka.

4.4.6 Produktionsredovisning

Systemet producerar statistik på skiftnivå som gäller:

- Produktionsresultat (volymer).

- Utbyten i såg.
- Utbyten från ämne till färdig produkt.

För längre tidsperioder sker redovisning från datorn vid SSAB Luleverken.

4.5 *Utrustning*

Datorsystemet består av en centralenhet med 64 Kord kärnminne och två skivminnen av kassettyp, vardera med en kapacitet av 1,3 Mord. Till systemet är 9 bildskärmsterminaler samt 7 skrivmaskiner anslutna. ASEA's elektroniksystem DS-8 används för positionering av avståndsställaren, som beräkningsenhet i längdmätsystemet och för in- och utmatning av övriga digitala signaler. Vidare finns direkt anslutning till administrativ dator.

4.6 *Utbildning, service och underhåll*

Utbildning av främst operatörer skedde parallellt med övriga aktiviteter i projektet.

Varje skriftlag informerades genom informella diskussioner vid 3-4 tillfällen där varje tillfälle omfattade en halv dag.

Under semesterstoppet 1975 genomfördes en veckas utbildning/diskussion med nyckeloperatörer d v s mätare och sågare vid varmsåg. Utbildningen skedde i form av bl a diskussioner kring tänkta driftsituationer.

Tillämpningsprogram för olika delar av systemet kördes på annat datorsystem vid SSAB i Luleå för såväl uttestning som utbildning tillsammans med operatören.

Service- och underhållspersonal för datorsystemet fick utbildning i form av kurser vid ASEA och Marconi (TV-systemet). De medverkande även i systemutvecklingen.

4.7 *Driftserfarenheter*

Systemet har nu varit i drift i tre år. Erfarenheterna hittills:

- Utbytet från ämne till färdig produkt har ökat enligt för kalkyl, d v s med minst 2,5% räknat på årsbasis.
- Man har fått bättre materialstyrning. Syningsresultatet beaktas kontinuerligt i systemet genom de rapporteringsfunktioner som finns.
- Sammanblandning av valsposter har minskat.
- Överproduktionen är mindre. Tidigare skedde en viss produktion mot lager då man var tvungen att gardera sig mot skrotbortfall vid utsyningen.
- Man får bättre rapportering, främst återmatning av produktionsdata, för planeringsändamål.
- Datorsystemet har haft en mycket hög tillgänglighet (över 99%). Bidragande faktorer anses vara att operatörerna själva kan återstarta systemet vid en ev driftstörning och att service och underhåll sköts av egen personal (finns på plats).

Från diskussion med operatörer kan noteras att man är mycket positiv till systemet främst beroende på:

- att systemet räknar ut optimal kombination av ämneslängder så att det blir så lite skrot som möjligt. Förut gjordes detta manuellt vilket innebar att man dels fick såga med "råge" dels att operatören måste försöka räkna ut den bästa kombinationen vilket han inte alltid hann med att göra
- att operatören slipper föra protokoll själv, det gör systemet
- att operatörerna vid sågen får information om vad som händer/skall hända vid ugnen. Man har nu ett automatiskt positioneringssystem som kompenserar för förlängning av ämnet p g a temperaturen. Förlängningen beräknas efter en svalningskurva. Denna kalkylering gjordes tidigare manuellt vilket upplevdes som besvärligt.

4.8 *Kommentarer*

Enligt vad som beskrivits ovan upplevs systemet mycket positivt av alla berörda. Kritiska synpunkter har överhuvudtaget ej kunnat noteras.

En av de främsta orsakerna till detta kan vara den vidareutveckling och modifiering av systemet som kontinuerligt har skett baserat på driftserfarenheterna.

För att detta skall vara möjligt måste produktionsledningen ha förståelse för de personella och ekonomiska resurser som måste tas i anspråk även efter idrifttagningen. I detta fall är nuvarande produktionschef den tidigare projektledaren för datordelen i projektet, d v s driftsledningen har system- och datorkunnande.

Statens offentliga utredningar 1981

Kronologisk förteckning

1. Hälsorisker. S.
2. Ohälsa och vårdutnyttjande. S.
3. Hälso- och sjukvård i internationellt perspektiv. S.
4. Utgångspunkter och riktlinjer för det fortsatta arbetet. S.
5. Ny arbetstidslag. A.
6. Översyn av lagen om församlingsstyrelse. Kn.
7. Lag om vård av missbrukare i vissa fall. S.
8. Översyn av sjölagen 1. Ju.
9. Enhetligt huvudmannaskap för högskolan. U.
10. Datateknik i verkstadsindustrin. I.
11. Datateknik i processindustrin. I.

Statens offentliga utredningar 1981

Systematisk förteckning

Justitiedepartementet

Översyn av sjölagen 1. [8]

Socialdepartementet

Hälso- och sjukvård inför 90-talet. 1. Hälsorisker. [1] 2. Ohälsa och vårdutnyttjande. [2] 3. Hälso- och sjukvård i internationellt perspektiv. [3] 4. Utgångspunkter och riktlinjer för det fortsatta arbetet. [4]

Lag om vård av missbrukare i vissa fall. [7]

Utbildningsdepartementet

Enhetligt huvudmannaskap för högskolan. [9]

Arbetsmarknadsdepartementet

Ny arbetstidslag. [5]

Industridepartementet

Data- och elektronikkommittén. 1. Datateknik i verkstadsindustrin. [10] 2. Datateknik i processindustrin. [11]

Kommundepartementet

Översyn av lagen om församlingsstyrelse. [6]

Anm. Siffrorna inom klammer betecknar utredningarnas nummer i den kronologiska förteckningen.

KUNGL. BIBL.
1981-05-19
STOCK

Publikationer från data- och elektronikkommittén:

RAPPORTER I SOU-SERIEN

Datateknik och industripolitik. Industri- och forskningspolitiska program inom data- och elektronikområdet i olika länder. SOU 1980:17.

Datateknik i verkstadsindustrin. Datorstödd konstruktions- och tillverkningsteknik. SOU 1981:10.

Datateknik i processindustrin. Datorstödda produktions- och processtyrsystem. SOU 1981:11.

ÖVRIGT

Industri- och forskningspolitiska program inom data- och elektronikområdet. Reserapporter från USA, Finland, Storbritannien, Västtyskland, Japan och Frankrike. Ds I 1980:7.

Reserapport från fjärde internationella konferensen om produktionsteknik, Tokyo, augusti 1980. Stencil.

Datateknik, ekonomisk tillväxt och sysselsättning. Tre uppsatser sammanställda av data- och elektronikkommitten. September 1980. LiberFörlag.

Trends in the Development of Numerically Controlled Machine Tools and Industrial Robots in Sweden. Conference Paper, June 1980. Stencil.

LiberFörlag
Allmänna Förlaget

ISBN 91-38-06088-4
ISSN 0375-250X