

Statens offentliga utredningar
SOU 1974:74
Industridepartementet

Energiforskning

Expertmaterial utarbetat
på uppdrag av
Energiprogramkommittén

Avdelning B

Näringslivets energianvändning

Omslag Håkan Lindström
ISBN 91-38-02079-3
Göteborgs Offsettryckeri AB
Stockholm 1974

Energiforskning

Experimentell utvärdering
på uppdrag av
Energiprogramkommittén

Avdelning B

Näringslivet och energiforskningen

FÖRORD

Chefen för industridepartementet tillkallade den 28 december 1973 en programkommitté för att utarbeta förslag till forsknings- och utvecklingsprogram inom energiområdet. Kommittén, som antog namnet *energiprogramkommittén*, har genomfört dels en kartläggning av den forskning och utveckling (FoU) som bedrivs i dag inom energiområdet och de resurser som avsätts härför, dels en kartläggning och analys av behovet av FoU. Baserat på detta material har kommittén framlagt dels förslag till mål och riktlinjer för de samlade FoU-insatserna inom energiområdet under den kommande tioårsperioden, dels också förslag till konkreta FoU-program med kostnadsangivelser för de närmaste åren. Därutöver har kommittén lagt vissa synpunkter på organisation och styrning av dessa forskningsresurser. Arbetet har slutförts under september 1974 och presenteras i betänkandet *Energiforskning* (SOU 1974:72).

Energiprogramkommittén ser FoU inom energiområdet inte bara som ett medel att effektivisera energiproduktionssystemet och öka och säkra tillgången på utnyttjningsbar energi utan i lika stor utsträckning som ett medel att begränsa och effektivisera samhällets energianvändning. Detta betyder att i princip alla samhällssektorer berörs av energiprogramkommitténs analyser. Som underlag för kommitténs förslag har därför vid sidan av betänkandet ett omfattande expertmaterial utarbetats. Det har strukturerats i fyra avdelningar:

- A. Utvinning av energiråvaror och industriell energiproduktion
- B. Näringslivets energianvändning
- C. Energianvändning för transporter och samfärdsel
- D. Energianvändning för lokalkomfort och hushåll

Expertmaterialet har utarbetats på kommitténs uppdrag av för olika områden ansvariga huvudmän (sponsorer). Avdelningarna A och B har härvid uppdelats på tre respektive sex skilda områden. Huvudmännen har biträtts av facksekreterare.

Expertmaterialet bygger på underlag dels i form av svar på en enkät som utsändes vid årsskiftet avseende pågående forskning, forskningsresurser och forskningsbehov, dels i form av ett antal hearings som genomförts inom varje expertområde under ledning av respektive områdes huvudman. Totalt har kommittén därigenom arrangerat ett 50-tal hearings vid vilka ca 400 representanter för forskning, förvaltning, näringsliv, konsumenter, anslagsgivande organ m m hörts. Dessutom har inom några expertområden vissa delar specialbelysts av särskilda författare. Sådant material presenteras som appendix till respektive expertmaterial.

I expertmaterialet ges dels en mer allmän syn på respektive område ur energiförsörjningssynpunkt och de åtgärder som kan vidtas för att ur energisynpunkt förbättra det, dels presenteras ett stort antal enskilda projektförslag inom området liksom huvudmannens förslag till forskningsprogram.

De fyra avdelningarna redovisas i var sin volym (SOU 1974: 73-76). Till Näringslivets energianvändning (SOU 1974:74) har därvid även hänförts frågor rörande återvinning av energikrävande varor.

Som huvudmän för avdelning B har fungerat professor Per-Olof Strandell (kap 1), tekn. dr Ingmar Eidem (kap 2, 3, 4) samt direktör Bo Broms (kap 5). Facksekreterare har för kap 1 varit 1:e byråingenjör Kurt Hedén, för kap 2-4 överingenjör Gunnar Selin samt för kap 5 direktör Sten Jacobson. Appendix till kap 3 och 4 har utarbetats av Jordbrukets utredningsinstitut. Kapitel 6 har sammanställts av Statskonsult AB och baseras på material utarbetat av K-Konsult AB, fil.kand. Martin Carlstein, Sveriges Industriförbund, (avsnitt 6.5) och civ.ing. Lars-Olof Södergren, IVA, (avsnitt 6.10).

På grund av den begränsade tid som kommittén haft till för-

fogande har arbetet med expertmaterialet fått genomföras under stark tidspress och med stora personliga uppoffringar från i arbetet deltagande huvudmän och sekreterare. Jag vill å energiprogramkommitténs vägnar uttrycka vår uppskattning av och tack för det arbete som utförts.

Lars Lindmark

ordf.

INNEHÅLL:

<i>Förord</i>		3
1	<i>Malm-, järn- och stål-, metall- och verkstadsindustri</i>	13
1.1	Sammanfattning	13
1.2	Inledning	15
1.2.1	Uppdraget	15
1.2.2	Områdesbeskrivning	16
1.2.3	Använda enheter	17
1.2.4	Energiförbrukningsstatistik	17
1.3	FoU-behovsanalys	19
1.3.1	Delområdenas karaktär	19
1.3.2	Problemstruktur	21
1.3.3	FoU-program	22
1.3.4	FoU-resurser	34
1.3.5	Slutsatser	36
1.4	Delområdesbeskrivningar	37
1.4.1	Gruvindustri	37
1.4.2	Järn- och stålindustri	45
1.4.3	Metall- och ferrolegeringsindustri	72
1.4.4	Verkstadsindustri	83
1.4.5	Gemensamma processer	98
Bihang 1	Referenslista	111
Bihang 2	Projektkatalog	113
Bihang 3	Förkortningar	125

2	<i>Petroleum-, kemi-, plast- och gummivaru- industri</i>	129
2.1	Sammanfattning	129
2.2	Områdesbeskrivning	130
2.2.1	Petroleum- och petrokemisk industri	131
2.2.2	Kemisk industri	133
2.2.3	Plastindustri	133
2.2.4	Gummiindustri	134
2.3	Anpassnings- och utvecklingsmöjligheter	134
2.4	Översiktlig analys av behov av FoU	138
2.4.1	Petroleumindustri, petrokemisk industri och övrig tung industri (kemisk process- industri)	138
2.4.2	Plastbearbetande industri, gummivaruindustri	139
2.5	FoU-program och projekt	139
2.6	Resurser för FoU	145
Bihang 1	Förkortningar	147
Bihang 2	Referenser	149
3	<i>Skogs-, massa-, pappersindustri samt grafisk industri</i>	151
3.1	Sammanfattning	151
3.2	Områdesbeskrivning	152
3.2.1	Skogsbruk och skogsavverkning	153
3.2.2	Massa- och pappersindustri	154
3.2.3	Grafisk produktion	156
3.2.4	Förpackningar av papper och papp	157
3.3	Anpassnings- och utvecklingsmöjligheter	158
3.3.1	Skogsbruk och skogsavverkning	158
3.3.2	Massa- och pappersindustri	159
3.3.3	Grafisk produktion	162
3.3.4	Förpackningar av papper och papp	163
3.4	Översiktlig analys av behov av FoU	163
3.4.1	Skogsbruk och skogsavverkning	163
3.4.2	Massa- och pappersindustri	163
3.4.3	Grafisk industri och förpackningar av papper och papp	164

3.5	FoU-program och projekt	164
3.5.1	Skogsbruk	164
3.5.2	Massa- och pappersindustri	166
3.6	Resurser för FoU	184
Bihang 1	Förkortningar	187
Bihang 2	Referenser	189
Appendix 1	Skogsbrukets situation och möjligheter med hänsyn till energibrist och/eller starkt stigande energipriser	191
1	Möjligheter att påverka förbrukningen av energi i de olika arbetsprocesserna i skogshanteringen	193
2	Delvis överflyttning av energiförbrukningen från petroleumprodukter till andra energikällor	196
3	Ökad produktion av virke i skogsbruket	198
4	Tillvaratagandet av energin i den producerade tillväxten i våra skogar	200
5	Sammanfattning	202
4	<i>Jordbruk, livsmedels- och övrig industri</i>	205
4.1	Sammanfattning	205
4.2	Områdesbeskrivning	206
4.2.1	Jordbruk	206
4.2.2	Livsmedelsindustri	208
4.2.3	Textilindustri	210
4.2.4	Förpackningsindustri	211
4.2.5	Övrig industri	212
4.3	Anpassnings- och utvecklingsmöjligheter	212
4.3.1	Jordbruk	212
4.3.2	Livsmedelsindustri	214
4.3.3	Textilindustri	215
4.3.4	Förpackningsindustri	216
4.4	Översiktlig analys av behov av FoU	217
4.4.1	Jordbruk	217
4.4.2	Livsmedelsindustri	217
4.4.3	Textilindustri	218
4.4.4	Förpackningsindustri	218

4.5	FoU-program och projekt	219
4.5.1	Jordbruk	219
4.6	Resurser för FoU	221
Bihang 1	Förkortningar	223
Bihang 2	Referenser	225
Appendix 1	Jordbrukets energianvändning	227
1	Total energianvändning i riket	227
2	Jordbrukets förbrukning av energi	227
3	Jordbrukets produktionsprocess - till- skapande av lämplig miljö för bindande av solenergi i den s k fotosyntesen	230
4	Tänkbara åtgärder för att på lång sikt spara energi	231
5	Nya energikällor	239
5	<i>Byggnadsindustri, jord- och stenindustri samt offentlig och privat förvaltning</i>	241
5.1	Sammanfattning	241
5.2	Inledning	247
5.3	Byggsektorns energiprofil	249
5.3.1	Byggmaterialen	250
5.3.2	Byggproduktionen	256
5.3.3	Den totala energiförbrukningen	258
5.3.4	Funktionsjämförelser	259
5.3.5	Byggnadsbeståndet	263
5.3.6	Energi och kostnad	266
5.4	Offentlig och privat förvaltning	268
5.5	Scenario - Byggbranschen 1985	271
5.5.1	Fem marknadssektorer	272
5.5.2	Företagsstrukturen	278
5.5.3	Byggmaterial	280
5.5.4	Den tekniska utvecklingen	282
5.5.5	Arbetsmarknad	283
5.5.6	Konsekvenser för energiåtgång	287

5.6	FoU-program och FoU-projekt	291
5.6.1	Energikunskap	292
5.6.2	Normer	295
5.6.3	Återvinning	297
5.6.4	Materialteknologi	299
5.6.5	Materialproduktion	301
5.6.6	Entreprenadverksamhet	304
5.6.7	Projektering	305
5.6.8	Utbildning	308
Bihang 1	Förkortningar	311
Bihang 2	Referenser	313
Bihang 3	FoU-projekt inom byggnadsindustri, jord- och stenvaruindustri samt offentlig och privat förvaltning	315
6	<i>Återvinning av energikrävande varor</i>	335
6.1	Sammanfattning	335
6.2	Allmänt	337
6.3	Olika kategorier av avfall	339
6.4	Avfallets kvantiteter	339
6.5	Svensk återvinningsindustri	340
6.6	Blandat avfall	347
6.6.1	Allmänt	347
6.6.2	Avfallsmängder och sammansättning	347
6.6.3	Handels- och industriavfall	349
6.7	Övrigt avfall som är av intresse ur energisynpunkt	350
6.7.1	Bark, spån	350
6.7.2	Halm	351
6.7.3	Avfall vid rivning av byggander	352
6.8	Avfallets energiinnehåll och alternativanvändning	352
6.9	Pågående eller nyligen avslutade FoU-projekt i Sverige	357
6.10	Internationell FoU på avfallshanterings- återvinningsområdet	357
6.10.1	Allmänt	358

6.10.2	FoU kring avfallshantering - material- återvinning - energiutvinning	361
6.10.3	Slutsatser	364
6.11	Allmän värdering av FoU-behov	365
6.12	Förslag till FoU-projekt	366
6.12.1	Systemstudier och totalkalkyler	366
6.12.2	Avfallets kvalitet och kvantitet. Hushålls-, handels- och industriavfall	367
6.12.3	Samförbränning, bark och hushållsavfall	368
6.12.4	Pyrolys	368
6.12.5	Deponering	368
6.12.6	Sortering	369
6.12.7	Åtgärder för att kunna använda utsorterade avfallskomponenter	371
6.13	Beräknade kostnader för FoU-verksamhet	374
Bihang 1	Pågående eller nyligen avslutade FoU-projekt inom området avfallshantering-återvinning i Sverige	377

1 MALM-, JÄRN OCH STÅL-, METALL- OCH VERKSTADSINDUSTRI

1.1 Sammanfattning

Arbetets uppläggning

Den övergripande målsättningen för utredningsarbetet, att formulera mål och riktlinjer för FoU inom energiområdet för den närmaste tioårsperioden, har för område B 1, vilket omfattar malm-, järn-, stål-, metall- och verkstadsindustri, sökt nås genom nedanstående tillvägagångssätt:

1. Indelning av området, förstudie avseende energistruktur
2. Hearings:
 - En avseende gruvindustri
 - Två avseende järn- och stålindustri
 - En avseende icke-järn-metaller och ferrolegeringar
 - Fyra avseende verkstadsindustri
 - En avseende gemensamma processer
3. Problemformulering avseende energikrävande processer eller bärare, branschvis samt kartläggning av FoU-behov därtill
4. Gemensam problem- och FoU-behovsformulering för område B 1
5. Bedömning av påverkansmöjligheten för prioriterade problemområden
6. Formulering av FoU-programstruktur i anslutning till respektive problemområde
7. Resursbeskrivning och förslag till resursdisponering

Genomförandet av utredningsstegen har givit underlag för nedanstående problemformulering och programstruktur:

1. Energianvändningsanalys
2. Tillvaratagande av spillvärme
3. Återanvändning av material
4. Processgruppering - uteslutande av processteg

5. Processförbättring
6. Arbetsmiljö (lokalkomfort)
7. Driftsövervakning - vardagsrationalisering
8. Energiutbildning och information

Påverkansmöjlighet

Inom område B 1 förbrukade respektive bransch energi enligt tabell 1.1.

Tabell 1.1 Energiförbrukning år 1971 för område B 1

	10 ³ TJ	%
Gruvindustri	19,2	11
Järn- och stålindustri	95,3	53
Metall- och ferrolegeringsindustri	19,7	11
Verkstadsindustri	45,9	25
Summa	180,1	100

Ett framgångsrikt genomförande av FoU-arbetet och fullständigt utnyttjande av de nya systemen och komponenterna leder till en möjlig besparing i storleksordningen 20-30 % av dagens förbrukning. För några av de presenterade problemeområdena är stöd till genomförandet, exempelvis genom stöd till byggande av pilotanläggningar och investeringsstimulerande åtgärder, helt nödvändiga för att FoU-resultaten skall komma till användning. Dessutom måste påpekas att genomförandet i vissa fall kan ske endast på lång sikt och med stora uppoffringar av investeringsmedel.

Resurser

FoU-resurser för genomförande av satsningar inom respektive problemområde finns eller kan disponeras vid de organisationer som i dag bedriver FoU-arbete. Dessa är främst de tekniska högskolorna, branschforskningsorgan och FoU-avdelningar vid företagen. Vår uppfattning är inte att något särskilt energiforskningsorgan för område B 1 är nödvändigt. Tvärtom är behovet av att få en samordning av de totala FoU-satsning-

arna inom respektive bransch stora. Förstärkning av resurserna för utbildning av energiingenjörer vid de tekniska högskolorna är dock nödvändig.

Kostnader

Nedan anges storleksordningen på de kostnader vilka erfordras för en seriös statlig satsning på problemlösandet. Kostnaderna avser endast FoU-fasen.

	Totalt (Mkr)	Period (år)		
		1-3	4-6	7-10
Energianvändningsanalys	3,5	3,5	-	-
Tillvaratagande av spillvärme	20,0	5	10	5
Processgruppering	10,0	3	5	2
Processförbättring	25,0	5	10	10
Driftövervakning - vardags-rationalisering	1,5	1,5	-	-
Summa	60,0	18,0	25,0	17,0

1.2 Inledning

1.2.1 Uppdraget

Uppdraget att utarbeta expertmaterial inom området järn-, stål-, metall- och verkstadsindustri är specificerat i en skrivelse, "Expertbilagornas disposition", EPK 1974-03-01. Uppdraget omfattar således en beskrivning av detta områdes industriverksamhet och framläggande av förslag för ett FoU-program med mål att nedbringa specifik energiåtgång.

Mycket väsentligt för förståelsen av problematiken är att energi hittills har haft ett relativt sett mycket lågt pris. Energikostnaden utgör således i industribranscherna inom område B 1 som regel en liten eller blygsam del av totalkost-

naden, varför den regelmässigt bedömts som relativt ointressant. Den FoU som bedrivs i större eller mindre omfattning har således inte haft någon direkt inriktning mot energibesparing. I de fall då en energibesparingseffekt uppnåtts har detta således vanligen varit en bieffekt.

Givetvis har temporära insatser gjorts vid de energikriser som förekommit, men dessa har inte haft någon märkbar långsiktig effekt, möjligen med undantag av den som inträffade vintern 1973/74. Det är dock i dag för tidigt att uttala sig om detta.

Den kartläggning av området som vi sökt göra har utförts dels genom nio hearings med grupper representerande olika delavsnitt, dels genom personliga kontakter med experter inom olika grenar av verksamheten.

1.2.2 Områdesbeskrivning

Detta område omfattar som benämningen antyder den industri som arbetar med järn och metaller samt legeringar från malmråvara till färdiga verkstadsprodukter. De olika grenarna av denna industrisektor har sina gemensamma problem, men de skiljer sig väsentligt i problemstruktur, varför vi delat upp området i fem delområden:

1. Gruvindustri
2. Järn- och stålindustri
3. Metall- och ferrolegeringsverk
4. Verkstadsindustri
5. Gemensamma processer

Denna indelning torde inte behöva någon omfattande förklaring. Delområdena kommer att beskrivas och specificeras under respektive områdesrubrik. Som ett separat delområde har vi tagit "Gemensamma processer". Anledningen härtill är att processer som svetsning, värmebehandling och ytbehandling är gemensamma för flera av delområdena och därför kan sammanföras.

1.2.3 Använda enheter

1 kalori (cal)	= 4,19 Ws (wattsek)
1 Ws	= 1 J (joule)
1 kWh	= 859,6 kcal
1 Mcal	= 1,163 kWh = 4,2 MJ
1 MWh	= 10^3 kWh
1 GWh	= 10^6 kWh
1 TWh	= 10^9 kWh
1 kWh	= 3,6 MJ
1 MWh	= 3,6 GJ
1 GWh	= 3,6 TJ
1 TWh	= 3 600 TJ

Bränsleekvivalenter

1 ton stenkol	= 7,6 MWh = 27,4 GJ
1 m ³ råolja	= 10,12 MWh = 36,4 GJ
1 m ³ naturgas	= 9,3 kWh = 33,5 MJ
1 ton råolja	= 1,16 m ³ = 11,7 MWh = 42,1 GJ
1 fat (barrel) råolja	= 0,159 m ³ råolja = 5,8 GJ
1 m ³ träbränsle	= 6,6 GJ (4 500 Mcal/ton; spec vikt = 0,35)

Multipler i enhetsbeteckningar

k = kilo	= 1 000 = 10^3
M = mega	= 10^6
G = giga	= 10^9
T = tera	= 10^{12}

1.2.4 Energiförbrukningsstatistik

I tabell 1.2 redovisas förbrukningen av energi fördelad på energislag och uppdelad på branscher inom område B 1 samt hela industrin (Svensk Industri 1971).

Tabell 1.2: Industrins energiförbrukning uppdelad på energislag, värden i 1 000-tals TJ (terajoule)

	Fossila energiråvaror		El	Övrigt: Gas, trä- bränsle	Summa
	Flytande Olja, bensin	Fasta Kol, koks			
Gruvindustri	7,0	4,6	6,0	1,6	19,2
Järn- och stålindustri	32,4	41,3	15,3	6,3	95,3
Metall- och ferroleg.ind.	2,8	4,8	12,0	0,1	19,7
Verkstadsindustri	31,2	1,0	13,0	0,7	45,9
Summa B 1	73,4	51,7	46,3	8,7	180,1
Summa industri	241,2	58,8	116,7	20,4	437,2

För respektive branscher (järn och stål- samt övrig metallindustri sammanslagna) samt för industrin och landet totalt anges i tabell 1.3 prognoser avseende energikonsumtion enligt EPU:s alternativ 2.

Tabell 1.3: Energikonsumtionsprognos för år 1985 och år 2000, enligt EPU 1974 alternativ 2 (sort: 10³ TJ)

	År 1985			År 2000		
	Bränsle	El	Summa	Bränsle	El	Summa
Gruvindustri	29,4	22,0	51,4	67,2	64,4	131,6
Metallindustri	239,4	51,5	290,9	315,0	80,6	395,6
Verkstadsindustri	67,2	34,6	101,8	172,2	87,8	260,0
Summa B 1	336,0	108,1	444,1	554,4	232,8	787,2
Summa industri	819,0	266,0	1 085,0	1 331,4	493,9	2 155,3
Summa för hela landet	1 681,2	489,2	2 170,4	2 311,8	922,3	3 234,1

Kommentarer

År 1985

Energikonsumtionen beräknas för branscherna inom område B 1 öka med totalt ca 135 % mellan 1971 och 1985 eller uppdelat på branscherna: gruvindustri + 170 %, metallindustri + 150 %, verkstadsindustri 120 %. Område B 1 utgör år 1971 41 % av totalenergikonsumtionen för industrin. År 1985 är motsvarande andel ca 41 %.

År 2000

Energikonsumtionsökningen år 2000 beräknas för hela B 1 till drygt 300 % under perioden 1971-2000. År 2000 beräknas energikonsumtionen för branscherna inom område B 1 utgöra knappt 40 % av total förbrukning inom industrin. Industrins andel av landets totala energikonsumtion beräknas utgöra 50 % år 1985 och drygt 60 % år 2000 jämfört med ca 40 % för närvarande (1971).

Energivolymererna ger en god uppfattning om påverkansområdets storlek och relativa betydelse. De branscher som omfattas av område B 1 förbrukar för närvarande ca 16 % av landets energikonsumtion (1971) och beräknas år 2000 svara för drygt 20 %.

1.3 FoU-behovsanalys

I denna sammanfattande analys ger vi en mycket kort karakterisering av delområdena ur energi-FoU-synpunkt som bakgrund till uppbyggnad av problemstruktur och ett FoU-program. Här-efter ges även synpunkter på resursbehov för programmets genomförande samt slutligen ett försök att dra slutsatser om storleken på det erforderliga statliga stödet. För detaljer hänvisas dels till delområdesbeskrivningarna och dels till den bilagda projektkatalogen.

1.3.1 Delområdenas karaktär

Gruvindustri

Potentiella möjligheter till energibesparing ges här genom värmeåtervinning dels vid sinterugnarna och dels ur gruvornas ventilationsluft. Utveckling av alternativa energimatningssystem för arbetsfordon och redskap inverkar på denna senare post.

Järn- och stålindustri

Relativt stora energiposter kan inhämtas genom utnyttjande av spillvärme till olika ändamål. Potentiella möjligheter förefinns att genom utveckling av nya processteg jämte förbättring av nu utnyttjade processer minska specifikt energibehov genom uteslutning av vissa energikrävande steg. Inbesparingen innebär således minskning av antalet svalningsuppvärmningscykler i processen. Därtill kommer indirekta energibesparingar i form av utbytshöjningar. Uppvärmningssteg kan med enkla medel göras energisnålare.

Metallindustri

Potentiell möjlighet till väsentlig energibesparing finns genom återanvändning av skrotat material och i rationell hantering av smält lättmetall. Inom denna industrigren (ferrolegeringar) ges ett exempel på energibesparing i form av spillvärmeutnyttjande genom samlokalisering med värmeenergikonsumerande industri.

Verkstadsindustri

Marginella besparingar kan göras genom FoU-insatser för process- och teknikförbättringar. De besparingar av betydelse som är potentiellt möjliga avser arbetsmiljön och då i första hand lokaluppvärmning och ventilation och i andra hand belysning. En del processförbättringar kan genom ändrad miljöinverkan indirekt leda till energibesparing.

Gemensamma processer

Vid värmning i bränsleeldade ugnar är energiutnyttjandet normalt dåligt, varför stora besparingar är möjliga. Till en del kan energibesparing göras genom enkla åtgärder som ej kräver FoU-insatser, men för en mer långtgående inhämtning krävs FoU-insatser och arbete på längre sikt.

Inom området svetsning kan, trots dess betydelse, direkta potentiella besparingar endast ge marginella effekter. Vissa

indirekta möjligheter finns i form av miljöaspekter genom reduktion av de ibland giftiga gaser som emitteras vid svetsning.

Området ytbehandling av metaller visar i första hand potentiella möjligheter att minska miljöpåverkan och härigenom spara energi samt vissa möjligheter till energisnålare processer; detta gäller speciellt torknings- och värmningssteg.

Småindustri

Vid några av våra hearings har vi även diskuterat de särskilda problem som kan förväntas existera inom s k småindustri. Speciellt vad gäller egna insatser för energibesparing är småindustriernas möjligheter starkt begränsade. Man kan givetvis vidta åtgärder, såsom skedde under energikrisen, för att minska ventilation och belysning samt undvika att låta maskiner gå i tomgång.

Till stor del omfattar småindustrin verkstäder av olika karaktär. Som framgår i delområdesbeskrivningen finns dock betydande potentiella inhämtningar i lokalkomforten. Insatser som leder till framgång i större verkstäder kan sedan genom information och konsultation förmedlas till och utnyttjas av småindustri.

Småindustrin visar en betydande tillväxtkraft medförande behov av nybyggnader, varför man kan förvänta relativt snabbt utnyttjande av vunna framsteg inom lokalkomfortområdet.

1.3.2 Problemstruktur

Insatserna för FoU bör ställas i relation till möjliga inhämtningar dels för en prioritering och dels för en bedömning av ekonomiskt utfall med hänsyn till insatsens omfattning. Det är därför även motiverat att se på delbranschernas energiutnyttjning i dag. Denna kan även nyttjas som ett mått på förbrukningen i den nära framtiden, då inga väsentliga omkastningar kan förväntas såvida inte kraftigt ingripande externa åtgärder vidtas.

Energiförbrukningen i delbranscherna belyses nedan.

Energiförbrukning inom område B 1 år 1971:

	10 ³ TJ	%
Malmhantering	19,2	10
Järn och stål	95,3	51
Metaller	28,0	15
Verkstadsindustri	45,9	24
Summa	188,4	100

Den största energiförbrukningen har vi inom järn- och stålindustrin, vilket beror på att den kvantitativt är långt större än den specifikt ändå mer energikrävande metallindustrin. Den största samlade effekten av insatta åtgärder kan förväntas inom sektorn järn och stål. Åtgärder inom detta område kan dock i väsentlig omfattning även utnyttjas inom andra sektorer. I det följande har vi grupperat problemen med hänsyn till deras struktur och kan då följa nedanstående listning:

1. Energianvändningsanalys
2. Tillvaratagande av spillvärme
3. Återanvändning av material
4. Processgruppering - uteslutande av processteg
5. Processförbättring
6. Arbetsmiljö (lokalkomfort)
7. Driftsövervakning - vardagsrationalisering
8. Energiutbildning och information

1.3.3 FoU-program

För respektive problemområden lämnas nedan en beskrivning och analys. Dessutom anges för de viktigaste problemen storleksordningen på påverkansområdet (energiförbrukning 1970).

Problemområdesvis lämnas även en FoU-behovsanalys samt anges om denna insats kräver statligt stöd och en uppskattning av stödets storlek. För en noggrannare problemanalys hänvisas

till delområdesbeskrivningarna under avsnitt 1.4, för kortare projektförslag hänvisas till bihang 2, Projektkatalog.

1 *Energianvändningsanalys*

En utvärdering av de inhämtningar som blir möjliga genom olika FoU-insatser för energibesparing kräver en distinkt kännedom om den energikonsumtion som nu sker i olika processteg. Med det bristfälliga dataunderlag som nu finns tillgängligt kan endast relativt grova bedömningar göras. Det är angeläget att pågående inventeringar slutförs och eventuellt fullföljs i form av kortare FoU-insatser för en meningsfull kartläggning av energibehov och energiutnyttjande i olika processteg.

Inom detta avsnitt kan även inläggas en analys av användningsområden för lågtemperaturvärmekällor (40-100^o C) som ett led att nå fram till ett system med total energioptimering genom lämpliga användningskombinationer. Denna FoU-insats kan igångsättas inom kort och har delvis igångsatts redan. Tyngdpunkten av insatserna ligger under den första treårsperioden, varefter insatserna reduceras. Arbetet utförs i samarbete mellan företagen och branschorganisationerna och föreslås bli föremål för statligt stöd i väsentlig omfattning.

Enligt projektkatalog erhålls (kostnad i Mkr):

Period år	Manår antal	Manår kostnad	Utrustning kostnad	Total kostnad	Statlig andel kostnad
1 - 3	10	2,0	-	2,0	1,5

2 *Tillvaratagande av spillvärme*

I område B 1:s olika branscher förekommer mycket ofta uppvärmningar för bearbetning i varmt tillstånd respektive värmebehandlingar samt värmningsförlopp i samband med ytbehandling och torkning. Samtliga dessa arbetar normalt med relativt låg energiutnyttjning och ger betydande energiförluster i form av spillvärme med rökgaser, värmd kylluft respektive kylvatten.

Vi inkluderar här även förlust av kemiskt bunden energi i avgaser, varför en egentligare benämning kan vara "energiåterhämtning". I totalbalansen utgör detta en mycket betydande post, vilken dock i sig innehåller ett större antal både mindre och större delposter.

Den största möjligheten att spara energi ligger således i utnyttjande av spillvärme. Detta kan ske i olika former.

- a. Ändring av process eller processteg för direkt återanvändning i "slutet" kretslopp, t ex förvärmning av beskickning med avgaser är bl a möjligt vid ferrolegeringsverk.
- b. Utnyttjande av spillvärme från processer till uppvärmning av industrilokaler och för uppvärmning av näraliggande bebyggelse och liknande ändamål.
- c. Omvandling av spillvärme till andra användbara energiformer, exempelvis produktion av ånga eller elenergi.
- d. Samordning av industrier som levererar spillvärme med industrier vilka konsumerar värmeenergi i lämpliga "industrikombinat". Ett intressant exempel är Airco ferrolegeringsverk och Holmens Pappersbruk i Vargön.

Med ledning av de uppgifter vi erhållit har vi framräknat följande möjligheter till energiinhämtning från förlustvärme:

	10^3 TJ
Gruvor	3
Järnverk	38
Metallverk	10
Verkstäder	<u>2</u>
Totalt	53×10^3 TJ

Dessa data har framtagits på följande sätt. För gruvor utnyttjas stora mängder ventilationsluft vilka möjliggör inhämtning av ca 1×10^3 TJ. Kulsinterverk förbrukar i dag 10 l olja/ton, men en effektivisering av processen genom värmecirkulation ned till 5 l olja/ton är möjlig. Detta motsvarar 2×10^3 TJ/år, eller totalt 3×10^3 TJ/år.

Den utredning som föreligger från NJA visar att knappt 40 %

av den till järnverket tillförda energin går förlorad. Detta utgör 38×10^3 TJ räknat på förbrukningen år 1970.

För metall- och ferrolegeringsverk saknas underlag, varför vi skattar möjlig återhämtning i paritet med järnverkens. Detta ger ca 10×10^3 TJ. Även för verkstäder saknas korrekt underlag. För smedjor har vi uppgift om bränsleförbrukning i ugnar. Övriga skattningar av lika tunga poster är:

Gjuterier

Värmebehandling

Ytbehandling

Inhämtningsmöjligheten skattas till $0,5 \times 10^3$ TJ/område, således tillsammans 2×10^3 TJ/år.

Formulerandet av ett operativt program för FoU-aktiviteter måste föregås av en noggrann kartläggning av förekommande "energispill" både internt inom företagen och lokalt inom respektive region (kommun eller motsvarande). Denna kartläggning av nuläget måste dessutom kompletteras med en prognos om den sannolika framtida utvecklingen, om särskilda åtgärder inte insätts, och uppdelas på motsvarande sätt.

På läns- och riksplanet bör utredas möjligheten att via tillståndsprövning, finansieringspolitik m m påverka sådan framtida lokalisering av industrier att optimal energianvändning möjliggörs. Exempel på sådan lokalisering kan vara produktion av högttemperaturrenergi (från exempelvis HTGR, högttemperatur-gaskyld kärnreaktor) i kombination med produktion av järn- och stålprodukter. Denna stålproduktion genererar förlustenergi av sådankvalitet att den i vissa fall kan utnyttjas vid produktion av papper och pappersmassa. Förlustenergin vid det sistnämnda produktionsskedet kan i sin tur utnyttjas vid uppvärmning av den omgivande infrastrukturen (bostäder, skolor, övriga byggnader, gator m m). Svårigheten med sista utnyttjningssteget är variationen i behovet av värme över året.

Den FoU som erfordras för framtagande av system och kompo-

menter som möjliggör utnyttjande av dessa förlustenergier är väsentligen av karaktären produktutveckling, med undantag för de högsta och lägsta temperaturintervallen.

Behovet av statligt stödd FoU är således mest markant inom kartläggnings- och utredningsfasen, vilken bör utföras under de första två tredjedelarna av tioårsperioden. För system och komponentutvecklingen förordas statligt delstöd. Beloppsmässigt blir denna fas, trots den relativa lägre betydelsen, större än föregående fas och har sin tyngdpunkt under den senare två-tredjedelen av perioden.

Enligt projektkatalog erhålls (kostnad i Mkr):

	Period år	Manår antal	kostnad	Utrustning kostnad	Total kostnad	Statlig andel kostnad
Kartläggning utredning	1 - 6	15	3	-	3	2
Utv.system o komponent	4 - 10	30	6	6	12	6

I projektkatalogen redovisas ett antal konkreta projekt. Fleura av dessa kan starta omedelbart, men en säkrare prioritering och värdering av möjlig hemtagning kan göras först sedan ovanstående kartläggningar verkställt.

Den totala inhämtningsmöjligheten inom detta problemområde utgör knappt 5 % av landets totala energibalans. Vi bedömer att ca hälften härav är relativt lätt att inhämta. För detaljuppgifter hänvisar vi till delområdesbeskrivningarna samt till projektkatalogen.

3 Återanvändning av material

Nyframställning av metaller ur malmråvaror är väsentligt mer energikrävande än omsmältning av skrot. Genom recirkulation av metall kan således väsentliga besparingar göras. För järn och stål är denna skrothantering relativt väl ordnad som situationen är i dag och mycket mer kan förmodligen inte göras. Men när det gäller metaller, och då i första hand aluminium,

kan ett organiserat insamlande ge goda effekter, vilket vi-
sats i USA. Med tanke på recirkulation borde man redan på
konstruktionsstadiet se till att utformningen blir "skrot-
vänlig" och t ex undvika olämpliga metallkombinationer. Be-
hovet av statligt stödd FoU härför är ringa och har hänförs
beloppsmässigt till problemområde 1.

4 *Processgruppering*

Härmed avser vi ändringar i processkedjan medförande ute-
slutning av energikrävande steg. Det ur kvantitativ synpunkt
väsentligaste är eliminering av en eller två svalnings- och
värmesteg vid tillverkning och bearbetning av stål. Detta är
en av de väsentliga FoU-insatser som medtas i vårt program.

En betydande energibesparing kan åstadkommas vid ståltill-
verkning genom övergång från gjutning i kokill till sträng-
gjutning, varvid götvärmning och götvalsning utesluts ur pro-
cessen. Om metodik för indikering av ytliga och inre fel på
varmt material utvecklas är det möjligt att företa ämnesbe-
handling direkt utan avsvälning och inbespara ett uppvärm-
ningsförlopp. En fördel kan även vara den härmed vunna snab-
ba materialgenomgången genom processen, som kan minska mäng-
den material i arbete.

På olika håll i landet studeras olika direktstålsprocesser.
Det är önskvärt att samordna de insatser som görs för att
säkrare och med mindre kostnader nå målet. Direktstålspro-
cesserna medför energibesparing genom uteslutning av bl a
sintringssteget och överföringsförluster mellan de konven-
tionella processtegen. En mycket väsentlig fördel är därtill
att man blir relativt oberoende av storleksskalan; såväl
mindre som större verk kan baseras på denna teknik. Om detta
kombineras med stränggjutning och direktbearbetning kan en
kompakt anläggning erhållas. Genom utformning av delproces-
serna med omtanke kan man i stort eliminera behovet av att ha
personal invid utrustningarna, vilka kan isoieras från om-
givningen genom inbyggnad och på så sätt mycket väsentligt
reducera energibehovet för lokalkomfort. Ett mycket intres-
sant projekt för praktisk utprovning av denna lösning för

det framtida järnverket är att bygga en pilotanläggning i lämplig skala (se nedan Stålverk 1990). Ett svalnings- och värmningssteg kostar ca 0,66 GJ/ton, vilket motsvarar omkring 4 000 TJ/år för vår nuvarande produktion. Det är möjligt att inhämta två steg. Hänsyn måste också tas till att återuppvärmningen inte sker förlustfritt. Därtill kommer en möjlig inhämtning av 2 GJ/ton vid eliminering av processsteget sintring.

Inom verkstadsindustrin kan även inbesparingar av denna karaktär göras om man genom normändring möjliggör uteslutning av avspänningsglödning i de fall då det är möjligt. I många fall måste nu denna värmebehandling företas utan att vara motiverad ur hållfasthetssynpunkt.

För insatser inom detta problemområde förordas statligt delstöd vid utvecklingsarbetet.

Enligt projektkatalog erhålls (kostnad i Mkr):

Period	Månår		Utrustning kostnad	Total kostnad	Statlig andel kostnad
	antal	kostnad			
1 - 6	25	5	5	10	5

5 Processförbättring

Härmed avser vi FoU-insatser för att höja energiutbytet i olika processer eller processteg. Ett mycket stort antal projektförslag har framförts. Många av dessa är i och för sig intressanta men har för energibesparing endast marginella effekter. Vi har därför inte fört fram dem under denna rubrik utan hänvisar till projektkatalogen.

Ett antal projekt av karaktär "processförbättring" ingår i den kedja av FoU-insatser som leder till en större återhämtning i form av "processgruppering". I många fall är därför inplaceringen av ett projekt mer eller mindre godtyckligt vald.

Därtill kommer att projekt med denna karaktär även kan ha en effekt på arbetsmiljön, t ex minskning av giftiga utsläpp eller minskning av besvärande värmeavgivning till lokaler. Även detta medför att vår problemgruppering inte kan vara distinkt.

Som framgår av projektkatalogen har vi gjort uppskattningar av möjlig återhämtning endast för några få förslag. Detta får inte tolkas så att flertalet projekt är ointressanta ur inhämtningssynpunkt utan så att bättre siffermässigt underlag behövs innan en värdering och prioritering kan genomföras. De största energiinhämtningarna kan göras i samband med värmningsförlopp, och detta gäller hela branschområden och omfattar framför allt de processer som behandlas i moment 1.4.5 "Gemensamma processer". Projektkatalogen ger en god bild av detta.

Värmebehandlingsprocesser är ur energiupptagningsynpunkt, alltså energi upptagen i materialet, nära noll-processer, varför här finns teoretiska möjligheter till nykonstruktioner baserade på värmecirkulation i slutna kretsar.

Inom detta problemområde förordas liksom inom föregående statligt delstöd till FoU. Tidsperspektivet är hela perioden med tyngdpunkten förlagd till mitten och slutet av tioårsperioden.

Enligt projektkatalog erhålls (kostnad i Mkr):

Period år	Manår antal	Utrustning kostnad	Total kostnad	Statlig andel kostnad
1 - 10	60	12	6	18
				9

— — —

"Stålverk 1990" - prototypprojekt

Om vi når fram till en process för direkt framställning av valsade stålprodukter från malm utan avbrott är en hemtagning i storleksordningen 5 GJ/ton möjlig. Detta är dock möj-

ligt endast sedan några svåra metallurgiska och bearbetningstekniska problem klarats genom FoU-insatser. Detta är således en lösning på lång sikt. Denna målsättning kan uppdelas på två delmål:

- a. Direkt stålframställning
- b. Direkt bearbetning utan svalning

Metoder för direkt stålframställning från malm (direkt reduktion) bearbetas för närvarande på olika håll. Vi har påpekat behovet av samordning. Direkt bearbetning av stål utan svalning innebär i princip övergång till stränggjutning.

Om dessa delmål uppfylls kan en byggnad av ett prototypverk, så som skisserats i stålutredningens arbetsmiljöprojekt "Stålverk 1990", göras. I detta verk ges då möjlighet att omsätta ovan skisserade utvecklingssteg i praktiken, och samtidigt kan det utgöra en förebild för det framtida järnverket, speciellt vad avser energi och miljö.

Genomförandet av ovan nämnda projekt ger svensk stålindustri möjlighet att även i framtiden behålla sin internationellt framskjutna position.

Någon uppskattning av kostnaden för detta projekt har inte gjorts då dels tillförlitligt underlag saknas, dels prototyp- och pilotprojekt inte ingår i de program kommittén har att presentera. Målet innebär en krävande satsning och statligt stöd är angeläget.

6 Arbetsmiljö - Lokalkomfort

Som framgår i delområdesbeskrivningarna utgör energi för lokalkomfort, dvs värme, ventilation och belysning, en stor andel av den totala energikonsumtionen. Inom verkstadsindustrin är den mer än hälften och för en del verkstäder uppemot 100 %. Inom en så tung industri som skeppsvarv utgör andelen ca 60 %. Ett exempel från energikrisen ger också en uppfattning om betydelsen. I en verkstad kunde man under

denna period minska elförbrukningen med 27 %, varav 20 % hänfördes till reducerad belysning, och oljekonsumtionen kunde minskas med 20 % genom minskning av ventilationen.

Även inom stål- och metallindustrin är energibehovet för lokalkomfort stort. Från ett stålverk har uppgivits att spillvärmekvantiteten balanserar mot energimängden för dessa ändamål. Spillvärme kan således med lämpliga medel utnyttjas för att täcka en del av det egna lokalkomfortbehovet. Olika processer kan genom FoU-insatser för tekniska förbättringar göras mer miljövänliga och därmed minska behovet av ventilation. Detta gäller i stort hela branschområdet. Genom lämplig planering och organisation av byggnader kan säkerligen avsevärda energimängder inbesparas.

Ventilationssystem i vilka ventilationsluft recirkuleras efter rening ger potentiella besparingar även i gruvor.

Det är angeläget att en ingående analys görs av de komponenter som ingår i arbetsmiljön: värme, ventilation, belysning, buller m fl och att på basis härav dels rekommendationer lämnas, dels vettiga normer fastställs. Analysen bör understödjas av en FoU-insats för analys och förslag till utformning av arbetskläder för olika typer av arbete och omgivning, exempelvis för stillasittande monterings- eller kontorsarbete respektive tyngre arbete. En sådan insats kan ge stora inverknings på behovet av energi för lokalkomfort. I lokalkomfortstudierna ingår givetvis analyser av kombinationerna, lokal respektive allmän, belysning och ventilation.

Vid hearings har vissa uppgifter lämnats över energikonsumtionen för lokalkomfort. Siffrorna måste dock betraktas som osäkra. Lokalkomfortenergiebehovet inom branscherna synes utgöra ca 30 % av den totala energikonsumtionen.

Fördelningen på ingående delområden visas nedan:

	<u>10³ TJ (år 1970)</u>
Gruvor	11,6
Järnverk	18,7
Metallverk	5,6
Verkstäder	<u>30,1</u>
Totalt	66,9

Påverkansmöjligheter

Möjligheter att genom forsknings- och utvecklingsinsatser påverka energibehovet inom detta problemområde utreds inom EPK av annan arbetsgrupp. Vi vill ändock peka på vissa intressanta delproblem.

Ventilation

Möjligheten att åstadkomma lokal ventilation samt inkapsling av emitterande utrustning för att minska ventilationsbehovet utreds. Detta som motsats till en i dag normal praxis med allmänventilation.

I ett stort antal processer är det möjligt att genom processförändringar och förbättringar minska mängden av avgivna miljöstörande emissioner. Redovisning härav lämnas i projektkatalogen.

Belysning

För detta gäller i princip samma som ovan för ventilation. Här synes en kraftfull insats vara nödvändig för att genom forskning och utveckling klarlägga hur en riktig belysning skall åstadkommas för olika typer av arbetsplatser med individuella krav på belysningsprestanda. Det är väsentligt att inte normer och standard utformas så att detta dynamiska belysningstänkande försvåras.

Arbetskläder

Vi vill särskilt trycka på möjligheterna att reducera uppvärmnings- och kylningsbehov samt att förbättra trivselen genom ändamålsenlig utformning av arbetskläder. Nya material ger möjlighet att konstruera arbetsbeklädnad som bättre samverkar med omgivningens klimat för att vidmakthålla ett behagligt "inne"-klimat.

Vid planering av nya arbetsplatser bör utformningen styras av den förutsedda processen så att en god integration av ingående komponenter erhålls, dvs samspelet mellan människa, maskin och lokalkomfort.

I projektkatalogen har vi specificerat en del inom detta område intressanta projekt. För den systematiska behandlingen hänvisas till expertbilaga D avseende lokalkomfort, varur även uppgifter om tid och kostnad erhålls.

7 *Driftsövervakning - vardagsrationalisering*

Genom relativt enkla åtgärder kan väsentliga energimängder inbesparas. Det visade sig vid exempelvis den senaste energikrisen möjligt att göra besparingar genom en viss omsorg. Medel att även på längre sikt upprätthålla dylika besparingsåtgärder bör studeras.

I stor omfattning sker ett visst energislöseri genom att elektriska apparater av olika slag får gå i tomgång i onödan i stället för att avstängas. En lämplig FoU-insats är att ta fram för detta ändamål avpassade prisbilliga automatiskt verkande brytare, exempelvis med mekaniska givare eller effektavkännare.

Statligt stöd för FoU inom detta problemområde förordas endast i relativt begränsad omfattning då arbetet huvudsakligen är av produktutvecklings- eller intern produktionsplaneringskaraktär.

Enligt projektkatalog erhålls (kostnad i Mkr):

Period år	Manår antal	Manår kostnad	Utrustning kostnad	Total kostnad	Statlig andel kostnad
1 - 3	5	1	1	2	0,5

8 Energiutbildning - energiinformation

Med den ökande vikt som nu läggs på energifrågor och då det som här visats finns många potentiella källor till energiinhämtning vid större industrier- och då i första hand vid stål- och metallindustrier - föreligger nu ett behov av välutbildade energiingenjörer vilka kan svara för detta ansvarsområde. Detta skulle ge större tyngd och möjlighet åt befintliga värmetekniska avdelningar att göra insatser för bättre energihushållning.

"Energiutbildning" och "energiinformation" bör på längre sikt leda till energibesparingar och bättre utnyttjande av energi också genom inverkan på val och skötsel av energikrävande utrustning. Större verk med egna kvalificerade värmetekniker klarar detta själva, men för industrier som saknar egna resurser i detta avseende vore en tillgång till konsulterande energiingenjörer av värde. En lösning för mindre industrier vore att knyta energiingenjörer till exempelvis en organisation av samma typ som företagareföreningarna.

Någon statligt stödd FoU inom detta problemområde är inte nödvändig, utan en beredvillighet att medverka vid finansieringen av genomförandet, i samråd med respektive branschorgan, är det stöd problemlösandet kräver.

1.3.4 FoU-resurser

Resurskartläggning

Inom våra branscher bedrivs forskning och utveckling dels inom större företag, dels i branschforskningsorgan samt slutligen vid institutioner vid de tekniska högskolorna.

En kartläggning av befintliga FoU-resurser inom universitet och högskolor sker inom EPK och redovisas i annat avsnitt, varför vi här endast översiktsmässigt listar dem.

Resurser per område (exklusive företagsinterna):

Bransch	FoU-resurs
1	Mineraltekniska forskningslaboratoriet i Stråssa
2, 3	Metallurgiska forskningsstationen i Luleå Institutioner vid KTH (metallurgi) samt vid Chalmers tekniska högskola Tekniska högskolan i Luleå
4	IVF (institutet för verkstadsteknisk forskning) Institutioner vid: KTH, CTH, LTH, Luleå TH, Linköpings högskola

Ökning av resurser

Befintliga resurser för forskning och utveckling vid industrilaboratorier, branschforskningsinstitut och högskoleinstitutioner är i stort tillräckliga för att klara en betydande satsning på energibesparande forskningsinsatser inom avdelning B 1. Vad som kan krävas är en omdisposition och någon förstärkning med forskare samt utrustning, som i så fall inräknats i framlagda projektförslag.

En för området mycket väsentlig resursökning är behövlig, nämligen utbyggnad av vissa institutioner vid KTH (värme- och ugnsteknik, ångteknik) för utbildning av energiingenjörer. En sådan utbyggnad ger samtidigt en erforderlig ökning av forskningsresurserna inom området. Som visats i programmet är de väsentligaste potentiella energinhämtningarna att finna i återanvändning av förlustvärme samt effektivitetsökning i termiska processer.

Tabell 1.4: Sammanställning av FoU-kostnader för föreslagna projekt (belopp i Mkr):

Problem	Period År	Resursbehov:			Total- kostnad	Statlig andel kostnad
		Manår	Utrustning Antal Kostn	Kostnad		
Energian- vändnings- analys	1 - 3	10	2,0	-	2,0	1,5
Tillvara- tagande av spillvärme	1 - 6	15	3,0		3,0	2,0
	4 - 10	30	6,0	6,0	12,0	6,0
Process- gruppering	1 - 6	25	5,0	5,0	10,0	5,0
Process- förbättring	1 - 10	60	12,0	6,0	18,0	9,0
Driftsöver- vakning, vardags- rationa- lisering	1 - 3	5	1,0	1,0	2,0	0,5

1.3.5 Slutsatser

För den första treårsperioden erhålls vid summering av inkomna projektförslag behov av en genomsnittlig statlig satsning på ca 3 Mkr/år, för den andra treårsperioden drygt 3 Mkr/år och för den sista treårsperioden knappt 3 Mkr/år. Detta beror på den brist på konkreta förslag till FoU-aktiviteter som helt naturligt föreligger för slutet av en period med så lång planeringshorisont som tio år.

Erfarenhetsmässigt genererar en startad långsiktig satsning successivt nya goda FoU-projekt samt kräver genomförandet av startade projekt ökande satsningar med tiden tills prototyp- eller pilotprojekt kan igångsättas, varvid en helt annan storleksordning på insatserna krävs.

Mot bakgrund av detta föreslår vi att för statligt stöd till FoU inom energiområdet, för branscherna inom område B 1, den första treårsperioden i genomsnitt 6 Mkr/år avsätts, för den

andra treårsperioden ca 8 Mkr/år samt för den sista perioden ca 7 Mkr/år. Detta ger en totalsatsning på ca 60 Mkr under tioårsperioden. Dessa belopp fördelas på respektive problemområden enligt nedan.

Tabell 1.5: Kostnadstotal för FoU-program uppdelad på problemområden

	Totalt (Mkr)	Period (år)		
		1-3	4-6	7-10
Energianvändningsanalys	3,5	3,5	-	-
Tillvaratagande av spillvärme	20,0	5	10	5
Processgruppering	10,0	3	5	2
Processförbättring	25,0	5	10	10
Driftsövervakning - vardagsrationalisering	1,5	1,5	-	-
Summa	60	18	25	17

1.4 Delområdesbeskrivningar

Dessa delområdesbeskrivningar är upplagda så, att vi först ger en scenariobeskrivning och därefter en problemanalys av varje delområde för sig.

1.4.1 Gruvindustri

Svensk gruvindustri består av två huvudgrenar: järnmalmsgruvor och andra malmgruvor. De senare bearbetar metallmineral vilka i allmänhet är bundna till svavel och därför går under samlingsnamnet sulfidmalmer. Mätt efter produktionens värde svarar järnmalmsgruvorna för drygt 80 % och sulfidmalmsgruvorna för nära 20 % av den totala tillverkningen. Gruvindustrins andel av hela industrins förädlingsvärde uppgick år 1971 till 2 %, och den sysselsatte 1,5 % av samtliga industrianställda. Förädlingsvärdet per anställd var ungefär två gånger högre än inom industrin i allmänhet.

Energiförbrukningen inom gruvindustrin uppgick år 1971 till

totalt $19,2 \times 10^3$ TJ. Fördelningen på olika energislag samt den prognoserade förbrukningen fram till år 2000 (enligt EPU 1974) framgår av tabellerna 1.2 och 1.3 i moment 1.2.4.

Struktur

För närvarande finns ca 80 arbetsställen för brytning av järn- eller sulfidmalm. Antalet arbetsställen överensstämmer icke med vad man i dagligt tal kallar gruvor. Gruppen medelstora arbetsställen med ett arbetarantal mellan 50 och 100 dominerar. Av den totala produktionen av järnmalmsprodukter kommer ca 85 % från de tre största enheterna - Kiruna, MalMBERGET och Grängesberg.

Den helt dominerande malmtypen är av fosforrik karaktär, men genom relativt långtgående nedmalning har fosforfattiga produkter kunnat framställas.

De flesta och största sulfidmalmsgruvorna förekommer inom det sk Skellefteåfältet i Västerbotten. De mellansvenska sulfidmalmsgruvorna representerar den mindre andelen av den totala sulfidmalmsproduktionen. En viss internationell verksamhet från gruvindustrins sida förekommer. Denna verksamhet har delvis varit betingad av att företagens kapacitet att framställa metaller varit större än vad som svarat mot den inhemska malmproduktionen.

Produktivitet

Sedan tiden för andra världskriget till början av 1970-talet har antalet anställda vid de svenska gruvorna i det närmaste varit oförändrat. Under motsvarande period har däremot produktionen mätt i ton utvunnen malm per anställd konstant ökat.

Stora sammanhängande malmkroppar ger möjlighet att använda massbrytningsmetoder, vilket medför sänkta kostnader. Vid brytning i dagbrott, där förutsättningarna att utnyttja stora maskinella enheter och förenklade interna transporter är goda, blir detta särskilt fallet. Vid de svenska gruvorna

är dock dagbrytning ett passerat stadium. Det finns nämligen en gräns för dagbrottsbrytning av djupgående malmer vilken närmast bestäms av stabilitetsförhållandena i dagbrottets väggar.

Prognoser

För sulfidmalmsgruvorna torde några större förändringar i produkternas omfattning inte vara aktuella för den närmaste perioden. Utsikterna för järnmalmsgruvorna är svårare att bedöma. En vidare utveckling såväl kvantitets- som kvalitetsmässigt är att förvänta, även om expansionen blir mindre markant än under 1960-talet.

Arbetsprocesser

Den egentliga gruvbrytningen innebär att malmen bryts och transporteras till ovanjordsanläggningarna för behandling. Eventuellt tillkommer en återfyllnad av utbrutna rum. Brytningsarbetet innebär i huvudsak borrhning, sprängning, lastning samt transport av malmen till störttschakt. Behandlingen av malmen i ovanjordsanläggningarna har tre syften, nämligen att krossa och mala malmen, att avskilja "ofyndigt" material, dvs sovra och anrika malmen till slig, samt slutligen att agglomerera eller sintra produkten, om den är mycket finkornig.

De färdiga produkter som lämnar gruvorna utgörs av styckemalm, av slig - dvs finmald anrikad malm - eller av kulsinter. Kulsintring är beteckningen för en speciell teknik som utvecklats inom järngruveindustrin och som innebär att finmald fuktig slig i stora trummor rullas samman till kulor av 10-15 mm:s diameter som sedan bränns till kulsinter. Metoden gör det möjligt att tillvarata mycket finkorniga koncentrat, som erhållits efter långt driven nedmalning av malmen. Det har också visat sig att kulsinter avsevärt ökar masugnens kapacitet, vilket ytterligare stimulerat världens kulsinterproduktion under de senaste åren. En alternativ metod går ut på att kallbinda de rullade sligkulorna, varvid bindningen sker medelst cementblandning.

Energistruktur

Energistrukturen i en gruva är starkt beroende av gruvtyp och malmbehandling, exempelvis i dagbrott eller i underjordsbrytning. Malmens metallandel, med kopparhalter i storleksordningen 1 % och järnhalter på 60 %, ställer särskilda krav på de följande anriknings- och sinterprocesserna.

Energiförbrukningen vid modern gruvdrift fördelas på de olika processtegen ungefär enligt tabell 1.6.

Tabell 1.6: Fördelning av energikonsumtionen på olika processteg

	El %	Olja %	Totalt %
Gruvdrift	40	20	27
varav: ventilation och pumpning	15	10	12
tryckluft	8	-	3
dieselolja	-	10	6
uppfordring, belysning m m	17	-	6
Malmbehandling	56	70	65
varav: krossning	5	-	2
sovring	5	-	2
anrikning	30	5	14
kulsintring	16	65	47
Övrigt (verkstäder, kontor m m)	4	10	8
Summa	100	100	100
Fördelning på el och olja	35	65	100

Kommentar: Data avser LKAB 1972. Malmproduktion ca 24 Mton, varav 8 Mton kulsinter, järnhalt 40-60 % i ren malm.

Variationerna kring dessa värden i olika gruvor är stora.

Problemanalys

För att möjliggöra en systematisk behandling av orsakasambanden mellan energibehov och processavsnitt har, huvudsakligen utifrån resultat vid hearings, indelning i tre olika problemområden gjorts:

1. Miljö i gruva
2. Arbetsprocesser i gruvan
3. Bearbetning av malm

Denna problemformulering utgör ingen rangordning.

Miljö i gruva

Kraven på god arbetsmiljö vid gruvhantering har gjort att främst ventilationsanläggningarna successivt måst få ökade prestanda både avseende luftens kvalitet och kvantitet. Av den totala energiförbrukningen vid gruvhantering under jord åtgår 30-40 % för drift av ventilationsanläggningarna. Av denna energiförbrukning är tre fjärdedelar hänförliga till ökat ventilationsbehov genom införande av dieseldrivna arbetsfordon. Resterande fjärdedel hänförs till bortventilation av skjutgaser, damm, radon m m. Behovet av ökad "avsiktlig" ventilation har ökat också genom att tryckluftsdrevena arbetsredskap nästan helt försvunnit.

Målformulering

Minimera energibehovet vid ventilation med upprätthållande av god arbetsmiljö. Två alternativa angreppssätt finns: dels genom effektivisering av ventilationsprocessen, dels genom reduktion vid emissionskällan.

Programförslag

Kort sikt:

- Tillvaratagande av värme ur ventilationsfrånluft. Viss satsning härvidlag har gjorts och görs, bl a vid LKAB i Kiruna. Problemen är främst de små tem-

peraturdifferenserna - något som ger stora och dyrbara anläggningar - samt den fuktighet från luften innehåller vilket ger frysningsproblem vintertid.

- Reduktion av emissioner i luften. Utveckling av ur emissionsynpunkt effektivare dieselmotorer, anpassade för underjordsarbete. Marknaden för dessa motorer är så begränsad att företagsekonomiskt lönsam produktion är svår att uppnå.

Medellång sikt:

- Metoder för regenerering av ren luft ur skämd frånluft bör utarbetas. Avsevärda problem härvidlag utgör förekomsten av radongas i frånluften.
- Reduktion av störande emissioner:

Utveckling av alternativa mobila energikällor för drift av arbetsredskap. För närvarande satsas bl a på två alternativ: dels på utveckling av Stirlingmotor, vilken ur miljösynpunkt anses överlägsen dagens motorer, dels på utveckling av metall-luft-batterier för drift av gruvtruckar, varvid ett problem utgörs av det stora momentana kraftbehovet (snabba starter, lyft).

Fortsatt satsning på dessa alternativ förordas. Dessutom bör utvecklingen av energidistributionssystem för eldrivna arbetsredskap intensifieras. För lokala (inom 100 m) arbetsareor föreslås utveckling av kabelhanteringsutrustning, för regionala (inom gruvområdet) föreslås utveckling av kontaktledningsmatning till arbetsfordon. Härvidlag utgör skydd mot ofrivillig beröring ett viktigt problem. Någon typ av hybriddrift med blandade drivningssystem måste eventuellt användas.

På lång sikt kan utveckling av vätgassystem för energimatning till arbetsfordon och -redskap bli aktuell. Fördelarna därmed utgör de ofarliga restprodukterna (vatten). Nackdelarna är främst att hänföra till svårigheterna att dels erhålla helt täta distributionsystem, dels transportera vätgas i obunden form (tub, flaska m m). För sistnämnda problemområde kan utveckling av metallhydreringstekniken utgöra en möjlig problemlösning.

Arbetsprocesser i gruvan

Av den totala energikonsumtionen vid underjordsarbete - exklusive krossning, vilken hänförts till problemområdet malmbearbetning - åtgår drygt 50 % vid de egentliga arbetsprocesserna. Dessa är, kortfattat, brytning, lastning och

transport (se ovan, Arbetsprocesser). Energikonsumtionen inom detta område beror ytterst på dess samspel med övriga produktionsfaktorer i företagsekonomiskt hänseende. Möjligheten att åstadkomma reduktion av energibehovet genom statligt stödd FoU beror helt på den alternativa metodens möjlighet att bli ekonomiskt konkurrenskraftig med dagens metoder. Nedanstående problemställningar till respektive processteg har formulerats.

Brytning

Dagbrott versus underjordsbrott

I dagbrott påverkar möjligheten att få så branta slänter som möjligt energiåtgången genom att mindre mängd bergmassor behöver brytas och transporteras. Dessutom kan härvid gränsen för övergång till underjordsbrytning skjutas nedåt, vilket ur energisynpunkt är fördelaktigt, då dagbrotten är mindre energikrävande än underjordsbrotten.

Borrningsteknik

Fortsatt utveckling av elhydrauliskt drivna bormaskiner i stället för tryckluftsdrivna ger energibesparing genom minskad produktion av tryckluft, vilket ur energisynpunkt är en process med låg verkningsgrad. Denna besparing är dock liten och uppvägs delvis av det ökade behovet av direkt ventilation genom bortfallet av tryckluftens indirekta ventilation.

Lastning

Dagens teknik innebär användning av dieselarbetsfordon. Problemen härmed bedöms ovan under avsnittet Miljö i gruva.

Transport

För att få ökad användning av kontinuerliga transportörer (bandtransportörer), vilka reducerar behovet av dieseltransportörer, krävs att två problem löses: dels att okrossat

gods i styckevikter på upp till 2 ton kan transporteras, dels att brandrisken med dagens gummitransportband elimineras.

Bearbetning av malm

Av statistiken framgår att anrikning och kulsintring kräver mer än hälften (60 %) av den totala energiförbrukningen. Tendensen är dessutom ökande, dels genom allt fattigare malmer, dels genom övergång till alltmer förädlade produkter. Detta medför behov av effektivisering av framför allt kulsinterprocessen. På kort sikt åstadkommes detta genom utveckling av utrustning för tillvaratagande av överskottsvärme för i första hand uppvärmningen av byggnader i anslutning till kulsinterverket. Problem vid utnyttjande av överskottsvärmet är dels stoftinnehållet i rökgaserna, dels de frätande syror som utfälls i rökgasvägarna. Även utrustning för effektiv processreglering behöver vidareutvecklas. På lång sikt bör ökat studium ägnas möjligheten att i ökad omfattning lokalisera kulsinterverk i anslutning till masugn. Fördelarna härvid är möjligheterna att använda masugnarnas gas som bränsle till kulsinterprocessen och möjligtvis också att beskicka ugnen med kulsinter av hög temperatur utan mellanliggande avsvälning. Problemen uppstår vintertid, då den osintrade malmen under transport från gruva till järnverk på grund av den höga fukthalten kan frysa.

I kulsinterprocessen har effektiviseringen av värmeprocessen varit avsevärd under en tioårsperiod från 1962 med 33 l olja/ton kulsinter till 1973 med 10 l olja/ton. Utvecklingen på detta område fortsätter, och målsättningen är 5 l olja/ton kulsinter. Möjligheten att använda kol i pulver- eller gasform som bränsle vid processen studeras för närvarande.

Ett alternativ till sintring av kulor efter kulrullning av slig är kallbindning av kulorna genom inblandning av bindemedel (cement). Härvid bör dock beaktas att framställning av bindemedel är energikrävande. För det slutliga valet av metod är även lokala och metallurgiska synpunkter avgörande.

På grund av att vätkemiska processer ofta används i anrikning blir torkning av slig en energikrävande hantering. Minst energikrävande är vakuum- och centrifugteknik. Utveckling av konkurrenskraftiga energisnåla anrikningsprocesser liksom metoder för avvattning av slig och sligavfall bör stimuleras.

1.4.2 Järn- och stålindustri

Järn- och stålindustrin har ca 65 000 anställda, vilket motsvarar 7 % av hela den svenska industrins sysselsättning. För år 1970 uppgick förädlingsarbetet till 3 000 Mkr och samluvärdet till 6 000 Mkr.

Järn- och stålindustrin är i hög grad inriktad mot export, och svenskt stål har av tradition ett mycket gott anseende. Sverige har således en stark ställning som producent och leverantör av specialstål.

Produktionen av specialstål uppgår till närmare 30 % av den totala råstålsproduktionen, medan motsvarande värde för andra högt industrialiserade länder som USA och Japan är drygt 10 %. Sverige svarar i dag för ca 8 % av världsproduktionen av rostfritt stål. För vissa specialstål är vår andel över 10 %. Vår totala stålproduktion är dock endast 1 % av världsproduktionen.

Den svenska exportvolymen av järn och stål visade under 1960-talet en genomsnittlig ökning med 11,5 % per år, vilket i värde motsvarade en årlig exportökning med 200 à 400 Mkr. Stora krav kommer att ställas på den svenska stålindustrin, framför allt gällande utveckling av process- och produktionsteknik men även produktutveckling.

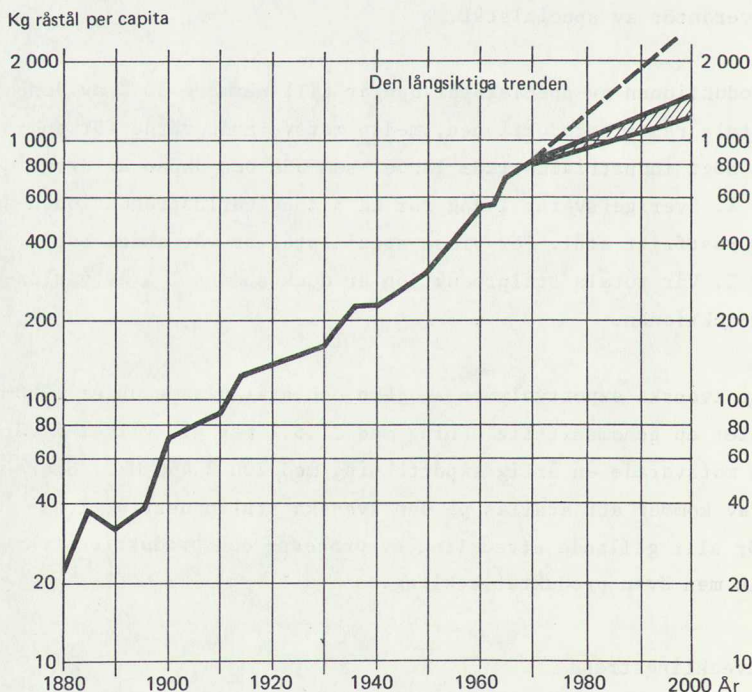
Utvecklingstrend

Förbrukningen av handelsfärdiga stål i Sverige har under efterkrigstiden ökat med 5,5 % per år. Expansionen har i första hand berott på den starka produktionsökningen inom verkstadsindustrin (6,5 à 7 % per år). Verkstäder inklusive varv

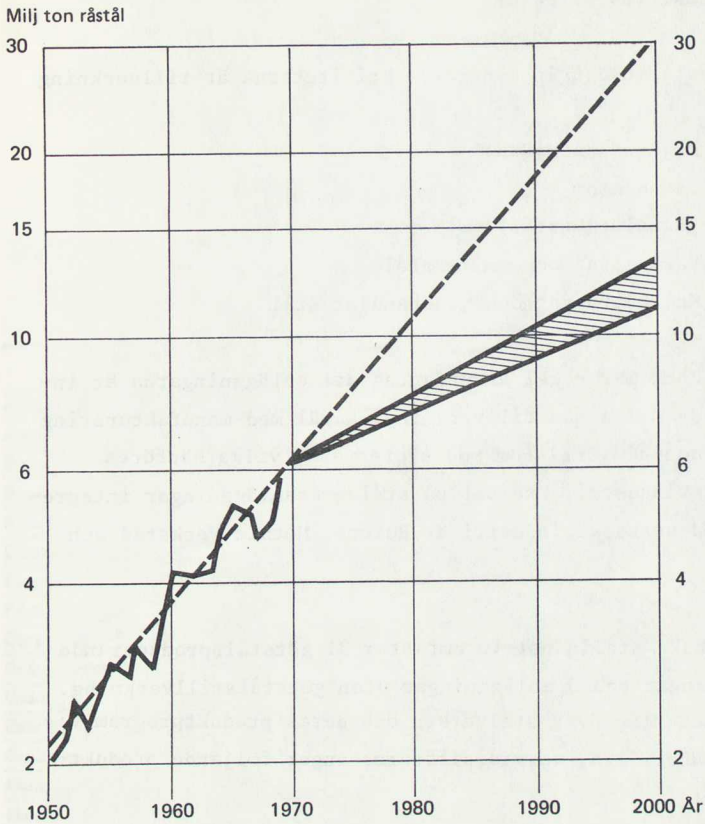
svarar för fem sjättedelar av landets stålförbrukning. Den totala konsumtionsökningen i världen har varit något högre än vår, 6 % per år.

Vår svenska stålproduktion räknat per capita har under en 100-årsperiod visat en nära konstant ökning, figur 1.1. (Svensk Stålindustri 1970-2000, Jernkontoret).

Jernkontoret beräknar att stålkonsumtionen kommer att stiga från dagsläget 740 kg/capita till 1 100 à 1 300 kg/capita år 2000. Dessa data ger det råstålsbehov som visas i figur 1.2. I denna utredning bedömdes den sannolika utvecklingen ligga inom det streckade fältet. Med tillkomsten av Stålverk 80 och annonserade andra utbyggnader torde stålförbrukningen i stället nära följa den streckade trendlinjen.



Figur 1.1: Stålkonsumtionen per capita 1880-2000



Figur 1.2: Stålförbrukningen år 2000

Tabell 1.7: Försörjningsbalanser för handelsfärdiga stål (Mton)

	Handelsstål		Specialstål	
	1965	1975	1965	1975
Produktion	2,50	3,54	0,75	1,47
Import	1,27	1,47	0,07	0,05
Export	0,59	0,83	0,36	0,75
Förbrukning	3,07	4,18	0,45	0,77

Stålindustrins struktur

De för stålindustrin centrala aktiviteterna är tillverkning av:

- Råjärn (tackjärn)
- Järnsvamp
- Råstål (götstål)
- Varmvalsat och smitt stål
- Kallbearbetat och ytbehandlat stål

Det är dock mer regel än undantag att anläggningarna är integrerade med annan tillverkning, såväl med manufakturering (verkstadsindustri) som med sinterverk, vilka hänföres till gruvindustri. Exempel på stålverksanläggningar integrerade med verkstadsindustri är Bofors, Motala Verkstad och Bulten.

Den svenska stålindustrin omfattar 31 götstålsproducerande anläggningar och 9 anläggningar utan götstålltillverkning. En förteckning över stålverken och deras produktprogram visas i tabell 1.8, varvid siffrorna anger följande produktgrupper:

1. Råjärn och ferrolegeringar
2. Verktygsstål
3. Rostfria stål
4. Konstruktionsstål
5. Varmvalsat handelsstål
6. Plåt
7. Rör
8. Kallvalsat bandstål och plattråd
9. Kallbearbetad stånd och tråd
10. Manufaktur: smide, ringar, hjul, gjutgoods, valsar, fjädrar m m
11. Pulvermetallurgiska produkter, hårdmetall

Tabell 1.8: Svenska stålverks produktprogram

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Airco Alloys	•										
Avesta	•		•							•	
Bofors		•	•	•					•	•	
Boxholm				•	•				•		
Bulten-Kanthal			•		•			•	•	•	•
Domnarvet				•	•	•		•	•	•	
Fagersta	•	•	•	•	•		•	•	•	•	
Ferrolegeringar	•										
Garphyttan			•					•	•	•	
Gränges Nyby			•								
Gränges Oxelösund	•				•	•	•				
Gränges Guldsmedshyttan ..	•										
Gullspång	•				•						
Hallstahammar				•	•					•	
Halmstad					•					•	
Höganäs	•		•								
Kockum										•	
Kohlswa			•	•						•	•
Lesjöfors		•	•	•	•			•	•	•	
Motala Björneborg					•					•	
Norrbotten	•			•	•	•		•		•	
Qvarnshammar					•						
Sandviken		•	•	•				•	•	•	•
SKF STÅL				•			•	•	•	•	
Smedjebacken				•	•						
Surahammar	•		•	•		•				•	•
Söderfors		•	•						•	•	
Uddeholm		•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Wirsbo							•			•	
Äkers	•									•	

De svenska stålverkens lokalisering är tekniskt-historiskt betingad. Flertalet anlades under en tid då nära tillgång till skog och malm var avgörande. Endast tre större järnverk har anlagts under de senaste 50 åren (Oxelösunds, Norrbottens och Halmstads järnverk). Samtliga dessa har anlagts vid kust, såsom följd av förändrade lokaliseringsbetingelser.

De svenska verken kännetecknas allmänt av en långt driven integration. Relativt många järnverk ingår i bruksföretag som också bedriver skogsbruk. Detta var vid deras tillkomst en naturlig integration på grund av träkolets betydelse för järnhanteringen.

Ofta ingår flera järnverk i samma företag eller samma koncern. 26 av de 40 anläggningar som här inräknats ingår i åtta järnverksgrupper. Som exempel kan nämnas:

Fagersta Bruks AB:

Fagersta, Österby, Långshyttan, Forsbacka och Horndal

Uddeholms AB:

Hagfors, Degerfors, Storfors och Persberg

I jämförelse med andra branscher består stålindustrin av relativt stora företag. Hälften av företagen har över 2 000 anställda och endast fyra har mindre än 400 anställda.

Utvecklingen under de senaste hundra åren har inneburit en kraftig minskning av antalet anläggningar, t ex:

	<u>1860</u>	<u>1960</u>
Masugnar	229	11
Varmbearbetningsverk	440	33

Vid en tonnagemässig jämförelse med verk i de stora stålproducerande länderna är de svenska verken tämligen små. Framför allt gäller detta handelsstålverken. Om svenska specialstålverk jämförs med likartade verk utomlands blir bilden en annan. I vissa specialiteter hör några svenska verk till de största producenterna, t ex:

Avesta, Nyby	rostfri plåt
Garphyttan	ventilfjädertråd
Kanthal	elektriskt motståndsmaterial
Sandvik	sömlösa rostfria rör, kallvalsade band, hårdmetallprodukter
SKF	kullagerstål
Uddeholm	verktygsstål

Internationellt relativt stora med avseende på sina produkter är även:

Oxelösund	grovplåt
NJA	fartygsprofiler
Halmstad	armeringsstål

Tillverkningsteknik

De väsentligaste råvarorna för stålframställning är malm och skrot. Man kan tala om malmbaserade respektive skrotbaserade verk.

De malmbaserade verken omfattar följande tillverkningsled:

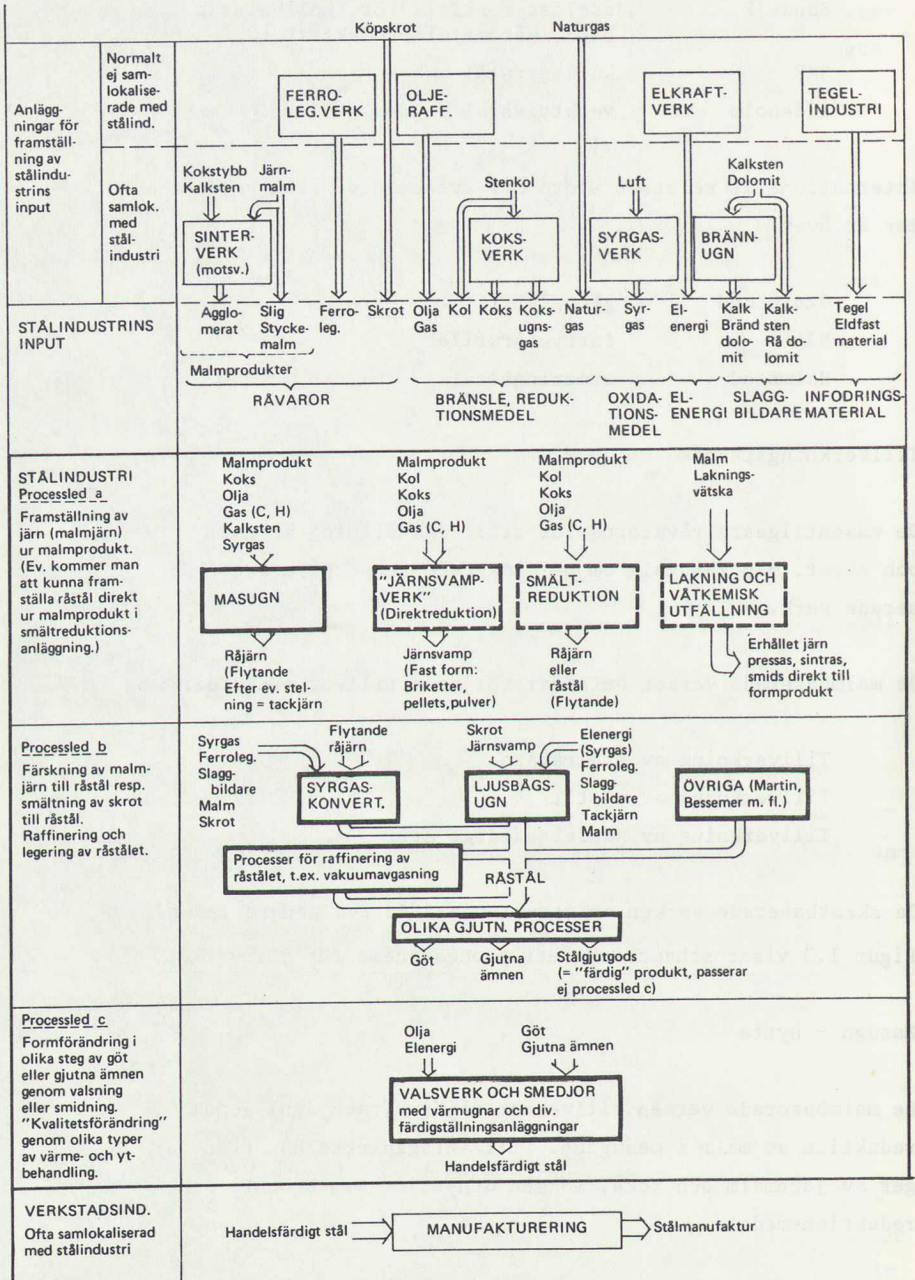
- Tillverkning av stålråvara
- Tillverkning av råstål
- Tillverkning av handelsfärdigt stål

De skrotbaserade verken omfattar endast de två senare leden. Figur 1.3 visar schematiskt ett processchema för järnverket.

Masugn - hytta

De malmbaserade verken tillverkar råjärn (tackjärn) genom reduktion av malm i masugnen. Till anläggningen hör även lager av järnmalm och koks. Koksen utnyttjas som bränsle och reduktionsmedel.

I anslutning till masugnsanläggningen finns vanligen ett sinterverk för agglomerering av den finkorniga malmen (slig)



Figur 1.3: Processchema

till en styckeformig produkt. Vid vissa verk finns nu kul-sinterverk respektive anläggningar för kallbindning av kulor.

Utomlands ingår som regel ett koksverk för koksning av stenkol. I Sverige finns koksverk endast i Oxelösund, och nu tillkommer ett vid NJA (Norrbottens Järnverk).

Järnsvamp

En mindre del av malmråvaran reduceras i fast tillstånd till s k järnsvamp genom reduktion med koks, kol, olja eller naturgas. Våra svenska järnsvampverk använder enbart koks som reduktionsmedel.

Ståltillverkning

Tillverkning av råstål sker i stålverket genom smältning och raffinering. Tackjärnet från hyttan tillförs numera huvudsakligen i smält form. För ståltillverkningen används följande processer och ugnstyper:

Martinugnar

Konvertrar för syrgasprocesser

Elektrostålugnar

Martinugnarna är olje- eller gaseldade, s k flamugnar. Insatsen kan variera inom vida gränser från enbart skrot till 40 à 50 % skrot och resten fast eller flytande råjärn. Det är dock möjligt att använda upp till 100 % råjärn.

I syrgaskonverterprocesserna erfordras inget utifrån tillfört bränsle. Den äldsta processen, bessemer, är i utdöende. De moderna processerna utvecklas kraftigt. På grund av låg foderlivslängd används kaldo i ringa utsträckning. Den dominerande metoden är nu LD (Linz-Donawitz) och från denna utvecklade nya processer.

I dessa processer färskas råstålet med syrgas för erhållande av stål. Insatsen är i huvudsak flytande råjärn, men un-

der vissa betingelser kan upp till 25 à 30 (LD) respektive 40 à 50 (kaldo) % skrot smältas. Nya syrgasprocesser för handelsstål är OBM och för specialstål AOD och CLU-processerna.

Elektrostålugnarna arbetar i regel som rena smältapparater för fast insats, i huvudsak skrot. Erforderlig värme tillförs i form av elektrisk energi. Elektrostålugnen är vanligen en sk ljusbågsugn, men för specialstål används även induktionsugnar. En del ljusbågsugnar utnyttjar även induktionsspolar för att åstadkomma omrörning.

För att framställa stål med hög renhet används nu olika former av vakuumavgasning.

Vid en del skrotbaserade verk används varmlästerkupolugnar för försmältning av skrotet till ett flytande råjärn, som här efter kan behandlas i exempelvis martinugn eller LD.

Stålgjutning

Slutprodukterna utgörs av göt, gjutna ämnen eller stålgjutgods. De två första produktslagen är halvfabrikat för tillverkning av handelsfärdigt stål. Stålgjutgodset kan betraktas som färdig produkt. Endast 1 à 1,5 % av det i Sverige producerade råstålet används för stålgjutgods.

Tidigare göts allt stålhalvfabrikat i kokiller till sk göt. De ursprungligen små göten steg successivt i vikt. För kvalitetsstål har sålunda götvikterna under de senaste 30 åren stigit från 500 kg till 5 000 kg och handelsstålgöt från några ton till 30 à 40 ton.

De stora götvikterna ledde till utvecklande av de sk varmgroparna eller gropugnarna för götvärmning. Även mindre göt chargerats i dag utan avsvälning i gropugnar.

De grova dimensionerna kräver dels en relativt energislukande om- och påvärmning, dels energi för formändringar.

Den s k stränggjutningen har nu utvecklats till en säker produktionsteknik med vidsträckt användning. I dag stränggjuts ca 15 % av världens stålproduktion, och andelen beräknas stiga till ca 40 % omkring 1980.

Stränggjutningen medför dels ett ökat utbyte och därmed minskad energiåtgång per ton färdigt stål, dels en direkt minskning av energi för uppvärmning och bearbetning. Trenden för övergång till stränggjutning blir förmodligen lägre i Sverige på grund av den stora andelen specialstål, varav en stor del ännu inte stränggjuts av kvalitativa skäl.

För gjutning av mindre göt med högre grad av mekanisering har ett system utvecklats av Gränges Engineering (turncast). Planer finns även att vidare utveckla stigplansgjutningen.

Tillverkning av handelsfärdigt stål

Förädlingssteget eller -stegen råstål till handelsfärdigt stål utförs i anläggningar där göt eller gjutna ämnen undergår formförändring i varmt tillstånd genom valsning eller smidning samt efterföljande bearbetning genom valsning eller dragning i kallt tillstånd. Därtill kommer förbättring av struktur, hållfasthetsegenskaper och ytegenskaper genom värmebehandlings-, ytavverkning samt ytbeläggning.

Anläggningarna omfattar även s k färdigställningsavdelningar i vilka bl a kontroll av slutprodukten och förpackning m m sker.

Vad gäller stordeiftsfördelar är inte dessa av sådan betydelse för bearbetningsverken som för stålframställningen. Skillnad föreligger dock här vad gäller platta produkter som med fördel tillverkas i större skala och stångprodukter. De senare visar ett starkt differentierat sortiment, vilket begränsar stordriftsfördelarna.

Göt

Stålet gjuts konventionellt i tackjärnskokiller till s k göt.

Göt för varmvalsning eller varmsmidning till ämnen och grova stänger ges ett kvadratisk tvärsnitt. Normal praxis är att gjuta en relativt grov dimension. Göten tas så snart som möjligt ur kokillerna och chargerats varma i gropugn. Detta medför besparing i bränsle och korta värmingstider. Efter värming sker bearbetning till en lämplig ämnesdimension. Ämnena får sedan svalna, varefter de synas och eventuella ytliga fel avlägsnas genom slipning eller gashyvlning. Grova stänger (profiler) kan bearbetas direkt i samma värme till slutdimension.

Stigande gjutning av ett antal mindre göt samtidigt sker även i verk med relativt liten kapacitet. Dessa göt chargerats kallt och valsas direkt till färdig dimension.

För valsning av plåt och band gjuts platta göt. Plåtgötens dimensioner och vikter har successivt stegrats och en vanlig vikt är nu 45 ton. Dessa plåtgöt chargerats varmt i gropugn och valsas till plåtämnen i ett reversibelt götverk. Efter denna ämnesvalsning sker normalt avsvaning och ytkonditionering före omvärmning och vidare bearbetning.

Stränggjutning

Gjutning i klenare sträng medför att götvalsningssteget elimineras. Därtill kommer att stränggjutning medför ett ökat utbyte, ungefär 96 % mot 85 % för samma halvfabrikat framtaget vid göt.

Stränggjutningen medför således betydande energibesparingar. Den svenska stålindustrin producerar i stor utsträckning specialstål. För en del av dessa är stränggjutning ännu ej applicerbar.

Varmvalsning - varmsmidning

Varmvalsade halvfabrikat som stångstål, stål, band och profiler, såsom balk och räls, valsas till färdiga produkter efter uppvärmning av ämnena. Valsningen avslutas vid 900 à 1 000° C, varefter produkterna fritt får svalna på svalbädd

eller svalna under kontrollerade förhållanden. Ingen del av svalningsvärmnet utnyttjas dock.

Den varmvalsade produkten underkastas kontroll och en del slutbearbetningsoperationer. En del av produkterna undergår en slutlig värmebehandling som mjukglödning eller normalisering.

Samma arbetsförlopp gäller även vid varmsmidning med den skillnaden att materialet under nedsmidningen kan undergå ett antal omvärmningar. Smidningen kan därför vara väsentligt mer energikrävande.

Kallbearbetning

En del av stålverkens produkter undergår en kallbearbetning. Denna föregås av en ytbehandling - betning eller annan metodik för avlägsnande av glödskal. Band och plåt kallvalsas till tunnare dimensioner, tråd, stånd och rör kalldras till klenare dimensioner.

Vid kallbearbetning företas normalt en eller flera glödningar. Det färdiga materialet kan även värmebehandlas i form av mjukglödning eller härdning eller anlöpning.

Kallbearbetningen innefattar således energi för själva omformningen samt energi för värmebehandlingsprocesser. En del material ytbeläggs, galvaniseras, förnicklas, lackeras m m. Även dessa operationer kräver energi, i första hand för uppvärmning och torkning.

Problemanalys

Ståltillverkningen i Sverige baseras till 50 % på malm och till 50 % på skrot. I det förra fallet reduceras malm (järnoxider) med koks i masugnen, där järnet också smältes. Råjärn (tackjärn) erhålles. Det flytande råjärnet färskas till stål med hjälp av syrgas i stålprocessen, varvid lagrad energi i råjärnet är mer än tillräcklig för denna process. Överskottsenergin används till att smälta skrot. Det smälta

stålet får efter erforderlig legering stelna i form, varvid stora värmemängder frigörs.

I det andra fallet smältes skrot i martin- eller ljusbågsugnar och stål erhålles. Efter erforderlig legering gjutes stålet på samma sätt som i det förra fallet. Energiförbrukningen i det första fallet är 23,4 GJ/ton stål samt i det andra fallet endast 2,9 GJ/ton stål. Vid ståltillverkningen erhålls oavsett framställningssätt slagg, vars energi inte tillvaratas.

Den gjutna formen ändras genom successiva bearbetningssteg, dels varmt och dels kallt. Detta ger en minskning i sektionens area samt ändring av struktur och mekaniska egenskaper. Struktur och mekaniska egenskaper ändras även med hjälp av värmebehandlingsprocesser. Slutligen kan också olika ytbehandlingsoperationer tillkomma, såsom mekanisk ytavverkning, slipning och polering, galvanisk eller elektrokemisk ytbeläggning samt lackering.

Kännetecknande för alla dessa operationssteg är att de är relativt energikrävande. Endast en mycket liten del av använd energi återfinns dock i materialet i form av lagrad energi. Större delen av energin förloras som spillvärme. Den energi som utnyttjas för den mekaniska formförändringen omvandlas i stort till värme i form av friktionsförluster och uppvärmning av materialet.

I den första delen av processkedjan sker bearbetningen varmt vid relativt höga temperaturer. I konventionell teknik ingår vanligen flera uppvärmningar med mellanliggande fria avsvamningar. Värmeåtervinning utnyttjas endast i mycket begränsad omfattning.

Den största potentiella möjligheten att minska energibehovet vid ståltillverkning ligger således i minskning av antalet processteg uppvärmning - avkylning och i utvecklande av metoder och utrustning för värmeåtervinning.

En stor del av den värmeenergi som nu går helt förlorad kan

utnyttjas för uppvärmning av industrilokaler och i fjärrvärmeanläggningar för uppvärmningsändamål i omgivande samhälle. Ett intressant initiativ i denna riktning har tagits av NJA för dess utbyggnad av Stålverk 80.

Vi har nu otillräckligt statistiskt underlag för en klargörande analys. Inom Jernkontorets Tekniska Forskning har initiativ tagits för att ta fram underlag. Med detta blir det möjligt att säkrare bedöma och föreslå lämpliga åtgärder och forskningsinsatser för tillgodogörande av större eller mindre del av dessa energikällor. Analysen kommer säkerligen att visa att förhållandena är rätt olika vid olika stålverk beroende på produktsammansättning och produktionsvolym.

Som ovan påpekats är värmebehandlingsprocesserna ur energisynpunkt nära nog noll-processer, dvs nästan hela den använda energikvantiteten utgör förluster. Det är därför principiellt möjligt att utföra glödning och en del andra värmebehandlingsprocesser med värmecirkulation.

Ett utmärkt exempel härpå är den glödugn som utvecklats vid Gränges Aluminium. Metodens tillämpning för stålband har diskuterats men inte lett till någon tillämpning.

Stålintustrins energiförbrukning

Stålintustrin är mycket energikrävande. År 1971 förbrukade de svenska stålverken 22 % av den totala industrins energitillförsel. Av denna utgörs en stor del av fasta bränslen, kol och koks. Energiförbrukningen och dess fördelning på olika källor framgår i en analys av Jernkontorets statistikavdelning, tabell 1.9.

Tabell 1.9: Energiförbrukning i svensk stålindustri (TWh)

	1960	1965	1970	1971	1972
Elenergi	3	4	5	5	5
Kol och koks	10	14	15	15	14
Övriga bränslen	6	9	11	11	10
Summa	19	27	31	31	29

Dessa värden är omkring 8 % av total energiförbrukning och 20 % av industrins.

Tabell 1.10: Energiförbrukning i stålindustrins processled (TWh)

	<u>1960</u>	<u>1965</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>
Råjärnsframställning	7	11	12	12	11
Råstålstillverkning	4	5	6	6	5
Bearbetning + färdig- ställande	6	8	9	9	9
Diverse	2	3	4	4	4
Summa	19	27	31	31	29

Fördelning mellan processleden blir således i stort:

Ståltillverkning	60 %
Bearbetning	30 %
Övrigt	10 %

Vår förbrukning av kol och koks - ca 50 % av energibehovet - är lägre än den normala andelen 70 à 80 %. Detta beror på vår nettoimport av skrot. Med tillkomsten av Stålverk 80 kommer andelen kol-koks att öka mot normala värden.

Den omnämnda statistiken visar även fördelningen av energiförbrukningen på de olika processleden i tillverkningen, tabell 1.10.

Värdena visar att energiförbrukningen för framställning av råjärn har varit oförändrad under denna tidsperiod och ca 15,8 GJ/ton råjärn. Koksförbrukningen har minskats något men kompenseras av en ökad oljeförbrukning. Råstålstillverkningen visar däremot en minskning från 4,7 till 3,6 GJ/ton, beroende på en ökad andel stål från syrgasprocesser - en ökning från 3 till 40 %.

För bearbetning och färdigställande har energiförbrukningen under perioden sjunkit från 10,4 till 8,6 GJ/ton. Detta är närmast en följd av ökad användning av stränggjutning. Dessa data har sammanställts i tabell 1.11.

Tabell 1.11: Total energiförbrukning för ståltillverkning (GJ/ton)

	<u>Råstål</u>	<u>Handelsfärdigt stål</u>
1960	22,0	33,8
1965	20,5	30,2
1970	20,9	29,2
1971	20,9	29,2
1972	20,2	27,4

Som förut nämnts varierar energiförbrukningen starkt mellan olika stålverk beroende på produktsortiment men framför allt på andelen skrot i tillverkningen. Omsättning av skrot kräver väsentligt mindre energi än framställning från malm. Detta belyses med ett exempel i tabell 1.12.

Tabell 1.12: Energiförbrukning i GJ/ton handelsfärdigt stål för två typexempel

	<u>Integrerat verk</u>	<u>Skrotbaserat verk</u>
Koksverk	3,6	-
Råjärnsverk	17,3	-
Stålverk	2,5	2,9
Bearbetningsavdelning	5,4	4,7
Övrigt	1,4	1,1
Summa	30,2	8,8

De siffervärden som angivits för ett integrerat verk verifieras av energiförbrukningen vid ett större plåtverk år 1973 (Oxelösund), tabell 1.13.

Tabell 1.13: Total energibalans för Oxelösunds Järnverk år 1973 i GWh/år omräknat för "ekvivalent produktion" av koks, tackjärn, flytande stål, plåt m m.

(1 GWh = $0,86 \cdot 10^9$ kcal)

Energislag	Totalt	Koksv	Tackjv	Stålv	Valsv	Övrigt
Kol	3 742	3 742				
Petroleum-koks	395	395				
Antracitstybb	277		276	1		
Olja	1 103	3	342	131	617	10
Gasol	5			2	3	
E1	293	7	61	82	85	58
Σ Extern energi	5 815	4 147	679	216	705	68
Koks m m		- 2 986	2 920	66		
Koksugns gas	- 12 ¹⁾²⁾	- 517	36	112	264	93
Hyttgas	- 314 ¹⁾²⁾	129	- 789			346
Tjära	- 82 ²⁾	- 127		45		
Bensol	- 25 ²⁾	- 25				
Σ Intern energi	- 433	- 3 526	2 167	223	264	439
Totalt	5 382	621	2 846	439	969	507
Spec förbrukning i MWh/ton egen plåt	8,39	0,97	4,44	0,68	1,51	0,79
Andel av totalt %	100	12	53	8	18	19

Källa: Bergsingenjör Bertil Cederbaum, Gränges Stål, Oxelösund

1) Fackling

2) För avsaluprodukter eller avsalu

Medel att minska energiförbrukning vid stålframställning

För att närmare belysa möjliga vägar att minska energiförbrukning är det lämpligt att spalta upp andelarna på de olika energibärarna. Vid NJA har en schematisk analys gjorts enligt nedan.

Man uppskattar att totalt inmatas i produktionskedjan sintermasugn - LD - valsverk 20 à 27 GJ/ton stål; variationen i stort sett beroende på antal omvärmnings- och värmebehandlingsoperationer i valsverken.

<u>Fördelning</u>	<u>GJ/ton färdigt stål</u>
Kemiskt bundet i stålet	7,6
Hyttgas	5,9
LD-gas	0,6
Skorstensvärme	2,9 - 6,3
Kylvatten	1,5 - 1,9
Svalbäddar, avgivet	2,1 - 4,2
Värme i slagg	0,7
Förlust vid tappning och transport av smälta	0,3

Besparingar som kan göras är av två slag:

- Återvinning av energi ur ovan nämnda energibärare
- Processerna kan göras energisnålare, varigenom energiomsättningen minskas. Härei inräknar vi även möjligheten att minska antalet energikrävande processsteg

Dessutom kan byte av energislag ge fördelar avseende tillgänglighet, pris m m.

Av dessa data måste man dra slutsatsen att det är väl så viktigt att utveckla teknik för att återvinna spillvärme som att satsa på utveckling av energisnålare processer.

I och för sig är det inte säkert att en sänkning till minsta bränsleförbrukning lokalt är optimalt. Totala verkningsgraden influeras starkt av utnyttjande av spillvärme, varvid högvärdigare "spillvärme" kan visa sig lättare att utnytt-

ja. Det kan även vara gynnsamt att byta energiråvara, t ex koksande kol, mot mer lättillgängliga icke koksande kol, och eventuellt torvkol.

Stålbearbetning

Omkring 30 % av totala energiförbrukningen inom stålverken faller på varm- och kallbearbetning samt värmebehandling. Det första steget vid konventionell teknik, valsning av göt till ämnen, är den största posten. Tillförlitligt dataunderlag finns inte men kommer fram genom Jernkontorets utredning.

Som riktvärden har några data från Fagersta valts:

	<u>Liter olja/ton</u>	<u>GJ/ton</u>
Göt till ämnen	300	1,13
Ämnen till tråd	50	0,79
(olja ungefär 10 000 kcal/liter)		

Den höga oljeförbrukningen beror på gropugnarnas låga verkningsgrad, höga tomgångsförluster och långa hålltider. Övergång till stränggjutning ger således en väsentlig direkt bränslebesparing. Därtill kommer att utbytet blir högre, vilket indirekt medför en energibesparing. Givetvis minskar energiåtgången också på grund av det minskade omformningsarbetet då en klenare sektion gjuts, vilket normalt är fallet vid stränggjutning.

En angelägen utvecklingsinsats är således att befrämja övergång från gjutning i kokill till stränggjutning. Flera anläggningar är nu i drift i Sverige och fler är planerade. Nyinstallation för "handelsståls"-kvaliteter kommer med säkerhet att till 100 % utnyttja stränggjutning. Detta går dock inte för specialstål, då man ännu inte kan stränggjuta samtliga kvaliteter.

Stränggjutning medför en eliminering av de energislukande gropugnarna för götvärmning. Då denna dock än så länge måste behållas, i varje fall vid våra specialstålverk, finns

all anledning att förbättra deras energiekonomi. Detta kan ske med olika insatser. (Moore et al redovisar försök med syreanrikning i gropugnar och ämnesvärmningsugnar.)

Den högre flamtemperaturen medför högre produktionskapacitet och bättre bränsleutnyttjning med minskade rökgasförluster. Vi har all anledning att studera denna effekt av syreanrikad förbränningsluft för ugnar vidare.

För att överföra så stor del av produktionen som möjligt till energisnålare stränggjutning bör en insats göras för att kartlägga vilka kvaliteter som i dag ej kan produceras denna väg och klarlägga, om FoU-insatser skulle kunna öka användningsområdet. Det sker successivt ett utvecklingsarbete i olika länder, men frågan är om någon specifik insats är motiverad för stränggjutning av specialstål.

Konventionellt får ämnena svalna efter stränggjutningen för att efter kontroll av yttre och inre fel och eventuellt yt-konditionering uppvärmas för varmbearbetning (valsning eller smidning). Om metodik utvecklas för kontroll av yttre och inre fel på varma ämnen ges en förutsättning för en kontinuerlig stålbearbetning med eliminering av svalning och värmningsförlopp. Felen måste då även avlägsnas vid hög temperatur, 1 000 å 1 100^o C, men detta bereder säkert mindre problem än felkontrollen.

Det vid stränggjutningen med kylvatten bortförda värmets vid stelning och svalning utnyttjas ej. Detta spillvärme bör nyttiggöras genom lämplig värmeväxlingsteknik.

Kylningen omfattar dels kylning av kokillerna genom vatten-genomströmning och dels kylning genom direkt vattenbegjutning av hetan samt fortsatt kylning i luft. Effektivast är dock att utnyttja större delen av ämnets värmeinhåll för fortsatt valsning.

Med ovan nämnda felkontroll är det möjligt att valsa respektive smida vissa produkter till färdigdimension utan omvärmning. För vissa kvaliteter kan den önskade varmvalsade kvaliteten nås direkt. För en del andra, som skall maskinbearbetas i slutsteget, kan eventuella ytliga fel avlägsnas i

denna operation. För åter andra är en ytavverkning under bearbetningen nödvändig och kräver då omvärmning. En ingående analys av detta problem är starkt betingad.

Efter varmbearbetning följer fri svalning av materialet från 900 å 1 000^o C till rumstemperatur på svalbäddar. Detta spillvärme tillvaratas ej. Svalningstekniken bör utvecklas och en snabbare svalning, som då även kräver mindre plats, ger ökade möjligheter till en värmeväxling och spillvärmesutnyttjning. Ett projekt har startats med stöd av STU.

För en del av de halvfabrikat som tillverkas vid stålverken sker ytterligare bearbetning i kallt tillstånd samt värme- och ytbehandlingar. Dessa operationssteg behandlas närmare under moment 1.4.5 Gemensamma processer.

Denna problemanalys ur processsynpunkt ger underlag för en systematiserad problemformulering.

Tillvaratagande av spillvärme

Vid ett stort antal processteg i tillverkningen förloras värme i kylvatten och kylluft samt i rökgasförluster från ugnar.

Av den totala energikonsumtionen för framställning av 1 ton stål i ett integrerat stålverk binds endast ca 30 % kemiskt till stålet. Resterande 70 % återfinns bundet vid olika energibärare i form av gaser, luft och vatten. Dessa 70 % används i dag till en del inom järnverken för dels upprätthållande av processer, dels uppvärmning av byggnader. En stor andel är dock att betrakta som förluster och uppgår till ca 40 % av den totala tillförda energin. Målsättningen att reducera dessa förluster till ett minimum har tidigare försvårats av det låga energipriset, vilket inte givit företagsekonomisk lönsamhet på investeringen för tillvaratagande av förlustvärme. Den senaste tidens prishöjning ger ett ökat investeringsutrymme härför.

Former

Förlust av energi förekommer principiellt bunden till två olika media: gaser och vätskor. De dominerande gaserna är rökgaser från ugnar och skorstenar (från ca 200° C till 500-600° C) samt uppvärmd luft från svalbäddar för avsvälning av olika stålprodukter. Av energikonsumtionen för produktion av färdigt stål försvinner ca 30 % på detta medium (7,6 GJ/ton). Energifördelningen på luft och rökgaser är ungefär lika stor som tyngdpunkten på rökgaser.

Den vätska som binder energi för kylning av gaser och utrustningsdelar är vatten (temperatur högst 100° C). Kylvattenförlusterna uppgår till knappt 10 % av tillförd energi.

Omvandlingsbehov

För att kunna utnyttja energiinnehållet ur dessa energibärande krävs omvandling till alternativa former beroende på vilken användning som avses. För rökgaser krävs dessutom ofta en reningsprocess för borttagande av bl a stoft och aggressiva kemiska beståndsdelar. Rökgaser i temperaturintervallet 400 - 600° C kan med fördel användas för produktion av ånga via avgaspanna. I temperaturintervallet därunder ner till daggpunkten (ca 150° C) kan hetvatten produceras via värmeväxlare. I det lägsta temperaturintervallet finns möjlighet att producera varmt vatten eller varm luft.

Kylvatten kan i samband med vissa processer bli förorenat och behöver därför antingen renas eller värmeväxlas före nyttiggörande.

Avnämare

Förutom att ånga kan användas internt i olika processteg finns ett stort antal industriella processer vilka förbrukar ånga. Särskilt gäller detta pappers- och massaindustrin men även petrokemisk industri samt mindre industrier av typen färgerier och tvätterier. Ånga kan också omvandlas till elenergi via mottrycksturbiner. Denna elenergi kan användas såväl internt i företaget som utom företaget genom försäljning till det lokala elverket. Konsumtion av hetvatten sker

främst vid produktion av fjärrvärme. Nackdelen härvidlag är det över året kraftigt varierande behovet av uppvärmning.

Avsättning av varmt vatten och varm luft kan ske främst i en snäv region invid järnverket på grund av överföringsförlusternas inverkan på energiinnehållet. Vid avsättning av förlustvärme av högre "kvalitet" externt och till processändamål kan den "lågvärda" energiformen användas främst för uppvärmning av lokaler samt förvärmning av luft dels till vissa förbränningsprocesser, dels till ventilationsanläggningar.

Åtgärder

Behovet av statligt stödd FoU för framtagande av utrustning för nyttiggörande av denna "förlustenergi" är begränsad; värmeväxlare, avgaspannor, turbiner finns på marknaden. Inom det lägsta och det högsta temperaturintervallet kan dock stöd till utrustningsutveckling behövas. Problemen med låga temperaturer är främst de små temperaturdifferenserna, vilka leder till stora kapitalkrävande enheter. Med höga temperaturer är problemen huvudsakligen av materialmässig karaktär.

Det största problemet att lösa för att möjliggöra utnyttjande av denna energi är i stället av planeringskaraktär och dessutom långsiktig. De avnämare av energin som skisserats ovan måste finnas i anslutning till eller i närheten av producenten. Vid planeringen av samhällsutbyggnaden måste hänsyn tas till de energiflöden vilka förorsakas av en viss kombination industrier, bostäder och övrig infrastruktur. Härvid ges möjlighet att integrera energiförsörjningen för en optimal användning av energi ur samhällssynpunkt. Härvid är det förutom den kvalitativa anpassningen även viktigt att de kvantitativa behoven av energi vägs mot tillgången på energi. Detta innebär att skalan på produktionsanläggningen, ställd i relation till möjligheten att avsätta överskottsenergin, är av betydelse.

Reduktion av svalningssteg

Genom en ur energisynpunkt optimal lay-out vid utformning av järnverk står stora energivinster att hämta främst genom möjligheten att reducera antalet värmnings- och svalningssteg. Problemet härvidlag är främst att utformningen av järnverk, liksom av de flesta övriga industrier, inte görs ur energioptimal utan ur totalkostnadsoptimal synpunkt, där energin endast utgör en av flera produktionsfaktorer. Av totala förädlingsvärdet vid ståltillverkning utgör energikostnaden 15 %. Med en stigande relativ kostnad för energi görs en förskjutning av faktorkostnaden mot en energioptimal lösning. En kartläggning av energiflöden vid stålframställning samt hur dessa påverkas av alternativa "lay-outer" behöver utföras. Problemet att reducera antalet svalnings- och värmningssteg kan dessutom angripas genom utveckling av metoder för felindikering samt avhjälpande av felet då stålet är varmt. För närvarande måste slabs (grovvalsade göt) och andra stålprodukter svalna innan kontroll och korrigering kan vidtas. Att utesluta ett svalningssteg från 1 000° C till 100° C ger en reduktion av förlustvärme på teoretiskt 0,66 GJ/ton (0,02 m³ olja). Den verkliga förlusten blir större då en återuppvärmning inte kan ske förlustfritt.

Rationellare drift av befintliga anläggningar

Genom - inte minst - den gångna vinterns energiransonering har det framkommit att en icke oväsentlig reduktion av energibehovet kan göras utan olägenhet för vare sig personal, utrustning eller produkt. Studier avseende dessa möjligheter bör snarast igångsättas dels genom översyn av befintliga utrustningar, så att möjliga prestanda verkligen uppnås, dels genom utbildning av driftspersonal avseende betydelsen av och möjligheten att åstadkomma energibesparingar vid driften. Dessutom bör samtliga normer vilka har ett avgörande inflytande på energiåtgång vid produktion av stål (behov av glödgningar, normalisering, arbetsmiljö m m) ses över så att inte överprestanda åstadkommes.

Effektivisering av delprocesser

De förekommande processerna vid produktion av stål från malm eller kulsinter (vilken behandlas även under moment 1.4.1, Gruvindustri) är:

Råjärnsprocesser:

Masugnprocess

Järnsvampprocess

Stålprocesser:

Elektrostålprocesser

Syrgasprocesser

Martinprocesser

Grovvalsning

Halvfabrikatsvalsning

Kallbearbetning

Dessa delprocesser förbinds medelst ur processynpunkt två aktiviteter: dels avsvälning och återuppvärmning, dels kontroll och felavhjälpning. Möjligheten att tillvarata värme vid svalning beskrivs även nedan under moment 1.4.5 "Gemensamma processer, ugnsteknologi". Dessutom förekommer kvalitetskontroller med åtföljande ämnesbehandling mellan många av processtegen. Behovet att utveckla metoder för dessa aktiviteter i varmt tillstånd har belysts ovan.

Råjärnsprocesser

Ett flertal alternativa processer för framställning av råjärn med lägre energikonsumtion (Eketorp-Vallak, Dored, Elred) har provats med varierande resultat. Svårigheterna har bl a varit förknippade med hållbarheten hos infordringsmaterialet. Möjligheten att framställa alternativa reduktionsmedel till koks framställt ur stenkol bör närmare studeras. Alternativen är i första hand formkoks från icke koksande kol, i andra hand koks framställt ur exempelvis torv samt framtagande av reduktionsprocesser där väte, eventuellt framställt vid kärnkraftverk, utgör reduktionsmedlet.

Stålprocesser

Studier av vilka processer som har bästa energieffektivitet för framställande av stål ur råjärn är ett problemområde som bör bearbetas, exempelvis genom jämförande studier mellan elektrostålugnar och högfrekvensugnar.

Direkt reduktion

De direktreduktionsprocesser vilka möjliggör direkt framställning av stål ur malm har ännu inte visat någon bättre energiekonomi än de alternativa processerna. Fördelarna med att sammanslå två processer till en kan dock på lång sikt bli även energimässiga.

Gjutning

Möjligheten att förbättra energiekonomin vid kokillgjutning är främst genom tillvaratagande av den spillvärme som avges vid svalning. Tekniken kommer dock på sikt att få en tonnage-mässigt allt mindre betydelse till förmån för den mera energiekonomiska stränggjutningstekniken.

Stränggjutningstekniken tillämpas för närvarande huvudsakligen för produktion av normala stålkvaliteter. Energibesparingar står att finna, om tekniken även kan tillämpas för produktion av specialstål. Problemen härvid är både den relativt lilla volymen på produktionen med många olika stålqualiteter och av grundläggande materialforskningskaraktär avseende stelningsförlopp hos olika specialstålskvaliteter.

Utvecklingen av stränggjutning för bandtillverkning liksom metoder att använda magnetisk kokill för erhållande av visst utseende på tvärsnittet är tekniker vilka höjer effektiviteten i processen.

Valsning

Grovvalsning behöver ej företas vid stränggjutning utan endast vid kokillgjutning. Energiförbättringsmöjligheterna i samband med valsning har beskrivits ovan under "Tillvaratagande av spillvärme".

1.4.3 Metall- och ferrolegeringsindustri

Detta område omfattar metaller (dvs icke järnmetaller) och metallegeringar, och hit har vi också räknat de s k ferrolegeringarna. De metallegeringar som produktionsmässigt dominerar är aluminium, koppar, bly, zink och tenn. De tre första produceras och bearbetas i landet, zinkmalm bryts i Sverige men exporteras. Någon produktion av tenn förekommer inte i landet.

Framställningen av ferrolegeringar är nära anknuten till stålproduktionen. Det är legeringar mellan järn och en metall; de vanligaste är ferrokrom, ferromangan och ferrokisel. Den första av dessa används som legeringselement vid stål-tillverkning och de båda senare som reduktionsmedel. Familjen omfattar även mindre mängder ferrovanadin, ferrowolfram och ferromolybden. Till ferrolegeringar räknas också oegentligt kiselkrom och kisel-mangan samt ren kiselmetall, beroende på att de tillverkas elektromagnetiskt i samma anläggningar. Den antagna utvecklingen av produktion och energiförbrukning redovisas i tabellerna 1.14 och 1.15.

Tabell 1.14: Prognos för produktion av metaller

	Produktion (tusen ton)			Utvecklingstakt, %, år	
	1970	1985	2000	1970-1985	1985-2000
Aluminium	65	200	350	8	4
Koppar	52	100	150	4,5	3
Bly	43	55	75	1,5	2
Ferrolegeringar	230	450	750	4,5	3,5

Tabell 1.15: Prognos för energiförbrukning

	Bränslen och elenergi (sort: TJ x 10 ³)					
	1970		1985		2000	
	Bränsle	El	Bränsle	El	Bränsle	El
Aluminium	1,70	4,15	3,80	10,70	5,05	16,40
Koppar	0,85	1,70	1,25	3,15	1,70	4,50
Bly	0,20	0,45	0,20	0,55	0,40	0,70
Ferrolegeringar	2,75	4,65	4,20	8,10	8,40	13,70

Värdena för bränsleförbrukning för ferrolegeringar har krediterats för leveranser av biproduktvärme till annan industri med 0,40, respektive 2,75 och 4,40 TJ x 10³.

I motsats till järnverken, som nästan helt utnyttjar inhemsk malm, importeras en väsentlig del av malmråvaran till metallverk och ferrolegeringsverk. Den för aluminiumtillverkning nödvändiga råvaran importeras helt som oxid. Manganmalm och krommalm saknas praktiskt taget i Sverige och den för kopparframställning brutna sulfidmalmen täcker inte behovet, varför kopparskrot och -ämnen importeras.

Karakteristiskt för sulfidmalmer är att de innehåller flera olika metaller som måste särskiljas. Förutom huvudprodukterna koppar och bly erhålls en rad biprodukter, bl a ädelmetaller. Förbrukningen av metaller har stigit starkt under senare tid. Sedan 1950 har således aluminiumkonsumtionen stigit med ca 9 % per år och kopparkonsumtionen med ca 5 % per år.

Aluminium

Framställning av aluminiumprodukter sker i följande steg:

1. Brytning av bauxit
2. Utvinning av ren aluminiumoxid ur bauxit genom kemisk lakning, fällning och kalcinering
3. Smältelektrolys av aluminiumoxid till aluminium
4. Bearbetning av aluminium och aluminiumlegeringar till halvfabrikat: plåt, profil, stång, rör och tråd

Den specifika energiförbrukningen för de olika stegen redovisas i tabell 1.16.

Vi importerar raffinerad oxid, varför endast de två sista stegen utförs i landet. Den helt dominerande energiposten är elenergi för smältelektrolysen. Vid denna process är förlusterna mycket stora - man räknar överslagsvis med att det behövs tre gånger mer energi än teoretiskt. Förlusterna utgörs av överspänningar, bireaktioner och återoxidation av redan utreducerad aluminiummetall.

Tabell 1.16: Energiförbrukning vid aluminiumframställning

Förädlingssteg	Energiförbrukning	MJ/kg Al
	Bränsle	El
Brytning av bauxit och raffinering till Al-oxid	19,8	1,8
Smältelektrolys	11,9	59,4
Bearbetning	1,8	5,4
Summa	33,5	66,6
Därav i Sverige	13,7	64,8

Hittills har man i USA, Kanada och Sverige sökt utnyttja elektrolysanläggningarna till det yttersta genom belastning med högsta strömtäthet. Detta medför dock en ökad specifik förbrukning. I bl a Japan och Frankrike har det höga strömpriset medfört att man sökt uppnå låg specifik strömförbrukning.

Det franska företaget Pechiney, som anses ha nått längst, har nu nått ned till 47,9 å 48,6 GJ/ton Al mot ca 63 å 64 GJ/ton för svenska verk.

Pechineys låga energiförbrukning motsvarar dock endast en energiverkningsgrad på 32 % mot konventionellt 23 - 26 %. Den konventionella elektrolyprocessen kan göras energisnållare genom:

1. Ytterligare sänkning av strömtätheten
2. Ökad ledningsförmåga i elektrolysbadet, bl a genom tillsats av Li-satser, vilka dock är dyrbara
3. Bättre kontroll av elektromagnetiska störningar
4. Eliminering av elektromagnetiska störningar innebär att större ugnsheter kan utnyttjas. Dessa kan amortera mer sofistikerade styr- och reglerutrustningar medförande förbättrat strömutbyte
5. Eliminering av energikrävande anodeffekter medelst bättre styrsystem
6. Större kunskap om elektrolysuagnars karakteristika, bättre teknik för beräkning av statisk och dynamisk värmebalans, medförande bättre anpassning av termisk isolation och därmed lägre värmeförluster

Med dylika åtgärder kan man förvänta en nedgång mot 43 GJ/ton. Punkterna 3 - 5 kräver insats av datamaskin för styrning och analys.

Gränges Aluminium har nyligen insatt en datorbaserad processreglering i Sundsvallsverket. Här sker således redan ett tillvaratagande av dessa möjligheter till energibesparing.

Nya processer

Två nya processer för aluminiumframställning har nyligen offentliggjorts. Toth-processen innebär att steg nr 2 i den angivna processkedjan slopas och att man ej heller blir hänvisad till bauxit som råmaterial. Dessutom påstås att energiförbrukningen vid elektrolysen kan sänkas till en tiondel. Framställningskostnaden kan sänkas till hälften. I denna process behandlas malmen med klor och den utvunna aluminiumkloriden reduceras med mangan, som i en masugnprocess delvis återvinnes. Processen anses dock ha relativt små möjligheter att lyckas tekniskt. Det bedöms i varje fall inte som realistiskt för oss att satsa på en FoU-insats; man bedömer att denna metodik sannolikt inte blir praktiskt användbar inom 15 år.

Aluminium Company of America (Alcoa) har tagit fram en process i vilken råvaran kloreras i reaktor under kloridbildning. Härefter elektrolyseras med alkalialter, i vilka även Li-salter ingår som elektrolyt. Man får, snarlikt dagens teknik, Al-metall vid katod och klorgas vid anod. Denna senare återanvänds för klorering av oxid. Processen är helt sluten och påstås vara miljövänlig. Grafitanoden skall teoretiskt ej förbrukas. Detta innebär med dagens teknik en besparing av 400 kg petroleumkoks/ton Al. Metodens nackdel är den fraktionerade destillation som krävs för att eliminera Fe- och Si-klorider och uppnå godtagbar renhet. I nuvarande teknik elimineras dessa komponenter genom bildning av flyktiga järnkarbonyler och H_2SiF_6 , vilka avgår med avgaserna. En allmän bedömning är att Alcoas process är fullt tekniskt möjlig. Kommersiellt tillgänglig torde dock processen inte bli förrän omkring 1985.

Utveckling av ny processteknik för aluminiumframställning bedöms för vår del vara orealistisk. Däremot bör vi följa upp den utveckling som äger rum dels genom de tekniska kontakter som redan etablerats och dels genom experter, perivis knutna till våra tekniska attachéer.

Resistenta elektroder

En viss energibesparing i elektrokemiska processer kan erhållas genom användning av resistenta elektroder. I dag marknadsförs t ex dimensionsstabila anoder - DSA - avsedda här för. Dessa är dock för närvarande så dyra att de i många fall inte är ekonomiskt motiverade. Det synes finnas goda möjligheter att dels vidareutveckla dessa, dels göra dem billigare.

Skrotåtervinning

De i tabell 1.16 angivna siffrorna visar vilken dominerande energikonsumtion elektrolysen utgör. En omsmältning av aluminium kräver endast 10 à 20 % av energin för nyproduktion. De ökade energi- och råvarupriserna har medfört ett större intresse för insamling och återanvändning i stor skala av aluminiumskrot. Denna verksamhet har framför allt vuxit i USA, där man har uppskattat att 20 % av alla aluminiumburkar år 1973 återfördes (se T Walsh: Can recycling controversy coming to a climax, Mod. Metals, dec. 1973).

En mer omfattande återanvändning av metallskrot förutsätter en "skrotvänlig" konstruktion. Återanvändning försvåras i många fall genom olämpliga metallkombinationer.

Vid omsmältning av aluminium används i dag på många håll stora gaseldade flamugnar. I dessa sker en viss bortdamning av fint skrot. Utbytet kan således höjas, om denna smältning utförs i induktionsugn med omrörning. I denna undviks även oxidation av skrot, vilket ytterligare höjer utbytet. Omrörningen ger en jämnare temperatur i badet, vilket minskar oxidationen.

En viss energibesparing kan erhållas genom utnyttjande av rännugn i stället för degelugn. Man har haft problem med igensättning av rännan, vilket dock nu lösts i Finspång genom tillförsel av gas i rännan.

Utvecklingsarbete på dessa ugnar och smältekniken bedrivs av ASEA i samarbete med kunder. Något speciellt stöd för denna verksamhet erfordras därför icke.

Återvinning av energi ur kylvatten

Vid göttillverkning kyls såväl kokiller som göt med vatten. Kylvattnet återanvänds ej. Värme kan utnyttjas genom recirkulation och värmeväxling.

Det från processen avledda kylvattnet, ofta med låg temperatur - 30 ä 50° C - är därför lågvärdigt ur återvinnings-synpunkt. Det är dock tekniskt möjligt att höja kylvatten-temperaturen. Den totala värmemängden är relativt stor; per 10 000 ton göt kan man uppskattningsvis räkna med 6,3 TJ, vilket i värmeinhåll motsvarar 150 ton olja.

En analys av möjligheten att utnyttja detta spillvärme är motiverad. Det kan observeras att betydande energimängder utnyttjas för lokal- och vattenuppvärmning i denna typ av industrier.

Halvfabrikatframställning

Klenare halvfabrikat, t ex stång, tråd och band, framställs konventionellt enligt processkedjan:

- göt
- varmbearbetning
- kallbearbetning
- samt eventuellt värmebehandling

För vissa produkter är denna tillverkningsgång nödvändig för att ge erforderade produkttegenskaper. Det finns dock många produkter där materialet redan vid gjutning kan ges en form som nära ansluter sig till det färdiga halvfabrikatet.

Gjutmetoder finns nu framtagna för direkt gjutning av tråd och band i aluminium för såväl stora som små tonnage. Som för framställningsmetoderna gäller även här att en specifik svensk FoU-insats ej anses motiverad, men däremot behövs en noggrann uppföljning av den tekniska utvecklingen i de främsta producentländerna. Vad som här sagts om aluminium gäl-

ler även i viss omfattning för koppar.

Viss mängd av aluminiumhalvfabrikat värmebehandlas. Dessa processer kan göras väsentligt energisnålare genom utveckling av ugnar och processer. Detta behandlas närmare i delavsnittet "Gemensamma processer".

Distribution av smält metall

Vid Gränges lättmetallgjuterier har utvecklats ett nytt tillverkningsystem, "Holimesy", (Hot Line Metal System).

Systemet innebär att man från en central smältugn eller varmhållningsugn kontinuerligt distribuerar smält aluminium eller zink till olika pressgjutningsmaskiner. När man kan tekniken är den enkel, men fram till detta stadium krävs åtskilligt av "know-how".

Enligt uppgift sjönk det årliga energiuttaget vid Väsbyverken från 7.4 till 3.1 TJ vid övergång till denna teknik. För denna form av distribution av zink finns konkurrerande system, men dessa använder 2,5 à 3 kW/m i överföringsrännan mot 0,2 i Grängesprocessen. För aluminium finns inte konkurrerande system. Systemet har nu använts för aluminium vid Södertäljegjuteriet i tre och ett halvt år. Utomordentligt starkt intresse har vid GIF 74 (internationell gjuterimässa) visats för Gränges' teknik. Kommentar: "En av mässans två världsnyheter presenteras i mässans minsta monter".

Koppar och bly

Vid kopparframställning från sulfidmalm rostar först malmen, varefter smältning sker i elektrisk ugn och sk skärsten erhålls. Denna blåses i liggande konverter till blisterkoppar (råkoppar). Denna förbehandlas i anodugn och gjuts i formar avpassade för den efterföljande elektrolytiska raffineringen. Vid denna erhålls koppar av hög renhetsgrad och avskiljs slam, innehållande ädelmetallerna. Kopparn smälts i ljusbågs-

ugn och gjuts till ämnen.

Liknande smält- och elektrolysteknik används för blyframställning. Dessa processer är väl etablerade, och man kan knappast emotse några nya processer som väsentligt ändrar bilden.

Däremot kan man räkna med en fortlöpande utveckling och förbättring av produktionsutrustningen i kostnadssänkande riktning. En viss reduktion av den specifika energiförbrukningen torde man då också kunna påräkna.

Då man för framtiden förutser dels lägre metallkoncentration i malmen och dels skärpning av miljökraven, får man snarare en ökning av specifika energiförbrukningen, se figur 1.4.

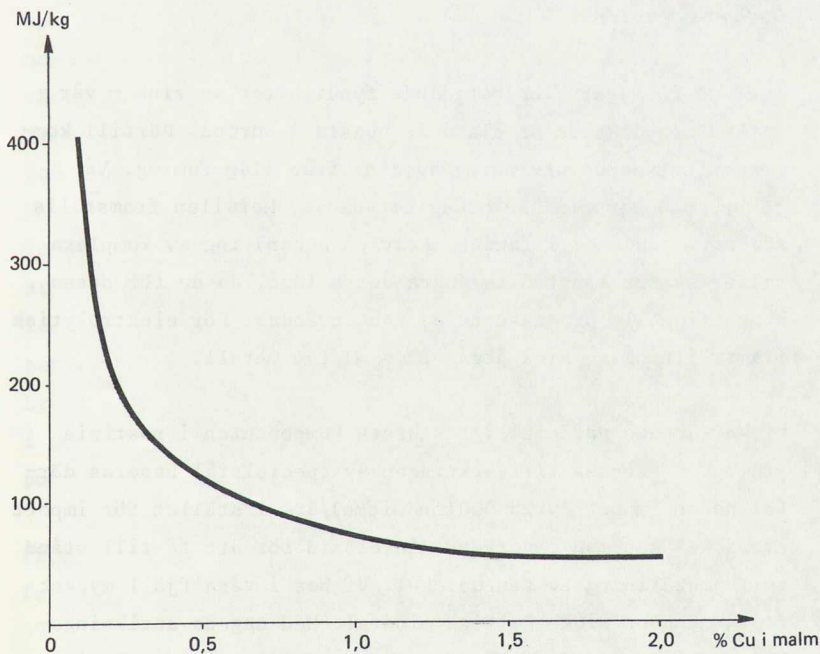


Fig. 1.4: Specifik energiförbrukning vid kopparframställning med fallande kopparhalt i malmen

Nettoeffekten av de motverkande tendenserna kan möjligen ge en viss minskning av specifik energiförbrukning enligt tabell 1.17.

Tabell 1.17: Specifik energiförbrukning vid kopparframställning, GJ/ton

	1970		1985		2000	
	Bränsle	El	Bränsle	El	Bränsle	El
Koppar	13,1	32,9	11,8	31,3	10,5	29,9
Bly	4,6	10,1	4,2	9,5	4,2	9,0

Såsom tidigare nämnts under *Aluminium* kan vissa energibesparingsåtgärder av liknande karaktär utnyttjas även för kopparproduktion.

Även för koppar gäller att avsevärd energibesparing erhålls vid omsmältning av skrot, varför tillvaratagande och åtgärder för att underlätta skrotåtervinning är intressanta.

Övriga metaller

Sverige förfogar över betydande fyndigheter av zink - vår zinkmalmproduktion är bland de högsta i Europa. Därtill kommer en betydande utvinning av zink från slag-fuming. Vår förbrukning av zink är också betydande. Metallen framställs för närvarande ej i landet. Krav på behandling av komplexa sulfidråvaror kan tänkas ändra detta läge, då de för dessa konventionella processerna ej kan användas. För elektrolytisk framställning av zink åtgår 12,6 GJ/ton metall.

Nickel är den värdemässigt största komponenten i rostfria stål. Den svenska tillverkningen av specialstål baseras därför på en import av 25 000 ton nickel/år. I stället för import av nickel kan man importera nickeloxid för att få till stånd en framställning av ferronickel. Vi har i våra fjäll mycket stora mängder nickelhaltiga mineral. Med dagens anrikningsteknik ligger de dock långt under brytningsgränsen. En insats för att utarbeta en metodik i syfte att utvinna nickel ur dessa är dock önskvärd.

Ferrolegeringar

Benämningen ferrolegering kommer av att det är legeringar mellan järn och en annan metall som används för ståltillverkning antingen som legeringstillsats eller som reduktionsmedel. Under denna rubrik inräknas dock även kiselmetall samt kiselkrom och kiselmangan, då de utnyttjas på samma sätt.

Det finns ett stort antal olika ferrolegeringar med t ex krom, mangan, kisel, molybden, vanadin, wolfram, titan och fosfor.

Med avseende på energiförbrukningen är dock endast tre av intresse, eftersom dessa tillverkas i kvantiteter som är hundra gånger större än för övriga. De ferrolegeringsämnen som åsyftas är krom, mangan och kisel. Sk handelsstål innehåller 1 à 2 % legeringsämnen, men för specialstål såsom värmebeständiga och rostfria samt snabbstål är tillsatserna mycket högre, upp till flera tiotal procent. För vår stålindustri är en säker tillgång till ferrolegeringar nödvändig.

Tonnagemässigt är ferrolegeringsindustrin liten jämförd med stålindustrin. År 1972 var den totala produktionen av ferrolegeringar 250 000 ton, varav 70 000 ton användes för eget behov och 180 000 ton för avsalu. Då landets inhemska förbrukning samtidigt var 165 000 ton innebär detta en balans i produktion och konsumtion. Trots detta är import och export av ferrolegeringar relativt betydande.

Prognoser för tillverkning samt för förbrukning av energi i ferrolegeringsindustrin visas i tabellerna 1.18 och 1.19.

Tabell 1.18: Tillverkningsvolym inom svensk legeringsindustri (tusen ton/år)

	1972	1985	2000
FeSi 45,75 och Si-metall	76	150	250
FeMn + SiMn	76	100	150
FeCr + SiCr	107	200	350
Summa	259	450	750

Tabell 1.19: Förbrukning av kraft och reduktionsmedel

	1972	1985	2000
Elkraft, totalt TJ	4 500	8 200	13 500
Elkraft, GJ/ton	17,8	18,0	18,0
Reduktionsmedel, totalt tusen ton	112	250	450
kg/ton	441	550	600

För tillverkning av FeMn och FeCr med låg kolhalt sker en tillverkning i två steg med utnyttjande av SiMn och SiCr i andra steget. Denna process ger en dyrare produkt och viss egenförbrukning av ferrolegeringar. På grund av den högre kostnaden väntar man sig inte någon ökad produktion av dessa kvaliteter. Då i andra steget kisel används som bränsle blir den redovisade bränsleförbrukningen per ton relativt låg. Detta är förklaringen till den med ökad produktion ökade specifika bränsleförbrukningen. Elförbrukningen väntas bibehållas på samma nivå. Förbättringar i utrustning och processer förväntas ge endast marginella kraftbesparingar, vilka sannolikt uppvägs av krav på miljövård och förbehandling av råvaran.

Värmeåtervinning

En mycket väsentlig energibesparing kan uppnås genom värmeåtervinning. Vid smältverket i Vargön har en ångpanna anslutits till smältugnen. Ugnen har en tät överbyggnad och falsk-

luftsinläckaget har härigenom kraftigt minskats. I ångpannan produceras överhettad högtrycksånga. Vid tillverkning av 75 % kiseljärn produceras 7 ton ånga/ton metall, vilket representerar en återvinning av två tredjedelar av tillförd elenergi.

Invid smältverket i Vargön ligger ett pappersbruk, som kan tillgodogöra sig ångan. På detta sätt sparas 20 000 å 25 000 ton olja/år, och dessutom är svavelutsläppet mindre än om pappersbruket skulle producera sin ånga i en bränsleeldad ångpanna.

När man för den prognoserade produktionsökningen måste anlägga ett nytt verk bör man beakta samlokalisering av en värmekonsumerande industri med en värmeproducerande.

Vissa energibesparingar kan göras genom förvärmning och förreducering av beskickningen. Detta sker i ett slutet system där beskickningen möter avgaserna. Dylåka ugnskonstruktioner har redan provats, men någon sådan ugn finns ännu ej i Sverige. En annan besparingsmöjlighet är lämplig förbehandling av råvarorna, t ex genom siktning och pelletisering. Dessa besparingsåtgärder väntas dock endast ge marginella effekter på grund av de extra åtgärder som kråver kraft, bl a den nu nödvändiga rökgasreningen.

1.4.4 Verkstadsindustri

Verkstadsindustrin sysselsätter 40 % av samtliga industrianstållda och svarar för en tredjedel av förådlingsvärdet samt för 35 % av Sveriges export.

Få branscher har så heterogen struktur som verkstadsindustrin. Den framställer allt från knappålar till jetflygplan. Det är därför mycket svårt att göra en generell och entydig bedömning av denna industrigren.

Traditionellt indelar man verkstadsindustrin i fyra delgrupper, nämligen järn- och metallmanufakturering, maskinindustri, transportmedelsindustri och elektroteknisk industri.

Varvsindustrin hänförs då till transportmedelsindustrin, men den behandlas ofta separat på grund av sin stora betydelse i svensk industri.

För en analys av energikonsumtion och möjliga energibesparingar inom verkstadsindustrin ansåg vi en annan indelningsgrund vara mera givande. För våra hearings gjorde vi följande indelning:

1. Grovplåt, bearbetning
2. Tunnbräda, bearbetning
3. Tung mekanisk industri
4. Fin mekanisk industri

Denna indelning har gjorts med tanke på den bearbetningsteknik som är väsentlig i olika industrityper.

De industrier som huvudsakligen bearbetar grovplåt är i första hand varven och i andra hand tillverkare av cisterner och reaktorkärl och liknande. I dessa industrier sker väsentligen formning av grova plåtar och sammanfogning av dessa genom svetsning till större konstruktioner.

Bearbetning av tunnbräda sker i första hand genom formning och i andra hand genom fogning. Ur energisynpunkt är för dessa industrier ytbehandlingen av speciellt intresse. Till industrier i detta avsnitt hör karosseritillverkning, tillverkning av husgeråd m m. I tung mekanisk industri sker den väsentliga bearbetningen i form av maskinbearbetning, men hit hör förutom maskin- och motortillverkningsverkstäder även gjuterier och smedjor.

Den finmekaniska industrin är i princip den elektrotekniska, för vilken energiutnyttningen i den egentliga verksamheten är låg eller helt obetydlig.

Analys av energibehov och möjliga åtgärder för energibesparing har företagits genom hearings i denna gruppering och bearbetning av därvid lämnade uppgifter. Dessa har senare sammanställts och redovisas här i ett sammanhang, men i ovan

angiven följd.

Trots att verkstadsindustrin utgör en så betydande andel av svensk industriell verksamhet är dess konsumtion av energi relativt liten. År 1971 förbrukades sålunda endast 46×10^3 TJ av den totala balansen. Andelen är således endast 10 % av industrins konsumtion.

Verkstadsindustrins andel i svensk industri belyses av några data gällande år 1970 (tabell 1.20).

Tabell 1.20: Verkstadsindustrin 1970

Tabellens kolumner:

1. Antal arbetsplatser
2. Antal anställda, tusental
3. Försäljning Gkr
4. Total värdeökning, Gkr
5. Energiförbrukning, 10^3 TJ
6. Specifik värdeökning, öre/MJ

Industrigren	1	2	3	4	5	6
Metallmanufaktur	1 873	83	7,4	4,0	11,5	35
Maskinindustri	1 300	128	11,3	6,1	16,2	40
Elektronik	446	71	5,9	3,2	5,4	60
Transporter	416	74	8,5	3,6	9,7	40
Skeppsvarv	142	29	3,1	1,1	4,0	30
Verkstadsindustrin totalt	4 305	394	36,9	18,5	46,8	40
Massa och papper	275	59	9,6	4,2	223	2
Järn och stål	112	57	7,6	3,5	101	3
Cement	29	2,7	0,4	0,2	25	1
Industri, totalt	13 561	922	106	49	540	9

Anm. On 1 kWh kostar 5 öre ger detta 1,4 öre/MJ.

I tabellen visas som jämförelse även data för övrig industri. Av tabellen framgår verkstadsindustrins ringa energiförbrukning i förhållande till industrins omfattning. Fördelning på olika energislag framgår av nedanstående tabell.

Tabell 1.21: Energikonsumtionen 1970

Objekt	Totalt 10 ³ TJ	El 10 ³ TJ	Bränsle 10 ³ TJ	Spec. oljekons. GJ/anställd
Metallmanufaktur	11,5	3,2	8,3	97
Maskiner	16,2	4,0	12,2	93
Elektroteknik	5,4	1,8	3,6	51
Transporter	9,7	2,2	7,6	97
Skeppsvarv	4,0	0,7	3,2	88
Verkstadsind. totalt	46,8	12,6	34,2	88
Massa och papper	223	39,6	183,6	3 750
Järn och stål	101	18	82,8	1 450
Cement	25	1,8	23,4	9 000
Industri, totalt	540	115,2	424,8	450

Dessa data antyder att verkstadsindustrin vad beträffar energikonsumtion är mycket homogen. I runda tal utnyttjas hälften av den konsumerade energin för processerna och hälften för lokaluppvärmning och ventilation.

Energikrisen 1973/74 visade att det under extraordinära förhållanden var möjligt att nedbringa konsumtionen för värme och ventilation med 15 % och för processer med 4 %. Detta kräver dock en stark motivation och håller sannolikt inte under normala förhållanden. Man beräknar att energikonsumtionen skall öka med 6,5 % årligen, huvudsakligen beroende på ökad mekanisering. Man kan vänta sig att mekaniseringen ökar snabbare, men å andra sidan kommer en bättre isolering av byggnader och mera avancerade ventilationssystem med värmeåtervinning att minska ökningstakten eller uppväga den.

Grovplåtbearbetning

Verkstadsindustrins grovplåtbearbetning kan delas upp i sex åtskilda problemområden:

1. Transport och hantering
2. Bearbetning genom termisk skärning, klippning eller skärande bearbetning till önskade dimensioner och former

3. Formgivning genom varm- eller kallböckning eller pressning
4. Fogning medelst svetsning eller bultförband och därmed sammanhängande förbehandling
5. Värmebehandling företrädesvis i samband med eller efter svetsning
6. Ytbehandling företrädesvis för korrosionsskydd eller på grund av estetiska eller andra krav

Energiförbrukning vid ett skeppsvarv

Vid Kockums Mekaniska Verkstads AB har man som underlag för EPK gjort en analys av sin energiförbrukning år 1973 med försök att dela upp den på olika förbrukningskällor. De angivna data är endast överslagsmässiga och avser att indikera ur energibesparingssynpunkt intressanta avsnitt.

Denna analys får ligga till grund för en följande diskussion av tidigare angivna sex delprocesser.

Energiförbrukning 1973		TJ
Elenergi		190
Gasol	180 ton	7
Eldningsolja	13 000 m ³	432
Acetylen	228 000 Nm ³	11
Summa		640

Till detta kommer en förbrukning av $2,2 \times 10^6$ Nm³ syrgas samt 650 ton koks för gjuteriet. Den förbrukade elenergin fördelas i stort enligt tabell 1.22. Av denna tabell framgår att ventilation och belysning svarar för en tredjedel av energikonsumtionen. Den största posten härfter är svetsning.

Tabell 1.22: Överslagsvis fördelning av elförbrukning 1973

	%
Värmecentraler + aggregat	5,2
Elvärme	9,6
Ventilation	7,5
Belysning	8,6
Pumpar	3,5
Härdugnar	1,5
Kompressorer	11,7
Kranar	5,3
Svetsning	26,0
Verkstad, gjuteri, snickeri	3,8
Fartygsbygge	4,7
Övriga arbetsmaskiner	9,4
Strömförluster	3,2
Summa	100,0

Posten eldningsolja, som även inkluderar drivmedel, fördelar sig enligt följande:

	1 000 m ³	%
Lokaluppvärmning	8,4	63
Målning	2,7	20
Fartygsuppvärmning	1,0	8
Smedja m m	0,6	5
Drivmedel	0,5	4

Posten för målning innefattar den eldningsolja som åtgår för att skapa lämplig temperatur och fuktighet samt höjd plåttemperatur för en snabbare härdning av färgen vid målning i byggnadsdockan. Posten drivmedel avser kranar, truckar och bilar inom varvsområdet. Posten 1 000 m³ för fartygsuppvärmning avser arbetsmiljöförbättring under fartygets byggande.

Mängden gasol utnyttjas för värmning av plåt och profiler, för blästring och målning samt till skärbrännarmaskiner.

Acetylen används uteslutande till skärning.

Om de olika delposterna summeras finner man att ca 60 % av den totala energiförbrukningen åtgår för komfort, dvs uppvärmning av byggnader och arbetsplatser, ventilation och belysning.

Med ledning av bl a dessa data kan vi nu studera de olika problemområdena.

Materialhantering

Transporter och hantering inom verkstadsområdet är mycket starkt avhängiga av lokala förhållanden. En del gemensamma problem kan dock skönjas. Interna transporter liksom även ett rationellt materialutnyttjande påverkas positivt om plåtarna levereras i färdiga format från stålverken. Detta påverkar även skrotfallet. Inom skeppsvarven har man härvid kommit långt. Skrotfallet vid Kockum är således endast 4 à 5 % av stålmängden, vilket är lågt för denna tillverkning.

I vissa fall kan ett bättre materialutnyttjande ske i verkstaden. Som exempel kan nämnas att man vid Kockums skär flera koncentriska ringar i fallande dimensioner ur en plåt.

En markant fördel för skeppsvarven vore om extremt långa plåtar och balkar kunde levereras från stålverken till varven. Detta förutsätter dock en annan taxesättning för transporter (SJ) och är således närmast ett transportoptimeringsproblem. Generellt kan sägas att närmare studier av problemet rationellt materialutnyttjande bör företas.

Bearbetning till format

Formatbearbetningen sker vid grovplåtanvändning i huvudsak genom termisk skärning. Härvid används acetylen. Acetylen framställs av förbrukaren från karbid. Det är ett förhållandevis dyrt bränsle. Karbidframställningen kräver hög energiförbrukning. Acetylen har väsentliga fördelar som bränsle vid skärningen.

På grund av ovan påtalade energikonsumtion är ett studium av

alternativa tekniker av intresse. Ett möjligt alternativ är skärning med vätgas. Vätgasen är även ett reduktionsmedel. Den mest betydande svårigheten är vätgasens lagring och transport. Den låga kondenseringsstemperaturen omöjliggör förvaring i annan fas än gasfas; lösning i lantan är en möjlighet. Ett annat alternativ är plasmaskärning, men denna teknik kräver en utveckling av apparatur och metodik för att arrangera lokalt vakuum vid svetsstället. Skärning och svetsning behandlas utförligare i avsnittet "Gemensamma processer".

Formatberedningen inkluderar även en fogberedning, vilken sker genom termisk skärning eller mekanisk kanthyvling. Vid varven måste nu två längder skarvas till en hel strimla för skrovtillverkningen. Fogberedningen måste ske efter skarvningen för att minimera gap och svetsgodsförbrukning. Om hel längd kunde levereras från stålverket (se punkt 1), kunde även fogberedningen utföras därstädes. Kanthyvlingmaskin för ändamålet finns för närvarande vid ett av grovplåtverken.

Formgivning

Formgivning vid grovplåthantering sker varmt eller kallt genom bockning och pressning. Utveckling av kraftiga pressar och speciell teknik för bockning och pressning av mycket tjocka plåtar kan medföra en energibesparing då bockningen kan utföras kallt i stället för varmt. Utvecklingsarbete pågår vid Carbox AB.

Fogning

Fogning av grovplåt sker huvudsakligen genom svetsning. Som framgick av data för Kockums tar svetsningen omkring en fjärdedel av den totala elenergiförbrukningen. Det mest frapperande i denna konsumtion är att de uppskattade förlusterna i utrustningen och svetsledningarna är omkring 60 %. Forskningsinsats för förbättring av framför allt flersvetsutrustningar är starkt motiverad och behandlas under moment 1.4.5. Maskinsvetsningen är väsentligt gynnsammare än handsvets-

ningen, som visar stora förlustposter.

Härvid bör påpekats att dessa siffror gäller ett varv med relativt väl utvecklad maskinsvetsning. Vid andra grovplåtsverkstäder kan man förmoda att andelen handsvets är högre.

Svetsningsoperationerna medför giftiga och besvärande rökgaser, vilka indirekt ökar energikonsumtionen genom höga krav på ventilation. Dessa problem styrker behovet av dels utveckling av svetsningsprocesserna mot miljövänligare teknik och dels utveckling av ventilationstekniken.

Värmebehandling

Värmebehandlingen vid grovplåtbearbetning innebär närmast avspänningsglödning av svetsfogar. Deltagande experter anser att man i dag avspänningsglödgar i alltför stor utsträckning. Glödning kan undvikas i mycket stor omfattning, men härför krävs i första hand en ändring av gällande normer, vilka baserar sig på äldre stålqualiteter.

Ytbehandling

Ytbehandlingen omfattar dels rengöring av plåtytor genom blästring, dels målning.

Som tidigare påpekats åtgår indirekt betydande energiposter för målning och målningsunderlag genom kraven på temperatur och ventilation.

En angelägen forskningsuppgift är således att undersöka nya och mindre energikrävande vägar att applicera korrosionsförhindrande ytskikt. Andra intressanta vägar är att finna bättre metoder att förbereda ytan och att finna lacker som ställer mindre krav på temperatur (se vidare moment 1.4.5).

Arbetsmiljö

Arbetsmiljön är såsom visats energikrävande. Speciellt för tillverkningen av grovplåt gäller att en stor del av arbe-

tet utförs utan byggnader. Arbetsplatserna är då känsliga för omgivningens atmosfär. En väg att minska kraven på lämplig temperatur är att utveckla bra arbetsdräkter.

Tunnplåtsbearbetning

De väsentligaste problemområdena för denna gren är:

- Plåtformning
- Klippning och stansning
- Värmebehandling
- Ytbehandling

Energiförbrukningen vid tunnplåtsbearbetningen är relativt låg, vilket belyses av att för en typisk verkstad energikostnaden är endast 1 % av produktionskostnaderna. Uttagen effekt från maskinen är i genomsnitt en tredjedel av installerad effekt, och förbrukningen för produktionsoperationen är omkring:

För svetsning	50 %
För saxar, skrotbehandling	25 %
För ugnar + avfettning	15 %
För övrigt	10 %

Det bör observeras att denna verkstad använder ytbehandlad (galvaniserad) plåt, varför energikrävande ytbehandling av produkterna uteblir.

Plåtformningen sker i huvudsak plastiskt genom kallformning i form av pressning, tryckning m m. Processerna är i princip energisnåla. På Bahco övergick man från skärande bearbetning till plastisk formning, och detta medförde en avsevärd minskning av energibehovet.

Vid plåtformning deformeras som regel hela plåtytan plastiskt - även de delar som senare klipps bort. Detta är ett område som bör studeras. Allmänt måste även framhållas värdet av att studera plåtformning för vidgad ersättning av annan teknik att ta fram detaljer. Detta kräver ett omtänkande

hos konstruktörerna.

I Sverige är forskningen inom plåtformning obetydlig. Det är därför glädjande att initiativ nu tas vid Chalmers och Luleå tekniska högskolor till forskning inom detta avsnitt. Intressant vore att utveckla plåtformningsmetoder som kunde ge bättre spänningsmönster och därmed säkrare felfri formning.

Klippning och stansning

Klippning och stansning av detaljer ur plåt medför normalt ett högt skrotfall, ofta i storleksordningen 25 - 35 %. Studier av metodik för stansning plus formning för att bättre kunna utnyttja materialet är önskvärda. Ökat materialutnyttjande medför indirekt en energibesparing.

Värmebehandling

I viss utsträckning sker glödning som mellanoperation. Behovet kan sänkas, om duktilare material och formningsteknik utvecklas. De ugnar som används har ofta låg verkningsgrad. Önskemål finns om bättre ugnar, vilket behandlas i moment 1.4.5. Teknik för lokal glödning av delar av detaljer kan spara energi.

Ytbehandling

Ytbehandlingen omfattar dels rengöring och dels ytbeläggningar i form av galvanisering och lackering. Dessa processer är energikrävande, dels i sig själva och dels på grund av medföljande krav på ventilation.

Rengöring utförs vanligen i trikloretylen, vilket medför ökade krav på ventilationen i den mån rengöringen inte kan utföras som en sluten process.

Vid galvanisering sker rengöring i varma bad. Utvecklande av metod för rengöring i bad vid rumstemperatur skulle sänka energibehovet.

Avsevärd energibesparing kan göras om hela galvaniseringen kan utföras i helt slutna processer.

Lackering är den mest energikrävande operationen. Tidigare ugnar för ugnstorkning av lack var slutna och relativt energisnåla; däremot är de konveyorssystem som nu används energislukande samtidigt som de medför krav på kraftig ventilation. De öppna kylzonerna gör det svårt att tillvarata spillvärmets värme. Insatser behövs för att utveckla bättre och energisnålare system. En alternativ metod, vilken ställer mindre krav på ventilationen, är elektroforetisk lackering. Härvid bör bli förbehandlingen studeras.

Ett väsentligt framsteg vore om en lack kunde framställas som ej erfordrar ugnstorkning utan kan lufttorka till acceptabel kvalitet. Den enda nu tänkbara lösningen är en tvåkomponentlack. Dagens tvåkomponentlackar fyller dock inte kraven för storskalproduktion. Såväl lack som lackeringsutrustning måste förbättras.

En stor fördel vore om ytbehandlingen kunde i större utsträckning förläggas bakåt i processkedjan. Grundskydd och förlackering kan göras rationellare av bandtillverkarna, men då krävs att skikten kan passera genom formning och stansningsoperationer utan att skadas. Ett problem är bli skydd av frilagda kanter. Ett annat svårt problem är fogning då punktsvetsning inte går att utföra på förlackerad plåt. Utveckling av denna metodik kräver således omkonstruktioner och framtagande av alternativ fogningsteknik.

Tung mekanisk industri

En tung mekanisk industri omfattar ofta gjuteri, smedja, maskinbearbetning, värmebehandling och montering.

För dessa avdelningar varierar behovet av energi för processer respektive komfort starkt. I gjuteriet, som vanligen smälter i kupolugnar, genereras dels stora mängder avgasvärme och dels facklas ofta brännbar gas. Dessa energimängder skulle mycket väl kunna tillvaratas och utnyttjas för

lokaluppvärmning m m.

Vid Volvo-Skövdeverken genereras t ex 9 500 m³ avgas/tim med 475° C temperatur. Dessutom förbränns 9 000 m³/tim av låg-värdig överskottsgas. Detta ger tillsammans ca 40 GJ per timme.

En alternativ energisnålare väg vore att använda högfrekvens-ugnar för smältningen. Det är möjligt att den enda aktivitet som erfordras är information.

Högfrekvensteknik eller alternativ snabbvärmningsteknik bör också studeras för lokal glödning och värmebehandling av ytor hos större komponenter. Värmebehandling utförs i dag i onödig omfattning, närmast beroende på föråldrade normer.

Skärande bearbetning kräver mer energi än plastisk formning. Det är därför bl a ur energisynpunkt fördelaktigt att vidare utveckla plastiska metoder för att ersätta maskinbearbetningen. Komponenternas utformning bör också konstruktivt ändras för att ersätta massiva ämnen med plåt där så är möjligt.

I verkstäderna används en relativt stor kvantitet tryckluft. I dag återvinns en del av temperaturhöjningen vid komprimeringen i form av hetvatten, men mer borde göras för tillvaratagandet.

De dominerande posterna i verkstädernas energikonsumtion är uppvärmning, belysning och ventilation.

Vid energikrisen fastställdes att elbehovet vid en verkstad kunde minskas med 27 %. Denna minskning hänfördes till belysningen. Forskning för fastställande av lämpligt utförande av belysning och belysningssystem samt för fastställande av vettiga normer är av stort värde.

Vid ett företag kunde oljekonsumtionen sänkas med 20 %, vilket åstadkoms genom reduktion av ventilatioen. På många håll anses att man i dag gått för långt, så att ventilationen kan ge negativa miljöeffekter (drag). Analys av ventilation för

lokal och allmän ventilation samt mer avancerad teknik är synnerligen önskvärd.

Smedjor

Den senaste energikrisen medförde en insats från IVF (Institutet för verkstadsteknisk forskning) på uppdrag av Sveriges Mekanförbund att inrikta verksamheten inom området smidning på energibesparande åtgärder. De vanligen använda värmningsutrustningarna är bränsleeldade ugnar med låg verkningsgrad. Detta har bl a visats vid tidigare omfattande undersökningar inom branschen. Vid IVF har man därför studerat åtgärder dels på kort sikt och dels på längre sikt.

Smedjornas sammanlagda energiförbrukning redovisas i nedanstående tabell.

Tabell 1.23: Smedjornas energiförbrukning

Objekt	Totalt TJ	Ämnesvärmning, %	Lokalkomfort, %
E1	750	21	7
Olja	1 650	71	16
Gasol	30	31	

Smedjans maskiner tar 28 % av elkonsumtionen, resterande post förbrukas vid värmebehandling o dyl. De oljeeldade ugnarnas verkningsgrad kan med enkla medel höjas 10 à 20 %. IVF har som hjälp vid detta arbete valt ut dels en litteraturlista, dels en lista över enkla åtgärder som smedjorna själva kan vidta för att minska sin energiförbrukning.

Med viss fortlöpande driftsomsorg kan de åtgärder som vidtas ha verkan under längre tid. För en inverkan på längre sikt har IVF planlagt FoU-insatser: "Förbättrat utnyttjande av befintliga smidesugnar" och "Flexibel värmningsanläggning vid sänksmidning".

Finmekanisk industri

Den finmekaniska industrin omfattar ett stort antal mindre och små verkstäder jämte några större. En betydande del, bl a teleindustrin, utför elektroteknisk tillverkning och tillverkar instrument. Karakteristiskt för denna industri-gren kan sägas vara att endast en liten del av energin utnyttjas i arbetsprocesserna. Huvuddelen är komfortenergi, dvs belysning, värme och ventilation. Trots detta finns vissa åtgärder, innebärande bl a energibesparing, som är intressanta att vidta. Några problemområden vilka huvudsakligen avser alternativ teknik för komponenttillverkning är:

- Plastisk formning
- Precisionsgjutning
- Materialhushållning
- Värmebehandling

Plastisk formning

Vid tillverkning av små komponenter genom skärande bearbetning är spånafallet stort - det kan uppgå till 50 % vid grova och till 90 % eller mera vid klena komponenter. En alternativ materialbesparande och därmed energibesparande väg är formning genom kallsmidning. En forskningsinsats på detta område är behövlig. En annan väg är att smida komponenter från pulver - ett område där fortsatt forskningsaktivitet är påkallad.

Precisionsgjutning

Den kortaste och därmed möjligen även den energisnålaste vägen att tillverka en komponent är gjutning till rätt form. FoU-insatser är här behövliga. Kompoundteknik bör även utvecklas. Här avses då att utnyttja olika material kombinera-de i en detalj så att energisnålare material används i delar som ej kräver annat.

Materialhushållning

En annan väg till materialhushållning är utveckling av formningsmetoder för tunnare plåt, vilket dels ger en lättare konstruktion, dels medför material- och energibesparing. Det är även väsentligt att optimera uttag ur plåt vid stansning.

Värmebehandling

Undersökningar har visat att värmebehandlingsutrustningarna ofta är i ett miserabelt skick, och bl a är spillvärmeförlusterna stora. Åtgärder behandlas under moment 1.4.5.

Även från dessa industrier pekas på behovet av studier av arbetsmiljön, framför allt på effektivare metoder att upprätthålla god arbetsmiljö utan energislöseri. Detta innebär bl a studier av lokal ventilation vid miljöförstörande processer. Det är angeläget att verkligen penetrera dessa problem med omsorg. I STU-BFR:s skrift "Bättre bruk av energin" visar B Löfstedt att vid arbetsmiljöplanering effekterna av temperatur, belysning och ljud måste sammanlagras.

1.4.5 Gemensamma processer

I detta avsnitt behandlar vi några processer som är av gemensamt intresse för hela industriområdet även om problemen skiftar något inom olika industrier.

Problemen har omnämnts även i de föregående avsnitten. Här behandlar vi följande tekniker och problemområden:

Ugnsteknik

Svetsning

Ytbehandling

Ugnsteknik

Energiteknisk forskning med sikte på relativt snabb tillämpning i industriella ugnar är mycket försummad. Det är dock möjligt att bryta nuvarande utveckling med en energiförbruk-

ning som ökar i allt snabbare takt. Genom förändringar i existerande processer kan omedelbara besparingar åstadkommas.

Ugnsteknik innebär tillämpningen av de grundläggande lagarna för värme- och massöverföring, reaktionskinetik m m vid medelhöga och höga temperaturer i industriella processer. Detta betraktelsesätt gör det möjligt att komma bort från den traditionella uppbyggnaden av ugnar, vilket innebär att sten läggs på sten till en tung struktur, som i många fall absorberar mer värme än den överför till godset.

Forskning och utveckling inom området ugnsteknik:

1. Kartläggning av energiutnyttningen inom industrin i syfte att erhålla information om var energibesparande åtgärder bäst kan sättas in.
2. Värmeåtervinning

Rekuperatorer och avgaspannor var mycket vanliga inom industrin under 1950-talet och i början av 1960-talet, då energin så småningom blev så billig att återvinning inte lönade sig, i synnerhet som man gick till alltför höga förvärmningstemperaturer. Vi är nu emellertid tillbaka vid höga energikostnader, och värmeåtervinning är åter ekonomiskt lönsam.

De ökade energipriserna stimulerar till försök att återvinna värme ur avgaser, även om temperaturen inte är så hög. Investeringskostnaderna blir höga men kommer förmodligen att betala sig i framtiden. Undersökningar pågår i Sverige att återvinna värme ur ugnars avgaskanaler, där avgastemperaturerna inte är högre än 400^o C. Varmluften kan användas till att vintertid värma kontors- och fabrikslokaler. Genom att använda tubpaket av nya konstruktioner, som går att skjuta in i skorstenar vintertid och under sommaren dra ur dessa kan man undvika fläktkylning.

Det förefaller som om de keramiska rekuperatorerna i många fall kommer att ersättas av metalliska. Detta beror i hög grad på att man numera bättre kan behärska materialtemperaturerna och på så vis kan undvika korrosion. Materialen har inte förbättrats nämnvärt och kommer antagligen inte heller att göra det inom en överskådlig framtid. Förbättringarna kommer främst att ske på konstruktionssidan. Datortekniken har medfört att beräkningarna kan göras säkrare. Man kan beräkna materialtemperatur utan att riskera överhettning.

Användning av rekuperatorer innebär att den mängd förbränningsgas som strömmar genom ugnen minskas. Varje

liten gasvolym får således en längre uppehållstid i ugnen och hinner avge mer värme. För en genomskjutningsugn, som ju är en värmväxlare i motström, kan man därigenom sänka utgående avgastemperatur. Om man i stället låter avgastemperaturen vara konstant kan ugnen göras kortare.

3. Förbränningsteknologi och miljövård

Studium av fenomenen i samband med själva förbränningsprocessen i syfte att utveckla effektivare förbränningsanordningar, som är okänsliga för störningar, flexibla vid val av olika värmeslag, som förbränner bränslet utan bildning av sot och andra luftföroreningar, och som motverkar speciellt giftiga o d gas-komponenter.

4. Övergång till lågvärdigare bränslen i kvalificerade tillämpningar

Dagens industriugnar och pannor i Skandinavien baseras i allmänhet på eldning med eldningsolja eller gasol. En övergång till gångna tiders generatorgas- eller koltornseldade ugnar skulle betyda en kraftig sänkning av produktionen och ökade kostnader. Att med dagens teknik av kol och ved tillverka olja eller gas kräver mycket stora anläggningar. Sådana projekt bearbetas på flera ställen i Europa och USA.

Tillverkning av en bränslegas torde vara möjlig i mindre eller medelstora anläggningar och bli relativt billiga. Vid behov kan gasen anrikas med t ex gasol och därefter förbrännas i - helst effektivare - brännare än dagens. Därigenom möjliggörs en snabb övergång från flytande bränslen till fasta, och omvänt.

5. Energianvändningen i ugnar

Genom bestämning av det optimala värmningsförloppet i en rad värmugnstyper ges anvisningar för om- och nykonstruktion av ugnar, respektive ändringar i driftspraxis, bättre övervakning och reglering, datorstyrning.

6. Utveckling av mättekniken, bl a för beröringsfri mätning av yttemperatur i ugnrum, mätning av strålningsintensitet osv.

7. Utveckling av nya processer och värmningsapparater med hög verkningsgrad, t ex utveckling av direkta och indirekta elektriska metoder för värmebehandling av stål.

8. Processtyrning av ugnar med dator

Detta område inkluderar även utveckling av matematiska modeller för simulering av värmningsprocesser i ugnar för att därigenom ge underlag för optimering av processen.

Stora besparingar kan på sikt erhållas genom bättre kännedom om själva processen. Med hjälp av matematiska modeller kan man beskriva hur förhållandena i en ugn påverkas av olika åtgärder. Modellerna kan användas för datorstyrning av ugnar.

Vid övergång till processtyrning av gropugnar vid British Steel Corporation minskade energikonsumtionen med 53 MJ/ton. En annan fördel var ett förbättrat utbyte på grund av en minskning av glödskalbildningen.

Övergång till processtyrning av genomskjutningsugnar vid Hoogovens i Holland resulterade i en total bränsleförbrukningsminskning på ca 10,8 GJ/ton, dvs 500 000 dollar per år.

Utredningar som nyligen genomförts vid ett valsverk av institutionen för värme- och ugnsteknik. KTH, tyder på att bränsleförbrukningen för en gropugn i ett götvalsverk med ändrad driftspraxis kan sänkas med 45 %. Vid installation av ett processtyrningssystem torde merparten av de beräknade bränslebesparingarna kunna realiseras. Hur stora besparingarna blir beror på hur väl man lyckas styra ugnarna i relation till stålverket och valsverket.

9. Ugnskonstruktion

Den traditionella värmugnen består av anordningar för att tillföra energi - brännare, elektriska motståndselement osv - samt ett skal, vanligen av eldfast tegel för att förhindra värmeförluster, och några anordningar för att transportera godset genom ugnen. Värmugnens historia innehåller inga revolutioner utan endast gradvisa förbättringar av brännare, använda material m m.

Bättre eldfasta material är vanligen tyngre, dyrare, har högre värmemagasineringsförmåga och högre värmeledningsförmåga. Detta betyder att ugnens totalvikt blir mycket hög och även att ugnen blir mycket okänslig för ändringar i produktionstakten. Påeldningstiden efter veckoslut kan i större ugnar vara upp till 24 timmar och kräver naturligtvis stora energimängder. En systematisk utveckling av bättre ugnar måste starta med en totalanalys av hela produktionsprocessen.

De nya keramiska fibrerna visar en del attraktiva egenskaper, och på grund av de keramiska fibrernas låga volymvikt kan även ugnens bärande konstruktion göras mycket lättare. Totalkostnaden för ugnen blir då liten i förhållande till en konventionell ugn.

Dessa nya material med väsentligt bättre värmeisolerande förmåga och mycket lägre värmemagasineringsförmåga ger utveckling av nya ugnar med starkt förbättrad energiekonomi.

10. Ugnsdrift

Med utnyttjande av dagens teknologi är det möjligt att göra väsentliga energibesparingar i befintliga ugnsanläggningar utan kostnadskrävande ombyggnader. Det kan framför allt vara möjligt att genom bättre skötsel och övervakning av ugnar och värmningsprocesser inbespara upp till 15 % av energibehovet. Detta gäller för bränsleeldade ugnar och gäller såväl större enheter vid järnverk som mindre i verkstäder.

Svetsning

Svetsning är en för hela metallindustrin mycket väsentlig teknik och kan ställas i direkt relation till konsumtionen av metaller. Svetsning av stål är därför av dominerande betydelse. Under den senaste femårsperioden har ca 85 % av den konsumerade stålkvantiteten undergått svetsning.

På grund av artligheten inräknar vi även den termiska skärningen i detta avsnitt.

Den största stålförbrukningen för svetsade konstruktioner är tillverkning av gas- och oljeledning, fartyg och cisterner. Av tonnagemässig betydelse är även tillverkning av tryckkärl samt brobyggnad. På senare tid har även husbyggnad i stål ökat kraftigt. Den tyngre mekaniska industrin utnyttjar nu även svetsade konstruktioner i stor omfattning.

Varvsindustrin anförs ofta som typexempel för tillverkning av svetskonstruktioner. Dess andel av vår stålkonsumtion är 20 à 25 %.

Svetsningen kännetecknas av en nedsmältning av elektrodmaterial och uppsmältning av en stor mängd gods i fogens omgivning. För tunga och medeltunga svetskonstruktioner utgör svetsgodsmängden ca 1 % av konstruktionens vikt. Energiåtgången är i genomsnitt nära tio gånger för uppsmältning erforderlig energimängd. Den är således 18 à 25 GJ/ton svetsgods eller 0,2 à 0,3 GJ/ton.

Svetsningen är således relativt energikrävande, och FoU för

att nedbringa energibehovet är påkallade. Större möjligheter till energibesparing vid svetsning genom FoU föreligger dock indirekt genom materialbesparing och minskade miljöbesvär.

Problemområden:

1. Svetsning av nya konstruktionsstål med högre hållfasthet. Man kan räkna med en minskning av svetsade konstruktioners vikt genom utveckling av stål med högre hållfasthet. Minskningen av specifik stålkonsumtion härigenom kan uppskattas till 5 å 10 %, i enskilda fall nu väsentligt högre - 10 - 30 %. Resultatet av forskning inom detta avsnitt är minskat energibehov för stålframställning.
2. Minskning av erforderlig svetsgodsmängd genom vidare utveckling av svetsningsmetodik. Genom utveckling av metoder med större energitäthet och mindre uppsmältning av grundmaterial kan smältenergiebehovet minskas, gissningsvis i storleksordningen 20 - 50 %. Som förut angivits är energikonsumtionen i dag 20 GJ/ton svetsgods eller 0,2 GJ/ton svetskonstruktion, vilket ger en totalenergiförbrukning av ca 1 000 TJ/år.

Vid svetsning måste man räkna med att svetsgodsmängden i svetsförbandet utgörs av uppsmält grundmaterial till 30 å 90 %. Vid manuell svetsning är 30 å 40 % uppsmält grundmaterial och vid maskinell svetsning 50 å 90 %. En metod som arbetar med stor energitäthet är plasmavsvetsning, vilken nu enbart utnyttjas för specialändamål. En i dag exklusiv metod är elektronstrålesvetsning, som nu endast kan genomföras vid mycket låga tryck i vakuumkammare. Det synes dock vara möjligt att utveckla metodik för elektronstrålesvetsning vid atmosfärtryck. Till de utvecklingsbara energitäta metoderna hör även svetsning med laser.

3. Minskning av energibehovet för värmebehandling.

Den övervägande typ av värmebehandling som förekommer för svetsade konstruktioner är avspänningsglödning. Krav på avspänningsglödning enligt gällande normer är i dag överdrivna på grund av den tekniska utveckling som skett dels på materialsidan och dels i svetsningsmetodik. Potentiella möjligheter att minska energiförbrukningen finns således. För glödning av större konstruktioner medför utveckling av teknik för lokal glödning av svetsar energibesparing. Det bör dock påpekas att det totala energibehovet för avspänningsglödning av svetsade konstruktioner är litet; storleksordning 1 å 3 TJ/år.

4. Svetsföljdsscheman

Ett svåröverskådligt forskningsområde är svetsföljds-scheman och därmed sammanhängande möjlighet att behärska svetsdeformationer. En minimering av svetsdeformation medför minskat riktningarbete och härigenom en arbets- och energibesparing. En kartläggning av omfattningen av riktning och liknande arbetsinsatser i verkstäderna i dag bör utföras.

5. Termisk skärning

Den nu vanliga processen är skärning med acetylen. Ett alternativ är skärning med propan, naturgas eller annan blandning av kolväten. Denna metodik har dock en nackdel: den medför väsentligt höjd syrgasåtgång (fem gånger). Ett alternativ, plasmaskärning, har - delvis på grund av miljöaspekten (anrikning av nitrösa gaser och ozon) - begränsad tillämpning och ger vidare sämre snittkvalitet. Den väsentligaste användningen är för närvarande rostfria material. Klart forskningsbehov föreligger för utveckling av termiska skärningsprocesser.

6. Strömkällor för svetsning

De vid likströmssvetsning använda svetsomformarna har en elektrisk verkningsgrad av 50 à 55 % och för s k svetslikriktare är verkningsgraden 70 à 75 %. Vid växelströmssvetsning är verkningsgraden hos svets-transformatorerna 80 à 85 %.

Valet av strömform avgörs av kvalitativa skäl; likströmssvetsning ger enligt allmän uppfattning de bästa resultaten.

Om man även räknar in tomgångsförlusterna, som normalt utgör 10 % av total energiåtgång, blir energi-verkningsgraden 40 % vid flersvetsaggregat. Det är således ytterst angeläget att utveckla strömkällesystem som arbetar med högre verkningsgrad och bl a uppvisar lägre tomgångsförluster.

7. Påsvetsning och hårdsvetsning

Påsvetsning utnyttjas för att ersätta förslitet gods med svetsning, men metoden används även för framställning av flerkomponent material (compoundmaterial). Besparing av dyrbara (och energikrävande) material kan göras genom påsvetsning t ex av ett rostfritt skikt på olegerat grundmaterial.

Man kan exempelvis för grova verktyg som saxskär spara 90 % eller mer av den materialkostnad som ett verktyg helt i det dyrbara verktygsstålet medför. Påsvetsning kan även ge arbetsytor som är överlägsna homogena material.

Kartläggning av teknikens möjligheter är av intresse bl a ur energibesparingssynpunkt.

8. Friktionssvetsning och presssvetsning

På olika håll studeras och utvecklas metoder för friktionssvetsning och presssvetsning, dvs rent mekaniska svetsningsmetoder. Dessa metoder är i många fall mycket lämpliga. I första hand är en kartläggning och uppföljning av tekniken påfordrad.

9. Skarvning av band och ämnen

För rationalisering i stål- och metallverkens bearbetningsavdelningar är metoder för skarvning av band och ämnen av stort intresse. Väsentliga framsteg kan göras, om lämplig snabb metod för skarvning av ämnen i uppvärmt tillstånd kan utvecklas.

Ytbehandling

Ytbehandling av stål och metaller sker i betydande omfattning såväl hos materialtillverkare som hos materialanvändare. De problemområden som vi inkluderar i detta avsnitt är:

Förbehandling

Galvanisering

Lackering

samt till dessa hörande deloperationer.

Ytbehandlingens betydelse kan belysas med några data hämtade ur en utredning av K Nihlberg (utredning om Ytbehandlingsteknik, STU 74-4645):

Färgindustrin omsätter	600 Mkr/år
Galvanoindustrin, förädlingsvärde	800 "
Kallvalsad plåt	400 "

Korrosionsskadorna uppgår per år till belopp om 2 Gkr, varav 25 % kan undvikas genom utnyttjande av befintlig kunskap.

Den totala kostnaden för ytbehandling av produkter är runt 2 å 3 Gkr/år. Ytskyddet avser att ge mångårig livslängd åt produkterna, och det totala värdet uppgår till flera tiotals Gkr. Ytbehandling har således totalt en mycket stor ekonomisk betydelse. Livslängdberäkning hos en produkt har givetvis även indirekt en energiekonomisk betydelse. Ett problem är omhändertagande och oskaddliggörande av avfall.

Lackering

De färger som används i dag innehåller vanligen 50 à 60 % organiska lösningsmedel i appliceringsstadiet vilka avlägsnas under torkning och härdning. Härtill kommer att vid färgappliceringen större eller mindre mängd av färgen missar föremålet. En uppfattning om färgförluster ges i följande tabell:

Tabell 1.24: Färgförluster (%)

Koncentrerad kallsprutning	30 - 70
" varmsprutning	20 - 60
Luftlös sprutning	15 - 40
Elektrostatsprutning (automat)	3 - 10
" (manuell)	10 - 30
Elektroddopning (utan ultrafilter)	10 - 30
" (med ")	3 - 5
Bandlackering	3 - 5

Tabellen ger samtidigt en bild av de olika metodernas miljöfarlighet. Det bör dock påpekas att största mängden av färgförlusten avskiljs i sprutboxarna. För lackering kan vi nu specificera några problemområden.

Problemområden av intresse ur energisynpunkt kan grupperas på två avsnitt:

Galvanisering och lackering. Förbehandlingen inkluderas i respektive process, men separata FoU-aktiviteter är önskvärda över avfettning och fosfatering vid lägre temperatur.

Galvanisering

Den energi som förbrukas vid ytbehandlingen består dels i värmning av de olika behandlingsleden och dels i elenergi för den elektrolytiska metallutfällningen. De största potentiella energibesparingsmöjligheterna ligger i den förut nämnda posten.

Anläggningarna är nu öppna, vilket dels ger direkta värmeförluster och dels ställer höga krav på ventilation. Påkallad är en kartläggning av möjligheterna att kapsla in anläggningarna för att nedbringa den ventilation som är nödvändig på grund av emissionen av giftiga gaser. Härtill kan energi sparas genom bättre termisk isolering av baden.

Önskvärda forskningsinsatser är utveckling av nya processer med kraftigt minskad giftighet i helt slutna enheter med kontinuerlig baddosering för att hålla konstant badsammansättning.

Appliceringsteknik

Vidareutveckling av sprutmetoder för att minska färgförluster, dvs strävan mot ett mål att lackera utan spill. Rationaliseringvinsten har gjorts genom övergång till varmsprutning och vidare genom övergång till tryckfinfördelning (högtryckssprutning). Som visats medför övergång till elektrostatsprutning väsentligt minskade förluster. Denna teknik kan ytterligare förfinas.

Vid dopplackering undgår man flera av sprutlackeringens problem. Den konventionella dopplackeringen kan förbättras genom elektrostatisk utfällning. Denna elektroddoppning kan ytterligare förbättras genom ultrafiltrering. Metodiken är den mest miljövänliga våtlackeringsmetoden. Den innebär att man ej har svårigheter med avdunstande lösningsmedel eller luftföroreningar för ugnstorkning och heller inga avloppsvattenproblem.

För plana ytor, t ex vid bandlackering, kan vals- och ridåbeläggning användas. Denna metod ger en rationell beläggning utan miljöbesvär. En bandlackeringsanläggning representerar en mycket hög produktionskapacitet. Som tidigare nämnts är det därför av väsentligt intresse att stödja en utveckling som medger tillverkning av komponenter från lackerade band.

Vattenbaserade färger

Tillgång till vattenbaserade färger ger ett minskat behov av ventilation. Ett problem är att vattnet kokar vid 100° C, vilket reducerar torkningstemperaturen och eventuellt medför förlängning av torkugnen med en avvattningsdel. Då man med vattenbaserade färger dels undviker miljöbesvär och dels undviker att använda lösningsmedel har på senare tid stort intresse ägnats åt utvecklingen av dessa färgtyper.

En prognos för USA belyser trenden:

Prognos för utveckling av industrifärgsförbrukning i USA, miljoner liter:

	<u>1968</u>	<u>1972</u>	<u>1975</u>
Lösningemedelsbaserade:			
Ugnstorkande	945	1 065	820
Lufttorkande	460	370	350
Vattenbaserade:			
Ugnstorkande	72	265	570
Lufttorkande	18	29	65

Minimering av torkningsoperationer

Torkning är energikrävande, varför utveckling av färgtyper som minskar behovet av torkningssteg är intressant. Färger för målning vått i vått efterlyses således. Då kraven på ytfinish ej är höga kan flerskiktsmålning företas utan mellanliggande torkning. Detta utnyttjas t ex vid målning av traktorer. Ytan får då lägre glans, och vattenbasfärger kan ej användas.

Härdning av lackskikt

Strålning av olika våglängd kan användas för härdning av färg. Värmestrålning och IR-strålning (infra-röd) absorberas i färgskiktet och ger en ren värmehärdning. UV-strålning (ultra-violett) och plasma höjer ej temperaturen men startar en polymerisering i färgskiktet. Man klarar i dag att härda

lacker men även vissa pigmenterade färger i tunna skikt. Nackdel är att avstånd mellan strålningskälla och lackyta bör hållas konstant. Fortsatt utveckling av denna teknik är önskvärd.

Ich bin sehr dankbar für die
 Unterstützung, die ich von Ihnen
 erhalte. Ich hoffe, Sie werden
 mir bald wieder schreiben.
 Mit freundlichen Grüßen
 Ihr ergebener
 [Name]

Referenslista för kapitel 1

Om- råde	Titel	Författare/Källa
1-4	Industri 1971	Statistiska Centralbyrån
1-4	Svensk industri	SOU 1974:11-14, Industristrukturutredningen
1-4	Sveriges Industri, utveckling och konkurrensläge	Sveriges Industriförbund
1	Energi-FoU för gruvindustrin	Övering A Winter, LKAE
2	Det framtida järnverket	Dir G Holme, Ångpanneföreningen
2	Direct reduction of iron ore	Iron and Steel International, Dec. 1973
2	Energihushållning inom järn- och stålindustrin	Dir S Forslund, Domnarvets Jernverk
2	Järnverket 1990	Prof S Eketorp, KTH
2	Möjligheter att minska energi-FoU	Tekn. lic Grip, NJA
2	Ny valsningsteknik	Bergsing C Falk/Prof P-O Strandell, KTH
2	Oxygen in soaking pits and reheating furnaces	C Moore/A Gurson/J E Dalton
2	Steels in the future	Dr R Kiessling, Sandvik AB
2	Stålindustrins framtida energiförsörjning	N Bonthron/E Björklund, Jernkontoret
2	Stålverk 1990	Prof P-O Strandell, KTH
2	Svensk stålindustri 1970-2000	Jernkontoret
2,3	Högfrequensugnar	Tekn. dr Y Sundberg, ASEA
2,3	Ljusbågsugnar	Tekn. dr Y Sundberg, ASEA
3	Energihushållning inom ferrolegeringsindustrin	Övering E Hällgren, Airco Alloys AB
3	Prognoser om den framtida tillverkningsvolymen och energiförbrukning inom icke-järnmetallindustrin	Kemikontoret
3	Sveriges framtida metallframställning	Prof G Björling, KTH
4	Energibesparing i smedjor	Bergsing B Hjärpe, IVF

Om- råde	Titel	Författare/Källa
4	Energiförbrukningen vid Kockums Mekaniska Verkstad	Dir P Pålsson, Kockums Mekaniska Verkstad
4	Verkstadsindustrins FoU inom energiområdet	Övering H Sten, Sveriges Mekanförbund
5	Alternativ ytbehandlingsteknik	Sveriges Mekanförbund
5	FoU-program för Institutionen för värme- och ugnsteknik	Prof R Collin, KTH
5	10-årsprognos avseende energi- FoU inom svetsteknologin	Prof T M Norén-Brandel
5	Utredning om ytbehandlingsteknik	STU, 74-46-45, K Nihlberg

BIHANG 2

PROJEKTKATALOG

Denna projektkatalog innehåller de förslag som dels framtagits vid hearings och dels vid diskussioner med de experter som kontaktats. Katalogen gör inte anspråk på att vara fullständig, den omfattar dock många projekt som har betydelse ur energisynpunkt när det gäller branscher inom område B 1.

Listans ordningsföljd innebär inte någon prioritering.

Grupperingen i listan är gjort enligt den uppdelning som specificerats i sammanfattningen under "Problemstruktur".

Vi har, där det varit för oss möjligt, gjort en grov uppskattning av ungefärligt resursbehov och uttryckt detta i uppskattad insats i form av manår. Vi har också antytt behov av för ändamålet specifik, relativt dyrbar utrustning som måste nyanskaffas. I vissa fall finns utrustning som eventuellt behöver modifieras för FoU-insatser men som, om det t ex är utrustning som utnyttjas driftsmässigt i industrin, måste göras tillgänglig för FoU-insatser. Det kan då bli fråga om dels kostnader men framför allt svårigheter att finna lämplig tidpunkt för att inte störa driften i alltför hög grad.

Ett antal av de medtagna projektförslagen bearbetas redan eller har planerats och finansiering redan säkerställt. I andra fall gäller det planer eller mer eller mindre avancerade idéskisser.

För att få en överskådlig och koncentrerad framställning används en kombinerad bokstavs- och sifferkod. Uppställningen visas nedan med ett exempel:

		Kod					
		1	2	3	4	5	6
	<u>Energianvändningsanalys</u>						
2	Inventering och analys av energikonsumtion i stål- tillverkningens och stål- bearbetningens samtliga processled	3	f	1	1	0	-
2,3	Fjärrvärmesystem för ut- nyttjande av spillvärme	1	1	4	3	0	3
2,3	Samlokalisering av värme- producerande och värme- konsumerande industrier	1	s	4	3	0	3

x x x

- (A) Rubrikraden anger problemområde enligt FoU-behovsanalys.
- (B) Siffrorna i vänstermarginalen anger delområde enligt delområdesbeskrivningar.
- (C) Projekt/objektnamn.
- (C) Kodtabell. Kodtabellen anger-

i kolumn 1: Finansiering av insatser

1. Helt statligt stöd erfordras
2. Delvis statlig finansiering
3. Helt industrifinansierad

i kolumn 2: Forskningsställe eller det organ
som ansvarar för forskningsin-
satsens bedrivande

- a) Gruvföretag
- b) Tekniska Högskolan i Luleå
- c) Mineralprocesslaboratoriet
i Stråssa
- d) Sala Maskin AB
- e) Gruvforskningen
- f) Jernkontorets Tekniska Forsk-
ning
- g) Metallurgiska Forsknings-
stationen i Luleå
- h) Tekniska Högskolan i Stock-
holm
- i) Tekniska Högskolan i Lund
- k) Chalmers Tekniska Högskola
- l) Ångpanneföreningen
- m) Atomenergi
- n) Stålverken
- o) Metallverken
- p) Verkstäderna
- r) Utrustningsindustri
- s) Koncessionsbeviljande myndigheter
- t) Statens järnvägar
- u) Institutet för verkstadsteknisk
forskning
- v) Arbetarskyddsfonden
- x) Nordiska institutet för
färgforskning
- y) Korrosionsinstitutet

- i kolumn 3: Insatsens karaktär och läge
1. Forskningsinsatser pågår
 2. " planerade
 3. Utarbetad plan föreligger
 4. Idéskiss
- i kolumn 4: Resursbehov, manuella insatser.
- I kolumnen angiven siffra avser grovt uppskattad insats i manår:
- 0 = insats mindre än 1/2 manår
9 = " mer än 10 manår
- i kolumn 5: Resursbehov, utrustning:
- 0 = utrustning finns, eventuella tillägg eller ändringar medför endast mindre kostnader
- 1 = utrustning måste anskaffas. Kostnad upp till samma storlek som för manuella insatser
- 2 = mycket kostnadskrävande utrustningstillskott erfordras
- 5 = utrustning utnyttjas driftsmässigt i industri och kan, eventuellt med modifiering, användas men åtkomst krävs och kan fördröja genomförandet.
- i kolumn 6: Inhämtning (förändringsmål)
- Här anges en uppskattning av den påverkan ur energiförbrukningssynpunkt som kan åstadkommas genom projektets genomförande och installation. Påverkan i relativa tal utgår från påverkansområdets storlek relaterad till vanligen 1971 års data om energiförbrukningen; utgångsdata finns återgivna under respektive statistikdel inom delområdesbeskrivningen. På grund av de brister som finns i underlaget, avseende både precision och uppdelning av data samt brister på,

(kolumn 6 - forts) för respektive problemområde, täckande projektförslag är uppskattningarna mycket ungefärliga.

Då dessutom projekten delvis är varandra uteslutande kan inte någon meningsfull summering av respektive påverkan göras.

Kod	Red. av energiförbrukn., direkt eller indirekt, i % av branschkonsumtion
1	< 1
2	~ 1
3	1-3
4	3-6
5	6-10
6	> 10

För många projekt, som framförts som idéskisser eller mindre genomarbetade idéer, saknas uppgift om bl a resursbehov, och då vi saknat underlag för kodning med rimlig säkerhet har vi satt ett streck (-) i koden.

Projektkatalogen upptar sid 118 - 124.

		Kod					
		1	2	3	4	5	6
<u>Energianvändningsanalys</u>							
2	Inventering och analys av energikonsumtion i ståltillverkningens och stålbearbetningens samtliga processled	3	f	1	1	0	-
2,3	Fjärrvärmesystem för utnyttjande av spillvärme	1	1	4	3	0	3
2,3	Samlokalisering av värmeproducerande och värmekonsumerande industrier	1	s	4	3	0	3
2	Användning av syreanrikad luft för förbränning av lågvärdig gas	2	g	4	1	0	1
2	Samordning av pågående insatser beträffande alternativ till masugnsprocesser	3	f	4	1	0	-
2	Optimering med avseende på energi för reduktions- och stålprocesser	2	h	3	2	0	-
4	Analys av energiåtgång vid smältsvetsning och värmebehandling	2	u	3	1	0	-
2	Analys av andel av svenska stålprodukter som kan stränggjutas med dagens teknik	2	h	4	1	0	-
<u>Tillvaratagande av spillvärme</u>							
1	Värme och ventilationsfriskluft i gruvor	3	a	4	2	0	3
1	Värmeåtervinning vid kulsintring	3	a	4	1	0	4
1	Samlokalisering av kulsintring och masugn	3	a	4	1	0	4
2	Rökgasvärme från stålverkens ugnar	2	f	4	2	0	4
2	Värme ur kylkällor, ev ny teknik för energiomvandling	2	f	4	1	0	1
2	Slutna svalbäddar för svalning vid stränggjutning	2	f	4	2	1	4
2	D:o för svalning i valsverk	2	h	1	2	1	4
2	Indirekt värmestrålning från slaggstelnings	2	g	4	1	0	1

		Kod					
		1	2	3	4	5	6
2	Utnyttjande av LD-avgas	2	f	4	1	0	1
2	Förädling av hyttgas och koksgas till gas med högre värmevärde	2	f	4	-	-	1
2	Teknik för säker eldning med hyttgas	2	f	4	-	-	-
2	Utveckling av teknik för användning av hyttgas för kärnugnar	2	f	4	-	-	-
2	Värmeväxlare för att nå höga temperaturer med lågvärdig gas (hyttgas)	2	r	4	-	-	1
2	Minskning av förluster genom lock på skänkar	3	n	1	-	-	1
2	Skrotvärmning med lågvärdig spillenergi (hyttgas)	3	n	4	-	-	-
2	Förbättrad värmeisolation i stålugnar, analys	3	g	4	-	-	1
2	Recirkulation av värme i stålugn, förbränning av avgas med överföring till badet	2	g	4	-	-	1
3	Slutet system för förvärmning av beskickning i ferrolegeringsugnar	3	0	3	-	-	-
5	Utbyte av energiform i ugnar för minskning av avgasförluster	3	r	4	0	0	-
5	Vakuumslussar för att minska skyddsgasförbrukning	3	r	1	0	0	-
5	Recirkulation av skyddsgas med regenerering	3	r	3	-	-	-
5	Brännare med intern recirkulation och värmeväxling	3	r	3	-	-	-
5	Torkning vid ytbehandlingsprocesser baserade på värmeväxling	2	h	4	-	-	-
<u>Återanvändning av material</u>							
3	Återanvändning av metallskrot, insamlingsplanering etc	1	s	4	-	-	-
4	"Skrotvänligare" konstruktion. Anpassa konstruktionen för att vid skrotning underlätta återanvändning	2	p	4	-	-	-

		Kod					
		1	2	3	4	5	6
<u>Processgruppering</u>							
2	Ökad andel stränggjutning	3	f	3	f	0	-
2	Direkt valsning utan svalning efter stränggjutning	2	h	3	2	5	4
2	Metoder att indikera yttre smärre fel i varmt tillstånd	2	f	4	-	-	-
2	Ämnesbehandling i varmt tillstånd	2	f	4	-	-	-
2	Direkt framställning av stål och malm	2	f h	3	-	-	-
2	Lätt påvärmningsugn för inplacering mellan stränggjutning och valsverk	2	h	3	3	1	-
3	Centrala smältanläggningar för lättmetall och leverans av smältmetall till gjuterier (Gränges Holimesy)	3	r	4	0	0	-
4	Centrala smältanläggningar för gråjärn med transport av smälta till gjuterier	2	p	3	-	-	-
4	Glödning av t ex svetsade konstruktioner kan ofta uteslutas tekniskt, ändring av normer	1	s	4	-	-	-
4	Leverans av "långa" längder till skeppsvarv (Transportproblem)	1	t	4	-	-	-
4	Kallformning av grovplåt	3	r	3	-	-	-
5	Minskning av torkningsprocesser vid svalning	2	r	3	-	-	-
<u>Processförbättring</u>							
1	Vidareutveckling av kallbundna kulor	2	c	3	-	-	-
1	Fortsatt utveckling av elhydrauliska bormaskiner i st f tryckluftsdrevning	3	r	1	-	-	-
1	Alternativa bränslen för kulsinterugnar, kolpulver respektive gas	3	6	4	-	-	-
1	Avvattning och torkning av slig, ev vakuum eller centrifugteknik	2	c	4	-	-	-
2	Reduktion i smält eller fast fas med vätgas från oxid, analys	1	h	3	1	0	-

		Kod					
		1	2	3	4	5	6
2	Järnsvampsprocesser baserade på koksgas eller LD-avgas	2	g	4	-	-	-
2	Masugn med återvinning av reduktionsgas	2	g	4	-	-	-
2	Sänkning av koksförbrukning i masugn med höjd blästertemperatur:						
	a) Oljeinjektion	2	g h	1	2	1	-
	b) Kolpulverinjektion	2	g	4	-	-	-
	c) Massiv koksgasinjektion	2	g	4	-	-	-
2, 4	Uppkokning vid skrotsmältning i högfrekvensugn	1	h	3	1	0	-
2	Reduktionsprocesser för järnframställning med kolpulver	1	h	3	1	0	-
2	Kvalitetsförbättringar genom bearbetning av platta stränggjutna ämnen för stångvalsning	2	n	1	1	5	2
2	Sekvensgjutning av olika stålqualiteter	2	n	4	2	5	1
2	Varmhållning av smälta i skänk för förlängning av gjuttider för att medge säkrare sekvensgjutning	2	n	4	3	3	1
2	Strålningsskydd vid varmsmidning och valsning	3	r	4	-	-	-
2,3,4	Värmebehandling med värmecirkulation	2	r	4	-	-	1
3	Rännugn för smältning av metaller	3	r	1	-	-	-
2, 3	Stränggjutning av klenta tvärsnitt, band och stång	3	f	4	-	-	-
3	Energisnålare smälteelektrolys av aluminium (datorstyrning)	3	0	1	-	-	3
4	Energisnålare flersvetsaggregat	2	r	4	-	-	-
4	Insatser för övergång från skärande till plastisk formning av komponenter	2	u	4	-	-	-
4	Komplementtillverkning av plåt ersättning för gjutning + skärande	3	u	4	-	-	-
4	Formning av tunn plåt	2	u	3	-	-	-
4	Förläggning bakåt i processkedjan av vissa ytbehandlingsprocesser	3	n p	4	-	-	-

		Kod					
		1	2	3	4	5	6
5	Utveckling av effektivare brännare	2	h	3	2	-	-
5	Produktion av bränslegas i mindre anläggningar	2	h	3	-	-	-
5	Ugnskonstruktion baserad på nya högisolerande material	2	h r	4	-	-	-
5	Förbränning av fasta bränslen i virvelskikt (samtidig absorption av svavel)	2	h	4	-	-	-
5	Värming av ämnen i virvelskikt	2	h	4	-	-	-
5	Sugtorkning av skänkar	2	h	1	-	-	-
5	Generering av skyddsgas i ugnsrum med "blåbrännare"	2	h	3	-	-	-
5	Partiell glödning av konstruktioner, t ex av svetsfogar	2	r h	4	-	-	-
5	Direkt värmebehandling från varmbearbetning	2	u	4	-	-	-
5	Minskning av svetsgodsmängd i fogar	2	h	4	-	-	-
5	Energisnålare termisk skärning	2	h	4	-	-	-
5	Svetsföljdsschema för att minimera deformation vid svetsning	2	h p	4	-	-	-
5	Materialbesparing genom påsvetsning	2	u	4	-	-	-
5	Friktionssvetsning, metodutveckling	2	u	4	-	-	-
5	Skarvsvetsning av band och ämnen	2	u	4	-	-	-
5	Energisnål flexibel värmingsanordning för sänksmidning	2	u	2	3	0	-
5	Överförändring vid värmebehandling	2	u	2	4	0	-
5	Värmebehandling i vakuum	2	u	2	3	0	-
3	Expertuppföljning av utländsk teknisk utveckling vid metallframställning	2	o	4	2	0	-
5	Energisnålare lacktorkningsprocesser	2	u	3	4	0	-
2	Datorstyrning av gropugnar	2	h	3	2	1	-

		Kod					
		1	2	3	4	5	6
<u>Arbetsmiljö - lokalkomfort</u>							
1	Minskning av emission till luft för dieseldrift under jord	1	b	1	2	1	5
1	Alternativ drift av fordon och redskap i gruva	2	a r	4	4	1	5
1	Bandtransportörer för grövre gods	2	a r	4	-	5	-
1	Elenergidistributionssystem för mobila arbetsmaskiner i gruva	2	a	4	-	-	-
5	Kritisk analys av arbetsmiljö med avseende på värme, ventilation och belysning	1	v	4	2	0	-
5	Utveckling av arbetskläder för olika arbetsmiljöer	1	v	4	3	0	-
5	Avancerad luftbehandlingsteknik införes i industribyggen	2	u	3	8	0	-
5	Optimal kombination av lokal och allmän ventilation	2	v r	4	2	0	-
5	Optimal kombination av lokal och allmän belysning	2	v r	4	2	0	-
5	Minskad generering av kväveoxider och kolmonoxid i oljebrännare, vidareutveckling av "blåbrännaren"	2	h	3	-	-	-
5	Ytbehandlingsmetoder (galvanisering) med väsentligt minskad giftighet	2	y	4	-	-	-
5	Slutna system för galvanisk beläggning	2	y	4	-	-	-
5	Appliceringsteknik för målning med minskade förluster till omgivningen	2	x r	1	-	-	-
5	Vidareutveckling av dopplackering	2	x r	1	-	-	-
5	Utveckling av elektrofores-applisering	2	x r	1	-	-	-
5	Vidareutveckling av vattenbaserade färger	2	x r	1	-	-	-
5	Rengöringsbad och kemiska förbehandlingsbad vid ytbehandling arbetande vid lägre temperaturer	2	u	3	4	0	-

		Kod					
		1	2	3	4	5	6
<u>Driftsövervakning - vardagsrationalisering</u>							
2	Åstadkomma hög ytkvalitet vid gjutning för att minska ytbehandling	3	n	1	-	-	-
2, 3	Bättre styrning av värmningsförlopp, förbättring av driftspraxis och effektivare processövervakning med datorstyrning	1	h	3	-	-	-
2, 3	Rotorsystem för styrning av rekuperatorer	1	h	3	-	-	-
2, 3	Mätgivare och mätsystem för övervakning av värmningsförlopp	2	h r	4	-	-	-
2,3,4	Konsultverksamhet för energibesparing vid ugnsdrift	2	f u	4	-	-	-
4	Ugnar i smedjor har hög bränsleförbrukning, som kan sänkas med enkla medel	2	u	3	3	0	-
<u>Energiutbildning</u>							
2	Utbildning av energiingenjörer	1	h	4	-	-	-

BIHANG 3

Förkortningar

EPK	Energiprogramkommittén
EPU	Energiprognosutredningen
HTGR	Högtemperatur-gaskyld reaktor
BFR	Statens råd för byggnadsforskning
IVF	Institutet för verkstadsteknisk forskning
LD	Linz-Donawitz-processen för stålframställning
NJA	Norrbottens Järnverk AB
Nm ³	Normalkubikmeter (gas av normalt tryck)
STU	Styrelsen för teknisk utveckling

Några kemiska grundämnen:

Al	Aluminium
Cr	Krom
Fe	Järn
Li	Litium
Mn	Mangan
Ni	Nickel
Si	Kisel

Se även moment 1.2.3. sid 17, angående använda enheter.

2 PETROLEUM-, KEMI-, PLAST- OCH GUMMIVARUINDUSTRI

2.1 Sammanfattning

Petroleumindustri, petrokemisk industri och egentlig kemisk industri betecknas här kemisk processindustri. Dessa industrigrenar har ur energisynpunkt likartade problem och kan därför behandlas i ett sammanhang.

För den kemiska processindustrin föreslås FoU inom fem delområden:

- A Minskning av den specifika energiförbrukningen genom förbättring och modifiering av processer och operationer och på sikt införande av nya processer. Anvisningar på några tänkbara projekt ges och förslag framställs om fortsatt utredning med uppgift
- att kartlägga pågående FoU inom landet och internationellt
 - att värdera och prioritera mellan tänkbara åtgärder
 - att föreslå FoU-insatser
- Kostnad för utredning ca 0,5 Mkr, för FoU-projekt 2 - 5 Mkr under en tioårsperiod.
- B Tillvaratagande av de stora spillvärmekvantiteterna.
Kostnad 0,6 Mkr.
- C Metoder för förgasning av fasta bränslen och avfall.
- D Effektivare utnyttjning av befintliga värmefall genom ökad generering av mottrycks kraft. Komplettering av projekt för massa- och pappersindustrin.
Kostnad 0,1 Mkr.
- E Minskad specifik energiförbrukning på lång sikt genom tillverkning av mer funktionsanpassade produkter. Hänvisning görs till motsvarande förslag i kapitel 3.

Delområde B kan bedömas ha största nationalekonomiska betydelsen och bör ges högsta prioritet. Därnäst i betydelse är delområde A. Projekt under D har betydelse för landets elenergi-balans. Projekt under C är betydelsefulla ur beredskapssynvinkel. Förstärkning av FoU-resurserna vid de tekniska högskolornas kemisektioner kan erfordras.

Plast- och gummivaruindustrin är relativt små energiförbrukare. De processer som är specifika för dessa industri-grenar har så låg energikonsumtion att marginella minskningar av denna saknar nationalekonomisk betydelse. Här har bedömts att motivering för statligt stöd till FoU på energi-området för nämnda industrigrenar saknas.

2.2 Områdesbeskrivning

Kapitlet omfattar petroleum- och petrokemisk industri, plast- och gummiindustri och övrig kemisk industri.

Dessa industrier sysselsatte år 1971 vid 832 arbetsställen 22 151 tjänstemän och 42 883 arbetare. Dess produktionsvärde var 9 680 Mkr och förädlingsvärdet 4 520 Mkr.

Energiförbrukningen år 1971 och en prognos för åren 1985 och 2000 framgår av tabell 2.1. Tabellen bygger på material från Kemikontoret (Ref 1). Kommentarer till tabellen och en analys av industrins framtida utveckling återfinns i denna referens.

Förbrukningen av fossila bränslen motsvarar $48 \cdot 10^3$ TJ och av elektrisk energi $17 \cdot 10^3$ TJ eller 15 % av hela industrins energiförbrukning. Den kemiska industrin är således en stor energiförbrukare. Av den totala bränslemängden förbrukas ungefär hälften vid petroleumraffinaderierna och av den totala elenergin ungefär en fjärdedel av klor-alkali-industrin. (Ref 2, 3). Bland energirika råvaror märks utom olja ammoniak för gödselmedeltillverkning. Importen av ammoniak är ökande och ca 100 kt/år, motsvarande ungefär samma mängd olja.

En stor andel av industrins arbetsställen finns vid småindustri (plastbearbetande, kemisk-teknisk tillverkning etc) med energiproblem likartade de för övrig småindustri.

En mindre andel av antalet arbetsställen finns däremot vid stora och tunga processindustrier med stor kapitalintensitet och relativt lågt arbetskraftsbehov. Industrin hör till de mest expansiva och bedöms ha stor nationalekonomisk betydelse. Som framgår av tabell 2.1 är den starkt beroende av import av fossila bränslen både som bränsleråvara och som råvara för produktionen. Åtgärder syftande såväl till att minska dess specifika energiförbrukning som att höja produktutbytet har därför betydelse i energisammanhang.

2.2.1 Petroleum- och petrokemisk industri

Petroleumraffinaderierna är tunga processindustrier för raffinering av råolja till eldningsolja, bensin, nafta, smörjolja, asfalt, gasformiga kolväten m m. I processerna behandlas produkter i flytande form och gasform. De flesta processerna är fysikaliska separationsoperationer - destillation, absorption, extraktion - som kan äga rum vid atmosfärstryck, övertryck eller vakuum och vid olika temperaturer. Även kemiska (katalytiska) processer förekommer. Använd teknik bygger i allmänhet på köpt utländskt know-how, dock ofta anpassad till svenska förhållanden. Möjligheterna till intern energiåtervinning genom värmeväxling mellan kalla och varma flöden tillvaratages i stor utsträckning.

Den petrokemiska industrins processer liknar till stor del raffinaderiernas dock med större andel av kemiska och katalytiska processer. Genom krackning av nafta vid hög temperatur i närvaro av ånga tillverkas eten, propen, butadien m fl produkter vilka i andra processer utgör råvaror för tillverkning av plastråvaror, lösningsmedel m m. Den petrokemiska industrin är under stark utveckling både i Sverige och internationellt.

En översikt över den oljebaserade kemiska industrins energisituation ges i Ref 2.

Tabell 2.1: Prognos för energiförbrukningen i några kemiska processindustrier (Ref 1)

Produkt	1971			1985			2000		
	Fossila bränsel ktoe	Energi-rika råvaror ktoe	El-energi GWh	Fossila bränsel ktoe	Energi-rika råvaror ktoe	El-energi GWh	Fossila bränsel ktoe	Energi-rika råvaror ktoe	El-energi GWh
Organiska produkter varav Gödsemedel	110	105	2 820	290	160	5 000	340	200	5 600
Klor	40	-	495	55	-	570	65	-	630
Organiska produkter varav Eten, propen, butadien	10	-	1 200	120	-	2 000	130	-	1 950
Basplaster	200	500 ¹⁾	550	850	2 500 ¹⁾	2 900	1 500	4 700 ¹⁾	5 500
Övriga kemiska produkter ²⁾	140	340 ¹⁾	..	600	1 500 ¹⁾	...	1 025	2 900 ¹⁾	..
Kemisk industri totalt SNI: 351 + 352	95	85	655	325	240	2 320	550	400	4 500
Raffinaderier (SNI: 353 + 354)	125	180	330	300	..	850	450	..	1 650
Gummivaror (SNI: 355)	530	870	4 355	1 770	3 300	11 100	2 850	6 000	17 300
	550 ³⁾	-	220	1 600 ³⁾	-	750	2 500 ³⁾	-	1 200
	75	60 ⁴⁾	243	130	30 ⁴⁾	500	200	-	750

1) Inkl nafta för krackning minus den del som efter processen återgår till bränslepoolen

2) Inkl basplasternas vidare bearbetning till halvfabrikat

3) Motsvarande 5 % av råoljaflödet i raffinaderierna

4) Motsvarar nettoimporten av syntetgummi

2.2.2 Kemisk industri

Bland övrig kemisk industri ingår oorganisk kemisk industri som tillverkar oorganiska syror (svavelsyra, saltsyra etc), gödselmedel, klor och alkali, tvättmedel m m och organisk kemisk industri som tillverkar färger, lösningsmedel, lacker, hartser, läkemedel o s v. Gemensamt för kemisk industri är dels kemiska processer, d v s kemiska reaktioner, ibland i närvaro av katalysator, dels fysikaliska enhetsoperationer.

De kemiska reaktionerna kan vara endoterma, d v s energiförbrukande eller exoterma, energialstrande. De kan genomföras i fast, flytande eller gasfas och kombinationer av dessa och vid olika tryck- och temperaturnivåer. Vid elektrolys och vid elektrotermiska reaktioner tillförs elektrisk energi, ofta i stora specifika mängder. Med hjälp av katalysatorer kan många kemiska processer genomföras vid lägre tryck eller lägre temperatur än som eljest vore möjligt. För vissa reaktioner krävs katalysator för att de över huvud taget skall äga rum.

De fysikaliska enhetsoperationerna kan vara mekaniska t ex krossning, malning, pressning, centrifugering, vilka i regel kräver elektrisk energi. Ofta är de separationsoperationer i flytande fas eller gasfas såsom destillation, extraktion, absorption, vilka i de flesta fall kräver energitillförsel oftast med ånga som energibärare. Även fast fas- vätskeoperationer förekommer. Processer och operationer kan vara kontinuerliga eller satsvisa. Det interna transportarbetet med hjälp av pumpar, fläktar, kompressorer och mekaniska transportörer är ofta betydande.

2.2.3 Plastindustri

Tillverkning av råvaror för plastindustrin räknas till petrokemisk industri. Av plastråvarorna tillverkas halvfabrikat (granulat, folier, pressmassor etc) vilka bearbetas vidare till olika plastvaror. Tillverkningen sker genom pressning, blåsning, extrudering, valsning, vakuum-

formning m m och kräver mekanisk energi (i regel tillförd via elektrisk energi) och ofta värmertilförsel. Värme kan tillföras med elenergi, ånga, hetvatten eller hetolja som energibärare.

En stor del av plastvaruindustrin är småindustri.

2.2.4 Gummiindustri

I Sverige tillverkas för närvarande inga råvaror för gummitillverkning. Tillverkning av gummivaror ur syntetgummiråvarorna och kemikalier består i blandning, knådning och formning under tillförsel av mekanisk (elektrisk) energi och värme med ånga eller hetvatten som värmebärare. Energiförbrukningen för denna del av tillverkningen är relativt sett föga energikrävande (Ref 2).

2.3 Anpassnings- och utvecklingsmöjligheter

Kostnadsandelen för energi i procent av produktionsvärdet är högre för kemisk processindustri än medeltalet för hela industrin. Speciellt är den mycket hög för tung kemisk industri. Med högre energipriser och större andel petrokemiska produkter förstärks detta förhållande (Ref 3). Ändras prisrelationerna mellan de stora kostnadsposterna råvaror, energi, kapital och arbete sker en successiv anpassning och omoptimering av processer och operationer för att nå lägsta totala kostnad. Högre energipriser kommer således att leda till mer energisnåla processer och därmed lägre specifik energiförbrukning. Kemikontoret har i sin tidigare nämnda prognos sökt uppskatta storleken av möjliga specifika energibesparingar. (Ref 1.) Likaså kommer de högre priserna på råvaran för petrokemiska produkter att leda till utveckling av processer med högre utbyten. I detta sammanhang bör framhållas att energiinnehållet i råvaran återfinns i de färdiga produkterna. Med förbättrad teknik för återvinning av produkter baserade på energirika råvaror uppstår således i princip ingen energiförlust genom att råvaran "passerat" den kemiska industrin.

Den kemiska industrin förbrukar i egentlig mening endast en mindre del av tillförd energi. Så sker endast i endotermiska processer där energiinnehållet i producerade produkter är större än i råvarorna. I de flesta fall är energin ett hjälpmedel för att sönderdela, separera och på andra sätt bearbeta och behandla råvaror och produkter. Praktiskt taget all tillförd energi återfinns därför som spillvärme i avloppsvatten, avgaser och avluft.

Vid många kemiska processer frigörs dessutom betydande mängder högvärdig energi, t ex vid rostning av svavelkis och framställning av salpetersyra från ammoniak. I båda dessa fall används frigjord energi för generering av ånga.

De energibesparande möjligheter som finns är således dels att minska tillförd energi genom mer energibesparande processer och operationer, dels att finna metoder att öka användningen av spillvärme och energirika biprodukter och reaktionsvärmets från exoterma reaktioner.

Den successiva omstruktureringen av branschen mot större enheter och nedläggning av mindre och gamla fabriker bidrar till minskad specifik energiförbrukning. Härtill bidrar även övergång från mer energikrävande processer till mindre energikrävande, t ex övergång från acetylenbaserad till etenbaserad kemi. Införande av modern syntesteknik som arbetar vid lägre tryck, t ex ammoniak- och metanolframställning, bidrar även till minskad specifik energiförbrukning. I samma riktning verkar utveckling av nya anod-typer för elektrokemiska processer. (Ref 4, 5, 10, 13.)

I princip skulle en omstrukturering av den svenska kemiska industrin mot tillverkning av en större andel konsumentnära produkter på bekostnad av andelen bulkkemikalier och halvfabrikat innebära stora direkta energibesparingar för landet. Motsvarande energimängder fick i så fall i stället importeras i indirekt form bundna i halvfabrikat och bulkkemikalier. Det är ej troligt att en sådan inriktning av den kemiska industrin är önskvärd.

Processer, apparater

Med i dag känd teknik kan energi sparas t ex genom optimering av isoleringstjocklekar och rörledningar med hänsyn till högre energipris, varvtalsreglering av pumpar, fläktar och kompressorer, snävare temperaturdifferenser (större värmeväxlarytor) vid värmeöverföring, bandtransport i stället för pneumatisk transport av pulverformiga material och minskad tomgångskörning.

Genom studium av de processvariabler, som med dagens teknik har störst inverkan på energiförbrukningen, ökar möjligheterna att använda energiåtgången som ett optimeringskriterium och att genom bättre övervakning och styrning av processer och operationer minska energiförbrukningen (Ref 11).

På längre sikt finns möjligheter att utveckla nya katalysatorer för genomförande av reaktioner vid lägre temperatur- och trycknivåer (Ref 3, 10). Likaså torde möjligheter finnas att utveckla nya processvägar som arbetar vid lägre temperatur (exempelvis extraktion i stället för termokemi, destillation vid lägre tryck) än i dag och därmed är energibesparande (Ref 4).

Utveckling av kontinuerliga förfaranden där man i dag har satsvisa kan ofta minska specifika energiförbrukningen liksom utveckling av processer och operationer som arbetar vid högre koncentrationer (Ref 4).

Mot bakgrund av att branschen är kapitalintensiv och ofta åtminstone vad gäller tung processindustri - arbetar i stora enheter, tar det relativt lång tid att utveckla och införa helt nya processer.

Produkter

Studium av de nödvändiga funktionella användningsegenskaperna hos tillverkade produkter relativt dagens produktspecifikationer kan på sikt medverka till framställning av produkter med lägre specifik energi- och råvaruförbrukning.

Spillvärme - reaktionsenergi

De största möjligheterna att på kort och lång sikt förbättra processindustrins energisituation ligger i att utnyttja de stora spillvärmeresurserna och energin från exoterma reaktioner (Ref 8, 9).

I första hand kan energi sparas genom ökad intern användning av sekundärvärmet genom ökad värmeväxling m m (Ref 11). I andra hand kan spillvärme tillgodogöras genom användning i andra närbelägna industrier och för lokaluppvärmning (bostadsuppvärmning). För närvarande planeras att använda överskottsvärme från svavelsyratillverkning för bostadsuppvärmning i Falun och Helsingborg. Utveckling av kommersiell teknik för värmepumpning skulle underlätta sådan användning.

Spillvärme bör även kunna användas för torkning av produkter och fasta bränslen.

Alternativa bränslen

Genom utveckling av pyrolystekniken så att fasta bränslen (kol, fasta avfall) kan omvandlas till gasformiga, eventuellt flytande, finns möjligheter att minska oljeförbrukningen. Ett bättre utnyttjande av bränslen genom kombinationer av ånggenerator/ångturbin med gas- eller luftvärmare/gasturbin är även möjligt (Ref 5, 9). Biprodukten vätgas från klor-alkalielektrolys kan eventuellt nyttiggöras i bränsleceller (Ref 4, 5).

Generering av mottryckskraft

En stor potentiell elenergikälla är de ännu icke utnyttjade värmefall som finns inom processindustrin. Genom att vid utbyggnad av nya och befintliga industrier bevaka möjligheterna att uppföra för flera industrierheter (eventuellt industri-kommun) gemensamma energicentraler kan värmefallen än bättre utnyttjas för elproduktion (Ref 11).

2.4 Översiktlig analys av behov av FoU

2.4.1 Petroleumindustri, petrokemisk industri och övrig tung industri (kemisk processindustri)

Den kemiska processindustrin har stor nationalekonomisk betydelse bl a genom att den förädlar råolja till bränslen, drivmedel och kemiska produkter. Den förädlar även en del av landets naturtillgångar, exempelvis svavelkis, biprodukter från cellulosaindustrin, luft och vatten (till industriella gaser och gödselmedel). Industrin förbrukar (och förädlar) stora mängder energi och energirika råvaror. Det finns således starka nationalekonomiska motiv för att denna industri utvecklas och drivs optimalt från energi- och råvarusynpunkt.

Målen för FoU bör vara

- att minska den specifika energiförbrukningen genom förbättring av befintliga och utveckling av nya processer och operationer
- att möjliggöra effektiv användning av industrins stora spillvärmemängder
- att finna avsättning för spillvärmemängden och därmed minska energibehovet inom andra grenar av samhället.

Den kemiska processindustrin är i högsta grad internationell till sin karaktär. Den svenska kemiska industrin är internationellt sett mycket liten men torde kunna anses vara tekniskt högtstående. Största delen av utvecklingen av nya processer måste dock ske utomlands och kunnandet köpas. Det är då av största betydelse att det i Sverige finns kunniga kemitekniska forskare och processtekniker vilka kan följa den internationella utvecklingen och utvärdera nya processer.

Statligt stöd till FoU vid de tekniska högskolornas kemitekniska institutioner är således i högsta grad befogat för att vi i Sverige skall nå sådan potential att vi kan utnyttja internationella FoU-resultat och även lämna bidrag

till den internationella forskningen och utvecklingen inom området. Effektiva former för kollektiv FoU i samverkan mellan högskolor och industri (exempelvis av modell SINTEF - Selskapet for industriell og teknisk forskning ved Norges Tekniske Høgskole - i Norge och TNO - Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek - i Holland) skulle öka värdet av sådana insatser. De högskoleinstitutioner som är speciellt intressanta i detta sammanhang är Kemisk apparatteknik vid CTH, LTH (Ref 12) och KTH (Ref 7), Kemisk teknologi vid KTH (Ref 14) och LTH, Värmeteknik vid CTH (Ref 11) och KTH, Teknisk kemi vid CTH och Kemisk reaktionsteknik vid CTH. Den sistnämnda institutionen arbetar speciellt med FoU rörande katalysator och reaktionskinetik som är av stor betydelse i detta sammanhang.

2.4.2 Plastbearbetande industri, gummivaruindustri

Några för den plastbearbetande industrin och gummivaruindustrin specifika behov av FoU på energiområdet synes ej föreligga eller vara motiverade. Många av de FoU-program, t ex beträffande lokaluppvärmning och ventilation, som föreslås inom andra områden är tillämpbara även inom dessa industrigrenar.

2.5 Fou-program och projekt

De övergripande målen för FoU på energiområdet inom den kemiska industrin bör vara

- att minska den specifika energiförbrukningen genom förbättring och modifiering av nu använda processer och operationer
- att minska den specifika energiförbrukningen genom utveckling av nya alternativa processer och operationer.

Anmärkning: Den specifika energiförbrukningen kan minskas dels direkt genom effektivare utnyttjande av tillförd energi, dels indirekt genom ökade utbyten.

- att möjliggöra effektivare användning av spillvärme från processerna. Mängden spillvärme är i stort lika med mängden tillförd energi.
- att finna möjligheter till effektiv avsättning av spillvärme.

Förslagen till FoU har samlats i följande grupper eller program:

- A FoU beträffande processer
- B FoU beträffande spillvärme
- C FoU beträffande bränslen
- D FoU beträffande mottryckskraftgenerering
- E FoU beträffande produkter

A Processer

Projekten syftar till minskad specifik energiförbrukning vid tillverkning av kemiska produkter. Detta mål kan uppnås genom detaljerat studium av processerna och modifiering/anpassning av dessa för mindre energiförbrukning. Då den specifika energiförbrukningen ofta är hög leder även marginella förbättringar av energiutnyttningen till stora besparingar. Bland pågående projekt inom området märks:

- Utveckling och tillverkning av dimensionsstabila anoder, DSA (KemaNord/Permascand, Ref 10, 13). DSA ger mellan 10 - 20 % lägre energiförbrukning vid klor-alkali- och klorattillverkning. Användning av DSA även för andra t ex hydrometallurgiska tillverkningar är intressant.
- Utveckling av ny typ av våtkemiska elektroder med lägre och styrbara överspänningar samt högre ström-utbyten. Elektroderna väntas ge betydliga energibesparingar i befintliga processer och även möjliggöra nya (KemaNord med stöd av STU) (Ref 10).
- Utveckling rörande bipolära elektroder och nya cellkonstruktioner för elektrolys (KemaNord) (Ref 10).
- Datorprogram för dimensionering och övervakning av industnings- och destillationsprocesser (Kemisk apparatteknik KTH (Ref 7) och LTH (Ref 12)).

Följande projekt är tänkbara för att nå de uppsatta målen:

- FoU beträffande katalytiska processer och katalysatorer. En inventering bör göras av pågående FoU inom och utom landet och av inom landet använda katalytiska processer. Vidare bör en värdering utföras av inom vilka områden de största potentiella vinsterna beträffande energiförbrukning finns. Med denna inventering och värdering som underlag bör konkreta förslag till FoU utarbetas.
- FoU beträffande ersättande av satsvisa processer med kontinuerliga där sådana kan leda till energibesparing.
- FoU beträffande optimeringsmetoder där hänsyn tas till energikostnadsparametern.
- FoU i avsikt att ersätta "varma" processer och operationer med "kalla".
- Detaljerat studium med kartläggning av energibalanserna för någon eller några industrier/processer i avsikt att erhålla underlag för värdering av var de största möjligheterna till energibesparing finns (Ref 11, 12).
- FoU beträffande förutsättningarna för och lämpligheten av energiråvaror som alternativt kan utnyttjas i viss process.

Kriterierna för en gradering i detta avseende torde främst vara dels den termiska verkningsgraden dels hur hög kapitalkostnaden är per transformerad utvunnen värmeenhet.

Som exempel från ammoniakstillverkning kan nämnas att värmevärdet i kol måste prissättas till mindre än hälften av det i naturgas om det skall vara lönsamt att basera en anläggning på kol i stället för naturgas med nu tillgänglig teknik. Förhållandena vid ammoniakstillverkning skiljer sig sålunda väsentligt från de vid produktion av värmekraft.

Det bör med andra ord vara möjligt att gradera preferensen för olika energiråvaror för olika slag av produktion och ur detta material kunna särskilja forskningsprojekt rörande övergång till ny energiråvara inom en specifik produktionsgren, vilka är särskilt ägnade en insats av forskningsmedel (Ref 6).

Inom delar av dessa och andra hithörande områden pågår FoU vid högskolor och kemiska industriföretag och i viss mån hos apparattillverkare.

Det har ej varit möjligt att inom ramen för denna expertbilaga och med den korta tid som stått till förfogande kart-

lägga pågående FoU och närmare precisera behovet och utformningen av erforderlig kompletterande FoU.

Här föreslås att en allsidigt sammansatt expertgrupp med representanter för kemiindustrin och för de tekniska högskolornas kemisektioner får i uppdrag att närmare analysera området och framlägga förslag till FoU. Gruppens uppgift föreslås vara:

- att kartlägga pågående FoU inom landet och sådan internationell FoU som har speciellt intresse för svensk processindustri
- att värdera de åtgärder som kan vara lättast att genomföra och/eller som ger de största resultaten på kort, medellång och lång sikt
- att föreslå och prioritera FoU-projekt och andra åtgärder

Kostnaden för en sådan analys och utredning bedöms till ca 0,5 Mkr. Flertalet projekt bör kunna genomföras vid de tekniska högskolorna, delvis i form av examens- och doktorsarbeten. Kostnaderna för projekten uppskattas till 2 - 5 Mkr under en tioårsperiod.

B Spillvärme

Projekten syftar till ett ökat tillvaratagande av de stora spillvärmemängder som produceras vid den kemiska processindustrin. Problemen med tillvaratagande av spillvärme är inte specifika för denna industrigren utan är aktuella även vid massa- och pappersindustrin (kapitel 3) och vid värmekraftverk.

B1 Inventering och kartläggning av möjligheter till utnyttjning av spillvärme

Mål:

- att fastställa mängden lätt-tillgängligt spillvärme
- att finna metoder att öka spillvärmets användning
- att finna möjligheter till effektiv avsättning av spillvärme

Beskrivning:

Problemkomplexet är stort och mycket betydelsefullt. Projektet får betraktas som ett första studium för att kartlägga vilka möjligheter som finns och kan leda till ytterligare FoU-projekt, t ex utveckling av apparatur för tillvaratagande av spillvärme ur heta korrosiva medier (Ref 9).

Projektet bör till en början inriktas på en översiktlig inventering av hela processindustrins spillvärmesituation och av möjligheterna att använda spillvärme för bostadsuppvärmning och andra ändamål. Möjligheterna till industrikombinat och tillvaratagande av överskottskyla bör även beaktas.

Som exempel kan nämnas att SUPRA förbrukar vid gödselmedstillverkningen i Landskrona och Köping ca 230 000 ton ammoniak, vilken mellanlagras i flytande fas. Före användningen förgasas denna ammoniak till största delen. Endast en ringa del av förgasningen kan nyttjas internt för kyländamål och ånga konsumeras därför i rätt betydande kvantiteter vid förgasningen. En placering av betydande kylbehov i anslutning till de två fabriksområdena skulle kunna både spara elkraft för kylbehovet och reducera SUPRAS ångkonsumtion.

Projektet bör bedrivas samordnat med det i kapitel 3, avsnitt 3.5.2 föreslagna projektet B1 inom motsvarande område för massa- och pappersindustrin.

Tidåtgång för genomförande av inventeringen: ca 1 år

Resursbehov: ca 2 manår

Kostnad: ca 400 000 kr

B2 *Studium av möjligheter att använda spillvärme för torkning av material och fasta bränslen*

Mål:

- att utnyttja spillvärme i olika torkningsprocesser

att öka värmeverdets hos fasta bränslen genom torkning under användning av billigt spillvärme

Beskrivning:

Studium av olika möjligheter att använda olika former av spillvärme för torkning av fasta material. Inventering av tillgängliga torkprocesser och torkapparater. Bedömning av kapital- och driftkostnader. Eventuellt studeras även möjligheterna att med hjälp av värmepump effektivisera torkningen.

Speciellt bör torkning av fasta bränslen (torv, fuktigt fast avfall etc) studeras.

Projektet bedrivs i form av en litteraturundersökning i avsikt att bilda underlag för värdering av FoU-behov.

Tidåtgång för genomförande: ca 1 år

Resursbehov: 1 manår

Kostnad: 200 000 kr

C Bränslen

Inom processindustrin uppstår en stor mängd fasta och halvfasta brännbara avfall vilka utgör en potentiell bränslereserv. De kan dock sällan direkt ersätta olja och gas i industrins processer. En utveckling av processer för för-gasning av fasta och halvfasta organiska avfall, i vissa fall med avskiljning av miljöskadliga komponenter, är därför önskvärd. Då sådana processer behandlas i annan expertbilaga föreslås här inget projekt.

D Mottryckskraft

Se motsvarande projektförslag under D i kapitel 3, avsnitt 3.5.2. Projektet är en komplettering av dessa projekt att gälla även kemisk processindustri.

Tidåtgången för denna komplettering kan uppskattas till ca

0,5 år, resursbehovet till 0,5 manår och kostnaden till 100 000 kr.

E Nödvändiga funktionella produkttegenskaper

Bakgrund:

Av bl a marknads- och konkurrensskäl framställs en del produkter med för höga eller för funktionen irrelevanta egenskaper. Ibland kräver åstadkommandet av dessa "onödiga" egenskaper extra insatser av råvaror och energi. En anledning till att ej funktionsanpassade produkter framställs kan också vara att standarder och metoder för karakterisering av produkttegenskaper saknas. I ett samhälle med tilltagande knapphet på råvaror och energi kan det vara motiverat med större funktionsanpassning av tillverkade produkter.

Dessa synpunkter framförs även i kapitel 3 beträffande massa- och pappersindustrin under avsnitt 3.5.2, punkt E. Där framförs ett förslag till projekt avseende studium av hörande frågor. Resultatet av detta projekt bör avvaktas innan motsvarande studium görs för kemiska industrins produkter vilka är betydligt flera än de från massa- och pappersindustrin.

2.6 Resurser för FoU

Inom den kemiska processindustrin finns resurser för FoU vid institutionerna inom de tekniska högskolornas kemisektioner och vid processindustriföretagens forskningsavdelningar. Tillgängliga resurser vid högskolorna kan behöva förstärkas för att en meningsfull satsning på FoU inom energiområdet skall kunna genomföras utan att detta inverkar menligt på annan FoU (se t ex Ref 14).

Förkortningar

toe	ton ekvivalent olja
kt	10^3 ton
GWh	10^9 Wh = 3,6 TJ
TJ	10^{12} Joule
GJ	10^9 Joule

BIHANG 2

Referenser

1. Kemisk processindustri och framtida energiförbrukning. Studie genomförd för EPU av Kemikontoret i maj 1974 (delvis kompletterad i juni 1974).
2. Palmgren, Hans: Endast 4,2 % av världens olja går till den kemiska industrin. Trelleborgs nyheter nr 2, 1974.
3. Schwanbom, Anders: Energihushållningen inom industrin. Kemisk industri. Föredrag vid industrins energidag, maj 1974.
4. Selin, Gunnar: Protokoll från hearing med EPK inom ämnesområdet Petroleum-, kemi-, plast-, gummivarur- och livsmedelsindustri 1974-06-05.
5. Selin, Gunnar: Brev till Nordlöf, Hedén, Jacobsson, Nycander betr EPK 1974-06-06.
6. Wennberg, I: Synpunkter rörande planering av utredningar och forskning i energifrågor inom kemisk processindustri 1974-05-28.
7. Rasmuson, A: Förteckning över projekteringsuppgifter och examensarbeten vid institutionen för kemisk apparatteknik, KTH, 1972-01-20, 1973-01-22 och 1974-01-23.
8. Kallberg, Halvar: Svar från Boliden AB på EPK:s enkät 1974-03-08.
9. Elvander, H: Område B11 och B15 Diskussionsunderlag från Boliden AB, 1974-05-30.

10. Lundborg, C: En översikt över de större energiomsättningarna inom KemaNord - företagen samt några betydelsefulla FoU-projekt för energibesparing 1974-06-04.
11. Rosenblad, G: FoU-program energifrågor inom ämnesområdet Petroleum-, kemi-, plast-, gummivaru- och livsmedelsindustri. 1974-05-30 (Institutionen för värmeteknik och maskinlära CTH).
12. Wimmerstedt, R: Uppgifter till EPK. Brev från Kemisk apparatteknik, LTH 1974-06-?
13. Eidem, I: Energibesparingar med DSA. Brev till Strandell 1974-06-18.
14. Forskning och utveckling inom energiområdet. Skrivelse till rektorsämbetet vid KTH från sektion kemi KTH 1974-04-05.

3 SKOGS-, MASSA-, PAPPERSINDUSTRI SAMT GRAFISK
INDUSTRI

3.1 Sammanfattning

Inom skogsbruket bedöms möjligheterna att spara energi genom satsning på FoU vara marginella. Däremot finns stora möjligheter att på medellång sikt öka tillvaratagandet av i skogen producerad råvara (och därmed indirekt energiråvara) högst väsentligt. Likaså bedöms att tillväxten i skogen kan ökas väsentligt på lång sikt. Här föreslås att området blir föremål för fortsatt utredning med uppgift

- att kartlägga pågående FoU inom landet och internationellt
- att värdera och prioritera mellan tänkbara åtgärder
- att föreslå FoU-insatser

Utredningen bedöms dra en kostnad av 0,5 - 1 Mkr.

Inom massa- och pappersindustrin, som är en av landets största energikonsumenter, föreslås FoU inom fem delområden (uppskattad kostnad för föreslagna projekt inom parentes):

- A Minskning av insatt mängd energi genom förbättring och modifiering av de olika delprocesserna och på sikt införande av nya processer (4,8 Mkr).
- B Tillvaratagande av de mycket stora spillvärmekvantiteterna (1,3 Mkr).
- C Effektivare utnyttjning av de interna bränslena (lut, bark, avfall) och ersättning av externa bränslen med interna (1,6 Mkr).

- D Effektivare utnyttjning av befintliga värmefall genom ökad generering av mottrycks kraft (0,3 Mkr).
- E Minskad specifik energiförbrukning på lång sikt genom tillverkning av mer funktionsanpassade produkter (0,3 Mkr).

Delområde B kan bedömas ha största nationalekonomiska betydelsen och bör ges högsta prioritet. Därefter bör delområde A och då speciellt projekten A2 våtpressning av massa och papper och A3 kartläggning av bästa fabrik med dagens teknik prioriteras. Projekten under A1 som avser grundläggande processtudier har stor betydelse på något längre sikt för att öka kunskapen och ge underlag för processförbättringar. Projekten under D har betydelse för landets elenergie balans. Projekten under C är betydelsefulla från beredskapssynpunkt. Redovisade resursbehov kan lätt täckas med de resurser som finns vid befintliga FoU-organ.

3.2 Områdesbeskrivning

Kapitlet omfattar skogsbruk och skogsavverkning, tillverkning av massa, papper och träfiberplattor (wallboard) samt den grafiska industrin. Vidare behandlas här tillverkning av förpackningar av papper och papp.

Övrig trävarutillverkning behandlas i kapitel 5.

Skogsbruk inklusive skogsavverkning förbrukar energi i form av drivmedel och i viss mån energi bunden i gödningsämnen. Sett i relation till landets totala energiförbrukning är skogsbrukets förbrukning liten och i detta sammanhang av mindre intresse. Skogsbruket har däremot stor betydelse som potentiell leverantör av bränsleråvara i form av ved och behandlas därför relativt ingående.

Massa- och pappersindustrin är en av landets större energiförbrukare och behandlas utförligt. Tillverkning av wallboard behandlas i direkt anslutning till massa- och pappersindustrin.

Den grafiska industrin liksom konvertering av papper och papp till förpackningar är föga energikrävande och behandlas helt kortfattat. Förpackningsindustri baserad på andra material än papper behandlas i kapitel 4.

3.2.1 Skogsbruk och skogsavverkning

Behandlingen av skogsbruk och skogsavverkning baseras i huvudsak på en PM utarbetad av Jordbrukets utredningsinstitut, se appendix 1.

Den svenska skogsarealen uppgår till ca 23,5 miljoner hektar. Av denna areal ägs ca 50 % av privata skogsägare, ca 25 % av skogsbolag och ca 25 % av staten (främst domänverket och kyrkan). Avverkningen uppgår till ca 70 miljoner skogskubikmeter per år motsvarande ca 61 miljoner kubikmeter under bark per år. Härav utgör sågtimmer 24 M(m³), massaved 33 M(m³) och resten brännved m m. Man bedömer att ca 15 M(m³) kvarlämnas i skogen i form av lump, toppar, transportförluster, kvarlämnade fällda träd och ej tillvaratagen självgallring (Ref 1). Omräknat till energiråvara motsvarar dessa 15 M(m³) ungefär 80×10^3 TJ (1,9 Mt ekvivalent olja (Mtoe)).

Skogsbruket förbrukar energi främst i form av drivmedel för avverkningsmaskiner och transporter. Mycket grovt kan drivmedelsförbrukningen för avverkningsmaskiner uppskattas till 100 000 m³ per år och för transporter från stubben via avlägg till industrin (ca 3 600 miljoner tonkm per år) till 120 000 m³ per år. Denna drivmedelsförbrukning motsvarar ungefär 8×10^3 TJ.

Skogsbruket använde år 1973 48,8 kt främst kvävehaltiga gödningsämnen motsvarande 17,6 kt rent kväve. Energiförbrukningen för framställning härav kan uppskattas till 1 000 TJ eller 25 ktoe (Ref 2).

Skogsbrukets energiförbrukning är således låg i förhållande till avverkad mängd skog, vilken betraktad som bränsleråvara motsvarar 380×10^3 TJ per år (9 Mt ekvivalent olja).

3.2.2 Massa- och pappersindustri*Massa och papper*

Den svenska massa- och pappersindustrins produktion år 1973 redovisas i tabell 3.1. År 1971 sysselsattes inom dessa industrier ca 9 000 tjänstemän och ca 37 000 arbetare.

Tabell 3.1: Produktion i massa- och pappersindustrin 1973

Produkt	Produktion 1973 1 000 ton	Antal till- verkningsen- heter 1973
Massa	9 462	95
varav sulfat	5 364	31
sulfit	1 900	32
halvkemisk	398	8
mekanisk	1 800	24
varav för avsalu	5 000	
Papper och papp	5 200	74
varav tidningspapper	1 075	5
kraftpapper	1 211	17
övrigt	2 918	52

Man kan förutse en viss fortsatt ökning av massaproduktionen, vilken dock begränsas av tillgången på råvara. Med intensifierad skogsvård, tillvaratagande av en större del av trädet (grenar, stubbar, rötter) och eventuell import av vedråvara samt successiv övergång till massakvaliteter med högre utbyten bör möjligheter finnas till fortsatt utbyggnad.

Den pågående nedläggningen av mindre enheter och utbyggnaden av befintliga större kommer att fortsätta liksom en integrering mot tillverkning av mer högförädlade produkter, bl a ökad tillverkning av papper och pappersprodukter (Ref 1).

Energi prognosutredningen förutser år 1985 en massaproduktion av mellan 11,5 och 13,5 Mt och en pappersproduktion av mellan 7,5 och 8,5 Mt.

Exportvärdet var 1972 för massa 2 840 Mkr och för papper 3 580 Mkr. För 1973 uppskattas det sammanlagda exportvärdet till 8 000 Mkr.

Massa- och pappersindustrins energiförbrukning framgår av tabell 3.2.

Av tabellen framgår att huvuddelen av bränsleförbrukningen täcktes genom användning av interna bränslen (avlutar, bark och annat avfall). Av den totala elförbrukningen på 12 TWh genererades ca 3,5 TWh inom industrin som mottryckskraft. Härför åtgick 0,4 Mtoe förutom den i tabell 3.2 nämnda kvantiteten.

Av den externa bränsleförbrukningen åtgick huvuddelen för mesaombränning vid sulfatfabrikerna och för flingtorkning av massa. Dessa processer är konstruerade för direkt användning av olja. Resterande oljemängd användes som tillsatsbränsle för generering av erforderlig ånga till processerna.

Papperstillverkningens bränslebehov reducerades genom det ångvärmeöverskott från interna bränslen som uppstår vid massaframställningen, huvudsakligen från sulfatmassaprocessen.

Massa- och pappersindustrins andel av Sveriges totala bränsleimport är ca 9 %, av hela industrins bränsleimport ca 22 %. Industrins elförbrukning utgör ca 20 % av landets totala elförbrukning och ca 33 % av totala industriella elförbrukningen.

Branschens kostnad för inköpt energi uppgick år 1970 till ca 4 % av saluvärdet och ca 14 % av förädlingsvärdet.

Tabell 3.2: Energiförbrukning i massa- och pappersindustrin 1973

Produkt	Total bränsle- förbrukning: olja, avlut och bark ^{x)}		Extern bränsle- förbrukning		Total el- förbrukning	
	10 ³ TJ	Mtoe	10 ³ TJ	Mtoe	10 ³ TJ	TWh
Torkad massa för avsalu	86	2,0	25	0,6	15,5	4,3
Våtmasa för integrerat bruk	39	0,9	6	0,15	13,3	3,7
Papper och papp	47	1,1	35	0,8	14,4	4,0
Summa	172	4,0	66	1,55	43,2	12,0

x) avlut och bark uttryckta som oljebesparing

Detaljer om energiförbrukningen i massa- och pappersindustrins olika processer återfinnes i Ref 3, 4 och 5.

Wallboardtillverkning

Vid 14 st fabriker tillverkas ca 700 kt board per år. Enligt Svenska Wallboardföreningen förbrukades för denna tillverkning under år 1972 150 000 m³ olja, 500 GWh el och 500 000 m³ fast bränsle (bark, vedavfall m m). Detta motsvarar en total energiförbrukning av ca 8,6 x 10³ TJ eller endast ca 4 % av energiförbrukningen inom massa- och pappersindustrin.

3.2.3 Grafisk produktion

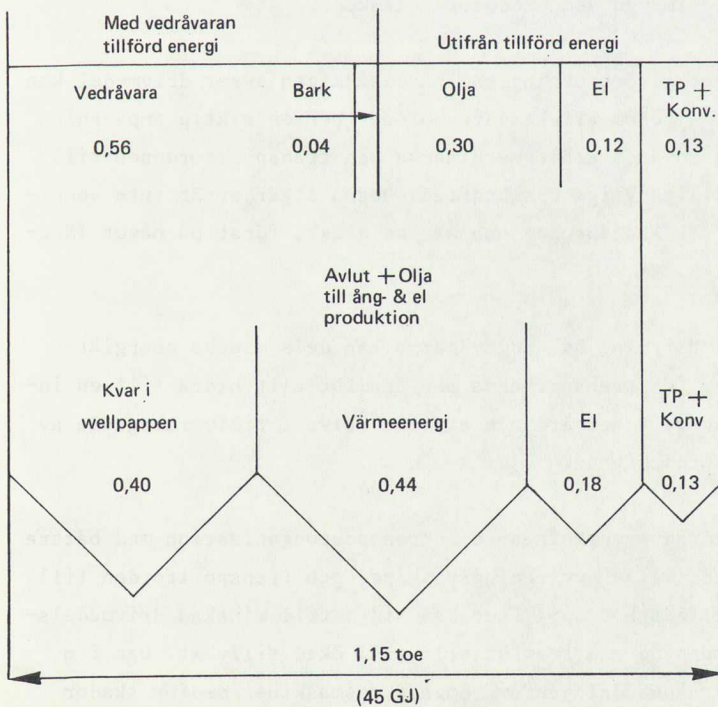
Den grafiska industrin omfattade år 1971 952 st arbetsställen med totalt ca 45 000 anställda. Produktionens förädlingsvärde uppgick till 2 720 Mkr. Energiförbrukningen var ca 46 000 m³ olja och 213 GWh el motsvarande en total energiförbrukning av ca 2 x 10³ TJ eller ungefär 0,5 % av industrins hela energiförbrukning.

Huvuddelen av bränslet förbrukas för lokaluppvärmning. Av elförbrukningen går 80 - 95 % åt för den tekniska produktionen.

3.2.4 Förpackningar av papper och papp

År 1973 konverterades ca 700 kt papper och papp till förpackningar. Därav utgjorde konsumentförpackningar ca 25 % och transportförpackningar 75 %. Mängden motsvarar ungefär 5 % av den totalt avverkade vedkvantiteten.

Tillverkning av utgångsmaterialet (papper, papp) kräver huvuddelen av den totala energiförbrukningen medan energiåtgången för konvertering inklusive energiinnehållet i tryckfärger etc är obetydlig. Detta illustreras i fig 3.1, som visar energibalansen vid tillverkning av wellpapp som utgör 35 à 40 % av förpackningsmaterialet. I posten TP +



KONV längst till höger i figuren ingår den energi som förbrukas för vedtransport till fabrik, energin i använda kemikalier samt energi för konverteringsprocessen. Förpackningsmaterial av papper behandlas utförligt i Ref 6.

3.3 Anpassnings- och utvecklingsmöjligheter

3.3.1 Skogsbruk och skogsavverkning

Problemen i samband med skogsbrukets energiförsörjning kan ses som fyra delproblem:

- åtgärder för att minska energiförbrukningen
- alternativa val av energikällor
- åtgärder för att öka tillväxten av vedråvara (och därmed indirekt energiproduktionen)
- åtgärder för att öka tillvaratagandet av den energimängd som produceras i skogen

Den energiförbrukning som huvudsakligen avser drivmedel kan minskas genom effektivare motorer och en riktig anpassning av de använda arbetsmaskinerna och transportfordonen till den tillgängliga dragkraften. Dessa åtgärder är inte specifika för skogsbruket och kan ge effekt först på något längre sikt.

En förbättring av skogsvägarna kan dels minska energiåtgången för transporter men framför allt bidra till en intensivare skogsvård och ett intensivare tillvaratagande av skogsprodukterna.

En ändrad avverknings- och transportorganisation med bättre anpassning av avverkningsmaskiner och transportfordon till aktuella arbetsuppgifter kan bidra till minskad drivmedelsförbrukning men framför allt till ökad tillväxt. Den för ökande användningen av tunga skogsmaskiner medför skador på växande träd och markskador som menligt inverkar på tillväxten.

På transportsidan kan en återgång till flottning där så är möjligt liksom en ökad användning av järnvägstransporter minska drivmedelsförbrukningen.

Ersättning av petroleumbaserade drivmedel med gengasbränsle av avfall från skogen skulle minska importberoendet. Detta gäller speciellt vid de kombinerade jordbruks/skogsbruksföretagen som ofta har goda utrymmen och byggnader för hantering och torkning av gengasbränslen jämfört med tätorterna.

För lunningsarbete i gallringsskog kan hästar, alternativt lätta specialbyggda traktorer och annan specialutrustning ersätta tyngre maskiner.

En ökad skogstillväxt kan åstadkommas genom större andel gallringsskogsbruk, användning av maskiner som orsakar minsta möjliga skador på träd och mark och genom skogsgödsling (Ref 2).

Genom utveckling av tekniken för tillvaratagande och användning av den vedråvara som nu lämnas kvar i skogen vid avverkning kan virkesuttaget ökas med ca 15 M(m³) per år.
Jfr 3.2.1.

För ytterligare detaljer se vidare appendix 1.

3.3.2 Massa- och pappersindustri

Den svenska massa- och pappersindustrin har vid en internationell jämförelse låg specifik energiförbrukning. Då energibehovet i industrin är stort har tekniken att spara energi och tillvarata interna bränslen successivt utvecklats och utnyttjats i stort sett så långt som de hittillsvarande relativt sett låga energipriserna ekonomiskt motiverat och tillåtit. Vedkostnadens andel i förädlingsvärdet är betydligt större än energikostnadens (även med dagens energipriser). Ett intensivt utvecklingsarbete har därför bedrivits och bedrivs i syfte att finna processer och produkter som ökar utbytet av vedråvaran. Betraktas vedråvaran som poten-

tiell energikälla bidrar detta till bättre energiutnyttjande. Å andra sidan minskar ett ökat utbyte tillgången till interna bränslen (i avlutar, bark, vedavfall). Givetvis har relationerna mellan kostnaderna för vedråvara, energi, kapitalvaror och arbetskostnader ett avgörande inflytande på de ekonomiska möjligheterna att minska massa- och pappersindustrins energiförbrukning. Härtill kommer att åtgärder för att förbättra den inre och yttre miljön ibland medför ökad energiförbrukning. Det är således ej möjligt att ensidigt utveckla industrin mot lägsta möjliga energiförbrukning.

Massa- och pappersindustrin förbrukar i egentlig mening ingen energi. Denna är ett hjälpmedel för att sönderdela vedråvaran, frilägga cellulosafibrerna, sila, bleka och mekaniskt bearbeta fibrerna samt till att forma dessa i ark som avvattnas och torkas. Praktiskt taget all tillförd energi återfinns i avloppsvatten, rökgaser och uppvärmd luft i form av spillvärme.

De energibesparande möjligheter som finns är således dels att minska tillförd energi genom mer energibesparande processer/produkter, dels att finna metoder för att öka användningen av respektive utnyttja spillvärmets, dels förbättra utnyttjandet av interna bränslen.

Den successiva omstruktureringen av branschen mot större enheter med nedläggning av mindre och gamla fabriker samt ökad integration framåt i produktionsprocessen bidrar till minskad specifik energiförbrukning. Integrationen av massatillverkning med papperstillverkning eliminerar energibehovet för torkning av massan. I den mån andelen papper ökar i produktmixen ökar branschens energiförbrukning sett ur landets synvinkel men minskar globalt sett.

Processer, apparater

Med i dag känd teknik kan energi sparas t ex genom övergång från pneumatisk transport till bandtransport av flis och bark, optimering av rörledningar med hänsyn till högre energipris, varvtalsreglering av pumpar och fläktar och snävare

temperaturdifferenser (större värmeväxlarytor) vid värmeöverföring.

Genom studium av vilka processvariabler som med dagens teknik har störst inverkan på energiförbrukningen finns möjligheter att genom anpassning och bättre övervakning och styrning minska energiförbrukningen.

På lång sikt finns möjligheter att utveckla metoder för behandling av fibrerna vid högre koncentration och vid jämnare, möjligen lägre temperaturnivåer, vilket avsevärt skulle minska energiförbrukningen.

Utveckling av alternativa uppslutnings- (delignifierings)-metoder kan på mycket lång sikt vara tänkbara. Viss forskning pågår såväl med kemiska som biologiska metoder (se exempelvis Ref 7). Framställning av massa på mekanisk väg kräver i dag betydligt mer energi än den teoretiskt erforderliga, varför här vissa möjligheter till energibesparing bör finnas.

Produkter

Studium av de nödvändiga funktionella användningsegenskaperna hos produkterna relativt dagens produktspecifikationer kan medverka till framställning av produkter med lägre specifik energi- och råvaruförbrukning. Exempel härpå är den nyligen genomförda sänkningen av tidningspappers massa per ytenhet.

Spillvärme

De tveklöst största möjligheterna både på kort och lång sikt att förbättra energisituationen inom massa- och pappersindustrin ligger i att utnyttja de stora spillvärmekällorna.

Genom ökad slutning av vattensidan i fabrikerna, vilken även är motiverad av miljövårdsskäl, erhålls en högre temperatur på utgående vatten, vilket underlättar möjligheter-

na att använda detta för andra ändamål, t ex uppvärmning av bostäder. En massafabrik med produktionen 300 000 t/år skulle kunna försörja 6 000 - 10 000 lägenheter med värme. Utvecklad kommersiell teknik för värmepumpning skulle underlätta detta.

Spillvärme bör även kunna användas för torkning av t ex fasta bränslen.

Interma bränslen

En viss förbättring torde kunna åstadkommas genom utveckling av bättre metoder för pressning och förbränning av bark, ökning av pannverkningsgrader och i en del fall ökad indunstning av lutarna. Använd som alternativbränsle för olja i en ångpanna motsvaras 1 m^3 eldningsolja av ungefär 2 800 kg bark vid 50 % torrhalt och 3 600 kg bark vid 40 % torrhalt (Ref 19). Vid nuvarande skogsavverkning är barkmängden i runda tal två miljoner ton per år (Ref 20). Vid 40 % torrhalt motsvarar den fallande barkmängden ca 21×10^3 TJ. Ökas torrhalten till 50 % blir motsvarande värde ca 28×10^3 TJ. Ökningen motsvarar ca 170 ktoe.

En stor potentiell energikälla är de ännu icke utnyttjade värmefall som finns i industrin. Som framgick under 3.2.2 uppgår mottrycksalstringen f n till 3,5 TWh/år. Det torde vara möjligt att öka denna till i det närmaste dubbla mängden. Härför krävs bl a ändrade avskrivningsregler och i vissa fall optimering av trycknivåerna i fabrikena.

De energibesparande möjligheterna inom wallboardindustrin är analoga med de inom massa- och pappersindustrin.

3.3.3 Grafisk produktion

Inom den grafiska industrin, som är en liten energiförbrukare enligt 3.2.3, finns största möjligheten till energibesparing inom lokaluppvärmningsområdet. Små marginella och ur nationalekonomisk synpunkt betydelselösa besparingar kan göras genom modifiering av en del tryckförfaranden och på

färgtorkningsområdet (Ref 8).

Utveckling av tryckfärger som underlättar avfärgning (s k de-inking) vore av värde för att möjliggöra större återanvändning och därmed råvarubesparing av tryckpapper. Kostnaderna för avfärgning är f n ibland ett hinder för återanvändning.

3.3.4 Förpackningar av papper och papp

Som nämnts under 3.2.4 är konvertering av papper och papp till förpackningar föga energikrävande. Även här gäller att energiåtgången för lokaluppvärmning är dominerande.

Förpackningsindustrin i sin helhet behandlas i kapitel 4.

3.4 Översiktlig analys av behov av FoU

3.4.1 Skogsbruk och skogsavverkning

Skogsbrukets stora nationalekonomiska betydelse som råvaruleverantör till en av landets största exportnäringsar och som potentiell producent av energiråvara vid ett avspärrningsläge motiverar att det drivs så optimalt som möjligt från energi-, tillväxt- och utnyttjningssynpunkt.

Målen för FoU bör framför allt vara att öka tillväxten och att öka tillvaratagandet av den råvara (energimängd) som produceras i skogen.

3.4.2 Massa- och pappersindustri

Massa- och pappersindustrin är en av landets största exportnäringsar och en av de största energiförbrukarna. Som råvara används en potentiell inhemsk energiråvara. Det finns således starka nationalekonomiska motiv för att denna industri utvecklas och drivs optimalt ur energi- och råvarusynvinkel.

Målen för FoU bör vara

- att minska energiförbrukningen och då speciellt förbrukningen av externa bränslen, det senare aktuellt även från beredskapssynpunkt
- att nå en allt effektivare utnyttjning av vedråvaran
- att möjliggöra effektiv användning av industrins stora spillvärmemängd
- att finna avsättning för spillvärmemängden och därmed minska energibehovet inom andra grenar av samhället.

3.4.3 Grafisk industri och förpackningar av papper och papp

Inom dessa industrigrenar synes inga motiv föreligga att med statliga medel stödja FoU-verksamhet inom energiområdet.

3.5 FoU-program och projekt

3.5.1 Skogsbruk

Målen för FoU bör vara

- att öka tillväxten i skogen
- att öka tillvaratagandet av i skogen producerad råvara.

Härigenom kan på medellång sikt uppnås en ökad tillgång på vedråvara med ett energiinnehåll av i storleksordningen

80×10^3 TJ per år. På lång sikt kan ökad tillväxt bedömas ge ett ökat veduttag motsvarande kanske $200 \times 10^3 - 300 \times 10^3$ TJ per år. Samtidigt bör viss minskning av skogsbrukets energiförbrukning kunna uppnås. Denna är dock marginell jämfört med det ökade uttaget. Minskat importberoende bör kunna uppnås.

Följande projekt är tänkbara för att nå de uppsatta målen

- Studium av effekterna av en återgång till större del av produktionen i gallringsskogsbruk för att uppnå mer optimal råvaruproduktion.
- Studium av möjligheterna att använda mindre traktorer och hästar i gallringsskogsbruket.
- FoU i avsikt att fastställa kraven för att få underlag för tillverkning och användning av för varje arbetsuppgift i skogen bäst lämpade maskiner och övrig utrustning. Härvid bör speciellt beaktas de skador på växande skog som lätt uppkommer vid användning av olämplig utrustning. Projektet innefattar även utveckling av modeller för optimal organisation av avverkningar och transporter.
- FoU i avsikt att bilda underlag för en optimering av skogsvägnät, varvid beaktas möjligheterna till minskad drivmedelsförbrukning, intensivare skogsvård och intensivare tillvaratagande av skogsprodukterna.
- FoU för att kartlägga möjligheterna att tillvarata och utnyttja de delar av trädet som i dag kvarlämnas i skogen.
- Studium i avsikt att kartlägga de speciella förutsättningarna att använda träbränsle för gengasdrift i bondeskogsbruket.

Inom delar av nämnda projekt pågår FoU vid såväl högskolor, forskningsinstitut, skogsföretag som maskintillverkare. Det har ej varit möjligt att inom ramen för denna expertbilaga och med den korta tid som stått till förfogande kartlägga pågående FoU och närmare precisera behovet och utformningen av erforderlig kompletterande FoU.

Området bör bli föremål för fortsatt utredning inom en allsidigt sammansatt expertgrupp med representanter för alla berörda intressenter. Utredningens uppgift föreslås vara:

- att kartlägga pågående FoU både inom landet och internationellt
- att värdera de åtgärder som kan vara lättast att genomföra och/eller som ger de största resultaten på kort, medellång och lång sikt
- att föreslå och prioritera FoU-projekt och andra åtgärder.

Statligt stöd är starkt motiverat dels på grund av den stora nationalekonomiska betydelse som de möjliga resultaten av föreslagna projekt har, dels för att ett stort antal

intressenter är inblandade, däribland staten som största enskilda skogsägare. Se även appendix 1.

Uppskattad kostnad för utredning 0,5 - 1 Mkr.

3.5.2 Massa- och pappersindustri

De övergripande målen för FoU på energiområdet inom massa- och pappersindustrin bör vara

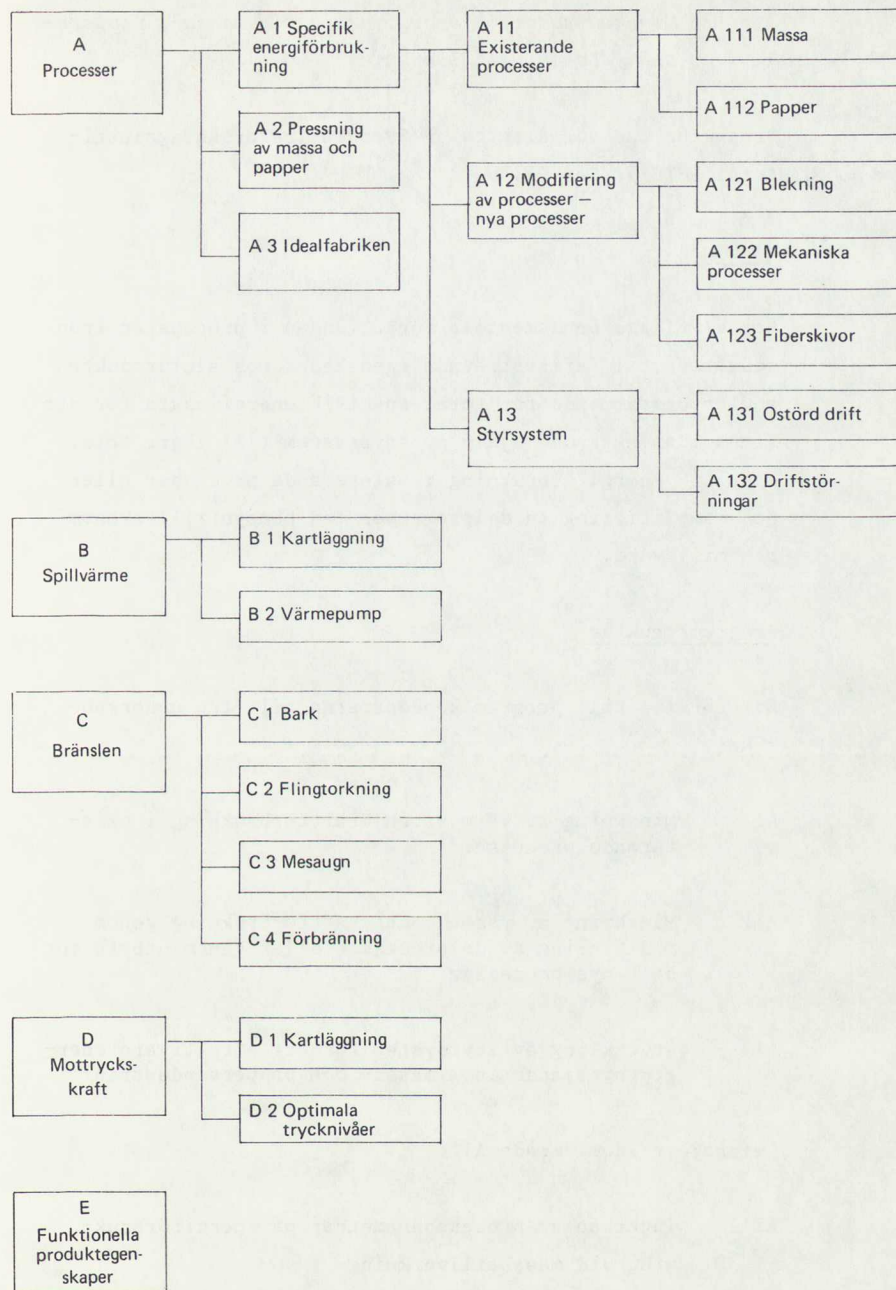
- att minska energiförbrukningen som f n uppgår till 280×10^3 TJ per år. Ett speciellt delmål är att minska behovet av extern energi som f n uppgår till 66×10^3 TJ per år som olja och 30×10^3 TJ per år som elenergi
- att effektivare utnyttja vedråvaran - som är en potentiell energiråvara - både i produktionen av massa och papper och som internt bränsle
- att möjliggöra effektivare användning av spillvärme från processerna. Mängden spillvärme är i stort lika med mängden förbrukad energi
- att finna möjligheter till effektiv avsättning av spillvärme.

En översikt över föreslagna FoU-program och projekt visas i figur 3.2. Förslagen har samlats i flera grupper eller program nämligen:

- A FoU beträffande processer
- B FoU beträffande spillvärme
- C FoU beträffande bränslen och bränsleutnyttjning
- D FoU beträffande mottryckskraftgenerering
- E FoU beträffande produkter

A *PROCESSER*

Projekten syftar till en minskad specifik energiförbrukning vid tillverkning av massa och papper. Detta mål kan uppnås genom detaljerat studium av ingående processer och modifiering och/eller anpassning av dessa. P g a industrigrenens stora energiförbrukning leder även marginella förbättringar av energiutnyttjningen till stora och för landet betydande besparingar. Resultaten kan successivt utnyttjas och tillämpas i befintliga anläggningar och nya fabriker.



Figur 3.2: Översikt över föreslagna FoU-projekt

A1 *Minskad specifik energiinsats vid massa-, pappers-
och fiberskivetillverkning*

Projektet har föreslagits av Svenska Träforskningsinstitutet (STFI) (Ref 9).

Huvudmål

Att klarlägga fundamentala förhållanden i processteg från vedråvara till eftersträvade egenskaper hos slutprodukten som är bestämmande för total specifik energiinsats för att finna lösningar med hjälp av styrsystem till lägre total specifik energiförbrukning i existerande processer eller genom modifiering av delprocesser med hänsyn till ekonomi och miljövård.

Programstruktur

Ett förslag till program koncentreras till tre underrubriker:

- A11 Minskning av värme- och kraftförbrukning i existerande processer
- A12 Minskning av värme- och kraftförbrukning genom modifiering av delprocesser eller genom utbyte mot helt nya processer
- A13 Utveckling av styrsystem för ett effektivare energitnyttjande inom massa- och pappersindustrin

Delprojekt inom område A11:

- A111 Inverkan av processparametrar på energiförbrukning vid massatillverkning

Mål:

Att klargöra processparametrars inverkan på energiinsats i delprocesser med beaktande av kvalitetskrav, ekonomi och miljövård för att minska total specifik energiförbrukning i existerande processer vid massatillverkning.

Beskrivning:

- a) Inventera och systematisera tillgängliga kunskaper, praktiska och teoretiska, om inverkan av processparametrar på energiinsats i delprocesserna: barkning, flistillverkning, kemisk och mekanisk fiberfriläggning samt blekning.
- b) Kvantifiera delprocessers samband mellan energiinsats och kvalitet, samt miljövårdskrav, vilka skall utgöra basmaterial i utvecklandet av styrmodell (se projekt A13).

Tidsplan: Start 75/76 + 2 år

Resursbehov: 2,5 manår

Kostnad: 500 000 kr

All2 Inverkan av processparametrar på energiförbrukning vid paperstillverkning

Mål:

Att klarlägga processparametrars inverkan på energiinsats i delprocesser med avseende på körbarhet i pappersmaskin, produktkvalitet och ekonomi för att minska total specifik energiförbrukning i existerande processer.

Beskrivning:

Inventera och systematisera tillgängliga kunskaper om inverkan av processparametrar på energiinsats i delprocesserna: malning, avvattning, pressning och torkning, samt studera samverkan beroende på olika fiberråvaror mellan delprocesserna: malning, avvattning och pressning för att nå optimal torrhalt eller press.

Utgöra basmaterial i utvecklandet av styrmodell (se projekt A13).

Tidsplan: Start 75/76 + 2 år

Resursbehov: 1,5 manår

Kostnad: 300 000 kr

Delprojekt inom område A12:

A121 Minskad energiinsats genom modifierad blekningsprocess

Mål:

Minskad energiinsats genom införande av motströmstvättning mellan stegen i blekningsprocessen.

Beskrivning:

Utreda energibesparingen vid en konsekvent tillämpad motströmstvättning mellan blekstegen med beaktande av kvalitet, ekonomi och miljövård.

Tidsplan: Start 75/76 + 1 år

Resursbehov: 2 manår

Kostnad: 300 000 kr

A122 Minskad energiinsats i mekaniska processer för fiberfriläggning, raffinering och malning

Mål:

Införa modifierad teknik genom kombination av värme och kraft för minskad energiinsats vid mekanisk behandling av ved och fibrer med beaktande av kvalitetskrav och ekonomi.

Beskrivning:

- a) Kartlägga energiinsats vid befintlig teknik för mekanisk behandling av ved- och fiberråvaror.
- b) Tillämpa grundläggande kunskaper om ved- och fiberråvarors egenskaper och beteenden under mekanisk behandling i olika miljöer för att minska total energiinsats med beaktande av kvalitetskrav och ekonomi.

Tidsplan: Start 75/76 + 2 år

Resursbehov: 4 manår

Kostnad: 800 000 kr

A123 Minskad energiinsats för fiberskiveprodukter
(se även Ref 10)

Mål:

Att minska energiförbrukningen genom modifierade delprocesser för ett bättre energiutnyttjande vid tillverkning av fiberskivor samt genom modifiering av produkterna.

Beskrivning:

- a) Utveckla presstorkning för hårda och halvhårda fiberskivor för ett bättre energiutnyttjande.
- b) Utveckla farbara pressar för tillverkningen av porösa fiberskivor.
- c) Utveckling av fiberskivor med lägre densitet under bibehållande av kvalitet för minskad energiförbrukning genom lägre råvaruförbrukning.

Tidsplan: Start 75/76 + 2 år

Resursbehov: 2 manår

Kostnad: 300 000 kr

Delprojekt inom område A13:

A131 Styrssystem för minskad energiförbrukning vid massa- och papperstillverkning

Mål:

Att med hjälp av styrssystem samordna delprocessers energiinsats för att finna körsätt i fabriksanläggningar med lägre total specifik energiförbrukning med beaktande av kvalitet, ekonomi och miljövård.

Beskrivning:

- a) Utveckla styrssystem för hela fabriksanläggningar omfattande delprocessers samband mellan energiinsats och kvalitet integrerad med övriga process-tekniska samband för utvärdering av processparametrars inverkan på total energiförbrukning med beaktande av ekonomi och miljövård.

- b) Med hjälp av utvecklad styrmodell utreda energibesparande körsätt för fabriksanläggningar med existerande processer eller genom processmodifikation med avseende på energimässiga, ekonomiska och miljövårdsmässiga konsekvenser.

Tidsplan: Start 75/76 + 2 år

Resursbehov: 5 manår

Kostnad: 1 000 000 kr

A132 Styrssystem för ett effektivare energiutnyttjande vid driftstörningar

Mål:

Att minska energiförbrukningen med hjälp av styrssystem för jämnare drift av processen genom jämnare belastning på enheter för energiomvandling och genom ett bättre energiutnyttjande.

Beskrivning:

Komplettera en vid STFI pågående utveckling av styrmodell för jämnare drift av processerna med avseende på ett bättre energiutnyttjande.

Tidsplan: Start 75/76 + 1 år

Resursbehov: 1 manår

Kostnad: 200 000 kr

A2 *Effektivare våtpressning vid massa- och pappersframställning*

Projektet har föreslagits av Billeruds AB. (Se även Ref 12 och 13.)

Bakgrund

Vid framställning av papper och massaark avlägsnas vattnet dels på virapartiet genom självdränering och vakuumavsugning, dels i presspartiet genom att arket pressas mellan

två roterande pressvalsar där antingen den ena eller båda är omslutna av pressfilter. Med denna mekaniska vattenborttagning kan torrhalter mellan 35-40 % uppnås vid pappersmaskiner, varefter resterande vattenmängd i arket måste avlägsnas genom torkning. Kostnaden för torkningsoperationen är betydande trots att pappersmaskinens torkcylindrar arbetar vid relativt låga ångtryck och entalpminskningen från ångpannan till torkpartiet utnyttjas för produktion av mottryckskraft. Ångåtgången för torkning av papper rör sig om 2,5 - 3,0 t/t papper, vilket med dagens oljepris motsvarar en kostnad av ca 60 kr/ton papper.

Förutom ångbesparingen innebär en högre torrhalt på arket in i torkpartiet att produktionen på pappersmaskinen kan ökas, förutsatt att torkpartiet är den produktionsbegränsande delen, vilket det i allmänhet är.

En höjning av torrhalten från 35 till 40 % innebär en ångbesparing av 20 % och en möjlig kapacitetshöjning med 23 % medan en höjning från 35 till 45 % innebär en ångbesparing av 35 % och en möjlig höjning av kapaciteten med ca 55 %.

En 5 %-ig torrhaltsökning förefaller ej omöjlig att uppnå och skulle på den svenska produktionen som 1973 var 5,2 Mt board och papper samt 4,4 Mt kemisk massa för avsalu innebära en kostnadsbesparing av $60 \times 0,2 \times 9,6 = 115$ Mkr/år.

Mål

Att minska specifika ångförbrukningen och därmed energiåtgången vid torkning av massa och papper genom att öka massa/pappersbanans torrhalt efter presspartiet.

Beskrivning

Projektet kommer att omfatta tre delområden, nämligen:

- Undersökning av hur den kemiska miljön runt fibrerna påverkar deras pressbarhet, eller med andra ord, kan man effektivisera pressningsoperationen genom att påverka fibern kemiskt så att den blir mer lättpressad.

- Studium av massaarkets fysikaliska egenskaper. Hur påverkar kompressibilitet, permeabilitet och plastisk deformation pressbarheten.
- I en vid Billeruds Forskningsinstitution byggd press loop kommer det dynamiska pressförloppet att studeras, varvid inflytande av temperatur, presstryck, återvätningsförlopp, enkel- resp dubbelfiltat pressnyp, kommer att studeras.

Tidsplan

Projektet kommer att påbörjas andra halvåret 1974 och beräknas pågå tre år.

Projektkostnad

Kostnaden bedöms uppgå till 400 000 kr/år, d v s under treårsperioden 1,2 Mkr.

Projektledare är civilingenjör Öivind Langaard.

A3 *Utredning om energiförbrukningen i en idealfabrik*
(se även Ref 14)

Mål

Att med dagens kända teknik och med beaktande av miljövårdsfrågor och investeringskostnader utvärdera minsta möjliga energiförbrukning för att erhålla riktvärden för kommande om- och nybyggnader.

Beskrivning

Inventera och systematisera dagens bästa teknik för de olika delprocesserna i förslagsvis fyra fabrikstyper, nämligen:

- Blekt sulfat
- Oblekt sulfat, integrerat med låner
- Tidningspapper inklusive mekanisk massa
- Fristående pappersbruk

För vardera fabrikstypen konstrueras på papperet en "ideal-fabrik" som med beaktande av miljövårdskrav, investeringskostnader och övriga produktionskostnader har lägsta möjliga specifika energiförbrukning. "Idealfabriken" kan användas som mall vid nybyggnader och vid modifieringar och ombyggnader av befintliga anläggningar. Se även projekt D2.

Tidsåtgång för genomförande: ca 1 år

Resursbehov: 1 manår

Kostnad: 200 000 kr

B SPILLVÄRME

Projekten syftar till ett ökat tillvaratagande av de mycket stora spillvärmemängder som produceras vid massa- och pappersfabrikerna. Problemen med tillvaratagande av spillvärme är inte specifika för endast denna industrigren utan är aktuella även vid andra processindustrier (kapitel 2) och vid värmekraftverk. Möjligheterna att ytterligare sluta processerna på vattensidan och därmed nå högre temperatur på utgående vatten gör utnyttjandet av spillvärme speciellt intressant inom massa- och pappersindustrin. Dessa möjligheter bör studeras även i projekten A1 och A3. Resultaten kan successivt utnyttjas och tillämpas och har stor betydelse både på kort och lång sikt. Ett minskat importberoende kan uppnås både för industrigrenen som sådan och för övriga energiförbrukare i samhället.

B1 *Inventering och kartläggning av möjligheter till utnyttjande av spillvärme*

Mål

- att fastställa mängden lättillgängligt spillvärme
- att finna metoder att öka spillvärmets användning
- att finna möjligheter till effektiv avsättning av spillvärme

Beskrivning

Problemkomplexet är stort och mycket betydelsefullt. Detta projekt får betraktas som ett första studium för att kartlägga vilka möjligheter som finns och kan leda till ytterligare FoU-projekt (t ex utveckling av apparatur). Någon eller några fabriker som kan bedömas särskilt intressanta ur spillvärmesynpunkt kartläggs noggrant. Energibalanser och energiflöden mäts och dokumenteras och möjligheter till ytterligare slutning av bakvattensystem studeras och genomförs där så är möjligt. Möjligheter att utnyttja och förädla i dag ej tillgängligt spillvärme kartläggs. Sedan ekonomiskt möjliga åtgärder för att internt tillvarataga spillvärmets vidtagits studeras möjligheterna att använda överskottet för externt bruk, t ex för bostadsuppvärmning.

Parallellt med dessa studier eller med dessa som underlag görs en översiktlig inventering av hela den svenska massa- och pappersindustrins spillvärmesituation och av möjligheterna att använda spillvärmets för bostadsuppvärmning och andra ändamål.

Anmärkning: Projektets resultat kommer antagligen att indikera behov av översyn av avskrivningsregler, taxefrågor och dylikt. En utredning om sådan översyn bedöms ej falla inom EPK:s ram.

Tidsåtgång för genomförande: ca 2 år

Resursbehov: 4 månår, komplettering av mätutrustning m m

Kostnad: ca 1 Mkr

B2 *Studium av applikationer av värmepumpar för att förädla sekundärvärme*

Mål

Att minska totala energiförbrukningen med beaktande av anläggningskostnaden genom att utnyttja värmepumpar för olika processer inom massa- och pappersindustrin. I första hand bedömas vilka användningsområden som är möjliga.

Beskrivning

- a) Inom massaindustrin har värmepumpen hittills huvudsakligen använts för industningsändamål. En inventering bör göras över de fall, där den är lämplig vid de nya energipriserna. Särskilt bör beaktas förhållandena vid komplettering av befintliga industningsanläggningar.
- b) Övriga fall där värmepumpen kan komma i fråga genomgås och bedömes (t ex för att höja temperaturen hos varmvatten, minska primavärmebehov genom att utnyttja värme i våtluft etc).
- c) Studium av möjligheter att använda värmepumpar för förädling av spillvärme till användning för exempelvis bostadsuppvärmning. Värmepump centralt vid produktionskällan eller lokalt hos förbrukarna?
- d) Apparatmässig utformning av värmepumpar för applikationer inom nämnda områden.

Projektet drives så långt att anläggningskostnader och drifteknologi vid olika olje- och elpriser klarlägges i grova drag.

Tidsåtgång för genomförande: ca 1 år

Resursbehov: 1, 5 manår

Kostnad: 300 000 kr

C BRÄNSLEN

Projektet syftar till ett bättre utnyttjande av interna bränslen (lutar, bark, vedavfall m m) och till att minska industrigrenens beroende av importerade bränslen. I detta sammanhang är en utveckling av pyrolystekniken önskvärd. Då denna behandlas i annan expertbilaga berörs den dock ej här.

C1 Utveckling av tekniken för pressning alternativt torkning och förbränning av bark

Mål

- att genom ökning av barkbränslets torrhalt öka dess värmevärde
- att finna metoder för effektivare utnyttjande av barkbränslets värmeinnehåll vid förbränning

Bakgrund

Bark används i dag i stor utsträckning som bränsle under generering av ånga. Den totala barkmängden i landet utgör ca två miljoner ton. Vid 40 % torrhalt motsvaras 1 m³ olja av 3 600 kg bark och vid 50 % torrhalt av 2 800 kg bark. En ökning av barkens torrhalt från 40 % till 50 % motsvarar en ökning av bränslevärdet från 21 x 10³ TJ till 28 x 10³ TJ motsvarande en besparing av ca 170 ktoe. Barkning sker dels torrt dels under vattenspolning, företrädesvis i barktrum-mor. Den våta barken pressas och all bark rives före för-bränning som sker i virvelugn eller på rost. Barkförbrän-ning medför svårigheter med smutsning av värmeytor och slagghantering. I regi av Stiftelsen för värmeteknisk forsk-ning har olika variablers inverkan vid barkförbränning stu-derats.

Beskrivning

- a) Studium av olika variablers inverkan på utgående torrhalt vid pressning av bark i syfte att ge un-derlag för vidareutveckling av metoder och appa-ratur.
- b) Studium av möjligheter att på ett ekonomiskt sätt torka bark med användning av spillvärme.
- c) Sammanställning och bearbetning av erfarenheter och metoder för barkförbränning.

Projektet drivs i form av en litteraturundersökning i av-sikt att bilda underlag för värdering av FoU-behov.

Resultaten kan vara av värde även för förbränning av andra avfall än bark.

Tidsåtgång för genomförande: ca 1 år
Resursbehov: 1 manår
Kostnad: 200 000 kr

C2 *Avfall som bränsle i flingtorkanläggningar*

Mål

Att helt eller delvis ersätta olja i massaindustrins fling-torkanläggningar som i dag eldas med olja.

Beskrivning

Undersöka en flingtorkkanläggnings värmebalans och dess krav på torkluftens renhet och temperatur med hänsyn till massa-produktens kvalitet och torrhalt.

Utreda det tekniskt och ekonomiskt bästa alternativet att överföra avfallets (träavfall, bark, kommunalt avfall) energiinnehåll till flingtorkens torkluft. Härvid kan följande alternativa metoder tänkas:

- Förbränning med
 - direkt värmeöverföring mellan förbränningens rökgaser och flingtorkens torkluft
 - hetolja som värmebärare
 - hetvatten som värmebärare
 - ånga som värmebärare (mottryckskraftproduktion?)
 - rökgaserna som torkgas. Kan stoftavskiljning ske vid 1 000°C temperatur på rökgaserna?
- Pyrolys av avfallet med lågvärdig pyrolysgas som produkt. Stoftrening av pyrolysgas. Förbränning av pyrolysgasen i befintlig oljeugn i flingtorkkanläggningen.

I de två sistnämnda alternativen torde det vara möjligt att helt ersätta oljeeldningen, i övriga alternativ endast delvis.

Tidsåtgång: 1 år

Resursbehov: 1 manår

Kostnad: 200 000 kr

C3 *Alternativa bränslen för mesaugnar*

Mål

Att ersätta olja med andra bränslen, helst avfallsbränslen vid mesaombränning.

Beskrivning

Utreda och definiera kraven på bränslet för mesaombränning främst med avseende på effektivt värmevärde, halt av föroreningar och flammans karaktär. Med de erhållna kravspecifikationerna som grund inventera möjligheterna att använda alternativa, helst inhemska bränslen.

Projektet drivs som en litteraturstudie och kan eventuellt i ett senare skede behöva kompletteras med försök i laboratorieskala och fullstor skala.

Tidsåtgång: För litteraturstudier 0,5 år

Resursbehov: 0,5 manår

Kostnad: 100 000 kr

C4 *Verkningsgradshöjande åtgärder i eldningsanordningar, främst sodahus*

Mål

Att förbättra värmeekonomin vid förbränning av avlutar i massafabrikernas sodahus.

Bakgrund

De höga bränslepriserna, som kan förväntas bli bestående, gör det nödvändigt att undersöka möjligheterna att förbättra verkningsgraden vid överföring av energi från bränsle till ånga. Eftersom sodahusen svarar för den övervägande delen av sulfatfabrikernas värmebehov är förbättringar i sodahusens värmeekonomi av stor betydelse.

Värmeekonomin kan förbättras på två olika sätt.

Ur miljövårdssynpunkt gäller det att hålla sodahusaggregatens emission av H_2S så låg som möjligt. En ökning av luftflödet till eldstaden underlättar reduceringen av rökgasernas H_2S -halt. Varje ökning av luftflödet innebär emellertid

en ökad rökgasförlust, d v s en försämring av värmeekonomin. Det är därför från ekonomisk synpunkt nödvändigt att reducera luftöverskottet. Miljövården och ekonomin står här i motsatsförhållande. Undersökningar som gjorts bl a av Kontaktgruppen för emissionsmätningar har visat vikten av att processparametrarna kring sodahuset kontrolleras. På de komplicerade sambanden har det tidigare ej varit möjligt att på ett någorlunda enkelt sätt ta hänsyn till alla processparametrar. Tillkomsten av s k mikrodatorer innebär här helt nya möjligheter att direkt i sodahuset beräkna hur förbränningsförhållandena skall styras för att miljö- och ekonomikrav skall kunna samordnas på ett optimalt sätt.

Den andra metoden att förbättra värmeekonomin är att sänka avgastemperaturen genom utökning av värmeytorna. Dagens sodahusaggregat har avgastemperaturer kring 150°C. Med befintliga konstruktioner kan man ej komma så mycket längre ned, beroende på korrosionsrisker. Det är sannolikt att användning av nya material kan möjliggöra en sänkning av avgastemperaturen. Problemen bör studeras både teoretiskt genom utformning av olika tänkbara kopplingar och praktiskt genom prov i olika aggregat.

Förväntat resultat

En normal storlek för ett sodahusaggregat i dag är ca 500 t massa per dygn, varvid ca 100 t ånga/h produceras. En förbättring av verkningsgraden med 1 % ger därför en ökning av ångproduktionen med ca 8 000 t/år, motsvarande en besparing i bränsle av ca 0,2 Mkr/år. För den svenska sulfatmasseindustrin torde varje procents förbättring betyda en besparing av ca 7 Mkr/år. Det bör finnas möjligheter att på sikt förbättra verkningsgraden med minst 1,5 - 2 %.

Beskrivning

Projektet delas upp i två delar

- a) Optimering av processparametrar genom teoretiska beräkningar och praktiska prov.

- b) Studium av möjligheterna att sänka rökgastemperaturen dels genom minskning av rökgasernas korrosivitet, dels genom användning av korrosionsbeständiga material.

Tidsåtgång: a) 2 år

b) 3 år

Resursbehov: a) 2 manår plus mätutrustning m m

b) 1,5 manår plus diverse utrustning

Kostnad: a) 550 000 kr

b) 550 000 kr

D MOTTRYCKSKRAFT

Projektet syftar till ett bättre utnyttjande av de värmefall som finns inom industrin för generering av mottryckskraft. Man har uppskattat att det är möjligt att ungefär fördubbla mottryckskraftalstringen inom massa- och pappersindustrin från i dag ca 3,5 TWh/år till 6 à 7 TWh/år.

D1 *Kartläggning av tillgängliga ej utnyttjade värmefall*

Mål

Att öka industrins interna elproduktion.

Beskrivning

Inventering och kartläggning av tillgängliga ej utnyttjade värmefall. Beräkning och sammanställning av erforderliga investeringskostnader för ökad mottryckskraftproduktion. Beräkning av de faktiska produktionskostnaderna. Värdering av dessa kostnader gentemot de faktiska kostnaderna för alternativ elproduktion. Bedömning av den nationalekonomiska betydelsen.

Anmärkning: Projektets resultat kommer antagligen att indikera behov av översyn av avskrivningsregler, taxefrågor och dylikt. En utredning om sådan översyn bedöms ej falla inom EPK:s ram.

Tidsåtgång för genomförandet: 3/4 år
Resursbehov: 1 manår
Kostnad: 200 000 kr

D2 *Optimala ångtrycksnivåer för optimal mottrycks-
kraftproduktion*

Mål

Att genom att optimera trycknivåerna i fabrikenas ångnät
erhålla optimal elproduktion.

Beskrivning

Under beaktande av de krav som de olika processernas ge-
nomförande ställer beräknas de trycknivåer på primär- och
sekundärångnäten som ger optimal elproduktion i en avtapp-
nings-/mottrycksturbin. Projektet kan betraktas som en
komplettering till projekt A3 "Idealfabriken".

Resultaten kan successivt tillämpas vid om- och nybyggnad-
er.

Tidsåtgång för genomförande: ca 0,5 år
Resursbehov: 0,5 manår
Kostnad: 100 000 kr

E *NÖDVÄNDIGA FUNKTIONELLA PRODUKTEGENSKAPER*

Bakgrund

Av bl a marknads- och konkurrensskäl framställs en del pro-
dukter med för höga eller för funktionen irrelevanta egen-
skaper. Ibland kräver åstadkommandet av dessa "onödiga"
egenskaper extra insatser av råvaror och energi. Orsaker
till framställning av ej funktionsanpassade produkter kan
också vara att regler (standarder) och metoder för karak-
terisering av produktens egenskaper saknas. I ett samhälle med
tilltagande knapphet på råvaror och energi kan det vara
motiverat med större funktionsanpassning av tillverkade pro-
dukter.

Mål

- att långsiktigt minska den specifika energi- och råvaruförbrukningen genom framställning av mer funktionsanpassade produkter
- att utarbeta standarder och metoder för karakterisering av funktionella produkttegenskaper

Beskrivning

Översiktlig utredning av vilka produkter som i dag framställs med för funktionen onödigt höga eller irrelevanta egenskaper. Beräkning av vilken effekt denna "onödiga" kvalitetshöjning har på den specifika och för landet totala råvaru- och energiförbrukningen. Inventering av behovet av standarder och metoder för karakterisering av funktionella produkttegenskaper. Utarbetande av förslag till framtagning och utveckling av sådana standarder och metoder.

Tidsåtgång för genomförande: ca 1 år

Resursbehov: ca 1,5 manår

Kostnad: ca 300 000 kr

3.6 Resurser för FoU

Inom skogsbruket och skogsindustrisektorn finns bl a följande resurser för FoU:

- Skogshögskolan
- Skogsbolagens forskningsavdelningar
- Svenska Träforskningsinstitutet (STFI) (Ref 15, 16, 17)
- Grafiska Forskningslaboratoriet
- Vissa av de tekniska högskolornas institutioner
- Industrins Vatten- och Luftvård (IVL)
- Jordbrukets Utredningsinstitut (JUI)
- Ångpanneföreningen (ÅF)

Tillgängliga resurser inom ovan nämnda organ bedöms vara helt tillräckliga för genomförande av föreslagna projekt

utan att detta inverkar menligt på annan FoU.

Här bör även nämnas att de olika branschförbunden i vissa fall bildat särskilda energikommittéer för att utreda energifrågor och stimulera till FoU. Särskilt märks Svenska Cellulosa- och Pappersbruksföreningens (SCPF) energikommitté.

De nordiska dagstidningarna har en teknisk samarbetsnämnd som bl a gett bidrag till FoU på energiområdet (Ref 18).

BIHANG 1

Förkortningar

M(m ³)	miljoner m ³
toe	ton ekvivalent olja
TWh	terawattimmar, 10 ¹² Wh = 3 600 TJ
TJ	terajoule, 10 ¹² J
GJ	gigajoule, 10 ⁹ J
JUI	Jordbrukets Utredningsinstitut
STFI	Svenska Träforskningsinstitutet
kt	kiloton = 1 000 ton = 1 miljon kilogram

BIHANG 2

Referenser

1. Stockman, Lennart: Den svenska skogsindustrins utveckling. Svensk Papperstidning nr 10, 1974, sid 332.
2. Gunnarsson, Olle: Handelsgödsel och energi. Artikel i SUPRAS informationsorgan "Växtpressen".
3. Wiberg, Rolf och Hartler, Nils: Värme- och elkraftförbrukning vid massatillverkning. STFI Meddelande Serie B Nr 210, oktober 1973.
4. Skogsindustrins anpassning till den framtida energimarknaden. Föredrag vid SPCI:s årsmöte, april 1974.
5. Lundberg, Sigurd: Energihushållning inom industrin. Massa- och pappersindustrin. Föredrag vid industrins energidag, maj 1974.
6. Swan, G: Beredskapssynpunkter på energi och råvaror - hur påverkar de förpackningsmaterialen av papper? PM från Billerud AB 1974-05-08.
7. Eriksson, Karl-Erik: Mikroorganismer och enzymer som redskap i en ny utveckling inom skogsindustrin. Norsk Skogindustri nr 5, 1975, sid 125.
8. Arnano, Alf: Föredrag angående energikrisen vid Offsetkollegiets årsmöte i februari 1974.
9. Forskningsförslag inom energiområdet för massa, papper och fiberskivor från STFI, 1974-06-17.

10. Back, Ernst: Beträffande Energiprogramkommittén. Brev från Avdelningen för fiberskivor, STFI, 1974-06-07.
11. Projektförslag: Utveckling av styrsystem för ett effektivare energiutnyttjande inom pappers- och massaindustrin. Avdelningen för teknisk fysik, STFI, 1974-06-13.
12. Hulteberg, A: Effektivare våtpressning vid massa- och pappersframställning. Projektförslag från Billeruds AB, 1974-07-04.
13. Wannerberg, H: ---ökad torrhalt efter våtpartierna vid pappers- och cellulosatorkmaskiner.
14. Jönsson, S-E: Utredning om värmeförbrukning i "idealfabriker". Brev från Ångpanneföreningen till Svenska Cellulosa- och Pappersbruksföreningen, 1974-05-29.
15. Svenska Träforskningsinstitutets verksamhetsområden, oktober 1972.
16. Fakta om Svenska Träforskningsinstitutet. Broschyr 1973-03-01.
17. Svenska Träforskningsinstitutet. Avdelningen för Teknisk fysik. Projekt 1974/75.
18. Jönsson, Erik G: Energifrågor för dagstidningar, PM 1974-06-12.
19. Virkola, Nils-Erik: Kompostering av barkavfall. Kompendium från SPCI Symposium november 1972. SPCI:s meddelande nr 18, sid 23. Svenska Pappers- och Cellulosaingenjörsföreningen.
20. Holme, Gunnar: Barkförbränningsteknik. Ibid, sid 26.

APPENDIX 1

Sven Holmström, Jordbrukets utredningsinstitut:

SKOGSBRUKETS SITUATION OCH MÖJLIGHETER MED HÄNSYN TILL
ENERGIBRIST OCH/ELLER STARKT STIGANDE ENERGIPRISER

Den svenska skogsmarken är som bekant så fördelad att privata ägare besitter ca 50 % av den totala arealen. Återstående ca 50 % av den totala skogsmarken delas till ungefär lika delar av å ena sidan bolagsskogar och å andra sidan skogar ägda av Domänverket resp kyrkan. I fråga om produktionen torde det privata skogsbruket svara för något mer än 50 %, eftersom de övriga ägarkategorierna har en större relativ andel av skogsmarken i de delar av landet, där boniteten är lägre än i Syd- och Mellansverige.

I vissa hänseenden gäller samma villkor för de olika delarna av skogsbruket i vad gäller deras möjligheter vid en skärpt eller kritisk situation med hänsyn till energiförsörjningen. Detta gäller dock inte genomgående. Det finns en del grupper av åtgärder för att parera en kritisk situation inom energiområdet, där möjligheterna till lösningar är olika, exempelvis inom delar av privatskogsbruket i jämförelse med stats- och bolagsskogarna. Detta kan gälla både i fråga om *förbrukning av energi* i de olika arbetsprocesserna i skogshanteringen och *tillvaratagandet* av den energi, som produceras genom tillväxten i skogsbruket. Redan här kan nämnas, att privatskogsbruket - och inom detta måhända företrädesvis den del av privatskogsbruket, som bedrivs i kombination med jordbruk - har lättast att bedriva ett ur energisynpunkt "sparsamt" skogsbruk.

I det följande katalogiseras olika delproblem med hänsyn till energiförsörjningen i skogsbruket. De grupper av åtgärder inom skogsbruket som behandlas är endast de, som är

intressanta ur energisynpunkt och som kan bedömas vara av intresse att närmare penetrera t ex under en tioårsperiod framåt med hänsyn till möjligheten att minska beroendet av fossila bränslen.

För det första kan man i en katalogisering diskutera olika åtgärder som berör förbrukningen av energi i skogsbruket. Här åsyftas i främsta rummet den förbrukade energimängden. Det är alltså en mängdfråga.

För det andra kan diskuteras olika åtgärder, som avser att påverka valet av energikälla. Vissa möjligheter finns t ex att gå över från den nu aktuella användningen av stora mängder petroleum till andra energikällor - i huvudsak t ex klenved producerad inom skogsbruket samt avfall från skogen.

En tredje grupp av åtgärder - väl värda att diskutera i samband med energifrågorna - gäller produktionen av tillväxt i skogen, som kan påverkas i negativ eller positiv riktning genom olika teknik och åtgärder i skogsbruket. Sålunda torde den nuvarande utvecklingen i skogsbruket verka i hög grad negativt i vad gäller möjligheterna till en maximal produktionsvolym.

För det fjärde kan och bör diskuteras tillvaratagandet av den energimängd som produceras i skogen. F n går stora mängder av den totala produktionen av skogsråvara förlorad genom att den helt enkelt lämnas kvar att ruttna på avverkningsplatsen.

1 Möjligheter att påverka förbrukningen av energi i de olika arbetsprocesserna i skogshanteringen (i de produktionsbefrämjande åtgärderna, i avverkningen, i transportererna av den färdiga skogsråvaran)

1.1 Ökad effektivitet hos motorerna i avverknings- och transportredskap-----

Denna möjlighet är inte på något sätt specifik för skogshanteringen. Den gäller i lika hög grad inom jordbruket och inom alla andra aktiviteter, som förutsätter energianvändning i motorer.

1.2 Riktig anpassning av arbetsmaskinerna och transportfordonen till den tillgängliga dragkraften-----

Inte heller denna grupp av åtgärder är på något sätt specifik för skogsbruket. Möjligen är dock åtgärdsgruppen av speciellt intresse inom skogsbruket, eftersom skogsbruket arbetar med delvis mycket tunga maskiner, vilka i sin tur kräver motorer med mycket hög kapacitet och därmed stor energiförbrukning per tidsenhet. Det stora kapacitetsbehovet och därmed energiförbrukningen är givetvis betingat av såväl hanteringen av en mycket tung vara som arbetet i ojämn terräng.

Här må påpekas att skogsbrukets transporter (terrängtransporter plus vägtransporter fram till industrierna) är av mycket stor omfattning. En överslagsberäkning utförd inom Jordbrukets utredningsinstitut i samarbete med Södra Sveriges skogsägares förbund antyder att skogsbrukets totala transporter från stubben till bilväg samt från bilväg till industrier sammanlagt motsvarar ett transportarbete av 3 578 miljoner tonkilometer per år. Innebörden av detta framgår klarare om man som jämförelse anger jordbrukets totala transportarbete - beräknat till 406 miljoner tonkm per år. Enligt dessa överslagsberäkningar skulle det totala transportarbetet inom svenskt skogsbruk vara omkring tio gånger så stort som transportarbetet inom jordbruket.

1.3 Förbättring av skogsvägarna så att terrängtransporterna kan förkortas

P g a de omfattande terrängtransporter i ojämn mark, som måste företagas inom skogsbruket, skulle förhållandevis stora energimängder kunna sparas genom ett mera omfattande nät av skogsbilvägar. I viss mån kan samma effekt nås genom förbättring och utökning av traktorvägarna i skogarna. I detta sammanhang må särskilt uppmärksammas att förbättrade vägar ute i skogarna får en dubbel effekt. Energi kan sålunda direkt sparas genom att transportererna kan göras med mindre energiförbrukning, men samtidigt möjliggör ett bättre vägnät i skogarna en intensivare skogsvård och intensivare tillvaratagande av skogsprodukterna. Härigenom kan en stor ökning av den i skogen producerade och tillvaratagna energimängden åstadkommas. Det synsätt som här införts spelar egentligen en mycket betydande roll. Det är nämligen inte möjligt att vid nuvarande arbetskostnader åstadkomma ett fullständigt utnyttjande av exempelvis klenvirket i skogarna, om inte vägförhållandena är tillfredsställande. Ännu större betydelse får denna faktor vid den utveckling mot ett allt fullständigare användande av klenvirket, som vi nu kan skönja i skogsbruket. Knapphet på skogsråvara kan påräknas under tiden framöver och detta kommer med stor sannolikhet att skärpa kraven på fullständigare utnyttjande av skogsråvaran. Detta fullständigare utnyttjande kan alltså i hög grad underlättas genom ett förbättrat nät av skogsbilvägar respektive traktorvägar.

1.4 Ändrad organisation av avverkningar och transporter

Vid nuvarande organisation av avverkningarna har man ofta t ex i de sk skogsbruksområdena tillgång till endast en typ av transportmaskiner, nämligen de stora skogstraktorerna (de sk skotarna). Dessa maskiner har efterhand ersatt de mindre traktorerna, som ofta var försedda med halvband, och som var betydligt bättre lämpade för vissa delar av terrängtransporterna. Nu har man sålunda i skogshanteringen i många fall vid en viss drivning endast tillgång till de stora maskinerna. Detta är felaktigt med hänsyn till att

man ofta i en och samma avverkning har att göra med starkt skiftande markförhållanden, vilka ställer helt olika krav på maskinerna för terrängtransporten. Man har ofta högst olika markförhållanden på en och samma brukningsenhet. Det kan röra sig om moränmark, extra blockig mark, högmosse eller förmultnade organogena jordar.

Vid de organisatoriska förhållanden, som nu ofta föreligger, användes den tunga skogsmaskinen för transporten av virket från avverkningsplatsen till bilvägen på alla de här nämnda olika marktyperna. Detta är många gånger felaktigt. Sålunda skulle t ex på den organogena jorden alltid behövas en bandtraktor, som kan vara betydligt mera skonsam mot marken än en hjulburen tung maskin. Vidare skulle behövas en lättare skogstraktor med god framkomlighet för körning i gallringsavverkningar. Den slutsats man kan dra av detta är, att man i varje avverkningsenhet borde ha tillgång till maskiner av olika typ och storlek, så att den alltför onyanserade användningen av de tunga skogsmaskinerna kunde undvikas, där detta ej är lämpligt.

Detta är till viss del en organisationsfråga, som i så fall tycks åvila avverkningsorganisationen att lösa. Dock icke helt. De senaste årens alltför ensidiga inriktning av debatten har medfört, att maskinkonstruktörerna i alltför hög grad arbetat med utvecklandet av de tunga maskinerna. Därför är det tveksamt, huruvida avverkningsorganisationen nu utan vidare har möjlighet att anskaffa den här ifrågasatta maskinuppsättningen. Som exempel kan nämnas, att Bolinder-Munktell i Sverige har lagt ner tillverkningen av en lättare skogstraktor med halvband, vilken ute i praktiken anses vara en stor tillgång, där denna traktor alltjämt kan uppbibras ("Lillnallen"). Tillverkningen är dock som sagt nedlagd. Vill man i dagens läge ha en lätt skogstraktor med band, måste denna troligen införskaffas från annat land. Det kan alltså tyvärr hävdas, att utvecklingen av skogsmaskinerna under senare år i Sverige tagit alltför stor hänsyn till behovet vid kalavverkningar, där den stora traktorn oftast är det lämpligaste redskapet. Självklart är att då vi nu på grund av behovet av en maximal produktion i våra

skogar återigen måste hårdare inrikta oss på gallringsavverkningar, så måste vi också utveckla maskiner och redskap lämpliga för gallringsskogsbruket. Mer om detta kommer att sägas under den punkt, där möjligheterna att utnyttja hästar för lunningen behandlas.

1.5 Flottning

Återgång till flottning i de delar av landet, där detta är möjligt, är en sak som kan inrangeras under "organisationen av avverkningar och transporter". Flottningen är emellertid så speciell att den här har blivit omnämnd under en särskild punkt.

2 Delvis överflyttning av energiförbrukningen från petroleumprodukter till andra energikällor

2.1 Användning av avfall från skogen till gengasbränsle eller i annan teknik (självförsörjningslinje för skogsbruket)

Skogsbruket har (såväl som jordbruket) relativt stora möjligheter att tillgripa åtgärder för att flytta över energiförbrukningen från petroleumprodukter till användning av klenvirke från skogsbruket. Skogsbrukaren såväl som jordbrukaren arbetar med relativt stora arealer och har därför utrymmen för att hantera ett mera skrymmande bränsle än petroleum. Vid de kombinerade jordbruks-/skogsbruksföretagen finns dessutom i många fall byggnader, som kan vara lämpliga till torkning och förvaring av gengasved. Sett ur dessa synpunkter kan det vara lättare att i relativt stor omfattning spara petroleumprodukter i skogsbruket och jordbruket än att göra detta i exempelvis ett område med villabebyggelse, där utrymmena ofta inte möjliggör upplagring och hantering av vedbränsle.

Under senare tid har från tekniskt experthåll presenterats idéer om en helt ny teknik för ångmaskinen, varvid skulle användas ett slutet system, som skulle möjliggöra använd-

ning av ångkraft exempelvis i bilar eller traktorer. En så-
dan teknisk förändring skulle öppna mycket vida perspektiv
i fråga om bränsleförsörjningen till skogsbrukets och jord-
brukets transportredskap. Eftersom man skulle kunna ta i
anspråk avfall från skogsbruket, som åtminstone f n inte
har något alternativt värde.¹⁾ För närvarande avverkas inom
svenskt skogsbruk 70 - 75 miljoner m³s per år. Vid nuva-
rande avverkningsformer lämnas sannolikt mellan 10 och 20
miljoner kubikmeter kvar som avskräde efter avverkningarna
samt som kvarlämnat virke efter röjningar. Det rör sig så-
ledes om mycket stora outnyttjade resurser, oavsett om man
önskar använda dessa till bränsle eller i fiberförsörj-
ningen.

För att på annat sätt belysa betydelsen av en partiell om-
ställning från petroleum till vedbränsle som energikälla
till jordbrukets och skogsbrukets maskiner kan nämnas att
jordbruk och skogsbruk tillsammans till traktorerna utnytt-
jar 5,5 - 6,5 % av den totala årliga förbrukningen av driv-
medel.

2.2 Användning av hästar i stället för traktorer i vissa delar av skogstransporterna-----

Troligen är det ett slöseri med energi att använda stora
tung maskiner för uppsamling av virkeskvantiteterna vid
gallringshuggningar. Virkestransport i gallringsskog med
tung skogsmaskin är ur alla synpunkter olämplig. Den sk
lunningen, d v s virkestransporten från stubben fram till
en väg lämpad för stor skogsmaskin borde göras antingen
med en liten för ändamålet specialbyggd traktor eller med
häst.

Det förefaller vara värt att närmare undersöka en annan
organisation för drivningsarbetet än den som nu förekommer.

1) På grund av behovet av cellulosaråvara uppkommer dock efter-
hand en konkurrenssituation. De virkeskvantiteter, som
ej tillvaratages, är dock så stora, att båda behovsom-
rådena delvis kan täckas.

Hästen skulle kunna användas för lunningen tämligen korta sträckor fram till en basväg, där virket tas om hand av en stor maskin med griplastare. Detta skulle medföra även den fördelen att virket i så fall kunde läggas av från hästtransporten i olika sortiment så, att föraren av den stora maskinen utan nämnvärd tidsförlust kunde särskilja de olika sortimenten vid uttransporten. Alternativet till hästen i lunningsarbetet är en lätt, specialbyggd skogstraktor liksom annan specialutrustning - delvis under utveckling.

Den stora maskinen kan konkurrera med hästen eller en mindre traktor inne i gallringsskogen lika litet som dessa kan konkurrera med skotaren i transportererna på basvägen fram till avlägg vid bilvägen - eller i kalhyggen.

3 Ökad produktion av virke i skogsbruket

3.1 Man kan avstå från de tunga transportmaskinerna, som kör sönder marken, skadar rötterna och kräver alltför stora öppna gator i skogarna

Vid ett sammanträde inom Kungl Skogs- och Lantbruksakademien den 18 april 1974 framlades av ett biologiskt forskarlag resultat av vittomfattande undersökningar i avsikt att utröna de skador på den växande skogen, som uppstår vid körning med tunga maskiner i gallringsskog. Redogörelsen gav vid handen att skadorna är mycket betydande. Det är alltså uppenbart att man genom att avstå från de tunga transportmaskinerna skulle kunna åstadkomma en skonsammare behandling av marken och de växande träden varigenom ett numera betydande produktionsbortfall skulle kunna elimineras.

Körningen med de tunga maskinerna inne i gallringsskogarna leder till produktionsbortfall inte endast genom de direkta skadorna på trädens rötter. I vissa jordar medför körningen med de tunga maskinerna uppkomsten av djupa hjulspår, liknande diken, vid vilka jorden blir mycket hårt sammanpackad. Om dessa diken efter skogsmaskinerna går i riktning längs

med höjderna, förhindras i många fall avrinningen från de uppkomna dikena. Härigenom påverkas i ogynnsam riktning den naturliga vattenströmningen i marken. Sedan en dylik sönderkörning av marken med "dikesbildning" inträffat är det inte möjligt att med maskinella hjälpmedel eliminera skadorna. Man kan nämligen inte köra in med exempelvis schaktmaskiner och rätta till de uppkomna spåren. Därigenom blir dikena liggande kvar och störningen av den naturliga vattenströmningen i jorden torde i många fall bli bestående under relativt lång tid.

De här berörda skadorna på mark och trädrötter, vilka tillsammans med säkerhet orsakar ett mycket betydande produktionsbortfall, kunde till stor del elimineras, om lämpliga redskap kunde sättas in i stället för de nu alltför ensidigt använda tunga transportmaskinerna.

Vid användning av de tunga maskinerna på organogena jordar blir skadorna ofta mycket stora. Det händer exempelvis att maskinföraren efter att ha kört ett fåtal lass på en väg i organogen mark finner att maskinen "går igenom". varvid ytterligare körning på den ursprungliga vägen är otänkbar. Följden blir att maskinföraren helt enkelt väljer en ny väg i ungskogen. Det är lätt att påvisa exempel, där ifrågasvarande körning medfört ett flertal olika körsträckor i halv-vuxen skog som delvis ödelägger skogsbeståndet under hela den pågående cirkulationen.

(Detta har beröts även under punkten 2 i samband med behandlingen av avverkningarnas och drivningarnas organiserande.)

3.2 Återgång till större del av produktionen i gallringsskogsbruk

I den senare tidens överdrivna tro på en långtgående mekanisering i skogsbruket med bl a transporter med hjälp av tunga skogsmaskiner har utvecklingen alltmer inriktats på anläggandet av glesa skogsbestånd med endast obetydliga gallringsavverkningar. En betydligt större genomsnittlig

produktion per år kan nås, om skogarna anläggs så, att betydande uttag av gallringsvirke kan göras. En sådan inriktning på skogsbruket passar väl in i nutidens krav på en optimal råvaruproduktion i våra skogar. Att gallrings-skogsbruket delvis har kommit i skymundan har till en del stått i samband med den ensidiga inriktningen på stora transportmaskiner och den likaledes ensidiga inriktningen av det tekniska utvecklingsarbetet på dessa stora maskiner. Utvecklandet av lämpliga maskiner för bl a de kombinerade jordbruks-/skogsbruksföretagen har försummats. Den allmänna inriktningen i den skogliga debatten har t o m lett till att de maskiner, bättre lämpade för det mindre skogsbruket, vilka tidigare tillverkades, inte längre finns att få på den svenska marknaden.

3.3 Skogsgödsling

Den totala virkesproduktionen i våra skogar kan ökas genom skogsgödsling. Det gäller gödsling på såväl näringsfattiga fastmarker som sk högmossar. Det är emellertid en öppen fråga, huruvida denna väg för ökning av tillväxten i skogen är aktuell i samband med en diskussion betingad av en sk energikris, eftersom i varje fall framställningen av kvävegödsel kräver stora energimängder. Fosfor- och kaligödsel, som i huvudsak är aktuell på myrmarkerna, ligger dock till stor del utanför energidiskussionen och torde sålunda kunna tillgripas för att åstadkomma produktionsökning även vid knapphet eller höga priser på energi.

4 Tillvaratagandet av energin i den producerade tillväxten i våra skogar

I det föregående har erinrats om den stora andel av den totala tillväxten i landets skogar som inte tillvaratages. Med anledning av såväl energikrisen som den ökade efterfrågan på skogsprodukter på den internationella marknaden har uppstått en livlig debatt om olika möjligheter att ta tillvara de delar av träden, som i allmänhet lämnas kvar i skogen. I denna debatt har förekommit åtskilliga överdrif-

ter. Man har sålunda ibland anfört att det kan bli aktuellt inom en nära framtid att ta tillvara såväl grenar och kvistar som stubbar och rötter. I debatten har även framkommit förslag om odling av vissa lövträdsdrag för produktion av skly som underlag för utvinning av fibrer till byggnadsplattor, papper etc. Med hänsyn till de stora kvantiteter av klenvirke - exempelvis ner till dimensionen 3 cm, som redan vid nuvarande teknik kan användas i produktion av träfiberplattor - som kvarligger i skogarna (siffran 15 miljoner kubikmeter per år har nämnts) förefaller det vara mest aktuellt att i första hand diskutera möjligheterna till ett bättre tillvaratagande av klenvirket. Vi har dessbättre ett stort steg till den situationen, då vi har utnyttjat hela den tillgängliga klenvirkesreserven, som nu ruttar bort i skogarna, och vi behöver tillgripa användning av stubbar och kvistar. Det skulle för övrigt på lång sikt inte vara att rekommendera att bortföra barr och kvistar från skogsmarkerna. Dessa behövs för återförande av växtnäring till marken.

Det förefaller alltså som om denna diskussion borde i första rummet inriktas på olika tekniska utvägar för tillvaratagande av klenvirket med så liten arbetsinsats som möjligt.

Vid de låga priser på virke, som varit rådande fram till 1973, har lönsamheten i tillvaratagandet av klenvirket ofta satts i fråga. Diskussionen har härvid ibland varit något missriktad. Man har t ex bortsett ifrån det faktum att klenvirket, som utfaller exempelvis vid röjningar, ändå måste huggas ned och att tillvaratagandet därvid endast utgör *en viss utökning av arbetet*, som i många fall har kunnat täckas genom virkeslikviden.

Vid de nya prisrelationer, som nu gäller, kommer emellertid det ekonomiska utfallet vid tillvaratagandet av klenvirket i en helt ny dager.

Utvecklingen mot nya bestämmelser för virkeskvaliteterna till massafabriker är redan i full gång. Inom Södra Sveri-

ges skogsägares förbund göres under sommaren 1974 direkta försök med användning av klenved ner till 3 cm i diameter i spånskivetillverkningen. Minsta toppdiameter för tallmassaveden har sänkts under pågående säsong 1973/74. Det har även visat sig möjligt att tolerera inblandning av andra lövträdslag i björkmassaveden. Röttskadad gran tages emot som sekunda massaved o s v. Alla dessa kvalitetsbestämmelser har genomförts inom Södra förbundet under säsongen 1973/74.

Det är emellertid uppenbart att ett starkt vidgat tillvaratagande av de stora klenvirkesresurserna kräver utveckling av en delvis ny teknik. En sådan ny teknik kan vara leveranser av hela träd, vilket givetvis tillåter ett fullständigare uttagande av stammen. Teknisk utveckling i fråga om hopsamligen av virket är naturligtvis också angelägen.

5 Sammanfattning

De olika åtgärder som berörts i denna PM griper delvis in i varandra. I vissa fall kan en åtgärd medföra resultat både i form av direkt energibesparing och ökad produktion. Så är exempelvis fallet om man övergår till mindre traktorer lämpade för gallringsskogsbruket eller hästar vid lunningen i gallringsavverkningar. På detta förefaller det knappast lämpligt att strängt särskilja de olika grupper av åtgärder som behandlats. Det borde i stället röra sig om ett brett upplagt "utredningspaket", där man inom en expertgrupp försöker att förhandsvärdera de åtgärder, som kan vara lättast att genomföra respektive ge de mest påtagliga resultaten. Det kan även vara lämpligt att göra en uppdelning respektive prioritering med hänsyn till den tid som kan krävas innan några påtagliga resultat kan erhållas. En annan synpunkt vid prioriteringen av olika åtgärdsgrupper kan vara finansieringsfrågorna, dvs vilka kapitalinsatser som krävs för att åstadkomma en viss förändring.

Det kan utan vidare konstateras att de problem som berörts är av vittomfattande ekonomisk betydelse och att betydande

resultat skulle kunna erhållas i den mån som en ändrad teknik och inriktning kan genomföras. En del av åtgärderna skulle kunna ge snabba resultat. En prioritering bör inte göras av en å två personer, som under en mycket starkt begränsad tid försöker katalogisera de tänkbara åtgärdsgrupperna. Prioriteringen respektive urvalet av åtgärder måste givetvis göras i en grupp, där experter med olika kunskapsområden och erfarenheter gemensamt kan framlägga sina synpunkter.

Bland åtgärder som skulle kunna ge tämligen snabba resultat må i första hand nämnas undersökningar beträffande transportredskapens utveckling och avverkningarnas organisation i syfte att samtidigt dels kunna minska skadorna på den växande skogen vid avverkningarna, dels åstadkomma bättre tillvaratagande av den producerade virkesmassan. En annan åtgärdsgrupp, som skulle kunna ge mycket snabba resultat, är en allmänt ökad satsning på de mera skonsamma metoderna, som kan tillämpas i det skogsbondeskogsbruket. Bondeskogsbrukaren har utan tvivel de största möjligheterna av alla skogsägarekategorier att tillämpa en produktionsstimulerande och energibesparande teknik.

Så snart man kommer in på frågan om ett bättre utnyttjande av klenvirkesreserverna måste överväganden och utvecklingsarbete självfallet ske i nära samråd med företrädarna för såväl skogsbruket som skogsindustrierna. En viss utveckling inom själva skogsbruket exempelvis med syfte att nå ett fullständigare tillvaratagande av klenvirket gagnar givetvis föga, om detta inte sker i full samklang med en erforderlig teknisk förändring i de industrier som skall utnyttja klenvirket (främst huvudsakligen massaindustrin och spånskiveindustrin).

En annan art som måste starkt beröras av här ifrågasatta "utredningspaket" är de grupper, vilka i samarbete med maskinindustrierna arbetar med redskapsutvecklingen.

Det finns skäl att erinra om att information om ny teknik numera i vårt land snabbt kan spridas även till de många

skogsägarna med tämligen små arealer (bl a de självverk-
samma skogsbönderna med kombinerade jordbruk/skogsbruk)
genom skogsägareföreningarna och de inom dessa befintliga
"skogsbruksområdena" för samarbete i fråga om skogsbruk och
avverkningar.

4. JORDBRUK, LIVSMEDELS- OCH ÖVRIG INDUSTRI

4.1 Sammanfattning

Jordbruket förbrukar relativt litet energi i förhållande till energiinnehållet i producerade produkter. De dominerande energimängderna förbrukas som drivmedel för redskap och transporter, för lokaluppvärmning och för handelsgödselproduktion. Ur beredskapssynvinkel är det önskvärt att jordbruket i ett avspärrningsläge kan verka oberoende av importerade bränslen.

Behovet av FoU beträffande tillverkning av handelsgödsel och för transporter behandlas på andra ställen i betänkan-

det.

Lokaluppvärmningen inom jordbruket har en faktor som är specifik för detta, nämligen den värme som produceras av djuren och som kan utnyttjas. Här föreslås två stycken FoU-projekt med anknytning härtill (uppskattad kostnad 0,5 - 1 Mkr).

Möjligheter finns att framställa metan ur gödsel och annat avfall från jordbruket. Här föreslås ett FoU-projekt för att närmare studera dessa möjligheter (uppskattad kostnad 2 - 5 Mkr).

Livsmedelsindustrin och övrig industri är i förhållande till hela landets industri relativt små energiförbrukare. De energiförbrukande processer som är specifika för respektive industrigren har så låg energikonsumtion att marginella minskningar av denna saknar nationalekonomisk betydelse.

delse. Övriga processer och energibehov (lokaluppvärmning, interna och externa transporter etc) är ej specifika för dessa industrier och behandlas på andra ställen i betänkan- det. Här har bedömts att motivering för statligt stöd till FoU på energiområdet för nämnda industrigrenar saknas.

4.2 Områdesbeskrivning

Kapitlet omfattar jordbruk, livsmedelsindustri, textilindu- stri, förpackningsindustri och övrig industri.

Jordbruket förbrukar energi i form av drivmedel och elek- trisk energi för drift av maskinell utrustning och trans- portmedel, för lokaluppvärmning och indirekt i form av göd- ningsämnen. Sett i relation till landets hela energiför- brukning är jordbrukets liten och i detta sammanhang av mindre intresse. Ur energisynpunkt har jordbruket störst intresse som tillverkare av produkter innehållande solener- gi.

Av hela industrins bränsleförbrukning 1971 föll ungefär 7 % på livsmedelsindustrin, 2 % på textilindustrin och 0,1 % på "annan tillverkningsindustri". För elförbrukningen var mot- svarande värden ungefär 3,5 %, 1,2 % och 0,1 %. På grund av den relativt låga energiförbrukningen behandlas dessa indu- strigrenar relativt kortfattat.

Förpackningsindustrin är en liten energiförbrukare. Den be- handlas här främst mot bakgrund av att förpackningarna in- tar en central plats i energi- och miljödebatten. Jämför även kapitel 3, där förpackningar av papper och papp be- handlas.

4.2.1 Jordbruk

Behandlingen av jordbruket baseras i huvudsak på en PM ut- arbetad av Jordbrukets Utredningsinstitut (JUI), se appen- dix 1.

Den svenska åkerarealen uppgår till ca 3 miljoner hektar fördelad på ca 140 000 brukningsenheter.

Förbrukningen av elektrisk energi inom jordbruket framgår av tabell 4.1. Ökningstakten har under senare år varit lägre inom jordbruket än för samhället i övrigt.

Drivmedelsförbrukningen inom jordbruket framgår av tabell 4.2.

Tabell 4.1: Förbrukning av elenergi inom jordbruket

År	Totalt i riket GWh	Jordbruket GWh	Jordbruket i % av totalförbr
1964	36 612	885	2,4
1966	42 176	944	2,2
1968	49 412	969	2,1
1970	57 469	1 071	1,9
1972	63 907	1 204	1,9

Tabell 4.2: Förbrukning av drivmedel inom jordbruket

Drivmedelsslag	1963	1966	1969	1972
Drivbensin 10^3 m^3	31,1	25,5	21,5	19,9
Startbensin 10^3 m^3	12,0	7,8	5,2	2,6
Fotogen 10^3 m^3	78,0	43,6	24,8	12,8
Brännolja 10^3 m^3	179,2	208,3	236,7	250,2
Samtliga drivmedelsslag	300,3	285,2	288,2	285,5
Samtliga drivmedelsslag TJ	11 300	10 700	10 800	10 700
Bränsleförbrukning till personbilar inom jord- bruket 10^3 m^3		42	56	61 ¹⁾

1) 1970

Källa: Statistiska Centralbyråns inventeringar avseende maskindriften i jordbruket. Artikel av Sven Holmström i tidskriften Nya Perspektiv nr 4/73.

Drivmedelsförbrukningen för jordbrukets utomgårdstransporter har ej räknats med i tabell 4.2. Detta transportarbete har för år 1972 uppskattats till drygt $400 \cdot 10^6$ tonkilometer motsvarande energiförbrukningen ungefär 480 TJ.

För torkning av spannmål och grovfoder förbrukas ungefär 2 260 TJ (ca $60\,000 \text{ m}^3$ olja).

Energiåtgången för att tillverka den handelsgödsel som förbrukas inom jordbruket kan uppskattas till 118 kg olja per hektar eller totalt ca 14 800 TJ (Ref 1) (354 kt olja).¹⁾

En sammanställning av jordbrukets energiförbrukning finns i tabell 4.3.

Den total skörden uppgick 1972 till ca $12 \cdot 10^6$ t. Med ett genomsnittligt energiinnehåll av 18,9 GJ/t motsvarar skörden en energiproduktion av ungefär $225 \cdot 10^3$ TJ. Härtill kommer halm och dylikt.

Jordbrukets energiförbrukning är således låg i förhållande till energiinnehållet i producerade varor.

4.2.2 Livsmedelsindustri

Den svenska livsmedelsindustrin sysselsatte år 1971 vid 1 585 arbetsställen 18 777 tjänstemän och 54 901 arbetare. Dess produktionsvärde var 17 630 Mkr och dess förädlingsvärde 5 204 Mkr.

Livsmedelsindustrins förbrukning av bränsle uppgick år 1971 till $21,6 \cdot 10^3$ TJ (516 ktoe) och dess elförbrukning till $3,9 \cdot 10^3$ TJ ($1\,079 \text{ GWh}$). Kemikontoret förutser år 1985 en förbrukning av $27,2 \cdot 10^3$ TJ respektive $6,3 \cdot 10^3$ TJ och år 2000 $31,4 \cdot 10^3$ TJ respektive $8,6 \cdot 10^3$ TJ.

1) SUPRA förbrukar i sin gödseltillverkning ca 200 kt olja per år (Ref 1). Resterande mängd är import av handelsgödsel och av halvfabrikat.

Tabell 4.3: Sammanställning av jordbrukets energiförbrukning år 1972

	TJ	Andel av den totalt levererade energin, procent
Elenergi	4 300	0,3
Oljebehov för:		
brukning, personbil m m	10 700	
lejda transporter	500	1,2
torkning (varm- och hetluft)	2 300	
uppvärmning av ekonomibyggnader	?	
Summa direkt förbrukning ^{a)}	17 800	1,5
Oljebehov för:		
tillverkning av handelsgödsel ^{b)}	14 800	1,1
tillverkning av övriga produktionsmedel som t ex jordbruksmaskiner	?	
Summa indirekt förbrukning ^{c)}	14 800	1,1
Summa direkt och indirekt förbrukning ^{d)}	32 600	2,6
a) Exkl behovet för uppvärmning av ekonomibyggnader		
b) Inkl behovet för importerad handelsgödsel		
c) Exkl behovet för tillverkning av t ex jordbruksmaskiner		
d) Exkl behovet för uppvärmning av ekonomibyggnader resp tillverkning av t ex jordbruksmaskiner		

Livsmedelsindustrins energiförbrukning är således relativt liten och produktionen är spridd på många enheter. I tabell 4.4 visas de största energiförbrukarna inom denna industrigren.

Tabell 4.4: De största energiförbrukarna inom livsmedelsindustrin år 1971

Industrigren	Bränsle		E1 GWh	Antal arbets- ställen
	kol, koks kt	flytande 1 000 m ³		
Slakteri, charkuteri		76	191	264
Mejeri		110	158	187
Fisk, fisk- konserver		42	66	81
Olje- och fett		24	68	8
Bageri		53	200	615
Socket	3,5	97	70	8
Maltdrycks		53	80	77
Hela livsmedels-, dryckesvaru- och tobaksindustrin	3,8	553	1 079	1 585

4.2.3 Textilindustri

Den svenska textil-, beklädnads-, läder- och lädervaruindustrin sysselsatte år 1971 vid 1 432 arbetsställen 12 359 tjänstemän och 55 367 arbetare. Dess produktionsvärde var 5 165 Mkr och dess förädlingsvärde 2 639 Mkr.

Textilindustrins förbrukning av bränsle uppgick år 1971 till $7,3 \cdot 10^3$ TJ (175 ktoe) och dess elförbrukning till $1,4 \cdot 10^3$ TJ (385 GWh).

Energi prognosutredningen förutser år 1985 en förbrukning av $13 \cdot 10^3$ TJ respektive $2,5 \cdot 10^3$ TJ och år 2000 $20 \cdot 10^3$ TJ respektive $4 \cdot 10^3$ TJ.

Textilindustrins energiförbrukning utgör således en mycket liten del av hela industrins. Produktionen är spridd på ett stort antal enheter.

4.2.4 Förpackningsindustri

Förpackningar av papper och papp har behandlats i kapitel 3. Övriga konsumtionsförpackningar tillverkas huvudsakligen av plåt, glas och plast.

All plåt till plåtförpackningar (konservburkar, öl- och läskedrycksburkar etc) importerats. Den importerade plåtmängden är ca 60 kt/år. Härtill kommer import av 20 - 30 kt/år färdiga plåtförpackningar med importen av färdiga produkter (konserver, öl etc). Av den totala energiåtgången vid tillverkningen av plåtförpackningar förbrukas ca 85 % (ungefär 1 toe = 42 GJ per ton plåt) vid tillverkning av plåten och ca 15 % vid konverteringen från plåt till förpackning, varav ungefär 2/3 för lackering och dekorerings och 1/3 i mekanisk energi. Nettoförbrukningen av energi för konvertering är totalt ca 200 TJ medan importen av energi i form av plåt är totalt ca 3 500 TJ. Energiförbrukningen inom landet är således obetydlig.

I landet produceras ca 280 kt glasförpackningar per år. Energiförbrukningen från råvara (sand + soda + kalk) till färdig glasförpackning är för närvarande ca 9 GJ/t glas eller totalt ca 2 600 TJ/år. Härav utgör gasol ca 230 TJ, el ca 190 TJ och resten olja. Energiinnehållet i importerad soda är ungefär 600 TJ/år.

Energiförbrukningen vid konvertering av plastråvaror till plastförpackningar är obetydlig och i detta sammanhang ointressant.

Man uppskattar att ungefär hälften av energiförbrukningen för tillverkning av i landet använda plastförpackningar sker i utlandet (Ref 2).

Sammanfattningsvis har man bedömt (Ref 5) att energiåtgången för produktion, distribution, användning och destruktions av konsumentförpackningar i Sverige uppgår till ca 2 % av landets totala energiförbrukning med följande fördelning

Papper	1,7 %
Glas	0,2 %
Plast	0,2 %
Plåt	<u>0,02 %</u>
Summa	2,12 %

Detaljerade data om energiförbrukning, energiinnehåll m m i olika slag av förpackningar finns i Ref 2.

4.2.5 Övrig industri

Enligt officiell statistik är energiförbrukningen inom gruppen "Annan tillverkningsindustri" (SNI:39) mycket oetydlig. Dess bränsle- och elförbrukning uppgick år 1971 till mindre än 0,1 % av industrins totala. Huvuddelen av denna industri är småindustri och största delen av dess energiförbrukning torde vara för lokaluppvärmning. Dess problem behandlas därför i andra kapitel (kapitel 8 respektive avdelning D).

4.3 Anpassnings- och utvecklingsmöjligheter

4.3.1 Jordbruk

Problemen i samband med jordbrukets energiförsörjning kan ses som sex delproblem:

- ändrad produktionsinriktning
- ändrade bearbetnings- och arbetsmetoder
- bättre tillvaratagande av värmeenergi
- bättre tillvaratagande av energiinnehållet i avfall (exempelvis halm)
- energibesparande foderberedning
- användning av nya energikällor

Då jordbrukets energiförbrukning enligt 4.2.1 är låg är det inte realistiskt att denna skall kunna ha avgörande inflytande på jordbrukets produktionsinriktning.

En viss energibesparing kan uppnås genom tillämpande av plogfri odling. Plöjningen förbrukar i drivmedel ca 30 l per hektar eller totalt för landet ca 90 000 m³/år. Konsekvenserna av plogfri odling är dock sådana att det är tveksamt om den bör tillämpas i större omfattning.

Genom användning av kombinationssåmaskiner som utför sådd och spridning av handelsgödsel samtidigt kan mängden erforderlig handelsgödsel minskas motsvarande en oljeförbrukning inom landet av ca 15 000 m³/år. Metoden kräver givetvis investeringar i kombimaskiner.

Förbättrad isolering av byggnader, förbättrad ventilation och nyttiggörande av den av kreaturen producerade värmeenergin kan minska jordbrukets behov av energi för lokaluppvärmning.

Framställning av metangas ur gödsel (Ref 11) och förbränning av halm under värmeproduktion kan minska jordbrukets behov av externa bränslen och har intresse även ur beredskapssynpunkt.

Under år 1972 förbrukades ca 25 000 m³ olja för torkning av spannmål och andra jordbruksprodukter. Denna mängd kan minskas genom tillämpning av alternativa metoder för konservering.

På sikt kan användning av vindkraft inom jordbruket, som tidigare använt denna energikälla för bl a malning och vattenuppföring, bli aktuell för vissa ändamål.

Av samma anledningar som för det mindre skogsbruket, se 3.3.1, är användning av gengasdrift för jordbrukets traktorer och andra redskap intressant, speciellt ur beredskapssynpunkt. Likaså är det enklare att använda vedbränsle för lokaluppvärmning inom jordbruket än inom tätorterna. För ytterligare detaljer se vidare appendix 1.

4.3.2 Livsmedelsindustri

Som framhållits under punkt 4.2.2 är livsmedelsindustrins energiförbrukning låg i förhållande till dess produktions- och avsaluvärde. Industrin är av utomordentligt stor betydelse för landets försörjning, inte minst i ett avspärrningsläge. Produktionen är utspridd på många enheter, varav de flesta är relativt små. Dess energiproblem är därför i dagsläget till stor del av den karaktär som gäller för småindustrin och en mycket stor del av dess energiförbrukning torde avse lokaluppvärmning. Dessa problem behandlas i andra kapitel (kapitel 8 respektive avdelning D).

De större livsmedelsindustrierna är till sin karaktär - speciellt gäller detta socker-, mejeri-, olje- och fett- och dryckesvaruindustrin, som även enligt tabell 4.4 hör till de större energiförbrukarna - processindustrier. De har därför i stort samma process- och energitekniska problem som övrig processindustri vilken behandlas i kapitel 2. (Se även Ref 12.)

Den fortgående koncentrationen av livsmedelsproduktionen till större enheter (exempelvis bröd-, mejeri- och dryckesvaruprodukter) bidrar med säkerhet till en minskad specifik och därmed även total energiförbrukning.

För landets totala energiförbrukning torde det även vara till fördel att en allt större del av förädlingen av livsmedel flyttas från förbrukningsställena (hem och olika slag av restauranger) till livsmedelsindustrin. Därigenom möjliggörs rationellare och mer energibesparande tillverkning i stora serier. Visserligen ökar härmed livsmedelsindustrins energiförbrukning, men denna ökning kompenseras mer än väl av en större minskning på förbrukningsställena.

Det kan ur energisynpunkt vara av intresse att i detta sammanhang studera olika konserverings- och distributionsmetoders energiförbrukning. Plåtmanufaktur har utfört en jämförelse mellan konservering och djupfrysning av grönsaker och köttbullar (Ref 3) vars resultat redovisas i figur 4.1.

	Konservering		Djupfrysning	
	Grönsaker	Köttbullar	Grönsaker	Köttbullar
Rensning och sortering	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035
Beredning	0	0,0090	0	0,0090
Blanchering	0,0079	0	0,0079	0
Formning och stekning	0	0,1163	0	0,1163
Infrysning	0	0	0,0700	0,0475
Fyllning	0,0030	0,0025	0,0088	0,0058
Sterilisering	0,0412	0,0412	0	0
Förpackning	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013
Varmvattenproduktion	0,0430	0,0430	0,0430	0,0430
	0,0999	0,2168	0,1345	0,2264
Fryslagring (3 mån)	0	0	0,0250	0,0250
Frystransport	0	0	0,0150	0,0150
Frysgondoler i detaljhandel	0	0	0,1000	0,1000
Ca summa	0,10	0,22	0,27	0,37
Fryslagring i hemmen	0	0	?	?

Fig. 4.1: Energiåtgång vid konservering resp djupfrysning (toe/ton)

Givetvis är det en mängd andra faktorer, investeringar, arbetskraftsåtgång, kvalitet m m, som här har stor betydelse för valet av behandlingsform. Exemplet visar dock att det kan finnas möjligheter till energibesparing genom alternativa val av behandlingsmetoder för livsmedel.

4.3.3 Textilindustri

Som energikonsument är textilindustrin liten. Dess energiförbrukning bedöms därför inte ha någon inverkan på industrigrenens utveckling, liksom inte heller denna utveckling har någon större inverkan på industrins energiförbrukning.

De flesta av textilindustrins energiproblem är av generell natur - lokaluppvärmning, återanvändning av spillvärme etc.

Speciellt för textilindustrin gäller t ex att artiklar av syntetfiber drar mer energi än artiklar av naturfiber, att stickning drar mindre energi än vävning, att bomfärgning (tryckning) är mindre energikrävande än kuff-färgning (färgbad) o s v. I sådana fall torde emellertid tillgång och pris på råvaror, marknadssituationen o s v ha större betydelse för utvecklingen än energikostnaden. För en mer detaljerad genomgång av textilindustrins energisituation hänvisas till Ref 13.

4.3.4 Förpackningsindustri

Energiförbrukningen för tillverkning av olika slag av förpackningar varierar avsevärt med materialet, se tabell 4.5 som bygger på data från PLM (Ref 3). Tabellen indikerar att möjligheter till energioptimering finns.

Tar man hänsyn till förpackningsmaterialens olika täthet och styvhet och därmed mängden nödvändig förpackning per enhet packad produkt, blir ordningsföljden mellan förpackningsmaterialen en annan än i tabellen. Hur materialen rangordnas beror givetvis på produkten som förpackas. Energiförbrukningen från källan (råvara för förpackning och produkt) till konsumenten påverkas givetvis av en mängd olika faktorer förutom energiinnehållet i förpackningen, bl a av möjligheterna till återvinning av råmaterial och energi och av distributionsmetoderna.

Förpackningsbranschens energisituation är ovanligt väl studerad och belyst. Då den ej är speciellt energislukande hänvisas här till givna referenser 2 - 10.

Tabell 4.5: Energiåtgång vid tillverkning av förpackningar toe/t förpackning

Material	Glas		Metall		Plast	Papper	
			Bleck- plåt	Alumi- nium		Well- papp-	Solid- papp
Tillverkn av förpacknings- material	0,3	1	6		2,3	0,95	1,25
Konvertering till förpack- ningar	0,1	0,1	0,2		0,4	0,05	0,05
Summa	0,4	1,1	6,2		2,7	1,0	1,3

4.4 Översiktlig analys av behov av FoU

4.4.1 Jordbruk

Jordbrukets stora betydelse för landet motiverar att det drivs så optimalt som möjligt ur energi- och produktions-synvinkel. Vidare bör dess beroende av importerade bränslen minskas så långt som möjligt från beredskapssynpunkt.

Målen för FoU bör vara

- att utnyttja den värmeenergi som kreaturen avger
- att utnyttja energiinnehållet i jordbrukets avfallsprodukter
- att minska energiförbrukningen för lokaluppvärmning

Möjligheterna att genom FoU minska jordbrukets energiförbrukning för handelsgödseltillverkning och för transporter samt användning av alternativa bränslen som drivmedel och för lokaluppvärmning behandlas i andra kapitel.

4.4.2 Livsmedelsindustri

Några för livsmedelsindustrin specifika behov av FoU på energiområdet synes ej föreligga eller vara motiverade.

Många av de FoU-program som föreslås inom andra områden är i allmänhet tillämpbara även på livsmedelsindustrin.

Studium av möjligheterna till energibesparing genom optimering av bearbetning och distribution av livsmedel är mer av utrednings- än FoU-karaktär och bedöms falla utanför ramen för EPK:s område.

4.4.3 Textilindustri

För textilindustrin gäller samma slutsats beträffande behovet av FoU som för livsmedelsindustrin, se 4.4.2 första stycket.

På grund av textilindustrins ekonomiska problem kan statligt stöd till viss utrednings- och konsulthjälp på energiområdet vara befogad (Ref 13). Möjligen kan det på längre sikt vara befogat att studera olika textila tillverkningsprocesser och varutypers energibehov. Möjligheterna till energibesparing får dock bedömas vara marginella.

4.4.4 Förpackningsindustri

Något motiv för statligt stödd FoU inom energiområdet för förpackningsindustrin som sådan synes ej föreligga. Visst utvecklingsarbete, t ex för att minska energiförbrukningen vid smältning av glas, pågår och är motiverat även av andra faktorer än energiförbrukningen.

I övrigt domineras förpackningsområdet av problemen och kostnaderna i samband med distribution och återvinning av förpackningar. FoU inom dessa områden faller ej inom detta kapitels ram.

4.5 FoU-program och projekt

4.5.1 Jordbruk

Målen för FoU bör vara

- att utnyttja den värmeenergi som kreatur avger
- att utnyttja energiinnehållet i jordbrukets avfallsprodukter
- att minska energibehovet för lokaluppvärmning

En utredning - se appendix 1 - har visat att värmeinnehållet i ventilationsluften från ett kostall med 20 mjölkande kor räcker för uppvärmning av ett normalt bostadshus. Här finns således stora möjligheter till energibesparing.

Optimering av erforderlig och lämpligaste isolering av jordbrukets olika byggnader bör kunna spara en stor mängd energi.

A Användning av värmeinnehållet i ventilationsluft från djurstallen för bostadsuppvärmning

Mål:

Att utnyttja den värmeenergi som djuren avger.

Beskrivning:

Utredning om möjligheterna att med värmepumpsteknik använda överskottsvärme i olika djurstallar under skilda förhållanden. Prov av olika tekniska lösningar under praktiska förhållanden. Identifiering av för lantbruket specifika svårigheter.

Tidåtgång: ca 3 år

Kostnad: Svårbedömd, till en början ca 200 000 kr

Anmärkning: Lantbrukshögskolans institution för lantbrukets byggnadsteknik har sökt medel för projektet hos Statens råd för skogs- och jordbruksforskning.

B Framställning av metangas ur gödsel och annat jordbruksavfall

Mål:

Att utveckla en kommersiellt användbar metod för framställning av metangas ur gödsel.

Beskrivning:

Projektets utformning bör utredas.

Tidåtgång: Uppskattas till 3 ä 4 år

Kostnad: 2 - 5 Mkr

Anmärkning: Jordbrukstekniska institutet i Uppsala planerar projektet (Ref 11).

C Isolering av jordbrukets byggnader

Bakgrund:

Inom jordbruket producerad värmeenergi kan tillvaratagas bättre, exempelvis genom bättre byggnadsisolering. Husdjuren är dock i huvudsak självförsörjande i fråga om värme. Tillsatsvärme eller tilläggsisolering är således vanligen inte erforderlig i djurstallar. Små djur (smågrisar, hörs) behöver vintertid emellertid någon form av tillsatsvärme, vars storlek hänger samman med bl a den befintliga isoleringen. Förbättrad isolering av väggar, golv och tak kan vara fördelaktig i huvudsak i fråga om bostäder, maskinhallar och lagerlokaler samt sådana djurstallar eller delar av djurstallar, vilka används för fläskproduktion eller fjäderfäskötsel. Värmeisoleringen brukar vara dimensionerad för kostallar oberoende av vilket djurslag som hyses i byggnaden.

Mål:

Att erhålla underlag för rekommendationer angående optimal isolering av jordbrukets byggnader.

Beskrivning:

Beräkningar av och praktiska prov av ekonomiskt fördelaktig isolering av byggnader för t ex svin och höns.

Tidåtgång: ca 3 år

Kostnad: 200 000 - 300 000 kr

Anmärkning: Lantbrukshögskolans institution för lantbrukets byggnadsteknik i Lund planerar projektet för start hösten 1974.

4.6 Resurser för FoU

Inom jordbruket finns bl a följande resurser för FoU

- Lantbrukshögskolan
- Jordbrukstekniska institutet i Uppsala (JTI)
- Vissa av de tekniska högskolornas institutioner, speciellt de med livsmedelsteknisk anknytning vid Lunds tekniska högskola.
- Jordbrukets utredningsinstitut (JUI)

Tillgängliga resurser bedöms vara tillräckliga för erforderlig FoU inom energiområdet utan att detta inverkar menligt på annan FoU.

Här bör även nämnas att de olika industriernas branschföreningar (t ex textil och förpackning) i vissa fall bildat kommittéer och arbetsgrupper för att studera energifrågor och stimulera till utredningar och andra åtgärder.

BIHANG 1

Förkortningar

M(m ³)	miljoner m ³
toe	ton ekvivalent olja
kt	10 ³ ton
GWh	10 ⁹ Wh = 3,6 TJ
TJ	10 ¹² Joule
GJ	10 ⁹ Joule
JUI	Jordbrukets utredningsinstitut
JTI	Jordbrukstekniska institutet

BIHANG 2

Referenser

1. Gunnarsson, Olle: Handelsgödsel och energi. SUPRA:s informationsorgan "Växtpressen".
2. Jakobsen, Finn: Energi och förpackningar. Livsmedelsteknik nr 2, mars 1974, sid 76.
3. Jakobsen, Finn: Energi och förpackningar. Föredrag vid energiseminarium 1973-09-04.
4. Jakobsen, Finn: Energi och förpackningar. Föredrag hos IVA 1974-03-28.
5. Hinsell, Lars: Energi och förpackningar, några synpunkter. April 1974.
6. Anonym: Energi och förpackningar - några synpunkter. PLM mars 1974.
7. Kinnander, S: Om förpackningars nyttighet och miljöpåverkan 1973-02-09.
8. Jakobsen, Finn: Återvinning av material och energi ur förpackningar 1974-05-10.
9. Diverse analyser och utredningar beträffande förpackningar, energi, återanvändning m m, sammanställda av PLM 1974-01-15.
10. Swan, G: Beredskapssynpunkter på energi och råvaror - hur påverkar de förpackningsmaterialen av papper? PM från Billeruds AB 1974-05-08.

11. Thyselius, Lennart och Norén, Olle: Metangasframställning ur gödsel och andra avfallsprodukter. Jordbrukstekniska institutet, JTI-rapport 10, 1974.
12. Wramstedt, Svante: Uttalande från Svenska Sockerfabriks AB vid EPK:s hearing 1974-06-05.
13. Nyström, Bengt: Textilindustrins energisituation. PM från Almedahls 1974-05-22.

APPENDIX 1

Jordbrukets utredningsinstitut:

JORDBRUKETS ENERGIANVÄNDNING

1 Total energianvändning i riket

Den till inländska förbrukare levererade energin uppgick 1972 till 370 miljarder kWh (TWh). Oljeprodukternas andel av den tillförda energin uppgick samma år till 74 %. Endast 20 % av energin härrör från inländska källor, främst elström.

Den totalt levererade energins fördelning på olika slag 1972 framgår av följande sammanställning.

	Leveranser till förbrukare	
	TWh	Procent
Elkraft	64	17
Fjärrvärme, gas	14	4
Flytande drivmedel	62	17
Eldningsolja	180	49
Fotogen, gasol m m	3	1
Kol och koks	17	4
Inländska bränslen	30	8
Summa levererad energi	370	100

2 Jordbrukets förbrukning av energi2.1 Elektricitet

Av den totalt levererade energin under 1972 om 370 TWh svarade elenergin för 17 % eller 64 TWh. Jordbrukets förbrukning av elenergi uppgick samma år till 1,2 TWh, vilket mot-

svarar 1,9 % av den totala elförbrukningen inom landet. Ökningstakten av elenergiförbrukningen inom jordbruket har under senare år varit lägre än för samhället i övrigt.

Förbrukningen av elektrisk energi totalt i landet respektive jordbruket framgår av följande tablå.

År	Totalt i riket GWh	Jordbruket GWh	Jordbruket i % av totalförbr
1964	36 612	885	2,4
1966	42 176	944	2,2
1968	49 412	969	2,1
1970	57 469	1 071	1,9
1972	63 907	1 204	1,9

2.2 Drivmedel

Jordbrukets förbrukning av drivmedel svarar för en betydande del av dess totala energibehov.

Energioprognosutredningen skattar i sin lägesrapport (juli 1973) jord- och skogsbrukets drivmedelsförbrukning under 1972 till 0,39 miljoner m³. Detta motsvarar drygt 6 % av den totala förbrukningen av petroleumprodukter för "sambärdsel", vilken av utredningen beräknats till 6,1 miljoner m³.

Jordbrukets totala förbrukning av drivmedel har varit i det närmaste oförändrad under den senaste tioårsperioden. Den under perioden kraftigt ökade förbrukningen av brännolja motsvaras av en minskning för övriga drivmedel.

Drivmedelsförbrukning inom jordbruket 1963 - 1972 (miljoner liter) redovisas i följande tablå.

Drivmedelsslag	1963	1966	1969	1972
Drivbensin	31,1	25,5	21,5	19,9
Startbensin	12,0	7,8	5,2	2,6
Fotogen	78,0	43,6	24,8	12,8
Brännolja	179,2	208,3	236,7	250,2
Samtliga drivmedelsslag	300,3	285,2	288,2	285,5
Bränsleförbrukning till personbilar inom jordbruket		42	56	61 ¹⁾

1) 1970

Källa: Statistiska centralbyråns inventeringar avseende maskindriften i jordbruket. Artikel av Sven Holmström i tidskriften Nya Perspektiv nr 4/73.

Till jordbrukets drivmedelsförbrukning bör räknas även de kvantiteter som kan hänföras till det av jordbrukarna lejda transportarbetet, huvudsakligen utomgårdstransporter. Denna förbrukning ingår ej i uppgifterna i föregående tablå.

Jordbrukets totala utomgårdstransporter, d v s transporter av produkter och produktionsmedel mellan å ena sidan respektive brukningsenhet och å andra sidan uppsamlings- och inköpsställe, har för 1972 skattats till drygt 400 Mton-km¹⁾. Huvuddelen av dessa transporter sker med lejda fordon. Det totala inrikes godstransportarbetet har för 1970 av Energi-prognosutredningen beräknats till ca 44 miljarder ton-km. Jordbrukets andel av det totala godstransportarbetet kan således antas uppgå till något mindre än 1 %. I förhållande till de totala lastbilstransporterna blir motsvarande andel 2 %.

Den totala drivmedelsförbrukningen för jordbrukets lejda utomgårdstransporter kan överslagsmässigt skattas till mellan 10 och 20 miljoner liter olja.

Övrig "direkt" energiåtgång inom jordbruket hänför sig bl a till torkning av spannmål och grovfoder²⁾. Oljeförbrukningen härför kan skattas till ca 60 miljoner liter.

1) Artikel av Sven Holmström i tidskriften Nya Perspektiv nr 4/74.

2) Avser endast torkning i varm- och hetluftstorkar. Kallluftstorkarna drivs huvudsakligen med elenergi.

2.3 Handelsgödsel

"Indirekt" förbrukar jordbruket stora mängder energi i form av bl a handelsgödsel. Oljeåtgången vid produktion av den i växtodlingen insatta mängden handelsgödsel kan för 1972 beräknas till omkring 375 miljoner liter. Detta motsvarar knappt 3 % av den totala förbrukningen av eldningsolja 3-5.

2.4 Sammanfattning

En mycket överslagsmässig beräkning av jordbrukets "direkta" och "indirekta" förbrukning av energi under 1972 framgår av nedanstående sammanställning:

	GWh	Andel av den totalt levererade energin, procent
Elenergi	1 200	0,3
Oljebehov för:		
brukning, personbil m m	3 500	
lejda transporter	150	1,2
torkning (varm- och hetluft)	650	
uppvärmning av ekonomibyggnader	?	
Summa direkt förbrukning ^{a)}	5 500	1,5
Oljebehov för:		
tillverkning av handelsgödsel ^{b)}	4 000	1,1
tillverkning av övriga produktionsmedel som t ex jordbruksmaskiner	?	
Summa indirekt förbrukning ^{c)}	4 000	1,1
Summa direkt och indirekt förbrukning ^{d)}	9 500	2,6

a) Exkl behovet för uppvärmning av ekonomibyggnader

b) Inkl behovet för importerad handelsgödsel

c) Exkl behovet för tillverkning av t ex jordbruksmaskiner

d) Exkl behovet för uppvärmning av ekonomibyggnader resp tillverkning av t ex jordbruksmaskiner

3 Jordbrukets produktionsprocess - tillskapande av lämplig miljö för bindande av solenergi i den s k fotosyntesen (koldioxidassimilationen)

Kolhydraterna i de gröna växterna innehåller energi. De uppbyggs med koldioxid och vatten som främsta råmaterial och un-

der medverkan av ljusenergi. Denna process kallas fotosyntes eller koldioxidassimilation. Den utgör grunden för praktiskt taget all framställning av livsmedel, oavsett om produkterna kommer från havet, landdjur eller landväxter. Jordbruket binder i sin primära verksamhet därmed stora mängder solenergi.

Vid människans odling av vegetabilieprodukter åtgår dessutom energi i olika former. Det rör sig då om produktionsmedel vilka antingen i sig är energirika, t ex drivmedel för traktorer, eller för vars framställning åtgår energi, t ex handelsgödsel. Man kan säga att den energi som tillförs av människan i huvudsak skall vara katalysator för bättre utnyttjande av solenergi i växtprocessen, bl a i syfte att åstadkomma högre skördar.

Det finns ingen anledning att söka begränsa jordbruksproduktionens upptagande av solenergi. Denna finns i praktiskt taget obegränsad mängd. Promemorian behandlar endast sådana former av energi som människan sätter in i produktionen, eftersom dessa finns tillgängliga i begränsad omfattning.

4 Tänkbara åtgärder för att på lång sikt spara energi

I det följande redovisas ett antal tänkbara vägar vilka på lång sikt kan vara energisparande inom lantbrukssektorn. På grund av den korta tid som har stått till förfogande är redovisningen knapphändig - liksom dispositionen även kan vara otillräckligt genomarbetad. Det har sålunda inte varit möjligt att ta med alla tänkbara sätt att spara energi. Redovisningen är närmast av exempelkaraktär.

En minskad jordbruksproduktion medför vid oförändrad inriktning av produktionen och vid oförändrad produktionsteknik även en minskning av energiförbrukningen.

Målsättningen för jordbruksproduktionens storlek bestäms av statsmakterna. Det torde, bl a med hänsyn till den tilltagande knappheten på livsmedel i världen, inte vara sannolikt att samhället framdeles kommer att söka få till stånd en minskad

jordbruksproduktion. En reducerad energiförbrukning kan därför erhållas endast genom att inriktningen av eller tekniken för framställningen av jordbruksprodukter ändras eller genom ändrat utnyttjande av avfallsprodukter.

4.1 Ändrad produktionsinriktning

Olika grödor har skilda krav på insatsen av t ex drivmedel och gödsel. Ett exempel: Vall till slätter är vanligen två- eller treårig och kräver bearbetning av jorden endast det år då vallen anläggs, medan plöjning och övrig jordbearbetning för andra grödor sker årligen. Den mängd drivmedel som åtgår för odling av ett ha vall är därför mindre än för andra grödor. Vid jämförelse bör hänsyn självfallet tas även till eventuella skillnader i ha-avkastning (t ex energimängden) mellan olika grödor.

Baljväxter kan utnyttja jordens förråd av lättillgängligt kväve. Detta sker genom att baljväxterna bildar organiska kväveföreningar av luftkväve. Man beräknar att en klövergröda kan binda 100 - 250 kg luftkväve per ha och år. Efterföljande gröda kan tillgodogöra sig en del av detta kväve och har därför mindre behov av kväve i handelsgödsel än då annan gröda än baljväxter är förfrukt.

Det är dock självfallet inte realistiskt att låta energiutbytet ensamt vara bestämmande för produktionens inriktning. Ett ensidigt hänsynstagande till energimängden är av intresse endast i det fall man önskar jämföra mängden insatt energi i produktionen med den energimängd som återfinns i den färdiga produkten. Hänsyn måste även tas till behovet av protein, fett och övriga näringsämnen i konsumtionen.

Det bör påpekas att även intensiteten i växtodling och djurskötsel kan inverka på energiförbrukningen i form av t ex drivmedel och handelsgödsel per producerad enhet.

4.2 Ändrade bearbetnings- och arbetsmetoder

En betydande del av jordbrukets totala energiförbrukning hänför sig till de arbetsoperationer som utförs på fälten. Det torde finnas goda möjligheter att spara energi genom dels förändringar av bearbetningsmetoderna, dels utveckling av maskiner som kan utföra flera arbetsoperationer samtidigt (s k kombimaskiner).

Plogfri odling kan nämnas som ett exempel på ändrade bearbetningsmetoder. Denna metod innebär att det arbets- och energi-krävande plöjningsarbetet utesluts. Jordbearbetningen in-skränker sig då till normal stubbearbetning och harvning. Den årliga drivmedelsförbrukningen skulle med denna metod kunna minska med ca 30 l olja/ha, vilket motsvarar drivmedelsförbrukningen vid plöjning. Helt kan dock plöjningen ej undvaras ens i en mycket kritisk energisituation. Det kan nämnas att den totala åkerarealens storlek i Sverige är 3 miljoner ha.

För att bibehålla en oförändrad avkastning per ha vid plogfri odling krävs dock avsevärt ökade insatser av kemiska bekämpningsmedel. Möjligheterna att i någon större omfattning tillämpa denna metod hänger därför samman med i vilken utsträckning man av bl a miljöskäl kan tillåta en ökad användning av kemiska preparat. Vidare är de långsiktiga effekterna på skördeutfallet med hänsyn till bl a jordpackning och de kemiska preparatens verkan på markens mikroflora m m ännu ofullständigt kända, varför det är tveksamt huruvida plogfri odling för närvarande bör tillämpas i större omfattning.

Kombimaskiner. Under senare år har utförts försök med s k kombinationssåmaskiner. Dessa utför två arbetsoperationer samtidigt, nämligen sådd och spridning av handelsgödsel. Den direkta inbesparingen av energi hänför sig således till minskad drivmedelsförbrukning.

Metodens största betydelse ur energisynpunkt är dock indirekt och sammanhänger med den minskning av handelsgödselanvändningen som tillgängliga försöksresultat visar. Möjligheterna att minska användningen av handelsgödsel utan att samtidigt erhåll-

la en skördenedsättning beror på att gödseln med denna metod radmyllas och placeras i nära anslutning till utsädet. Detta medför att växten på ett effektivare sätt än vid konventionell spridning av handelsgödsel kan tillgodogöra sig den tillförda växtnäringen.

Den möjliga inbesparingen av handelsgödsel kan för kväve- och kaligödsel skattas till ca 10 % och för fosforgödsel till ca 30 %. Metoden är särskilt fördelaktig i områden med försommartorka.

En tioprocentig minskning av kvävegödselåtgången skulle på basis av 1972 års användning medföra en minskning av oljebehovet med omkring 35 miljoner liter^{x)}. Oljebehovet vid tillverkning av kali- och fosforgödselmedel är förhållandevis betydligt. En minskad förbrukning av fosfor och kalium påverkar således energibehovet i jordbruket endast i ringa omfattning.

4.3 Anpassning av maskiner och redskap till högsta möjliga tekniska effektivitet

Drivmedelsåtgången hänger bl a samman med konditionen hos traktorer samt andra maskiner och redskap. Regelbunden skötsel, översyn och kontroll är därför önskvärd. Åtgärderna i fråga torde ofta även vara direkt ekonomiskt fördelaktiga för den enskilde jordbrukaren. Det är därför delvis en fråga om information att få lantbrukare att t ex en gång per år lämna in sin traktor på verkstad för översyn. Detta sker för närvarande endast i liten utsträckning.

4.4 Bättre tillvaratagande av värmeenergi

Detta kan ske på flera sätt. Först kan nämnas bättre *isoler-
ring* i byggnader. Husdjuren är dock i huvudsak självförsör-

x) Observeras bör att endast de ca 50 % av kvävegödseln produceras inom landet. Den i texten angivna minskningen av oljebehovet (ca 35 miljoner liter) baseras på den totala inländska förbrukningen.

jande i fråga om värme. Tillsatsvärme eller tilläggsisolering är således vanligen inte erforderlig i djurstallar. Små djur (smågrisar, höns) behöver vintertid emellertid någon form av tillsatsvärme, vars storlek hänger samman bl a med den befintliga isoleringen. Förbättrad isolering av väggar, golv och tak kan vara fördelaktig i huvudsak i fråga om bostäder, maskinhallar och lagerlokaler samt sådana djurstallar eller delar av djurstallar vilka används för fläskproduktion eller fjäderfäskötsel.

Värmeisoleringen brukar vara dimensionerad för kostallar oberoende av vilket djurslag som hyses i byggnaden. Lantbrukshögskolans institution för lantbrukets byggnadsteknik i Lund planerar att hösten 1974 söka medel för en undersökning av ekonomiskt fördelaktig värmeisolering i byggnader för t ex svin och höns. Undersökningen skulle omfatta såväl syntetiska beräkningar som praktiska prov. Projektet kan komma att pågå tre år och betinga en kostnad av storleksordningen ett par hundra tusen kronor. För omsättningen av de erhållna kunskaperna i praktiken torde information och rådgivning till enskilda jordbrukare komma att spela en stor roll.

Även *regleringstekniken när det gäller ventilation* är av stor betydelse i fråga om energiåtgången för uppvärmning. Det arbete som erfordras för utveckling och konstruktion av en regleringsutrustning som är fördelaktig med hänsyn till behovet av uppvärmning av byggnader kan beräknas betinga en kostnad av storleksordningen 150 000 kronor. Därtill kommer att information och rådgivning till enskilda jordbrukare även i detta fall är av stor betydelse.

Värmepump är benämningen på en typ av anläggning, vilken i princip arbetar på samma sätt som ett kylskåp. Kylskåpet tillför som bekant omgivningen inte bara den värme som driver skåpet utan även den värme som avlägsnas från utrymmet inne i skåpet. Denna värmeåtervinningsprincip används redan för närvarande för uppvärmning av villor, skolor etc. En dylik anläggning drivs med elenergi.

Med värmepumpen skulle man kunna utnyttja överskottsvärmen

från djurstallar för att värma upp bostaden eller del av ekonombyggnad som behöver tillskottsvärme. Lantbrukshögskolans institution för lantbrukets byggnadsteknik har låtit göra en preliminär utredning i frågan. Av utredningen framgår att värmeinnehållet i ventilationsluften från ett kostall med 20 mjölkande kor är tillräckligt för uppvärmning av ett "normalt" bostadshus. Institutionen har sökt medel^{x)} för en utförlig utredning av möjligheterna att använda överskottsvärme i olika djurstallar under skilda förhållanden. Därjämte skall prövas tekniska lösningar för olika fall, varvid främst skall bestämmas de svårigheter som uppkommer på grund av att anläggningarna planeras in i lantbruksbyggnader. Undersökningen beräknas ta tre år.

Det är möjligt att lösgöra energi i form av *metangas* ur gödsel och annat avfall inom jordbruket. Metangasframställning ur gödsel har för praktiska ändamål förekommit främst i Frankrike under 1930- och 1940-talen. Metangas i första hand för uppvärmningsändamål framställs i kommunala reningsverk. Betydande kunskap finns alltså om framställning och användning av metangas. Tekniken anses trots detta inte vara färdigutvecklad för praktisk tillämpning.

Man har överslagsmässigt kommit fram till att den energimängd som är teoretiskt möjlig att erhålla i metangas från gödsel motsvarar hela drivmedelsförbrukningen eller större delen av energin för uppvärmning inom svenskt jordbruk. Den energi som är praktiskt möjlig att erhålla ur gödsel är dock avsevärt mindre än den teoretiskt framräknade mängden.

Något svenskt utvecklingsarbete beträffande framställning av metangas ur gödsel förekommer för närvarande inte. Vid Jordbrukstekniska institutet i Uppsala planeras dock ett dylikt projekt. På senare år har man främst i Skottland ägnat sig åt försök inom området.

Ett utvecklingsarbete med syfte att komma fram till praktiskt

x)

hos Statens råd för skogs- och jordbruksforskning (ca 150 000 - 200 000 kronor)

användbara anläggningar kostar uppskattningsvis några miljoner kronor och tar ca tre till fyra år.

Metoden torde vara fördelaktigast på gårdar med jämförelsevis stora djurbesättningar. Den frigjorda metangasen kan användas för uppvärmning av bostäder och andra byggnader, för framställning av elenergi eller som motorbränsle.

4.5 Bättre tillvaratagande av energi i halm

Halm har i praktiken tre stora användningsområden, nämligen som råvara vid humusbildning (nedplöjning), till djurens komfort och som foder. Halm används lokalt även som råvara till byggnadsplattor. I viss utsträckning förekommer även halmbränning på åker.

Det är möjligt att elda med halm i ugn. På grund av den låga volymvikten är detta visserligen förenat med vissa problem, vilka dock kan minskas genom att halmen pressas i brikettpress eller liknande. Tillverkning av pannor särskilt lämpade för eldning med halm förekommer. Vissa danska tillverkare anger att 20 liter olja till uppvärmning motsvaras av 7-8 halm-balar à 8-10 kg eller 4-5 balar à 15 kg. Den totala mängden halm från spannmålsodling per år i Sverige kan skattas till 6 000 miljoner kg (1,25 ggr kärnsörden). Detta skulle motsvara en oljemängd av storleksordningen 1 800 miljoner liter. Det kan nämnas att den totala oljeförbrukningen inom lantbruket för uppvärmning av bostäder, ekonomibygnader och vatten har skattats till 417 miljoner liter. De angivna siffrorna är endast skattningar. Det bör även observeras att energi åtgår för momenten uppsamling och pressning av halm. Övergång till att använda halm för uppvärmning kan dock totalt sett vara en energisparande åtgärd.

4.6 Energisparande foderberedning

Vid skördetillfället har både spannmål och grovfoder i regel så hög vattenhalt att lagring utan föregående konservering ej

är möjlig. Konserveringen kan ske genom torkning, kylning eller ensilering. För närvarande är torkning vanligast. Torkning av skörd från slättervall sker vanligen på fältet under medverkan av sol- och vindenergi, t ex på hässja eller på slag. Spannmål brukar dock konstattorkas, vilket är förhållandevis energikrävande. För att torka skördetröskad spannmål till lagringsduglig vattenhalt åtgår drygt en liter olja per 100 kg spannmål.

Här skall nämnas några alternativa vägar att konservera foder, vilka kan leda till minskad energiåtgång.

Syrabehandling av spannmål. Genom tillsättning av en syra - vanligtvis propionsyra - som hämmar mikroorganismernas utveckling och dödar spannmålets groddanlag kan lagring ske under lång tid vid fullt lufttillträde oavsett vattenhalt och temperatur.

Metoden är tillämpbar endast för spannmål till utfodring.

Förutom att metoden kan spara olja vid torkning är övriga fördelar:

- lågt investeringsbehov
- ökat fodervärde (åtminstone vad gäller foder till nötkreatur)
- skörden kan ske tidigare och är därför jämförelsevis oberoende av väderleken vid skördetillfället

Bland metodens nackdelar kan framhållas:

- att metoden endast är tillämpbar för foderspannmål
- att spannmålen efter syrabehandling blir svårare att sönderdela, eftersom kvarnarna som regel är konstruerade för torr spannmål
- att syran är starkt korrosiv
- att behovet av transportkapacitet ökar på grund av spannmålets högre vattenhalt, i den mån spannmålen ej utfordras direkt på respektive gård.

Spannmålsensilering. Ett annat alternativ till torkning av foderspannmål är ensilering i gastät silo. Metoden kräver

stora investeringskostnader och har samtidigt den nackdelen att ensilaget förstörs kort tid efter uttagningen.

Ensilering av grovfoder som alternativ till skultorkning och hetluftstorkning är ytterligare en väg till minskad energianvändning i jordbruket. Det förtjänar dock påpekas att huvuddelen av skörden från slåttervall fälttorkas under medverkan av sol- och vindenergi. Även om hetluftstorkningen för närvarande har relativt liten omfattning förbrukar den stora mängder olja.

År 1972 uppgick produktionen av hetluftstorkade produkter till ca 80 miljoner kg. Oljeåtgången för denna produktion kan skattas till mellan 20 och 25 miljoner liter.

5 Nya energikällor

5.1 Utnyttjande av vindkraft

Inom jordbruket har tidigare vinden använts som drivkraft, främst till malning (väderkvarnar). Väderkvarnar och vindmotorer torde ha slagits ut genom riklig tillgång på billig brännolja. Vid högre energipriser kan en omprövning av vinden som drivkraft i jordbruket vara aktuell.

5.2 Gengas

Vid nu känd teknik torde gengasen vara den närmast till hands liggande ersättningen för petroleumprodukter till jordbrukets maskiner (traktorer, skördetröskor). Under andra världskriget monterades under loppet av fyra år gengasaggregat på ca 16 000 traktorer. För närvarande har jordbruket omkring 175 000 traktorer och 40 000 skördetröskor. Montering av gengasaggregat på en väsentlig del av denna maskinpark är därför en gigantisk uppgift.

5.3 Ångkraft

Om ångkraft kunde utnyttjas i "slutet system", skulle ånga som drivkraft vara av stort intresse i jordbruket (och skogsbruket), enär riklig tillgång till avfall och klenvirke från skogen finns inom räckhåll vid ett stort antal jordbruk.

5 BYGGNADSINDUSTRI, JORD- OCH STENINDUSTRI SAMT
OFFENTLIG OCH PRIVAT FÖRVALTNING

5.1 Sammanfattning

Det FoU-program för att minska energiåtgången i byggbranschen som redovisas har relaterats till de hus och anläggningar som byggs. Energiförbrukningen har således beräknats för framställningen av byggmaterialen, transporten till byggplatserna och arbetet där. De förteckningar över FoU-projekt som fogats till varje programområde har vad gäller materialframställningen begränsats till de byggmaterial som faller inom området jord- och stenindustri.

Branschens energiförbrukning måste ses i relation till landets totala energiförbrukning, som framgår av nedanstående uppställning.

Tillförd energi 1970

Sektor	TWh	%	Därav bränsle 84 % med fördelning	Därav el 16 % med fördelning
Industri	155	43	40	58
Samfärdsel	60	17	19	3,5
Bostäder och övrigt	145	40	41	38,5
	360	100	100	100

Oljeförbrukning 1972

Eldningsolja	22 135 000 m ³
Motorbrännolja	2 040 000 "
Motorbensin	4 020 000 "
Övrigt	620 000 "
Summa petroleumprodukter	28 815 000 m ³

För att framställa våra hus och anläggningar åtgår ca 10 % av industrins samlade energiförbrukning. Redan detta är av sådan storleksordning att energibesparingspotentialen är intressant. En kalkyl pekar på att energiförbrukningen i mitten på 80-talet skulle kunna minskas med 20 % från den direkta framskrivningen med hänsyn till byggvolymökning. Ett sådant resultat skulle närmast motsvara ett nollalternativ för energitillväxten inom denna sektor.

En ytterligare dimension för energihushållningen får det FoU-program som sammanställts genom de återverkningar som det medför på energiförbrukningen för driften av de färdiga husen och anläggningarna. En total energiförbrukningskalkyl för ett hus över en 40-årsperiod visar att över 90 % av energiförbrukningen ligger i uppvärmning, varmvatten etc. Lösningar i utformning, materialval och byggmetod för att minska energiåtgången måste därför utsträckas att omfatta konsekvenserna för driftsskedet. Denna integrerade syn ger i sin tur ytterligare incitament för FoU-programmet.

FoU-programmet har indelats i följande åtta områden:

- Energikunskap
- Normer
- Återvinning
- Materialteknologi
- Materialproduktion
- Entreprenadverksamhet
- Projektering
- Utbildning

De projektförteckningar som anges inom varje område har i princip vuxit fram genom en analys av åtgärder av olika karaktär och komplexitet.

Grundläggande för både kortsiktiga och långsiktiga FoU-insatser är att kunskaper om energibehov, energiåtgång, energiförsörjning etc utvecklas. Energikunskap är av grundläggande betydelse för många ekonomiska ställningstaganden, rationaliseringsprogram och motsvarande, vilket därigenom kan ge "indirekta" energibesparingsresultat. Inte minst väsentligt är att underlag för val av alternativ antingen det gäller projektering, material eller produktion är korrekta och också kan ge vidgade perspektiv över tiden.

Ett sätt att öka kunskaperna om effekterna av vår materialanvändning och tänkbara alternativ är att ställa upp flödesdiagram över råmaterialutvinning, raffinering eller anrikning, grundprocess, produktprocess och konsumentproduktframställning. Dessa kan visa återvinningsmöjligheter, restvärme, föroreningar, framställningsavfall och energibegränsningar. Grundtanken i detta bör vara att leda till en "flow cycle economy" i stället för dagens "stock economy".

Som en konsekvens förordas därför att för varje byggprojekt görs en total energikalkyl före byggstart. Erfarenhetsvärden som jämförelse och en naturlig strävan mot bättre energikalkyler kan betyda att sådana energikalkyler kan bli mycket praktiska verktyg. Genom att visa de driftsekonomiska konsekvenserna för alternativa lösningar kan de medverka till en eftersträvd energihushållning.

Möjligheterna att reducera energiåtgången i dagens tillämpningssituationer är påtagliga. Detta kan närmast betraktas som "energirationalisering" som ger effekt genom att uppmärksamheten riktas mot konstruktioner, tillverkningsmetoder för byggmaterialen, produktionsmetoderna på byggplatserna, materialhushållning, översyn

av normer och att återvinning sätts i system. Sådana åtgärder initieras i många fall direkt av ökade energipriser.

FoU-projekt av mera kvalificerad natur syftar till en optimering av energiutnyttjandet. Det är således en vidareutveckling med dagens lösningar som utgångspunkt. Ännu längre syftande projekt utgår från helt nya förutsättningar och hämtar impulsen från olika verksamhetsgrenar och är dessutom i högre grad systeminriktade. Nya energikällor eller distributionsformer kan ge nya förutsättningar för projekteringen nya material som i sin tur påverkar byggsystemen. Denna interaktion och mera radikala möjligheter till förnyelse med hänsyn även till energiförsörjningen ryms i FoU-projekt, vars resultat ligger längre fram i tiden.

Energisituationen inom byggsektorn kan knappast bedömas vara så alarmerande att man med tio års sikt bör initiera åtgärder som enbart syftar till att minimera energiåtgång för byggmaterialframställning och byggproduktion. Men i kombination med det allmänna FoU-arbete som pågår inom byggsektorn och med särskild hänsyn till det direkta sambandet med energiåtgången för drift av de färdiga byggnaderna öppnas påtagliga besparingsmöjligheter. Det är mot denna bakgrund som det rekommenderade FoU-programmet bör ses. Diskussionerna om FoU-projekt inom jord- och stenvaruindustrin och byggnadsverksamheten pekar också på att betydande besparingar kan göras redan genom att uppmärksamheten riktas mot energihushållning samtidigt som energipriserna snabbt stigit. Denna förändrade kostnadsstruktur ger samtidigt också ett konkret underlag för en serie FoU-projekt som syftar till att minska energiförbrukningen.

Rekommendation för FoU-programmet

Angelägna FoU-projekt har i avsnitt 5.5 redovisats i ett antal projektgrupper inom de åtta programområdena. För varje och ett av programområdena har två projekt valts ut, vilka beskrivs mer i detalj i bihang 3. Projektnummereringen i denna ansluter sig till indelningen i avsnitt 5.5.

De utvalda projekten är av den karaktären att de antingen är av grundläggande natur och därmed skapar bättre förutsättningar för fortsatt FoU-arbete, eller har så intressanta potentiella energibesparingsmöjligheter att de bör prioriteras.

Genom att beskriva två projekt inom varje programområde har självfallet därmed inte de 16 mest intressanta FoU-projekten för hela det behandlade området angivits. Inom områdena projektering och utbildning finns således projekt angivna i projektförteckningen som kan ha större räckvidd än de angivna inom andra områden. Isolertekniska lösningar och utbildningsprogram är sådana exempel på FoU-projekt med hög aktualitet, som i den valda uppläggen inte beskrivits närmare. Det skulle därför vara olyckligt om den behandling av FoU-programområdena och projektgrupperingen som redovisas i avsnitt 5.5 inte uppfattas som det primära underlaget för FoU-inriktningen.

Energibesparingsmöjligheterna enligt överslagskalkylen i tabell 5.4 har i tabell 5.1 fördelats inom respektive programområde. Av naturliga skäl är denna uppdelning känslomässigt betonad, i synnerhet som det rör sig om samspel mellan olika åtgärder för att få full effekt av ett utvecklingsarbete. Vissa FoU-projekt och FoU-områden ger särskilt stora energibesparingsutslag för driftssidan. Dessa områden har i tabell 5.1 utmärkts med en eller två stjärnor för att ge vägledning vid den totala prioriteringsbedömningen.

I första hand faller beskrivna projekt inom den närmaste två-treårsperioden. Kostnaderna för dessa projekt motsvarar ungefär hälften av vad som kan bedömas vara aktuellt för hela FoU-satsningen med speciell energiinriktning inom byggnadsverksamheten. Fördelningen över tiden bör lämpligen vara den, att perioden 1975-1977 får en översikt förslagsvis bortemot hälften av den totala satsningen för att man snabbt skall kunna ta tillvara de mest lättillgängliga energivinsterna.

Det FoU-program som skisserats är av storleksordningen 16,5 milj år. De presumtiva direkta besparingsmöjligheterna uppgår till 4 TWh/år (energikostnad i storleksordningen 400 milj kr). Därtill kommer påtagliga möjligheter att gynnsamt inverka på energiåtgången i driftskedet. En del av dessa besparingsmöjligheter är lätt-tillgängliga och kräver föga komplicerad forskning. Andra åter kräver både lång tid, betydande resurser och avancerad forskning. Det är kanske en viss risk att bara de enklaste och mest näraliggande FoU-projekten och energihushållningsåtgärderna blir genomförda. För att även mera krävande projekt skall komma till stånd och på något längre sikt medverka till ännu bättre resultat kan det vara förnuftigt att hålla ihop hela FoU-programmet.

Fördelningen av de ekonomiska resurser som kan komma att ställas till förfogande bör därför ske av en instans som har överblick över byggbranschen. Projekten har dessutom så många beröringspunkter att en sammanhållen medelfördelning kan medverka till bättre utnyttjande av tillgängliga medel. I första hand syns därför Statens råd för byggnadsforskning genom sitt "energiblock" vara lämplig instans. Det bör även kunna medverka till att angelägna projekt kan starta snabbare. Ett flertal FoU-projekt inom det här behandlade området bör göras i nära kontakt med materialföretag, byggföretag och motsvarande, vilket gör det lämpligt att Styrelsen för teknisk utveckling också blir engagerad i fördelningen av vissa FoU-medel.

Forskningsarbetet förutsätts i stor utsträckning ske av etablerade forskargrupper vid olika institutioner vid de tekniska högskolorna, branschforskningsinstitut och motsvarande. Företagen måste också engageras i en rad projekt och även kontakter med t ex energicentrum vid KTH är naturliga. Några projekt kan erfordra mycket okonventionell syn och nytt angreppssätt. Utrymme bör därför också finnas för att enskilda fristående forskare skall kunna engageras för energibesparingsprojekt. Möjligheterna att finna energisnåla lösningar genom internationella kontakter och även samverkan i konkreta projekt kan väl tillfogas närmast som en självklarhet.

I tabell 5.1 har en summering gjorts som anger energibesparingsmöjligheter, tidrymd för FoU-arbete och FoU-kostnader. Kostnaderna är beräknade dels för angivna projekt, dels för hela programområdet. I det senare fallet har perioden utsträckts till 1982.

Tabell 5.1: Föreslagna FoU-satsningar

Programområden		Besparingsmöjligheter		Tidsskede	FoU-kostnader i tkr	
		Byggmtrl Byggprod	Lokal komfort		Projekt	Program- området
5.5.1	Energikunskap	2 %	x	1975-76	600	1 700
5.5.2	Normer	1 %	x	1975-76	500	800
5.5.3	Återvinning	1 %		1975-78	1 200	2 000
5.5.4	Material- teknologi	2 %		1975-79	1 200	2 500
5.5.5	Material- produktion	4 %		1975-78	1 000	2 000
5.5.6	Entreprenad- verksamhet	4 %		1975-79	1 100	2 500
5.5.7	Projektering	4 %	xx	1975-76	1 000	3 000
5.5.8	Utbildning	2 %	x	1975-79	1 400	2 000
Summa		20 %	x	1975-82	(8 000)	16 500

5.2 Inledning

Området jord och stenindustri samt byggnadsverksamhet har ur energisynpunkt mycket olika produktionsbetingelser. Jord- och stenindustrin, som omfattar cement- och kalk-, glas-, mineralulls-, betong- och betongvaru- samt tegelindustri, är en av de energitunga delarna av näringslivet, medan byggnadsverksamheten tillhör de mindre energikrävande delarna. Även ur andra synpunkter är produktionsförutsättningarna radikalt olika. De materialproducerande industrierna som faller inom det aktuella området har stationära tillverkningsenheter av processkaraktär medan arbetsställena för byggnadsverksamheten växlar vartefter byggobjekten färdigställs och är förhållandevis arbetsintensiva. Den

gemensamma nämnaren är integrationen mellan framställning av byggmaterial, byggande och den färdiga byggnaden eller anläggningen.

För de byggmaterial som nämnts ovan har också framställningskedet behandlats ur synpunkten energihushållning och FoU-projekt för bättre energianvändning. Diskussionen om förutsättningarna för forskning inriktad på energiförsörjning har dock centrerats kring byggnads- och anläggningsverksamheten med målsättningen att nå en så gynnsam total energibild som möjligt för hela förloppet materialframställning - byggande - färdig byggnad eller anläggning. Denna inriktning leder till mindre risk för suboptimering både med hänsyn till den färdiga byggnadens energiförbrukning under drift och att en betydande andel av byggmaterialen faller inom andra näringslivsområden än jord- och stenindustrin. Den relativt stora frihet man har under projekteringen i val av material med i stort sett likvärdiga funktioner enligt gängse kriterier - estetik, ekonomi, funktion etc - understryker ytterligare varför en flödesinriktad beskrivningsmodell valts.

De faktiska uppgifter som redovisas i det följande och i ännu högre grad sammanställningen av FoU-projekten baseras på hearings med specialister från byggmaterialföretag, entreprenadföretag, organisationer, statliga och kommunala förvaltningar, konsulter samt förvaltare. Dessa hearings har haft följande inriktning vad gäller de inbjudna specialisternas verksamhetsområden:

Cement, kalk och lättbetong

Tegel

Isolerings-, glas- och beklädnadsmaterial

Fabrikstillverkning av betong

Fabrikstillverkning av byggnadsdelar

Husbyggnadsverksamhet

Anläggningsverksamhet

Offentlig och privat förvaltning

Ett relativt stort antal kontakter såväl med enskilda personer som med organisationer, institutioner och sammanslutningar har dessutom tagits både under serien av hearings och efteråt i samband med den skriftliga sammanställningen. Framför allt har dessa kontakter gällt precisering av energiåtgång för framställning av material och i funktionsanalyser samt en diskussion om utvecklingstendenser för den kommande tioårsperioden. Litteraturen inom området energiförsörjning för produktion av byggnader och anläggningar inklusive byggmaterial är sparsam och underhandskontakter har därför tagits med ansvariga utredare för exempelvis återvinning och framtida material och teknik i byggandet. Vid ett besök i Sverige av professor P C Kreijger från Holland som ägnat sig åt studier av energiförbrukning vid produktion av byggmaterial gavs också tillfälle att diskutera byggmaterialens energi- och resursegenskaper med tanke på den framtida utvecklingen.

Syftet med denna granskning av byggnads- och anläggningsverksamheten är att ge ett underlag för bedömning av angelägenhet, energibesparingsmöjligheter och kostnader för ett motsvarande FoU-program separat och i relation till de samlade resurser som står till buds för forskning gällande energiförsörjning. Analysen har därför i det följande som sin utgångspunkt en beskrivning av byggsektorns energiprofil. Från ett scenario - byggbranschen 1985 - dras konsekvenser på sikt för energiåtgången, vilka i sin tur konkretiserats i FoU-program indelade i åtta huvudområden. För vart och ett av dessa programområden har ett antal FoU-projektgrupper sammanställts och inom dessa närmare beskrivits konkreta FoU-projekt. Dessa FoU-projekt har bedömts angelägna men utgör ingen fullständig förteckning utan får närmast betraktas som exempel. I en sammanfattning görs också ett försök att kvantifiera energibesparingspotentialen och kostnaderna för FoU-områdena.

5.3 Byggsektorns energiprofil

Nära hälften av all den energi som årligen förbrukas i Sverige åtgår till uppvärmning, försörjning och produktion

av byggnader och anläggningar. Den helt dominerande delen av denna energiförbrukning åtgår i sin tur för uppvärmning och försörjning av färdiga byggnader. Mot den bakgrunden är det naturligt att energiförbrukningen varit en faktor av vikt i byggnadstekniska sammanhang. Den under 60-talet och början av 70-talet rikliga tillgången på förhållandevis billig energi ledde dock ej sällan till att tekniska lösningar som innebar stor energiförbrukning kunde bli ekonomiskt lönsamma. Lönsamhetsbilden har nu radikalt förändrats och även relativt betydande investeringar i direkt energibesparande syfte kan bli ekonomiskt motiverade.

Inom ett så komplext område som det byggnadstekniska finns det alltid risk för suboptimeringar. Inte minst gäller detta energiförbrukningssidan, där det kan vara svårt att i förväg klart se alla effekter av en viss åtgärd. En god allmän kännedom om de faktorer som påverkar energiåtgången inom alla olika områden inom byggnadstekniken måste därför ses som en väsentlig förutsättning för studier av energibesparande åtgärder och angelägna FoU-insatser. Uppvärmning och försörjning av byggnader utgör ett särskilt sponsorumråde och berörs i denna analys av byggbranschens energiprofil endast indirekt på så sätt att konsekvenser i byggnaders utformning och utförande som påverkar den färdiga byggnadens driftsförhållanden tas upp.

En analys av byggsektorns energianvändning leder snabbt till en naturlig uppdelning av den totala energiförbrukningen i två artskilda huvudtyper av förbrukning: den del som åtgår för produktion av de material som används för byggandet och den del som krävs för själva produktionen på byggplatsen inklusive transporter av byggmaterial.

5.3.1 Byggmaterialen

Ett färdigt byggnadsmaterial representerar en energimängd som sammansätts av den energi som åtgått för produktion av materialet och den energi som funnits i de råämnena som krävts för materialtillverkningen. Den övervägande delen av byggnadsmaterialen är sammansatt av mineraler och metall, dvs råämnena representerar inte någon energi som kan ut-

vinnas vid förbränning. Vissa byggnadsmaterial är emellertid organiska varmed råämnenas energinnehåll kan bli betydande. Så är exempelvis fallet med trä- och platsmaterialen. Genomgående i det följande har dock endast den energiförbrukning som går åt för materialproduktionen medtagits. I de siffror över energiförbrukningar som redovisas ingår inte den energi som råämnena representerar och som således kunde ha utvunnits vid en förbränning eller andra alternativa användningar av dessa råämnen. Det kan nämnas att trä har ett värmevärde på ca 5 000 kWh/ton och att det för tillverkning av plast åtgår mellan 1 och 1,5 ton olja per ton färdig plast, där oljan har ett värmevärde på ca 11 000 kWh/ton.

De olika materialen har sinsemellan väsentligt artskilda funktioner inom byggnaden. Då man närmare skall analysera och jämföra olika materials energiförbrukning i förhållande till varandra är det därför viktigt att man beaktar respektive materials funktion. Några funktionsbaserade beräkningar behandlas i ett kommande avsnitt. Här har för en första bedömning endast den specifika energiförbrukningen för några materialgrupper som kan ha allmänt intresse medtagits. En del av dessa uppgifter har hämtats ur litteraturen. För några viktiga material, cement, aluminium, mineralull, trä etc har uppgifterna lämnats av materialtillverkarna. Tabell 5.2 anger den för materialets produktion erforderliga energimängden i kWh/ton material respektive kWh/m³ material. Det ligger i sakens natur att den verkliga energiförbrukningen vid materialtillverkning är dels beroende av den process som används och dels allmänt svår att bestämma noggrant. De i tabell 5.2 lämnade uppgifterna måste ses mot bakgrunden av detta förhållande och bör ej uppfattas annat än som storleksordningar.

Tabell 5.2: Erforderlig energi för framställning av olika byggnadsmaterial

Material	kWh/ton	kWh/m ³
Aluminium	32 000	85 000
Stål	10 500	82 000
Koppar	8 000	71 000
Cement	1 400	1 900
Sand	9	15
Kalk	1 200	1 600
Glas	5 700	15 000
Porslin	6 200	14 900
Betong	200	460
Lättbetong	500	250
Tegel	1 200	2 200
Mineralull	6 000	180
Gipsskivor	1 000	800
Plast	11 000	11 000
Trä	190	100

Den risk som finns i att med enkla tabeller ange energiåtgång för tillverkning av olika material kan belysas med siffror för mineralullstillverkning. För lätta produkter av stenull med en volymvikt av 40 kg/m³ åtgår 55 kWh/m³. För lätta produkter av glasull med volymvikt 16 kg/m³ åtgår 90 kWh/m³. För tunga produkter av stenull med volymvikt 150 kg/m³ är man uppe i 200 kWh/m³. På samma sätt kan olika uppgifter för energiåtgång vid cementtillverkning eller aluminiumtillverkning skilja betydligt beroende på processen. För stål är på samma sätt andelen skrot vid framställningen av väsentlig betydelse för energiåtgången.

Den färdiga byggnaden eller anläggningen sammansätts av många olika material som kommer in med olika mängder. För att få ett grepp om helheten måste man givetvis betrakta materialenergin i förhållande till materialens absoluta och relativa kvantitet. Därför har för ett antal byggnadsprojekt mängden av olika ingående material beräknats och därur med ledning av tabell 5.2 de olika materialens energiandel i byggnaden framtagits. Resultatet

härav redovisas i figurerna 5.1, 5.2 och 5.3 som anger olika byggnadsmaterials relativa andel av den sammanlagda energiförbrukningen av de material som ingår i byggnaden.

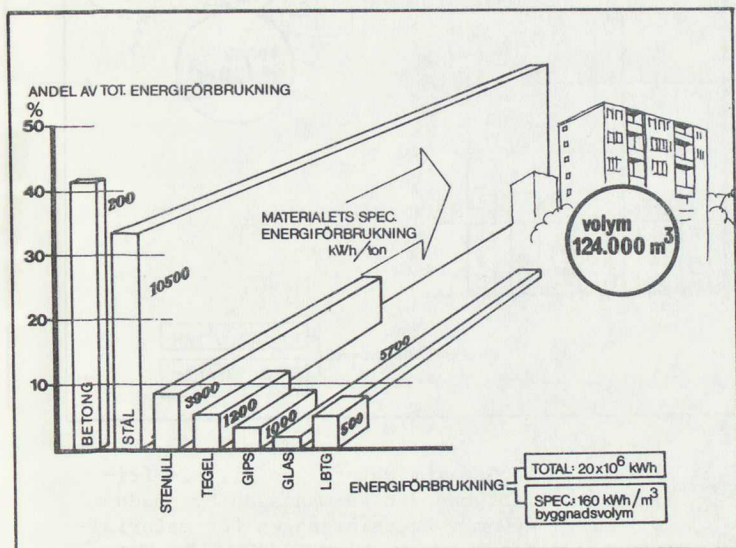


Fig 5.1: Energiförbrukning för framställning av byggmaterialen till 8 bostadshus med 3-7 våningar, 334 lägenheter och en total byggnadsvolym av 124 000 m³.

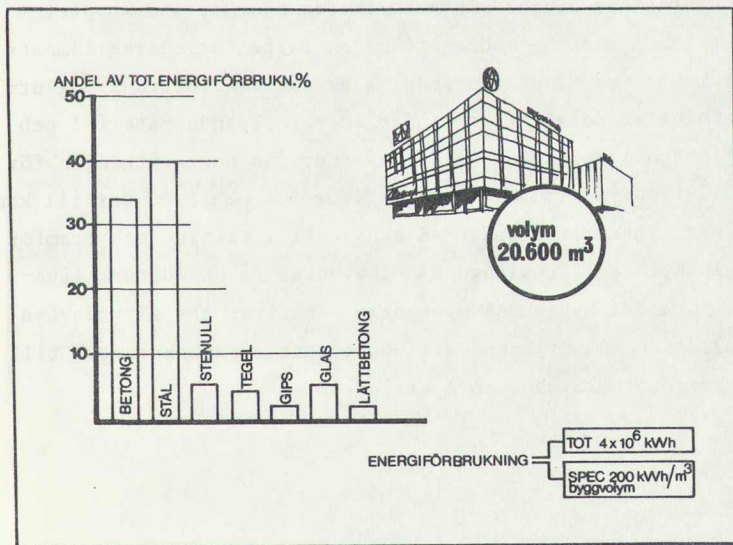


Fig 5.2: Energiförbrukning för materialframställningen till 2 kontorshus - 6 resp 4 våningar höga - med en sammanlagd volym på 20 600 m³.

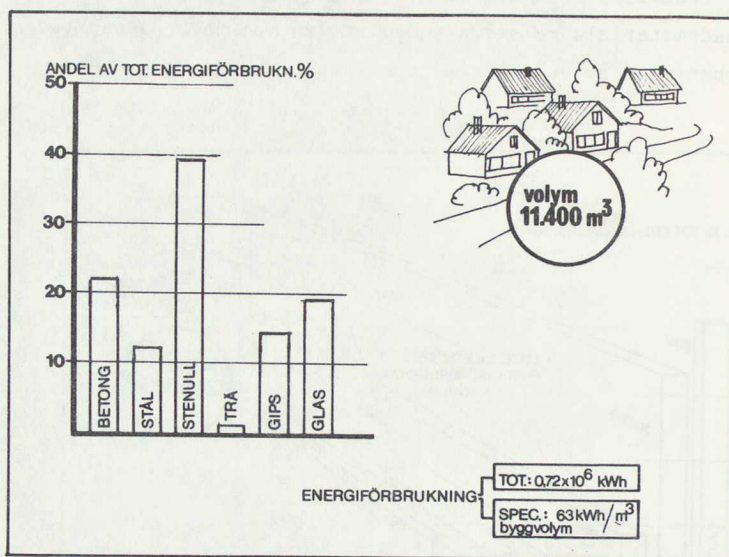


Fig 5.3: Energiförbrukning för materialen till 24 friliggande villor med den sammanlagda byggnadsvolymen $11\,400 \text{ m}^3$. Energiåtgången för materialframställningen per hus blir $30\,000 \text{ kWh}$. Detta objekt har genomgående energisnåla material. Ett genomsnittsvärde för småhusproduktionen ligger på $45\,000 \text{ kWh}$.

I figurerna har byggnadsmaterialen för stomme, stomkomplettering och inredning medtagits medan installationerna lämnats utanför bilden. Installationerna består emellertid i hög utsträckning av metaller och andra energikrävande material och det finns all anledning att också redovisa energiåtgången för installationerna vilket skett i figur 5.4 och 5.5. Därtill kommer att installationerna både med hänsyn till teknisk och framför allt funktionell livslängd kan förväntas få en kortare livslängd än andra byggnadskomponenter. Motivet att särredovisa installationerna är också att de är lätt avgränsbara och till sin natur en mera oberoende variabel.

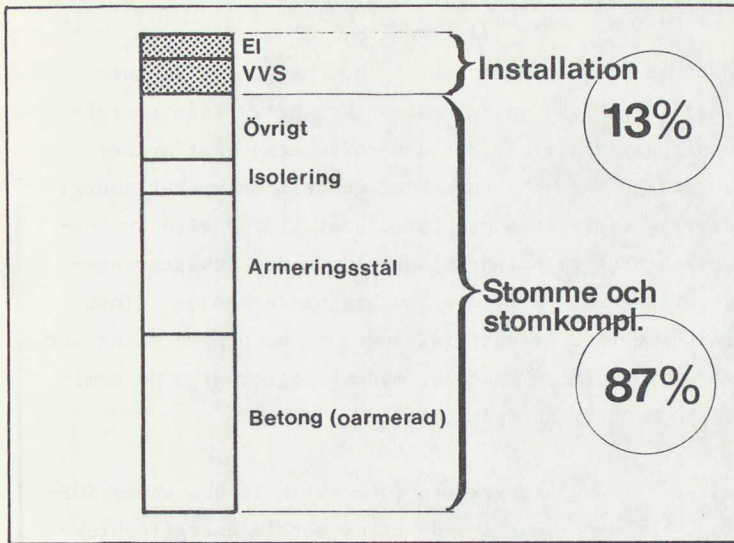


Fig 5.4: Visar hur stor energiandel materialen i installationerna representerar i jämförelse med resten av byggnaden.

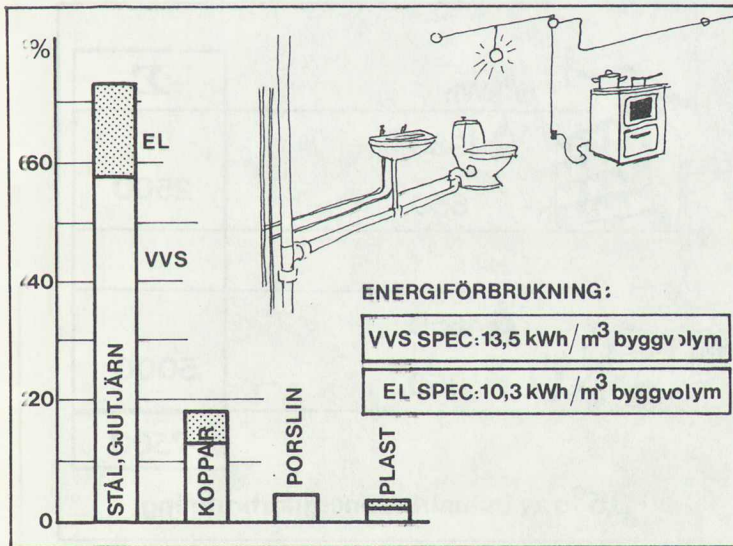


Fig 5.5: Redovisning av en mera detaljerad uppdelning av energiåtgången för material ingående i VVS- resp EL-installationer i bostadshus.

5.3.2 Byggproduktionen

De två stora produktionsgrenarna inom byggandet är husbyggnads- respektive anläggningsverksamhet. Från energiförbrukningssynvinkel är dessa verksamhetsgrenar mycket olika. Anläggningsarbeten kräver dubbelt så mycket energi som husbyggnadsarbetena men har endast fjärdedelen av husbyggnadssektorns sysselsättningsvolym medan investeringsvolymen är ungefär hälften av husbyggnadssektorns. Inom anläggningssektorn är energiåtgången i hög utsträckning att hänföra till drift av maskiner medan byggtorkarna är dominerande inom husbyggnadssektorn.

Som helhet har byggnadssektorn inte särskilt hög energiförbrukning. Av den svenska industrins totala energiförbrukning faller mindre än 3,5 % på själva byggproduktionen men den sysselsätter 8,5 % av de yrkesverksamma i landet.

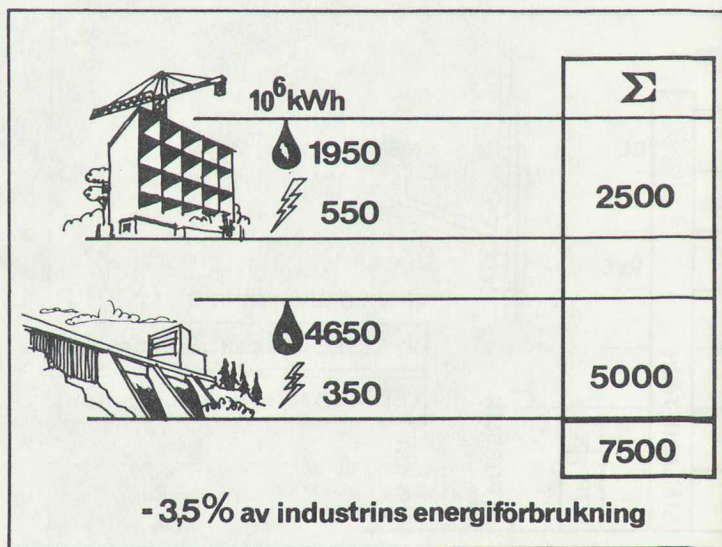


Fig 5.6: Fördelning av byggandets totala energiförbrukning under 1 år på hus respektive anläggningsbyggande.

Fördelningen av energiförbrukningen på olika verksamheter på byggsplatsen visas i figur 5.7, som redovisar energiförbrukningen för internt transporter på byggsplatsen, egna maskiner, belysning och uppvärmning av bodar, byggtorkar samt inhyrda schaktmaskiner.

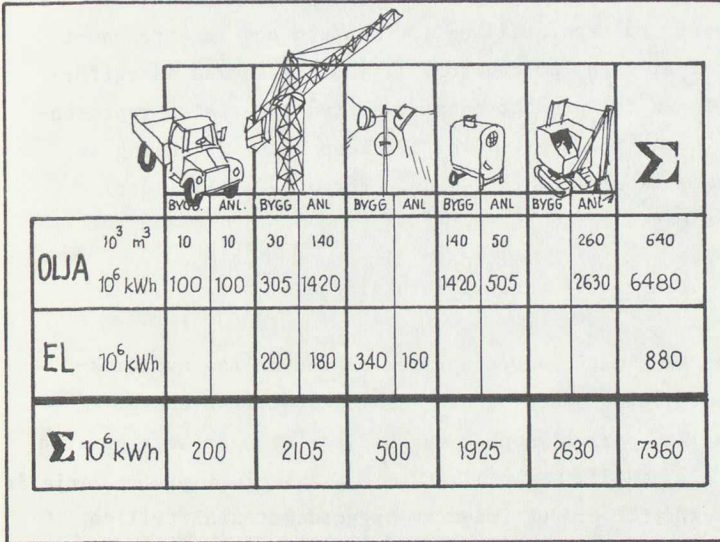


Fig 5.7: Fördelningen av energiförbrukningen på bygg- och anläggningsarbetsplatser.

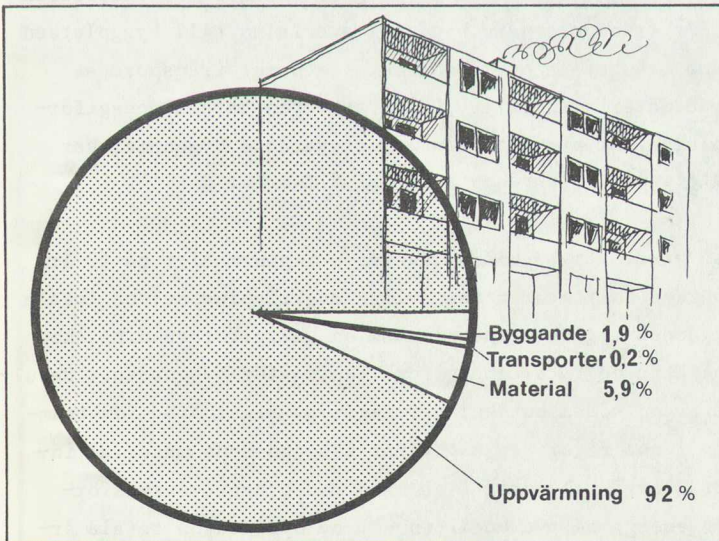


Fig 5.8: Energiförbrukningen för byggande, transporter och byggmaterial i en byggnad i förhållande till energiförbrukning för uppvärmning. Byggnaden förut-sätts ha en brukstid på 40 år.

För att bedöma energiåtgången för transport av byggnads-materialen från tillverkare till byggnadsplats har tegel och armeringsstål studerats närmare i detta avseende. Genomsnittliga transportavståndet för tegel i Sverige är 100 à 150 km och för armeringsstål ca 300 km. Ur detta kan man beräkna den genomsnittliga energiförbrukningen för transport av tegel till ca 100 kWh/ton och för transport av stål till ca 200 kWh/ton. I jämförelse med energiförbrukningen för produktionen av de två materialen representerar denna transportenergi 10% respektive 2% ökning av materialets energiförbrukning. För mineralull (lätt) ligger motsvarande siffra på 5%.

5.3.3 Den totala energiförbrukningen

Med en kombination av uppgifter om den årliga nyproduktionen av byggnader i landet och de specifika energiinnehållen per volymenhet byggnad som framgår av figurerna 5.1, 5.2 och 5.3 kan man beräkna den energimängd som varje år förbrukas för produktionen av byggnadsmaterial till ca 8 TWh/år. Med kännedom om byggnadsproduktionens storlek kan man vidare beräkna den totala massan av de byggnadsmaterial som åtgår för den årliga byggnadsproduktionen och kan därmed med antagandet av en genomsnittlig energiförbrukning för transporten av byggnadsmaterialen till byggplatsen beräkna den totala energiförbrukningen för transport av byggnadsmaterialen till 0,2 TWh/år. Den totala energiförbrukningen för produktionen av motsvarande byggnader har enligt figur 5.6 beräknats till 2,5 TWh/år.

Om man antar att byggnader avskrivs i genomsnitt på 40 år och därmed betraktar denna årliga avskrivning av den totala i byggnaden ingående energin som en energiförbrukning, kan man beräkna en total energiförbrukning för byggnaden. Resultatet av en sådan beräkning framgår av figur 5.8. Som framgår av denna figur representerar i byggnadens material ingående energi och övrig i samband med byggprocessen förbrukad energi en mycket liten del av byggnadens totala årliga energiförbrukning.

Insatsen att spara och hushålla med energi måste därför hela tiden bedömas utifrån konsekvenserna för byggnadens drift (uppvärmning, varmvatten, ventilation etc) som uppenbarligen helt dominerar den totala energibalansen för en byggnad.

5.3.4 Funktionsjämförelser

För att möjliggöra ett energitekniskt korrekt val av byggnadsmaterial måste materialens energiförbrukning analyseras med utgångspunkt från funktionen i byggnaden. En sammanställning som exempelvis tabell 5.3 torde i detta sammanhang vara mer rättvisande än tabell 5.2. Ett annat exempel på en funktionsbaserad jämförelse visas i figurerna 5.9-5.12.

Då det gäller energiförbrukningen för tillverkning av byggnadsmaterial är i vissa fall en del av energin redan uppoffrad då grundmaterialet importeras. Det finns här anledning att även genomföra en uppdelning i energiförbrukning utom respektive inom landet. I tabell 5.3 är därför också en kolumn för svensk energiåtgång medtagen.

Tabell 5.3: Energibehov för skivmaterial av olika slag i kWh/m². Jfr tabell 5.2.

	ANTAGEN TJOCKLEK	ENERGI, kWh/m ²	
		TOTAL	SVENSK
ALUMINIUM	0.7 mm	60	48
STÅL	0.6	49	47
GLAS	6	83	76
BETONG, armerad	70	57	57
LÄTTBETONG	200	50	49
TEGEL	65	130	130
MINERALULL, lätt	100	18	18
TRÄ	19	2	2
GIPS	13	10	10
ASBESTCEMENT	8	20	20

För att ytterligare konkretisera funktionsjämförelser redovisas några artskilda exempel. Likvärdiga funktioner skall således kunna uppnås vad avser bärande och isolerande förmåga men kostnaderna har lämnats utanför.

Figur 5.9 liksom 5.10 och 5.11 är exempel på funktionsbaserade jämförelser av energiåtgången vid framställningen av respektive material.

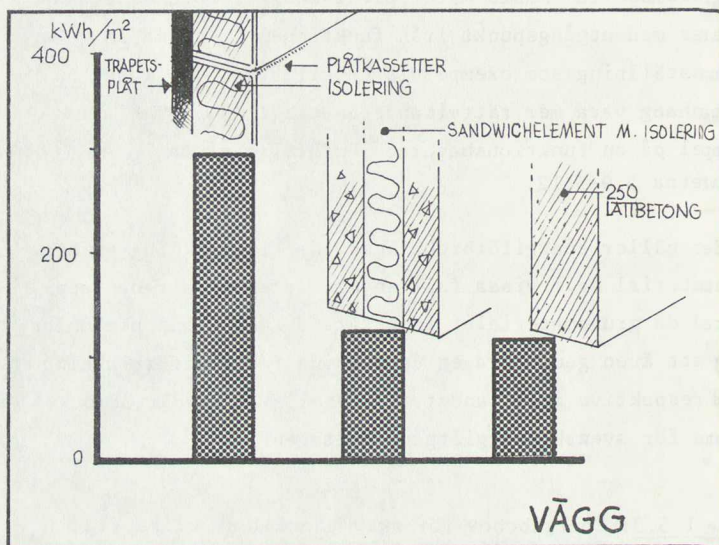


Fig 5.9: Energiåtgång för framställning av material i väggar av plåt, betong respektive lättbetong.

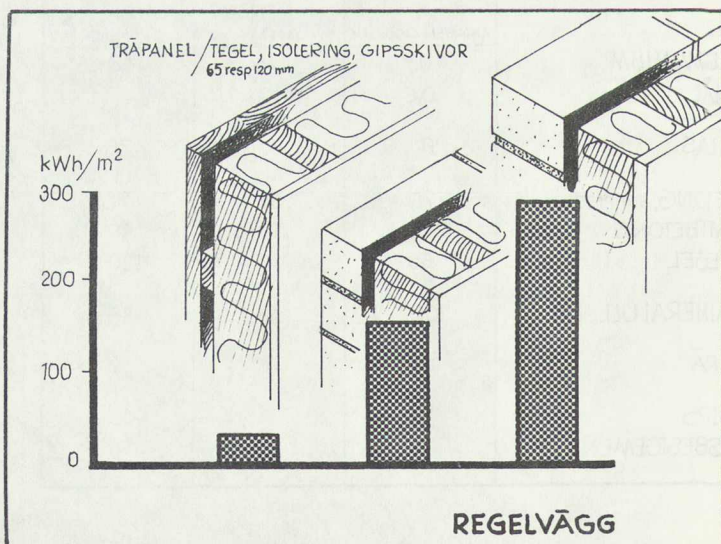


Fig 5.10: Energiåtgång för framställning av material till regelväggar. Ytterbeklädnad med träpanel respektive 65 mm och 120 mm tegel.

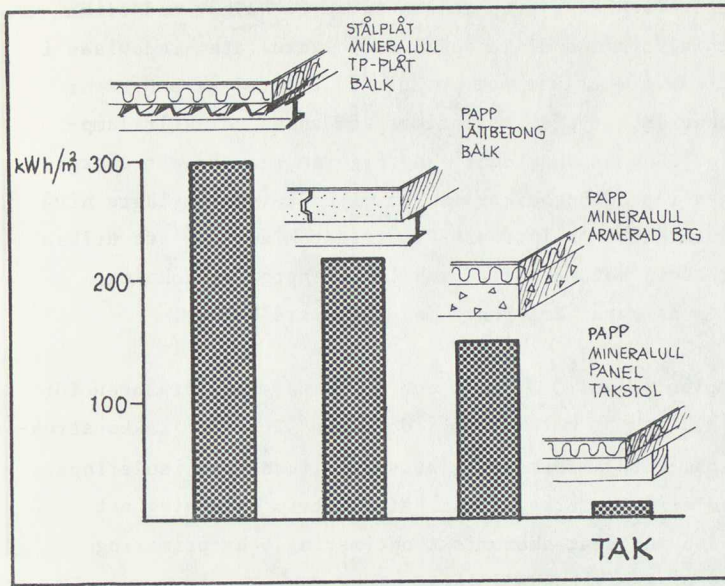


Fig 5.11: Energiåtgång för framställning av material i olika takkonstruktioner.

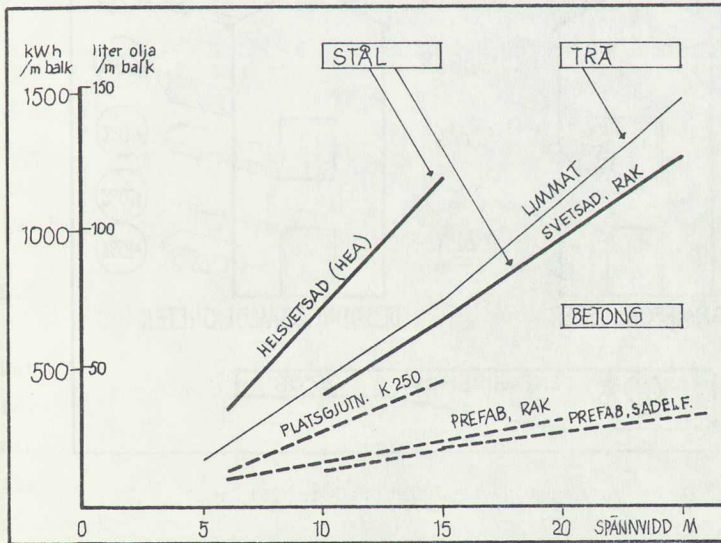


Fig 5.12: Energiåtgång för framställning av material i stål-, trä- och betongbalkar för olika spännvidder.

En jämförelse har gjorts mellan en serie balkar med olika belastning och med olika spännvidd. Resultatet redovisas i figur 5.12. De balkar som använts i jämförelserna är en mycket lätt typ av stålbalkar som anses särskilt lämpliga för långa spännvidder. Av figuren framgår att energiåtgången för betongbalkar ligger på en betydligt lägre nivå än stålbalkar. Av intresse är att det klart går att utläsa att en högre betongkvalité ger lägre energiförbrukning. Limträ syns vara jämförbart med lätta stålbalkar.

I exemplen (figur 5.9, 5.10 och 5.11) på energiåtgången för framställning av materialen i de olika vägg- och takkonstruktionerna, har jämförelsen gjorts för likvärdiga isoleringar. För isoleringsmaterial finns naturligtvis anledning att göra både renodlat ekonomiskt optimering och optimering grundad på energihushållning.

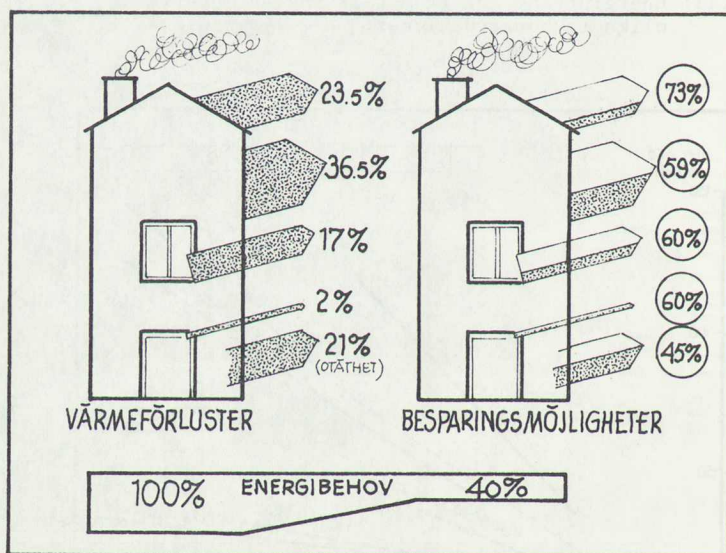


Fig 5.13: Besparingar med förbättrad isolering.

I figur 5.13, vänstra huset, har uppvärmningsförlusterna genom tak, väggar, fönster och dörrar samt otätheter angetts för ett dåligt isolerat hus. De resultat som kan uppnås med en kraftigt ökad isolering framgår av figurens högra hus. En förbättrad isoleringsstandard skulle kunna minska energibehovet till 40 % av det ursprungliga.

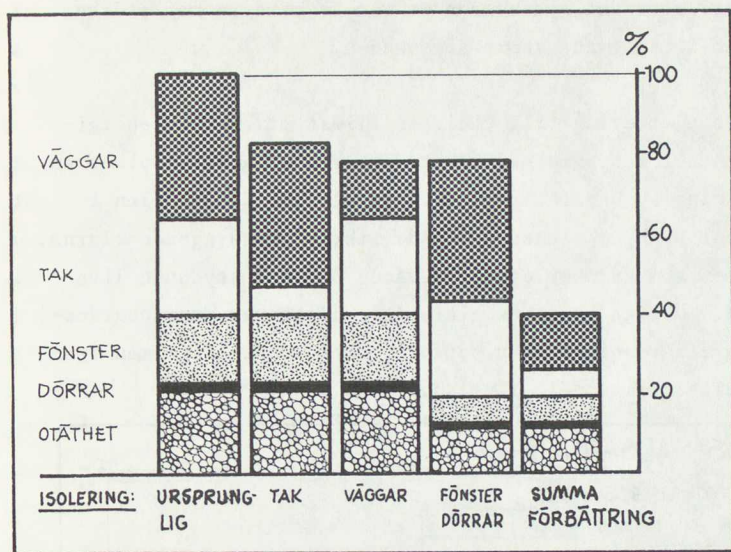


Fig 5.14: Effekt av förbättrad isolering.

I figur 5.14 visas effekten av olika isoleringsåtgärder. Från den ursprungliga, dåliga isoleringen kan förbättring i takisolering, väggisolering respektive isolering vid fönster och dörrar var för sig ge en cirka tjugoprocentig minskning av energibehovet. Totalt kan det ursprungliga energibehovet således nedbringas till 40 %. Figuren pekar bl a på hur tilläggsisolering i befintliga hus ekonomiskt kan optimeras med hänsyn till ursprunglig isolerstandard.

5.3.5 Byggnadsbeståndet

Det befintliga byggnadsbeståndet representerar ur energiförsörjningssynpunkt en tillgång av betydande storleksordning. Samtidigt ger det äldre beståndet energiförlust i flera olika led. På driftssidan ger konstruktioner, isoleringsstandard, installationer etc lägre verkningsgrad än vad som kan uppnås i genomsnittlig nyproduktion. Urbanisering, nya standardkrav, industriell utveckling och motsvarande utvecklingstendenser gör att många byggnader måste utrangeras. Miljösynpunkter har bidragit till att öka ansträngningarna att bygga om och modernisera framför allt bostads- och affärshus i centrala lägen i tätorter, vilket även ur energisynpunkt kan verka i riktning mot en bättre energiförsörjning. I ett längre perspektiv skulle en pro-

jektering av det nya byggandet med en strävan mot större flexibilitet gynna samma strävanden.

Som komplettering till tidigare illustrationer av energiåtgången för byggmaterialen till några byggobjekt visas en beräkning av ungefärlig livslängd och kostnadsandelen i procent av byggkostnaden för de viktigaste byggnadsdelarna. Stommen som är mest energikrävande har en betydande livslängd. Övriga byggnadsdelar, installationer, rumsavgränsningar, inredningar har betydligt kortare teknisk men framför allt funktionell livslängd.

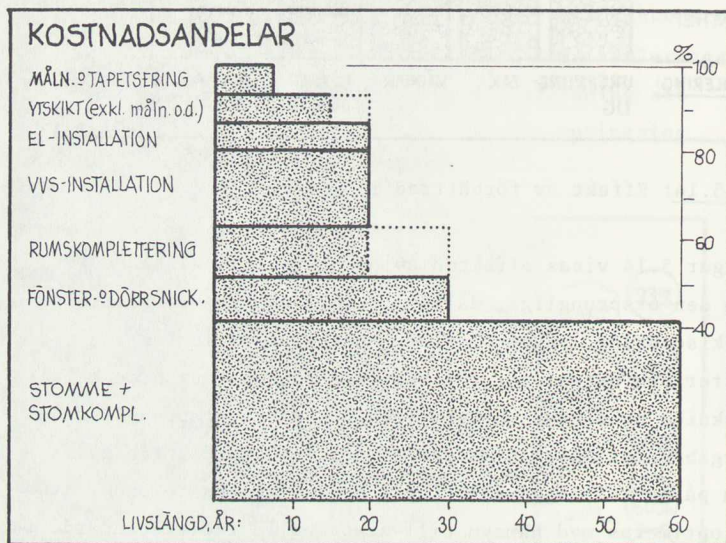


Fig 5.15: Kostnadsandelar och livslängd för olika byggnadsdelar.

Även om rivningsandelen av byggnadsbeståndet således kan minskas på kort och lång sikt genom de åtgärder som nämnts är det ändå betydande materialmängder i de byggnader som rivs. Återvinning eller återanvändning av byggmaterial kan därför få ökad aktualitet.

Det totala lägenhetsbeståndet (enl 1970 års bostadsräkning) är 3,2 milj lägenheter, varav 1,7 milj byggda före 1951. Detta motsvarar ungefär 750 milj m³ byggnadsvolym. Kontorslokaler, förvaltningsbyggnader, skolor, industrilokaler etc

är en mycket heterogen grupp av byggnader som volymmässigt är svår att uppskatta. Mycket överslagsmässigt kan man våga uppskatta storleksordningen till 600 milj m³.

Situationen för rivningsvolymer av olika material är direkt förknippad med under vilken period som husen byggdes. En uppfattning om de primära fasadmaterialet under olika byggår framgår av figurerna för flerfamiljshus respektive småhus. För bjälklag och bärande konstruktioner har betongen idag en dominans.

Betongbyggandets snabba utveckling sedan 50-talet pekar således på att rivningsmassorna så småningom kommer att bestå av en dominerande del av armerad betong i flerfamiljshus och övriga hus. För småhusen är trä både nu och framöver en stor del av rivningsmassorna.

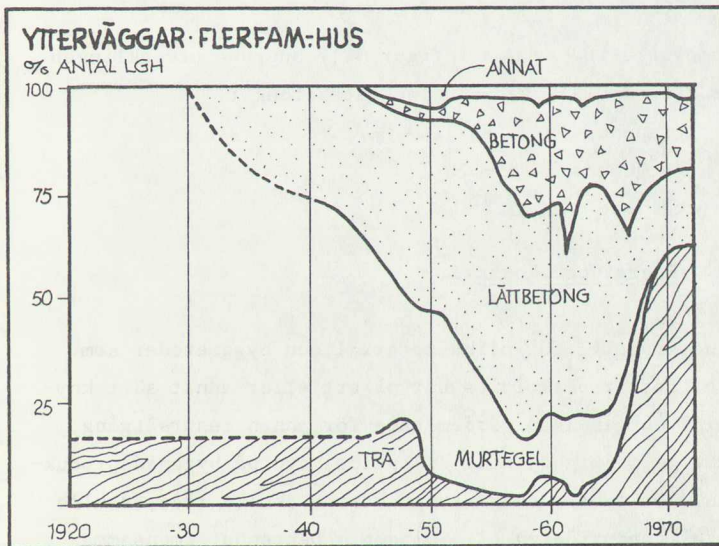


Fig 5.16: Bärande material i ytterväggar i flerfamiljshus olika byggår.

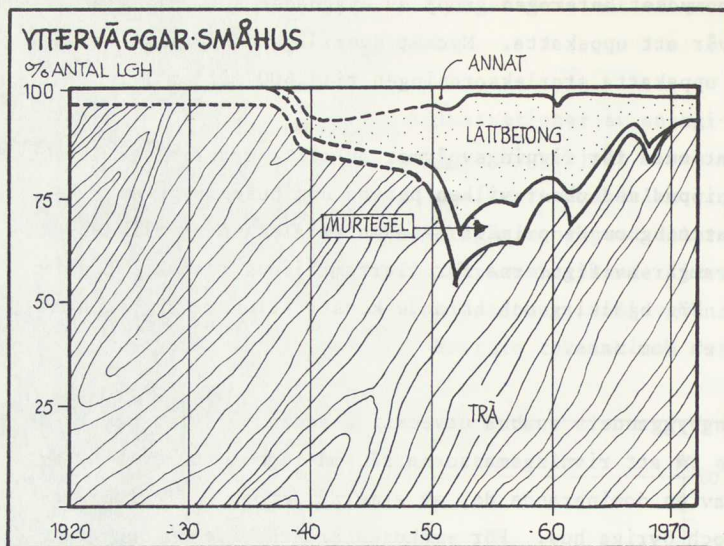


Fig 5.17: Bärande material i ytterväggar i småhus olika byggnadsår.

En komplettering av den i figur 5.17 angivna utvecklingen visar att för 1973 var andelen lättbetong i

- grupphus 5 - 7 %
- "stuckehus" 18 - 20 %
- källare 35 %

5.3.6 Energi och kostnad

Den energiprofil för olika material och bygghetoder som här kortfattat beskrivits bör på ett eller annat sätt knytas till en gemensam värdeätare för annan resursåtgång för att ge möjlighet till en optimal syn på byggnadsproduktionen. Om enbart energisynpunkterna skulle råda, skulle en total snedvridning bli följden. Den enda gemensamma värdeätare för olika produktionsfaktorer såsom arbetskraft, råvaror, energi, realkapital, administration är kostnaden och det blir därför energins prisförändringar liksom råvaruprisernas förändringar på grund av tillgångssituationen som kan få en viss effekt på materialanvändning inom byggandet. Dessa förändringar blir på kort sikt av marginell betydelse, eftersom energiinnehåll i byggmaterial och byggprocess är relativt litet, men det bör dock vara lämpligt att sätta alternativpriser på energin i olika FoU-projekt för att på längre sikt studera mate-

rialtrender. Det bör dock tilläggas att för vissa material - framför allt isolermaterial - som har betydelse för energiförsörjningen i den färdiga byggnaden eller anläggningen, har energiprisutvecklingen en helt avgörande betydelse.

Om priset för energin sätts till 5 öre eller 20 öre per kWh, innebär detta en kostnadsdifferens enbart för själva byggproduktionen på över 1 miljard kr, alltså en kostnads-skillnad som möjligen motiverar övergång till energisnålare material eller byggalternativ på sikt. Självfallet gäller motsvarande resonemang för själva byggmaterialframställningen. För det enskilda speciellt energikrävande materialet blir effekten än mera markerad. Sådana prisförändringar på energin måste naturligtvis få än större genomslagskraft på val av isolering och besparingsinsatser för uppvärmning, luftbehandling och varmvatten och det blir därför nödvändigt att även i FoU-projekt sammanväga effekten av energisnålare byggprocess med kostnaden för driften av byggnaden ifråga, alltså årskostnadseffekten.

Även ur en annan synpunkt är det svårt att renodla byggprocessens energiproblem. Byggmaterialindustrin är nämligen en synnerligen heterogen näringsgren. Jord- och stenindustrin är visserligen till stor del inriktad på byggmaterial, men bland övriga industrigrenar - träindustri, kemisk-teknisk industri, järn- och stålindustri - finns största delen av vår byggmaterialtillverkning och detta inom företag som ej i första hand kan betecknas som byggmaterialföretag. Det blir därför väsentligt att ställa upp flödesdiagram över hela processen från råmaterialutvinning över produktframställning till återvinningsmöjligheter och detta alltså för andra framställningsmetoder än sådana som är primärt byggorienterade. Idén bakom dylika flödesdiagram för viktiga materialslag såsom järn, plast, aluminium, cement är naturligtvis att studera energiinnehållet i kombination med kostnaden i ett större sammanhang, ej blott inom de delprocesser som blir aktuella för respektive industrigren.

Vid ett sådant studium kommer man in på frågeställningen om vissa energikrävande processer överhuvud taget bör förläggas till vårt land. -Skulle petrokemisk industri, aluminiumframställning, cementproduktion etc genom internationella överenskommelser förläggas till länder med billig energi och baseras på överstatlig fördelningsplan för industriell produktion? Detta är en fråga för politiker och futurologer, men i den skiss till framtidsversion för Sverige som presenterats i "Futures of Sweden" och som baseras på omfattande intervjumaterial, förefaller sådana tankegångar om ett uppgivande av nationellt oberoende och internationell specialisering av industriproduktion som ganska avlägsna alternativ för vårt land. Även om världen som helhet möjligen blir mer internationellt orienterad och man söker globala lösningar på t ex energiförsörjningen kommer knappast de enskilda staterna att uppge sina intressen för den egna näringspolitiken och därmed företagets utveckling och kontrollen av dessa.

En trendframskrivning av nuvarande former av handelspolitiken, arbetsmarknadsåtgärder och regler för kontroll av bl a de multinationella företagen blir troligen i stället kännetecknet för vår utveckling närmaste decenniet. Det är också mot den bakgrunden som i nästa avsnitt scenariot för byggbranschen tecknats.

5.4 Offentlig och privat förvaltning

Den del av den offentliga och privata förvaltningen som faller inom ramen för denna rapport är i första hand

Gatu- och vägunderhåll

Vatten- och avloppsanläggningar

Reningsverk

Telekommunikation

Vart och ett av dessa verksamhetsområden representerar mycket angelägna servicesektorer. Även om det kan vara svårt att få en helt klar bild av energiförbrukningen för

de aktuella servicetjänsterna kan man ändå fastslå att det rör sig om en mycket blygsam del av vår samlade energiförbrukning. Det hindrar inte att det finns lättillgängliga energihushållningsåtgärder som bör uppmärksammas och med hänsyn till energipriserna ökar också möjligheten att de verkligen blir realiserade. Vissa specifika tillämpningsområden har sådan energiprofil att särskilda FoU-projekt är motiverade.

Inom gatu- och vägunderhåll ryms bland mera energikrävande uppgifter snöröjning, beläggningsarbeten och också den färjedrift som Vägverket bedriver. Gatuvärme är aktuellt för trottoarer, garageplatser, industriområden och innerstads-gator. Från Västerås som har förhållandevis stora installationer anges energiåtgången till 280 kWh/m^2 och år. Minskad energiåtgång skulle framför allt kunna nås genom bättre registreringsmöjligheter av ytterapparaturen i gatubeläggningar, temperaturskillnader vid blåst och knytningen till reglersystemet. Gatuvärmen tar för ett år i Västerås ca 40 GWh. Som jämförelse kan noteras att gatubelysningen tar ca 13 GWh.

Årligen investeras omkring 1 500 miljoner kr i kommunala vatten- och avloppsanläggningar, vartill kommer ca 2 000 miljoner kr för drift och underhåll av dessa anläggningar. Under 1973 las 1 900 km nya vattenledningar. Av dessa var ca 1 000 km av plast. För avloppsledningar var motsvarande 2 600 km, varav ca 500 km i plast.

Industrin tar 80% av vår samlade vattenförbrukning. Den specifika vattenförbrukningen är 400 liter/personer och dag och hela kvantiteten renas för att kunna användas som dricksvatten trots att endast 2 liter/person och dag verkligen kräver denna reningsgrad. Minskad vattenförbrukning, som på sikt genom begränsad tillgång kan bli aktuell, betyder också mindre energiåtgång. Läckage synes vara en så stor förlustpost att det ur hushållssynpunkt borde studeras. Olika distributionsnät för renvatten liksom lågreservoar och pumpning i stället för högreservoar kan aktualiseras

med ändrad energitillgång och ökade energipriser. Förläggning av ledningar för spillvatten, som i hög grad är varmvatten, över kallvattenledningar för att minska frysrisk har också en energirationaliseringseffekt.

Redan vid 1974 års början hade det mål för byggandet av reningsverk som uppställdes för 1975 uppnåtts. Nu "täcks" således 50% av tätortsbefolkningen med biologisk-kemisk eller kemiska reningsverk. Totalt finns i landet nu ca 500 sådana reningsverk. Den höggradiga reningen är mera energikrävande. Reningsbehovet är olika vid olika årstider, vilket skulle kunna finnas anledning studera liksom den principiellt intressanta frågan om storleken på reningsverken. Kan en optimering innebära att kvartersreningsverk kan infogas i ett system som bl a är mindre energikrävande? Infiltration är en teknik som säkert kan utvecklas mycket längre. I förlängningen av dessa systemstudier ligger det helt "slutna" huset.

Från dagens reningsverk avskiljes totalt 210 000 ton torrsubstans/år med olika användningsmöjligheter både direkt och indirekt för energibesparing.

I samband med diskussion om reningsverken finns också anledning att beröra annan avfallshantering. En konsekvent genomförd sortering av avfallet exempelvis i tre klasser - i brännbart, tegel och betong (rivningsmassor) och jordmaterial skulle öka möjligheterna att utnyttja avfallet.

Energiåtgången för radio- och TV-sändningar är 2 GWh/vecka, vilket på ett år blir 0,1 TWh, dvs $1/4^{\circ}/_{100}$ av vår totala energiförbrukning. Energiåtgången kan minskas genom enkla sändare, mindre antal timmar AM-sändningar och förbättrade antenner. Med ett beräknat antal TV-mottagare av ca 1 miljon, som användes 11 tim/vecka, blir energiåtgången ca 1,1 GWh/vecka. Framför allt genom användning av transistorer blir mottagarna energisnålare.

5.5 Scenario - Byggbranschen 1985

Byggbranschen omfattar de delar av vårt samhälle som är inriktade på att producera och förvalta byggnader och anläggningar. Därmed kan den aktivt påverka och förändra samhällets fysiska struktur. Snabba förändringar och ökad komplexitet har för byggverksamheten avspeglats i nya organisatoriska, tekniska och administrativa lösningar inom produktionens olika led från råmaterialutvinning över material-, fabrikant- och distributionsleden till byggföretagen. Inom alla dessa led har framför allt den horisontella integrationen varit stark och även i förvaltningsledet har skaleffekten påverkat företagsstrukturen. Samhällets styrning med normer, arbetsmarknadspolitik, kommunalt planmonopol, markpolitik, finansiering etc har också satt sin prägel på en bransch som i många hänseenden är speciell, bl a genom att dess produkter har lång livslängd och utgör slutresultatet i en lång produktionsprocess.

För att kunna göra bedömningar om den framtida byggverksamheten räcker det därför inte med att betrakta byggandets tekniska och ekonomiska förutsättningar utan man måste också göra antaganden om samhällsutvecklingen på väsentliga punkter. Den offentliga sektorns utveckling, standardkraven på bostäderna, de kollektiva transporterarnas utveckling, det politiska klimatet för industriinvesteringar, liberaliseringstakten i handeln mellan Väst- och Östeuropa, U-lands- hjälpens utformning och storlek är exempel på utvecklingsområden som i hög grad påverkar byggandets förutsättningar.

Byggmarknaden är ingalunda en homogen marknad. Produkterna har stor spridning vad gäller konstruktion, material och produktionsteknik. I det följande finns det därför anledning att göra en gruppering i fyra huvudområden

- bostäder
- övriga hus
- anläggningar samt
- ombyggnad, reparationer och underhåll

Investeringarna inom vart och ett av dessa fyra områden var 1973 av storleksordningen 8 miljarder kronor. För att ge bättre underlag för bedömningen av det framtida byggandet finns det anledning att komplettera bilden av produktstrukturen med däremot svarande bild av byggherre- och producentstrukturen.

Byggandet kan på goda grunder ges en nyckelroll för samhällsutvecklingen. Konkret är byggbranschen med om att forma vårt samhälle - en ständigt pågående förnyelseprocess. Byggandet utgör vidare en tung post i samhällsekonomin. Den genomsnittliga investeringen i byggnader och anläggningar låg under 60-talet på nära 15% av BNP. 1973 uppgick nyproduktionen till ca 30 miljarder kronor motsvarande ca 13,5% av BNP och reparationer och underhåll till ca 8 miljarder kronor. För nyproduktionen var byggnadsindustrins förädlingsvärde ca 12 miljarder kronor, dvs ca 40% av de totala investeringarna. För reparation och underhåll är förädlingsvärdet sannolikt ca 75% av totala investeringen, dvs 6 miljarder kronor. Resterande delar är i huvudsak byggmaterial. Direkt och indirekt sysselsatte byggbranschen nästan 600 000 personer, dvs var sjätte yrkesverksam återfinns inom byggbranschen.

5.5.1 Fem marknadssektorer

BNP kan förväntas öka med i genomsnitt 3 - 4% per år under den närmaste tioårsperioden. Med en tillväxttakt för bygginvesteringarna på nivån 2,5% under senare delen av 70-talet och en ökning till 3,5% under första hälften av 80-talet kommer bygginvesteringarnas andel av BNP att sjunka till ca 12%. Denna utveckling har vi för övrigt gemensam med flertalet länder i Europa. Fortsatt produktivitetsökning kommer att innebära en ytterligare minskning av antalet sysselsatta inom byggbranschen. Avgången av antal sysselsatta kommer praktiskt taget helt att drabba de på byggarbetsplatserna sysselsatta, vilka minskar med ca 10%. Industrialiseringen i form av överföring av förädlingsarbete från arbetsplats till fabrik kompenserar nämligen bortfallet i fabrikantledet. Även export av byggmaterial kan utjämna den arbetskraftminskning som materialindustrin annars skulle drabbas av.

Bostäder

Bostadsbyggandets volym påverkas i stort dels av ersättningsbehov på grund av urbanisering, ändrad användning och rivning dels av bostadsbehov på grund av hushållsökning och ökade ekonomiska resurser hos nya bostadssökande. Ersättningsbehovet kan förväntas ligga på ca 40 000 lägenheter/år under hela perioden. Bostadsbehovet ligger på samma nivå under senare delen av 70-talet men ökar sannolikt under första perioden av 80-talet till ca 50 000 lägenheter/år. Den markerade ökning av andelen småhus i byggandet som skedde i början av 70-talet kommer att stabiliseras på 50%-nivån. I flerfamiljshusbyggandet ingår dock en markerad andel låghus. I ökad utsträckning kommer olika upplåtelseformer att användas både när det gäller småhus och flerfamiljslägenheter.

En dominerande tendens har under lång tid varit den ökande ytstandarden i bostäderna. Denna tendens bröts i slutet på 60-talet. Andelen små lägenheter har åter ökat i beståndet, vilket tillsammans med att lägenhetsytan i varje storleksklass minskar sänks den genomsnittliga lägenhetsytan i flerfamiljshusproduktionen. Förklaringsvariabler är hushållsstrukturen och byggkostnaderna. Det funktionella innehållet i bostaden har dock knappast minskat och standarden på utrustning förefaller fortsätta att stiga. Anskaffningskostnaden för en högklassig frysenhet är av ungefär samma storleksordning som den yta den står på. Vår utrymmesstandard är låg men med ökat småhusbyggande sker en "automatisk" förbättring under den kommande perioden.

Stigande inkomster, propaganda för boendets sociala funktion, utbud av bostäder som bättre motsvarar brukarnas krav, önskemål och förväntningar samt ny målsättning för den statliga bostadspolitiken leder också till ökad ytstandard.

Fördelningen av nybyggnadsobjekt kommer 1985 att i stort sett vara densamma som idag, även om man ser till objektens storlek. Andelen stora projekt inom bostadssektorn (500 lgh och däröver) där storleken inte minst resulterar i sam-

lade åtaganden, kommer dock att inskränkas under perioden. Denna sektor har fortfarande en betydande andel av den totala byggnadsproduktionen, men vare sig kommuner eller andra vill låsa sig till stora objekt. Med bostadsbyggande avses då inte bara själva bostadshusen utan samhällsbildning med bostadskomplement och serviceanläggningar. Marknaden har blivit rörligare både när det gäller utbudet av olika bostadstyper, t ex småhus, radhus och lägenheter i flerfamiljshus, och när det gäller konsumentens möjligheter att skaffa sig bostad i önskat område. Härigenom kommer bostadskonsumenter 1985 att ha ett större inflytande än idag på bostädernas och bostadsområdenas utformning, även om samtidigt myndighetens styrning av byggandets resurser genom sina olika organ har ökats. Miljöaspekterna står i förgrunden. Nya bostadsområden utformas genom tävlingar mellan olika team och sträcker sig till totalåtaganden med en integration av projektering, produktion och förvaltning.

Kravet på lokal påverkan på beslut kommer således att kvarstå, men genomslagskraften hos denna påverkan är dock begränsad. Komplexiteten i politiska beslut ökar sannolikt inte den enskilda människans förståelse för de avgöranden som träffas. Endast mycket kraftfulla, tillfälliga koalitioner av lokala intressen kommer att kunna starkare påverka dessa avgöranden.

Betecknande är att man inte minst av miljöskäl delar upp bostadsbyggandet i mindre enheter men ändå kommer att bygga samma typer av hus för att uppnå kort byggtid. Man är alltså fortfarande inriktad på standardisering, typisering och produktutveckling. Samtidigt tar man dock mera hänsyn än idag till nödvändiga variationer för att skapa omväxling i stadsbilden. Detta underlättas av statens, kommunernas och industrins sätt att göra upphandlingar i paketform, såväl av bostäder som av skolor, sjukhus, reningsverk och industrianläggningar.

En ny tendens gör sig gällande på småhussektorn, där konsumenten får bestämma hus (prorotyper som provhus) innan

produktionen startas. Här kombineras också utvecklingen att lämna utrymme för senare komplettering av brukaren med egen arbetsinsats eller att förskjuta en del av investeringen i huset framåt i tiden. Detta är också ett uttryck för den ökade flexibiliteten i lägenhetsdispositionen som eftersträvas och därmed ökar de lätta materialens användning.

Övriga byggnader

Inom gruppen övriga byggnader faller dels en stor del som är betingad av samhällsservice i form av sjukvård, åldringsvård, undervisning, kommunal förvaltning och motsvarande dels näringslivets investeringar inom industri, handel, kontor, hotell etc.

Vissa produktgrupper som faller inom området för samhällsservice kommer att minska genom den prioritering som skett under den senaste 10-årsperioden. Hit hör främst sjukhusbyggandet och skolbyggandet. De kommunala följdinvesteringarna minskar till följd av minskat bostadsbyggande. En ytterligare återhållande faktor för det kommunala byggandet är de höga driftskostnader som inskränker de ekonomiska möjligheterna. En ökande avgiftsbeläggning kan påverka byggvolymen först under 80-talet. Näringslivets investeringar kommer att öka under perioden. Till denna slutsats bidrar dels strävan att underlätta utbyggnad i Sverige från myndigheternas sida dels tendenser mot ökad serviceverksamhet som bl a skulle vara kännetecknande för det postindustriella samhället utan att därför ansluta sig till en utveckling enligt Kahns modell. Samma utvecklingstendens pekar på ökad offentlig service och därmed ökat byggande för att möta detta lokalbehov.

Den i och för sig önskvärda anknytningen mellan bostad och arbetsplats blir svår att uppnå. Till denna utveckling bidrar den regionala utlokaliseringen med dess betoning av lokala tätorter med utbyggd service. En allt större vikt läggs emellertid på den inre arbetsmiljön, bullerfrågor och belysning, tex ges även speciella aspekter inte bara på maskinella anordningar utan även på byggnadskomponenterna och möjlighet till flexibel användning av arbetslokaler.

Anläggningar

Kraven på kommunikationer, energiförsörjningssystem, miljöförbättrande åtgärder kommer att sätta sin prägel på sektorn anläggningsarbeten, dvs vägar, exploateringsarbeten, kraftverk och reningsanläggningar.

En viss volym byggnad kommer att höra samman med samhällets behov av kompletterande tekniska system. Det rör sig om effektivare utnyttjande av energin i olika processer, vilket medför ett större utnyttjande av fjärrvärme.

Behoven på energisidan omfattar också anläggningar för utjämning av toppbelastningar, exempelvis pumpkraftverk och förmodligen också anläggningar för nyttiggörande av sådan lågvärdig energi som ej kan gå till fjärrvärme.

Men gigantiska projekt av typ Käppala kommer sannolikt ej att vara den mest ekonomiska lösningen, utan den successiva utbyggnaden av lokala system blir vanligare.

Vissa storprojekt av regional karaktär, t ex kraftverk, torde bli aktuella under närmaste tioårsperioden och även interregionala utbyggnader av ett olje- och gasförsörjningsnät aktualiseras. Även om järnvägarna kommer att få en viss prioritering för godstransporter på långa sträckor, måste motorvägsnätet och kringfarter vid tätorter fortsätta att utbyggas.

Fritids-, sport- och friluftslivsanläggningar hör utöver själva fritidshusen närmast till anläggningssektorn och kommer liksom denna att öka. Det finns anledning att räkna med att anläggningssektorn visar högre ökningstakt än husbyggandet, således en omsvängning jämfört med 60-talet.

Reparation - Ombyggnad

En sektor av byggverksamheten som visat mer än genomsnittlig tillväxt är underhåll, reparationer och ombyggnader. Under tioårsperioden 1975 - 1985 finns det anledning att räkna med en 5-procentig ökning per år. Flera samverkande

faktorer har gjort att denna sektor kommit mera i blickpunkten. Önskan att bevara den gamla miljön är ett karaktäristiskt inslag i stadsbyggnadsdebatten. Det ökande byggnadsbeståndet genererar i sig en ökande underhålls- och reparationsverksamhet. Även om ombyggnadstekniken har utvecklats under perioden så att man exempelvis i högre grad utvecklat komponenter som effektiviserar arbetet är denna sektor fortfarande mera arbetsintensiv. Detta har varit ett skäl att stimulera underhåll, reparationer och ombyggnader ur sysselsättningssynpunkt. Ändrade förutsättningar för besittningsreglerna för hyreslägenheter har stimulerat en utveckling, där lägenhetsinnehavaren själv tar initiativ till bostadsförbättringar med ett synsätt mera likt småhusägarens. Olika former av kontraktunderhåll har också bidragit till tillväxten inom denna sektor.

Också tillbyggnad bör nämnas som en verksamhet med ökad aktualitet, eftersom denna innebär ökad användbarhet för befintliga byggnader och anläggningar, vilket kan eliminera rivning och total ersättning.

Inom såväl underhålls- som driftssidan finns stora energibesparingar att göra genom förhållandevis enkla åtgärder, vilket blir ett nytt inslag i arbetsuppgifterna. Det kommer också att påverka komponentutveckling liksom systeminstallationer för återvinning exempelvis av sopor.

Export

Den produktionskapacitet som den svenska byggnadsbranschen bl a genom framgångsrika rationaliseringsinsatser successivt byggt upp gav både sysselsättnings- och företagsekonomiska problem under stagnationsperioden i början av 70-talet. De satsningar på nya marknader genom export och etableringar utomlands som så initierades motiverar att behandla detta område som en särskild byggsektor. Huvudsakligen är det materialexporter som är betydande med trävaror som viktigaste produkt, men även entreprenadarbeten och turn-key-projekt utomlands medför svensk byggexport. Byggbranschen kan också vänta nya marknader genom att varubi-

ståndet till u-länder delvis kanaliseras mot byggsektorn. Både för vår handelsbalans och energiförsörjning är exporten på byggsidan nyttig, eftersom import av råvaror till byggmaterialindustrin endast är en bråkdel av exporten och energiåtgången för framställning av de flesta byggexportprodukterna - cement, planglas, isolermaterial och motsvarande undantaget - är lägre än för många andra exportvaror. Både byggmaterialföretag och entreprenadföretag ökar export- och utlandsverksamheten t o m snabbare än expansionen i ombyggnadssektorn. 1985 skulle antalet sysselsatta för export- och utlandsverksamhet uppgå till ca en tredjedel av samtliga sysselsatta i byggbranschen jämfört med en knapp femtedel i början av 70-talet.

5.5.2 Företagsstrukturen

I stort sett blir företagsstrukturen för entreprenadföretagen oförändrade under hela perioden, dvs med ett antal verkligt stora företag, som har en betydande del av marknaden, men som arbetar decentraliserat främst när det gäller de ekonomiska resultatenheter. En del medelstora företag har av konkurrensskäl gått ihop över regionsgränser. Det är de stora företagen som har drivit standardiseringen längst, de har utvecklat egna byggsystem, de har resurser att bygga de stora objekten och även konkurrera utomlands. De ökade administrativa insatserna, som sammanhänger med åtagandenas karaktär, har ytterligare bidragit till att öka koncentrationen.

De medelstora företagens andel av marknaden har under perioden fram till 1985 minskat. Detta hänger inte minst samman med företagens villkor, som har ökat kraven på att man antingen går samman i större enheter eller att man genom specialisering arbetar i mindre skala.

De mindre företagen har visat sig framgångsrika på marknaden genom specialisering på arbetsart, objektstyp eller på annat sätt. Totalentreprenader för saneringsobjekt har blivit allt vanligare. Eftersom sådana åtaganden kräver ett betydande mått av tekniskt "know-how" är

de inte längre ett arbetsfält enbart för mindre företag. Därtill kommer att systemet med fasta priser gör det ekonomiska risktagandet större. Enmansföretag, som åtar sig smärre arbetsuppgifter, har under perioden ökat i antal, vilket innebär betydande störningar på marknaden och stora problem för seriösa företag, fackföreningar och samhälle.

Ett nära och regelbundet samarbete med konsulter och sidos- och underentreprenörer har varit förutsättningen för många entreprenörer att kunna hålla sig kvar på marknaden. Men det finns fortfarande mindre företag som arbetar på traditionellt sätt.

Koncentrationen till färre och större produktionsenheter inom byggmaterialproduktionen har fortsatt under perioden. Denna koncentration och införandet av nya rationella produktionsprocesser sammanhänger med att intresset för byggmaterialproduktion och svenska byggmetoders internationella möjligheter alltmer tilltagit hos storföretagen, såväl statliga som enskilda. Delvis har nya hänsyn till energiåtgången vid olika tillverkningsprocesser medverkat till strukturrationaliseringar och utmönstring av energikrävande processer och enheter.

En tendens sammanhängande också med de krav på anställningstrygghet som ytterligare förstärkts under perioden är att byggmaterialföretagen i ökande omfattning åtar sig leverans med montering på plats i bygget. Komponentutveckling och garantikrav medverkar ytterligare till en sådan utveckling.

Installationsbranschen påverkas av utvecklingen mot mera sofistikerade installationspaket i byggproduktionen. Installationsföretagen kan också räkna med en expansion av underhålls-, reparations- och ombyggnadsarbeten, vilket är den alltmera dominerande verksamheten för måleriföretagen. Företagsstrukturen här blir påverkad endast i mindre grad. En typ av företag som åtar sig hela ombyggnads- eller reparationsentreprenader tillkommer antingen utvecklade från byggföretag eller installationsföretag.

5.5.3 Byggmaterial

Karakteristiskt för byggmaterial är den substitutionsmöjlighet som nästan alltid finns mellan alternativa material som fyller i stort sett samma funktion. Tre olika "grupperingar" påverkar utvecklingstrenderna för byggmaterialer.

- o Entreprenören-byggmästaren-installatören som huvudsakligen väljer sin produkt efter dess pris och kvalitet för att uppfylla de funktionskrav som stipuleras för det aktuella objektet. Det blir då ofta byggskedet som står i förgrunden och byggmetodik eller byggsystem kommer väsentligt att få inflytande på materialval liksom byggplatsens storlek, transportkostnader etc. Dessa faktorer sammanhänger således med de trenduppskattningar som gjorts för byggnadsindustrin.
- o Byggherren-förvaltaren kan antingen lämna ifrån sig själva materialvalet, exempelvis vid totalentreprenad då endast funktionen specificeras eller också själv direkt bestämma både material och fabrikat. Detta gäller framför allt byggherrar som kontinuerligt har byggnadsverksamhet och som i sin förvaltning får en återföring av erfarenheter som utnyttjas. Beaktandet av förvaltningskedet och därmed årskostnaderna blir karakteristiskt för materialvalet och kommer under alla förhållanden att bli mera framträdande.
- o Samhällets olika organ påverkar materialvalet genom att utforma regler, normer och anvisningar som är baserade på energihushållning, återvinning och miljökrav. Denna påverkan blir framför allt markerad i projekteringskedet.

För byggmaterialutvecklingen är det skäl att beakta trögheten i innovationsprocessen, en tröghet som sammanhänger med byggnadsverkens livslängd och därmed önskan att få respektive komponent testad och helst tyggodkänd innan användningen. Byggandets normkomplex är en återhållande faktor för nya material att slå igenom liksom problem rörande samverkan och utformning av detaljer t ex ifråga om samordning mellan bärande konstruktion, täckande skikt samt installationer.

Även uppdelningen av byggprocessen i olika led med dess beslutsfattare och påverkare gör att såväl utvecklingsarbete som marknadsföring av nya producentvaror inom byggeriet

blir av en annan karaktär än för konsumentvaror. Det bör dock betonas att utan konsumentens, alltså den boendes, trafikantens, lokalanvändarens, acceptans kan inte nya produkter införas på en marknad som inte har snedvridits av aktuella bristsituationer. Svårigheten har dock varit att kunna på ett tidigt stadium erhålla konsumentens uppfattning och därför rör man sig i stället med ställföreträdare för konsumenten.

Parallellt med en ökad förtillverkningsgrad skedde under 60-talet en mycket stark omsvängning från tungt till lätt byggande. Detta illustreras i diagrammet över den relativa utvecklingen för material som använts i tungt respektive lätt byggande. Produkter som används i lätt byggande är t ex stålbalkar, galvaniserad stålplåt, profilerad aluminiumplåt, trä och gips. Bland materialen till tungt byggande ingår framför allt cement, tegel, lättbetong och armeringsstål. Mineralull förekommer i både lätt och tungt byggande. Dessutom påverkar ökad isolering av byggnader volymutvecklingen.

Det finns anledning att i ett perspektiv framöver se en fortsatt utveckling av det lätta byggandet. En viss tillväxt av det tunga byggandet centreras kring anläggningar av typ kraftförsörjning.

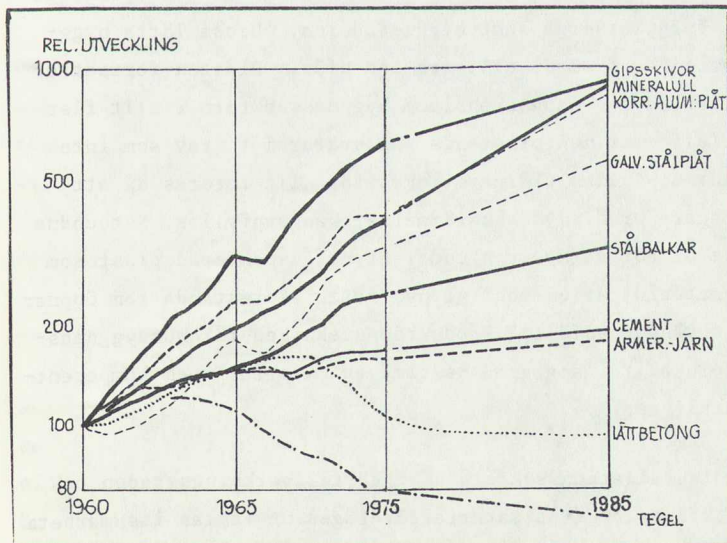


Fig 5.18: Bedömningen av den relativa utvecklingen för olika byggmaterial.

Energiändringar och möjliga råvarutillgångsförändringar medför vissa effekter för materialanvändningen i byggandet. Lätta fiberförstärkta material, t ex kolfiberförstärkta plaster bör, om deras kostnadsegenskaper, UV-känslighet och mekaniska egenskaper klarläggs, kunna ersätta stål i t ex vissa bärande funktioner. Förbättrat underhåll av byggdelar och installationer blir en nödvändighet för en minskad materialomsättning.

5.5.4 Den tekniska utvecklingen

Inom byggmaterialtillverkningen, som till stor del är av processkaraktär, kommer energiprisnivån att medverka till en övergång till energisnåla processer. Den tekniska utvecklingen inom jord- och stenindustrin kommer bl a att koncentreras till effektivare ugnar och effektivare tillvaratagande av energi i torkluft och rökgaser. Produktionsenheternas storlek kommer i samband med processutvecklingen att öka, då transportkostnad och transportenergi tillåter större koncentration.

Utvecklingen mot större användning av lättare byggmaterial och fortsatt prefabricering har också en direkt effekt på den tekniska utvecklingen i fråga om komponenternas utformning och tillverkning, materialhantering och transporterna till byggplatserna samt byggmetoderna. Dessa lätta byggmaterial är framför allt trä och plåt. Plasten fortsätter emellertid sin expansion inom byggnadssektorn i allt fler specialformer med prestanda som svarar mot krav som inte kunnat uppfyllas tidigare. Framför allt fordras då att strängare brandskyddsbestämmelser kan uppfyllas. Nätbundna plaströr för varmvatten under tryck, expanderad plast som väggmaterial är exempel på nya materialprestanda som öppnar nya användningsfält. Produktionstekniken för husbyggnadssektorn blir i hög grad bestämd av material- och komponentutvecklingen.

Inom installationssektorn ökar förtillverkningsgraden och paketlösningar från materialföretagen utvecklas i samarbete med byggföretagen. Industrialisering av byggandet genom fabriksstillverkning och förenklat montage har utvecklats

speciellt inom småhusbyggandet med bl a rörkassetter, installationsväggar och volymenheter. Genom de större bygg- och installationsföretagen blir detta mera förhärskande också för flerfamiljshusbyggandet. Även för industri- och förvaltningsbyggnader accentueras en sådan utveckling. Inte minst kommer ökade krav på ventilationssystem både av energihushållnings- och arbetsmiljöskäl att medverka här till.

Utvecklingen av system för ventilation, värme, sanitet och kyla kommer framför allt att innebära att betydligt mera sofistikerade lösningar tas fram för att möta de ökade komfortkraven. Problemet för närvarande är att de reella anspråken på systemens funktion inte motsvaras av installationer med tillräckliga prestanda.

Fortsatt maskinteknisk utveckling där hydraulmaskinerna är ett exempel på inriktningen. Radikalt ändrade metoden för bergbearbetning hinner knappast slå igenom på en tioårsperiod. Ett verksamhetsfält som har stor andel i anläggningsarbeten är massförflyttningar. Transportfordonens prestanda förbättras ytterligare men den intressanta utvecklingen är fjärrstyrning och automatisering med förarlösa maskiner.

5.5.5 Arbetsmarknad

Den stora förändringen har dock inte skett på den tekniska utan framför allt på den administrativa sidan i vad gäller styrning av alla produktionsresurser i en integrerad projekterings- och produktionsprocess. Byggföretagens planeringsnivå har också höjts väsentligt under perioden, vilket beror på att man lagt en allt starkare betoning på företagsledning, personalpolitik samt budgetering och kostnadskontroll.

Det börjar således förekomma mera systematisk anpassning mellan individ och arbetsuppgift genom ökad intern utbildning och större möjligheter att tillgodose individuella önskemål. Arbetskraftens anknytning till företaget i stället för till objektet innebär också en förändring av traditionellt synsätt.

Samverkan eller samarbete mellan grupper som är beroende av varandra för att få största möjliga samordning på arbetsplatsen är också något som man strävar efter. Dessutom har man snabba system för återkommande rapportering, dels för att avhjälpa driftsstörningar, dels för att kunna anpassa arbetsuppgiften till tekniska förändringar. Rationalisering betyder inte längre bara att söka uppnå ökad effektivitet i fråga om ett arbetsmoment utan också att man inriktat sig på sådana förbättringar i arbetsmiljön att man motverkar exempelvis monoton och stress. Många fler medarbetare än idag är direkt engagerade i rationaliseringen.

Under perioden (1970 - 1985) ökar graden av administrativ styrning på arbetsplatsen i hög grad. Styrningen fungerar så att produktionsgruppen fattar gemensamma beslut, och ledarskap innebär sålunda förmågan att i samarbete leda fram gruppen till dessa beslut. Specialiseringen har gjort sitt till för att ledarfunktionen också decentraliseras.

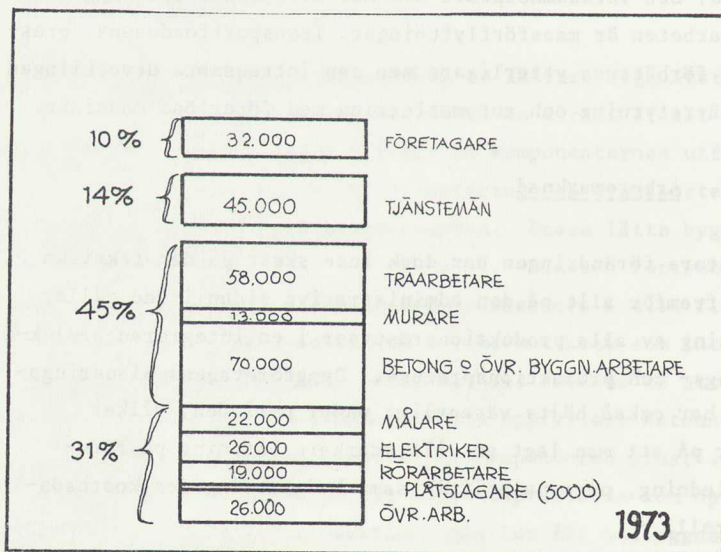


Fig 5.19: Antalet sysselsatta i byggnadsproduktionen 1973. (Fysiska personer enligt Folk- och bostadsräkningen 1970 samt AKU /SCB:s arbetskraftundersökningar/ 1973.)

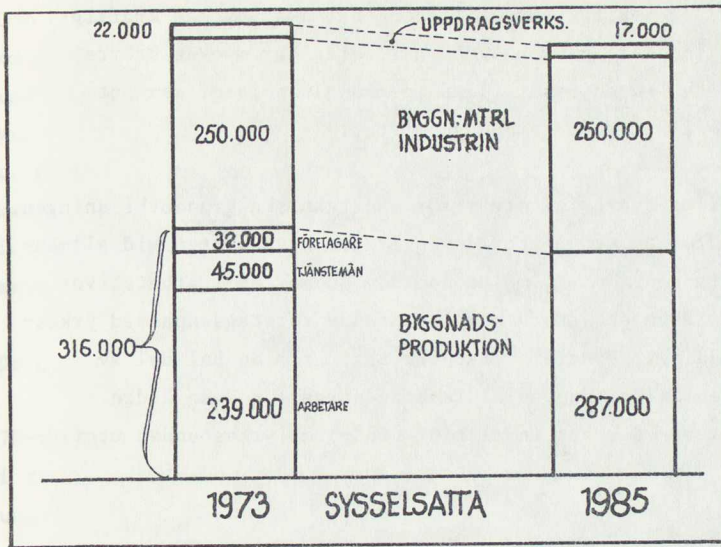


Fig 5.20: Beräkning av antalet verksamma i hela byggnadsbranschen samt prognos för 1985. Uppdragsverksamhet avser konsulter av olika slag liksom de delar av den offentliga verksamheten som gäller behandlingen av byggfrågor. Byggmaterialindustrin täcker alla typer av byggmaterial. (Beräkningarna gjorda av Byggeförbundet.)

I figurerna 5.19 och 5.20 har en sammanställning gjorts över de olika grupper som är verksamma inom byggsektorn. Antalet sysselsatta inom den egentliga byggproduktionen kan förväntas minska även i fortsättningen medan byggmaterialindustrin behåller sin numerär. Kapacitetsökning genom rationaliseringar balanseras av en viss ökning i byggvolymen i Sverige och en export.

Utbildning

Den stora förändringen som ägt rum under perioden fram till 1985 är att den yngre generationen har fått en ny typ av skolutbildning både i fråga om innehåll och längd. Detta tillsammans med företagets strävan efter specialisering gör att den traditionella uppdelningen i arbetare och tjänstemän försvinner allt mera. Produktionsförhållandena för byggmaterialtillverkning och byggproduktion påverkar denna utveckling. Byggmaterialproducenterna har här samma situation som övrig stationär industri. Ytterligare en bidragande faktor till organisationsförändringar är att andelen

anställda med teknisk utbildning har ökat mycket kraftigt. Detta innebär att man i många företag har mycket större andel av "ingenjörutbildad" personal än idag, men att de också har andra arbetsuppgifter.

Samhället svarar givetvis för den tekniska grundutbildningen. Men eftersom denna utbildning lägger huvudvikten vid allmän-orienterande ämnen, måste den som kommer ut i arbetslivet direkt från skolan få kompletterande företagsanpassad yrkesutbildning. Vidare svarar företagen för en hel del av vidareutbildningen av äldre arbetstagare - även äldre tekniker - som har en alltför tids- och yrkesbunden utbildning.

Anställningsförhållanden

Byggföretagen, även de relativt små, har personaladministrativ verksamhet som är integrerad med produktionsstyrningen. Under hela perioden har företagen strävat efter att ge arbetstagarna fast anställning, dels därför att verksamheten blivit mer och mer specialiserad, dels också därför att de är en viktig konkurrensfaktor.

De traditionella skillnaderna mellan olika arbetstagar-grupper i fråga om anställningsvillkor, sociala förmåner och pensionsålder, som kommer att vara lägre än idag, har i det närmaste jämnats ut. I stort sett gäller således samma grundvillkor för samtliga medarbetare.

Arbetsmiljön har förbättrats till följd av åtskilliga insatser för de anställdas säkerhet och hälsa.

Löneformåner och prestationsstimulerande åtgärder

Löneformerna kommer 1985 att vara likartade för flertalet medarbetare inom samma företag. Månadslön blir förhärskande men ofta i kombination med en mindre resultatberoende del för ett produktionslag eller en hel produktionsenhet. Lönerna sätts efter ett system med befattningsvärdering med hänsyn bl a till vad arbetsuppgifterna kräver och vilket ansvar som är förknippade med dem.

Lön efter befattningsvärdering innebär att lönerna 1985 kommer att vara mera differentierad än idag; man stimulerar därigenom den nödvändiga rekryteringen till specialyrkena, ger motivation för vidareutbildning och för att ta mera ansvarsfyllda arbetsuppgifter. Detta betyder knappast att jämlikhetsdiskussionen avstannat - ty låglöneinkomsttagare kommer fortfarande att finnas kvar - men att man har en mera nyanserad syn på problemet.

De anställdas medinflytande

70-talets intensiva debatt om de anställdas medinflytande i företagen kommer att ge en hel del praktiska resultat under perioden fram till 1985. I ökad omfattning kommer avgörandena att ske i samråd med större eller mindre grupper inom projektets ram. I dessa grupper har den enskilde individen ganska stort inflytande på olika beslut som gäller de kortsiktiga målen i arbetet och hur man på lämpligaste sätt kan nå dem.

De anställda kommer 1985 att ha inflytande både när det gäller driftplaneringen och när det gäller företagets inriktning och verksamhet i stort. Arbetstagarna är direkt engagerade i företagets ledningsgrupper på alla nivåer. Många företag har funnit former för en representation i sina olika styrorgan anpassade efter de krav som företagets verksamhet ställer och de krav personalen ställer på medinflytande.

Gemensamt för samtliga företag kommer att vara att informationsfrågorna tillmäts den allra största vikt. Detta gäller information i alla riktningar. Kanalerna för information kommer naturligtvis att växa, och de större företagen kommer i regel att ha personer med specialutbildning inom informationsområdet.

5.5.6 Konsekvenser för energiåtgång

Det scenario som tecknats för 1985 har både direkta och indirekta konsekvenser för energiåtgången. Direkta i vad avser byggvolymer, material och produktionsmetoder, indirekta

när det gäller attityder och värderingar. Även om en beräkning av energiåtgången 1985 inom byggbranschen således kräver många antaganden synes det ändå vara av intresse att försöka bedöma storleksordningen av energiåtgången och olika energihushållningsåtgärders sannolika effekt vid mitten av 80-talet.

Denna energibedömning för 1985 har gjorts med utgångspunkt från energiåtgången för 1973 uppdelad på de dominerande objektsektorerna. I sammanställningen i tabell 5.4 är de kolumner som betecknats trendutveckling en framskrivning endast baserad på förväntad volymutveckling. En mera realistisk utveckling av energibehovet redovisas under kolumnen systematisk energibesparing. Uppmärksamheten som nu riktats mot energihushållning och energiprisernas utveckling gör det sannolikt, att man kan förvänta en påtaglig dämpning av energiåtgången inom de flesta delar av vårt näringsliv. De FoU-program som i följande kapitel redovisas och ytterligare konkretiseras i exemplifierade FoU-program rymmer både mera lättillgängliga utvecklingsinsatser och långsiktig forskning. En del av det redovisade FoU-programmet har bedömts bidra till de effekter som redovisats under kolumnen systematisk energibesparing. Resultat av ett målmedvetet FoU-program ger emellertid full effekt först på längre sikt. För att markera detta har tidsperspektivet skjutits fram till 1990. Eftersom scenariet endast förts fram till 1985 har bedömningen av FoU-programmets effekt dock gjorts på basis av 1985 års byggvolymuppskattning. Detta både för att ge möjlighet till direkt jämförelse och för att inte föra in en ytterligare osäkerhetsfaktor. En dålig isolering ger betydande energiförluster i driften av den färdiga byggnaden som åskådliggjordes i figur 5.13. Möjligheterna till besparingar både genom bättre isolering, bättre uppvärmningssystem och inte minst hushållning genom riktig ventilation är som också framgick av illustrationen mycket stora.

Genom bättre isolering av väggar, tak och bjälklag genom träglasfönster, genom tätning av sprickor etc kan man praktiskt räkna med energibesparingar i storleksordningen 10 - 15%.

Det energiinnehåll som finns i isoleringsmaterialen och den energi som förbättringsåtgärderna kräver, är bara en bråkdel av den energivinst som uppnås räknat över husets livslängd.

Den energi, som man därvid syftat till att begränsa är för typen lokalkomfort, dvs uppvärmning, ventilation etc. Ett liknande synsätt kan också läggas på energiinnehållet i byggprocessen som helhet. Siffrorna blir då betydligt osäkrare men om man söker jämföra ett hus som representerar genomsnittet av byggproduktionen, vars beräknade energiåtgång finns angiven i avsnitt 5.3, men ett hus utfört i lättare och energisnålare material enligt den trend som figur 5.18 och scenariobeskrivningen anger skulle energibesparingen på materialsidan utgöra ca 20%. Övergång till mera energisnåla framställningsprocesser kan bidra med ytterligare ca 10-procentig besparing.

För själva arbetet på arbetsplatsen torde på en 10-årsperiod överflyttningen till tidigare produktionsled ge en energibesparing av 5 - 10%, åstadkommen både som orsak och verkan av den förändring i sysselsättningen inom byggsektorn som tidigare refererats. Den viktigaste faktorn för produktivitetsökningen - som på senare år rört sig om 5 - 7% inom byggeriet - har varit strukturförändringar. Objektstorlek och långa serier i första hand, i andra hand produktivitetsförbättringar genom utveckling av produktionsstyrning och upphandlingsformer. Fortsatt rationalisering genom bättre styrning av arbetet, ändrad produktionsteknik, systemutveckling etc pekar mot en arbetsproduktivitetsutveckling kring 2% per år. Mycket talar för att denna siffra också kan gälla energibesparingsmöjligheterna. Substitution av energikrävande produktionsmetoder mot mera arbetskraftsintensiva metoder i nämnvärd utsträckning är inte sannolik. Totalt sett innebär detta att det för en tioårsperiod finns en övre gräns för energibesparingsmöjligheterna inom byggproduktionen på omkring 30%, således av samma storleksordning som besparingsutrymmet för byggkomponenterna.

Tabell 5.4: Framtida energiförbrukning

Område	1973		1985 Trendutveckling		1985 Systematisk energibesparing		1990 Långsiktig FoU	
	Material	Produk- tion	Material	Produk- tion	Material	Produk- tion	Material	Produk- tion
Flerfamiljs- hus	2,8	2,5	3,1	3,3	2,7	2,9	2,4	2,4
Småhus	2,2		2,5		2,2		2,0	
Övr. bygg- nader (exkl ind)	1,2		1,5		1,3		1,1	
Industri	2,0		3,0		2,7		2,5	
Anläggning	2,5	5,0	3,2	6,3	3,0	5,7	2,8	5,2
Summa	10,7 7,5		13,3 9,6		11,9 8,6		10,8 7,6	
	18,2		22,9		20,5		18,4	

Bedömningen av energiåtgången för byggmaterialtillverkning och byggproduktion och de olika energibesparingsinsatsernas effekt har sammanfattats i tabell 5.3.

Som kommentar till tabellen kan noteras att förutom en bedömning av materialproducenternas möjlighet att reducera energiåtgång för framställning ligger antaganden om förbättringar i konstruktionen genom bättre energikunskap och prisseffekterna som både minskar materialåtgång genom bättre materialutnyttjande och ökar densamma genom ökad isolering. Det försök till beräkning av storleksordningen för möjlig energibesparing som byggverksamheten inklusive byggmaterialtillverkningen som gjorts pekar på att det FoU-program som redovisas kan ge sådana resultat att erforderliga forskningsmedel både ur ekonomisk och energiförsörjningssynpunkt kan vara väl motiverade. Vid avvägningen för att fördela tillgängliga FoU-medel avseende hela samhällets energiförsörjning för att nå bästa möjliga effekt bör till de siffror

som här redovisats också bedömas effekten på driftssidan. Väl formulerade FoU-projekt på driftssidan kan således ge påtagliga resultat också på materialhushållnings- och produktionssidan.

Den totala besparingsram som synes föreligga för perioden fram till 1990 fördelas ganska lika på mera lättillgängliga resultat och de långsiktiga forskningsinsatsernas resultat. Gränserna är självfallet flytande och vidare genereras fortsatta möjligheter av FoU-projekt inom vissa nyckelområden. Sannolikt är 1985 redan 6 - 7% uppnådda av de drygt 10% som redovisas för långsiktiga FoU-insatser 1990.

5.6 FoU-program och FoU-projekt

De hearings, kartläggningar och diskussioner som utgör underlag för de FoU-program och FoU-projekt inom byggbranschen som här sammanställts har i huvudsak varit orienterande kring likartade byggmaterial eller avgränsade produktionssektorer. Som redan framhållits i inledningen har dock hela tiden konsekvenser för hela energiflödet inklusive drift av den färdiga byggnaden eller anläggningen funnits med i energidiskussionerna. Ur FoU-synpunkt har det därför varit naturligt att välja programområden enligt mera övergripande indelningsgrunder. Detta både för att undvika upprepningar av samma tema och för att klarare framhäva de FoU-områden som har större räckvidd.

Bearbetningen av det insamlade materialet och synpunkterna från hearings har lett fram till nedanstående åtta programområden. Varje FoU-program har vissa förändringsmål oavsett om det är direkt uttryckt eller ej. Som en utgångspunkt för dessa mål finns i sin tur vissa grundläggande värderingar. Utan att i detalj precisera sådana värderingar, som i det här aktuella näringslivsområdet dessutom inte synes vara av speciellt kontroversiell natur, kan i en allmän formulering grundinställningen sägas vara att bättre utnyttja energiresurserna utan att påtagliga olägenheter för komfort, sysselsättning eller samhällsmiljö uppstår. Det förändringsmål som ansetts vara mest relevant har angetts för respektive programområde.

Energikunskap

Bestämma energiåtgång för material och produktion samt energibalans för byggobjekt

Normer

Utforma normer även med tanke på energihushållning

Återvinning

Utnyttja material, överskottsenergi, avfallsprodukter

Materialteknologi

Utveckla mindre energikrävande material och metoder

Materialproduktion

Reducera energiåtgång i materialframställning

Entreprenadverksamhet

Reducera energiåtgång på arbetsplatsen

Projektering

Optimera konstruktioner även med hänsyn till energiförbrukning

Utbildning

Föra ut energitänkande till alla kategorier

För vart och ett av dessa områden görs först en allmän programbeskrivning. Angelägna FoU-projekt redovisas där-
efter översiktligt i ett antal projektgrupper. Inom dessa
projektgrupper har tänkbara projekt rubricerats. Dessa
projektrubriker har medtagits även om vissa är av marginell
betydelse eller närmast är av brainstorming-karaktär.
Vissa konkreta FoU-projekt beskrivs mera detaljerat på
ett enhetligt sätt i bihang 3. Dessa projekt utgör själv-
fallet inte någon fullständig förteckning utan får snarast
ses som exempel. Vägledande vid urvalet av dessa kon-
kreta FoU-projekt har dock varit att de bedömts ha större
aktualitet eller mera genomgripande effekt på energiåtgång.
Rekommendation för ett samlat FoU-program inom det här be-
handlade området har redovisats i sammanfattningen.

5.6.1 Energikunskap

Det är uppenbart att valet av material, produktionsmetoder
och uppvärmningssystem i byggnadsbranschen huvudsakligen
styrts av ekonomiska bedömningar. I mindre grad har

exempelvis estetiska eller sysselsättningsaspekter gjort sig gällande. Energihushållning har - bortsett möjligen från den allra senaste tiden - inte varit något kriterium i sig utan enbart gjort sig gällande som en kostnadsbedömning. Den kraftigt ändrade energikostnadsbilden ger nu anledning till översyn av både materialval, konstruktioner, produktionsmetoder och driftsekonomi. Energibesparingskampanjer för att minska slöseriet har visat sig effektiva och också framhåvt i hur hög utsträckning våra relativt sett låga energipriser bidragit till en onödigt hög energiförbrukning. Det förtjänar därför att understrykas att det ur energihushållningssynpunkt är angeläget att den kostnadsbetingade energibesparingen bör framhåvas för alla kategorier. Varje enskild person såväl som näringslivet och den offentliga förvaltningen bör stimuleras att hushålla med energin genom kostnadsexempel och kostnadsstyrning. Ur samhällets synpunkt har man strängt taget anledning att räkna med ett ännu högre energipris, eftersom samhället måste bära följdkostnader för miljöförstöring, korrosion etc.

I ett längre perspektiv behövs emellertid en energikunskap av mera grundläggande och principiell natur. Ur byggbranschens synpunkt är den färdiga byggnadens energiförbrukning under drift helt övervägande och skulle närmast ge anledning att bortse från energibehovet för byggmaterialframställning och byggproduktion. Byggbranschens storlek ger dock i sig motiv för insatser för energihushållning samtidigt som det finns klara samband mellan projekteringen, produktionen och den slutliga energiåtgången för drift av den färdiga byggnaden.

Då energihushållning nu fått en ny innebörd visar det sig att kunskapen inom detta område behöver fördjupas när det gäller energiåtgång vid materialframställning, vid alternativa ur funktionssynpunkt likvärdiga konstruktioner, vid byggandet liksom vid jämförelser mellan olika produktionssystem. Energikunskapen bör emellertid också vidgas att omfatta flera grupper som påverkar byggförloppet. Inte minst väsentligt är att beställaren blir medveten om

energihushållningsproblematiken. Med tanke på den av-
görande betydelse för en byggnads energibalans som bygg-
nadsutformning, materialval och försörjningssystem har är
det både ur kostnads- och energiförsörjningssynpunkt moti-
verat att göra mera genomgripande energiberäkningar. Det
synes vara angeläget att initiera till en mera allmän
energibalansräkning för varje nytt byggprojekt. Det kan
väl t o m ifrågasättas om inte en energiberäkning skulle
krävas för varje nytt byggprojekt. Nära samhörande med
"förebyggande" energikalkyler för nya byggobjekt skulle
en genomgång av energibilden för det befintliga beståndet
vara. Med tanke på den dominerande del av hela landets
energiförbrukning som ligger i driften av befintliga bygg-
nader skulle även här initiativ behövas, både av teoretisk
och praktisk natur.

För att ytterligare utveckla vår kunskap om energifrågor-
na inom byggbranschen borde i högre grad de alternativa
möjligheter som står till buds analyseras. Det gäller över
hela processen för byggmaterialtillverkning således i olika
storlek på de producerande enheterna, lokalisering med
hänsyn till råvarutillgång, energikällors belägenhet och
användarmarknaderna. Skilda konstruktiva lösningar och
deras inverkan både på energiförbrukning i själva byggande-
stadiet (materialåtgång och produktion) liksom konsekvenser
i driftskedet behöver också studeras. Sådana analyser
skulle också kunna omfatta alternativa energiformer såväl
som inhemsk eller utländsk energiåtgång i varierande kombi-
nationer. Vissa beräkningsnormer skulle behöva ställas upp
och lämpligen ett antal datorprogram utarbetas. På
motsvarande sätt som för den enskilda byggnaden skulle
också "driften" av ett samhälle belysas. Utöver lång-
siktig påverkan skulle resultatet också utmynna i check-
listor för snabb påverkan av nuvarande energihushållning.

Projektgrupper

Branschstruktur ur energisynpunkt

Konstruktionsdelars energiförbrukning

- Energiåtgång för alternativa konstruktioner med likvärdiga funktioner i färdig byggnad

Byggmaterialtillverkningens energiförbrukning

- Energiåtgång för framställning av enskilda byggmaterial
- Energiåtgång med hänsyn till produktionsenheternas storlek och lokalisering

Byggproduktionens energiförbrukning

- Energiåtgång vid olika byggmetoder; platsgjutning - fabriksstillverkning av byggnadsdelar, lätta - tunga system, våta - torra metoder

Energianalys

- Konsekvenser för energiförbrukning, sysselsättning, utnyttjande av svensk eller utländsk energi, användning av olika energiformer och energiprisernas utveckling
- Framställning och drift av enskilda byggprojekt liksom samhällen

Erfarenhetsinsamling

- Systematisk insamling av energidata och uppläggning av databank
- Årskostnadsuppgifter med hänsyn inte bara till uppvärmning

5.6.2 Normer

Antalet normer, regler och anvisningar som reglerar byggverksamheten är utomordentligt stort. Bakgrunden till alla dessa i några stycken mycket detaljerade bestämmelser är mångskiftande. Å ena sidan finns kvantifierade uppgifter om tillåtna påkänningar å andra sidan allmänt hållna rekommendationer. Hela detta regelkomplex har vuxit fram under en lång följd av år delvis som en följd av nya tekniska förutsättningar delvis som ett uttryck för nya krav på standard eller skärpta miljöanspråk. En genomgång av de regler, normer och anvisningar som nu finns med hänsyn till energiförsörjning och energihushållning är därför ett område som bör ha stor aktualitet.

En förutsättningslös översyn av gällande bestämmelser med inriktning att minska energiåtgången skulle dels kunna eliminera onödiga bestämmelser dels återställa balans mellan olika konstruktionsalternativ. En viss obalans finns näm-

ligen i dag exempelvis när det gäller material genom att bestämmelserna är införda vid olika tidpunkter. Det kan tilläggas att en översyn från energisynpunkt samtidigt skulle innebära motsvarande ekonomiska vinster.

Inte bara gällande regler bör emellertid bli föremål för genomgång utan även den principiella utformningen av normerna för att medverka till ett förbättrat utnyttjande av våra resurser också ur energisynpunkt. Att utveckla beräkningsmodeller både för konstruktion, produktion och drift av byggdelar och anläggningar är ett medel att få mera progressiva normer.

I sig kan ett normarbete ge klara ekonomiska incitament liksom olika energibesparande insatser, typ isolering av byggnader. Det bör emellertid inte hindra att också de låneregler som styr framför allt bostadsbyggandet anpassas till energiförsörjningskraven så att man därigenom får ett intresse att omsätta energibesparande lösning för byggnadens utformning i praktisk tillämpning.

Projektgrupper

Översyn av normer med hänsyn till energiförbrukning.

Genomgång av AMA-regler för att utmönstra särskilt energikrävande lösningar.

Typgodkännande och normer för skilda material med hänsyn till dagens produktionsförhållanden; färdig betong, tunnplåt, isoleringsmaterial.

Kontrollåtgärder för val av isolering och utförande på byggplatsen

Lönereglernas utformning för att inte hindra angelägna energibesparande lösningar.

Stimulering till bättre energihushållning via normer, anvisningar och regler.

5.6.3 Återvinning

Mest närliggande i strävan att förbättra energiförsörjningsbalansen borde vara att ta tillvara redan nedlagda energiresurser och minimera förluster i materialspill, rökgaser, torkluft etc. återvinning i dess vidaste mening är därför ett programområde inom vilket en rad projekt bör initieras. Karaktären på dessa projekt är emellertid sinsemellan mycket olika. För materialproducenter med processbetonad tillverkning är det ett centralt område att kunna utnyttja energi i torkluft och rökgaser. Detta är för övrigt ett område som är gemensamt för många tillverkningsgrenar och inte särpräglat för jord- och stenindustrin. Andra återvinningsmöjligheter för materialtillverkarna är materialspill och kassationer. Det senare är ett område där kvalitetsnormeringen kommer in i bilden och skulle kunna bli föremål för ny syn. Ett par kvalitetsklasser för att svara mot olika funktionskrav kan få vidsträckt tillämpning.

Ett helt annat område gäller återvinning av material vid rivning av byggnader. En aspekt på rivning är emellertid att merparten av den energi som åtgår för att tillverka byggmaterial och uppföra hus och anläggningar ligger i byggnadsverkets stomme. En speciell återvinningsinsats skulle därför vara att eftersträva en sådan utformning att tillräcklig flexibilitet för framtida anpassning till nya brukarkrav eller alternativ användning av byggnaden kan uppnås. Såväl tekniska som ekonomiska analyser av flexibilitetsproblematiken behövs för en sådan inriktning.

Återvinning av byggmaterial från rivning är i princip ett ekonomiskt problem. Möjligheterna att tillvarata rivningsmaterial av någon betydelse blir i hög grad en fråga om att utveckla metoder som är ekonomiskt lönsamma. Stålet i den armerade betongkonstruktionen som utvinningsobjekt är i hög grad en metodteknisk fråga.

Återvinning i ett längre perspektiv hänger samman med i vilken grad det kan göras lönsamt att idag utforma byggnader och välja material för framtida återvinning. Mindre blandning av olika material i konstruktioner, utformning av fo-

garna i de i allt större utsträckning förekommande fabriks-
tillverkade elementen är åtgärder som idag skulle kunna
medverka till en kommande återvinning. Andra konstruktiva
lösningar är att i högre grad frigöra de material och bygg-
nadsdelar som har lång livslängd från de delar, exempelvis
installationer för värme, vatten, ventilation, som har be-
gränsad teknisk eller funktionsmässig livslängd.

Projektgrupper

Flexibilitet i byggnaders utformning för framtida möjlighet
till alternativ användning

Lånereglernas anpassning till byggnaders framtida användning

Analys av diskontering för framtida återanvändning med hän-
syn bl a till olika materials livslängd

Utnyttjande av byggmaterialavfall

- Kvalitetsklassificering av material
- Kvalitetskrav i färdig byggnad

Ökad återvinning ur torkluft i vissa materialtillverknings-
processer - ej enbart aktuellt för byggmaterial

Ökad återvinning ur rökgaser - även ett miljöproblem

Vidareutveckling av värmepumpar och värmväxlar i till-
verkningsprocesser och byggnaders drift

Analys av byggmetoder ur återanvändningssynpunkt

- Prefabricerade byggelement
- Minimikrav för vidhäftning

Återanvändning vid rivning

- Stål i armerade konstruktioner

Avfallshantering vid byggnader i drift

- Avfallssortering (utformning av byggnaders sop-
system)

5.6.4 Materialteknologi

Det ständigt pågående forsknings- och utvecklingsarbete som sker inom det materialteknologiska området, styrs i stor utsträckning av krav på vidareutveckling av materialens prestanda och direkt eller indirekt med ekonomiska kriterier. Ett nytt inslag i detta forskningsarbete är också ett klarare uttalat systemtänkande. FoU-insatser med inriktning på bättre energihushållning har hittills strängt taget bara haft aktualitet i samband med isolering i det färdiga byggnadsverket. Något separat FoU-program för enbart minimering av energiförbrukningen när det gäller de viktigaste byggmaterialen syns inte vara motiverat. Däremot finns det all anledning att till det FoU-arbete som pågår och initieras framgent foga energisynpunkter för en optimering av lösningarna. Dessa energisynpunkter gäller såväl energiåtgång för framställning av materialen som materialens egenskaper i den färdiga byggnaden som påverkar den kvantitativa åtgången eller faktorer som påverkar driftsenergibalansen.

Som berörts i kapitlet om byggnadsbranschens energiprofil syns utvecklingen av konstruktioner och konstruktionselement med högre prestanda leda till lägre primär energiförbrukning. Utvecklingen av mera högvärdiga material skulle i konsekvens härmed medverka till ett bättre energiförsörjningsläge.

För de FoU-projekt som rör betong syns energiöverväganden i första hand vara knutna till ballastmaterialet samt bearbetningsteknologin. För höga krav på minicementhalt kan förhindra energibesparing genom utveckling av kemiska tillsatser och förbättrad ballast. Vad gäller ballastmaterialet är det kornstrukturen och formen som kan ha påverkan. Lättballasttekniken syns vara mindre utvecklad och tillämpad i Sverige. Isoleringsegenskaperna kan bli alternativa konstruktionsmöjligheter.

I samband med diskussioner om ballastmaterial kan det också finnas skäl att studera alternativa försörjningskällor. Grus-

täkter på land som av miljöhänsyn måste begränsas starkt skulle eventuellt kunna ersättas med grustäkter på havsbotten.

Bearbetningen av betongen är också ett område som skulle kunna "förstärkas" med energisynpunkter. Den armerade betongen har en så central ställning inom betongtekniken att det finns anledning behandla den separat. Generellt är det av "energiintresse" att högvärdiga armerade konstruktioner utvecklas, bl a de förspända konstruktionselementen. Intressant är också de projekt som rör inblandning av olika slags fibrer främst för att minska ytsprickbildning. Kombinationer av fiberbetong och stålarmering pekar i sin tur på nya tillämpningsmöjligheter.

Stålet har genom sin mångsidiga användning inom byggnadsindustrin och stora energibehov för framställningen särskild aktualitet för energihushållning. FoU-projekt som rör stålbyggande har således energiaspekter. Den plastbelagda plåten har snabbt tagit en betydande marknadsandel för tak- och väggbeklädnad och utvecklingsarbetet för kombination med andra material för att uppnå eftersträfvade funktioner i den färdiga byggnaden har flera energikonsekvenser.

Ett FoU-projekt som skulle kunna initieras av direkta energiskäl men självfallet måste ses i ett totalt ekonomiskt och funktionellt samband skulle vara utvecklingen av ett "komplett" byggmaterial. Ett sådant material skulle vara energisnålt för sin framställning och högisolerande. Goda hygroskopiska egenskaper och små underhållsproblem krävs. Det är dessutom krav på att materialet lätt går att foga in i effektiva byggsystem med god ekonomi. Ett projekt av denna typ kan naturligtvis generera olika material som uppfyller önskemål för olika byggobjekt med sina specifika krav, kombinationer av material i nya konstruktionselement eller kompositer.

Projektgrupper

Betong

- Lättballast
- Fiberinblandning
- Minicementhalt

- Vakuumbearbetning
- Minskad komprimering
- Ballast (kornstruktur/form)

Armerade konstruktioner

- Höghållfasthetsbetong
- Kombination fiberbetong - stål
- Minimerad stålanvändning

Tunnplåt

Asfalt

Kalk

Lättsilikater

Utveckling av ett "komplett" byggmaterial med hänsyn till

- värmeledningsförmåga
- hygroskopiska egenskaper
- arbetsmetoder på byggplats
- energihushållning
- underhåll
- ekonomi

Uttorkningsprocessen för olika material och byggmetoder

Värmeackumulerande material

5.6.5 Materialproduktion

Jord- och stenindustrin producerar flera av de viktigaste byggmaterialen, som därtill jämte stål och aluminium är mycket energikrävande. Cement- och kalktillverkningen svarar för mer än hälften av jord- och stenindustrins energiförbrukning, som för övrigt fördelas jämnt på glasindustrin, betong- och betongvaruindustrin samt tegelindustrin.

Utslagsgivande för energiåtgången är för flera av de energitunga materialen den tillverkningsprocess som används. En

övergång till idag kända men i mindre utsträckning här i landet använda metoder skulle innebära mycket betydande energivinster. För cementindustrin skulle således en övergång till den torra metoden minska energibehovet med 30 %. Besparingsmöjligheter av denna storleksordning inom grenar av näringslivet som absolut sett tillhör de mest energikrävande bör föranleda särskilda analyser. I nära anslutning härtill ligger också företagsekonomiska utredningar om tillverkningsenheternas storlek och lokalisering. Dessa typer av överväganden är för övrigt gemensamma för flera andra energikrävande byggmaterial, exempelvis aluminium och tegel.

Utnyttjande av mineralindustrins restprodukter, ca 20 Mt per år, finmalda material är önskvärt. Utveckling av stabiliseringsmetoder för dessa material med slagg, kalk och cement som bindemedel är ett område för vidare forskning och utveckling.

Ytterligare ett område med stor allmängiltighet är utvecklingen av ugnsdriften. Karakteristiskt för flertalet av de viktigaste byggmaterialen är, att tillverkningen kräver höga bearbetningstemperaturer. En rad projekt är aktuella, av vilka några är av generell natur såsom ugnsdrift och bränsleval, medan andra har anknytning till det speciella materialets förutsättningar, exempelvis jämn smälta utan övervärme eller kvalitetsklassificering.

Produktutveckling med hänsyn tagen också till produktionsprocessens energikrav bör initiera forskningsprojekt med nära anknytning till den materialteknologiska forskningen.

I takt med den fortgående överflyttningen av arbetsmoment från byggplatser till materialtillverkarna aktualiseras FoU-insatser för energihushållning också när det gäller transporter och materialhantering. Även för den indirekta energiåtgången i form av emballage eller olika transport- och hanteringsförluster såsom spill, bräckage och liknande bör utvecklingens konsekvenser studeras.

Projektgrupper

Cementtillverkning

- Processutveckling
- Kvalitetsdifferentiering
- Strukturanalys/Alternativ

Glastillverkning

- Produktutveckling
- Smältningprocessen

Tegeltillverkning

- Optimering av tillverkningsenheter
- Transportanalys (råvaror/tegel)

Kalkframställning

- Fältugnar

Ballastmaterial

- Krossning
- Lättballast
- Sand (grustäkter)

Färdigbetongtillverkning

- Produktionsenheternas kapacitet /Transporter
- Tillverkning under vinterhalvåret

Förtillverkade byggdelar

- Armering
- Vibrering

Ugnsdrift

- Utnyttjande av rökgaser
- Utnyttjande av torkluft

5.6.6 Entreprenadsverksamhet

Även om byggnads- och anläggningsverksamheten inte tillhör de grenar av näringslivet, som är särskilt energikrävande, syns det ändå finnas intressanta energibesparingsprojekt inom denna sektor. Detta hänger samman med att merparten av energiåtgången är koncentrerad till några dominerande produktionsavsnitt.

Inom husbygget är uttorkningen av byggnadsstommen med de förhärskande våta byggmetoderna mycket energikrävande. Här finns flera olika infallsvinklar för FoU-projekt. Utöver insatser för att direkt effektivisera uttorkningsprocessen aktualiseras analyser av olika byggmetoders energikrav för att utforma lösningar, som mera påtagligt kan minska energibehovet. Sammanhörande med energibehovet för uttorkning är det krav på byggande året runt, som både av sysselsättnings- och ekonomiska skäl måste eftersträvas. Med beaktande av sådana krav kan planeringsprocessen vara utgångspunkten för helt andra möjligheter att minska energiåtgången, nämligen omfördelning över året av de olika faserna i byggprocessen liksom omfördelning av arbetstiden.

Inom anläggningssektorn, som är påtagligt mera maskinintensiv än husbyggnadsverksamheten, är det just driften av maskinerna som svarar för merparten av energiåtgången. Mest näraliggande är att minska energiförbrukningen genom att minska förbrukningen av maskintimmar i produktionsmetoderna liksom massförflyttningar och transportarbete, som för anläggningsobjekten har betydande omfattning. Projekt med denna inriktning kan innebära utveckling av förfinade datorprogram för styrning av arbetsförloppet.

På maskinsidan pekar utvecklingen mot att hydraulmaskiner kan erbjuda betydande energibesparingar. Här vidgas också projektinriktningen naturligen till att omfatta en sammanvägning av arbetsmiljösynpunkter, energibehov och kostnader.

Den betydligt mera arbetsintensiva husbyggnadssektorn aktualiserar också tvärvetenskapliga FoU-projekt, där särskilt arbetsmiljön är intressant. I påtaglig grad kan man finna, att mindre energikrävande metoder ger bättre arbetsmiljö på väsentliga punkter. Sådana övergripande FoU-projekt kan således förstärka möjligheterna att nå energieresultat.

Projektgrupper

Husbyggande

- Uttorkningsmetoder
- Arbetsteknik (isolering, betong, elementbygge)
- Byggtakt

Vägbyggande

- Betong/Asfalt
- Reparation och Underhåll
- Stabilisering (slaggprodukter, kalk)

Anläggningsmaskiner

- Hydraulmaskiner
- Miljö - Energi - Kostnad

Betongbyggande

- Produktionsmetoder/Högre betongkvalitet
- Lättballast
- Normer (minicement, miniarmering)

Vinterbyggande

- Alternativa byggmetoder
- Planering
- Betong
- Långsiktig anpassning
- Arbetsmetoder (ex. murning)

5.6.7 Projektering

På lång sikt kan en mera avgörande påverkan av energiåtgången i byggbranschen uppnås genom att man i projekteringsarbetet gör överväganden och fattar beslut också med beaktande av energikonsekvenserna.

Här bör kanske tillfogas att de mera radikala lösningar och de lösningar i vilka man kunnat ta hänsyn till energisituationen och den nya kostnadsbilden fullt ut endast gäller nyproduktionen. Nyproduktionen varje år utgör nu exempelvis inom bostadssektorn ca 2,5 % av totala beståndet. Motsvarande storleksordning gäller för i stort sett alla sektorer av byggandet. Det förringar på intet sätt kravet att i projekteringsfasen så snabbt som möjligt tillföra energianalys som ett kriterium för slutgiltigt val. Det stora beståndet av byggnader och anläggningar som är i drift pekar dock på behov av systematisk kompletterande projektering.

I projekteringen för nya projekt finns alldeles påtagligt förutsättningar till en optimering av energiförbrukning där byggnadens driftsförhållanden väger tungt, som tidigare understrukits, men där energivinster på såväl materialsidan som för själva byggproduktionen kan tas tillvara fullt ut.

De FoU-projekt som skulle initieras med speciellt förankring i projekteringsfasen har i vissa avsnitt mycket nära anknytning till energikunskapsområdet. En beräkningsmodell och underlag för kvantifiering är således ett projekt som bör ha hög prioritet.

Helt allmänt är det angeläget att studera byggnaders utformning med avseende på materialval och byggmetod, men även unika projekt kan vara aktuella härvidlag, som att närmare studera möjligheterna att utnyttja solenergi. Projektet bör då inte koncentreras till att se solenergi som huvudsaklig energikälla för husets drift utan möjligheten att ta till vara solenergi som kompletterande energikälla genom utveckling av byggnaden och ytbeklädnaden bör också ligga inom ramen för ett FoU-projekt. Byggnaders täthet, isoleringstekniska lösningar liksom hela fältet som berör materialhushållning är mera konkreta exempel på åtgärder som för att få effekt på längre sikt måste infogas i projekteringsarbetet. Materialhushållning ses

här i den vida betydelsen att genom utvecklade beräkningsmetoder, utnyttjande av högre materialkvaliteter, minskat underhållsbehov och längre livslängd primärt minska materialåtgången.

En längre syftande energihushållning som skulle kunna få betydelse för särskilt energikrävande material, som används i betydande mängder, är att redan i projekteringen ta med återvinningspunkter. Ett område som i detta hänseende kan exemplifiera den typ av problem som skulle fordra särskilda studier är fogtekniken.

Projekteringen avser inte bara de enskilda byggnaderna utan är också ett inslag i samhällsplaneringen. Inom denna sektor öppnas också möjligheter att på lång sikt mera påtagligt kunna göra lösningar som påverkar energiförsörjningen i samhället. FoU-projekt som centreras kring denna typ av problem bör i hög grad vara integrerade. Alternativa energikällor ger fundamentalt olika lösningsmöjligheter för energioptimering samtidigt som samhällsplaneringsönskemål kan generera teknisk utveckling för att möta sådana anspråk. Försörjningssystemens storleksordning kan vara ett exempel på projekt av denna art. Vägprojektering med hänsyn till transportenergi, industrins och hushållens vattenförsörjning är andra typer av FoU-områden som också kan ses som projekt som rör samhällsplanering.

Projektgrupper

Byggnadsutformning

- Konstruktionens och materialvalets inverkan på byggnadens driftsenergi
- Beklädnadsmaterial för solenergiuppfångande
- Kombination ytbeklädnad och bärande funktion (tegel)
- Belysningstekniska lösningar
- Isoleringstekniska lösningar
- Täthet - Fogar vid elementbygge
- Köldbryggor
- Tilläggsisolering

Energiförbrukningsanalys

- Beräkningsmodell och underlag
- Objekt
- Samhälle

Återanvändning

- Konstruktion som medger större framtida val-
möjlighet (flexibilitet)
- Materialval för framtida återanvändning jämte
nya konstruktiva lösningar
- Begränsning av "materialblandning"

Materialhushållning

- Beräkningsnormer
- Högre materialkvaliteter
- Ökad livslängd/Minskat underhåll
- Utnyttjande av befintliga hus och anläggningar
(ombyggnad/alternativa användningsområden)

Samhällsplanering

- Förläggning bostäder/arbetsplatser
- Cykelvägnät
- Lågreservoarer/högreservoarer för vattenförsörjning
- Försörjningssystemens storleksordning
- Industrins och hushållens vattenförsörjning
- Reningsanläggningarnas reningsgrad
- Årstidsvariation/Tekniska system
- Vägprojektering med hänsyn till transportenergi
(lutning, sträckning ...)
- Bärighetshöjande åtgärder
(stabilisering, isolering ...)
- Ledningsförläggning
- Gatuvärme

5.6.8 Utbildning

Trots att endast några få FoU-projekt anges har rubriken "Utbildning" ändå medtagits i kapitlet "FoU-projekt". Motivet härtill är att både för att hushålla bättre med energin under dagens betingelser och för att medverka till att skapa ett energisnålare samhälle i framtiden behövs en omfattande utbildning. Det är påtagligt att kunskapen om

energiåtgång i industrin, i samhällsförvaltning och i hushållen hos de enskilda människorna är bristfällig trots ett hastigt ökat intresse hos massmedierna under de allra senaste åren. I ännu mindre grad syns konsekvenserna av underlåtenhet, slarv och felaktigheter i olika skeden av byggprocessen stå klart.

En utgångspunkt kan vara utbildningsinsatser som klagör driftsekonomiska konsekvenser vid alternativa lösningar av byggnaders utformning, materialval och byggproduktionsmetoder. I första hand är det beställaren som måste få kunskap för att fatta beslut som också tar rimlig hänsyn till energiåtgång. Kostnaderna på kort sikt tenderar idag att helt fälla utslaget, vilket även ur ekonomisk synpunkt kan vara missledande.

En nyckelroll för en realistisk energisyn, där man kan undvika suboptimering beroende på dagens energipriser eller drastisk reduktion av energiåtgång, har projektörerna (arkitekter, konstruktörer och olika konsulter). Hittills har utbildningen både på teknisk grundnivå och upp till de tekniska högskolornas nivå energifrågor ur den aspekt som här behandlats knappast berörts. I projekteringsledet behövs således både kompletterande utbildning för redan verksamma tekniker och en komplettering av kursplanerna i olika tekniska läroanstalter.

En genomgående tendens hos många av de projekt som initieras för att minska energiförbrukningen syns vara att öka påkänningarna i olika konstruktionselement, ingående förtillverkade komponenter eller material. Förutom de krav som detta innebär på kunskap hos projektörer och materialtillverkare kommer det framförallt att väsentligt skärpa de anspråk som måste ställas på arbetsledning och byggarbetare. Redan idag hävdas att byggplatserna inte är rustade att hantera de mera krävande konstruktioner och högvärdiga material som finns på marknaden. Det är således angeläget med målmedvetna utbildningsinsatser för att bereda väg för energihushållning genom att kunna använda mera avancerade lösningar. I den allmänna uppmärksamhet på vår energisituation som kan noteras finns det anledning att i varje bransch genom utbildning och information därutöver rikta

uppmärksamheten på de särskilt energikrävande delarna. Inom byggbranschen är det både en fråga om att undvika direkt slöseri, som exempelvis tomgångskörning eller misshushållning i alla dess former av material, som exempelvis felaktigt utförd isolering eller slarvigt arbetsutförande.

Kontrollfunktionen får naturligtvis ökad aktualitet i samma mån som de tekniska kraven ökas. Även här aktualiseras utbildning - i första hand av kontrollanterna. Men sannolikt finns det också anledning att se på kontrollfunktionen som ett direkt arbetsmoment och som en angelägenhet för byggföretaget utöver den kontroll som den inför kommunen/beställaren ansvarige kontrollanten utför.

Projektgrupper

Utbildningspaket

- Energisituationen
- Konsekvenser för vår energiförsörjning
- Grundläggande kunskaper om energiåtgång i samhället och i daglig verksamhet i bostäder och industriell verksamhet

Utbildningsprogram

- Översyn för alla skolformer och nivåer för att föra in adekvat mått av energikunskap
- Redan verksamma i olika yrkesgrenar får kompletterande utbildning
 - Projektörer
 - Materialtillverkare
 - Byggare
 - Förvaltare, fastighetsskötare

Kvalitetskontroll

- Former för att göra erforderliga kvalitetskrav kända och omsätta i praktisk tillämpning
- Administrativa former för bättre kvalitetskontroll på byggplatserna med medverkan av arbetsmarknadens parter
- Anknytning till reklamationsnämnder

BIHANG 1

FörkortningarEnheter

1 kWh = 859,6 kilokalorier (kcal) = 3,6 MJ

1 kalori (cal) = 4,19 Ws

1 Ws = 1 joule (J)

1 m³ råolja = 10 120 kWh

1 ton råolja (=1,16 m³ råolja) = 11 740 kWh

Beteckning av multipler

T	tera	=	10 ¹²
G	giga	=	10 ⁹
M	mega	=	10 ⁶
k	kilo	=	10 ³

BIHANG 2

ReferenserLitteratur:

1. Kreijger, P. C., Environment, pollution, energy and Materials and Structures, nov-dec 1973.
2. MacKillop, Andrew, Low energy building - why and how? Building Technology and Management, jan 1973.
3. Mathiasen, Hans Friis, Minimering af råstofforbrug ved byggeri.
4. Dubin, Fred S, Energy Conservation Test Building. Actual Specifying Engineer, aug 1973.
5. Bättre bruk av energin i byggnader och byggd miljö. Statens Råd för Byggnadsforskning. Styrelsen för teknisk utveckling, febr 1974.
6. IVA specialrapporter om energifrågor. Ingenjörsvetenskapsakademin 1973-1974.
7. Industrins energidag. Sveriges Industriförbund referat, maj 1974.

Hearings:

Rapporten baseras i huvudsak på diskussioner vid en rad möten med företrädare för olika grenar av byggverksamheten. Vid dessa möten och i kontakter därefter har specialanalyser och utredningar dessutom ställts till förfogande vilket bidragit till att komplettera framställningen.

BIHANG 3

FoU-projekt inom byggnadsindustri, jord- och stenvaru-
industri samt offentlig och privat förvaltning

De FoU-projekt som beskrivs i denna bilaga har numrerats efter indelningen i moment 1-8 i avsnitt 5.6.

Som kommentar till rubriceringen i projektbeskrivningarna kan noteras:

Tidigare utredningar: Under denna rubrik har ej någon detaljredovisning gjorts utan endast hänvisning till forskningsaktiviteten allmänt inom det aktuella området med anknytning till energiförsörjningsproblematiken. Möjligheterna att komplettera eller kombinera med pågående och planerad forskning har uppmärksammats.

Besparingsmöjligheter: Vissa projekt är av den art att det inte är meningsfullt att försöka kvantifiera besparingsmöjligheter. I sådana fall har besparingsmöjligheterna uttryckts i andra termer. Där så varit möjligt med rimliga krav på uppskattningssäkerhet har besparingsmöjligheterna angetts i procentenheter. Den totala besparingsramen 20 % av den beräknade förbrukningen 1985 motsvarar 4,5 TWh. En procentenhet (av dessa 20) motsvarar således drygt 0,2 TWh.

Projektets inriktning: Inriktningen har angivits närmast med utgångspunkt från vilka resultat som i huvudsak kan förväntas.

Tids- och kostnadsram: Antalet manår avser forskarinsats. I det angivna anslagsbeloppet har för varje manår kalyerats med 200 000 kr, i vilken summa antages ligga kostnader för kompletterande resurser i form av assistent, sekreterarhjälp, enklare utrustning och motsvarande.

Projekt: 1.1 BYGGMETODERS ENERGIFÖRBRUKNINGMotiv, Beskrivning:

Renodlat energiförbrukningsbaserade analyser av olika byggmetoder har tidigare inte aktualiserats. Som utgångspunkt både för en långsiktig inriktning av byggproduktionen mot energisnåla metoder och för mera direkt ekonomiskt betingad rationalisering bättre energihushållning är en klar bild av byggproduktionens energiförbrukning av grundläggande betydelse.

Tidigare utredningar:

Relativt få studier som också behandlat energiförbrukning har gjorts inom byggproduktionen. Främst är det uppvärmning vid vinterbyggande som behandlats och då med det primära syftet att nå kontinuitet i byggandet och sysselsättningen.

Besparingsmöjligheter:

De näraliggande ekonomiska vinster som en bättre energihushållning erbjuder är redan de av storleksordningen 10 % av byggproduktionens energibehov. Därtill kommer att på basis av detaljerade energiförbrukningsuppgifter kan en utveckling av produktionsstrukturen initieras som i förening med andra FoU-projekt kan resultera i en balansering av energibehovet på dagens nivå. Det bör kanske understrykas, att detta således är en summering av resultaten från ett flertal projekt som påverkar energiåtgången inom byggproduktionen.

Projektets inriktning:

Bestämma energibehov inom olika grenar av bygnadsverksamheten och för olika representativa typer av objekt.

Jämföra energibehovet vid alternativa produktionssystem och arbetsmetoder. Häri innefattas också jämförelse mellan olika grader av prefabricering.

Tids- och kostnadsram:

Projekt bör genomföras så snabbt som möjligt eftersom beskrivningen skall kunna ge bättre förutsättningar att styra en rad FoU-projekt.

Ett manår. FoU-anslag ca 200 000 kr 1975.

Projekt: 1.2 MODELL FÖR ENERGIBERÄKNINGMotiv, Beskrivning:

Förutsättningarna att totalt sett minimera energiförbrukningen för framställningen och driften av byggnader och anläggningar ligger i att redan vid projekteringen ställa upp en total energibalans. De ingående storheterna i en sådan energibalans är av den karaktären att vissa allmängiltiga modeller för energiberäkning påtagligt skulle medverka till att en energibedömning regelmässigt gjordes.

Tidigare utredningar:

Driftskalkyler för uppvärmnings- och ventilations-system görs idag av tillverkarna. Några företag har utvecklat avancerade program för sådana kalkyler.

Besparingsmöjligheter:

Energiberäkningar i projekteringsskedet för att minimera energiåtgången ger utslag i nyproduktionen och kan således först på längre sikt ge utslag som påverkar hela vår energiförsörjning. I detta längre perspektiv är emellertid energibesparingsmöjligheterna stora. För byggmaterialtillverkning och byggproduktion har den totala energibesparingsmöjligheten bedömts vara 20 %. Härav skulle detta projekt svara för åtminstone en procentenhet. Resultaten på driftssidan är emellertid de dominerande och med hänvisning till bedömningar som görs för effekter inom området lokal komfort understrykes vikten av övergripande energikalkyler.

Projektets inriktning:

Sammanställning och beräkning av grunddata för energi-
åtgång vid byggmaterialtillverkning, byggproduktion
och drift av färdiga byggnader och anläggningar.

Utveckling av beräkningsmetoder och system för uppställ-
ning av övergripande energibalanser.

Tids- och kostnadsram:

Framtagande av dataprogram för alternativa beräkningar
och optimering av energibalansen i det enskilda fallet.

Två månår. FoU-anslag ca 400 000 kr 1975-1976.

Projekt: 2.1 ENERGIBESPARING GENOM ANPASSADE NORMERMotiv, Beskrivning:

Byggandet styrs av många normer, regler och anvisningar,
som tillkommit för att tillgodose olika krav som sam-
hället kan ställa på nya byggnadsverk. Det är emellertid
inte endast den färdiga produkten som regleras utan
även ingående material och komponenter, liksom produk-
tionsmetoder under olika betingelser. Dessa normer och
anvisningar har med få undantag inte bedömts ur energi-
synpunkt och har dessutom tillkommit successivt och
inte alltid relaterats till nya förutsättningar.

Tidigare utredningar:

Översyn av normer, regler och anvisningar (utöver det
normala revisionsarbetet) med syfte att förnya synsättet
görs av anti-normkommittén. Speciellt energiinriktade
översyner av normer etc har knappast utförts. I samband
med det internationella harmoniseringsarbetet bör energi-
synpunkter anläggas.

Besparingsmöjligheter:

Den direkta effekten bedöms till ca en halv procentenhet av den totala besparingsramen. Utvecklingen inom byggsektorn kan dessutom gynnsamt påverkas av att inte otidsenliga normer skapar onödiga begränsningar.

Projektets inriktning:

Genomgång av normkomplexet ur energisynpunkt som underlag för modernisering och revision av normer, regler och anvisningar.

Tids- och kostnadsram:

Det kan vara svårt att i förväg avväga på vilken detaljeringsnivå normer och regler bör granskas. I första hand en insats på ett och ett halvt manår till en kostnad av ca 300 000 kr. 1975-1976.

Projekt: 2.2 LÅNEREGLERNAS UTFORMNINGMotiv, Beskrivning:

Ekonomiska kriterier styr i hög grad vårt byggande. Därutöver lägger samhället vissa restriktioner av sociala skäl, ur säkerhetssynpunkt, med miljöhänsyn etc. För bostadsbyggandet har bostadsstyrelsens låneregler stor genomslagskraft.

Tidigare utredningar:

Särskild hänsyn till energihushållning har tidigare i stort sett varit centrerat kring k-värden.

Besparingsmöjligheter:

Lånereglernas utformning kan effektivt medverka till att sådana projekterade lösningar blir genomförda där även energihänsyn fått ge utslag. Även detta projekt är av

den understödjande karaktär som är en förutsättning för att olika tekniska lösningar för bättre energihushållning verkligen skall bli genomförda.

Projektets inriktning:

Genomgång av lånereglerna med förslag till ändringar och kompletteringar för att medverka till bättre energitnyttjande.

Tids- och kostnadsram:

Ett manår. FoU-anslag ca 200 000 kr. 1975-1976.

Projekt: 3.1 ÅTERVINNING AV ENERGI UR TORKLUF
T OCH RÖKGASER

Motiv, Beskrivning:

Flera av de viktigaste byggmaterialen framställs genom energikrävande processer. Två stora energiförlustkällor är torkluft och rökgaser.

Tidigare utredningar:

Eftersom energikostnaderna redan tidigare varit en betydande post i tillverkningskalkylerna har företagen haft uppmärksamheten riktad på besparingsmöjligheterna och gjort utredningar och utredningsarbete för att tillvarata energi i torkluft och rökgaser. All processindustri har motsvarande potentiella besparingsmöjligheter och inom många branscher har vissa åtgärder vidtagits.

Besparingsmöjligheter:

Genom de tillämpningsmöjligheter som skulle erbjudas inom en rad näringsgrenar med processindustrier kan besparingsmöjligheterna bli betydande. Inom byggsektorn skulle projektet kunna bidra med upp emot en halv procentenhet.

Projektets inriktning:

Projektet bör samordnas att omfatta rökgas- och torkluftåtervinning generellt för processindustrier. I en slutfas kan branschspecifika utvecklingsmönster behöva genomföras.

Bestämning av olika processers rökgas- och torkluftsvolymer.

Utveckling av driftsbetingelser för återvinning i processen, direkt eller andra tillverkningsfasen. Vidareutveckling av nya användningsområden och tekniska lösningar för att energi i rökgaser och torkluft skall kunna utnyttjas i högre utsträckning.

Tids- och kostnadsram:

För den del som faller på byggmaterialtillverkning skulle krävas 2 manår till en kostnad av ca 400 000 kr. 1975-1978.

Projekt: 3.2 ANALYS AV BYGGMETODER UR ÅTERVINNINGSSYNPUNKTMotiv, Beskrivning:

Vissa byggmaterial som är energikrävande och förekommer i betydande kvantiteter i byggandet bör självfallet ur energihushållningssynpunkt tas till vara vid rivning. För att detta skall lyckas måste dels vissa praktiska förutsättningar finnas, dels ekonomiskt godtagbara resultat kunna uppnås.

Tidigare utredningar:

Återvinning av byggmaterial hade utomlands aktualitet för återuppbyggnaden efter kriget och först på senare tid har intresset väckts igen. Det är både materialhushållning och energihushållning som motiverat, att IVA tillsatt en särskild arbetsgrupp.

Besparingsmöjligheter:

På lång sikt kan vissa resultat förväntas. Framgångsrika tekniska lösningar kan inom begränsade avsnitt sannolikt ge så stor effekt att ett projekt bör initieras.

Projektets inriktning:

På basis av totala energibehovet för olika material i dagens byggande studeras återvinningsmöjligheterna och metoderna vid en framtida rivning.

För de material som är intressanta ur återvinnings- synpunkt men svårtillgängliga enligt dagens bygg- och rivningsmetoder utvecklas lösningar där konstruktioner, materialval och byggmetoder anpassas till krav för återvinning vid framtida rivning.

Tids- och kostnadsram:

Projektet har så många förgreningar att det blir förhållandevis resurskrävande för att påtagliga resultat skall uppnås.

Fyra månår till en kostnad av ca 800 000 kr.
1975-1977.

Projekt: 4.1 ENERGISNÅL BETONGMotiv, Beskrivning:

Armerad betong är ett dominerande byggnadsmaterial som genom de stora kvantiteter tar en betydande del av energiförbrukningen inom byggnadsverksamheten. Även om bostadsbyggandet ändrar karaktär med minskad betongandel kommer anläggningar, industribyggnader och jämförliga projekt på sikt fortfarande att ge betongen en dominerande ställning.

Tidigare utredningar:

Mycket stora forskningsinsatser har gjorts och görs för att vidareutveckla betongen. Energibesparing har tidigare inte varit någon primär grund för FoU-projekt inom detta område. Energisnål betong kan i stor utsträckning ses som en ytterligare dimension i pågående och planerade FoU-projekt och bör sannolikt endast i begränsad omfattning leda till renodlade energibesparingsobjekt.

Besparingsmöjligheter:

Området materialteknologi kan i en strikt avgränsning inte bedömas erbjuda stora energibesparingsmöjligheter. Detta hänger också samman med den nivå forskningen nått inom denna vetenskapsgren. Genom att knyta an till pågående forskningsarbete syns avvägningen mellan forskningsresurser och resultat emellertid understryka lämpligheten av att projektet energisnål betong ges erforderliga resurser. Den materialteknologiska forskningens grundläggande karaktär gör att det på längre sikt härigenom kan öppnas möjligheter för idag okända och oväntade genombrott.

Projektets inriktning:

Den armerade betongen har ett par mycket energikrävande beståndsdelar - armeringsstål och cement. Minskad åtgång av dessa material är ett primärt forskningsmål. Detta aktualiserar fortsatt arbete på att med olika typer och mängd fiberinblandning i kombination med armeringsstål finna optimala lösningar. Cementkvaliteten, ballaststruktur och bearbetningsteknik är andra områden som kan begränsa energibehovet.

Tids- och kostnadsram:

Projektet behöver genom sin anknytning till pågående och planerad forskning och sin komplicerade natur utsträckas över en längre period.

Tre månår motsvarande 600 000 kr. 1975-1979.

Projekt: 4.2 VÄRMEACKUMULERANDE MATERIALMotiv, Beskrivning:

Solenergi, lågvärdig energi i form av kylvatten, energi-behovsutjämning över dygnet och andra liknande motiv gör att värmeackumulerande material är av intresse att studera närmare.

Tidigare utredningar:

Projekt inom detta område har aktualiserats av den nya energisituationen och det finns sannolikt tidigare begränsade forskningsresultat att falla tillbaka på.

Besparingsmöjligheter:

Besparingsmöjligheterna ligger i hög grad på driftssidan hos färdiga hus och anläggningar. Utvecklingen av värmeackumulerande material liksom utformningen av konstruktioner för att tillvarata de nya möjligheterna syns ha så stor anknytning till byggmaterialtillverkning och byggproduktion att projektet aktualiseras här trots att besparingsmöjligheterna huvudsakligen ligger i driftskedet.

Projektets inriktning:

Specifikation över önskvärda egenskaper och studium av olika materials lämplighet. Utveckling av nya material eller kombinationer som svarar mot de krav som uppställts för att i olika situationer kunna ge önskad ackumuleringskapacitet. Utveckling av lämpliga material bör kombineras med en motsvarande anpassning för att finna praktiskt fungerande konstruktiva lösningar.

Tids- och kostnadsram:

Projektet bör koncentreras utan att därför forceras.

Tre månår totalt motsvarande 600 000 kr under perioden 1975-1977.

Projekt: 5.1 BALLASTMATERIALMotiv, Beskrivning:

Byggmaterialtillverkningen sker i betydande utsträckning dels i relativt komplicerade tillverkningsprocesser och dels av väletablerade industriföretag. FoU-verksamheten ligger av dessa skäl redan på en hög nivå och genom energiprisernas förhållandevis stora andel av tillverkningskostnaderna har man redan uppmärksamheten riktad på energihushållning. Utöver byggmaterialföretagens egna FoU-resurser syns därför relativt sett mindre allmänna forskningsmedel behöva anslås. Föreslagna projekt har allmän karaktär och berör konkurrerande materialgrupper.

Ballastmaterial för betongtillverkningen utgörs dels av rena naturmaterial, dels av olika bearbetade material. Mycket hög andel har idag krossmaterialen. Lättballastmaterial i form av expanderad bränd kan erbjuda intressanta tillämpningar, som även kan ha energibesparingseffekter.

Tidigare utredningar:

Kornstruktur, vidhäftning och andra materialteknologiska frågor har studerats under en följd av år. Förhållandevis mindre har gjorts när det gäller lättballast. Framför allt har energisynpunkter knappast varit aktuella i tidigare forskningsprogram.

Besparingsmöjligheter:

Inga spetsakulära besparingsmöjligheter ligger inom räckhåll. De stora kvantiteter betong som förbrukas i byggandet nu och för lång tid framöver innebär emellertid att även små besparingar per enhet (m^3) betong kan bidra till en bättre total energibalans. Grustäkterna är dessutom både ur tillgångs- och miljösynpunkt begränsade, vilket ytterligare ger relief åt värdet av det skisserade projektet som avser både att minimera åtgången och använda alternativa ballastmaterial.

Projektets inriktning:

Energiåtgång för krossning av stenmaterial. Kornstruktur hos krossmaterial med hänsyn till optimal energibehovsnivå. Lättballastmaterial. Energiåtgång för tillverkningen.

Tids- och kostnadsram:

Samordnas med den betongtekniska forskningen.

Två månår. FoU-anslag ca 400 000 kr 1975-1978.

Projekt: 5.2 FÖRTILLVERKADE BYGGDELARMotiv, Beskrivning:

En stark tendens i byggandets utveckling är en högre grad av förtillverkning med därav följande montageinriktat och snabbare byggande. Ur energiförsörjnings synpunkt kan denna trend förbättra energibilden dels i energisnålare, mera rationell komponenttillverkning, dels mindre energikrävande uttorkning i byggproduktionskedet. Projektet avser både tunga och lätta förtillverkade byggdelar.

Tidigare utredningar:

Tunga betongelement som delar i olika system har varit föremål för en mångfald studier och många utvecklingsprojekt initierades i början och mitten på 60-talet. Främst var inriktningen att lösa konstruktiva problem för byggobjekten och ekonomiska analyser. De lättare systemen har inte i lika hög grad studerats.

Besparingsmöjligheter:

Detta projekt kan påverka energiåtgången på väsentliga punkter både genom att ge impulser i projektering och för produktionen. en summering över alla deeffekter

pekar mot en procentenhets besparingsutrymme (av de totalt 20 procentenheterna).

Projektets inriktning:

Energiåtgång för tillverkning av olika byggkomponenter.
Utformning av byggkomponenterna med hänsyn till energiförbrukning.

Energiåtgång vid montage av olika byggkomponenter.
Utveckling av produktionsmetoderna.

Tids- och kostnadsram:

Projektet bör samordnas med ett projekt som gäller vinterbygge och även tidsmässigt anpassas så att projekten löper parallellt. Relativt stora resurser för att olika byggkomponenter skall kunna studeras, varvid även installationsenheter tas med.

Tre månår. FoU-anslag ca 600 000 kr 1975-1978.

Projekt: 6.1 VINTERBYGGE

Motiv, Beskrivning:

En dominerande del av energiförbrukningen i husbyggandet är koncentrerat till uppvärmning under vinterperioden. Ur sysselsättningssynpunkt är det dessutom angeläget att få produktionsförlopp som är så letet årstidsberoende som möjligt.

Tidigare utredningar:

Många utvecklingsprojekt och utredningar har genomförts för att främja vinterbyggandet. Inriktningen har då främst varit material- och metodteknisk. Jämn sysselsättning och lägre kostnader har varit vägledande medan energisynpunkter fått inflytande "endast" som kostnadsfaktor.

Besparingsmöjligheter:

Projektet är väl avgränsat även om det finns beröringspunkter i projekt inom andra områden och en samordning bör ske. Besparingsmöjligheter ligger åtminstone i storleksordningen en procentenhet.

Projektets inriktning:

Energiåtgång för alternativa byggmetoder i avseende på

- platstillverkning - fabriktillverkning
- öppna - slutna system
- lätta - tunga system
- torra - våta system

Planering av produktionen med hänsyn till

- successiv intäckning av fasader
- anslutning till byggnadens permanenta system
- utförande av uppvärmningsintensiva skeden under gynnsammare klimatförhållanden

Kombinationen av materialutveckling och materialanvändning med byggmetoderna

- acceleratorer för snabbare härdning av betong
- isolering/strålningsvärmning av formarna

Arbetsmetoderna på bygplatsen

- hantering av förvärvat material
- hantering av betong och andra material
- vidareutveckling av energisnåla vinterbyggnadsmetoder

Långtgående analyser av förutsättningar för att minimera energiåtgång vid vinterbyggande

- byggnadens utformning
- materialval
- byggmetoder
- arbetstidens förläggning

Tids- och kostnadsram:

De potentiella besparingsmöjligheterna är så stora att förhållandevis stora resurser bör reserveras för detta projekt.

Fyra månår. Forskningsanslag ca 800 000 kr 1975-1979.

Projekt: 6.2 VÄGBYGGANDE - BETONG/ASFALTMotiv, Beskrivning:

Inom anläggningssektorn är vägbyggandet en homogen och förhållandevis materialkrävande del. Betong och asfalt är de stora materialposterna och dessa är dessutom konkurrerande. Materialåtgången är inte bara koncentrerad till nyproduktion utan är betydande även i underhållsarbetet.

Tidigare utredningar:

Betongteknik studeras i ett flertal projekt även för vägbyggande. Asfalt synes ha ägnats färre specialstudier. Jämförelser mellan betong och asfalt har inriktats på ekonomi och konstruktion.

Besparingsmöjligheter:

Eftersom betong och asfalt är de dominerande materialen och ett på andra grunder än energiåtgång baserat val i många fall skulle kunna påverkas mot gynnsammare energiförbrukning kan noterbara besparingsmöjligheter uppnås. Det synes angeläget att ett projekt som studerar vägbyggandet i sin helhet men med tonvikten på jämförelsen betong - asfalt kommer till stånd. Storleksordningen en halv procentenhet ligger inom räckhåll som besparings-effekt.

Projektets inriktning:

Energiåtgången vid vägbyggande. Betongvägarnas energibild. Asfaltvägarnas energibild. Utveckling av metoder för bättre energihushållning vid nyproduktion resp vägunderhåll.

Tids- och kostnadsram:

Ett och ett halvt månad. FoU-anslag 300 000 kr 1975-1977.

Projekt: 7.1 TILLÄGGSISOLERINGMotiv, Beskrivning:

Det mycket stora byggnadsbestånd som inte har tillfredsställande isoleringsstandard med hänsyn till energisituationen och energipriserna ställer olika former och metoder för tilläggsisolering i förgrunden.

Tidigare utredningar:

Isoleringsföretagen har självfallet i högre grad börjat ägna tilläggsisoleringen sitt intresse. Ett betydande forskningsarbete har också gjorts inom den vidare ramen bostadsklimat. Ett mera samlat projekt som rör tilläggsisoleringen har hittills inte startats.

Besparingsmöjligheter:

Besparingsmöjligheter ligger inom området lokal komfort och är där av sådan storleksordning att projektet bör ha utomordentligt hög prioritering.

Projektets inriktning:

Alternativa isoleringsmaterial. Tilläggsisolering av olika delar av byggnaden.
Konstruktiva lösningar.

Optimering med hänsyn till kostnader och besparingsnivå.

Metoder att utföra tilläggsisolering i den befintliga byggnaden.

Metoder att kontrollera isoleringskvaliteten.

Tids- och kostnadsram:

Projektet bör starta så snart som möjligt.

Två månår. FoU-anslag ca 400 000 kr 1975-1976.

Projekt: 7.2 MATERIALHUSHÅLLNING

Motiv, Beskrivning:

Ett av de mer påtagliga sätten att minska energiåtgången i byggandet är att använda mindre material. Materialspill och materialslöseri som kan elimineras ger så stora direkta resultat att det bör initiera åtgärder i materialfabriker, vid materialtransporter och på byggplatser. Ett mera krävande materialhushållningsprojekt bör dessutom initieras med syfte att genom bättre konstruktioner, avancerade beräkningsmetoder, utnyttjande av högre materialkvaliteter och motsvarande utnyttja materialen bättre.

Tidigare utredningar:

Många forskningsprojekt har redovisats inom området. De teoretiska beräkningarna och förslagen har ofta av ekonomiska skäl inte aktualiserats. Kostnadsbilden har starkt förändrats vilket motiverar förnyad genomgång. Därtill kommer att den praktiska tillämpningsnivån långt ifrån hållit jämna steg med forskningsfältet vare sig på konstruktionskontoren eller byggplatserna.

Besparingsmöjligheter:

En projektering som mera konsekvent skulle öka materialhushållningen i den vidare bemärkelse som här avses innebär en besparingsmöjlighet på ca en procentenhet.

De kombinerade effekter som en projektering med hänsyn tagen också till energiåtgången både i material, produktion och drift förstärker bedömningen att FoU-projektet bör sättas högt vid en prioriteringsbedömning.

Projektets inriktning:

Genomgång av beräkningsnormer för olika materialslag och materialkvaliteter.

Konstruktioner med hänsyn till materialkvaliteter och funktion.

Livslängd och underhåll.

Konstruktion, materialval och driftsenergi.

Tids- och kostnadsram:

Projektet har en rad beröringspunkter med flertalet övriga projekt vilket kräver särskilt uppmärksamhet i styrningen av projekt och överarbetning av de punktlösningar som kommer fram i ett överblickbart system.

Tre månår. FoU-anslag ca 600 000 kr 1975-1976.

Projekt: 8.1 UTBILDNINGSPAKET

Motiv, Beskrivning:

Möjligheterna att bättre hushålla med energiresurserna både i dagens läge och på sikt är i hög grad en fråga om att öka kunskapen om energisituationen och energiåtgången. Konkretiserad till olika material, produktionsförutsättningar, konstruktionsalternativ, driftsförhållanden etc.

Kunskapsunderlag behöver sammanställas både för en bred allmän beskrivning och för detaljerad anpassning inom specialområden. Sådana kunskapsunderlag är också förutsättningen för att resultat från föreslagna FoU-projekt effektivt skall kunna tillgodogöras.

Tidigare utredningar:

Utbildningsmaterial av här avsett slag finns endast i mindre utsträckning.

Besparingsmöjligheter:

Det är knappast anledning att försöka bedöma den andel av energibesparingsresultaten som direkt skulle kunna hänföras till utbildningsinsatser. I stället kan konstateras att de resultat som alla olika energibesparingsåtgärder förväntas resultera i förutsätter en allmän uppslutning på så bred front att intensiva systematiska informations- och utbildningsinsatser är lika väsentliga som de konkreta energiåtgärderna.

Projektets inriktning:

Utforma utbildningsmaterial för olika verksamhetsgrenar och olika berörda personalgrupper. Materialet skall anpassas både för grundläggande skolutbildning på olika nivåer och för vidareutbildning genom utbildningsorgan och företag.

Tids- och kostnadsram:

Projektet har hög aktualitet och kan vad avser de grundläggande avsnitten påbörjas omedelbart. I nära anslutning till övriga projekt kan mera specialiserat material och den ytterligare fördjupningen successivt utformas.

Projektet löper över förhållandevis lång tid.

Fem månår. FoU-anslag ca 1 000 000 kr 1975-1979.

Projekt: 8.2 KVALITETSKONTROLLMotiv, Beskrivning:

Betecknande för flertalet åtgärder för att nå bättre energihushållning är krav på större noggrannhet både i projektering och produktion. Hårdare materialutnyttning,

mera avancerade konstruktioner och komponenter ställer också skärpta krav på kontroll för att nå åsyftade resultat. Projektet måste både söka påverka attityderna till nya krav på utförandet och utveckla erforderliga kontrollmetoder.

Tidigare utredningar:

I de flesta fall är kvalitetskraven väl kända. Kontrollrutiner och kontrollmetoder inom de områden som är speciellt aktuella för energihushållning har i begränsad utsträckning varit föremål för speciella studier.

Besparingsmöjligheter:

Riskerna att inte i praktiken uppnå de besparingar som kalkylerats är så stora att projektet åtminstone kan ge en halv procentenhet av de totalt 20 procentenheter som bedömts falla inom byggsektorn.

Projektets inriktning:

Ett viktigt inslag är att i olika konstruktioner för olika material och arbetsmetoder ange krav och kritiska punkter.

En översyn av kritiska områden bör också kunna leda till förbättringar för att eliminera praktiskt svårhanterliga fall.

Rutiner och metoder för en mera systematisk kvalitetskontroll är ytterligare inslag i projektet.

Tids- och kostnadsram:

Två manår. FoU-anslag ca 400 000 kr 1975-1976.

6. ÅTERVINNING AV ENERGIKRÄVANDE VAROR

6.1 Sammanfattning

Återvinningen av energikrävande varor och nyttiggörandet av energin i avfall kan indelas i tre områden

- avfallsråvaror från industri
- uppsamlingskrot
- blandat avfall från hushåll, handel och industri

Verksamheten inom de två första områdena har en lång tradition och är under en fortsatt rationalisering. De ökande kraven på omhändertagande av avfall ur miljöhänsyn har förbättrat återvinningsindustrins möjligheter att infånga större mängder skrot. Det infångade avfallet blir emellertid av mer sammansatt natur genom tillkomsten av nya material och materialkombinationer vilket kräver ny teknik.

Det blandade avfallet som i stor utsträckning tas om hand i kommunal regi utgör ett mer komplext område. Själva syftet med avfallshanteringen är under omprövning. Från att i huvudsak ha varit ett naturvårdsintresse har uppmärksamheten nu också riktats mot dess energi och råvaruinnehåll. För det blandade avfallet och avfallet från jord och skogsbruk måste de alternativa användningsmöjligheterna bli återvinning, utvinning av värme och återföring av organiskt material till jorden noga värderas.

Viktiga insatser kan göras för att underlätta återvinningen av de värdefulla komponenterna. För att en sådan insats skall få effekt krävs dock att samhället svarar för att

avfallet samlas in och ges en sådan behandling att återvinning möjliggöres. Det kommunala renhållningsansvaret är ett steg i denna riktning som bör fullföljas med insatser för att kunna få till stånd en rationell sortering av avfallet. Fortsatt verksamhet kan sedan inriktas på ett samarbete, främst med förpackningsindustrin, som syftar till produktutformningar som medger en mer total cirkulering av avfallets råvaruinnehåll.

Den del av avfallet som inte blir föremål för återvinning kan förbrännas, pyrolyseras eller brytas ner genom biologiska processer. Härvid kan energi tillvaratas som värme från förbränningen eller genom produktion av gas eller metanol. Dessa processteg behöver stöd för sin utveckling.

Kompostering och deponering av avfall saknar i stort energianknytning mer utgör en nödvändig del i avfallsbehandlingskedjan.

Forskning inom avfallsområdet pågår med hög intensitet internationellt och i Sverige. Uppföljning och utbyte av erfarenheter samt deltagande i internationella produkt bör ske för att täcka in områdets hela bredd.

För uppföljning av internationell verksamhet med energianknytning krävs medel i storleksordningen 0,5 milj kr/år. För inhemska projekt och deltagande i internationella projekt bör under de närmaste två åren anslås 3 milj kr/år för att nå en snabb effekt. Insatser under resten av programperioden bör kunna drivas inom ramen av 1,5 milj kr/år.

Forskningen inom avfallsområdet måste hållas samman så att balans mellan miljö, energi och återvinningsaspekterna uppnås. För ett samlat avfallsprogram krävs väsentligt större belopp än de som angivits här.

6.2 Allmänt

En stor andel av den energi som konsumeras tas i anspråk för produktion av varor av olika slag. Energi ingår som en produktionsfaktor i varje förädlings- och distributionsprocess som för varan från naturresurs till konsumentprodukt. Vissa råvaror såsom papper och plast är dessutom direkta bärare av energi och deras utgångsmaterial kan alternativt användas som bränsle. De producerade varorna har i många fall även en påverkan på samhällets energikonsumtion genom att de utgör komponenter i energiomvandlande system. Som exempel kan nämnas bilar, kylskåp, elektriska generatorer och isoleringsmaterial i byggnader.

En till synes nära liggande lösning på problemet att minska konsumtionen av energi är att öka livslängden på varorna så att behovet av nyproduktion minskar. Frånsett de varor som vid användning fysiskt förbrukas, som t ex handelsgödsel, tvättmedel och livsmedel, kan man konstatera att vissa varor oundgängligen förlorar sin aktualitet ganska snabbt utan att de fysiskt förändras, t ex dagstidningar, vissa typer av förpackningar. Andra varor förbrukas genom sin förslitning eller genom att de inte anses anpassade till verkliga eller förmenta krav från omgivningen.

Oavsett orsaken till att dessa varor inte längre anses fylla sin funktion, kan man konstatera att de ur materialsynpunkt vanligen inte är förbrukade. Varorna kan därför i stor utsträckning återanvändas. Denna återanvändning kan ske på olika nivåer. Som exempel på återanvändning på hög nivå kan nämnas lastpallar och returglas, där en komponent av varan returneras när den fyllt sin funktion och mer eller mindre direkt kan sättas i nytt omlopp.

I andra fall kan varan behöva reoveras för att fylla sin funktion, som t ex bildäck vilka regummeras. Principiellt kan all reoverings- och underhållsverksamhet sägas utgöra ett led i återvinnande syfte som också ökar livs-

längden på varan. En fortskridande teknisk och social utveckling kommer oundvikligen medföra att varor med mycket lång fysisk livslängd inte är önskvärda att ha i fortsatt bruk vare sig ur privat eller samhällsekonomisk synvinkel.

För sådana varor som av många skäl - efter kort eller lång användning - icke längre har ett värde för brukaren, återstår möjligheten att tillvarata varan i dess egenskap av råvara. Återvinningen kan till viss del minska de negativa konsekvenserna av kort livslängd på varor.

Med hänsyn till tilltagande knapphet på naturresurser - inte endast energiråvaror - utgör en effektiv återvinning av varor på olika nivåer ett angeläget samhällsligt mål.

Återvinningen av varor berör inte endast varuomloppet hos konsumenterna utan även de materialflöden inom tillverkningsprocessen där avfall från produktionen redan idag i stor utsträckning återföres i processen.

Den föreliggande redovisningen över återvinning av varor och FoU-behov kring denna verksamhet begränsar sig till de lägre nivåerna av återvinningsaspekten nämligen tillvaratagandet av råvaror ur avfall. Återvinningen av varor på högre nivåer är i stort förknippad med problemställningar inom respektive bransch och har också i viss utsträckning behandlats där.

Vissa av dessa råvaror är i sig själva energirika och kan därför omsättas till energi genom förbränning eller pyrolys vilket ur energisynpunkt också kan rubriceras som återvinning.

Tillvaratagandet av energiinnehållet genom förbränning och pyrolys behandlas i kapitel A 1. För att få ett helhetsgrepp om bl a avfallsproblemen diskuteras det dock även här.

6.3 Olika kategorier av avfall

Avfallsbegreppet är tämligen vitt och ger möjligheter till olika tolkningar.

I den följande framställningen benämnes det avfall som uppstår inom industrin i större kvantiteter och som har homogen sammansättning för avfallsråvaror.

Det avfall inom industrin som inte har homogen sammansättning - blandat avfall - benämnes industri- och handelsavfall. Till det blandade avfallet hör även allt fast avfall från bostadsområden vilket benämnes hushållsavfall. Avfall i avloppsledningar har inte medtagits i denna studie då det saknar intresse ur energisynpunkt.

Vid sidan av dessa grupper finns sådant avfall som har en hög grad av miljö- och hälsorisk. Detta benämnes kemiskt avfall eller problemavfall och är med undantag för avfallsolja ur energisynpunkt av litet intresse.

Jord- och skogsbruksavfall utgör stora avfallsposter som till vissa delar behandlas i denna redogörelse.

Avfall från byggnadsverksamhet och rivning av hus tas upp till behandling i område B5 och berörs därför inte här.

6.4 Avfallets kvantiteter

De totala avfallsmängderna i Sverige kan uppskattas till ca 60 miljoner ton fördelade på följande avfallstyper:

	<u>1.000 ton/år</u>
Hushålls-, kontors- och handelsavfall	2.500
Allmänt industriavfall	3.500
Byggnadsavfall (nybyggnation)	500
Rivningsavfall	1.000 - 1.500
Slam från kemiska reningsverk (torrsubstans)	220
Restmassor från gruvbrytning, mineralberedning	20.000
Gödsel	16.000
Halm, blast och liknande	10.000
Bark (stjälpt mått)	1.200
Avfall och biprodukter från livsmedelsindustrin	500
Bilvrak	150
Kemiskt avfall, spillolja m m	450

6.5 Svensk återvinningsindustri

Den klassiska återvinningsindustrin är sedan länge etablerad i Sverige. De traditionella avfallsråvarorna har varit: järn- och stålskrot, metallskrot, textilavfall, glas- och pappersavfall. Nyttillkomna grupper av avfallsråvaror utgöres av gummi- och plastavfall. En växande andel av den avfallsbehandlande industrin sysselsätts med kemiskt avfall.

Återvinningsindustrin tar emot avfall från många olika källor. Principiellt kan man skilja mellan avfall som uppstått av produktionstekniska skäl vid tillverkningsprocesser och avfall som är resultatet av att varor inte längre fyller sin ursprungliga funktion.

Ett avfall som uppkommer av produktionstekniska skäl kan i och för sig äga ett värde om det är någorlunda homogent till sin sammansättning. Det kan då återföras till produktionsprocessen alternativt utnyttjas för annat ändamål inom industrin. Sådant material blir då en avfallsråvara (t ex avklipp av plåt, kasserade detaljer, metallspån och återvinning av metaller från ytbehandlingsindustrins avfallsvätskor). När avfall samlas upp vid källan och sedan nyttiggöres kallas hanteringen för intern återvinning. Intern återvinning behandlas inte i detta område utan är hänfört till respektive bransch inom näringslivet.

Den som producerar avfallet ekonomiserar själv sitt avfall. Det bör understrykas att vissa viktiga förutsättningar måste föreligga för att den interna återvinningen skall kunna fungera:

- 1) Avfallet måste falla i större mängder och med enhetlig sammansättning för att medge en rationell bearbetning/behandling.
- 2) Den rationella hanteringen underlättas av ett jämnt tillflöde och en jämn avsättning.

För avfall som inte kan tas omhand vid källan utan nyttiggöres av en utomstående kallas hanteringen för extern återvinning.

Det bör slås fast att återvinningsindustrin ej kan existera om det inte finns en efterfrågan på de insamlade produkterna respektive återvinningstjänsterna.

Återvinningsindustrin har ingen möjlighet att fånga in, bearbeta eller förmedla allt avfall som faller i landet. Merparten tas därför omhand i kommunal regi. Händelseutvecklingen under det senaste decenniet har visat att ett avfall kan få ett värde utan att en efterfrågesituation råder. Hänsynen till miljön - uttryckt i lagstiftningen - kan tvinga avfallsproducenten

att anlita ett återvinningsföretag som t ex för bilar.
Ökade miljökrav och bättre uppsikt över avfallet för-
bättrar alltså återvinningsindustrins marknadssituation.

Järn- och stålskrot

I Sverige återvinns årligen ca 1 milj ton smidbart järn-
skrot. För järnverken är detta en betydelsefull råvara.
Den svenska stålproduktionen baseras nämligen till 50%
på skrot medan återstoden utgöres av jungfruligt material.
Det s k köpskrotet hämtas med hjälp av skrothandeln från
verkstadsindustrin, varvsindustrin och byggnadsindustrin.
Ca 15% av dessa branschens stålförbrukning faller som
skrot.

Genom utrangering av maskiner, kylskåp, spisar, bilar
och rivning av byggnader m m erhålles det s k uppsam-
lingskrotet. Den inhemska efterfrågan på stålskrot täcks
inte av den inom landet återvunna skrotmängden. Vi är
därför beroende av importerat skrot i betydande mängder.

Många faktorer förhindrar en fullständig återvinning av
stål. Skillnaden mellan var som teoretiskt borde utfalla
som stålskrot och den del som verkligen återvinnes ligger
i storleksordningen 500 000 ton/år.

"Förlusten" kan ha följande orsaker:

- 1) Vissa stålprodukter kan p g a sitt användnings-
område ej återvinnas, t ex armeringsjärn, spånt-
järn, kulvertar, kabelrännor. Av den totala förlusten
bidrar denna kategori med omkring hälften.
- 2) Stålprodukter har belagts eller legerats med
metaller som inte på metallurgisk väg kan
skiljas från stålet.
- 3) Förluster genom förslitning och korrosion.

- 4) Förluster p g a produktens storlek, t ex spik, bult och mutter, nålar etc.
- 5) Förluster p g a produktens geografiska belägenhet. Transportkostnaderna blir prohibitiva.
- 6) Förluster p g a att produkten är i alltför hög grad bemängd med ovidkommande material. I stor utsträckning återfinns dessa produkter på våra avfallstippar eller i slaggen från förbränningsanläggningarna.

Metallskrot

Den värdemässigt största gruppen av avfallsråvaror utgörs av metallskrotet, dvs koppar, mässing, aluminium, bly etc i ett 150-tal olika kvaliteter. Ca 70 000 ton metallskrot återvinns årligen, varav bilbatterierna svarar för 10 000 ton.

Metallskrotet har så högt värde att det kan göras till föremål för effektiv insamling, sortering och bearbetning. Avsättningen är alltid garanterad och allt metallskrot som kommer fram kan finna köpare. En rationalisering sker inom branschen. Moderna anläggningar med maskinell utrustning för nedmalning och separering enligt torrflotationsprincipen byggs upp för att komma tillrätta med komplext metallskrot. En sådan anläggning finns i Halmstad.

Textilavfall

Återvinningen av textilavfall är en verksamhet på tillbakagång. Ungefär 40 000 ton insamlas årligen i Sverige. Det textilavfall som faller från konfektionsindustrin säljs vidare efter sortering till textilindustri, finpappersbruk och råpappersbruk. Avfall från spinnerier och väverier återgår till textilindustrin.

Pappersavfall

Totalt återvanns i Sverige 1973 415 000 ton papper, vilket utgjorde ca 28% av den återvinnbara konsumtionen

av papper och papp. Pappershanteringen drivs idag i helt industriell skala. Ett stort antal anläggningar arbetar med modern pressnings- och balningsutrustning och med en kapacitet på 10 000 ton/år eller mer.

Fångsten av papper kan delas upp i tre delar.

En tredjedel kommer från konverteringsindustri, wellpapp- och kartongfabriker, tryckerier, bokbinderier etc. Allt pappersspill från denna sektor tas idag tillvara.

En tredjedel kommer från varuhus, affärer och industrier, huvudsakligen i form av emballage. Från denna sektor insamlas minst 50% av tillgängligt papper. Sannolikt kan ytterligare 20 000 årston eller mer tas tillvara från denna sektor.

Den återstående tredjedelen av papper utgörs av dagstidningar och tidskrifter. Här finns utrymme för en avsevärt ökad återvinning. Den reella potentialen anses ligga på ytterligare ca 150 000 ton, varvid intresset i huvudsak är inriktat på tidningar och journaler från hushållen. Det finns idag mycket som talar för att efterfrågeutvecklingen blir sådan att en dylik kvantitet kan få avsättning på den svenska marknaden.

Glasavfall

En begränsad återvinning av glasavfall har genomförts i ett antal kommuner i Sverige under de senaste åren. Krossglas utgör i sig en alternativ råvara och kan användas direkt i nyproduktionen utan speciell tvättning eller sortering. Det föreligger för närvarande inte några svårigheter att få avsättning för det glasavfall som insamlas. I Sverige används krossglaset numera enbart till att framställa nya glasprodukter. För ett 20-tal år sedan gjorde man även glasull och glasullmattor av krossglas. Sådan

tillverkning baseras idag på jungfruligt material.

Gummiavfall

Gummiavfallet består till övervägande del av begagnade däck. Omkring 50% av alla fordonsdäck i Sverige är föremål för någon form av återvinning. Regummeringsverksamheten är en etablerad bransch som omhändertar oskadade begagnade däckstommar, vilka beläggs med ny slitbana. Sedan gammalt finns också en gummiregeneratindustri. Gummit får då nya användningsområden, såsom kajfendrar, sprängmattor och entrémattor. Ett företag producerar och marknadsför en vägbeläggning som innehåller krossat gummiskrot.

Däckgummit har mycket högt värmevärde, ca 36 MJ/kg men mängden däck är relativt liten - ca 30.000 ton/år, - varför energiinnehållet totalt sett blir ringa. Som bränsle erbjuder däckgummit tekniska problem när det är fråga om förbränning - problem som anses bli mindre framträdande vid exempelvis pyrolys.

Plastavfall

Ungefär 5 000 ton polyeten återvanns 1973 vid en anläggning i Norrköping. Det rör sig här om polyeten i form av förpackningsfilm, påsar, säckar m m. I de stora varudistributionscentralerna avskiljes en stor del av denna förpackningsfilm innan varorna går vidare till detaljistledet. Det uppsamlade materialet återsänds till anläggningen i Norrköping som fragmenterar och tvättar avfallet och använder det för tillverkning av t ex avfallssäckar.

Av övrigt plastavfall tillvaratas fabriktionsavfall av samtliga kvaliteter. Återvinningen sker i regel internt. En hel del går också till försäljning till företag som ombesörjer sortering och vidareförädling.

Återvinningsindustrins intresse för plastavfall är i starkt stigande.

Kemiskt avfall

Till den etablerade återvinningsindustrin bör vi numera också räkna de företag som omhändertar olika slag av kemiskt avfall. Avfallsoljan är det kvantitativt största kemiska avfallet. Totalt beräknas ca 100 000 ton/år falla i Sverige. Fyra stora företag i branschen omhändertar ca 60 000 - 70 000 ton årligen. Den uppsamlade oljan återanvänds huvudsakligen på tre sätt:

- 1) som råvara för ammoniakstillverkning
- 2) som råvara för eldningsoljetillverkning
- 3) som råvara för omraffinerade smörjoljor

Återvinningen av övrigt kemiskt avfall sker till största delen i två företags regi. Det kemiska avfallet behandlas här i princip enligt 5 huvudmetoder:

- 1) återanvändning och återvinning av komponenter ur avfallet
- 2) förstöring (destruktion, mineralisering)
- 3) deponering
- 4) utspädning
- 5) lagring

De nordiska industriförbunden och Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning bedriver sedan oktober 1973 en avfallsbörs på nordisk bas. Det rör sig även här i första hand om kemiskt avfall. Den nordiska avfallsbörsen administreras av ett särskilt kansli vid institutet för vatten- och luftvårdsforskning. Verksamheten är uppdelad i två delfunktioner. Den ena har formen av en kanslimässigt organiserad förmedlingstjänst avseende information om möjligheter till nyttiggörande och i vissa fall destruktion av specificerade typer av avfall. I den andra mer aktiva delfunktionen bedrivs visst rådgivnings- och utredningsarbete av teknisk natur.

6.6 Blandat avfall

6.6.1 Allmänt

Det blandade avfallet indelas i två huvudgrupper, dels hushållsavfall och därmed jämförligt avfall, dels handels- och industriavfall. Den första gruppen ligger inom det kommunala renhållningsmonopolet (renhållningslagen) och den andra utanför om kommunen ej annorlunda beslutat (hälsovårdsordningen). Gränsdragningen är som regel något diffus. Kommunen kan utan att det inskrivits i hälsovårdsordningen av praktiska skäl samtidigt med det egentliga hushållsavfallet samla in, bortforsla och behandla avfall från olika verksamheter som ligger insprängd i bebyggelsen t ex affärer, kontor, hantverksrörelser, verkstäder.

Allmänt gäller att det här är fråga om avfall som samhället måste omhändertaga och behandla så att inverkan på miljön minimeras (miljöskyddslagen). Detta är ett primärt krav på avfallshanteringen.

6.6.2 Avfallsmängder och sammansättning

Totala hushållsavfallsmängden inom riket kan uppskattas med utgångspunkt från antaganden rörande specifika mängden, vilken varierar för glesbygd och mindre respektive större tätort. I fig 6.1 åskådliggörs den uppskattade totalmängden och förändringen med tiden, där den hittillsvarande mängdökningen, 2 à 3% per år, successivt antas avta. Det bör påpekas att utvecklingen stagnerat under första åren av 70-talet då den ekonomiska situationen bl a har lett till en allmän konsumtionsminskning.

I diagrammet har tillagts grovt eller skrymmande avfall (möbler, cyklar etc) som numera ingår i det kommunala renhållningsansvaret.

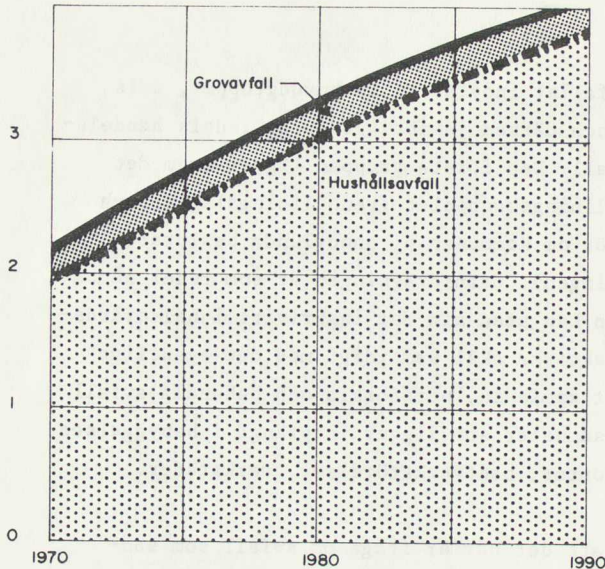
MANGD
MILJ TON

Fig 6.1: Avfallsmängder - totala mängder för riket, hushållsavfall och grovavfall.

(Handels- och kontorsavfall ingår till viss del)

Avfallsmängden varierar under året och dessa variationer måste uppmärksammas i planeringen av bl a behandlingsanläggningarna och i de överväganden som görs beträffande återvinning.

Sammansättningen varierar inom vida gränser t ex med årstiden eller med veckodag, med bebyggelsestyp etc. Enstaka undersökningar av avfallets sammansättning kan därför leda till felaktiga slutsatser. Undersökningar av detta slag är kostnadskrävande vilket till en del förklarar att relativt få undersökningar finns som kan ge underlag för mer långtgående slutsatser. En annan anledning är att vid den förhärskande behandlingsmetoden - deponering - avfallets sammansättning inte tilldrar sig samma intresse som exempelvis vid förbränning.

Avfallets genomsnittliga effektiva värmevärde bör kunna

sättas till 10,5 MJ/kg. Gjorda undersökningar visar dock att högre värden kan förekomma.

6.6.3 Handels- och industriavfall

Här avses det blandavfall, som faller inom handel och industri inklusive den del av byggnadsavfallet, som kan hanteras som hushållsavfall. Byggavfallsdelen innefattar virkesspill, papp/papper, plast, emballage av olika typer m m samt viss mängd betongspill, sten och jord.

Vanligen deponeras detta avfall separat i s k industritipp antingen i anslutning till deponeringsanläggning för hushållsavfall eller inom områden enbart avsedda för industriavfall - ej sällan i direkt anslutning till den avfallsproducerande industrin.

Något säkert underlag för bedömning av mängden finns ej. I några fall har vägningar utförts över kortare tid, men det vanligaste är att volymen av inkommande lass uppskattas som underlag för debiteringen och vikten lämnas därhän. Översiktliga utredningar visar på att mängden för landet som helhet är ca 1,5 milj ton för närvarande. Uppgifterna i figur 6.2 avser avfall som behandlas externt vid kommunal eller enskild anläggning och härtill kommer således den (okända) mängd som avfallsproducenten behandlar inom eget område.

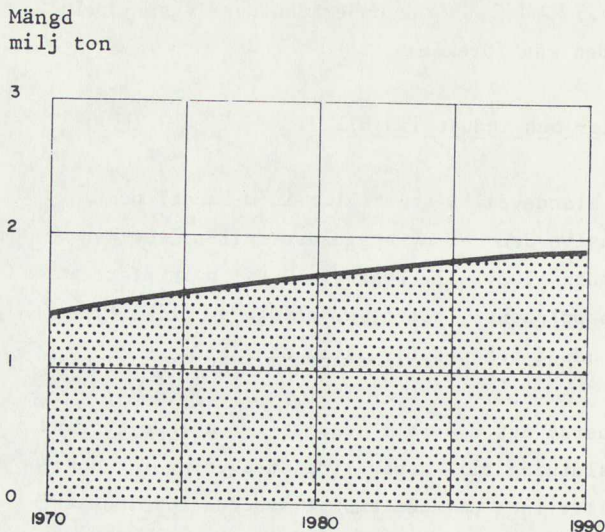


Fig 6.2: Avfallsmängder - totala mängder i riket. Handels- och industriavfall (ca 55% härav biol nedbrytbart).

(I avfallet ingår ej byggnadsindustrins schaktmassor, gruvindustrins bergmassor eller trä-dellulosindustrins bark-, spån- och fiberavfall)

Mängdförändringen över tiden som redovisas i sammanställningen (1 à 2% årlig ökning) är osäker. Lokalt kan mycket stora förändringar inträffa på grund av nyetableringar eller nedläggning av industri. Allmänt sett bör såväl stigande materialkostnader som stigande avfallshanteringskostnader resultera i åtgärder för att reducera materialförlust och avfallsmängd.

Värmevärdet är ej bestämt och för överslagsberäkningar kan möjligen värmevärdet sättas till 7 MJ/kg.

6.7 Övrigt avfall som är av intresse ur energisynpunkt

6.7.1 Bark, spån

Skogsbrukets rationalisering har bl a inneburit att barkningen nu till större delen sker vid industrin. Detta har medfört miljöproblem men samtidigt underlättat möjlig-

heterna att utnyttja barken.

Mängden bark och spån har beräknats uppgå till totalt ca 20 milj m³ löst mått eller ca 6 milj m³ fast mått. Någon större ökning torde ej vara att räkna med sett på sikt.

Huvudparten förbränns (ca 12 milj m³) inom industrin i stor utsträckning i anläggningar inrättade för utnyttjande av avfallets energiinnehåll. Enligt uppgift projekteras för närvarande ytterligare ett antal barkeldade pannor och en bedömning har gjorts att inom ett par år större delen av bark/spånafallet kommer att förbrännas. Barkens energiinnehåll är idag ur kostnadsmässig synvinkel ett intressant alternativ till oljans.

Intresset för samförbränning av bark och hushållsavfall är för närvarande stort och flera projekt är igång. Samförbränning gör att man kan utjämna mängdmässiga variationer i avfallsflödet och därigenom få större och mer ekonomiska utnyttjande och vissa fördelar beträffande rökgaserna.

Barken kan användas även för andra ändamål. Som exempel kan nämnas komposterad bark som jordförbättringsmedel för vägbyggnadsändamål och substrat för mikroorganismer.

6.7.2 Halm

Jordbrukets halmavfall som är av storleksordningen 6 milj ton bränns till stor del ute på fälten. Intresset för halmen som energikälla har under senare tid väckts.

Halmens värmevärde är relativt högt - ca 15,5 MJ/kg vilket är något högre än för ved.

Värdet kan variera beroende på vattenhalten. Problemen med halm som bränsle är i första hand den låga volymvikten, den geografiska spridningen och säsongsvariationen.

Halmen har blivit en avfallsprodukt till följd av att jordbruken i stor utsträckning är kreaturslösa. Halmbränning ute på fälten är nu enligt jordbruksteknisk expertis på avskrivning. Anledningen är att man kommit till insikt om att metoden innebär en onödig utarmning av humushalten i jorden som kan undvikas genom hackning och nedplöjning.

6.7.3 Avfall vid rivning av byggnader

Inom byggnadsindustrin uppstår stora kvantiteter avfall som hittills i ringa utsträckning tagits tillvara.

Problemet har varit föremål för utredningsaktivitet. Sålunda har IVA och STF gemensamt låtit utföra en studie över avfalls- och återvinningsproblematiken inom nämnda område. IVA-meddelande nr 186 "Rivning av byggnader, återvinnings- och återanvändningsavfallshantering". Problemen belyses ytterligare i expertmaterialets kap B5.

I detta sammanhang bör speciellt noteras de försök som har gjorts att återföra rivningsvirke till cellulosaindustrin för pappersframställning.

6.8 Avfallets energiinnehåll och alternativ- användning

En övergripande diskussion kan föras kring frågan om avfallets behandling. Vilka avfallsslag och avfallskomponenter skall återvinnas, förbrännas, komposteras eller deponeras? De avvägningar som måste göras innesluter problem av många slag. Den miljömässiga hänsynen är därvid speciellt framträdande. De ekonomiska och organisatoriska förutsättningarna är också viktiga för att lösa vissa av problemen kring insamling och sortering.

Rent principiellt syns en ökad satsning på att återvinna råvaror - under betryggande miljö- och hälsohänsyn - vara den ur samhällssynpunkt angelägnaste uppgiften.

En fullständig redovisning av de olika behandlingssättens energimässiga konsekvenser görs ej utan belyses främst genom exemplifieringar.

Energi kan utvinnas ur avfall på huvudsakligen tre sätt:

- genom återvinning av i avfallet ingående material. Det återvunna materialet utnyttjas sedan som råvara eller halvfabrikat för nyproduktion. Man spar därigenom den energi som åtgår för att framställa material ur jungfrulig råvara,
- genom förbränning eller pyrolysning av avfallet för exempelvis ånggenerering,
- genom användning av mikroorganismer (svampar, bakterier) för att producera metangas.

Metoderna kan med fördel kombineras så att t ex oorganiskt material (metaller, glas) sorteras ut för återvinning och den organiska delen (papper, plast, matrester) förbränns.

Vilken metod eller kombination av metoder som är att föredraga i det enskilda fallet beror på avfallsets sammansättning, energiåtgången i olika separations- och reningssteg m m.

Återvinning

Återvinningen är för vissa material mindre energikrävande än tillverkning av jungfruligt material. En rad metaller kan återvinnas ur avfall med en energiåtgång som uppgår till endast en femtedel - tiondel av förbrukningen vid framställningen av jungfruligt material. För t ex stål ligger en stor energiandel redan i den primära metallutvinningen ur malm, där det åtgår energi för brytning, krossning, koncentrerings, transport och metallurgisk reduktion. Järnverken skulle behöva nyttja 3 1/2 gånger mer energi ifall skrot inte användes vid stålproduktionen.

För utvinning av ett ton koppar från brytning i berget till färdigraffinerad men obearbetad koppar krävs 7 500 kWh bränsle eller elkraft. För upparbetning av ett ton kopparlegering från skrot till raffinerad men obearbetad metall åtgår 400 - 500 kWh. De kopparföreningar som upparbetas hela vägen tillbaka till den rena kvaliteten metall kommer upp till 3 000 - 3 200 kWh/ton, vilket motsvarar mindre än hälften av förbrukningen vid den primära utvinningen.

Ett ännu mer drastiskt exempel utgör aluminium. Här utgör energivinsten ca 65% vid nyttjande av aluminiumskrot.

Användningen av krossglas i stället för naturråvara innebär en energibesparing om 15% främst beroende på att sodaframställningen undviks.

Ett sista exempel kan tas ifrån cellulosaindustrin. För ett ton tidningspapper framställt på konventionellt sätt krävs 1 400 kWh av elkraft. Motsvarande elförbrukning vid framställning av ett ton tidningspapper baserat på returpapper kräver 400 kWh.

Material	"Ny råvara"	Energibesparing (%) genom			
		Sopförbränning	Depo-nering	Återvinning	
Glas	sand, soda, kalk	-	7 ^{x)}	0	ca 15
Bleckplåt	järnmalm		0	0	ca 55
Aluminium	bauxit	ca	10	0	ca 65
Papper	ved		30-40	0	ca 35
Plast, Polyeten	olja	ca	50	0	xx)
PVC	olja, salt	ca	20	0	xx)

Källa: Dir Lars Hinsell, PLM
Energidagen P/5 1974

x) ger värmeförlust

xx) kan ej med nuvarande teknologi återvinnas ur hushållsavfall

Förbränning

Möjligheterna till att utnyttja avfallens energiinnehåll genom förbränning har belysts i expertmaterialet kap A1 samt i rapporten från arbetsgruppen för avfallsfrågor. Jordbruksdepartementet stencil Jo 1974:5.

Avfallets totala energiinnehåll motsvarar ungefär 10% av landets totala energiförbrukning. Härav kan av flera skäl endast en del nyttiggöras - enbart omvandlings- och överföringsförluster ger ett bortfall på mellan 50-60%. Vad som bedöms som tillgängligt respektive möjligt nyttiggöra av energiinnehållet har åskådliggjorts i tabell 6.3.

Tabell 3: Sammanställning. Energiutnyttjning i relation till potential vid nu tillämpad teknik.

	Eff energi- innehåll 10^6 GJ ¹⁾	Potentiell åter- vinnings- möjlighet 10^6 GJ	Åter- vinning av energi 10^6 GJ
Hushållsavfall, grovavfall, sjukhusavfall, handels- och industriavfall	33,50	8,37 ²⁾	2,81
Returpapper	5,02	2,09	2,09
Bark och spån	35,17	20,94 ³⁾	12,56
Avfallsolja	7,54	6,28 ⁴⁾	6,28
Däck	1,26	0	0
Halm	75,37	2,09	0
Summa	157,86	39,77	23,74

- 1) 10^6 GJ = 25.700 m³ eldningsolja.
Oljans värmevärde satt till 38.939 KJ.
- 2) Vid 50% årsverkningsgrad som genomsnitt för samtliga anläggningar.
- 3) Vid 70% verkningsgrad.
- 4) Vid 90% verkningsgrad.

Sammanställningen visar att av avfallets totala energiinnehåll bedöms ca 25% vara möjligt att nyttiggöra. Denna möjlighet är nu utnyttjad till 60%. Den största delen av återvinningen sker inom cellulosa-, papperstillverknings- och sågverkssektorn. Ifråga om kommunalt avfall återvinns omkring 1/4 av vad som antas vara möjligt. Förutsättningarna att öka återvinningen inom den sektorn är inte speciellt gynnsamma med tanke på att kommunerna har möjlighet att välja billigare behandlingsmetod för avfallet. Väsentligt förbättrade metoder för avfallshandlingen kan dock medföra ett större utnyttjande av avfallets energiinnehåll.

Kompostering, deponering

Övriga tillgängliga behandlingsmetoder för avfall är kompostering och deponering.

Deponeringen är i huvudsak ointressant ur energisynpunkt.

Kompostering av hushållsavfall har en viss energianknytning. Komposten kan användas som ett komplement till handelsgödsel, vilket har en energikrävande produktionsprocess. Kompostens humusbildande förmåga är dock en viktigare faktor än energianknytningen.

Ökade krav på rening av avloppsvatten medför att mängden slam från reningsverk ökar. Kompostering av avfall tillsammans med slam är ett sätt att eventuellt nyttiggöra detta slam.

Ökade krav på rening av avloppsvatten medför att mängden slam från reningsverk ökar. Kompostering är ett sätt att hantera och eventuellt nyttiggöra detta slam.

6.9 Pågående eller nyligen avslutade FoU-projekt i Sverige

Forsknings- och utvecklingsarbetet inom avfallsområdet med direkt anknytning till EPK:s intresseområde framgår av bilag 1 som är ett utdrag ur Områdesstudium - miljöskyddsteknik, delområde avfall (Nordforsk). Projekt har därvid medtagits för återanvändning av råvara eller alternativ användning som kan innebära en "konkurrent" till återvinningen. Projekt som avser förbränningar har också medtagits.

6.10 Internationell FoU på avfallshanterings- återvinningsområdet

Nedanstående utgör en sammanfattning av en utredning "Avfallshandling, inventering av utländska insatser" som Ingenjörsvetenskapsakademien utfört på uppdrag av Styrelsen för teknisk utveckling.

Utredningen som utgörs av ett antal länderrapporter för Förenta Staterna, Sovjetunionen, Japan, England, Frankrike, Västtyskland, Nederländerna samt en rapport rörande internationella organisationers aktiviteter inom området, baserar sig huvudsakligen på material insamlat av de tekniskt-vetenskapliga attachéerna. Viss del av materialet för rapporterna har erhållits ur allmän litteratur, tidskrifter och dylikt.

6.10.1 Allmänt

Avfallsproblemen är i samtliga här studerade länder likartade.

Mängden och sammansättningen hos t ex hushållsavfall och motsvarande avfallstyper är i stort desamma i samtliga länder med undantag för aska som förekommer i länder med kolförbränning i hushållen. En hushållsavfallsproduktion av 250-400 kg/innevånare och år är normal.

Hushållsavfallet består till 30-60% av papper och i övrigt av plast, glas, metaller och matrester till ungefär lika delar.

Vissa variationer p g a skillnad vad gäller levnadsstandard, konsumtionsinriktning, levnadsmönster m m kan givetvis konstateras. Variationerna mellan länderna totalt är dock förmodligen mindre än variationerna mellan olika orter inom länderna, t ex tätort - glesbygd.

Även industriavfallet uppvisar stora likheter vilket är naturligt. Den teknik och de råvaror man utnyttjar i de industriella processerna är internationella. Vissa länder har övervikt för vissa branscher, vilket ger annorlunda totala avfallsmängder. Ser man varje bransch för sig, skall man dock finna nära överensstämmelse vad gäller avfallsslag och mängder avfall per producerad enhet.

Dessa likheter i avfallets mängd och natur gör att de problem som omhändertagandet av avfall medför är likartade i de olika länderna. Svårigheter att finna lämpliga områden för deponering av avfall, vattenföroreningar, lukt m m från deponeringsanläggningar, rökgaser från förbränningsanläggningar, okontrollerad tippning av miljöfarligt och giftigt avfall, ökande kostnader för insamling, transport och behandling av avfallet är några gemensamma problem.

På grund av bl a befolkningstäthet, geografiska förhållanden m m är vissa av problemen mer accentuerade i en del länder.

Under de 2-3 senaste åren (i Förenta Staterna och Japan något tidigare) har också återvinning och återanvändning av avfall rönt allt större intresse i världen och samtliga här studerade länder har dessutom idag en speciell lagstiftning (eller förslag till sådan) för avfallsområdet. I denna lagstiftning understryks i flera fall återvinning som ett medel att minska avfallsproblemen och/eller spara naturresurser.

En mängd statliga institutioner, forskningsinstitut, högskolor, privata företag och organisationer i de olika länderna ägnar sig åt avfallsproblemet.

Tekniska lösningar inom de olika stadierna av avfallets hantering, dvs insamling, transport, behandling/återvinning har även tagits fram under de 2-3 senaste årens intensiva satsningar inom området, framför allt i Förenta Staterna och Japan.

Fortfarande deponeras (tippas) den största delen av hushållsavfallet i de studerade länderna. Omfattningen av denna och övriga behandlingsmetoder framgår av nedanstående tabell 6.4.

Deponeringstekniken har visserligen utvecklats och i flera länder bl a i USA och Västtyskland har ett stort antal skvilda tippar slagits igen.

De framtagna nya och förbättrade metoderna för omhändertagandet av avfallet har således hittills endast i ringa utsträckning börjat tillämpas praktiskt och i stor skala.

Tabell 6.4: Metoder för omhändertagande av hushållsavfall i olika länder.

Metod	Land % av mängden hushållsavfall						
	USA 1972	Japan 1969	Väst- tyskland 1972	Frank- rike 1972	England 1966/67	Neder- länderna 1973	Sverige 1973
Öppen tippning kontr deponering	92	46	80	77	91,4	75	75
Kompostering	-	1	2	6	0,3	18	-
Förbränning	8	51	18	17	8,3	7	25
Övrigt	-	2	-	-	-	-	-
Summa	100	100	100	100	100	100	100

Detta är naturligt, det krävs en viss tid för försök och utvärdering av försöken. Ett antal sk demonstrationsanläggningar har uppförts. Men därutöver synes det föreliggande svårigheter att få de för avfallshanteringen ansvariga lokala myndigheterna att göra insatser för att införa ny teknik. Detta förhållande beror inte enbart på höga kostnader och bristande medel, i flera länder lämnas frikostiga statsbidrag till uppförande av avfallsbehandlingsanläggningar. En stor del av förklaringen ligger i bristande information om de nya tekniska lösningarna och deras fördelar på sikt.

Kemiskt avfall från industrin har de senaste åren orsakat omskrivna fall av miljöförstörningar p g a att de tippats okontrollerat, dumpats i floder och sjöar osv.

Den lagstiftning som kommit till i de olika länderna har ofta haft till syfte att begränsa just dessa typer av störningar. Genomgående framhålls i lagstiftningen producentens ansvar för omhändertagande av avfallet. Detta har lett till inrättande av för flera industrier gemensamma

avgiftnings- eller destruktionsanläggningar för kemiskt avfall. Sådana finns bl a etablerade i Västtyskland, Frankrike och Japan och är under utbyggnad i andra länder. I allt större utsträckning syns industrin dessutom in-tresserad av att ur avfallet ta tillvara ämnen för recirkulering eller återvinning. Denna tendens torde förutom de krav från miljöskyddslagstiftningen samman-hänga med ökade kostnader för råvaror och energi och en ökad insikt om de värden som hittills gått till spillo.

Tekniska lösningar för regenerering/återvinning av olika industriella avfall har tagits fram. Det fulla etablerandet av dessa tekniska lösningar syns även här hämmas av brist på data och information om metodernas fördelar.

S k demonstrationsanläggningar, framför allt för behandling av hushållsavfall, har i flera länder börjat uppföras med statliga medel i syfte att öka kunskapen om olika metoders för- och nackdelar. Användbara driftsresultat från dessa demonstrationsanläggningar kan dock först förväntas om något eller några år.

6.10.2 FoU kring avfallshantering - materialåtervinning - energiutvinning-----

Materialåtervinning

FoU kring återvinning av material ur avfall har framför allt bedrivits i USA och på senare tid även i England och Frankrike.

För att kunna återvinna material ur avfall måste de olika materialen separeras. Separeringstekniken är av grund-läggande betydelse för en ekonomisk materialåtervinning. Flera olika processer för materialeparation har även utvecklats baserad dels på konventionell mineralberednings-teknik (krossning, siktning, våtflotation), dels nyutveck-lade processer med separation med luft. US Bureau of Mines

(Departement of the Interior) har bl a utvecklat ett system för torrseparation av material ur askan från förbränningsanläggningar. En demonstrationsanläggning kommer att tas i drift i Lowell, Massachusetts 1976. Bureau of Mines har även utvecklat en metod för luftseparation av torrt malt avfall som verkar lovande.

En anläggning för vätseparation av oorganiskt och organiskt avfall (den s k Black-Clawson-metoden) har funnits i drift i ett par års tid i Franklin, Ohio. Av den erhållna fibern tillverkas en pappersmassa av ännu förhållandevis låg kvalitet.

Flera andra processer för utsortering av glas och metaller ur avfall har utvecklats i USA men finns ännu ej i annat än försöksskala.

Försök med mekanisk separering av hushållsavfall bedrivs i England vid Warren Spring Laboratory, Stevenage.

I övriga länder bl a Frankrike och Västtyskland syns hittills endast studier rörande materialåtervinning kommit till stånd. I FoU-programmen för avfallsområdet de närmaste åren har materialutvinning (sortering) ur hushållsavfall prioriterats.

Energiutvinning

De senaste årens höjda energiproser har naturligt nog ökat intresset för att utnyttja avfallet som bränsle på ett eller annat sätt. Hushållsavfallets värmevärde har stadigt stigit p g a ökat pappers- och plastinnehåll. Även andra avfall exempelvis från jordbruket innehåller betydande energimängder.

Vid sidan av den konventionella tekniken för förbränning av avfall, sedan länge etablerad i de europeiska länderna, men mindre i Japan och USA, har pyrolys av avfall rönt betydande intresse i USA, Japan, England och Frankrike.

I USA har med federalt stöd färdigställts eller är under byggnad flera demonstrationsanläggningar för pyrolys av avfall. Bland annat kan nämnas en anläggning i Baltimore, Maryland (färdig 1976), med kapaciteten 1 000 ton per dag. Pyrolys av avfallet ger här gas som förbränns för ånggenerering. En anläggning i Menlo Park, California (färdig 1974) förbränner avfall under tryck. Förbränningsgaserna driver en gasturbin för elgenerering.

I England bedrivs försök med pyrolys av avfall bl a vid Warren Spring Laboratory.

Flera processer för pyrolysning av avfall, framför allt plastavfall har utvecklats i Japan. I vissa av dessa erhålles olja, i andra lättare flytande eller gasformiga kolväten som slutprodukt. Flera demonstrations- och försöksanläggningar har uppförts. I övriga länder (undantag Danmark som ej behandlats i utredningen) finns såvitt känt ej några färdiga anläggningar för pyrolys av avfall.

Övrigt

Vid sidan av här nämnd FoU synes följande områden röna mest uppmärksamhet i de olika länderna:

- deponering av avfall; utförande, uppkomst av och omhändertagande av vattenföroreningar
- omhändertagande och behandling av kemiskt avfall (bl a genom deponering)
- rörtransport av avfall (obearbetat, i mald form, o luft eller vätska)
- avfall från jordbruk och skogsindustri

Förutom som energiråvara är avfallet från jordbruket (halm, gödsel) och skogsindustri (bark, spån, fiber) intressant då det kan användas som näringsmedel för mikroorganismer (bakterier, alger, svampar) och proteinutvinning ur dessa.

Bland annat håller forskare vid Louisiana State University tillsammans med ett större byggnadsföretag på med att utveckla en process för utvinning av proteiner ur pappers- och skogsavfall.

Kompostering av avfall för användning som jordförbättringsmedel syns idag röna begränsat intresse i samtliga länder. Problemet är genomgående att få avsättning för komposten, bl a på grund av ökande halt icke önskvärda ämnen i komposten (plaster, tungmetaller m m).

6.10.3 Slutsatser

Den utförda undersökningens värde för svenskt vidkommande kan i första hand anses vara:

- att den understryker att avfallsproblemen är internationellt likartade och att den erfarenhet som vunnits och den teknik som tagits fram i utlandet utan allt för stora svårigheter därför bör kunna tillämpas på svenska förhållanden,
- att den ger en uppfattning om vilka utländska institutioner som sysslar med avfallsproblemet och därför bl a kan tjäna som underlag för kontakter m m.

Det insamlade materialet bör därför följas upp på ett mer aktivt sätt. Exempelvis kan mer fasta kontakter etableras med utländska institutioner inom området. Som bekant försöker Ingenjörsvetenskapsakademien etablera ett samarbete mellan Sverige och Förenta Staterna (Bureau of Mines) på avfallsområdet. Motsvarande samarbete borde kunna etableras med Frankrike, Japan och andra länder.

Den utveckling av metoder och processer som sker utomlands kan dessutom bedömas vara så värdefull att det kan vara lönsamt att utvärdera dessa som ett komplement till och i vissa fall alternativ till egen utveckling på området.

6.11 Allmän värdering av FoU-behov

Ansvar för hanteringen av hushållsavfall och därmed likartat avfall åvilar kommunerna (det kommunala renhållningsansvaret enligt renhållningslagen). Ifråga om textilindustriavfall har kommunerna möjligheter att i hälsovårdsordningen inskriva att också detta avfall skall falla under det kommunala renhållningsansvaret. Denna möjlighet har emellertid utnyttjats av några få kommuner och i huvudsak har industrin skyldighet att själv omhänderta sitt avfall.

Återvinningsindustrin är för sin verksamhet hänvisad till dessa två "råvarukällor".

Det måste vara en samhällelig uppgift att svara för den FoU som krävs för att fullfölja det kommunala renhållningsansvaret samt att skapa möjligheter till återvinning och rationell behandling av industri- och handelsavfall oavsett om detta ombesörjes av kommunala organ eller ej.

Återvinningsindustrin utgör en del av processkedjan att återvinna råvaror till produktionen. Stöd till återvinningsindustrin motiveras främst på sådana punkter där den företagsekonomiska situationen inte medger ett fullföljande av återvinningen. Behovet av stöd till återvinningsindustrin synes dock icke i första hand ligga inom FoU-området. Inom några delområden är dock FoU-insatser motiverade. Dessa berör hanteringen av komplext metallskrot, den ökande kontamineringen av stål, extraktion av material ur kemiskt avfall samt omhändertagande och återvinning av plastavfall.

Det är ett samhälleligt intresse att avfallshanteringen inte vållar miljöskada och avfallsbehandlingen faller under begreppet miljöfarlig verksamhet. Primärt gäller således från miljösynpunkt att avfallet behandlas så att miljöskada ej uppstår eller att inverkan på miljön minimeras till vad som tekniskt och ekonomiskt kan anses möjligt.

Återvinningen kommer i det sammanhanget i andra hand. Från energi- och råvarusynpunkt är emellertid återvinningen av väsentligt intresse för samhället i dagens läge och kanske än viktigare sett på sikt.

För att nå lämpliga lösningar på avfallsproblemet krävs en helhetssyn på området som beaktar

- miljöproblemen
- återvinningen av råvaror
- tillvaratagandet av värmevärdet
- annan alternativ användning

Den statligt stödda forskningen inom detta område handlägges bl a inom STU, som inom sitt behovsområde Miljövärdsteknik har ett delprogram benämnt AVFALLSHANTERING. Programmet förefaller att i alla väsentliga delar täcka EPK:s intresseområden men omfattar även delar inom området som saknar energianknytning.

Det kan konstateras att de förslag till FoU-behov som redovisats vid hearing till stor del överensstämmer med STU:s arbetsplaner inom området.

6.12 Förslag till FoU-projekt

6.12.1 Systemstudier och totalkalkyler

Avfallets olika komponenter representerar på ett eller annat sätt ett energivärde. Detta värde är dock ointressant om avsättningsmöjligheter saknas för produkten eller

om återvinningen, hanteringen och utnyttjandet av produkten totalt sett kräver mer energi än användandet av jungfrulig råvara.

Några systemstudier och totalkalkyler som tillräckligt belyser detta har ej utförts. Uppgiften är utomordentligt omfattande och med medel som STU ställt till förfogande pågår nu ett förprojekt med syftet att formulera det handlingsprogram som erfordras för att nå fram till en totalkalkyl. Med totalkalkylen som underlag bör det vara möjligt att bättre bedöma behovet av tekniska och organisatoriska insatser.

6.12.2 Avfallets kvalitet och kvantitet. Hushålls-, handels- och industriavfall

Avfallets värde som råvaru- eller energikälla är helt beroende av kontinuiteten i avfallets kvalitet och kvantitet.

Intresset för vissa avfallskomponenter och därav föranledda separeringsaktiviteter kan vidare tänkas påverka värmevärdet så att avfallet förlorar intresse som bränsle eller som utgångsmaterial för kompost. Avfallsmängden i framtiden har i stort sett bedömts genom framskrivningar av utvecklingen under gången tid men den metoden är osäker.

En angelägen uppgift är således att försöka prognostisera avfallets värde som energi- och råvarukälla sett på sikt och hur avfallet kan tänkas förändra sig i t ex en akut avspärrningssituation.

Prognosen rörande kvalitet och kvantitet bör utföras mot bakgrund av energipris, tilltagande resursknapphet och ekonomisk utveckling.

6.12.3 Samförbränning, bark och hushållsavfall

För förbränning av bark respektive hushållsavfall finns utvecklad teknik. Vid samförbränning av bark och sopor i en gemensam anläggning föreligger tekniska problem t ex inmatning, raster- och eldstadsutformning, korrosions- och rökgasreningsproblem. Ståttligt stöd behövs för att närmare utreda de tekniska förutsättningarna för sådan samförbränning.

6.12.4 Pyrolyys

Den inledande - men i och för sig omfattande utredning - som den sk "pyrolysggruppen" genomfört, med anslag från STU, visar att pyrolyys har påtaglig potential för nyttiggörandet av energi i avfall av olika art. Utredningen visar att ytterligare problem återstår att klarlägga. Problemens lösning kräver ytterligare utredningsarbete och erfarenheter av praktisk drift i fullskaleanläggning. Ett projektförslag för en fullskaleanläggning finns till vilket statligt bidrag sökts.

Här föreligger en direkt anknytning till EPK:s intresseområde och detta tas även upp bland projektförslagen under område A1. Någon närmare beskrivning av detta projekt redovisas därför inte här.

6.12.5 Deponering

Det finns möjligheter att utföra ett avfallsupplag på sådant sätt att den biologiska nedbrytningen hämmas. Detta kan också ske spontant, resulterande i att exempelvis tidningspapper även efter mycket lång tid kan vara möjligt att återvinna. Vissa plaster påverkas dessutom ytterst obetydligt. Tankbart är att ett sådant biologiskt ej nedbrutet material kan ha tillräckligt högt värmevärde för att vara av intresse som bränsle för att utjämma variationer eller nyttjas i avspärningssituationer. Avfallsupplaget skulle tjäna som bränsle- och materialförråd.

Tanken i ovanstående kan synas allt för originell men icke desto mindre värd att ägnas en förstudie.

6.12.6 Sortering

Utformningen av sorteringen för att återvinna komponenter ur hushålls-, handels- och industriavfall styrs av den processteknik som köparen av avfallsråvaran använder och kraven på de produkter vartill avfallsråvaran skall användas.

I fråga om kemiskt avfall (problemafval) gäller förutom återvinningsaspekten att separering kan vara nödvändigt för att tekniskt klara oskadliggörandet.

Bortsett från den traditionella tidningsinsamlingen är det blandade avfallet en tämligen oexploaterad råvarukälla. Under det senaste året har emellertid omfattande försöksverksamhet bedrivits med separering av vissa avfallskomponenter i hushållen - glas, burkplåt och papper. En central sorteringsanläggning för handels- och industriavfall har projekterats och skall nu med bidrag från staten uppföras i Helsingborg. Separeringen är dock i detta fall i huvudsak en manuell process.

Som kompletterande systemkomponent i hushållsavfallssepareringen har Persöner Återvinningsteknik AB och PLM tagit fram maskinell försöksutrustning ("Frans") för vidarebehandling av försorterat material.

Teknisk utrustning för maskinell separering i full skala av det "råa" avfallet finns ännu ej kommersiellt tillgänglig men omfattande försöksverksamhet pågår. Den manuella sorteringen ger en "renare" råvara än vad den maskinella anses kunna ge, men den senare medger en högre grad av utsortering.

Försök med maskinell sortering bedrivs med STU-anslag av Svenska Fläktfabriken och Sellbergs renhållnings AB (anslag 400 000 respektive 60 000 kronor).

Persöner Återvinning AB planerar att vidareutveckla maskinutrustning för utsortering av ytterligare avfallskomponenter. Sellbergs renhållnings AB planerar å sin sida att, med utgångspunkt från hittills nådda försöksresultat, bygga en pilotanläggning med kapaciteten ca 2 000 ton hushållsavfall per år samt en för handels- och industriavfall med ungefär samma årskapacitet inriktad på utsortering av papper, metall och möjligen plast. Maskinkostnaden i dessa två projekt är för vardera av storleksordningen 500 000 kronor.

Den avfallsmängd dessa projekt är inriktade på att kunna sortera är mycket stor. Intresset är speciellt stort för papper/papp då den nuvarande cellulosafiberförlusten nästan helt är hänförlig till detta avfall. Det bör därför vara angeläget att stödja och i ett senare skede fullfölja dessa projekt. Stora satsningar inom sorterings- tekniken pågår bl a i USA. Staden New York har beställt en återvinningsanläggning med en kapacitet av 2 000 ton avfall/dag för en kostnad av tio milj \$. Erfarenheterna från denna anläggning bör följas upp.

Möjligheten att återvinna en vara kan helt spolieras genom odisciplinerad behandling av avfallet. Detta gäller i första hand metaller, kemiskt avfall och oljor. Sammanblandningen kan göra återvinning ointressant och starkt fördyra nödvändig behandling av avfallet.

Sortering eller andra åtgärder för att hålla isär olika avfallstyper redan hos producenten underlättar återvinningen respektive behandlingen. Resultat kan här nås främst genom information. Hur denna information ska utformas och spridas bör ägnas ett närmare studium.

6.12.7 Åtgärder för att kunna använda utsorterade
avfallskomponenter

Papper/papp

Den manuella insamlingen av papper ger rena och väl definerade avfallsråvaror som utan större problem kan återföras i produktionen. En ökad insamling - vilken blir inriktad på dagstidningar och journaler - leder till ökat krav på avfärgning av returpapperet. Med STU-medel bedriver Ytkemiska institutet och Tidningspappersbrukens forskningslaboratorium forskning med målet att ta fram ny miljövänlig avfärgningsteknik (total projektkostnad ca 2 milj kronor).

En mer utbredd central sortering ger - om tekniken kan utvecklas - en fiberreturvara i stor mängd men av annan kvalitet än dagens returpapper. Sellbergs försök har omfattat 8 ton kartong vilket inte innebär att bruken kan tillgodogöra sig större mängder av denna returfibervara.

Parallellt med FoU inom sorteringsområdet måste det klargäggas i vilka mängder bruken kan använda returvaran. FoU kan erfordras inom processtekniken.

Central maskinell sortering kan medföra att den vanliga insamlingen av rena tidningar inte fortsätter. Frågan är om detta är en önskvärd utveckling. Bygger bruken avfärgningsanläggningar och produktionslinjer speciellt inriktade på ett visst snävt angränsat returpapperssortiment synes effekten kunna bli starkt negativ.

Glas

Den manuella utsorteringen av glas ger en returvara som kan återanvändas efter måttliga kompletterande sorteringsinsatser vid glasbruket.

Vid central maskinell sortering av avfallet är det möjligt att ta ut större delen av glasinnehållet men med denna följer också andra keramiska produkter, porslin, lergods etc. En sådan blandning är värdelös som råvara för glasindustrin. Separeringen av glas från porslin kräver ytterst sofistikerad maskinell utrustning. I USA bedrivs försök med separering av glaskross, t ex efter färg men produktionsfärdig utrustning finns så vitt bekant ännu ej. En uppföljning av de amerikanska försöken bör genomföras.

Metall

Huvudparten av hushållsavfallets metallinnehåll utgörs av burkplåt, som är ett lågvärdigt skrot förorenat av bl a tenn. Med burkarna följer aluminium och i den av Persöner Miljöteknik AB utvecklade sorteringsmaskinen (Frans) kan aluminiets avskiljas från bleckplåten.

Den centrala maskinella sorteringen torde kunna öka återfångsten av burkplåt. Brukens möjligheter att nyttiggöra sådant skrot i större mängder bör klarläggas.

Kontamineringen av stålskrot är ett växande problem och forskning pågår vid KTH rörande möjligheterna att utveckla metallurgiska processer som skulle göra det möjligt acceptera denna kontaminering, i första hand koppar men också tenn. Dessa metaller tolereras ej vid framställning av högvärdigt stål. Ett fortsatt stöd till denna forskning är angelägen.

Komplext skrot utgör ett växande problem för återvinningsindustrin. Forskning som möjliggör effektiv separering av olika metaller i t ex elektronisk utrustning och elmotorer bör stödjas.

Plast

Möjligheterna till återanvändning av utsorterad plast är för närvarande starkt begränsade och det synes nu ej finnas skäl för andra stödåtgärder än för uppföljning av och utvärdering av de försök som pågår utomlands speciellt i Japan och USA.

Armerad plast speciellt glasfiberarmerad utgör ett ökande problem. Från AP-industrin ställs önskemål om att detta avfallsproblem studeras. Förbränning, där plastens energiinnehåll t ex skulle kunna nyttiggöras, kan ej ske i konventionella ugnar på grund av de problem som uppstår när glaskomponenten smälter. För att studera möjligheten att utnyttja såväl avfallets energiinnehåll som glaset behövs ekonomiskt stöd.

Övriga områden

Utöver de FoU-förslag som presenterats i de föregående avsnitten, som berör de tyngre flödena av avfall, har ett flertal andra projekt presenterats. Många av dessa är uppenbart intressanta ur återvinningssynpunkt, t ex återvinning av metaller genom vätskeextraktion, återvinning av metallstoft vid gasrening. Det är emellertid svårt att avgränsa vad som har en sådan energibesparande konsekvens att det kan anses ligga inom EPK:s intresseområde.

Åtgärder för att förenkla återvinningen har också diskuterats. Som exempel kan nämnas att böcker som förses med plastpärmar inte återvinnes då arbetskostnaden för sorteringsoperationen blir för hög.

Ett villkor för att det skall vara rimligt att göra anpassningar av produkter i syfte att möjliggöra eller förenkla återvinningen är dock att de med hög sannolikhet skall hamna i ett återvinningsförlopp. Detta är inte fallet med dagens blandade avfall.

Det centrala problemet för att åstadkomma en ökad återvinning är alltså att åstadkomma en hög grad av infångning av avfallet och en sorteringsoperation. Den kommunala renhållningen har löst infångningssteget men inte sorteringen.

När en väl utvecklad insamlings- och sorteringsverksamhet fungerar bör forskningen inriktas på att anpassa produkter som utgör de vanligaste komponenterna i avfallet så att en mer total cirkulation kan åstadkommas.

Konstruktiv anpassning av produkter med längre livslängd är sannolikt svårare att motivera genom att effekterna av åtgärder tar lång tid att slå igenom. T ex 10-15 år för bilar och 15-30 år för kylskåp. Å andra sidan kan man med god precision förutse hur produkterna som skall återvinnas ser ut vilket underlättar valet av återvinningsprinciper. Möjligheter till bättre konstruktioner ur denna synpunkt kan åstadkommas genom information till konstruktörerna av dessa produkter.

FoU-insatser som syftar till att öka återvinningsmöjligheter kräver statligt stöd för att kunna genomföras.

6.13 Beräknade kostnader för FoU-verksamhet

Avfallet - och främst då det blandade avfallet - är ett område som försumrats under en längre tid. Det har nu fått en hög aktualitet, först genom miljöfrågorna, nu av energiskäl och en befarad framtida råvaruknapphet. Själva syftet med avfallsbehandlingen är under omprövning. Från att ha betraktats som en belastning börjar man finna att det även finns en tillgångssida i balansräkningen. Anledningarna till att vi önskar behandla avfallet annorlunda är således flera. Det går emellertid inte att enkelt avgränsa området i delar som kan hänföras till det ena eller andra syftet. En sådan gränsdragning - i den utsträckning det är möjligt - skulle inte heller leda till en operativt lämplig indelning för styrning av insatserna.

En mängd insatser av både kort- och långsiktig karaktär pågår. De närmaste årens verksamhet bör till stor del inriktas på att söka lämpliga lösningar som kan leda utvecklingen in på nya banor. Erforderliga kortsiktiga åtgärder har också i stor utsträckning redan initierats - ofta av andra anledningar än energisituationen. Uppföljningen av dessa och den internationella utvecklingen kommer att ha avgörande betydelse för det fortsatta FoU-behovets inriktning.

En bedömning av lämpliga insatser med energianknytning måste därför grundas på mera övergripande bedömningar av utvecklingen av de pågående och föreslagna projekten.

FoU-insatser kan ske inom olika ambitionsnivåer, syftande till att

- A. Följa utvecklingen i andra länder genom att bevaka facklitteratur etc.
- B. Aktivt följa utvecklingen utomlands, exempelvis att genom resor på ort och ställe närmare ta del av gjorda insatser och resultat.
- C. Deltaga i internationella projekt.
- D. Satsa på egna projekt inom landet.

Till övervägande del bör avfallsområdet kunna bevakas under nivåerna A och B. I avsnitt 6.10 har projekt berörts som bör kunna anses så värdefulla att FoU-stöd kan vara motiverat för att följa upp redan gjorda insatser.

För nivå A och B bör en årlig insats av storleksordningen 500 000 kr vara tillfylles. Denna summa fördelar sig lika på det blandade avfallet och på det rena industriavfallet.

För de i avsnitt 13 angivna projekten vari ingår bl a utveckling av maskinell utrustning för sortering och återvinning av papper, glas och plåt samt försöksanläggning för pyrolys behövs ett FoU-stöd enligt följande.

För de närmaste två åren storleksordningen 6 milj kr och för de därpå följande tre åren inom 5-årsperioden storleksordningen 1,5 milj kr/år. Här nämnda kostnader faller till övervägande del på det blandade avfallet. De uppskattade och här angivna kostnaderna tar enbart hänsyn till forskningsinsatser avseende energiutvinning. Energi- och miljöfrågor är som tidigare påpekats intimt förknippade med varandra och den totala ramen för ett program avseende FoU-behov inom avfallsområdet blir på grund härav avsevärt större än de ovan angivna siffrorna.

Bihang 1

PÅGÅENDE ELLER NYLIGEN AVSLUTADE FOU-PROJEKT INOM
OMRÅDET AVFALLSHANTERING-ÅTERVINNING I SVERIGE

Källa: Nordforsk: Områdesstudium - miljöskyddsteknik.
Delområde avfall. Rapport 29 april 1974.

Utdrag av projekt med speciellt intresse för EPK.

Förteckningen upptar pågående projekt och projekt som avslutats under de tre senaste åren.

Projektets titel	Institution, person	Beloppsram, tidsram	Finan- siering
Transporter från bygg- platsen	SC R Larsson	377.000 1971 - 73	BFR
Industriellt åter- vinningsystem för omhändertagande av värdefullt material ur osorterat hushålls- avfall	SF	1.400.000 2.600.000 1973 - 75	STU SF
Fysisk separering av material ur hushålls- avfall	A Z Sellberg A Wanneg	600.000 1973 - 74	STU
Förbränning av bark och hushållsavfall i kombination	Götaverken	75.000 1973 - 75	STU
Soppyrolys	KTH O Lindström	1968 -	
Förbränningsegenskaper hos förpackningar	SFFI C Hocking		STU SSFI
Undersökning av luft- föroreningar i samband med kommunal avfalls- förbränning	IVL B Heimler	295.000 1972 - 74	SNV
Åtgärder för minskning av erosion och korro- sion i förbrännings- anläggningar för avfall	Ångpanne- föreningen	100.000 1972 - 74	STU

Projektets titel	Institution, person	Beloppsram, tidsram	Finan- siering
Gödselhanteringens mikrobiologi	Alfa Laval	290.000 1973 - 76	STU
Metod för samkomposter- ing av slam och torr- avfall	Johnson Construction	280.000 1973 - 75	STU
Barkkompostering	KTH L Enebo	8.500 1972 - 73	SNV
Komposteringsförsök i bänkskala med bland- ningar av fast och halvflytande avfall från industri, kommun och lantbruk	KTH L Enebo	170.200 1970 - 74	STU
Slamkompostering av slam och sopor, Laxå	Laxå Kommun SNV G Hovsenius	3.600 000 1973 - 78 1.000.000 1972 - 74	STU SMV
Bark som substrat för mikroorganismer	Umeå Univers. Inst. f. mikrobiologi	170.000 1971 - 73	STU
Sluten betprocess och återvinning av metal- ler vid regenerering av betblad	Järnkantoret	90.000 1972 - 74	STU
Processvattencirkula- tion vid mineralbered- ningsverkrening och slambehandling	IVL	80.000 1973 - 75	IVL
COBO processens ut- nyttjande för utvin- ning av mineraltek- niska och metallur- giska restprodukter	KTH P G Kihlstedt	70.000 1973 - 74	
Nyttiggörande av stoft från gasreningsanlägg- ningar	Järnkantoret	200.000 1972 - 73	STU
Framställning av rekon- strukturerat läder på basis av collagenhalti- ga avfalls- eller bi- produkter från garveri- industrin	Klippans Läderfabrik	31.000	STU

Projektets titel	Institution, person	Beloppsram, tidsram	Finan- siering
Regenerering av betblad från betning av rostfritt stål (Ax proces.)	Stora Kopparberg	200.000 1971 - 73	STU
Metallåtervinning från kollektivt metallavfall genom vätskeextraktion	C + H J Rydberg	90.000 1972 - 73	STU
Metallåtervinning från kollektivt metallavfall genom vätskeextraktion	Mx - process	400.000 1973 - 74	STU
Selektiv återvinning och separation av metaller genom extraktion och elektrodialys	KTH E Högfeldt	75.000	STU
Bearbetat gummiavfall (gamla däck) för tillverkning av främst massor av vägbeläggningar m m	Skega M Ericsson	150.000 1970 - 71	STU
Konstruktion och byggande av avfallskomprimator för villor, fritidshus, båtar, tåg etc	Orwa	20.600 1971 - 72	STU
Bark som vägbyggnads-material	Skogshögskolan N Nykvist		
Utveckling av maskin inom spånskivindustrin för framställning av högkvalitativ spån med utgångspunkt från huggen flis av olika slags vedavfall	Krima	132.000 1971 - 73	STU
Avlägsnande av tennur stål	KTH S Eketorp	70.000 1972 - 73	STU
Processteknisk avfallshantering	FOA G Lindner	50.000 1973 - 74	STU
Metodik för behandling av industriellt avfall	IVL	395.000 1974 - 75	IVL

Projektets titel	Institution, person	Beloppsram, tidsram	Finan- siering
Avfärgning av tidnings- och journalpapper	YKI, TFL S Friberg L Larsson	100.000 1973 - 74	STU
Återvinning av mjuk- gjort PVC-avfall innehållande textil- armering	Barracudaverken	170.000 1973 - 76	STU
Kartläggning av av- fallshanteringen 1971 inom kemikalieindustrier, oljeraffinaderier samt järn-, stål och ferro- legeringsverk	SNV	1972 - 73	SNV
Avfallshantering - inventering av utländska insatser	IVA	85.000 1972 - 74	STU
Utvärdering av pyrolys- metoden som behandlings- metod för avfall	K-Konsult	90.000 1973 - 74	STU
Myndigheter, organisa- tioner, lagar samt forskning inom området avfallshantering - åter- vinning	IVA L O Södergren	Del av S 22.7	SNV
Hantering av skogsindus- triellt avfall	IVL	270.000 1973 - 75	IVL
Undersökning av faktorer som påverkar hushåll- avfallets sammansättning	K-Konsult	18.000 1972 - 73	STU
Stålintustrins avfalls- problem	IVL	65.000 1974 - 75	IVL
Användning av mineral- beredningens restmassor	KTH + SG		Egen
Samarbete IVA - Bureau of Mines	IVA-BM	Planerad	STU
Materialomsättningen i samhället	IVA G Hambræus S Lindeberg	180.000 1972 - 73	BFR

Projektets titel	Institution, person	Beloppsram, tidsram	Finan- siering
Marknadsbetingelserna för avfallsbaserade produkter	SIAR L Persson	50.000 1972 - 73	STU
Systemanalys, hushålls- avfall	Ekman		SNV
Tekniska och ekonomiska möjligheter att nyttig- göra avfall. Åter- vinning vid källan	Å Jernqvist S Bjerninger G Lindh	50.000 1972 - 73	STU
Analys av utvecklingen på förpackningsområdet med sikte på minskade avfallsmängder och lämpliga egenskaper för återvinning eller oskadliggörande	SI	24.000 1972 - 73	STU
Återanvändning av avfall	IVA L O Södergren G Hambræus	145.000 1972 - 74	SNV
Återvinning av industri- avfall	LU T Jönsson	10.000	SNV
Transport av avfall - val av avfallstransport- system	LtH S Bjerninger	111.000 1972 - 73	STU
Totalmodell för åter- vinning	K-Konsult	1974	STU
Avfallsterminologisk utredning	TNC	140.000 1973 - 76	SNV + TNC

Kronologisk förteckning

1. Orter i regional samverkan. A.
2. Ortsbundna levnadsvillkor. A.
3. Produktionskostnader och regionala produktionssystem. A.
4. Regionala prognoser i planeringens tjänst. A.
5. Boken Litteraturutredningens huvudbetänkande. U.
6. Förenklad konkurs m. m. Ju.
7. Barn- och ungdomsvård. S.
8. Rättegången i arbetstvister. A.
9. Samhälle och trossamfund. Sammanställning av remissyttrandet över betänkanden av 1968 års beredning om stat och kyrka. U.
10. Data och näringspolitik. I.
11. Svensk industri. Delrapport 1. I.
12. Svensk industri. Delrapport 2. I.
13. Svensk industri. Delrapport 3. I.
14. Svensk industri. Delrapport 4. I.
15. Sänkt pensionsålder m. m. S.
16. Neutral bostadsbeskattning. Fi.
17. Solidarisk bostadspolitik. B.
18. Solidarisk bostadspolitik. Bilagor. B.
19. Högskoleutbildning. Läkarutbildning för sjuksköterskor. U.
20. Förslag till skatteomläggning m. m. Fi.
21. Markanvändning och byggande. B.
22. Vattenkraft och miljö. B.
23. Reklam V. Information i reklamen. U.
24. Förslag till hamnlag. K.
25. Fri sterilisering. Ju.
26. Motorredskap. K.
27. Mindre brott. Ju.
28. Råntelag. Ju.
29. Att utvärdera arbetsmarknadspolitik. A.
30. Jordbruk i samverkan. Jo.
31. Unga lagöverträdare V. Ju.
32. Solidarisk bostadspolitik. Följdfrågor. B.
33. Att översätta Gamla testamentet. U.
34. Grafisk industri i omvandling. I.
35. Spridning av kemiska medel. Jo.
36. Skolan, staten och kommunerna. U.
37. Mut- och bestickningsansvaret. Ju.
38. FFV. Förenade fabriksverken. I.
39. Socialvården. Mål och medel. S.
40. Socialvården. Mål och medel. Sammanfattning. S.
41. Statsbidrag till kommunal färdtjänst, hemhjälp och familjedagverksamhet. Fi.
42. Barns fritid. S.
43. Utställningar. U.
44. Effekter av förpackningsavgiften. Jo.
45. Samordnad traktamentsbeskattning. Fi.
46. Befordringsförfarandet inom krigsmakten. Fö.
47. Installationssektorn. I.
48. Installationssektorn. Bilagor. I.
49. Bevisningslag för skatte- och avgiftsprocessen. Fi.
50. Information och medverkan i kommunal planering. Rapport. Kn.
51. Utbildning i förvaltning inom försvaret. Del 1. Fö.
52. Utbildning i förvaltning inom försvaret. Del 2. Fö.
53. Skolans arbetsmiljö. U.
54. Vidgad vuxenutbildning. U.
55. Utsökningsrätt XIII. Ju.
56. Närförläggning av kärnkraftverk. I.
57. Lägenhetsreserv. B.
58. Skolans arbetsmiljö. Bilagor. U.
59. Sexual- och samlevnadsundervisning. U.
60. Trafikbullen. Del I. Vågtrafikbullen. K.
61. Trafikbullen. Bilagedel. K.
62. Studiestöd åt vuxna. U.
63. Internationellt patentsamarbete I. H.
64. Energi 1985, 2000. I.
65. Energi 1985, 2000. Bilaga. I.
66. Svenska kyrkans gudstjänst. Huvudgudstjänster och övriga gudstjänster. Band 1. Gudstjänstordning m. m. U.
67. Svenska kyrkans gudstjänst. Huvudgudstjänster och övriga gudstjänster. Bilaga 1. Gudstjänst i dag. Liturgiska utvecklingslinjer. U.
68. Svenska kyrkans gudstjänst. Huvudgudstjänster och övriga gudstjänster. Bilaga 2. Den liturgiska försöksverksamheten 1969-1972. U.
69. Invandrarutredningen 3. Invandrarna och minoriteterna. A.
70. Invandrarutredningen 4. Bilagor. A.
71. Om antagning till högskolan. U.
72. Energiforskning. Program för forskning och utveckling. I.
73. Energiforskning. Expertmaterial utarbetat på uppdrag av Energiprogramkommittén. Avdelning A. Utvinning av energiråvaror och industriell energiproduktion. I.
74. Energiforskning. Expertmaterial utarbetat på uppdrag av Energiprogramkommittén. Avdelning B. Näringslivets energianvändning. I.



Systematisk förteckning

Justitiedepartementet

Förenklad konkurs m. m. [6]
Fri sterilisering. [25]
Mindre brott. [27]
Räntelag. [28]
Unga lagöverträdare V. [31]
Mut- och bestickningsansvaret. [37]
Utsökningsrätt XIII. [55]

Försvarsdepartementet

Befordringsförfarandet inom krigsmakten. [46]
Krigsmaktens förvaltningsutbildningsutredning. 1. Utbildning i förvaltning inom försvaret. Del 1. [51]
2. Utbildning i förvaltning inom försvaret. Del 2. [52]

Socialdepartementet

Barn- och ungdomsvård. [7]
Sänkt pensionsålder m. m. [15]
Socialutredningen. 1. Socialvården. Mål och medel. [39]
2. Socialvården. Mål och medel. Sammanfattning. [40]
Barns fritid. [42]

Kommunikationsdepartementet

Förslag till hamnlag. [24]
Motorredskap. [26]
Trafikbulerutredningen. 1. Trafikbuler. Del I. Vägtrafikbuler. [60]
2. Trafikbuler. Bilagedel. [61]

Finansdepartementet

Neutral bostadsbeskattning. [16]
Förslag till skatteomläggning m. m. [20]
Statsbidrag till kommunal färdtjänst, hemhjälp och familjedag-hemsverksamhet. [41]
Samordnad traktamentsbeskattning. [45]
Bevisäkringslag för skatte- och avgiftsprocessen. [49]

Utbildningsdepartementet

Boken. Litteraturutredningens huvudbetänkande. [5]
Samhälle och trossamfund. Sammanställning av remissyttrandena över betänkanden av 1968 års beredning om stat och kyrka. [9]
Högskoleutbildning. Läkarutbildning för sjuksköterskor. [19]
Reklam V. Information i reklamen. [23]
Att översätta Gamla testamentet. [33]
Skolan, staten och kommunerna. [36]
Utställningar. [43]
Skolans inre arbete. 1. Skolans arbetsmiljö. [53] 2. Skolans arbetsmiljö. Bilagor. [58]
Vidgad vuxenutbildning. [54]
Sexual- och samlevnadsundervisning. [59]
Studiestöd åt vuxna. [62]
1968 års kyrkohandboks kommitté. 1. Svenska kyrkans gudstjänst. Huvudgudstjänster och övriga gudstjänster. Band 1. Gudstjänstordning m. m. [66] 2. Svenska kyrkans gudstjänst. Huvudgudstjänster och övriga gudstjänster. Bilaga 1. Gudstjänst i dag. Liturgiska utvecklingslinjer. [67] 3. Svenska kyrkans gudstjänst. Huvudgudstjänster och övriga gudstjänster. Bilaga 2. Den liturgiska försöksverksamheten 1969-1972. [68]
Om antagning till högskolan. [71]

Jordbruksdepartementet

Jordbruk i samverkan [30]
Spridning av kemiska medel. [35]
Effekter av förpackningsavgiften. [44]

Handelsdepartementet

Internationellt patentsamarbete I. [63]

Arbetsmarknadsdepartementet

Expertgruppen för regional utredningsverksamhet. 1. Orter i regional samverkan. [1] 2. Ortsbundna levnadsvillkor. [2] 3. Produktionskostnader och regionala produktionssystem. [3] 4. Regionala prognoser i planeringens tjänst. [4]
Rättegången i arbetstvister. [8]
Att utvärdera arbetsmarknadspolitik. [29]
Invandrarutredningen. 1. Invandrarutredningen 3. Invandrarna och minoriteterna. [69] 2. Invandrarutredningen 4. Bilagor. [70]

Bostadsdepartementet

Boende- och bostadsfinansieringsutredningarna. 1. Solidarisk bostadspolitik. [17] 2. Solidarisk bostadspolitik. Bilagor. [18] 3. Solidarisk bostadspolitik. Följdfrågor. [32] 4. Lägenhetsreserv. [57]
Markanvändning och byggnad. [21]
Vattenkraft och miljö. [22]

Industridepartementet

Data och näringspolitik. [10]
Industristrukturutredningen. 1. Svensk industri. Delrapport 1. [11] 2. Svensk industri. Delrapport 2. [12] 3. Svensk industri. Delrapport 3. [13] 4. Svensk industri. Delrapport 4. [14]
Grafisk industri i omvandling. [34]
FFV. Förenade fabriksverken. [38]
Installationsbranchutredningen. 1. Installationssektorn. [47] 2. Installationssektorn. Bilagor. [48]
Närförläggande av kärnkraftverk. [56]
Energiprognosutredningen. 1. Energi 1985, 2000. [64] 2. Energi 1985, 2000. Bilaga. [65]
Energiprogramkommittén. 1. Energiforskning. Program för forskning och utveckling. [72] 2. Energiforskning. Expertmaterial utarbetat på uppdrag av Energiprogramkommittén. Avdelning A. Utvinning av energiråvaror och industriell energiproduktion. [73] 3. Energiforskning. Expertmaterial utarbetat på uppdrag av Energiprogramkommittén. Avdelning B. Näringslivets energianvändning. [74]

Kommundepartementet

Information och medverkan i kommunal planering. Rapport. [50]

Kronologisk förteckning

1. Sverigefinnarna och deras organisationer
2. Naturorienterande ämnen i grundskolan i Norden, årskurserna 1-6
3. Förslag till Nordisk tentamensgyldighet
4. Grunnskolen i Norden
5. Specialundervisning i Norden
6. Færøylene i Norden
7. Högre utbildning av sykepleiere
8. Äldres integration i samhället
9. Kontrollpolitik och narkotika

KUNGL. BIBL.
22 OKT 1974
STOCKHOLM





LiberFörlag
Allmänna Förlaget

ISBN 91-38-02079-3