



Ur KB:s samlingar

Digitaliserad år 2013



National Library
of Sweden

INDUSTRI

Slutbetänkande
från
Petroindustri-
utredningen

STENUNGSBUND

GÖTEBORG

STOCKHOLM

1976:59

NOVA

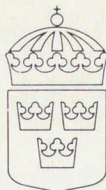
PETRO
INDUSTRIN
I SVERIGE

PETRO
KEMISK
INDUSTRI

Slutbetänkande
från
Petroindustri-
utredningen



9
28



Statens offentliga utredningar

1976:59

Industridepartementerna

Petroindustrin i Sverige – petrokemisk industri

Slutbetänkande från Petroindustriutredningen

Stockholm 1976

Omslag Roland Klang
ISBN 91-38-03075-6
ISSN 0375-250x
Gotab, Stockholm 1976

Till Statsrådet och chefen för industridepartementet

I direktiven givna hösten 1972 uppdrogs åt petroindustriutredningen att klarlägga utformningen av från samhällssynpunkt bästa möjliga struktur och utbyggnad av transport, raffinering och vidareförädling av olja och naturgas. Härvid framhölls att arbetet borde inriktas på en analys av de samhälleliga konsekvenserna av olika utbyggnads-, kapacitets- och lokaliseringsalternativ. Utredningen har tidigare publicerat två rapporter, "Petroindustrin i Sverige - En inventering", Ds I 1973:5 och "Petroindustrin i Sverige - Alternativa raffinaderilägen", Ds I 1974:7.

Föreliggande utredning, som samtidigt är kommitténs slutrapport, behandlar den petrokemiska industrin, dvs den industri som ur petroleum- och naturgasfraktioner framställer kolväten eller kolvätefraktioner lämpliga för vidare kemisk omvandling till organiska kemikalier och polymerprodukter.

Petroindustriutredningens ledamöter har varit:
sakkunniga: före generaldirektören Erik Grafström, ordförande, direktör Arne Carlsson, teknologie doktor Ingmar Eidem, riksdagsman Sven Gustafson, riksdagsman Karl-Erik Häll, direktör Alfred Nettelbrandt, generaldirektör Valfrid Paulsson, direktör Bengt Tengroth och förbundsordförande Enar Ågren.

Som experter i utredningen har medverkat:
docent Alf Carling, direktör Gunnar Fredenmark, civilingenjör Göran Gustavsson, direktör Jan-Erik Kignell, kanslirådet Leif Sjöström och departementssekreterare Jan Thyberg.

Utredningens sekreterare har varit pol mag Torsten Löfgren. Biträdande sekreterare har varit civilingenjör Gunnar Sedvallson och civilekonom Lenart Widell (1972-12-01-1975-09-30). Sekretariatet har vidare biträts av sacionom Torgny Löfgren (1975-10-01-1976-03-15). Administrativ sekreterare har varit fru Irene Blomberg.

Civilingenjör Jan-Erik Uddegård, AB Svensk Petrokemisk Utveckling, har utarbetat avsnittet om petrokemiska processer, underbilaga till bilaga 1, samt bilaga 4, "Prognos över framtida förbrukning av olika petrokemiska produkter".

Utredningen vill framföra ett tack till de företag, institutioner och myndigheter som välvilligt ställt material till förfogande och bidragit med värdefulla synpunkter.

I och med överlämnandet av föreliggande utredning anser sig kommittén ha fullgjort sitt uppdrag.

Stockholm i september 1976

Erik Grafström

Arne Carlsson

Karl-Erik Häll

Bengt Tengroth

Ingmar Eidem

Alfred Nettelbrandt

Enar Ågren

Sven Gustafson

Valfrid Paulsson

/Torsten Löfgren

Innehåll

I	<i>Problemställning och angreppsmetod</i>	15
1.1	Problemställning	15
1.2	Angreppsmetod	16
1.3	Rapportens disposition	18
II	<i>Den petrokemiska industrins struktur och marknader</i>	19
2.1	Definitioner och avgränsningar	19
2.2	Den internationella bakgrunden	21
2.3	Petrokemisk industri i Sverige och övriga Norden	22
2.4	Marknaden för petrokemiska produkter i Sverige	28
III	<i>Råvaror, teknik och transporter</i>	33
3.1	Råvaror för petrokemisk produktion	33
3.2	Produktionsteknik och -ekonomi	36
3.3	Transporter och lagring	38
IV	<i>Miljöpåverkan</i>	41
4.1	Yttre miljö	41
4.2	Inre miljö	
V	<i>Bedömning av marknadsutvecklingen för petrokemiska produkter fram till år 1990</i>	49
5.1	Använd metod	49
5.2	Bedömning av marknadsutvecklingen för vissa primärprodukter och derivat	50
5.3	Sammanfattning av förbrukningsutvecklingen av primärprodukterna eten, propen, butadien och bensen	55
VI	<i>Produktionsscenarioer för petrokemisk industri i Sverige</i>	57
6.1	Allmänna förutsättningar	57
6.2	Produktionsscenario 1	59
6.3	Produktionsscenario 2	60
6.4	Produktionsscenario 3	64
6.5	Diskussion av erhållna resultat	64
VII	<i>Sammanfattande bedömning</i>	73
7.1	Allmän utgångspunkt	73

7.2	Utbyggnad av petrokemisk industri i Sverige	73
7.3	Samråds- och informationsbehov	76

Bilagor

1	<i>Karaktäristiska drag inom petrokemisk industri</i>	77
1.1	Definitioner och beskrivningar av petrokemiska produktionslinjer	77
1.2	Förbrukning av petrokemiska produkter	85
1.3	Råvaruförsörjning	87
1.4	Industrins lokalisering i Europa	91
1.5	Ägarstruktur	96
1.6	Produktionsteknik – Ekonomi	102
1.7	Transporter och lagring	112
1.8	Inre miljö	128
1.9	Yttre miljö	143
	 Underbilaga <i>Petrokemiska processer</i>	 151
2	<i>Petrokemisk industri i Sverige och Norden fram till 1975</i>	179
2.1	Marknaden för vissa petrokemiska produkter	179
2.2	Produktionsförhållanden	193
2.3	Material- och energibalanser för Stenungsunds petrokemiska industri	209
2.4	Stenungsund – Befolkning och arbetsmarknad	213
2.5	Yttre miljö i Stenungsund	219
3	<i>Lokaliseringsfaktorer för petrokemisk industri – en sammanfattning</i>	229
3.1	Överregionala lokaliseringfaktorer	230
3.2	Inomregionala lokaliseringfaktorer	234
3.3	Styrning från stat och kommun	237
4	<i>Prognos över framtida förbrukning av olika petrokemiska produkter</i>	241
1	Prognosens syfte och begränsningar	243
2	Tillämpad prognosmetod	244
3	Framtida förbrukning av vissa petrokemiska produkter i Sverige och övriga Norden	263
4	Sammanfattning av nuvarande och framtida förbrukning av primärprodukterna eten, propen, butadien och bensen	337
5	<i>Ordförklaringar</i>	339
6	<i>Utredningens direktiv</i>	347

Tabeller och figurer

Förteckning över tabeller

Kapitel I-VII

1	Världsproduktionen 1972 av vissa kemiska produkter	21
2	Världsförbrukningen 1973 av de största basplatserna	21
3	Etenkapaciteten för några västeuropeiska länder 1964-1975	22
4	Sysselsättning och saluvärde inom den petrokemiska industrin 1974/75	25
5	Kapaciteten för processanläggningarna inom Stenungsunds-komplexet år 1975	27
6	Förbrukningen av vissa petrokemiska produkter i Sverige år 1973 i ton	28
7	Produktion, utrikeshandel och förbrukning av vissa basplaster år 1973 i tusen ton	29
8	Per capitakonsumtionen år 1973 i vissa länder av LD-polyeten, HD-polyeten, PVC och polypropen. Kg/person	29
9	Produktutbyten vid krackning av olika råvaror, 1 000 ton per år	34
10	Vattenföreningar från några petrokemiska anläggningar	43
11	Sammanställning över de petrokemiska industriernas i Stenungsund utsläpp år 1975	45
12	Bränder och explosioner inom petrokemiska industrin	46
13	Yrkesskador i USA:s kemiindustri 1971-73. Talen anger antal yrkesskador per miljon arbetstimmar	47
14	Beräkning av ekvivalentförbrukningen av eten i Sverige 1990	52
15	Beräkning av ekvivalentförbrukningen av propen i Sverige 1990 (exklusive akrylfiber).	53
16	Beräkning av ekvivalentförbrukningen av bensen i Sverige 1990	54
17	Verklig och ekvivalentförbrukning av eten, propen, butadien och bensen i Sverige 1974 samt förväntad ekvivalentförbrukning av dessa produkter 1990	55
18	För den nordiska marknaden tänkbara anläggningsstorlekar	58
19	Sveriges andel av den totala nordiska förbrukningen av olika petrokemiska produkter 1974	59
20	Produktion, förbrukning och teoretisk självförsörjningsgrad för LD-polyeten i Sverige under tidsperioden 1963-1974	60
21	Produktion, förbrukning och teoretisk självförsörjningsgrad för PVC i Sverige under tidsperioden 1960-1974	61
22	Inom landet befintlig produktionskapacitet för vissa petrokemiska produkter, offentliggjord/beviljad kapacitetsutbyggnad samt tillkommande produktionskapacitet till år 1990 enligt scenario 1	65
23	Under perioden 1975-1990 tillkommande produktionskapacitet enligt produktionsscenario 1-3	66

24	Erforderlig kapitalinvestering, antal arbetstillfällen samt investering per arbetstillfälle vid förverkligande av produktionsscenario 1-3. 1974 års priser	66
25	Uppskattad inhemsk förbrukning av eten, propen, butadien och bensen år 1974 samt beräknad förbrukning 1990 enligt produktionsscenario 1-3	67

Bilaga 1

1:1	Världsproduktionen 1972 av vissa kemiindustriprodukter	85
1:2	Världsproduktionen av basplaster 1950-1970	86
1:3	Basplastförbrukningen i olika områden 1970	86
1:4	Världsförbrukningen 1973 av de största basplasterna	86
1:5	Egenskaper hos petrokemiska råvaror	88
1:6	Importpriser till Sverige för råolja och gasbensen	89
1:7	Sammansättning hos naturgas från olika fält (volym %).	90
1:8	Aromater som kan framställas genom hydrering av stenkol	91
1:9	Etenkapacitet i Västeuropa 1964 (kton)	92
1:10	Etenkapacitet i Europa 1975 (kton)	94
1:11	Oljebolagens etenkapaciteter i Västeuropa (kton)	97
1:12	Produkter från ångcrackning av olika råvaror (vikts %)	104
1:13	Utbyggnad av etenkapaciteten i Wilton	107
1:14	Investeringar i petrokemiskt komplex	108
1:15	Etenanläggningar vid ROW	109
1:16	Kostnader för investeringar i kemisk industri i Holland och USA	109
1:17	Exempel på produktionskostnadsstruktur i ett petrokemiskt komplex	110
1:18	Energiförbrukningen vid produktion av vissa basmaterial	111
1:19	Energiförbrukning - fabricerade produkter	111
1:20	Import av gasbensen till Sverige (tusen m ³)	113
1:21	Det ursprungliga EG:s utrikeshandel med primär- och mellanprodukter 1974 (kton)	114
1:22	Det ursprungliga EG:s utrikeshandel med basplaster 1974 (kton)	114
1:23	Olika handelsnamn på polyeten	115
1:24	Stordriftsfördelar för råoljetankers	116
1:25	Fysikaliska data av betydelse ur transportsynpunkt	118
1:26	Kostnadsjämförelse mellan LNG- och råolfjartyg	118
1:27	Investeringar i etenrörledningar	121
1:28	Kostnadsjämförelse mellan eten- och oljefartyg	123
1:29	Sveriges import av eten 1967-1974 (kton)	124
1:30	Kostnadsjämförelse mellan propen- och oljefartyg	125
1:31	Bränder och explosioner inom petrokemiska industrin	133
1:32	Storbränder i svensk industri 1970-1974	134
1:33	Orsaker till bränder och explosioner i kemiindustrin	135
1:34	Från brandrisksynpunkt intressanta egenskaper hos några ämnen	135
1:35	Yrkesskador i svensk industri 1972	136

1:36	Yrkesskador i Stenungsundsindustrin	137
1:37	Yrkesskador i USA:s industri 1973	137
1:38	Yrkesskador i USA:s kemiindustri 1971-1973.	137
1:39	Orsaker till yrkesskador i Danmark.	138
1:40	Orsaker till yrkesskador i Sverige 1972.	138
1:41	Orsaker till olycksfall i Stenungsundsindustrin 1970-1974.	139
1:42	Typer av yrkesskador.	139
1:43	Yrkessjukdomar i svensk industri 1972	140
1:44	Besvärshäufigheter hos Fabriks medlemmar 1975	141
1:45	Luftföroreningar från befintliga anläggningar i USA	145
1:46	Vattenförorening från några petrokemiska anläggningar	148

Bilaga 2

2:1	Förbrukning av vissa större petrokemiska produkter	179
2:2	Produktion, handel och förbrukning av basplaster i kton, 1973	180
2:3	Förbrukning av plaster i kg per invånare	181
2:4	Sveriges utrikeshandel av basplaster 1960 samt perioden 1969-1973.	182
2:5	Sveriges utrikeshandel 1973 med de "stora basplasterna"	182
2:6	Prisutvecklingen för olika basplaster	182
2:7	Förbrukning av HDPE åren 1960 och 1973 i Sverige m. fl. länder samt världen	184
2:8	Marknadssituationen för HDPE i Norden 1973	186
2:9	Förbrukningen av LDPE 1960 och 1973 i Sverige m. fl. länder	186
2:10	Marknadssituationen för LDPE i Norden 1973	188
2:11	Förbrukningen av polypropen i vissa länder	188
2:12	Förbrukningen av PVC-harts år 1960 och 1973 för Sverige m. fl. länder	189
2:13	Marknadssituationen för PVC i Norden 1973	191
2:14	Förbrukning av styrenplaster år 1965 och 1973 för Sverige m. fl. länder	192
2:15	Marknadssituationen för obearbetade styrenplaster i Norden år 1973	192
2:16	Petrokemisk industri i Norden	196
2:17	Anställda inom den petrokemiska industrin 1975/76	199
2:18	Kapaciteter för processanläggningar inom det petrokemiska komplexet i Stenungsund	200
2:19	Arbetsställdas struktur	201
2:20	Saluvärde 1974 inom vissa industrigrenar (preliminärt)	201
2:21	Antal anställda och saluvärde i miljoner kr 1973 inom plast-, färg- och gummiindustrin	204
2:22	Antal arbetsställen inom plast-, färg- och gummiindustrin 1973	204
2:23	Anställda och arbetsställen efter storlek inom den polymerbearbetande industrin i Norge 1973	205
2:24	Arbetskraft inom den polymerbearbetande industrin i Finland 1972	208
2:25	Arbetskraft och struktur inom den polymerbearbetande industrin i Danmark 1972	208

2:26	Inflyttare fördelade efter avstånd till utflyttningssorten i Sverige (%)	213
2:27	Åldersfördelning efter kön för åren 1960, 1965, 1970 och 1975 i Stenungsunds kommun (procentuell fördelning)	215
2:28	Förvärvsarbetande dagbefolkning i Stenungsund fördelad efter näringsgren, åren 1960 och 1970	216
2:29	Kapitalutgifter och kapitalinkomster enligt boksluten 1960-74 och den ekonomiska långtidsplanen för perioden 1976-80 i Stenungsunds kommun	218
2:30	Utsläpp av luftföroreningar (ton per år 1975)	221
2:31	Utsläpp av vattenföroreningar (ton per år 1975)	223
2:32	Eten- och propenhalter i Stenungsund 1971	224
2:33	pH-värden i några sjöar runt Stenungsund	225
2:34	Deposition av svavelföreningar från kraftverket i Stenungsund	225

Bilaga 3

3:1	Behov av mark och vatten samt antal anställda inom petrokemiska anläggningar	234
-----	----------------------------------------------------------------------------------------	-----

Bilaga 4

4:1	Studerade petrokemiska produkter	244
4:2	Olika förklaringsvariablers prognosresultat för en och samma produkt	251
4:3	I prognosarbetet använda förklaringsvariabler	252
4:4	Resultat av trendframskrivning med hjälp av olika kurvtyper	255
4:5	För prognosarbetet använda förklaringsvariabler samt deras förväntade framtida tillväxt	255
4:6	Erhållna regressionslinjer och korrelationskoefficienter för olika basplaster	258
4:7	Framtida utveckling för olika basplaster enligt använda regressionskvationer	260
4:8	Per capitakonsumtionen av LD-polyeten i några olika länder år 1973	267
4:9	Förbrukning av LD-polyeten i Sverige under tidsperioden 1970-1974 samt årlig procentuell förändring	268
4:10	Prognos över den svenska förbrukningen av LD-polyeten till och med år 1990 enligt matematiska prognosmodeller	269
4:11	Per capitakonsumtionen av HD-polyeten i några olika länder år 1973	273
4:12	Förbrukning av HD-polyeten i Sverige under tidsperioden 1970-1974 samt årlig procentuell förändring	273
4:13	Prognos över den svenska förbrukningen av HD-polyeten till och med år 1990 enligt matematiska prognosmodeller	274
4:14	Per capitaförbrukning av PVC i några olika länder år 1973	277
4:15	Förbrukning av PVC i Sverige under tidsperioden 1970-1974 samt årlig procentuell förändring	277
4:16	Prognos över den svenska förbrukningen av PVC till och med år 1990, enligt matematiska prognosmodeller	279

4:17	Sveriges produktion av etenoxid år 1970–1974 samt procentuell förändring gentemot föregående år	283
4:18	Etenoxidförbrukningen fördelad på olika användningsområden inom några marknader	283
4:19	Sveriges nettoimport av polyvinylacetatdispersion under perioden 1970–1974	285
4:20	Sveriges nettoimport av vinyl- och polyvinylacetat under perioden 1970–1974	288
4:21	Uppskattning av Sveriges ekvivalentförbrukning av eten år 1974	288
4:22	Uppskattning av etenbehovet för aktuell derivattillverkning i Stenungsund år 1974	289
4:23	Beräkning av ekvivalentförbrukningen av eten i Sverige 1990	290
4:24	Per capitakonsumtion av polypropen i några olika länder år 1973	292
4:25	Förbrukning av polypropen i Sverige under tidsperioden 1970–1974 samt årlig procentuell ökning	292
4:26	Prognos över den svenska förbrukningen av HD-polyeten plus polypropen fram till år 1990 enligt matematiska prognosmodeller	294
4:27	Sveriges uppskattade ekvivalentförbrukning av propenoxid år 1970–1974 samt procentuell förändring gentemot föregående år	297
4:28	Sveriges nettoimport, produktion genom egen polymerisation samt förbrukning av polyakrylatdispersion under perioden 1970–1974	302
4:29	Sveriges nettoimport av monoakrylater under perioden 1970–1974	304
4:30	Uppskattning av den svenska propenekvivalentförbrukningen 1974 (exkl. akrylfiber m. m.)	306
4:31	Beräkning av den svenska propenekvivalentförbrukningen 1990 (exkl. akrylfiber)	307
4:32	Sveriges nettoimport av SBR under perioden 1970–1974 samt förändring gentemot tidigare år	308
4:33	Sveriges import av polybutadien år 1970–1974 samt procentuell förändring gentemot föregående år	312
4:34	Sveriges nettoimport av maleinsyraanhydrid inklusive fumar-syra under perioden 1970–1974	314
4:35	Uppskattning av ekvivalentförbrukningen av butadien i Sverige 1974	315
4:36	Beräkning av ekvivalentbehovet av butadien i Sverige 1990	317
4:37	Sveriges förbrukning av olika styrenplaster år 1974 samt deras inbördes förhållande	318
4:38	Förbrukning av styrenplaster i Sverige under tidsperioden 1970–1974 samt årlig procentuell ökning	318
4:39	Prognos över den svenska förbrukningen av styrenplaster till och med 1990 enligt matematiska prognosmodeller	320
4:40	Sveriges import av SBR/SB-latex år 1970–1974 samt procentuell förändring gentemot föregående år	322

4:41	Svensk förbrukning av omättad polyester under perioden 1970–1974 samt årlig förändring	325
4:42	Per capitaförbrukning av armerad polyester i några olika länder år 1973	325
4:43	Uppskattning av Sveriges ekvivalentbehov av styren 1974	328
4:44	Sveriges nettoimport av styren under perioden 1970–1974 samt procentuell årlig förändring	328
4:45	Beräkning av ekvivalentförbrukningen av styren i Sverige 1990	329
4:46	Sveriges nettoimport av fenol under perioden 1970–1974 samt procentuell årlig förändring	330
4:47	Uppskattning av Sveriges ekvivalentbehov av bensen 1974	331
4:48	Sveriges nettoimport av bensen under perioden 1970–1974	332
4:49	Beräkning av ekvivalentförbrukningen av bensen i Sverige 1990	332
4:50	Beräkning av Sveriges förbrukning av ftalsyraanhydrid under tidsperioden 1970–1974	333
4:51	Västeuropas förbrukning av syntetfiber 1972	336
4:52	Sveriges beräknade förbrukning av olika typer av syntetfiber år 1972 och 1980	337
4:53	Verklig och ekvivalentförbrukning av eten, propen, butadien ¹ och bensen i Sverige 1974 samt förväntad ekvivalentförbrukning av dessa produkter 1990	337

Förteckning över figurer

Kapitel I–VII

1	Den petrokemiska industrins omfattning och produktion	20
2	Etenanläggningar i Europa	23
3	Petrokemisk industri i Norden	24
4	Produktion och leveranser till och från Stenungsunds petrokemiska komplex 1974 (1 000 ton)	26
5	Processmässiga kopplingar mellan olika tillverkningar	37
6	Uppskattat etenbehov i Sverige under perioden 1975–1990 samt framtida etenkapacitet enligt produktionsscenario 1	67
7	Uppskattat etenbehov i Sverige under perioden 1975–1990 samt framtida etenkapacitet enligt produktionsscenario 2–3	68
8	Uppskattat propenbehov i Sverige under perioden 1975–1990 samt framtida propenkapacitet enligt produktionsscenario 1	69
9	Uppskattat propenbehov i Sverige under perioden 1975–1990 samt framtida propenkapacitet enligt produktionsscenario 2–3	69
	Scenariobild A Tillkommande produktionskapacitet.	70
	Scenariobild B Tillkommande produktionskapacitet.	71
	Scenariobild C tillkommande produktionskapacitet.	72

Bilaga 1

1:1	Petrokemins plats inom näringslivet	78
1:2	Petrokemiska förädlingskedjor	79
1:3	Produktträd från eten	81
1:4	Produktträd från propen	82

1:5	Produktträd från bensen	83
1:6	Produktträd från butadien, toluen och xylene	84
1:7	Framställning av primära petrokemiska produkter	87
1:8	Etenanläggningar i Europa	93
1:9	Petrokemiskt komplex vid Baglan Bay i Wales	95
1:10	Antwerpens petrokemiska centrum 1973	101
1:11	Kapacitetsutveckling för nybyggda etenanläggningar	103
1:12	Översiktsbild av KemaNords anläggningar i Stenungsund	106
1:13	Principskiss av transportkedja för petrokemisk industri	113
1:14	Transport- och lagringskostnader för gasbensen	116
1:15	Rörledningar för eten i Centraleuropa	120
1:16	Bulktransportfordon för polyeten. Kapacitet 20 ton	126
1:17	Interiör från Esso Chemicals kontrollrum i Stenungsund	129
1:18	Esso Chemicals krackningsanläggning i Stenungsund	130
1:19	Interiör från Essos krackningsanläggning i Stenungsund	131
1:20	Flygfoto av BP Chemicals etenanläggning i Baglan Bay, Wales	149

Bilaga 2

2:1	Modell för förbrukning, kostnader och priser för olika basplaster	183
2:2	Förbrukning och produktion av HDPE i Sverige 1960–1974	185
2:3	Förbrukning och produktion av LDPE i Sverige 1960–1974	187
2:4	Förbrukning och produktion av PVC i Sverige 1960–1974	190
2:5	Förbrukning och produktion av styrenplaster i Sverige 1960–1974	192
2:6	Petrokemisk industri i Norden	194
2:7	Ägarförhållanden inom svensk petrokemisk industri	198
2:8	Regional fördelning i procent av termoplastförbrukningen 1973	206
2:9	Regional fördelning 1971 i Norge av arbetsställen som bearbetar termoplast	207
2:10	Produktion och leveranser till och från Esso Chemical, Stenungsund, år 1974	210
2:11	Produktion och leveranser till och från Unifos Kemi, Stenungsund, år 1974	210
2:12	Produktion och leveranser till och från Berol Kemi, Stenungsund, år 1974	211
2:13	Produktion och leveranser till och från KemaNord, Stenungsund, år 1974	211
2:14	Produktion och leveranser till och från Stenungsunds petrokemiska komplex, år 1974	212
2:15	In- och uttransporter till och från de petrokemiska företagen i Stenungsund år 1974	212
2:16	Inflyttning till den kemiska industrin i Stenungsund åren 1960–1964	214
2:17	Stenungsunds kommun. Anläggningslånen i förhållande till anläggningstillgångarnas förmögenhetsskyddade bokföringsvärde perioden 1960–1974	217
2:18	Stenungsundsområdet	220
2:19	Stenungsundsindustriernas lokalisering	222
2:20	Bullernivåer (dB(A)) runt Stenungsundsindustrin	221
2:21	Syrehalter i Askeröfjordens djupvatten	228

Bilaga 3

3:1	Produktmarknadsorienterad lokalisering	231
-----	--------------------------------------------------	-----

Bilaga 4

4:1	Olika typer av trendkurvor	245
4:2	Exempel på definitionen av förbrukningen av n-butyaldehyd	250
4:3	Förbrukning av LD-polyeten i Sverige under perioden 1974–1990 enligt trendframskrivning	254
4:4	Förbrukning av HD-polyeten i Sverige under perioden 1974–1990 enligt trendframskrivning	255
4:5	Förbrukning av PVC i Sverige under perioden 1974–1990 enligt trendframskrivning	256
4:6	Förbrukning av HD-polyeten+polypropen i Sverige under perioden 1974–1990 enligt trendframskrivning	257
4:7	Förbrukning av styrenplaster i Sverige under perioden 1974–1990 enligt trendframskrivning	258
4:8	Verklig och prognostiserad förbrukning av LD-polyeten till förpackningssektorn enligt regressionsanalys	259
4:9	Verklig och prognostiserad förbrukning av LD-polyeten till övrigt-sektorn enligt regressionsanalys	259
4:10	Verklig och prognostiserad förbrukning av HD-polyeten enligt regressionsanalys	260
4:11	Verklig och prognostiserad förbrukning av PVC till byggnadssektorn enligt regressionsanalys	261
4:12	Verklig och prognostiserad förbrukning av PVC till övrigt-sektorn enligt regressionsanalys	261
4:13	Verklig och prognostiserad förbrukning av HD-polyeten+polypropen enligt regressionsanalys	262
4:14	Verklig och prognostiserad förbrukning av styrenplaster enligt regressionsanalys	262
4:15	Utvecklingen för LD-polyeten i USA. Förbrukningen visavi prisutvecklingen under perioden 1954–1973	264
4:16	Prisutveckling för råolja och nafta	265
4:17	Produktionskostnader – ångcrackning	266
4:18	För svensk petrokemisk industri intressanta etenderivat samt deras väsentligaste användningsområden	267
4:19	De väsentligaste inhemska etenoxiderivatet	283
4:20	I det följande diskuterade propenderivat samt deras väsentligaste användningsområden	292
4:21	Sveriges förbrukning av propenoxid för tillverkning av olika derivat år 1973	297
4:22	Dominerande användningsområden för butyaldehyd	300
4:23	För svensk petrokemisk industri intressanta buten/butadienderivat samt deras väsentligaste användningsområden	308
4:24	För svensk petrokemisk industri intressanta bensenderivat samt deras väsentligaste användningsområden	317
4:25	Några av de väsentligaste styrenderivatet på den svenska marknaden	327
4:26	Schematisk framställning av olika processteg för tillverkning av syntetfiber	336

I Problemställning och angreppsmetod

1.1 Problemställning

I direktiv givna hösten 1972 uppdrogs åt petroindustriutredningen att klarlägga utformningen av från samhällssynpunkt bästa möjliga struktur och utbyggnad av transport, raffinering och vidareförädling av olja och naturgas. Härvid framhölls att arbetet borde inriktas på en analys av de samhälleliga konsekvenserna av olika utbyggnads-, kapacitets- och lokaliseringsalternativ. Utredningen har tidigare publicerat två rapporter, den första "Petroindustrin i Sverige – En inventering" i december 1973 och den andra "Petroindustrin i Sverige – Alternativa raffinaderilägen" i september 1974.

Föreliggande utredning, som samtidigt är kommitténs slutrapport, behandlar den petrokemiska industrin, dvs. den industri som ur petroleum- och naturgasfraktioner framställer kolväten eller kolvätefraktioner lämpliga för vidare kemisk omvandling via ett antal förädlingsled, till organiska kemikalier och polymerprodukter. Slutprodukterna utgörs av basplaster, elastomerer (syntetiskt gummi), fiberråvaror och baskemikalier.¹

Inriktningen av föreliggande studie har påverkats av de förändringar som inträffat sedan tidpunkten för direktivgivningen. De viktigaste händelserna har varit den nya internationella oljepolitiken – vilken påskyndades av 1973/74 års oljekris – de av riksdagen godkända riktlinjerna för den svenska energipolitiken och myndigheternas ställningstagande i fråga om utbyggnader av petrokemisk industri på Västkusten.

Avgörande beträffande den sistnämnda punkten har varit det principiella godkännandet av Stenungsund såsom en ur samhällsekonomisk synvinkel acceptabel plats för nylokalisering av en kracker. Tillstånd har även givits för en betydande expansion av befintlig petrokemisk produktion samt även för etablering av andra petrokemiska anläggningar. Därmed har det stått klart att intressenter i en vidare utbyggnad av sådan petrokemisk produktion, som är beroende av råvarutillförsel från planerad krackerkapacitet i Stenungsund, kommer att kunna anföra starka skäl för en lokalisering till Stenungsundsområdet eller områden inom ett ekonomiskt rörledningsavstånd från denna ort.

Mot denna bakgrund har utredningsarbetet inriktats mot att ta fram ett material som bland annat avses belysa tänkbara konsekvenser av nu aktuella utbyggnadsplaner. Det är härvid viktigt att framhålla att de framtidsscenarier, som skisseras beträffande produktion av petrokemiska produkter, inte skall ses som prognoser på produktionsutvecklingen, utan snarare som

¹ Se ordförklaringen i bilaga 5.

en prognos över vilka planeringssituationer som samhället kan komma att ställas inför vad gäller den petrokemiska industrin. Förutom en beskrivning av olika lokaliseringpåverkande faktorer av teknisk karaktär har antaganden gjorts om marknadsutvecklingen för viktigare petrokemiska produkter i Sverige fram till år 1990. Bedömningar görs även för konsumtionsutvecklingen i Norge, Danmark och Finland, eftersom Norden traditionellt brukar betecknas som den svenska petrokemiska industrins naturliga hemmamarknad. I sammanhanget görs även jämförelser med internationella förbrukningsprognoser.

Som tidigare nämnts ger de beslut, som nu tagits beträffande den petrokemiska industrins expansion, betydande konsekvenser även på lång sikt. Dessa konsekvenser berör bland annat sysselsättning och kapitalbehov samt medför effekter vad avser behov av råvaror och energi. Kommittén har mot denna bakgrund funnit skäl att rekommendera att ett kontinuerligt fungerande samrådsförfarande byggs upp mellan berörda samhällsorgan, företag och anställda. En huvuduppgift skulle härvid vara att penetrera de problem och möjligheter som föreligger på det petroindustriella området i syfte att åstadkomma en samstämmig syn på den framtida utvecklingen.

1.2 Angreppsmetod

Frågan om vilken metod som är lämplig vid ifrågavarande typ av studier kan inte generellt besvaras. Av central betydelse är naturligtvis vem som skall använda materialet och hur det skall utnyttjas. Det sistnämnda påverkar i sin tur vilken typ av information som skall insamlas och hur den bearbetas. Man brukar vanligtvis skilja mellan två principiellt olika utvärderingsmetoder vid analys av exempelvis olika planeringsalternativ, nämligen

- a) företagsekonomiska kalkyler och
- b) samhällsekonomiska kalkyler.

a) *Företagsekonomiska kalkyler:*

Syftet med dessa är att ge underlag för företagsledningens utvärderingar med utgångspunkt från företagets mål, som definieras utifrån strävan att redovisa en vinst. Ofta är avsikten att utvärdera olika investeringsalternativ. Kalkylmetoder som används i dessa sammanhang är bland annat nuvärdemetoder¹ och annuitetsmetoder². Innebörden av den förstnämnda är att ett projekt bedöms som lönsamt om dess kapitalvärde är positivt. Vid annuitetsmetoden beräknas en årlig kostnad som baseras på grundinvesteringen minskad med utraneringsinkomstens nuvärde. Om denna årskostnad inte överstiger den årliga avkastningen är projektet lönsamt. En gemensam nämnare för företagsekonomiska kalkyler är att de icke tar hänsyn till andra effekter än sådana som väntas påverka företagets vinst. Detta gäller således själva kalkylen och utesluter inte att företagsledningen utanför kalkylens ram väger in även andra mål än vinst. Alternativen i en flerdimensionell kalkyl kan emellertid inte rangordnas om inte måldimensionerna omräknas i ett gemensamt mått eller viktas in i beräkningarna.

¹ Samtliga betalningskonsekvenser för ett investeringsprojekt diskonteras vid en given kalkylränta till bedömningstidpunkten.

² Betalningskonsekvenserna omräknas till lika stora årliga belopp. Hänsyn tas till in- och utbetalningar samt kalkylränta.

b) *Samhällsekononiska kalkyler:*

Till skillnad från de företagsekononiska kalkylerna är syftet här att vara ett hjälpmedel åt politiker vid beslut om hushållning med knappa resurser. I princip baseras samhällsekononiska kalkyler på de enskilda individernas välfärd. De två vanligaste kalkyltyperna är nyttokostnadskalkyler (cost-benefit) och kostnadsminimeringskalkyler (cost-effectiveness). Nyttokostnadskalkyler förekommer i olika varianter beroende på hur långt man går då det gäller att väga samman effekterna. I de fall samtliga effekter (kostnader och fördelar) vägs samman i pengar eller annat gemensamt mått är målet att undersöka om nuvärdet av projektets positiva effekter är större än nuvärdet av de negativa. Vanligtvis är det dock inte möjligt att få fram användbara mått på värdet av samtliga relevanta effekter. De flesta samhällsekononiska kalkyler som genomförs är därför flerdimensionella i den meningen att vissa effekter beräknas i pengar, andra i olika kvalitativa mått. Denna typ av nyttokostnadskalkyler får därmed en påtaglig karaktär av hjälpmedel för beslutsfattaren. Samtidigt måste dock framhållas risken för att subjektiva värderingar ges alltför stort inflytande och att karaktären av ekonomisk kalkyl ej blir så framträdande som i fallet vid endimensionella mål.

Beträffande kostnadsminimeringskalkyler kan sägas att man vanligen låser prestationssidan på en viss nivå för alla alternativ, varefter man rangordnar alternativen enbart efter kostnader. Med hjälp av dessa metoder kan man emellertid inte avgöra om ett projekt är önskvärt eller inte. Det går inte heller att använda kostnadsminimeringskalkyler för att jämföra olika typer av projekt, eftersom prestationerna i realiteten knappast kan överensstämna.

Det som främst skiljer samhällsekononiska kalkyler från företagsekononiska är att de baseras på samhällets målsättning och inte företagets vinst samt att de vanligen också avser andra typer av varor och tjänster, nämligen sådana som produceras eller styrs av den offentliga sektorn. Självfallet ingår emellertid företagsekononiska poster som tungt vägande element i samhällsekononiska kalkyler.

Angreppssättet i föreliggande studie kan karaktäriseras av att en företagsekononisk analys kompletteras med vissa samhällsekononiska poster.

Den valda ansatsen skall ses mot bakgrund av att det inte ansetts möjligt att formulera en övergripande samhällsekononisk målsättning för ifrågasvarande industribransch utan att exempelvis ha uppfattningar om omfattning och utveckling av andra branscher.

Ytterligare ett viktigt skäl till att en strikt samhällsekononisk analysmetod inte kunnat användas är att redan godkända expansionsplaner troligtvis kommer att verka bindande på utvecklingen en bit in på 90-talet. Att bedöma konsekvenser, värderingar, prisrelationer osv. i det tidsperspektivet har kommittén inte ansett möjligt. En direkt följd av det sistnämnda är att föreliggande rapport inte behandlar olika lokaliseringsalternativ för ett eventuellt andra petrokemiskt centrum i Sverige. Beträffande lokaliseringar med koppling till den beslutade höjningen av krackerkapaciteten i Stenungsund görs i föreliggande rapport en uppdelning på vilka enheter som har betydande respektive mindre betydande fördelar av en lokalisering till Stenungsund. Bedömningar om vilka orter eller regioner som är tänkbara görs bland annat

inom ramen för arbetet med den fortsatta fysiska riksplaneringen och tas inte upp här.

1.3 Rapportens disposition

Föreliggande rapport består av två avdelningar, dels huvudbetänkandet (kapitel I–VII) som speglar kommitténs ställningstagande, dels en bilagedel (bilaga 1–6) där det huvudsakliga bakgrundsmaterialet sammanställts.

Vad först gäller huvudbetänkandet har strävan varit att så kortfattat som möjligt presentera och analysera väsentliga problemområden.

Således ges i kapitel II en summarisk beskrivning av den petrokemiska industrins struktur och marknader mot internationell bakgrund. Kapitel III tar upp bland annat produktionstekniska förhållanden samt transport och lagring av råvaror och produkter. Kapitel IV beskriver den petrokemiska industrins påverkan på den yttre miljön. Den inre miljön beskrivs även i detta kapitel. En bedömning av marknadsutvecklingen görs i kapitel V. I kapitel VI skisseras tre produktionsscenarier. Kapitel VII slutligen, innehåller kommitténs sammanfattande bedömningar och rekommendationer.

Bilagedelen som är relativt omfattande och teknisk till sin karaktär har följande innehåll:

Bilaga 1 ger en allmän beskrivning av branschen. Här redogörs bland annat för industristrukturen i Europa samt för förbrukningen av petrokemiska produkter i Europa och världen. En utförlig beskrivning av produktionsteknik och petrokemiska processer ges även. Bilaga 2 redovisar den petrokemiska industrin i Norden fram till 1975. Ett speciellt avsnitt behandlar material- och energibalanser för Stenungsund. Bilaga 3 analyserar olika lokaliseringsfaktorer och är i huvudsak en sammanfattning av bilaga 1 och 2. I bilaga 4 görs en bedömning av förbrukningen av petrokemiska produkter fram till 1990. En ordlista över vissa kemiska termer och begrepp återfinns i bilaga 5. Petroindustriutredningens direktiv framgår av bilaga 6.

II Den petrokemiska industrins struktur och marknader

2.1 Definitioner och avgränsningar

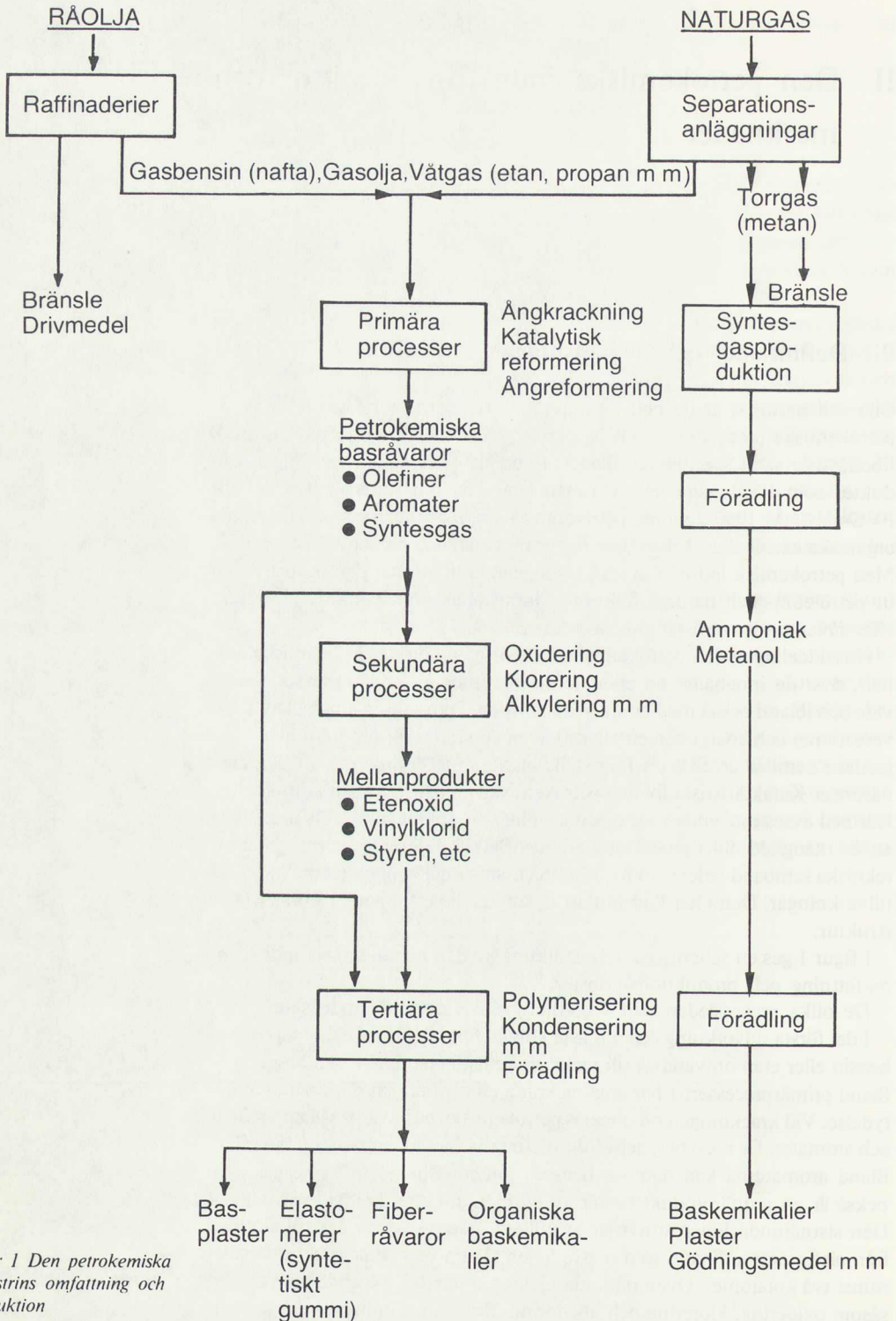
Olja och naturgas är de helt dominerande råvarorna för framställning av petrokemiska produkter såsom basplaster, elastomerer (syntetiskt gummi), fiberråvaror samt s. k. baskemikalier. I den sistnämnda gruppen ingår produkter som lösningsmedel, tvättmedelsråvaror och mjukningsmedel för PVC-plast. År 1950 utgjorde petroleum råvara för 40 % av alla framställda organiska kemikalier. I dagsläget ligger motsvarande procenttal på över 90. Med petrokemisk industri avses i föreliggande utredning den industri som ur petroleum- och naturgasfraktioner framställer ovan nämnda produkter eller råvaror för framställning av dessa.

Huvuddelen av den petrokemiska industrins produkter är organiska ämnen, dvs. de innehåller en eller flera kolatomer ofta i kombination med väte och ibland också med andra grundämnen. Petroleumens innehåll av t. ex. väteatomer och energi kan emellertid även användas för produktion av organiska kemikalier. Således framställs bland annat ammoniak ur olja eller naturgas. Karaktäristiskt för den petrokemiska industrin är dess komplexitet. Härmed avses inte endast att tusentals olika produkter framställs utan även att en mångfald olika processer används. Beträffande processerna gäller att tekniska samband råder som medför processmässiga kopplingar mellan olika tillverkningar. Detta har kommit att få betydande inflytande på branschens struktur.

I figur 1 ges en schematisk framställning av den petrokemiska industrins omfattning och produktionsmönster.

De olika processleden kan i korthet beskrivas på följande sätt:

I det första tillverkningsledet måste kolväteföreningarna i exempelvis gasbensen eller etan omvandlas till reaktionsbenägna petrokemiska basråvaror. Bland primärprocesserna har ångkrackning en central och dominerande betydelse. Vid krackningen produceras petrokemiska basråvaror såsom olefiner och aromater. De mest betydelsefulla olefinerna är eten, propen och butadien. Bland aromaterna kan nämnas bensen, toluen och xylen. Syntesgas som också är en primärprodukt består av en blandning av koloxid och vätgas. Den sistnämnda linjen utnyttjar vanligen metan som råvara till skillnad från olefin-aromatlinjen, som måste ha en råvara vars molekyler innehåller minst två kolatomer. Ovan nämnda råvaror används i sekundära processer, såsom oxidering, klorering och alkylering, för framställning av exempelvis etenoxid, vinylklorid och etylbensen.



Figur 1 Den petrokemiska industrins omfattning och produktion

Råvaror vid de tertiära processerna är såväl de petrokemiska basråvarorna som mellanprodukterna från de sekundära processerna. Polymerisering och kondensering är exempel på tertiära processer. Som tidigare nämnts brukar man dela upp den petrokemiska industrins slutprodukter i basplaster, elastomerer (syntetiskt gummi), fiberråvaror och baskemikalier. Polyeten, PVC, polystyren och polypropen hör till gruppen basplaster. Till fiberråvarorna hör polyamider, polyakrylnitril och polyester. Lösningsmedel, tvättmedelsråvaror och mjukgörare brukar hänföras till gruppen organiska baskemikalier.

Föreliggande betänkande kommer i huvudsak att begränsa sig till att studera olefin-aromatlinjerna med gasbensin, gasolja eller våtgas som råvara. Skälet till detta är, att det knappast torde bli aktuellt att importera några större mängder naturgas under huvuddelen av den studerade tidsperioden.

För en mer ingående beskrivning av petrokemiska produktionslinjer och processer hänvisas till bilaga 1.

2.2 Den internationella bakgrunden

Den egentliga expansionen i Europa av den petrokemiska industrin påbörjades efter andra världskrigets slut. Få branscher kan uppvisa snabbare tillväxttakt än den petrokemiska. Man räknar i dagsläget med att världsproduktionen av petrokemiska produkter uppgår till ungefär 100 miljoner ton (Mton). I tabell 1 redovisas världsproduktionen av sådana produkter som till övervägande del framställs ur petroleum eller naturgas.

Basplastproduktionen har under tjugoårsperioden 1950–1970 uppvisat en ökning från 1,5 till 28,5 miljoner ton. Mellan 85 och 90 % av basplastförbrukningen faller inom OECD-länderna.

Tabell 2 visar världsförbrukningen av de volymmässigt mest betydande basplasterna.

Som tidigare nämnts har produktionskapaciteten i Västeuropa ökat i synnerligen snabbt tempo under de senaste decennierna. Hur etenkapaciteten utvecklats för ett antal länder i Västeuropa framgår av tabell 3.

Tabell 1 Världsproduktionen 1972 av vissa kemiska produkter, miljoner ton

Plaster	31,5
Syntetgummi	6,9
Syntetfiber	6,4
Syntetiska tvättmedel	9,0
Lösningsmedel	10,0
Handelsgödsel m. m. ^a	65,0

Källa: Shell, Information Handbook 1974/75

^a Avser 1971

Tabell 2 Världsförbrukningen 1973 av de största basplasterna, miljoner ton

Polyolefiner (polyeten och polypropen)	13,2
PVC	8,2
Styrenplaster	5,9

Tabell 3 Etenkapaciteten för några västeuropeiska länder 1964–1975 i tusen ton

	1964	1975	Ökning i % per år
Västtyskland	787	3 740	15
Storbritannien	576	1 720	11
Italien	362	1 920	16
Frankrike	183	2 070	25
Sverige	55	330	18
Holland	49	2 240	41
Belgien	31	535	30
Danmark	30	40	3

Källor: Chemical and Engineering News, European Chemical News

Under en dryg 10-årsperiod ökade således etenkapaciteten i Västtyskland med nära 3 miljoner ton. Motsvarande tal för Holland var 2,2 och för Frankrike 1,9 miljoner ton. Även i Italien och Storbritannien har kapaciteten ökat väsentligt. Av figur 2 framgår etenanläggningarnas lokalisering i Europa.

Koncentrationen till området Antwerpen–Frankfurt–Düsseldorf är påtaglig. Inom detta område fanns 1975 en etenkapacitet på 6 miljoner ton, vilket motsvarar 40 % av Västeuropas samlade kapacitet. Alla de 14 anläggningar som är lokaliserade till nämnda triangel är förbundna med rörledningar för utbyte av eten.

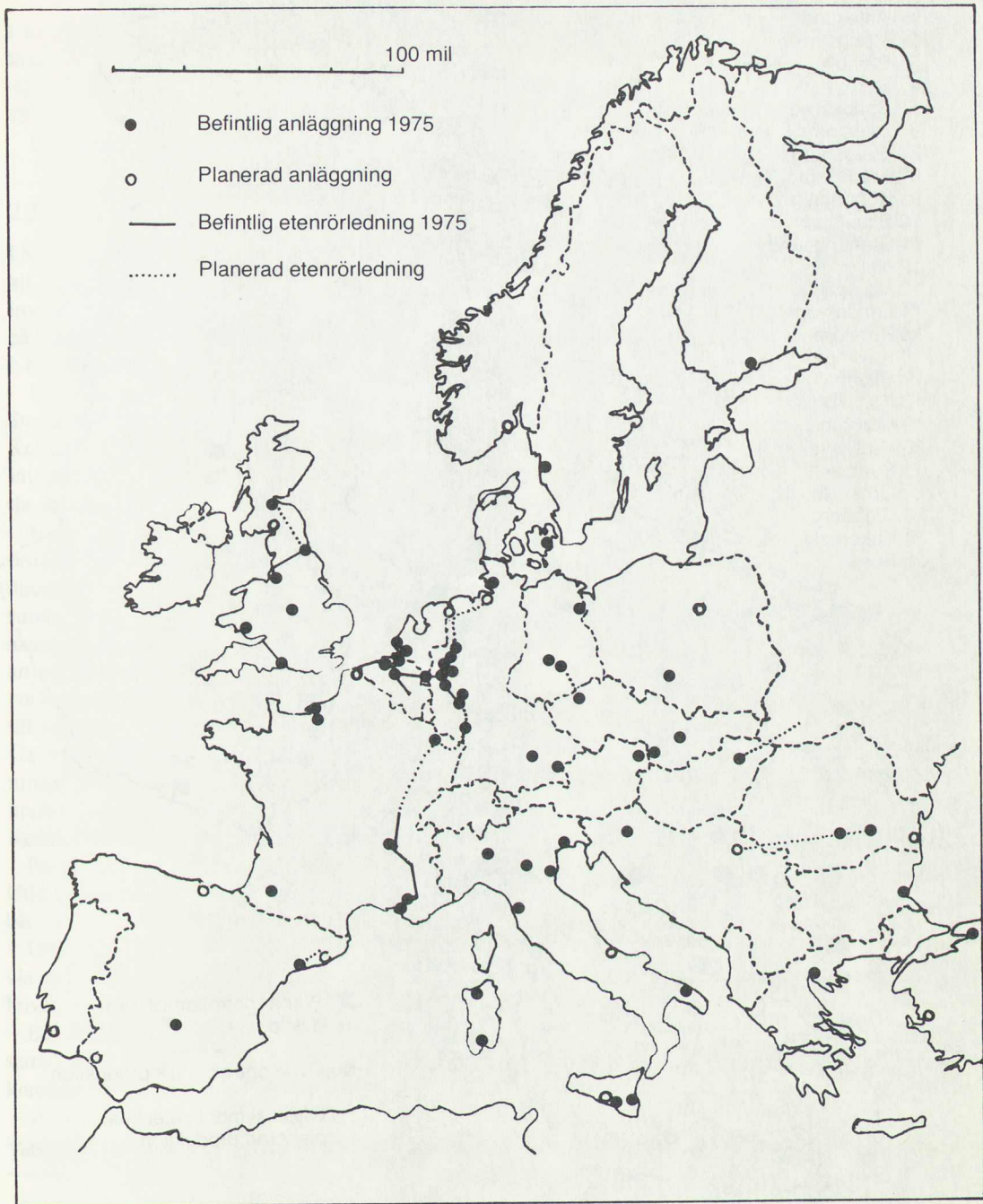
Flertalet etenanläggningar i Europa är samlokaliserade med raffinaderier och med ett stort antal anläggningar för framställning av petrokemiska mellan- och slutprodukter. Sådana konglomerat brukar kallas petrokemiska centrum eller petrokemiska komplex.

Mot bakgrund av att den i Europa viktigaste basråvaran, gasbensen (nafta), kommer från raffinaderier, har det varit naturligt för oljebolagen att engagera sig även i vidareförädlingen. Nuvarande Exxon byggde tidigt krackers och drev dessa i egen regi eller genom helägda dotterbolag. Brittiska BP uppförde krackers som joint-ventures tillsammans med inhemska och utländska bolag. Det holländsk-brittiska Shell byggde såväl i egen regi som i joint-ventures. För närvarande har ovan nämnda bolag 20–25 % av krackerkapaciteten i Västeuropa, vilket innebär en andelsminskning på nära 10 % sedan mitten av 60-talet. Andelen för övriga oljebolag uppgick 1975 till drygt 20 %.

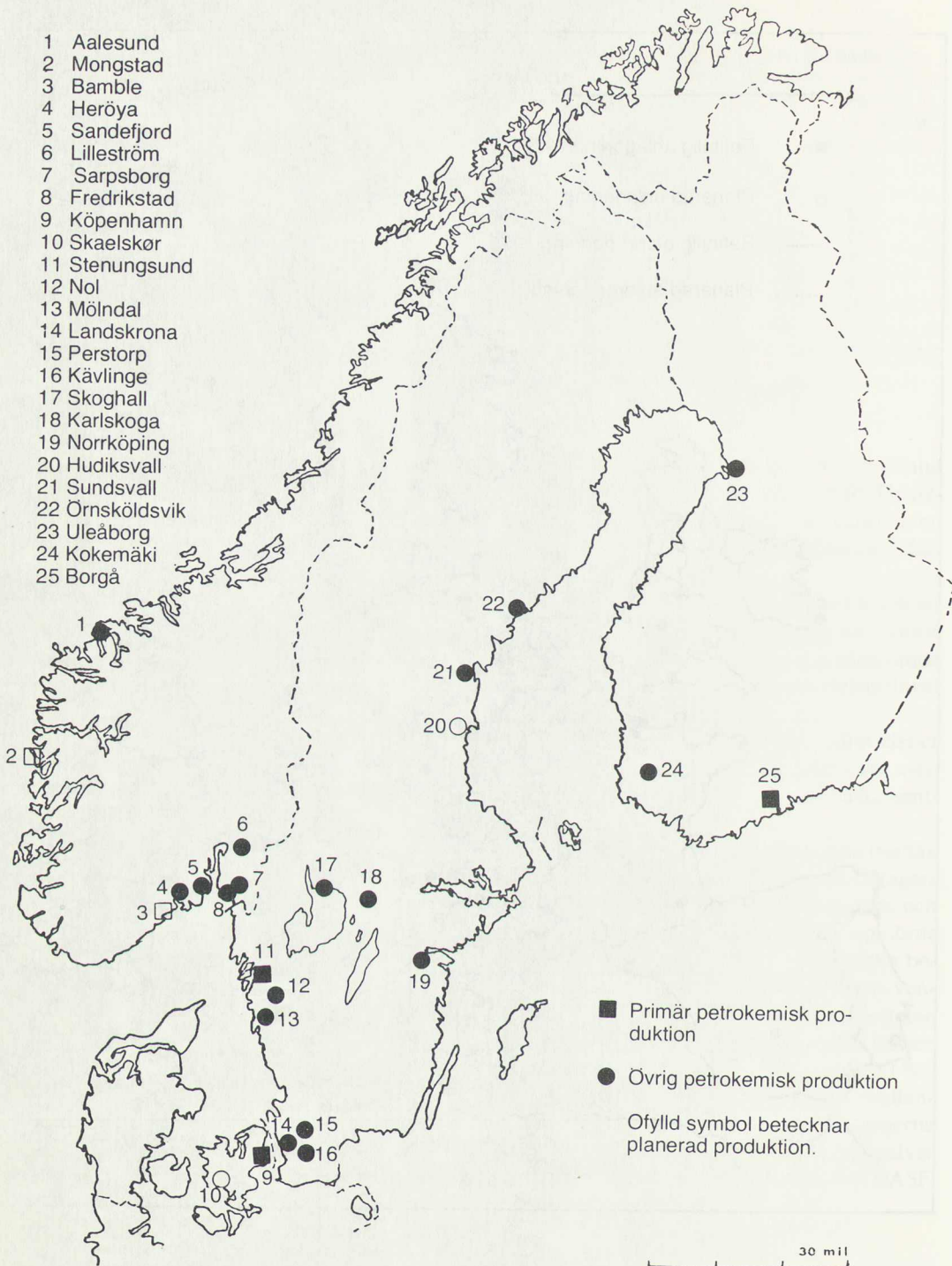
Oljebolagen finns även med bland tillverkarna av petrokemiska mellan- och slutprodukter, men här kommer de multinationella kemikoncernerna in i bilden i större utsträckning. Till den sistnämnda gruppen hör exempelvis Union Carbide, Monsanto, Goodyear, Firestone, Dow ICI, Höchst och BASF m. fl.

2.3 Petrokemisk industri i Sverige och övriga Norden

Den petroleumbaserade petrokemiska tillverkningen fick betydelse först under 60-talet i Norden. 1958 startade etenproduktion i Danmark och 1963



Figur 2 Etenanläggningar i Europa.



Figur 3 Petrokemisk industri i Norden.

i Stenungsund i Sverige. Finland fick sin första kracker år 1972. Denna kracker lokaliserades i anslutning till oljeraffinaderiet i Borgå. I Norge beräknas den första krackern, som lokaliserats till Bamble, komma i drift 1977.

Den petrokemiska industrins lokalisering i Norden framgår av figur 3.

2.3.1 Petrokemisk industri i Sverige

I Sverige finns för närvarande ett 15-tal företag som producerar eller planerar att producera petrokemiska produkter. Ungefär 75 % av det i branschen investerade kapitalet och nära 60 % av sysselsättningen finns i Stenungsund på Västkusten. Tabell 4 ger en uppskattning av sysselsättning och saluvärde i branschen.

De företag som har anläggningar inom det petrokemiska komplexet i Stenungsund är Esso Chemical AB, Unifos Kemi AB, Berol Kemi AB samt KemaNord AB. I komplexet inkluderas även två tillverkningsenheter, vilka inte är petrokemiskt baserade men som har nära anknytning till ovan nämnda anläggningar, nämligen KemaNords klorfabrik och AGA:s syrgasfabrik.

Esso Chemical tillverkar utifrån importerad gasbensen de petrokemiska primärprodukterna eten, propen, C₄-kolväten och pyrolysbensen. Av de producerade primärprodukterna vidareförädlas enbart etenet lokalt i Stenungsund. Små kvantiteter propen förbrukas av Berol Kemi i dess propenoxidanläggning i Örnsköldsvik. Inte fullt hälften av propenproduktionen används som gasolbränsle inom landet medan resterande kvantiteter exporteras för petrokemisk vidareförädling. Pyrolysbensinen exporterades 1974 till Danmark, Norge och Tyskland för inblandning i motorbensen, medan C₄-fraktionen huvudsakligen levererades till Essos petrokemiska anläggningar i England för utvinning av butadien. Krackningsprocessen ger även upphov till stora kvantiteter bränningsgas och eldningsolja, vilka huvudsakligen används som bränsle inom Stenungsundskomplexet.

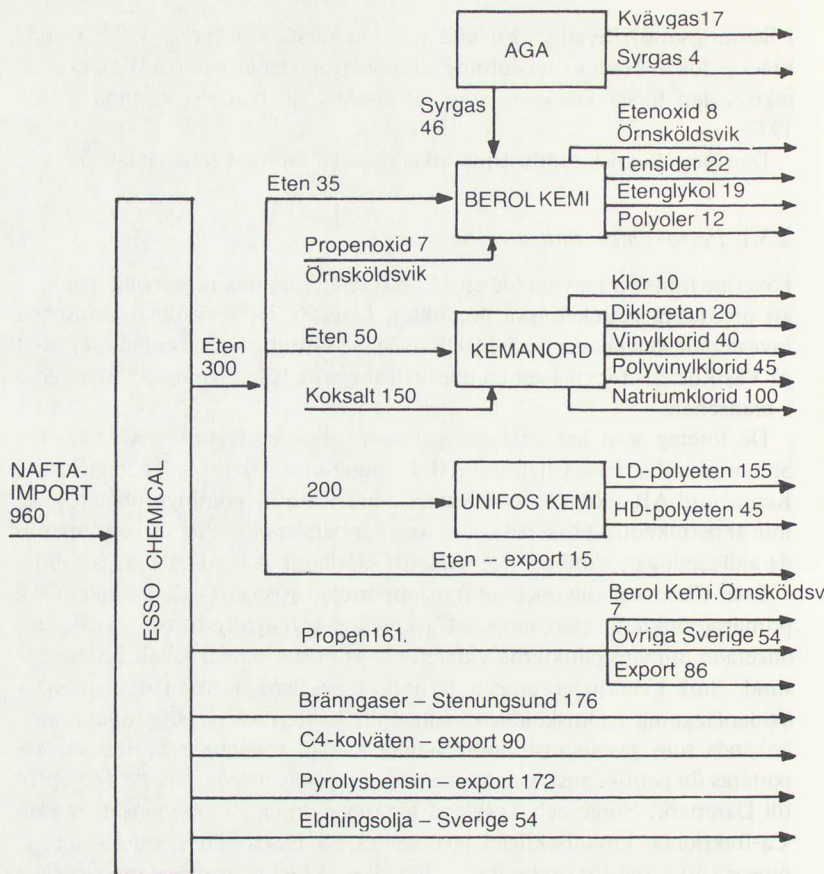
Råvaran till Esso Chemicals kracker levereras per båt till Stenungsund. Utleveranserna av krackerns produkter sker också till övervägande del per båt.

Unifos har tillverkning av HD- och LD-polyeten. Etenråvaran erhålles via rörledning från Esso Chemical. Produkterna levereras från Stenungsund huvudsakligen per bil.

Berol Kemi har i Stenungsund tillverkning av etenoxid, etenglykol, tensider samt polyoler. Eten- och syrgasbehovet tillgodoses via rörledning från Essos kracker respektive AGA:s syrgasanläggning, medan inleveransen av övriga

Tabell 4 Sysselsättning och saluvärde inom den petrokemiska industrin 1974/75

	Totalt	Stenungsund
Sysselsättning, antal personer	3 050	1 730
varav drift och underhåll	1 850	950
förvaltning och lab.	1 200	780
Saluvärde		
i miljoner kronor	2 300	1 600



Figur 4 Produktion och leveranser till och från Stenungsunds petrokemiska komplex 1974. (1 000 ton)

produkter är relativt jämnt fördelad på bil, båt och järnväg. Utleveranserna sker däremot huvudsakligen per bil.

KemaNord tillverkar i Stenungsund vinylklorid, polyvinylklorid och diklorethan. Etenet levereras från Essos kracker, medan koksalt till klor-alkalifabriken importeras per båt. Utleveranserna sker till största delen per järnväg och båt.

En sammanfattning av Stenungsundskomplexets in- och uttransporter ges i figur 4. Av tabell 5 framgår aktuella kapaciteter hos processanläggningarna. För en utförligare beskrivning av produktions- och ägarförhållanden hänvisas till bilagorna 2.2 och 2.3.

Samtliga petrokemiföretag i Stenungsund har fått eller begärt att få tillstånd enligt 136 a § byggnadslagen att bygga ut befintliga anläggningar. Således har Esso fått tillstånd att öka årskapaciteten processad gasbensin från 1,0 till 1,3 miljoner ton. Unifos' tillstånd avser en utbyggnad av HD-polyetentillverkningen till en högsta produktionskapacitet av 180 000 ton och av LD-polyetentillverkningen till 320 000 ton. För KemaNord gäller tillståndet en utbyggnad av vinylkloridproduktionen till 260 000 ton och PVC-produktionen till 150 000 ton. Berol har fått tillstånd att öka emulgolproduktionen till 60 000 ton och polyolproduktionen till 45 000 ton.

Beträffande nyanläggningar har tillstånd lämnats Stenungsunds Kemiska

Tabell 5 Kapaciteten för processanläggningarna inom Stenungsundskomplexet år 1975

Esso:	Eten	330 000 ton
	Propen	180 000 "
	Butener/butadien	100 000 "
	Bensinråvaror	225 000 "
	Brännolja	60 000 "
Unifos:	LD-polyeten	180 000 "
	HD-polyeten	60 000 "
KemaNord:	Vinylklorid	100 000 "
	PVC	60 000 "
	Klor	90 000 "
Berol:	Etenoxid	40 000 "
	Etylenglykol	18 000 "
	Polyoler	15 000 "
	Emulgoler	20 000 "

Källa: Uppgifter från företagen

Aktiebolag (ägare KemaNord, Berol Kemi och Unifos) för uppförande av en ångkrackningsanläggning i Stenungsund med årskapaciteten 1,6 miljoner ton råvara. Tillstånd har även lämnats Skandinaviska Polypropen AB att på samma ort uppföra en polypropenanläggning med kapaciteten 75 000 ton. Berol Kemi slutligen, har tillstånd att i Stenungsund lokalisera en enhet för framställning av mjukningsmedel med kapaciteten 50 000 ton samt en cellulosaderivatanläggning på 10 000 ton. Bolaget har även begärt tillstånd att bygga en anläggning för produktion av 125 000 ton butyraldehyd och därur 100 000 ton hydrerade produkter (butanol och oktanol).

2.3.2 Petrokemisk industri i Norge

År 1975 fanns sex anläggningar för petrokemisk produktion i Norge. Den största enheten – som är lokaliserad till Herøya – tillverkar PVC baserad på importerad vinylklorid. Kapaciteten på anläggningen, som ägs av Norsk Hydro, är ca 70 000 ton. Dyno Industrier producerar ca 60 000 ton petrokemiskt baserade produkter, huvudsakligen lim, färg och lack, i Lilleström. I Sandefjord och Fredrikstad tillverkar Jotunggruppen totalt 20 000 ton polyester.

En stor petrokemisk satsning sker nu i Bamble. Före 1980 planerar man ha investerat drygt 2 miljarder kronor i en kracker samt tre polyolefinanläggningar. Krackern, baserad på våtgas från Nordsjön via England, skall ges en kapacitet på 300 000 ton eten.

I komplexet skall ingå polyeten-, polypropen- och vinylkloridanläggningar. Planeringen för 80-talet inkluderar utvinning av aromater, främst bensen, ur petroleumfraktioner från raffinaderiet i Mongstad.

2.3.3 Petrokemisk industri i Finland

Den petrokemiska industrin i Finland är starkt koncentrerad till Borgå. Förutom eten, propen och butadien m. m. från krackern produceras här polyeten,

vynylklorid, PVC och polystyren. Krackerkapaciteten är på 165 000 ton eten och 100 000 ton propen. En ny kracker i Borgå med kapaciteten 300 000–400 000 ton eten har diskuterats. Det statsägda Neste Oy som driver krackern är även delägare i Stymer Oy och Pekema Oy, dvs tillverkarna av polystyren respektive polypropen och PVC.

2.3.4 *Petrokemisk industri i Danmark*

Trots att Danmark var först i Norden med petrokemisk tillverkning av eten är branschen relativt svagt utvecklad. Såväl krackern, med kapaciteten 40 000 ton eten, som polyetenanläggningen med kapaciteten 40 000 ton ägs av Maersk Kemi. Förutom mindre kvantiteter polyesterharts produceras ca 15 000 ton mjukgörare. Svenska KemaNord utreder förutsättningarna att 1978 starta en PVC-fabrik i Skaelskør med kapaciteten 50 000 ton.

2.3.5 *Petrokemisk följdindustri i Norden*

Den polymerbearbetande industrin är den största förbrukaren av petrokemiska produkter och inkluderar bland annat plast-, färg- och gummiindustrin. Enligt den officiella industristatistiken sysselsatte denna industri 35 000 personer i Sverige år 1973. Saluvärdet uppgick samma år till 4,2 miljarder kronor. Sysselsättningen i motsvarande branscher i Norge, Finland och Danmark var samma år 13 000, 16 000 respektive 18 000 personer.

I Sverige var saluvärdet per anställd i den polymerbearbetande industrin år 1974 ca 160 000 kronor, vilket kan jämföras med 830 000 kronor för den petrokemiska industrin.

För ytterligare redogörelse för produktionsförhållanden i den petrokemiska och den polymerbearbetande industrin hänvisas till bilaga 2.2.

2.4 *Marknaden för petrokemiska produkter i Sverige*

Förbrukningen av petrokemiskt baserade produkter kan endast beräknas översiktligt på grund av avgränsningsproblem. Uppgifterna i tabell 6 bygger på material som inhämtats av överstyrelsen för ekonomiskt försvar och avser förbrukningen inom vissa större varuområden.

Den totala basplastförbrukningen exklusive tillsatser år 1973 kan uppskattas till ca 550 000 ton. Syntetiskt gummi och fiberråvaror tillverkas för närvarande inte i Sverige. I fortsättningen kommer endast marknaden för de fem stora basplasterna – nämligen HD-polyeten, LD-polyeten, PVC, po-

Tabell 6 Förbrukningen av vissa petrokemiska produkter i Sverige år 1973 i ton

Basplaster för framställning av plastprodukter	380 000
Basplaster för framställning av färg, lim, emulsioner m. m.	150 000
Syntetiskt gummi	73 000
Syntetiska fibrer	11 200
Lösningsmedel och andra baskemikalier	250 000

Tabell 7 Produktion, utrikeshandel och förbrukning av vissa basplaster år 1973 i tusen ton

	Produktion	Import	Export	Förbrukning
Termoplaster:				
Etenplaster	193	88	125	156
Propenplaster	–	10	1	9
Vinylplaster	133	59	48	144
Styrenplaster	18	52	7	63
Härdplaster:				
Aminoplaster	115	26	25	116
Fenoplaster	53	5	3	55
Alkyder	35	5	12	28

Källa: SOS, Industri 1973, Utrikeshandel 1973

lypropen och styrenplaster – att beskrivas. Först skall emellertid vissa över-siktliga uppgifter lämnas.

Basplasterna, som kan definieras som den grupp av slutprodukter inom den petrokemiska förädlingskedjan som utgör råvaror inom främst plast-, lim- och färgindustrin, brukar indelas i två huvudgrupper, nämligen termoplaster och härdplaster. Termoplasterna blir mjuka och formbara vid uppvärmning och stelnar vid avkylning. Detta medför att dessa plaster kan uppvärmas och formas på nytt. Härdplasterna, som härddar vid viss temperatur, kan däremot i princip inte formas på nytt vid förnyad uppvärmning. Tabell 7 visar produktion, handel och förbrukning i Sverige av vissa termo- och härdplaster år 1973.

År 1960 var förbrukningen av termo- respektive härdplaster av samma storleksordning. Förbrukningsökningen sedan dess har emellertid varit nästan dubbelt så hög för termoplasterna. Mätt i kg per invånare har plastförbrukningen i Sverige ökat från 11 kg år 1960 till 82 år 1974. Detta innebär att svenskarna internationellt sett hör till de största plastförbrukarna.

Tabell 8 Per capitakonsumtionen år 1973 i vissa länder av LD-polyeten, HD-polyeten, PVC och polypropen. Kg/person

Basplast Land	LD-poly- eten	HD-poly- eten	PVC	Poly- propen
Sverige	16,8	3,2	13,5	1,1
Norge	12,9	7,3	10,4	1,4
Danmark	18,2	4,8	10,1	1,8
Finland	17,6	5,0	9,2	0,6
Västtyskland	11,8	5,0	15,3	1,8
England	7,1	1,4	7,2	3,0
Frankrike	8,9	2,8	12,2	1,1
Holland	7,8	3,0	11,9	1,0
Italien	9,5	2,1	8,4	2,3
USA	11,8	5,2	10,1	3,8
Japan	7,9	3,4	12,2	6,5

Som jämförelse kan nämnas att motsvarande siffror 1974 var för Västtyskland 78, Finland 75, Danmark 58, Japan, USA, Norge 54, Frankrike 46, Italien 40 samt Storbritannien 35.

Som inledning till beskrivningen av de viktigaste basplasterna i följande avsnitt visas i tabell 8 per capitakonsumtionen för några länder år 1973.

2.4.1 *LD-polyeten*

LD-polyeten har en dominerande ställning bland basplasterna. Mellan 1970 och 1974 ökade förbrukningen i Sverige från 105 000 ton till 145 000 ton. Detta ger en årlig tillväxttakt på 8 %, vilket kan jämföras med 27 % per år under 60-talet. Förpackningsindustrin svarar för ungefär 80 % av total efterfrågan. Användningen av LD-polyeten för konsumentförpackningar är väl etablerad. En ny snabbt växande marknad är användandet av LD-polyeten för transportemballage i form av t. ex. krympfilm. Andra betydande förbrukarsektorer är byggsektorn och elindustrin. Inom byggsektorn används polyetenfilm bland annat som fuktspärrar. Inom elindustrin utnyttjas LD-polyeten huvudsakligen för isolering och mantling av kablar.

2.4.2 *HD-polyeten*

Förbrukningen 1974 kan uppskattas till 25 000 ton. Motsvarande tal 1970 var 17 000 ton. Av den svenska totalförbrukningen går ca 50 % till förpackningsindustrin. Produkterna utgörs här av bland annat burkar, tunnor och förvaringsbackar. Inom byggmarknaden används HD-polyeten till olika typer av rör. Andra användningsområden är kopplingsdosor inom elektroindustrin samt hushållsprodukter och leksaker. Radiatorer av HD-polyeten förekommer även.

2.4.3 *PVC*

PVC-förbrukningen uppgick 1974 till ca 100 000 ton. Den årliga tillväxttakten under perioden 1970–1974 har varit 5 %. Efterfrågan påverkades märkbart av den minskade byggaktiviteten under 1974, då förbrukningen minskade med 9 % i förhållande till året innan. PVC används dels som styv- dels som mjukgjord produkt. Byggsektorn och elektroindustrin svarar för 80 % av totala PVC-efterfrågan. De dominerande produkterna inom byggsektorn är rör och anslutningsdetaljer för vatten och avlopp. Andra produkter är profiler, lister, golvmaterial och tapeter. Inom elektroindustrin används PVC för isolering och mantling av kablar. Ytterligare exempel är användningen som vävburen plast (t. ex. galon).

2.4.4 *Polypropen*

Förbrukningen av polypropen i Sverige uppgick 1974 till ca 10 000 ton. Den årliga tillväxttakten 1970–1974 var 14 %. Kännetecknande för förbrukningen är att denna är utspridd på ett stort antal användningsområden. Således avsätts material till bilindustrin för tillverkning av olika komponenter. Inom förpackningsindustrin används denna plasttyp som film samt

för formblåsning av flaskor och burkar. Polypropen har även funnit av-sättning som fibermaterial för tillverkning av mattor, tågvirke och garn.

2.4.5 Styrenplaster

Till denna grupp räknas polystyren, ABS och SAN. Den totala förbrukningen var 60 000 ton år 1974. Tillväxttakten under perioden 1970–1974 uppgick till 8 % per år. Polystyren är helt dominerande och svarar för nära 80 % av totalbehovet. Denna plasttyp kan indelas i tre olika undergrupper, nämligen normal, slagseg och expanderbar. Slagsega kvaliteter används främst för kapitalvaror inom industrin, radio och TV samt för engångsserviser och hushållsartiklar. Dominerande marknadsområden för normal polystyren är förpackningsindustrin – tillverkning av engångsglas – samt elektroindustrin. Efterfrågan på expanderbar polystyren kommer huvudsakligen från marknaden för isolermaterial samt från förpackningsindustrin och möbelindustrin.

För en utförlig beskrivning av marknaden för petrokemiska produkter hänvisas till bilaga 2.1 och bilaga 4.

III Råvaror, teknik och transporter

I det föregående har lämnats en översiktlig redogörelse för den petrokemiska industrins omfattning och viktigaste produktionslinjer. Avsikten med föreliggande kapitel är att kortfattat belysa vissa karaktäristiska drag i produktionskedjan från råvara till färdig produkt. För en mer detaljerad information hänvisas till bilaga 1. Ett speciellt avsnitt i nämnda bilaga beskriver bland annat ett 20-tal olika petrokemiska processer.

3.1 Råvaror för petrokemisk produktion

Av den totala petroleumproduktionen i världen har under senare år ca 5 % använts för tillverkning av petrokemiska produkter. Som framgår av figur 1 i kapitel II är ett karaktäristiskt drag för de petrokemiska förädlingskedjorna att produkterna från ett processteg utgör råvaror för nästa steg. I det första tillverkningsledet omvandlas kolväteföreningarna i petroleumråvaror till reaktionsbenägna molekyler i form av exempelvis olefiniska eller aromatiska kolväten. Beskrivningen kommer fortsättningsvis att begränsas till råvaruförsörjningen till det första produktionsledet, dvs. ångkrackningen.

3.1.1 Råvaror för ångkrackning

Rent teoretiskt kan ett mycket brett spektrum av petroleumfraktioner användas som råvara vid ångkrackning. De vanligaste alternativen är emellertid etan, propan, gasbensen (nafta) och gasolja. Dessa råvaror levereras dels från raffinaderier, dels från naturgasanläggningar.

Vid raffinaderierna separeras råoljan i ett antal fraktioner med olika kokpunktsintervall. Tabblån nedan ger en uppfattning om utbytet av olika huvudfraktioner från ett raffinaderi där en vakuumdestillationsenhet ingår.

	Utbyte %
Raffinaderigas (etan/propan/butan)	2-3
Gasbensen (nafta)	15-25
Mellandestillat	30-40
Lätt gasolja	
Tung gasolja	25-35
Restolja	10-20

Som framgår dominerar vanligtvis de tyngre fraktionerna i produktutbytet från raffinaderierna. Gasbensin (nafta), som utgör råvara för krackningsanläggningarna i Stenungsund, är en lättflyktig vätska som kokar i intervallet 40°–175° C. Den största delen av raffinaderiernas gasbensinproduktion vidareförädlas i katalytiska reformeringsanläggningar till motorbensin. Gasoljan, som huvudsakligen används som eldningsolja, består av kolväten med större molekyler än gasbensin och kokar i intervallet mellan 200° och 300° C.

Som nämnts hämtar ångkrackningsanläggningarna även sina råvaror från naturgasanläggningar. Huvudsakligen består naturgasen av det lättaste av alla kolväten, nämligen metan. I mindre kvantiteter förekommer dock även exempelvis etan, propan och butan. Det är de sistnämnda tyngre kolvätena, även kallade våtgas eller kondensat, som kan användas som petrokemisk råvara för olefinproduktion. För att ge ett exempel på kondensatets sammansättning kan nämnas att naturgasen från West Sole-fältet i Nordsjön består till 94 % av metan, 3,2 % etan, 0,6 % propan samt 0,2 % butan. Sammansättningen varierar emellertid mycket mellan olika fyndigheter.

3.1.2 Produktutbyten vid olika råvaror

Produktutbytet vid krackning varierar kraftigt med valet av råvara. Med utgångspunkt från den lättaste råvaran, etan, som ger ett utbyte av ungefär 75 % eten, sjunker etenutbytet i takt med ökande molekylvikt hos råvaran. Tung gasolja ger således endast ca 20 % eten. Samtidigt som etenandelen sjunker när tyngre råvaror används ökar utbytet av övriga krackningsprodukter, dvs. propen, buten, butadien, pyrolysbensin och tunga bränsleprodukter. Tabell 9 ger exempel på några produktutbyten när etenproduktionen standardiserats till 300 000 ton per år. Värdena i tabellen bör ses som riktvärden.

3.1.3 Råvaruförsörjningen internationellt

Råvarusituationen för Europa och USA uppvisar väsentliga skiljaktigheter. Således har gasbensin varit den helt dominerande råvaran för den petrokemiska industrin i Europa. I början av 70-talet kom över 90 % av framställd

Tabell 9 Produktutbyten vid krackning av olika råvaror, 1 000 ton per år

Råvara \ Produkt	Etan	Propan	Gasbensin		Gasolja
			Lättnafta	Fullnafta	
Eten	300	300	300	300	300
Propen	11	130	180	150	195
Butadien	7	20	35	50	60
Buten			60	60	75
Pyrolysbensin	7	50	150	250	315
Brännngas	55	210	160	170	135
Brännolja		5	40	40	420
Råvara	380	715	925	1 000	1 500

eten från gasbensen och tyngre råvaror. Vid samma tidsperiod kom i USA 65 % av etenet från etan eller propan utvunnet ur naturgas, 25 % från raffinaderigaser och endast 10 % från tyngre råvaror såsom gasbensen. Situationen i USA skall ses mot bakgrunden av att landets oljeindustri tidigt inriktades mot den expanderande bilismen – nära hälften av förbrukat råolja har under lång tid gått till motorbensinproduktion. Man har vidare haft god tillgång till billig naturgas, vilket medfört ett relativt lågt behov av eldningsolja. Den europeiska råvarusituationen har karaktäriserats av en god tillgång på gasbensen till stabila priser samt en marknadsbild för krackningsprodukter som relativt väl anslutit sig till produktionsmönstret vid krackning av gasbensen. Förklaringen till den goda tillgången på gasbensen ligger bland annat i att eldningsoljeförbrukningen är hög i förhållande till bensinförbrukningen. För att möta efterfrågan på eldningsolja har därför raffinaderierna kommit att producera mer gasbensen än vad som erfordrats för att täcka behovet av motor- och gasbensen.

I Sverige har den låga självförsörjningsgraden för raffinerade produkter medfört att den petrokemiska industrins gasbensenbehov inte kunnat täckas med inhemsk produktion. Även ägarförhållandena har påverkat försörjningsstrukturen.

Den bild som behandlats ovan kan sägas karaktärisera råvarusituationen fram t. o. m. ett par år in på 70-talet. Sedan dess har emellertid trenden varit att gasbensenöverskottet hållit på att förbytas i ett underskott. Redan före oljekrisen 1973/74 hade flera etenproducenter börjat använda gasolja som råvara. Bland de viktigaste orsakerna till det försvinnande gasbensenöverskottet i Västeuropa kan nämnas:

- den kraftiga efterfrågeökningen på petrokemiska produkter och därmed gasbensen
- minskad efterfrågan på eldningsolja har medfört anpassningar i raffinaderiledet
- viss minskad tillförsel av gasbensenrik råolja
- krav på lägre blyhalter i motorbensin vid oförändrat oktantal har medfört en ökad användning av gasbensen för att höja aromatinnehållet i bensinen.

Under de senaste åren har priset på gasbensen – liksom på övriga oljeprodukter – stigit kraftigt. Särskilt påtaglig har ökningen varit efter år 1973. Utvecklingen kan belysas med att importpriset på gasbensen till Sverige detta år var 215 kr per ton. I början av 1976 var motsvarande pris 600 kr per ton.

Om marknadssituationen på sikt ger upphov till en förskjutning av relativpriserna till förmån för de tyngre råvarufraktionerna påverkas naturligtvis förutsättningarna för en lönsam övergång till krackning av tyngre råvaror, exempelvis tunga gasolja. Redan uppförda och planerade anläggningar i Västeuropa konstrueras numera i många fall för att möjliggöra utnyttjandet av alternativa råvaror. Den ökade flexibiliteten på råvarusidan innebär emellertid även en avsevärd höjning av investeringskostnaderna. Västeuropas framtida råvarusituation torde även komma att påverkas av att fyndigheterna av råolja och naturgas i Nordsjön ökar möjligheterna att använda våtgas som petrokemisk råvara. Således byggs bland annat i Norge en anläggning som är konstruerad för att kracka enbart våtgas.

Bland de faktorer som talar mot en omfattande övergång till de lättare råvarorna är att den totala tillgången av våtgas är relativt begränsad. Vidare torde man kunna räkna med ett relativt högt våtgaspris beroende på råvarans karaktär av miljövänligt bränsle. Till detta kan läggas att transport av våtgas per båt innebär betydande kostnader. En innebörd av det sistnämnda är att ilandföringsställen för olja och naturgas är platsen där krackning baserad på våtgas i första hand skulle kunna övervägas.

3.2 Produktionsteknik och -ekonomi

Föreliggande avsnitt kommer att mycket kortfattat belysa vissa produktionstekniska förhållanden av intresse i en lokaliseringsdiskussion. Inledningsvis berörs något ångkrackningsprocessens teori mot bakgrund av denna process' centrala och dominerande roll vid produktion av basråvaror för den petrokemiska industrin.

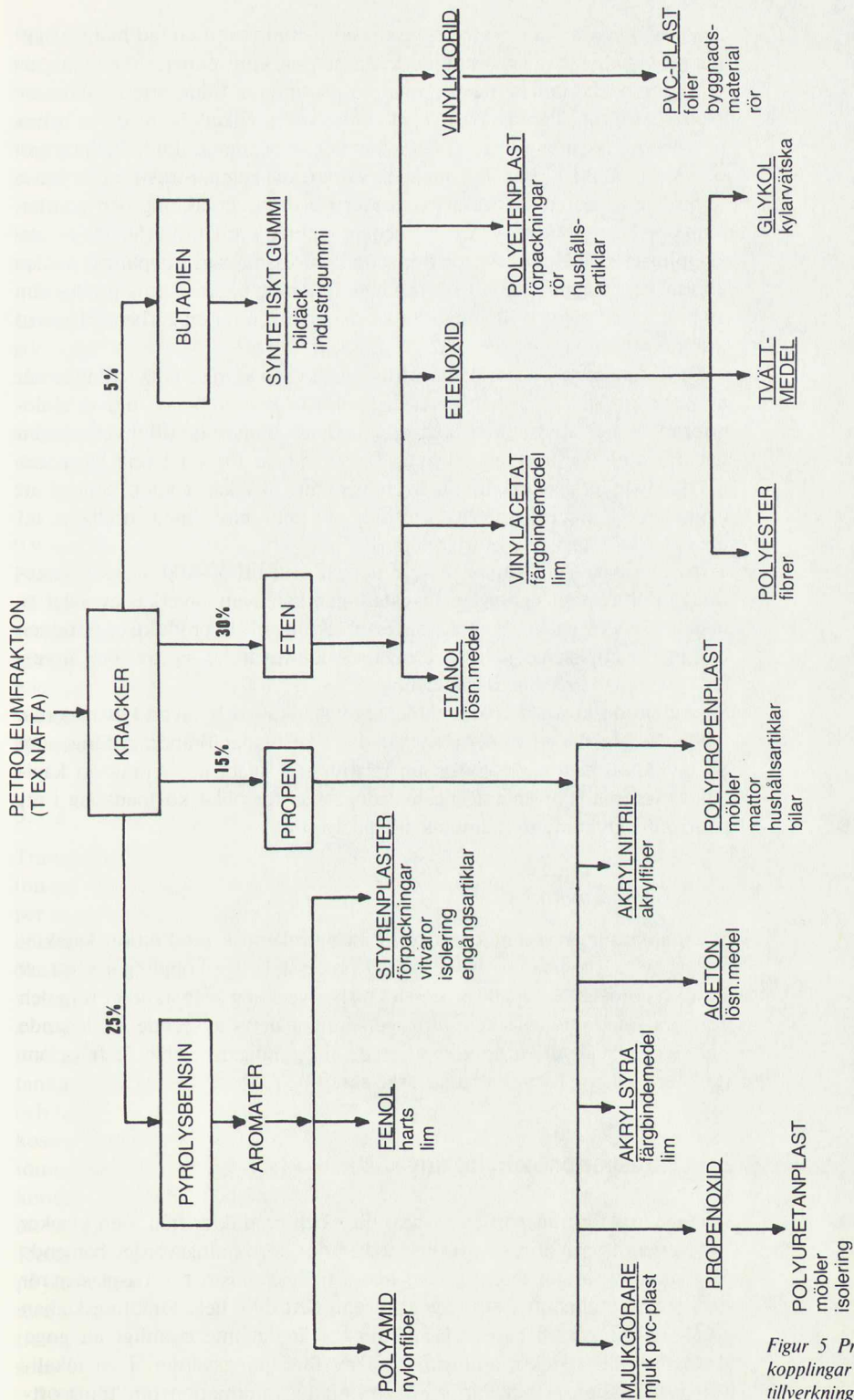
3.2.1 *Ångkrackningsprocessens teori*

Krackningsråvaran, som består av mättade kolvätemolekyler, upphettas under bråkdelen av en sekund till temperaturintervallet 750–850° C. De vibrationsrörelser som härvid uppstår i råvarans molekyler medför att dessa sprängs sönder i mindre fragment. Betydande delar av dessa fragment omsetts till väte (H₂) och metan (CH₄). Vid krackningen bildas således till en viss del produkter med högt väteinnehåll relativt kolinnehållet. Resterande fragment av den söndersprängda kolvätemolekylen blir då utarmade på väte, vilket kompenseras genom dubbelbindningar mellan kolatomerna samt genom ringbildning av kolvätekedjorna. De härigenom uppkomna kolvätena med en dubbelbindning kallas olefiner (t. ex. eten, propen, buten). Förekommer två dubbelbindningar i molekylen får man s. k. diolefiner (t. ex. butadien, isopren). De aromatiska kolvätena kännetecknas av att de innehåller en omättad ring av 6 kolatomer. En effekt av att molekylerna innehåller dubbelbindningar är att de blir starkt reaktionsbenägna och därmed utgör lämpliga råvaror för de vidare petrokemiska förädlingskedjorna.

3.2.2 *Produktionsteknik och produktionskostnader*

I den primära krackningsprocessen produceras således reaktionsbenägna petrokemiska basråvaror som i följande processteg sammanfogas till nya kemiska föreningar. Sammanfogningen kan ske i ett eller flera steg och ofta med tillsats av komplementråvaror. För att uppnå en hög renhetsgrad hos produkten är det ofta nödvändigt att de erhållna reaktionsprodukterna separeras och renas i ett eller flera steg. Separation sker exempelvis i destillations- och extraktionskolonner. I praktiken innebär separationen en uppdelning i olika produktströmmar och ett karaktäristiskt drag är att vissa produkter recirkuleras till tidigare processled.

Den använda processtekniken innebär att de processenheter i vilka den kemiska omvandlingen av råvaran till produkter äger rum i allmänhet utgör en relativt liten del av hela den petrokemiska anläggningen. Resterande



Figur 5 Processmässiga kopplingar mellan olika tillverknings.

delar utgörs av separations- och reningsutrustning samt en rad hjälpanläggningar såsom exempelvis kraftverk, ångcentral samt enheter för rening av inkommande vatten och avloppsvatten. De interna transporterna inom en petrokemisk anläggning är mycket omfattande, vilket för med sig behov av rörledningsgator samt lager för råvaror, mellanprodukter, hjälpråvaror och slutprodukter. För den löpande driften av kapitalutrustningen krävs verkstäder, laboratorier samt byggnader för driftövervakning och administration. Hanteringen av råvaror och produkter samt utnyttjandet av anläggningar för hjälpråvaror medför starka processmässiga kopplingar mellan en krackeranläggning och tillverkningar baserade på krackerns produktion av basråvaror. Figur 5 illustrerar processkopplingen för en gasbensinbaserad kracker.

Förhållandet att en stor del av utrustningen i en kemisk anläggning består av reaktorer, kolonner, behållare, rör, pumpar, kompressorer, ugnar, elmotorer m. m. och att materialåtgången inte ökas i proportion till investeringen har inneburit en drivkraft att bygga anläggningar för allt större kapacitet. Mycket vanligt har emellertid även varit att öka kapaciteten genom att bygga en ny processenhet i anslutning till den gamla med möjlighet att utnyttja befintlig serviceutrustning.

Investeringar i hjälpanläggningar uppgår ofta till 50–100 % av investeringen i processanläggningen. Investeringen kan även påverkas av valet av råvara. Således gäller för krackningsanläggningar att produktseparationen blir mer komplicerad ju tyngre råvara man använder sig av, och investeringskostnaderna blir därmed högre.

Produktionskostnaderna domineras av kapital- och råvarukostnaderna. Under 70-talet har relationerna mellan dessa kostnader förändrats därigenom att råvarukostnaderna uppvisat en relativt sett snabbare ökning än kapitalkostnaderna. För en utförligare redogörelse för olika kostnadsslag i ett petrokemiskt komplex hänvisas till bilaga 1.6.

3.2.3 *Sammanfattning*

Sammanfattningsvis kan konstateras att petrokemisk produktion karaktäriseras av hög kapitalintensitet, starka processmässiga kopplingar samt av stordriftsfördelar. En snabb processteknisk utveckling äger ständigt rum och de stora internationella kemiföretagen intar i detta avseende en ledande ställning. För att driva de komplicerade anläggningar det här är fråga om ställs stora krav på välutbildad arbetskraft.

3.3 Transporter och lagring

Kostnaderna för transport av råvaror till – och produkter från – en kracker kan variera från i stort sett 0 till 5 à 10 % av försäljningsvärdet beroende på graden av samlokalisering med andra tillverkningar. För basplaster rör sig andelen i allmänhet om några procent. Sett över hela förädlingskedjan – från raffinaderi till basplastbearbetning – är det inte ovanligt att ange kostnaden till storleksordningen 10 % av försäljningsvärdet. I en lokaliseringsdiskussion är det därför av vikt att ha information om transport- och lagringsförhållanden för olika petrokemiska råvaror och produkter.

3.3.1 Översiktligt om transportstrukturen

I början av förädlingskedjorna sker transporterna i stora enheter – vanligtvis i tankfartyg eller i rörledning. Längre fram i förädlingsleden sker transporterna i mindre enheter exempelvis i form av bulklaster i tankbilar, tankvagnar eller mindre tankfartyg. Vanligt förekommande är containertransporter i dessa senare led. Gasbensen transporteras oftast i rörledning från raffinaderi till samlokaliserad kracker. Om raffinaderi och kracker ej är samlokaliserade sker transporterna vanligtvis med fartyg. Huvuddelen av de petrokemiska slutprodukterna uttransporteras i mindre poster till den på många relativt sett små arbetsställen uppdelade polymerbearbetande industrin. Uttransporter till större avnämare eller till mer avlägsna marknader görs ofta med järnväg eller båt. Det bör dock poängteras att biltransporter används även till stora kunder.

De kvantiteter petrokemiska produkter som transporteras mellan olika anläggningar är stora. Som exempel på transportrörelser för primär- och mellanprodukter kan export- och importkvantiteter för några västeuropeiska länder tjäna. Således uppgick t. ex. Hollands export och import år 1974 till 2,0 respektive 0,7 miljoner ton. Motsvarande siffror för Västtyskland var 0,9 respektive 1,6 miljoner ton och Belgien 0,3 respektive 1,2 miljoner ton. Frankrike hade samma år en export på 0,3 miljoner ton och en import på 0,5 miljoner ton. Omfattningen av transporterna beror förutom på den totala efterfrågestrukturen delvis på att utbyggnaderna av olika anläggningar görs i stora steg och att det härigenom uppkommer över- eller underkapaciteter som måste balanseras med transporter. Transportströmmarna påverkas även av driftavbrott i anläggningarna även om variationerna här till en del kan kompenseras via lagerhållningen.

3.3.2 Transportkostnadspåverkande förhållanden

Transportkostnaden för en viss sträcka blir i allmänhet lägre räknat per ton om större kvantiteter transporteras. Även bränsleåtgång och arbetsinsats per ton minskar med ökad kapacitet. Storleksutvecklingen för råoljetankers är exempel på detta. Användningen av större tonnage medför emellertid ökade lagringskostnader, därigenom att större lagringskapacitet måste installeras vid transportsträckans båda terminaler. Vid optimeringsberäkningar av tonnage och lagringskapacitet måste hänsyn tas till de hanterade ämnens fysikaliska egenskaper. Allmänt gäller att ju större tonnage och lagringstankar som används desto större andel utgör kapitalkostnaden av transport- och lagringskostnaderna. Vid given transporterad volym minskar transportkostnaderna långsammare och lagringskostnaderna ökar snabbare med ökat tonnage för ämnen med speciella krav på material och konstruktioner, t. ex. kondenserade gaser jämfört med vätskor. En optimering ger till resultat att mindre tonnage skall användas för kondenserade gaser än för vätskor. Detta resonemang gäller i princip för såväl sjötransporter som transporter på järnväg och landsväg samt i rör. Vid kontinuerlig transport i rör bestäms rördimensionen av transportvolymen per tidsenhet. Vid en diskontinuerlig transport av samma volym ökar rördimensionen och därmed såväl transport- som lagringskostnaden.

I bilaga 1.7 beskrivs transport och lagring av några viktigare petrokemiska

produkter. Beträffande transportkostnadsjämförelser för eten i rör respektive fartyg framhålls ett väsentligt förhållande. Till skillnad från rörtransportfallet är det vid fartygstransport av eten nödvändigt att kondensera etenet hos leverantören och förånga det hos mottagaren. Aktuella uppskattningar tyder på att kostnaden för kondensering, lagring och förångning uppgår till 100–150 kr per ton eten. Detta gör fartygstransporter ekonomiskt försvarbara endast för transportsträckor över flera 10-tal mil eller i sådana fall där rörtransport är tekniskt omöjlig.

Propen som också är ett gasformigt ämne transporteras i större omfattning än eten. De relativt höga transportkostnaderna har emellertid motiverat strävan att lokalisera anläggningar för vidareförädling av propen i anslutning till olefinproducerande krackningsanläggningar.

3.3.3 *Säkerhetsaspekter på transporter och lagring*

Flera av de petrokemiska primär- och mellanprodukterna har egenskaper som kan innebära risker vid transport och lagring. Läckage av eten och propen kan ge upphov till gasmoln med åtföljande risk för explosioner. Andra ämnen kan reagera kemiskt med temperaturstegring som följd. Explosiva ämnen kan även bildas.

För att minska olycksriskerna finns en rad detaljerade bestämmelser för hur transporter och lagring skall handhas. Andra sätt att minska olycksriskerna är att minska transportarbetet exempelvis genom samlokalisering eller produktbyten mellan olika företag. Sättet för transport och lagring påverkar även riskerna. Således indikerar befintlig statistik att rörledningstransporter är en säkrare metod än sjötransporter och transport på landsväg och järnväg. Vidare torde det förhålla sig så att lagring i bergrum är en säkrare metod än lagring i ovanjordstankar.

IV Miljöpåverkan

Så gott som all industriell verksamhet medför någon typ av miljöpåverkan. Detta sker framför allt genom utsläpp (emissioner) till luft och vatten samt genom transporter. En påverkan sker också på landskapsbilden.

Påverkan kan vara av såväl lokal som regional karaktär. Normalt gäller att föroreningshalterna är störst i närheten av platsen för utsläppen. Huruvida även den negativa påverkan är störst i den närmaste omgivningen sammanhänger bland annat med naturmiljöns kvalitet, bebyggelseplanering m. m.

Den lagstiftning i Sverige som reglerar miljöstörande verksamhet anger tre typer av industriell verksamhet som i olika hög grad miljöstörande. Den första avser sådan verksamhet som kan bedrivas efter ett enklare tillståndsförfarande (anmälan enligt miljöskyddslagen till länsstyrelsen). En andra fordrar tillstånd enligt miljöskyddslagen av koncessionsnämnden för miljöskydd. I den tredje återfinns sådana industrityper som måste ha regeringens tillstånd för val av lokaliseringsort innan koncessionsnämndens villkor föreskrivs. Beträffande den sistnämnda gruppen, till vilken den petrokemiska industrin hör, finns för närvarande i Sverige ca 200 anläggningar med sådan produktion att tillstånd av regeringen enligt byggnadslagen krävs. Inkluderas samtliga tre gruppers industrier kan antalet miljöstörande anläggningar beräknas till ca 5 500.

I föreliggande kapitel berörs den petrokemiska industrins påverkan på den yttre och den inre miljön. Kapitlet innehåller också en kortfattad beskrivning av utsläppsförhållanden i Stenungsund. För en utförligare redovisning hänvisas till bilaga 1 (1.8 och 1.9) samt bilaga 2 (2.5).

4.1 Yttre miljö

Den petrokemiska industrin har tidigare definierats som kapitalintensiv med en komplicerad process- och serviceutrustning. Ett annat karaktäristiskt drag är att denna industri ger upphov till ett betydande transportarbete. I princip kan man säga att processanläggningarna samt hanteringen av petrokemiska produkter kan medföra två typer av störningar på den yttre miljön. Dels mer eller mindre kontinuerliga utsläpp via skorstenar och avloppstuber och genom diffust läckage från apparatur, rörledningar, lagringsbehållare etc., dels vissa utsläpp som är orsakade av plötsliga driftstörningar eller av missöden och dylikt i samband med transporter.

Generellt kan sägas att det föreligger betydande problem att uppskatta de totala utsläppskvantiteterna samt vilka ämnen som ingår i utsläppen. Det är vidare mycket svårt att beräkna hur den yttre miljön påverkas av petrokemisk produktion. Skälen till detta ligger inte enbart i brist på kunskaper om totala utsläpp och i att spridningsmekanismerna i luft och vatten inte är fullt kända, utan även i ofullständiga kunskaper om hur en viss miljö reagerar på en viss föroreningsnivå.

4.1.1 Utsläpp till luft

Olika petrokemiska anläggningar skiljer sig avsevärt åt vad gäller de typer av ämnen som de emitterar till atmosfären. En betydande del av utsläppen kan bestå av råvaror och slutprodukter, men i vissa fall utgörs de också av betydande mängder av mellan- och biprodukter. Utsläppen till atmosfären från den petrokemiska industrin domineras av kolväten som paraffiner (metan, etan, propan osv.), olefiner (eten, propen osv.) och aromater (bensen, toluen osv.). Från vissa anläggningar domineras dock utsläppen till atmosfären av oxiderade eller klorerade kolväten. Utsläppen från t. ex. vinylklorid- och polyvinylkloridproduktion består till stor del av vinylklorid och andra klorerade kolväten.

Utsläpp av kolväten kan genom lukt medföra olägenhet i omgivningen till petrokemiska anläggningar. Även om de totalt utsläppta kvantiteterna kolväten är stora, blir dock utspridnings- och utspädningsförhållandena i atmosfären sådana att luktrösklarna sällan överskrider utanför fabriksområdet.

På växtligheten torde vid låga koncentrationer främst ett kolväte – eten – kunna ge vissa negativa effekter. Eten kan verka tillväxthämmande samt åstadkomma blad- och blomavfall. Negativa effekter har konstaterats i haltområdet 0,001–0,6 mg/m³, värden som ofta överskrider i närheten av petrokemiska anläggningar. Immissionsgränsvärden för eten i utomhusluft saknas i Sverige men finns i bland annat Sovjet och Kalifornien. I Kalifornien gäller 0,6 mg/m³ som entimmesmedelvärde och 0,1 mg/m³ som långtidsmedelvärde. Dessa riktvärden är satta med syfte att förhindra skador på fruktodlingar.

Kolväten har synergistisk effekt med kväveoxider, dvs. ämnena ger tillsammans en större effekt än vad som motsvarar summan av de enskilda ämnenas effekter. Orsaken är att kolväten och kväveoxider under solljusets inverkan kan bilda så kallad fotokemisk smog. De i denna ingående ämnena kan verka starkt irriterande bland annat på ögonen och kan åstadkomma skador på vegetation och vissa material. Utsläppen av kväveoxider från petrokemisk industri är i allmänhet små, men risken för smogbildning bör observeras vid samlokalisering med stora emittenter av kväveoxider, t. ex. kraftverk baserade på fossila bränslen.

Som utsläpp till luft kan även buller räknas.

Buller från petrokemisk produktion härrör i huvudsak från snabbt strömmande gaser eller ångor i rörledning, kompressorer, ventiler och fläktar. Kring exempelvis kompressorsteget i en ångkrackningsanläggning kan bullernivån väsentligt överstiga 100 dB. Sådana anläggningsdelar avskärmas dock så att ljudnivån utanför fabriksområdet inte behöver uppgå till mer

Tabell 10 Vattenföreningar från några petrokemiska anläggningar.

Uppgifterna avser att spegla skillnaden i utsläpp mellan äldre och nyare (slutet av 60-talet) anläggningar.

Produkt	Kapacitet ton/dygn	Utsläpp av organiska ämnen angivna som kg BS ₇ /ton produkt
Eten		
– äldre	200	1,3
– nyare	450	0,2
Polypropen		
– äldre	55	6,0
– nyare	80	1,3
Tereftalsyra		
– äldre	160	13,0
– nyare	330	1,5

Källa: E. Porter, Pollution in four industrialized estuaries; Her Majesty's Stationery Office London 1973

än 40–60 dB. Det är betydligt svårare att avskärma bullret från utblåsningsanordningar och facklor, vilka måste mynna i det fria. Här tvingas man arbeta med olika typer av ljuddämpare.

Bullret utanför petrokemiska anläggningar kan karaktäriseras som ett väsande eller brus som kan uppfattas dygnet runt på grund av den kontinuerliga driften. Under relativt kortvariga perioder, kanske någon eller några gånger per vecka, kan ljudnivån öka starkt vid utblåsningar eller fackling. Bakgrundsbullret och ljudstötarna kan verka störande på avstånd i storleksordningen 500–1 000 meter från anläggningarna.

4.1.2 Utsläpp till vatten

Det finns ett samband mellan vattenföreningar och luftföreningar, på så sätt att minskade vattenföreningar ofta medför ökade luftföreningar. Som exempel kan nämnas ersättning av vattenkyllning med luftkyllning och att organiska ämnen förbränns i stället för att släppas ut i vattendragen. Investeringarna i åtgärder för att minska vattenföreningarna har länge överstigit motsvarande investeringar för luftföreningarna. I tabell 10 redovisas exempel på skillnader i utsläpp mellan äldre och nyare anläggningar.

De stora investeringar som gjorts för att minska vattenföreningarna är en av orsakerna till att luftföreningarna från många petrokemiska anläggningar har kommit att bli relativt sett betydligt större än vattenföreningarna. Den viktigaste orsaken är dock sannolikt att huvuddelen av de hanterade ämnena är kolväten och som sådana svårslösliga i vatten. Det visar sig också att vattenföreningarna från de senare leden i förädlingskedjorna, där kolvätena oxiderats till oxider, alkoholer och syror och blivit mer vattenlösliga, är större än från de tidigare leden.

Huvuddelen av de utsläppta organiska ämnena bryts ned i recipienten.

För denna nedbrytning åtgår syre och vid utsläpp i recipienter med dålig vattenomsättning eller i recipienter, som belastas med organiska utsläpp även från annan verksamhet, kan syrehalterna sjunka till kritiska värden. Effekterna av detta kan bli ekologiska förändringar i recipienten, det kan t. ex. bli ont om en viss fiskart och i extremfallet helt syrefattigt vatten kan giftigt svavelväte bildas. Sådana förändringar har konstaterats på många håll, men det är svårt att direkt klargöra vilken roll de organiska utsläppen från den petrokemiska industrin har spelat. Det beror på att utsläppen av syreförbrukande ämnen från t. ex. tätorter som regel är betydligt större än utsläppen från den petrokemiska industrin.

Utsläppen av vissa kolvätederivat är däremot specifika för den petrokemiska industrin. Ett exempel är klorerade kolväten. Det har i laboratorieförsök konstaterats att de halter av dessa i vatten som kan orsaka död bland vattens organismer i vissa fall är extremt små, i storleksordningen miljondelar. Man måste då naturligtvis misstänka att även betydligt lägre och även i naturlig miljö förekommande halter kan medföra ekologiska effekter.

Den petrokemiska industrin släpper även ut oorganiska ämnen i vattnen, till de giftigare hör cyanider och kromföreningar. Kvantiteterna är dock sällan särskilt stora jämfört med annan industri.

4.1.3 Utsläpp till luft och vatten från den petrokemiska industrin i Stenungsund

De petrokemiska industrierna i Stenungsund har sina verksamheter reglerade i vattendomar och tillstånd enligt miljöskyddslagen. Vad gäller utsläpp till vatten finns äldre kontrollprogram.

KemaNord AB inlämnade 1973 ett översiktligt förslag till kontrollprogram, vilket dock aldrig formellt fastställts av länsstyrelsen. Förslag till fullständigt kontrollprogram avseende vatten, luft, buller och avfall har under 1976 inlämnats av samtliga Stenungsundsindustrier.

Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohus län har gjort en beräkning över de petrokemiska industriernas utsläpp under 1975. Sammanställningen redovisas i tabell 11.

Angående tabellens innehåll bör först nämnas att BS_7 avser biologisk syreförbrukning under 7 dygn och är en analysmetod som ger ett mått på en viss del av halten av organiska föreningar. Beräkningen COD betecknar kemisk syreförbrukning och är en analysmetod som mäter hela mängden syreförbrukande föreningar.

Vad sedan gäller utsläpp till luften är det självfallet inte endast KemaNord som har sådana. Skälen till att övriga företag inte utfört mätningar ligger bland annat i att utsläpp sker från läckage inom hela processområdena och därför är svåra att mäta med tillgänglig teknik. Av koncessionshandlingar framgår emellertid att Esso räknar med maximala årsutsläpp av eten på 250 ton, propen 150 ton och andra kolväten 550 ton. Etenutsläppen uppskattas av Unifos och Berol till 2 000 respektive 500 ton per år.

Tabell 11 Länsstyrelsens i Göteborgs och Bohus län sammanställning över de petrokemiska industriernas i Stenungsund utsläpp år 1975

Företag	Utsläpp till luften av			
	Ämne	Kg/tim		Totalt utsläpp ton
		Medelvärdet	Tillåtet	
KemaNord	Alifatiska klorkolväten	136	300	1 175
	Vinylklorid	31 ^a	155	270 ^a
	Eten	40	110	345
		ton, tillåtet		
	Kvicksilver	0,225		0,191
	Klor från klorförstöring	11		0,006

Företag (medelavloppsflöde) ^b	Totala utsläpp i ton till havet av								
Esso (175 m ³ /tim) tillåtet	<i>Olja</i>	<i>Fenol</i>							
	6,9 12,0	0,56 0,50							
Unifos (28 m ³ /tim) tillåtet	<i>Olja</i>	<i>Krom</i>	<i>COD</i>	<i>BS7</i>	<i>susp ämnen</i>	<i>organisk substans</i>			
	0,1 –	0,04 0,31	10,5 –	1,7 –	2,5 –	3,5 ^c 11,5			
Berol (207 m ³ /tim) tillåtet	<i>Olja</i>	<i>Glykol</i>	<i>COD</i>	<i>aktiv substans</i>		<i>föreninge ämnen</i>			
	3,6 –	4,5 200	172 –	1,0 1,0		19 ^c 25			
KemaNord (60 m ³) tillåtet	<i>Kvick-silver</i>	<i>Total-kväve</i>	<i>Natrium-formiat</i>	<i>Järn-hydroxid</i>		<i>Monovi-nylklorid</i>	<i>Diklor-etan</i>	<i>COD</i>	<i>Susp. ämnen</i>
	0,004 0,030	7,8 16,1	123,5 250	1,2 2		1,0 2	0,7 –	128 –	30 –

^a Mätning sker endast vid en av de tre polyvinylkloridfabrikerna (den som har störst utsläpp)

^b Utom kylvatten

^c Ur COD framräknat värde

Källa: Miljö i Bohuslän 1975 (Länsstyrelsen O-län, 1976)

4.2 Inre miljö

I den petrokemiska industrin sker produktionen i stor utsträckning i kontinuerliga, slutna och högt automatiserade processer. Detta innebär jämfört med industrin som helhet ett lågt antal sysselsatta i relation till producerad

Tabell 12 Bränder och explosioner inom petrokemiska industrin

Tid, land, ort	Typ av verksamhet	Vad som hände	Antal skadade	Antal döda	Materiella skador
April 74 Rumänien Pitesti	Etenanläggning	Explosion	- ^a	1	-
74-06-01 England Flixborough	Kaprolaktam (för nylon- tillverkning)	Explosion	89	28	>450 Mkr
74-06-20 Holland Pernis	Etenanläggning	Explosion och brand	7	0	16 Mkr
Juni 74 Frankrike Le Havre	LDPE	Explosion	0	0	-
Juli 74 Tjeckoslovakien Zaluzi	Etenanläggning	Explosion	79	14	-
Juli 74 Holland Deventer	Organiska peroxider	Explosion	8	1	16 Mkr
September 74 Bangladesh Ghoraskal	Ammoniak Urea	Explosion	18	2	-
74-09-21 USA Houston	Järnvägsvagn med butadien	Explosion	85	1	Bl. a. 407 järnvägs- vagnar
74-09-23 Holland Europort	Butanol	Brand	0	0	16 Mkr
74-10-12 Belgien Antwerpen	Tanklager	Brand	0	0	Bl. a. skadades 15 tankar
74-10-14 Holland Pernis	Isopren	Explosion och brand	5	0	16 Mkr
Nov. 74 Duxford	Epoxiplast	Explosion och brand	6	0	-
Jan. 75 Holland Gouda	Fettsyror	Explosion och brand	-	-	13 Mkr
75-02-10 Belgien Antwerpen	LDPE	Explosion	12	6	-
75-04-05 Västtyskland Leverkusen	Aromatderivat	Explosion	4	0	-
April 75 Östflandern Zelzate	Maleinsyra	Explosion	-	-	Flera Mkr

^a - betyder att uppgifter saknas

volym. En stor del av arbetet består i att övervaka och styra processerna, ofta från ett centralt kontrollrum. Bland tyngre arbeten kan nämnas underhålls- och reparationsarbete samt lastning och lossning. Vid driftstörningar krävs ibland snabba, psykiskt och fysiskt påfrestande arbetsinsatser, ibland på höga höjder eller under risk för kontakt med på olika sätt farliga ämnen.

I de petrokemiska processerna används ofta mycket höga eller mycket låga tryck och temperaturer, vilket innebär risker för brott på rör, behållare och annan utrustning. De stora produktmängder som omsätts i anläggningarna betyder att ett haveri kan få allvariga konsekvenser som följd av bränder, explosioner eller utsläpp av giftiga ämnen. De erfarenheter som vunnits på senare år på detta område kan för den framtida utbyggnaden komma att innebära mer spatiösa industriområden på större avstånd från bostadsområden. I tabell 12 redovisas bränder och explosioner som inträffat i petrokemisk industri under ett år.

Liksom vad gäller produktion, sysselsättning etc. särredovisas yrkesskador inom den petrokemiska industrin sällan i officiell statistik. En kombination av olika källor antyder dock att antalet yrkesskador (per miljon arbetstimmar) är väsentligt lägre inom petrokemisk industri än inom industrin som helhet, där olyckor med arbetsmaskiner och handverktyg dominerar. Där är de främsta olycksorsakerna i stället eld, söndersprängning och explosioner. Det vore naturligt om detsamma gällde för den petrokemiska industrin, men statistik från Stenungsundsindustrin visar på lägre frekvens för sådana olyckor.

Däremot är olyckor som följd av extrema temperaturer och kontakt med giftiga och frätande ämnen vanligare inom såväl petrokemisk som övrig kemisk industri än inom industrin som helhet.

I tabell 13 redovisas yrkesskador inom kemisk industri i USA för perioden 1971–1973. Som jämförelse kan nämnas att antalet yrkesskador för hela industrin 1973 var 11 per miljon arbetstimmar.

Till den petrokemiska industrin hör i tabell 13 framställningen av syntetfibrer, syntetgummi och huvuddelen av plastmaterial.

De faktorer som av operatörer och arbetare inom svensk petrokemisk industri upplevs som mest besvärande är buller och förekomsten av ett stort antal ämnen i produktionen. Från flera företag klagas på bristfällig information om dessa ämnens skadeverkningar och om hur de skall hanteras i olika situationer.

Tabell 13 Yrkesskador i USA:s kemiindustri 1971–1973. Talen anger antal yrkesskador per miljon arbetstimmar

Hela kemiindustrin	4
Klor-alkali	3
Fett och oljor	15
Stubin och krut	1
Högexplosiva varor	2
Plastmaterial	4
Salt	27
Syntetfiber	1
Syntetgummi	5

V Bedömning av marknadsutvecklingen för petrokemiska produkter fram till år 1990

I en lokaliseringsdiskussion bör de viktigaste resursanspråken belysas. Tidigare har behandlats förhållanden som sammanhänger med teknik, kapitalutrustning, transporter, lagring och miljöpåverkan. För att kunna bedöma det framtida resursbehovet och inhemsk produktionskapacitet har kommittén låtit genomföra en studie av en tänkbar förbrukningsutveckling fram till år 1990 för ett antal petrokemiska produkter. Denna marknadsbedömning, som i sin helhet återfinns i bilaga 4, har sedan legat till grund för de produktionsscenarioer som presenteras i kapitel VI.

Produkter som studerats är eten, propen, buten, butadien, bensen och o-xylen samt olika derivat av dessa, jämte syntetfiber. Utvecklingen redovisas med genomsnittliga årliga procentuella tillväxttal för perioden 1974–1990. Det bör påpekas att syntesgasbaserade produkter inte inkluderats i studierna.

5.1 Använd metod

De metoder som framför allt kommit till användning är trendframskrivning, regressionsanalys och intervjueteknik.

Trendframskrivningen bygger på att det historiska underlaget uppvisar någon form av utvecklingstrend som kan användas vid framskrivning.

Regressionsanalys är en annan form av trendframskrivning, där strävan är att finna relevanta förklaringsvariabler. Denna metod förutsätter bland annat att den framtida efterfrågan på en viss produkt, i samma utsträckning som i det historiska skeendet, samvarierar med den utvalda förklaringsvariabeln. I föreliggande utredning har valet av förklaringsvariabler begränsats till sådana för vilka officiella prognoser finns gjorda fram till år 1990. Exempel på använda förklaringsvariabler är den privata konsumtionen, BNP, industriproduktionsindex och antal färdigställda lägenheter.

Intervjuer, slutligen, är kanske den vanligaste undersökningsmetoden. Ansatsen kan här variera från enkla rundfrågor till avancerade Delphistudier.

Vid analysförfarandet har de petrokemiska produkterna indelats i två grupper, nämligen basplaster och övriga petrokemiska produkter. Vid bedömningen av basplasternas utveckling har gången varit följande:

Via de matematiska metoderna trendframskrivning och regressionsanalys har ett tänkbart utfall framkommit. Detta utfall har i ett senare led ingående diskuterats med företrädare för plasttillverkningen. Resultatet av diskus-

sionerna har i många fall blivit att det matematiska utfallet i efterhand justerats. Starkt generaliserat kan man säga att en produktcykel uppvisar tre faser, nämligen introduktion, tillväxt och mättnad. För flertalet av de studerade produkterna gäller att introduktionsförloppet, dvs. det stadium när förbrukningen i regel är liten men den årliga procentuella tillväxten kan vara mycket hög, har passerats. Med hänsyn till detta har därför målsättningen vid diskussionerna med branschföreträdarna varit att i första hand penetrera utvecklingen fram till stadium 1980. För perioden fram till 1990 har sedan en långsamt avtrappande tillväxttakt antagits komma att gälla.

Till gruppen "övriga petrokemiska produkter" har förts sådana kemikalier för vilka ett tillräckligt ingående historiskt basunderlag saknats för att möjliggöra en statistisk bearbetning av materialet. Prognoser på den förväntade utvecklingen har här baserats på intervjuer med företrädare för branschen.

Vid marknadsanalyserna har strävan varit att i görligaste mån kartlägga förbrukningen av de olika produkterna i slutledet. Med utgångspunkt från den inhemska efterfrågan på olika slutprodukter har ekvivalentbehovet av de olika mellanliggande produkterna och primärprodukterna eten, propen, butadien och bensen beräknats. Med ekvivalentförbrukning menas härvid åtgången av en produkt för tillverkning av produktens olika derivat.

5.2 Bedömning av marknadsutvecklingen för vissa primärprodukter och derivat

I detta avsnitt sammanfattas bedömningen av marknadsutvecklingen för följande produkter: LD-polyeten, HD-polyeten, PVC, polypropen, propenoxid och polystyren. En omfattande analys av marknadsutvecklingen för ett större antal produkter återfinns i bilaga 4.

5.2.1 *Etenderivat*

LD-polyeten:

Den helt dominerande förbrukaren av LD-polyeten är förpackningsindustrin som svarar för ca 80 % av totalefterfrågan. Marknaden för konsumentförpackningar är väl etablerad och mättnadsstadiet är i stort sett uppnått. Utnyttjandet av LD-polyeten för transportemballage är emellertid snabbt växande. Väsentliga och för LD-polyeten gynnsamma kriterier vid val mellan olika konkurrerande produkter är pris samt barriäregenskaperna mot bland annat fukt. Beträffande priset på LD-polyeten har detta påverkats av stora processmässiga förändringar under de senaste 15 åren. Således har produktionskapaciteten per reaktor ökat 5–6 gånger. Tillverkningen av LD-polyeten sker i en extrem högtrycksprocess, vilket i sig medför stora teknologiska problem. Ett utvecklingsarbete med inriktning mot tillverkning under lägre tryck pågår. Det är emellertid knappast troligt att ny teknologi kommer att nämnvärt påverka prisutvecklingen till stadium 1990.

Beräkningarna av det framtida LD-polyetenbehovet med hjälp av trendframskrivning och regressionsanalys gav ett behov år 1990 på ca 380 000 ton respektive 335 000 ton. En utveckling i linje med den lägre nivån 1990 har bedömts troligare än en utveckling i linje med den högre nivån, bland

annat på grund av att regressionsanalysen bättre tar hänsyn till konjunkturella variationer, exempelvis den kraftiga efterfrågeminskningen 1975.

Den beräknade genomsnittliga tillväxttakten för LD-polyeten har satts till 5 % per år, vilket skulle innebära en förbrukningsökning från 145 000 ton 1974 till ca 340 000 ton 1990.

Om motsvarande tillväxttal appliceras på övriga nordiska länder skulle den totala förbrukningen i Norden år 1990 uppgå till ca 860 000 ton LD-polyeten.

HD-polyeten:

Ungefär hälften av totalförbrukningen av HD-polyeten går för närvarande till förpackningsindustrin. Byggmarknaden är ett annat viktigt område. Positionen inom förpackningsindustrin har uppnåtts genom bland annat produktens lättbearbetbarhet samt goda styvhet. HD-polyeten konkurrerar i första hand med polypropen och PVC. Polypropen har sämre styrkeegenskaper vid låga temperaturer, varför HD-polyeten föredras om produkten kan komma att förvaras vid låga temperaturer under längre tid. I förhållande till PVC har HD-polyeten sämre gas- och arombarriäregenskaper. Vissa processtekniska förändringar är att vänta, men rationaliseringsvinsterna torde knappast komma att väsentligt sänka de totala tillverkningskostnaderna.

En beräkning av den framtida förbrukningen med hjälp av trendframskrivning och regressionsanalys gav för båda metoderna ett behov av ca 70 000 ton HD-polyeten 1990. Förbrukningen 1990 har emellertid bedömts ligga något högre bland annat beroende på att plaströrsektorn som i dag är liten kan komma att expandera genom att ett normsystem nu föreligger. Den årliga totala tillväxttakten har satts till 8 % per år fram till 1990, motsvarande en ökning från 25 000 ton år 1974 till ca 85 000 ton år 1990.

Med samma ökningstakt för övriga Norden skulle den totala nordiska förbrukningen år 1990 uppgå till ca 355 000 ton.

PVC:

Två marknadsområden svarar för ca 80 % av den totala PVC-förbrukningen, nämligen byggnadssektorn och elektroindustrin. Dominerande produkter inom byggnadssektorn är rör och anslutningsdetaljer för vatten och avlopp samt profiler, lister, golvmaterial och fasadelement.

Konkurrerande produkter inom rörområdet är metall- och cementrör samt andra plaströr. Användningen av plast som byggnadsmaterial har diskuterats beroende på de flesta plasters dåliga brandsäkerhet. PVC har här en viss fördel genom sitt stora klorinnehåll. Om emellertid PVC skulle börja brinna avges klorvätegas som i förening med vatten ger saltsyra. Saltsyran är starkt korrosiv och kan via rökutvecklingen ge omfattande skador.

Beträffande framställningsprocessen kan nämnas att polymerisationen sker diskontinuerligt. De kontinuerliga processer som utvecklats förefaller icke ha medfört nämnvärt sänkta tillverkningskostnader. Nya förordningar rörande tillåten koncentration av vinylkloridmonomer i fabrikslokaler och slutprodukt torde dock kunna medföra en höjning av tillverkningskostnaderna.

Beräkningarna av den framtida förbrukningen av PVC med hjälp av trendframskrivning och regressionsanalys gav ett behov 1990 av 285 000 ton re-

Tabell 14 Beräkning av ekvivalentförbrukningen av eten i Sverige 1990

Derivat	Derivatförbrukning 1990 ton	Etenekvivalentförbrukning 1990 ton
LD-polyeten	340 000	360 000
HD-polyeten	80 000	90 000
PVC	230 000	120 000
Etenoxid	50 000	50 000
Vinylacetat	20 000	7 000
Styren	210 000	70 000
Total etenekvivalentförbrukning		697 000

spektive 230 000 ton.

Förhållanden som tyder på att trendframskrivningen är alltför optimistisk är bland annat att förbrukningen sjönk under 1974 och 1975 samt den pågående debatten om vinylkloridmonomerens negativa bieffekter. Vidare tyder de långsiktiga planerna inom bostadssektorn på en minskning av antalet nyproducerade lägenheter per år.

Med hänsyn till detta har PVC-förbrukningen beräknats öka med 5,5 % per år fram till 1990. Denna tillväxttakt ökar PVC-behovet från ca 100 000 ton år 1974 till 230 000 ton år 1990. Med motsvarande tillväxttakt blir den totala förbrukningen i Norden ca 530 000 ton år 1990.

Etenbehovet 1990:

Med utgångspunkt från den förväntade efterfrågeutvecklingen för de olika etenderivat, av vilka en del behandlats i det föregående, kan ekvivalentförbrukningen av eten beräknas. Som framgår av tabell 14 har förbrukningen år 1990 angivits till ca 700 000 ton, vilket motsvarar en årlig tillväxttakt från 1974 på ca 6 %.

5.2.2 Propenderivat

Polypropen:

Polypropen introducerades sent på den svenska marknaden och förbrukningen är utspridd på ett stort antal användningsområden. Som exempel på marknader kan nämnas bilindustrin, möbelindustrin och förpackningsindustrin. Polypropen har också en avsättning som fibermaterial.

Egenskaper med betydelse i konkurrenshänseende är, förutom det relativt låga priset, låg specifik vikt (densitet), hög resistens mot kemiska angrepp, hög smältemperatur och en relativt god styvhet.

Viktiga förhållanden på det processtekniska området är förbättringar av katalysatorernas effektivitet samt en utveckling som går i riktning mot ökande optimala reaktorstorlekar. Som ett resultat härav kan tillverkningskostnaderna per ton produkt påverkas i en för konsumenten gynnsam riktning.

De matematiska beräkningsmetoderna för polypropenförbrukningen 1990 gav till resultat 75 000 ton med trendframskrivning och 25 000 ton med

regressionsanalys. De två metoderna ger således mycket olika resultat.

Bland de faktorer som spelat in vid den slutliga bedömningen av nivån 1990 kan nämnas:

- Polypropentillverkning är planerad i Sverige och Norge till stadium 1978-80. I samband därmed kommer marknadsföringen att intensifieras.
- Förbättrad teknik kan innebära en ökad priskonkurrensförmåga.
- Propen förväntas förbli en överskottsprodukt i Västeuropa, varför priset förhållandet eten/propen torde komma att bestå.

Bedömningen av utvecklingen av polypropenförbrukningen innebär en årlig tillväxt med 11 %, eller från 10 000 ton år 1974 till ca 55 000 ton år 1990. Med samma antaganden skulle förbrukningen i Norden år 1990 uppgå till ca 125 000 ton.

Propenoxid:

Propenoxid är en kemisk mellanprodukt som utgör utgångspunkt för ett stort antal produkter, bland annat polyoler, propenglykol och tensider. I Sverige är förbrukningen i huvudsak koncentrerad till tillverkning av polyoler som i sin tur används främst för polyuretanplasttillverkning. Bland polyuretanerna dominerar de skummade produkterna som utnyttjas i bland annat dynor, madrasser och som isolermaterial.

Med utgångspunkt från information erhållen från representanter för olika tillverkare och konverterare förutses ekvivalentförbrukningen av propenoxid komma att öka med 7 % per år fram till 1990. En sådan utveckling skulle innebära att ekvivalentbehovet av propenoxid ökar från 17 000 ton år 1974 till ca 50 000 ton år 1990. Förbrukningen samma år för hela Norden har därmed bedömts komma att uppgå till ca 70 000 ton.

Propenbehovet 1990:

Utifrån de olika derivatens förbrukningsökning kan ekvivalentförbrukningen av propen beräknas. Resultatet redovisas i tabell 15.

Innebörden är att, med givna antaganden, ekvivalentförbrukningen ökar med 7 % per år eller från 58 000 ton år 1974 till ca 170 000 ton år 1990.

Tabell 15 Beräkning av ekvivalentförbrukningen av propen i Sverige 1990 (exklusive akrylfiber)

Derivat	Derivatförbrukning 1990 ton	Propenekvivalentförbrukning 1990 ton
Polypropen	55 000	63 000
Propenoxid	50 000	38 000
n-Butyraldehyd	45 000	32 000
Akrylsyra	12 000	12 000
Fenol	40 000	25 000
Total propenekvivalentförbrukning		170 000

5.2.3 Bensenderivat

Bland de viktigare bensenderivatet kan nämnas styrenplaster, SB-latex, omättade polyestrar och fenol. Här skall emellertid endast styrenplasterna tas upp. Beträffande övriga bensenderivat hänvisas till bilaga 4.

Begreppet styrenplaster är inte väldefinierat utan omfattar ett antal olika plasttyper med varierande egenskaper. Gemensamt är dock att samtliga typer utgör termoplaster, dvs. de mjuknar med förhöjd temperatur. Till gruppen räknas polystyren, ABS och SAN. I Sverige är polystyren den helt dominerande styrenplasten och svarar för nära 80 % av totala behovet som 1974 uppgick till 60 000 ton.

Styrenplasterna har vunnit sin marknadsposition inom de olika användningsområdena främst tack vare sin styvhet, dimensionsstabilitet, goda ytfinish samt sin relativt stora bearbetbarhet.

Konkurrenter till styrenplasterna bland termoplasterna är i första hand polypropen och HD-polyeten. Det bör dock poängteras beträffande etablerad konverteringskapacitet att styrenplaster och polyolefiner inte är direkt utbytbara vid formsprutning av olika produkter.

Beräkningarna av den framtida förbrukningen av styrenplaster med hjälp av trendframskrivning och regressionsanalys gav ett behov år 1990 på 270 000 ton respektive 160 000 ton. Även i detta fall ger metoderna vitt skilda utslag.

Trendframskrivningen har emellertid inte återspeglat den kraftigt minskade marknaden under 1975. Bedömningen har här varit att denna förbrukningsminskning får till följd att den långsiktiga tillväxttakten blir lägre än vad den historiska trenden indikerar. Regressionsansatsen i sin tur tar inte hänsyn till framtida process- eller konkurrensförändringar. Mot bland annat denna bakgrund har förbrukningsnivån 1990 beräknats till 175 000 ton. En sådan utveckling innebär en årlig tillväxttakt från 1974 på 7 %.

Med samma tillväxttakt blir förbrukningen totalt i Norden 425 000 ton år 1990.

Bensenförbrukningen:

Med utgångspunkt från den förväntade efterfrågeutvecklingen för bensenderivatet styren och fenol har ekvivalentförbrukningen av bensen beräknats för 1990.

Den svenska ekvivalentförbrukningen av bensen förväntas således komma att öka från 81 000 ton 1974 till ca 225 000 ton år 1990, vilket motsvarar en årlig tillväxttakt av ca 6,5 %.

Tabell 16 Beräkning av ekvivalentförbrukningen av bensen i Sverige 1990

Derivat	Derivatför- ^a brukning 1990 ton	Bensenekviva- lentförbruk- ning 1990 ton
Styren	210 000	180 000
Fenol	40 000	45 000
Total bensenekvivalentförbrukning		225 000

^a Avser ekvivalentförbrukning

5.3 Sammanfattning av förbrukningsutvecklingen av primärprodukterna eten, propen, butadien och bensen

Den aktuella förbrukningen av primärprodukterna eten, propen, butadien och bensen ger en god uppfattning om ett lands petrokemiska industri. I tabell 17 sammanfattas den nuvarande svenska situationen för de fyra produkterna samt förväntad framtida utveckling enligt den ovan presenterade marknadsbedömningen.

Den svenska petrokemiska industrin är för närvarande ensidigt inriktad mot tillverkning av olika etenderivat, t. ex. etenoxid, LD- och HD-polyeten.

Produktionen översteg 1974 ekvivalentförbrukningen med ca 7,5 %, vilket innebär en nettoexport av etenderivat. En mycket begränsad produktion av propenderivat finns för närvarande (propenoxid), medan inhemsk tillverkning av olika butadien- och bensenderivat saknas helt.

Den framtagna bedömningen indikerar att ekvivalentförbrukningen av eten förväntas komma att öka från ca 280 000 ton 1974 till ca 700 000 ton 1990, vilket innebär en genomsnittlig tillväxttakt av ca 6 % per år.

Propenderivatbehovet förutses öka med ca 7 % per år till och med 1990, vilket medför att ekvivalentförbrukningen av propen ökar från ca 58 000 ton 1974 till 170 000 ton 1990.

Ekvivalentförbrukningen av butadien kommer enligt beräkningen att öka från 32 000 ton 1974 till ca 73 000 ton 1990, motsvarande en tillväxttakt av ca 5,5 % per år.

Bensenderivatefterfrågan förväntas öka med ca 6,5 % per år fram till 1990, vilket innebär en ekvivalentförbrukning av bensen på ca 225 000 ton detta år.

Tabell 17 Verklig- och ekvivalentförbrukning av eten, propen, butadien och bensen i Sverige 1974 samt förväntad ekvivalentförbrukning av dessa produkter 1990

Produkt	Förbrukning 1974 ton	Ekvivalentförbrukning, ton		Genomsnittlig till- växttakt 1974-90, %/år
		1974	1990	
Eten	307 000	280 000	697 000	6
Propen	7 000	57 000	170 000	7
Butadien	—	32 000	73 000	5,5
Bensen	—	81 000	225 000	6,5

VI Produktionsscenarier för petrokemisk industri i Sverige

6.1 Allmänna förutsättningar

De produktionsscenarier som här presenteras bygger i huvudsak på de marknadsbedömningar som redovisats i föregående kapitel.

I samband med utarbetandet av scenarierna har antaganden gjorts beträffande ett antal faktorer av betydelse för petroindustrins framtida struktur. En sådan faktor är produktionskapaciteten hos nya anläggningar. En annan faktor är tidpunkten vid vilken ett nytt projekt tas i drift. I det sistnämnda fallet är frågan hur stor efterfrågan på den aktuella produkten måste bli innan man investerar i ett projekt. En tredje mycket viktig faktor är de marknadsandelar på olika marknader som det investerande företaget förväntar sig kunna erövra.

Vid val av ekonomiskt fördelaktig anläggningsstorlek har hänsyn tagits till aktuell och förväntad framtida processteknologi, hemmamarknadens storlek samt möjligheten till integration med redan befintliga anläggningar. I tabell 18 redovisas tänkbara nordiska anläggningsstorlekar för de olika petrokemiska produkterna.

För vissa av de studerade produkterna kan anläggningsstorlekarna variera högst väsentligt, bland annat beroende på om det är fråga om en expansion av befintlig anläggning eller nyetablering. Även valet av process är av stor betydelse för enhetens kapacitet. En specifikationsprodukt tillverkas vanligtvis i kontinuerliga processer och i anläggningar med hög kapacitet. Utbyggnaden sker ofta i stora steg. Produkter, vilka tillverkas i många olika kvaliteter, produceras ofta satsvis. Anläggningarna behöver då inte byggas så stora och expansionen kan därför ske i mindre steg.

I fallet LD-polyeten är en vanlig reaktorstorlek ca 50 000 ton per år. En utbyggnad av redan befintlig anläggning kan omfatta en ny reaktor, dvs. ca 50 000 ton per år. En helt ny anläggning bör dock sannolikt omfatta två eller flera reaktorer.

Vid nyetablering eller expansion av redan befintlig anläggning uppnås inte på en gång fullt kapacitetsutnyttjande, bland annat beroende på att en teknisk och marknadsbetingad inkörningsperiod vanligtvis behövs. Sker etableringen inom en sektor med snabb årlig tillväxt händer det även att anläggningar medvetet projekteras med en viss överkapacitet för att kunna möta den snabbt växande marknadens behov.

För att investeringen skall te sig intressant krävs emellertid att den tillgängliga marknaden motsvarar ett visst lägsta initialt kapacitetsutnyttjande.

Tabell 18 För den nordiska marknaden tänkbara anläggningsstorlekar

Produkt	Anläggningskapacitet ton/år
Krackeranläggning	300-450 000
LD-polyeten	50-100 000
HD-polyeten	40- 60 000
PVC	30- 60 000
Vinylklorid	150-300 000
Etenoxid	40- 60 000
Polyvinylacetat ^a	10- 20 000
Vinylacetat	50- 75 000
Polypropen	50-100 000
Propenoxid (klorhydrinprocess)	60-100 000
n-Butyraldehyd	75-100 000
2-etylhexanol	30- 40 000
Dioktylfthalat	30- 40 000
Polyakrylater ^a	10- 15 000
Akrylsyrastrar	25- 50 000
Butadien	60-100 000
SBR/PB	30- 60 000
Maleinsyraanhydrid	15- 20 000
Bensen	100-300 000
Styren	150-300 000
Polystyren	30- 50 000
ABS/SAN	20- 40 000
SB-latex ^a	10- 15 000
Omättad polyester	15- 20 000
Fenol	75-100 000
Ftalsyraanhydrid	15- 20 000

^a Torrtränt produkt

Avgörande för hur lågt kapacitetsutnyttjande som kan accepteras är t. ex. marknadsens tillväxttakt, om det är fråga om expansion eller nyetablering samt projektets investeringskostnader.

Förväntas produktens framtida tillväxt bli snabb och/eller tror företaget på en snabb inträngning på marknaden för produkten från den nya enheten kan ett lägre kapacitetsutnyttjande accepteras i initialskedet än om efterfrågan antas bli relativt statisk.

Vid expansion av en redan befintlig anläggning kan företaget vanligtvis snabbare uppnå fullt kapacitetsutnyttjande då produkten redan är etablerad på marknaden. Produktionen kan dessutom på ett bättre sätt anpassas till efterfrågan genom att t. ex. minska tillverkningen i redan befintliga anläggningar eller friställa äldre orationella enheter. Av denna anledning kan vanligtvis ett lägre kapacitetsutnyttjande accepteras vid expansion av befintlig anläggning än vid nyetablering.

Beträffande kapitalintensiva projekt kan sägas att dessa kräver ett initialt bättre kapacitetsutnyttjande än mindre kapitalkrävande etableringar till följd av högre räntekostnader och amorteringar.

Lägsta tolerabla kapacitetsutnyttjande de första åren varierar således från fall till fall. I de utarbetade scenarierna har emellertid det förenklande antagandet gjorts att tillgänglig marknadspotential bör motsvara ett lägsta ka-

pacitetsutnyttjande av 60 % för att en investering skall komma till stånd. Detta antagande gäller för samtliga produkter och produktionsscenarier. Dessutom har i samtliga fall antagits att fullt kapacitetsutnyttjande uppnås efter 3-4 år.

Denna förenkling medför sannolikt att förutsättningarna för nyetable-ring/expansion för vissa av de mera kapitalintensiva projekten blir något gynnsammare än i realiteten.

6.2 Produktionsscenario 1

Detta scenario utgår från antagandet att den inhemska produktionen av de olika petrokemiska produkterna bör motsvara 100 % av den svenska förbrukningen. Prognosen tar ej hänsyn till offentliggjorda utbyggnadsplaner eller olika produkters inbördes beroende. Vanligtvis erfordras en planerings- och byggtid uppgående till två à tre år innan anläggningarna kan tas i drift. Inga nya enheter hinner därför tas i drift före 1977 om ej ifrågavarande projekt redan påbörjats.

Företag uppnår under normala konkurrensförhållanden mycket sällan en marknadsandel motsvarande 100 % av den inhemska förbrukningen, bland annat beroende på varierande kvalitetssortiment och förbrukarnas inköps-policy. En andel av 40-60 % av hemmamarknaden är däremot ingen onormalt hög andel för inhemska leverantörer av petrokemiska produkter.

Svenska tillverkare av petrokemiska produkter betraktar vanligtvis hela Norden som sin hemmamarknad. Den svenska förbrukningen av dessa produkter utgör i flertalet fall 30-40 % av den totala nordiska efterfrågan, vilket framgår av tabell 19. Ett generellt antagande om en marknadsandel motsvarande 100 % av den svenska förbrukningen, vilket motsvarar 30-40 % av den nordiska förbrukningen, har därför bedömts som rimligt.

Tabell 19 Sveriges andel av den totala nordiska förbrukningen av olika petrokemiska produkter 1974

	Förbrukning 1974, ton		
	Sverige	Norden	Sverige/ Norden
LD-polyeten	145 000	365 000	0,40
HD-polyeten	25 000	110 000	0,23
PVC	100 000	230 000	0,43
Etenoxid	23 000 (-73)	74 000 (-73)	0,31
Polypropen	10 000	33 000	0,30
Propenoxid	16 000 (-73)	39 000 (-73)	0,41
Polyvinylacetat ^a	10 000	25 000	0,40
Polyakrylater ^a	5 500	14 000	0,39
SBR	28 000	42 000	0,67
Omättad polyester	18 000	43 000	0,42
Fenol	17 000	44 000	0,39
Ftalsyraanhydrid	18 000 (-73)	58 000 (-73)	0,31
Maleinsyraanhydrid	4 500	10 500	0,43
Styrenplaster	60 000	148 000	0,41
SB-latex ^a	10 000 (-73)	20 000 (-73)	0,50

^a Torrtänt produkt

I scenariobild A (sid. 70) redovisas den framtida kapacitetsutbyggnaden inom petrokemisk industri som skulle erfordras för att möta kravet på 100 % självförsörjningsgrad.

6.3 Produktionsscenario 2

I detta produktionsscenario görs ett försök till en modifierad bedömning av den framtida inhemska tillverkningen av olika petrokemiska produkter. Dessutom tas hänsyn till offentliggjorda utbyggnadsplaner, liksom till erforderlig planerings- och byggtid för olika anläggningar.

Följande bedömning av sannolika marknadsandelar för en inhemsk tillverkare har använts som bas för scenariet.

LD-polyeten: Alltsedan 1968 har den inhemska produktionen av LD-polyeten i stort motsvarat den svenska förbrukningen, vilket framgår av tabell 20.

Under våren 1978 beräknas norrmännen vara klara med sin första LD-polyetenanläggning, vars kapacitet blir 50 000 ton/år. Redan samma år planeras ytterligare en anläggning med kapaciteten 50 000 ton/år bli tagen i drift. Inga utbyggnader av LD-polyetenkapaciteten förväntas i Danmark och Finland före 1980.

Utbyggnaden i Norge förändrar något konkurrenssituationen i Norden, men den långsiktiga inverkan av dessa projekt antas bli relativt begränsad. Produktionsscenariet har därför baserats på en fortsatt 100-procentig självförsörjning i Sverige.

HD-polyeten: Inhemsk tillverkning av HD-polyeten har endast funnits sedan 1972, varför inget kan sägas om framtida marknadsandelar utifrån den historiska utvecklingen. 1974 motsvarade den svenska produktionen ca 200 % av den inhemska förbrukningen. Unifos Kemi AB är för närvarande den enda nordiska tillverkaren av HD-polyeten. Norrmännen planerar tillverkning även av denna plast och beräknar ha en anläggning i drift 1979 med kapaciteten 40 000 ton/år. Unifos ägs av KemaNord och Union Carbide

Tabell 20 Produktion, förbrukning och teoretisk självförsörjningsgrad för LD-polyeten i Sverige under tidsperioden 1963–1974

År	Produktion, ton	Förbrukning, ton	Teoretisk självförsörjningsgrad
1963	5 000	26 000	0,19
1964	16 400	31 500	0,52
1965	24 400	36 500	0,67
1966	33 400	43 000	0,78
1967	48 600	55 500	0,88
1968	65 100	64 500	1,01
1969	88 700	88 500	1,00
1970	91 900	105 000	0,88
1971	104 000	105 000	0,99
1972	115 000	119 000	0,97
1973	153 000	137 000	1,12
1974	155 000	145 000	1,07

Corp, USA (50/50). Union Carbide är stora tillverkare av LD-polyeten på kontinenten, men saknar där egen tillverkning av HD-polyeten. Viss kvantitet HD-polyeten från Sverige säljs för närvarande av Union Carbide, och denna försäljning kan förväntas bestå.

Med hänsyn till ovanstående har det antagits att den svenska produktionen kommer att motsvara 200 % av den inhemska förbrukningen fram till 1980 för att därefter sjunka till 150 % beroende på norrmännens etablering.

Polypropen: Den svenska förbrukningen av polypropen var 1974 endast 10 000 ton och den nordiska efterfrågan uppgick till 33 000 ton. Två nordiska projekt är planerade. I Sverige planerar Skandinaviska Polypropen AB (helägt av Unifos) att bygga en anläggning med initialkapaciteten 50 000 ton per år och i Norge har Saga Petrokjemi AS påbörjat byggandet av en enhet med kapaciteten 50 000 ton per år. Den svenska produktionen kommer att baseras på utländsk teknologi och företaget kommer sannolikt att kunna sälja polypropen på kontinenten via licensgivaren. Det har därför ansetts som realistiskt att anta att den svenska produktionen skall kunna hamna på en nivå motsvarande 150 % av den inhemska förbrukningen.

PVC: Den inhemska tillverkningen av PVC har sedan länge motsvarat 80–100 % av den svenska förbrukningen, vilket framgår av tabell 21.

Tillverkning av PVC finns för närvarande i Sverige, Norge och Finland. Ingen väsentlig förändring av förhållandet mellan de olika anläggningarnas produktionskapacitet förväntas inom överskådlig tidsperiod. Det har därför ansetts sannolikt att en inhemsk produktion motsvarande 100 % självförsörjningsgrad även kommer att föreligga i framtiden.

Vinylklorid: Den inhemska tillverkningen av vinylkloridmonomer motsvarar i stort den svenska produktionen av PVC. Med hänsyn till att tillverkaren av PVC även svarar för produktionen av vinylklorid förefaller det sannolikt att utbyggnaden av vinylkloridkapaciteten i stort kommer att följa företagets PVC-kapacitet.

Polystyren: Den svenska självförsörjningen av polystyren är för närvarande låg. Detta förhållande är delvis en följd av att tillverkningen baserats på importerad råvara. Planer föreligger på en inhemsk tillverkning av styren. En sådan tillverkning skulle sannolikt väsentligt stimulera till en ökad in-

Tabell 21 Produktion, förbrukning och teoretisk självförsörjningsgrad för PVC i Sverige under tidsperioden 1960–1974

År	Produktion, ton	Förbrukning, ton	Teoretisk självförsörjningsgrad
1960	13 500	14 400	0,94
1965	28 800	36 900	0,78
1966	28 500	37 400	0,76
1967	37 900	48 400	0,78
1968	55 200	63 200	0,87
1969	62 900	73 700	0,85
1970	77 600	81 100	0,96
1971	66 900	82 400	0,81
1972	85 900	96 800	0,89
1973	105 400	110 000	0,96
1974	105 100	99 700	1,05

hemska produktion av polystyren. Det har därför antagits att den inhemska produktionen på sikt kommer att motsvara 100 % av Sveriges förbrukning av polystyren. Med hänsyn till planerings- och byggtid kan den härför erforderliga kapacitetsutbyggnaden knappast vara genomförd före 1978.

ABS/SAN: En inhemska anläggning antas få en produktion motsvarande 100 % av den svenska förbrukningen. Ingen tillverkning av ABS/SAN finns för närvarande i Norden. På grund av att tillverkningen är tekniskt komplicerad erfordras lång planerings- och byggtid. Den första inhemska produktionsenheten har därför antagits föreligga klar först 1981.

SBR: Tillverkning av syntetgummi saknas för närvarande i Norden. Sverige svarar för merparten av Nordens förbrukning. Etableras en inhemska tillverkning väljes troligtvis en process, vilken möjliggör tillverkning av både SBR och polybutadiengummi (PB) i samma anläggning. En etablering sker sannolikt i samarbete med någon utländsk licensgivare, vilken även bör ha möjligheter att sälja vissa kvantiteter på den västeuropeiska marknaden. En produktion motsvarande 60 % av den nordiska förbrukningen av SBR/PB synes därför vara realistisk.

Etenoxid: Tillverkare av etenoxid är vanligtvis även integrerade i produktion av olika etenoxidderivat, bland annat beroende på att transport av etenoxid är förknippad med höga kostnader. Så är också fallet i Sverige, där Berol Kemi har tillverkning av såväl etenoxid som de två derivaten etenglykol och tensider. Med hänsyn till den relativt begränsade marknaden i Norden för olika etenoxidderivat, samt deras måttliga tillväxttakt, förefaller det osannolikt att en produktion av etenoxid eller något av dess derivat skulle etableras i något av de övriga nordiska länderna.

1974 utgjorde exporten av olika etenoxidderivat ca 2/3 av den svenska ekvivalentförbrukningen av etenoxid. Berol Kemi investerar för närvarande i en tillverkning av ännu ett etenoxidderivat, etenamin. Produktionen från denna anläggning kommer till stor del att exporteras.

Med hänsyn till ovanstående har det antagits att den framtida produktionen av etenoxid kommer att motsvara 150 % av den inhemska ekvivalentförbrukningen.

n-Butyraldehyd: Berol Kemi har ansökt om tillstånd att få producera 125 000 ton n-butyraldehyd per år från och med 1979. En stor del av produktionen är tänkt för export, då den svenska ekvivalentförbrukningen väsentligt understiger den planerade kapaciteten. Produktionsprognosen har baserats på företagets utbyggnadsplaner.

2-etylhexanol: Denna produkt är direkt kopplad till projektet för inhemska tillverkning av n-butyraldehyd.

Dioktylfialat: Liksom 2-etylhexanol är denna produkt direkt kopplad till projektet för inhemska tillverkning av n-butyraldehyd.

SB-latex, polyvinylacetat, polyakrylat: Tillverkning av samtliga dessa produkter sker vanligtvis i små anläggningar med en produktion huvudsakligen avsedd för den lokala marknaden. En produktion motsvarande 100 % av den svenska förbrukningen har ansetts som sannolik.

Vinylacetat: Borregaard i Norge har planer på tillverkning av vinylacetat 1980. Den förväntade nordiska förbrukningen av denna produkt motiverar ingen ytterligare anläggning under den aktuella prognosperioden.

Akrylsyraestrar: Tillverkning av akrylsyraestrar saknas för närvarande i

Norden. En nordisk tillverkare bör kunna ta 60 % av den nordiska marknaden för denna produkt.

Omättad polyester: Omättad polyester tillverkas i relativt små enheter och leveranserna sker huvudsakligen till hemmamarknaden. En produktion motsvarande 100 % av den svenska marknaden har bedömts vara realistisk.

Fenol: En nordisk tillverkning av fenol synes motiverad utifrån förväntad framtida förbrukning. Den dominerande processen för tillverkning av fenol, kumen/fenol-processen, ger som sidoprodukt stora mängder aceton, för vilket avsättning saknas i Norden. Det har av bland annat denna anledning ansetts som mindre sannolikt att en svensk fenoltillverkning kommer till stånd under den aktuella prognosperioden.

Propenoxid: I Norden tillverkas propenoxid för närvarande endast av Berol Kemi och produktionen är mycket begränsad, ca 7 000 ton per år. Berol Kemi har även tillverkning av olika propenoxidderivat. En inhemsk framtida produktion motsvarande 100 % av det svenska behovet av propenoxid har därför ansetts som realistisk.

Ftalsyraanhydrid: Ftalsyraanhydrid utgör en av råvarorna för tillverkning av omättad polyester, mjukgörare och alkyder. I Sverige tillverkar Berol Kemi både ftalsyraanhydriden och de olika derivaten. Detta förhållande medför troligtvis att övriga nordiska förbrukare av ftalsyraanhydrid väljer andra leverantörer som huvudleverantörer av anhydriden. Den inhemska produktionen av ftalsyraanhydrid är därför i stor utsträckning direkt beroende av den inhemska produktionen av de olika derivaten.

Maleinsyraanhydrid: Maleinsyraanhydrid utgör en av råvarorna vid tillverkning av omättad polyester och alkyder. Liksom för ftalsyraanhydrid medför konkurrensförhållandet att produktionen av maleinsyraanhydrid till stor del sannolikt blir direkt beroende av den inhemska tillverkningen av de olika derivaten.

Styren: Styren utgör den dominerande råvaran vid tillverkning av styrenderivat och är således direkt beroende av produktionen av dessa. Tillverkning av styren saknas för närvarande i Norden. Styren är en bulkprodukt och inga större kvalitetsmässiga skiljaktigheter föreligger mellan olika leverantörer. Relativt höga marknadsandelar bör kunna uppnås på den nordiska marknaden för en inhemsk tillverkare. Således har som bas för produktionsscenariet antagits en marknadsandel motsvarande 80 % av det inhemska framtida styrenbehovet och 60 % av behovet i de övriga nordiska länderna.

Bensen: En framtida inhemsk styrentillverkning utgör den enda större förbrukaren av bensen, varför bensenbehovet blir direkt kopplat till styrenproduktionen. (Detta antagande förutsätter att ingen inhemsk tillverkning av fenol kommer till stånd under den aktuella prognosperioden.)

Butadien: I och med byggandet av en andra kracker blir den inhemska tillgängliga butadienmängden så stor att en butadienutvinning dels för export utanför Norden, dels för att förse en syntetgummi- och ABS/SAN-anläggning med råvara, bedöms som ekonomiskt intressant. En sådan tillverkning har därför antagits komma till stånd och har inplacerats i direkt anknytning till byggandet av den andra krackeranläggningen.

Eten: Med hänsyn till de höga kostnader som är förknippade med längre transporter av eten blir etenproduktionen starkt beroende av den lokala

efterfrågan. En svensk krackerutbyggnad är därför direkt kopplad till utbyggnaden av den inhemska etenderivatillverkningen.

Under kortare perioder kan dock en viss import/export av eten komma i fråga, bland annat för att uppnå ett bättre kapacitetsutnyttjande i de mycket kapitalkrävande anläggningarna.

Utifrån ovanstående antaganden om marknadsandelar för olika petrokemiska produkter har behovet av framtida produktionskapacitet beräknats. Resultatet redovisas i scenariobild B (sid. 71).

6.4 Produktionsscenario 3

För att studera effekten av en snabbare efterfrågeökning på de olika petrokemiska produkterna än den i förbrukningsprognosen förutsedda har scenario 3 baserats på antagandet att den framtida tillväxttakten blir 25 % högre än i basprognosen för de enskilda produkterna. Uppnådda marknadsandelar har förutsatts bli desamma som i scenario 2.

Erforderlig tillkommande produktionskapacitet enligt detta scenario redovisas i scenariobild C (sid. 72).

Skäl torde kunna anföras för att även utarbeta ett scenario med lägre tillväxttakt men kommittén har bedömt att scenario 1 i och för sig ger en utvecklingsbild motsvarande vad ett detaljerat sådant scenario skulle ha gett.

6.5 Diskussion av erhållna resultat

I tabell 22 redovisas befintlig produktionskapacitet 1974 för vissa petrokemiska produkter, ansökan om/beviljad kapacitetsutbyggnad samt tillkommande produktionskapacitet enligt scenario 1. Sammanställningen visar att av regeringen redan beviljad expansion av basplastproduktionen i stort motsvarar 100 % självförsörjningsgrad av dessa produkter. Undantag utgör tillverkningen av polystyren där en väsentlig utbyggnad av kapaciteten förutses. Under prognosperioden tillkommer en betydande inhemsk produktion av styren samt derivaten ABS/SAN och SBR liksom en ny enhet för tillverkning av propenoxid.

Tabell 23 sammanfattar tillkommande produktionskapacitet under perioden 1975–1990 enligt scenario 1–3. För många av produkterna är produktionskapaciteten i slutet av prognosperioden densamma i scenario 1 och 2. Tillkommande anläggningar i scenario 2 är HD-polyeten, etenoxid, n-butyaldehyd, 2-etylhexanol, dioktylfталat, akrylsyraestrar och butadienextraktion. Däremot har en anläggning för tillverkning av maleinsyraanhydrid fallit bort.

Scenario 3 omfattar tillverkning av samma produkter som scenario 2 (dessutom tillkommer maleinsyraanhydrid). Anläggningarna för tillverkning av de olika basplasterna är dock något större till följd av den högre tillväxttakten. Dessutom har investeringarna i många fall tidigarelagts jämfört med scenario 2.

I scenariobild A, B och C har en uppdelning gjorts mellan sådan de-

Tabell 22 Inom landet befintlig produktionskapacitet för vissa petrokemiska produkter, offentliggjord/beviljad kapacitetsutbyggnad samt tillkommande produktionskapacitet till år 1990 enligt scenario 1

Produkt	Befintlig produktionskapacitet 1974 ton	Ansökan om/beviljad kapacitetsutbyggnad ton/år	Tillkommande kapacitet enligt scenario 1 ton/år
Krackeranläggning (eten)	340 000	510 000 ^b	510 000
LD-polyeten	160 000	160 000	200 000
HD-polyeten	60 000	120 000	–
Polypropen	–	75 000	50 000
PVC	120 000	90 000	110 000
Vinylklorid	95 000	165 000	100 000
Polystyren	20 000	–	110 000
ABS/SAN	–	–	40 000
SBR/Polybutadiengummi	–	–	60 000
Etenoxid	40 000	–	–
n-Butyraldehyd	–	100 000	–
2-Etylhexanol/butanol	30 000	35 000	–
Dioktylfthalat	15 000	50 000	–
SB-latex ^a	13 000	–	20 000
Polyvinylacetat ^a	15–20 000	–	10 000
Polyakrylater ^a	10 000	–	10 000
Vinylacetat	–	–	–
Akrylsyraestrar	–	–	–
Omättad polyester	15 000	15 000	50 000
Fenol	–	–	–
Propenoxid	7 000	–	60 000
Falsyraanhydrid	15 000	7 000	20 000
Maleinsyraanhydrid	–	–	20 000
Styren	–	–	250 000
Etylbensen	–	–	290 000
Bensen	–	–	250 000
Butadien	–	–	–
Syntetfiberråvara	–	–	–

^a Torrtänkt produkt

^b Lovgiven kapacitet avser utbyggnad av befintlig anläggning med 60 000 ton/år samt en ny krackeranläggning med kapaciteten 450 000 ton eten/år

rivtillverkning, vilken bör ligga i direkt anslutning till en krackningsenhet och sådan produktion som inte nödvändigtvis behöver ligga i anslutning till eller inom ekonomiskt rörledningsavstånd från krackern. I den gjorda uppdelningen har hänsyn enbart tagits till transport-, lagrings- och hanteringskostnader för använda råvaror. Andra ekonomiska faktorer, t. ex. integrationsfördelar, har inte beaktats.

Med hänsyn till svårigheter och kostnader i samband med transporten av eten och propen längre sträckor och i större kvantiteter (eten har kokpunkten -104° C, propen har kokpunkten -48° C) har tillverkningen av de olika eten- och propenderivatens ansetts böra ligga i anslutning till, eller inom rörledningsavstånd till en kracker. Tillverkning, vilken baseras på flytande eller fast råvara, eller där förbrukningen av olika råvaror är relativt liten, har i regel ansetts kunna lokaliseras oberoende av krackningsanläggningens lokalisering.

Tabell 23 Under perioden 1975–1990 tillkommande produktionskapacitet enligt produktionsscenario 1–3

Produkt	Tillkommande produktionskapacitet, ton/år		
	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Krackeranläggning	510 000	510 000	510 000
LD-polyeten	200 000	200 000	250 000
HD-polyeten	–	50 000	100 000
Polypropen	50 000	75 000	100 000
PVC	110 000	110 000	170 000
Vinylklorid	100 000	100 000	200 000
Polystyren	110 000	110 000	160 000
ABS/SAN	40 000	40 000	60 000
SBR/polybutadiengummi	60 000	60 000	60 000
Etenoxid	–	40 000	40 000
n-Butyraldehyd	–	100 000	100 000
2-Etylhexanol/butanol	–	35 000	35 000
Dioktylftalat	–	35 000	35 000
SB-latex ^a	20 000	20 000	30 000
Polyvinylacetat ^a	10 000	10 000	10 000
Polyakrylater ^a	10 000	20 000	20 000
Vinylacetat	–	–	–
Akrylsyraestrar	–	35 000	35 000
Omättad polyester	50 000	50 000	70 000
Fenol	–	–	–
Propenoxid	60 000	60 000	60 000
Ftalsyraanhydrid	20 000	20 000	20 000
Maleinsyraanhydrid	20 000	–	20 000
Styren	250 000	250 000	300 000
Etylbensen	290 000	290 000	340 000
Bensen	250 000	250 000	300 000
Butadien	–	60 000	60 000
Syntetfiberråvara	–	–	–

^a Torrtänt produkt.

En grov överslagsberäkning av erforderliga anläggningsinvesteringar, vilka behövs för att realisera en kapacitetsutbyggnad enligt produktionsscenario 1–3, redovisas i tabell 24. Investeringarna (1974 års prisnivå) inkluderar ej ränta under byggnadstiden eller erforderligt rörelsekapital.

Totalinvesteringen beräknas således uppgå till 3 600–5 200 milj. kr i 1974 års priser beroende på scenario. Totalt blir antalet nytillkommande fasta arbetstillfällen 1 700–2 500 (antalet arbetstillfällen i samband med byggnad och montage av anläggningarna är ej medräknade).

Tabell 24 Erforderlig kapitalinvestering, antal arbetstillfällen samt investering per arbetstillfälle vid förverkligande av produktionsscenario 1–3. 1974 års priser

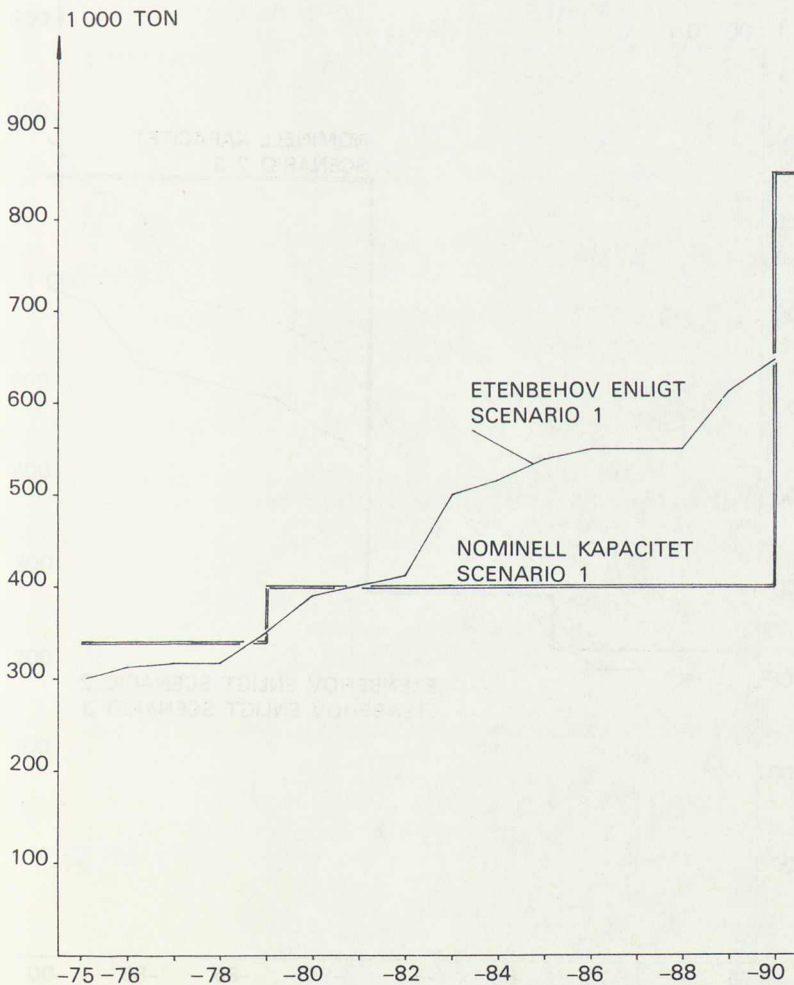
	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Investeringsbehov, milj. kr	3 600	4 500	5 200
Antal arbetstillfällen	1 700	2 100	2 500
Investering per arbetstillfälle, milj. kr /person	2,1	2,1	2,1

Tabell 25 Uppskattad inhemsk förbrukning av eten, propen, butadien och bensen år 1974 samt beräknad förbrukning 1990 enligt produktionsscenario 1-3

Produkt	Förbrukning 1974 ton	Förbrukning 1990, ton		
		Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Eten	307 000	650 000	730 000	890 000
Propen	7 000	105 000	230 000	260 000
Butadien	-	55 000	75 000	80 000
Bensen	-	170 000	170 000	200 000

Petrokemisk industri är en kapitalkrävande bransch, vilket även framgår av tabell 24. Enligt de gjorda uppskattningarna skulle varje ny tillkommande arbetstillfälle kosta 2,1 milj. kr.

Enligt den gjorda lokaliseringssuppdelningen i scenariobilderna A, B och C kommer ca 80 % av totalinvesteringarna och ca 60 % av tillkommande arbetstillfällen att gälla Stenungsundsområdet.

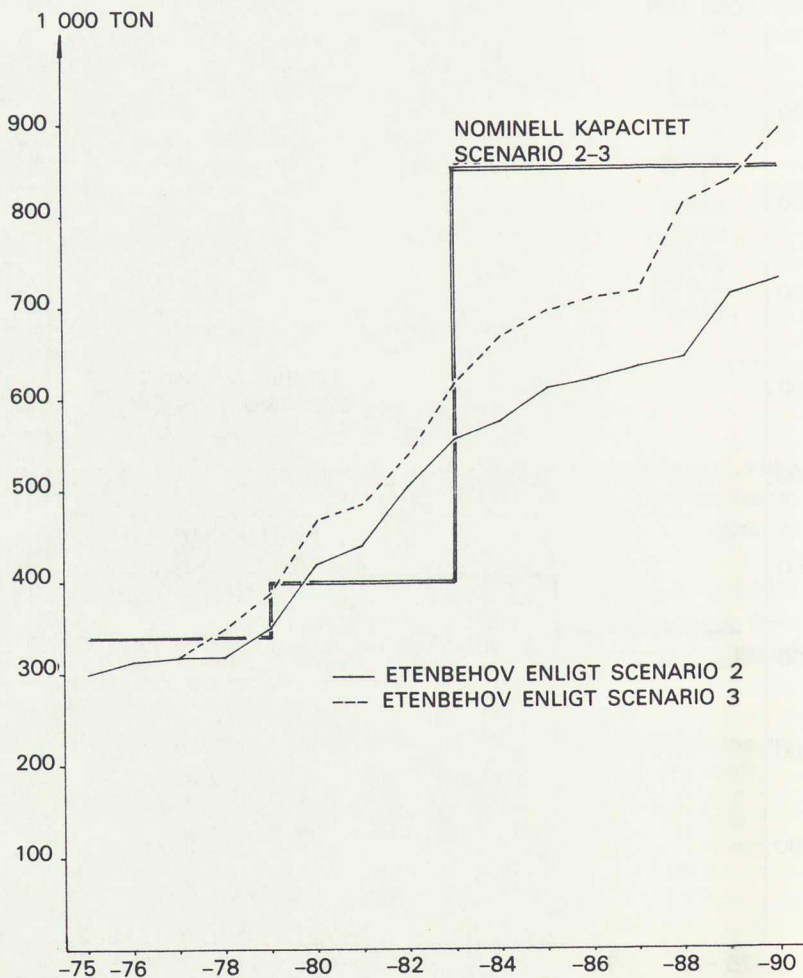


Figur 6 Uppskattat etenbehov i Sverige under perioden 1975-1990 samt framtida etenkapacitet enligt produktionsscenario 1.

I tabell 25 redovisas förväntad inhemsk förbrukning av eten, butadien och bensen år 1990 enligt scenario 1–3 samt verklig förbrukning av de olika produkterna 1974. Förväntad eten- och propenförbrukning under perioden 1975–1990 åskådliggörs i figur 6, 7, 8 och 9 liksom totala produktionskapaciteten för de två produkterna.

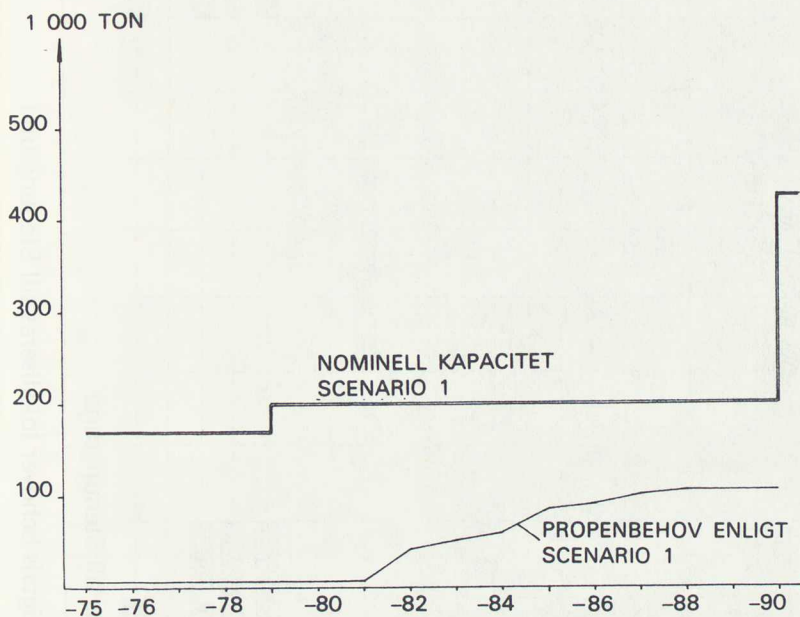
Med gjorda antaganden kommer etenförbrukningen att öka med 5–7 % per år under perioden 1974–1990, vilket i absoluta tal innebär 650–890 000 ton 1990. Enligt scenario 1–3 föreligger även en betydande inhemsk efterfrågan på propen, butadien och bensen 1990. För närvarande är propenförbrukningen obetydlig och inhemsk efterfrågan av butadien och bensen saknas helt.

Figur 6 och 7 visar att befintlig etenkapacitet i början av perioden i stort motsvarar förväntat etenbehov. Från och med 1980 uppstår ett importbehov fram till dess den andra krackeranläggningen tas i drift. De båda krackerenheternas totala etenkapacitet är endast fullt utnyttjad i scenario 3 år 1990.

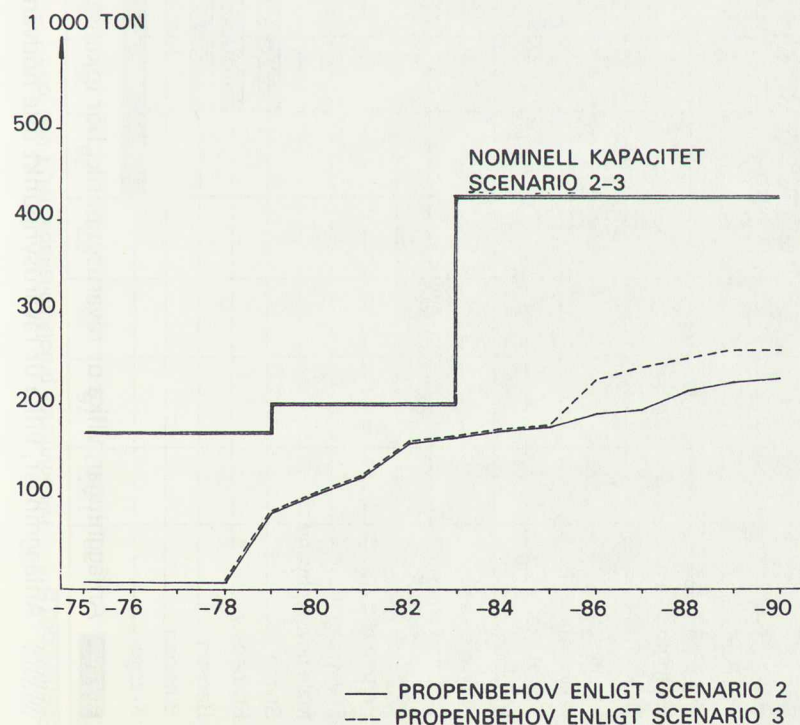


Figur 7 Uppskattat etenbehov i Sverige under perioden 1975–1990 samt framtida etenkapacitet enligt produktionsscenario 2–3.

Figur 8 och 9 visar att befintlig och framtida propenkapacitet överstiger efterfrågan under hela tidsperioden 1974–1990 i samtliga tre scenarier. I och med att den andra krackningsenheten tas i drift erhålles en betydande överkapacitet till prognosperiodens slut.

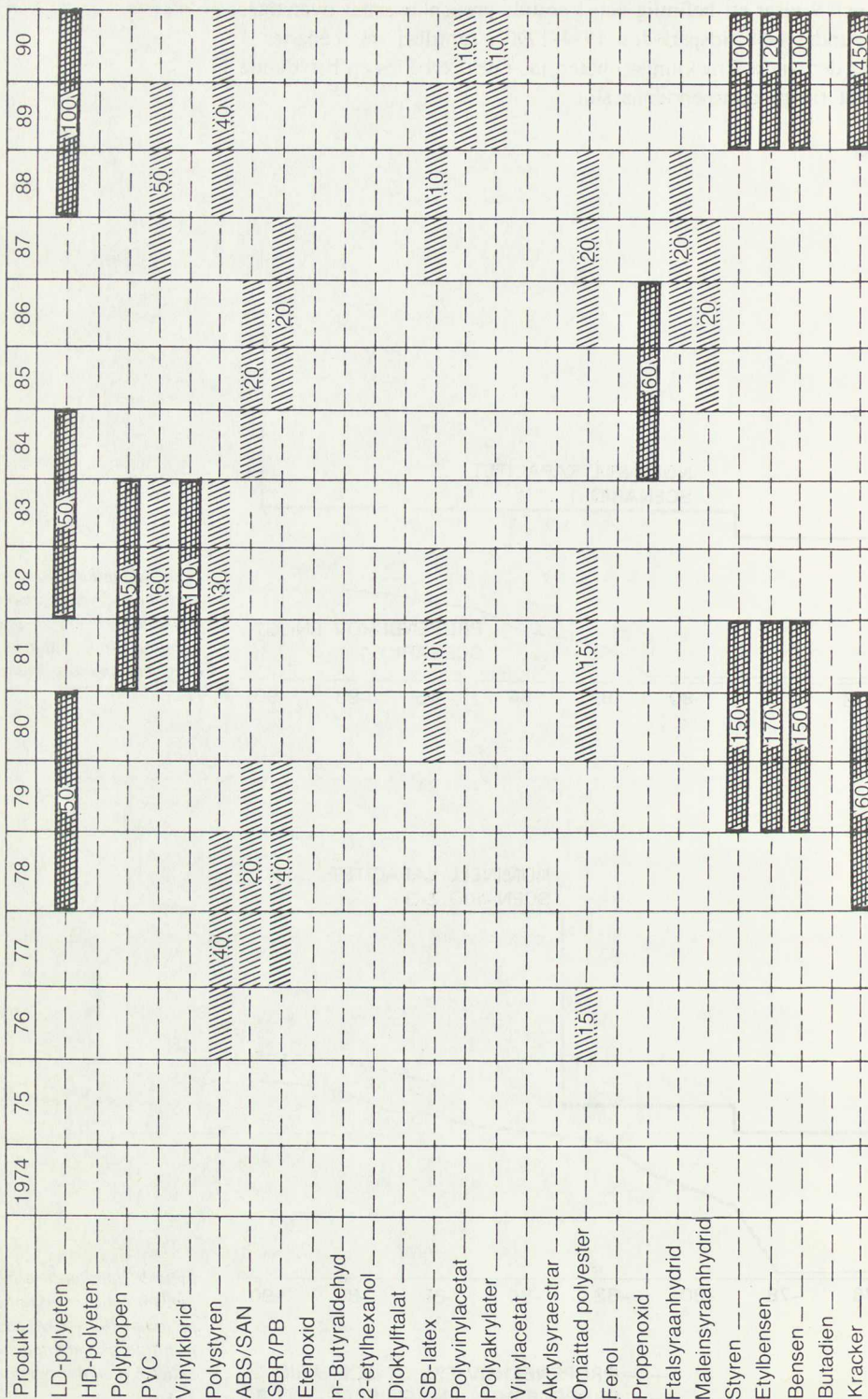


Figur 8 Uppskattat propenbehov i Sverige under perioden 1975–1990 samt framtida propenkapacitet enligt produktionsscenario 1.



Figur 9 Uppskattat propenbehov i Sverige under perioden 1975–1990 samt framtida propenkapacitet enligt produktionsscenario 2–3.

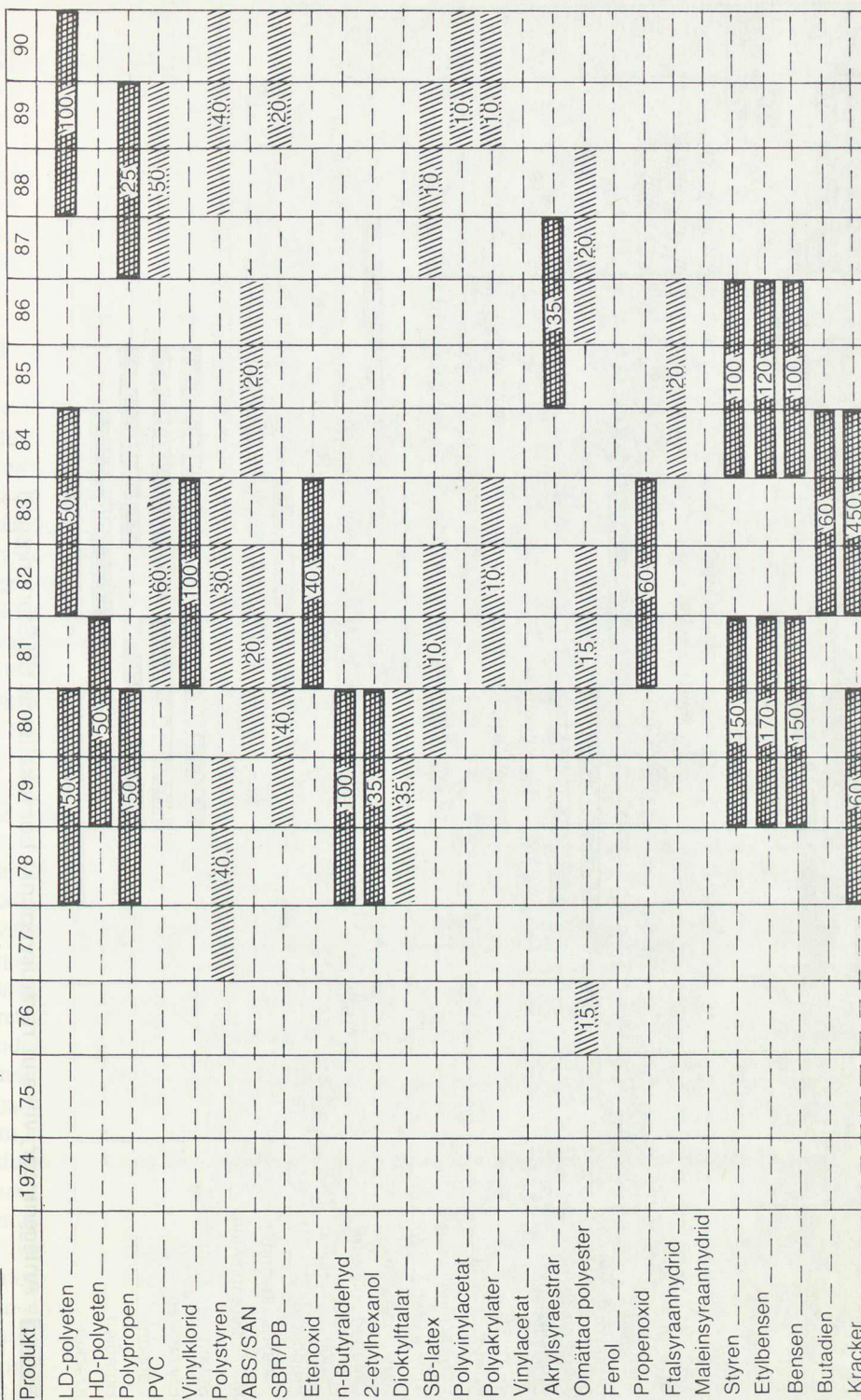
Scenariobild A Tillkommande produktionskapacitet, 1 000 ton



■ Anläggningar, vilka ur råvarusynpunkt bör lokaliseras till Stenungsund

////// Anläggningar, vilka ur råvarusynpunkt inte nödvändigtvis behöver lokaliseras till Stenungsund

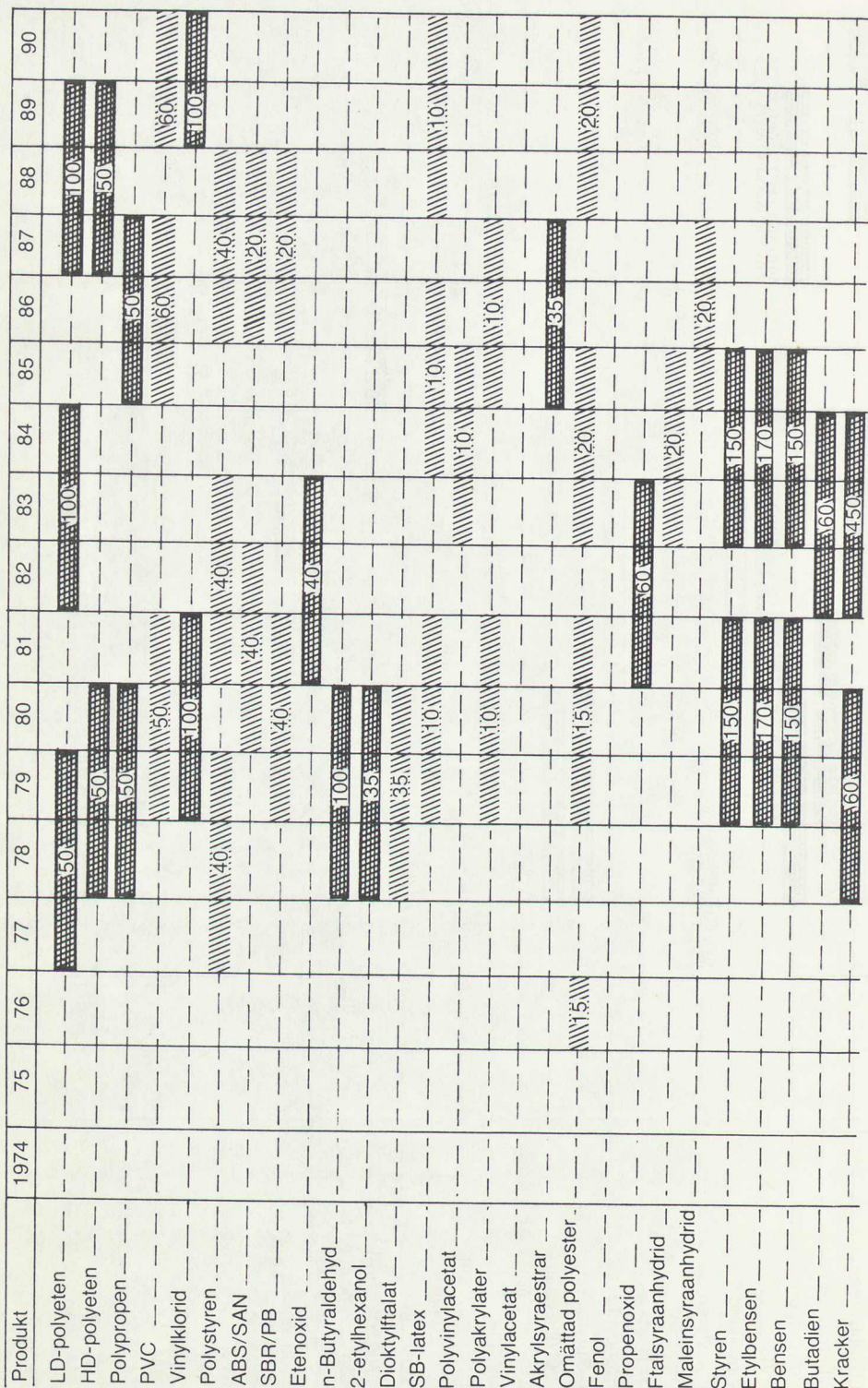

Scenariobild B Tillkommande produktionskapacitet, 1 000 ton




■ Anläggningar, vilka ur råvarusynpunkt bör lokaliseras till Stenungsund

////// Anläggningar, vilka ur råvarusynpunkt inte nödvändigtvis behöver lokaliseras till Stenungsund

Tillkommande produktionskapacitet, 1 000 ton


 Anläggningar, vilka ur råvarusynpunkt bör lokaliseras till Stenungsund

 Anläggningar, vilka ur råvarusynpunkt inte nödvändigtvis behöver lokaliseras till Stenungsund

VII Sammanfattande bedömning

7.1 Allmän utgångspunkt

I det föregående har lämnats en översiktlig beskrivning av den petrokemiska industrin och dess förutsättningar. Branschens kapitalintensiva karaktär har framhållits liksom de starka processmässiga kopplingar som finns mellan olika tillverkningar. Den petrokemiska industrin kännetecknas också av betydande stordriftsfördelar och en snabb processteknisk utveckling. Stordriften för i sin tur med sig krav på betydande markområden för processanläggningar och hjälpanläggningar, lagring och transport av råvaror och produkter, miljövårdsanläggningar (avloppsrening, destruktion) m. m. Genom råvarornas och produkternas speciella egenskaper måste dessutom förutsättningar finnas att utnyttja olika typer av transportmedel. Vid lokaliseringen av petrokemisk industri måste man därför beakta de speciella krav på resurser som denna typ av industri har.

7.2 Utbyggnad av petrokemisk industri i Sverige

För närvarande finns i Sverige ett 15-tal företag som producerar eller planerar producera petrokemiska produkter. Ungefär 75 procent av det i branschen investerade kapitalet och 55–60 procent av sysselsättningen finns i Stenungsund. Koncentrationen till denna ort är således markant och i Stenungsund finns landets enda petrokemiska komplex. Samtliga petrokemiska företag i Stenungsund har fått regeringens tillstånd till att väsentligt öka produktionskapaciteten genom utbyggnad av befintliga anläggningar eller genom nyanläggning. Tillstånden har givits efter prövning enligt 136 a § byggnadslagen. De av riksdagen angivna riktlinjerna för den typ av industri som avses i 136 a § byggnadslagen – således bland annat den petrokemiska industrin – innebär att lokalisering till Västkusten skall tillåtas endast om starka samhällsekonomiska eller miljövårdsskäl talar för en lokalisering dit. Beträffande Stenungsund framhålls att mark bör reserveras för utbyggnad av industrin, men att någon ökning av mängden förorenande utsläpp till vatten inte bör tillåtas. Beträffande det sistnämnda har riksdagen utgått från att detta inte innebär avsteg från tillåtlighetsreglerna i miljöskyddslagen. De utbyggnader som medgivits har således skett inom ramen för lokaliseringsriktlinjerna.

Läget våren 1976 för de aktuella projekten var i korthet följande:

Stenungsunds Kemiska AB (SKAB)

Projekteringsarbetet för krackeranläggningen pågår. Anläggningen projekteras för gasbensen alternativt gasolja som råvara. Flertalet berörda fastigheter har förvärvat av Stenungsunds kommun för SKAB:s räkning. Koncessionsansökan har ingetts. Lokaliseringstillstånd har beviljats enligt 136 a § byggnadslagen.

Berol Kemi AB

Entreprenad- och montagearbetena för projekt som i huvudsak vidgar Berols verksamhetsomfång inom nuvarande produktområden har successivt ökats under hösten 1975 och våren 1976.

Viss förprojektering pågår för en utbyggnad av företagets etenoxidkapacitet och för vissa specialprodukthanläggningar. Vidare har beslut fattats om uppförande av en oxoanläggning som kräver att ett nytt fabriksområde tas i anspråk. Tillstånd enligt 136 a § byggnadslagen har erhållits.

Företagets samlade investeringsprogram kan därmed väntas uppgå till ca 650 miljoner kronor.

Unifos Kemi AB/Skandinaviska Polypropen AB

Lokaliseringstillstånd enligt 136 a § byggnadslagen för utbyggnad av kapaciteten för LD-polyeten till 320 000 årston och för HD-polyeten till 180 000 årston har beviljats. Koncessionsförhandlingar pågår.

Skandinaviska Polypropen AB har erhållit lokaliseringstillstånd för tillverkning av 75 000 ton polypropen per år. Koncessionsförhandlingar pågår.

Utbyggnad av HD-polyetenkapaciteten från 60 000 till 120 000 årston pågår. LD-polyetenkapaciteten kommer att byggas ut stegvis i takt med marknadens tillväxt.

Förprojektering av polypropenanläggningen har utförts. Den i förhållande till förväntningarna svaga tillväxten av polypropenkonsumtionen i kombination med en pågående överetablering av polypropenkapaciteten på den europeiska marknaden fördröjer beslutet om uppförande av anläggningen ifråga.

KemaNord AB

Tillstånd enligt 136 a § byggnadslagen och miljöskyddslagen för utökad tillverkning av vinylklorid till 260 000 årston har erhållits och planerna på sådan utökning bearbetas.

Aromatkemi AB

Företaget har genomfört tekniska och ekonomiska förstudier avseende bensen- och styrentillverkning i Stenungsund. Ansökan om lokaliseringsprövning har ännu ej inlämnats.

Mellan utbyggnaden av krackerkapaciteten och övriga utbyggnader föreligger starka samband och behovet av samplanering är påtagligt. De beräkningar av etenförbrukningen som kommittén låtit utföra tyder på ett behov år 1990 uppgående till mellan 650 000 ton och 890 000 ton. Med denna utgångspunkt skulle förutsättningar finnas för en utökning av landets krackerkapacitet i ett första mindre steg i stadium 1978. En nästa större utbyggnadsetapp torde kunna inplaceras under 1980-talets första hälft. Hurvida detta kommer att ske genom ett direkt uppförande av en kracker i storleksordningen 450 000 årston eten, eller genom en successiv utbyggnad mot denna kapacitet under resten av 80-talet torde bli beroende av den faktiska marknadsutvecklingen.

En krackerutbyggnad i Stenungsund enligt dessa linjer skapar goda möjligheter att utveckla den petrokemiska industrin där till ett internationellt konkurrenskraftigt komplex. Av vikt är härvid att man kan finna lönsam avsättning för utbudet av propen och pyrolysbensin.

Som tidigare framhållits måste, vid en utbyggnad av den petrokemiska industrin i Sverige, hänsyn tas till de integrationsfördelar som en lokalisering till Stenungsund ger. Det bör observeras att i den uppdelning som gjorts mellan Stenungsunds bunden respektive icke Stenungsunds bunden produktion i scenariobilderna i föregående kapitel hänsyn endast tagits till transport-, lagrings- och hanteringskostnader för råvaror och produkter. Andra ekonomiska faktorer, t. ex. processmässiga integrationsfördelar, har inte beaktats. Innebörden av detta är att scenarierna snarare underskattar än överskattar betydelsen av kopplingen till Stenungsundskomplexet. Scenariobilderna kan sammanfattas på så sätt att tillverkningen av de olika eten- och propenderivatet ansetts bära ligga i anslutning till en kracker. Tillverkning, vilken baseras på flytande eller fast råvara eller där förbrukningen av olika råvaror är relativt liten, har i regel ansetts kunna lokaliseras oberoende av krackeranläggningens lokalisering. Exempel på komplexbunden produktion är polyeten, polypropen, vinylklorid, butyraldehyd och styren. Produktion som inte nödvändigtvis behöver lokaliseras till ett petrokemiskt centrum är t. ex. PVC, polystyren, ABS/SAN, SBR/PB, SB-latex och omättad polyester.

En konsekvens av vad som ovan framhållits beträffande utbyggnaden av krackerkapaciteten och de bindningar detta för med sig är att det saknas marknadsmässiga och andra förutsättningar för ett andra petrokemiskt centrum i Sverige före stadium 1990. Att i det tidsperspektivet behandla olika lokaliseringalternativ för ett eventuellt andra petrokemiskt centrum i Sverige har kommittén inte ansett meningsfullt.

Den utbyggnad av industrin i Stenungsund till ett konkurrenskraftigt petrokemiskt komplex som kommittén förordar skall ske inom ramen av vad som kan bedömas vara tillåtligt från miljösynpunkt. Kommittén har inte ansett det möjligt att i dagsläget bedöma när "miljöutrymmet" sätter gräns för en ytterligare industriell expansion. Samhället har dock med de planeringsinstitut som numera finns goda möjligheter att på ett allsidigt sätt pröva de projekt som kan komma att aktualiseras.

Kommittén har avstått från att behandla lokalisering av petrokemisk produktion utifrån ett nordiskt perspektiv. Beträffande samarbetet mellan Norge och Sverige utreds denna fråga av en särskild arbetsgrupp i vilken ingår representanter från båda länderna.

7.3 Samråds- och informationsbehov

En expansion av petrokemisk industri ställer betydande krav på samhällets engagemang och resurser. Exempel härpå är att industriinvesteringar medför behov av följdinvesteringar såsom bostäder, transportleder, transportanläggningar, kraftförsörjning, avfallshantering och annan service. Betydande kapital- och arbetskraftsresurser måste också sättas in i uppbyggnadsskedet. Eftersom detta normalt sker i en konkurrenssituation är det nödvändigt med en god planeringsberedskap. Mot denna bakgrund anser kommittén det motiverat att ett särskilt branschråd bildas för petroindustrin. Rådet skulle förslagsvis kunna vara uppbyggt enligt samma modell som gäller för exempelvis stål- och skogsindustrin och därmed möjliggöra ett samrådsförfarande mellan berörda samhällsorgan, företagen och de anställda. En huvuduppgift för rådet bör vara att penetrera de problem och möjligheter som föreligger på det petroindustriella området för att försöka uppnå en samstämmig syn på den framtida utvecklingen. En förutsättning för rådets verksamhet måste vara att ett kontinuerligt verkande informationssystem skapas.

Bilaga 1 Karaktäristiska drag inom petrokemisk industri

1.1 Definitioner och beskrivningar av petrokemiska produktionslinjer

Materialflöden genom industrin kan studeras genom att produktionsprocesserna hänförs till olika förädlingskedjor, där produkter från en produktionsenhet utgör råvara för nästa. Den petrokemiska industrin kan definieras som de förädlingskedjor som använder petroleum- eller naturgasfraktioner som råvaror och där varje länk innebär kemisk omvandling av råvaran. Slutprodukterna utgörs av basplaster, fiberråvaror och elastomerer, vilka med ett gemensamt namn kallas polymerer, samt baskemikalier.

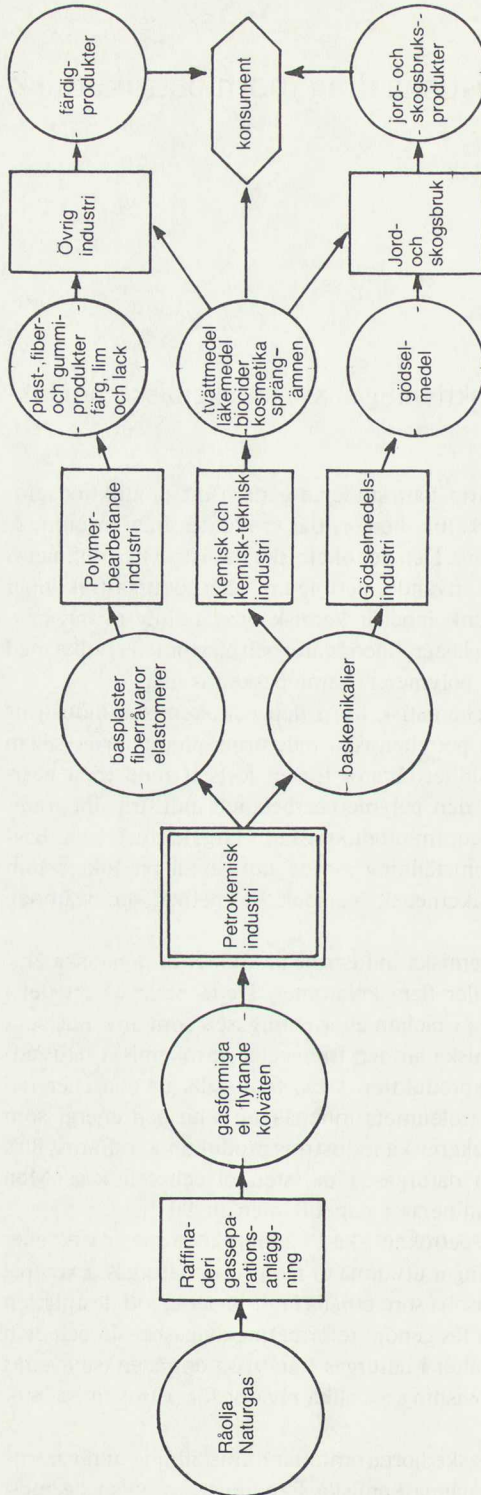
I figur 1:1 visas i starkt schematisk form den petrokemiska industrins plats inom näringslivet. Den petrokemiska industrins produkter är sällan konsumentvaror utan i allmänhet råvaror för en fortsatt industriell bearbetning. Polymererna går till den polymerbearbetande industrin för framställning av plast-, fiber- och gummiprodukter samt färg, lim och lack. Baskemikalierna används för framställning av ett stort antal produkter som lösningsmedel, tvättmedel, läkemedel, biocider, kosmetika, sprängämnen och gödningsmedel.

Huvuddelen av den petrokemiska industrins produkter är organiska ämnen, dvs. de innehåller en eller flera kolatomer. Detta beror på att det i allmänhet är just kolatomerna i råoljan eller naturgasen som används som byggstenar. Men även oorganiska ämnen framställs petrokemiskt. Huvuddelen av världens ammoniakproduktion t. ex. framställs ur olja eller naturgas. I detta fall är det petroleumets innehåll av väte och energi som utnyttjas. Många av den petrokemiska industrins produkter kan framställas ur andra råvaror än olja och naturgas, t. ex. stenkol och cellulosa. Men den petrokemiska vägen dominerar i dag till mer än 90 %.

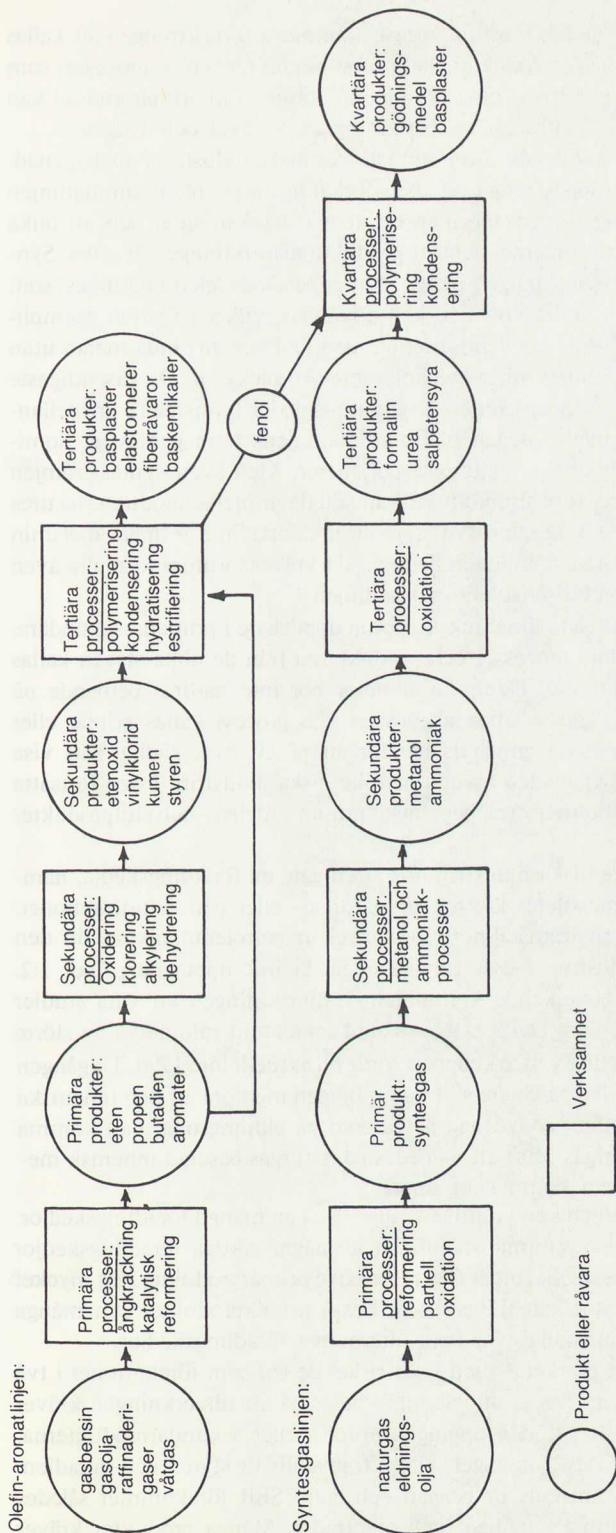
De råvaror som går in i de petrokemiska förädlingskedjorna är gas- eller vätskeformiga kolväteblandningar utvunna ur råolja eller naturgas. Exempel på råvaror är gasbensen och gasolja som erhålls i raffinaderier vid destillation av råolja, reformatbensen som fås genom reformering av gasbensen och etan som finns i utvinningsbara halter i naturgas från vissa områden (se avsnitt 1.3 för en mer ingående redovisning av olika råvaror för petrokemisk produktion).

Den första länken i förädlingskedjorna omfattar framställning ur råvarorna av rena och mer reaktionsbenägna kemiska föreningar, av vilka de mest betydelsefulla är olefinerna eten, propen och butadien¹ och aromaterna ben-

¹ Butadien är egentligen en diolefin.



Figur 1:1 Petrokemins plats inom näringslivet.



Figur 1:2 Petrokemiska förädlingskedjor.

sen, toluen och xylen. Dessa föreningar kommer i fortsättningen att kallas primära petrokemiska produkter eller primärprodukter och de processer som används för deras framställning primära processer. Som primärprodukt kan även räknas s. k. syntesgas, en blandning av koloxid och vätgas.

I figur 1:2 ges en översikt över den petrokemiska industrins uppbyggnad. Där har gjorts en uppdelning i två olika förädlingslinjer, olefin-aromatlinjen respektive syntesgaslinjen. Orsaken till denna uppdelning är dels att olika råvaror används till linjerna, dels att produktionsinriktningen är olika. Syntesgaslinjen utnyttjar vanligen metan, huvudbeståndsdelen i naturgas, som råvara, men även andra kolväten kan användas, vilket i figuren exemplifierats med eldningsolja. Olefin-aromatlinjen kan *inte* använda metan utan måste ha kolväten med minst två kolatomer i molekyl. De väsentligaste produkterna från syntesgaslinjen är gödningsmedel framställda ur mellanprodukten ammoniak, medan olefin-aromatlinjens tonnagemässigt dominerande slutprodukter är syntetiska polymerer. Men även syntesgaslinjen ger vissa polymerer som slutprodukt, framställda ur mellanprodukterna urea och formalin. De viktigaste polymererna från denna linje är urea-, melamin och fenoplast. Framställning av fenoplast kräver förutom formalin även fenol, vilken erhålls från olefin-aromatlinjen.

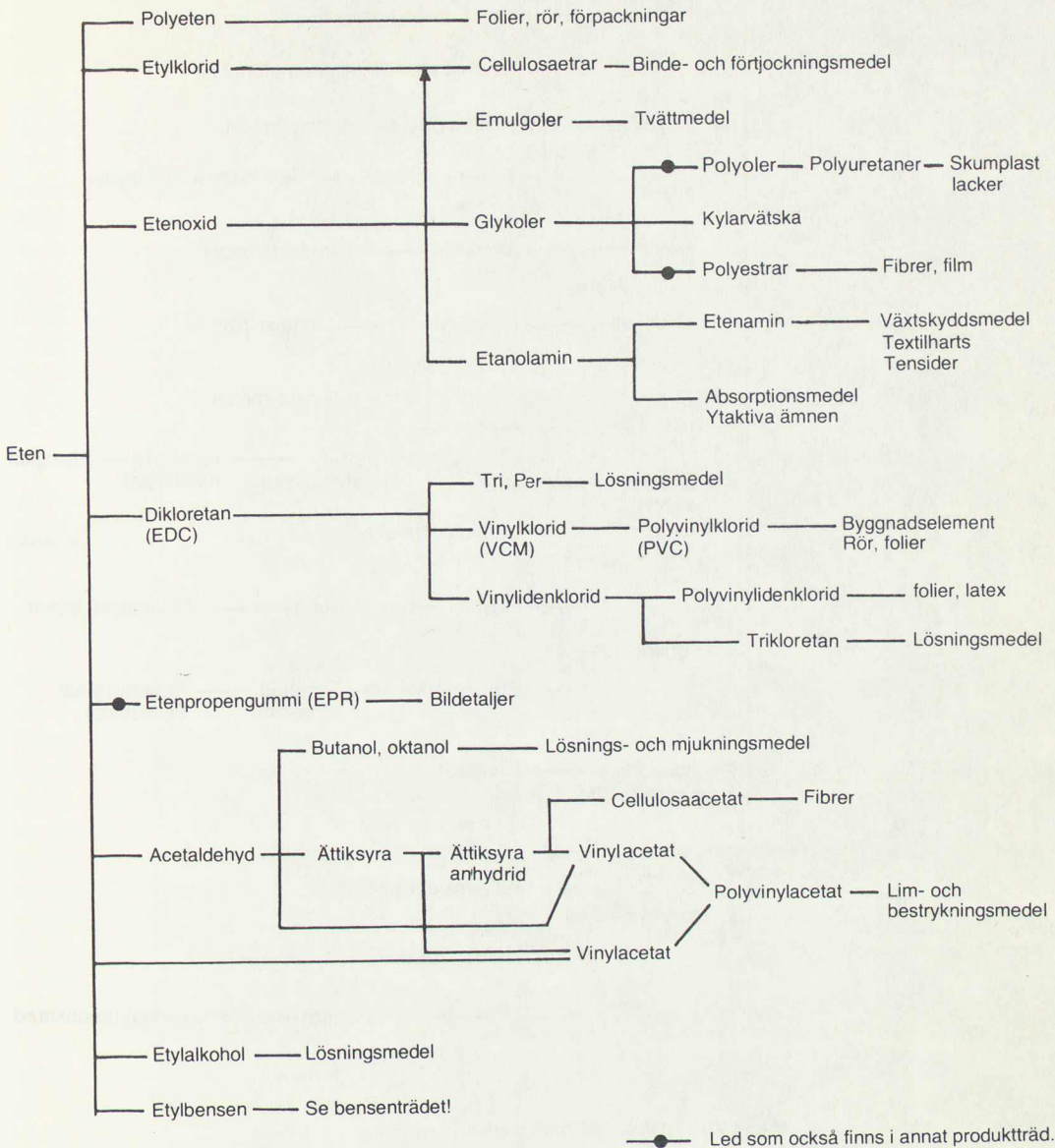
I figur 1:2 är de båda förädlingskedjorna uppdelade i primära, sekundära, tertiära och kvartära processer och produkterna från de olika stegen kallas primära, sekundära etc. Denna systematik bör inte hårdas beroende på att det ofta kan vara en smaksak om en viss process kallas primär eller sekundär. Systematiken används här för att på ett överskådligt sätt visa den stegvisa uppbyggnaden av den petrokemiska industrin. I den fortsatta framställningen kommer mest begreppen primär-, mellan- och slutprodukter att användas.

Till den petrokemiska industrin hör ytterligare en förädlingskedja, nämligen den som framställer kimrök ur naturgas- eller petroleumfraktioner. Ibland brukar även framställning av svavel ur petroleum räknas till den petrokemiska industrin. Dessa tillverkningar är inte upptagna i figur 1:2.

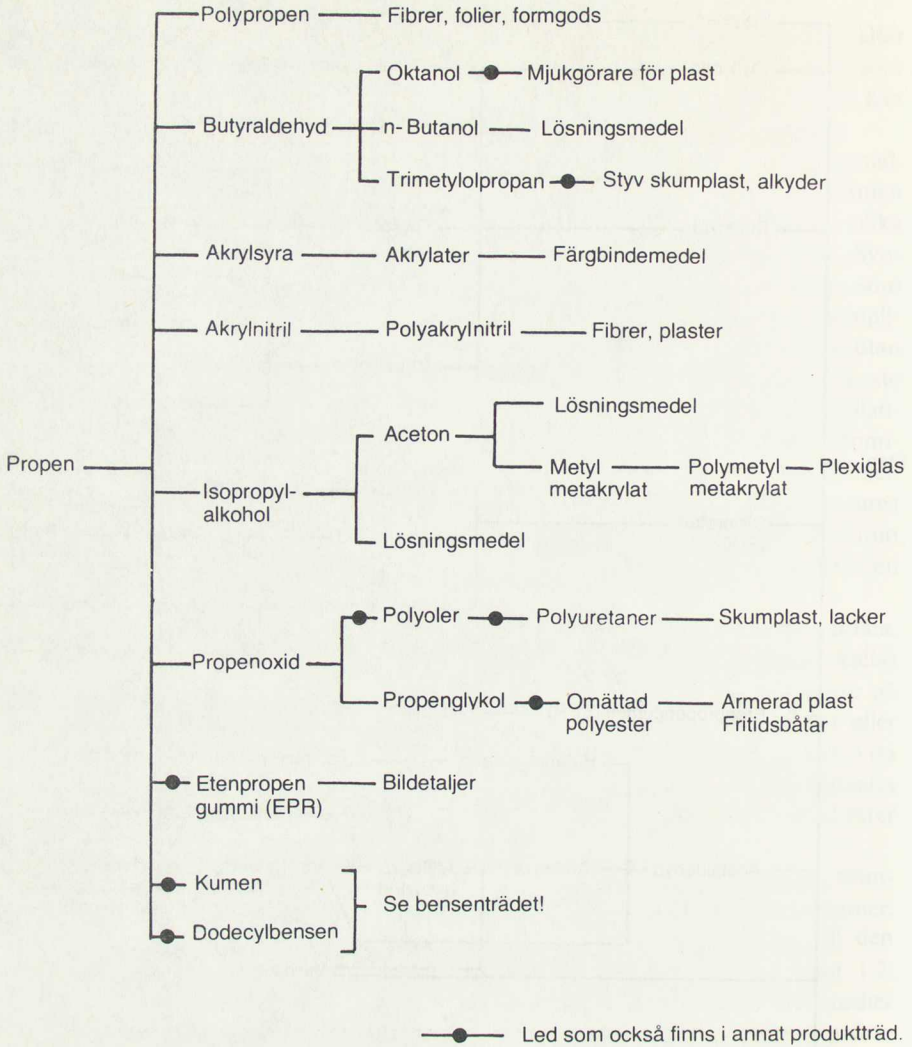
I föreliggande betänkande kommer huvudinriktningen att vara studier av olefin-aromatlinjen. Detta bygger på antagandet att införandet av större mängder naturgas till Sverige knappast torde bli aktuellt före 1990. Tillgången till naturgas i Sverige på längre sikt kan möjligen medföra att den inhemska ammoniakproduktion, som i dag är baserad på eldningsolja, kan komma att baseras på naturgas samt att likaledes på naturgas baserad inhemsk metanolproduktion kan komma att upptas.

Olefin-aromatlinjen kan ytterligare uppdelas i en mängd förädlingskedjor. I figur 1:3–1:6 visas sammanställningar av några viktiga förädlingskedjor till s. k. produkträdd, vilka utgår från respektive primärprodukter. Ett mycket stort antal produkter kan tillverkas ur dessa primärprodukter och många produkter kan framställas via flera alternativa förädlingskedjor.

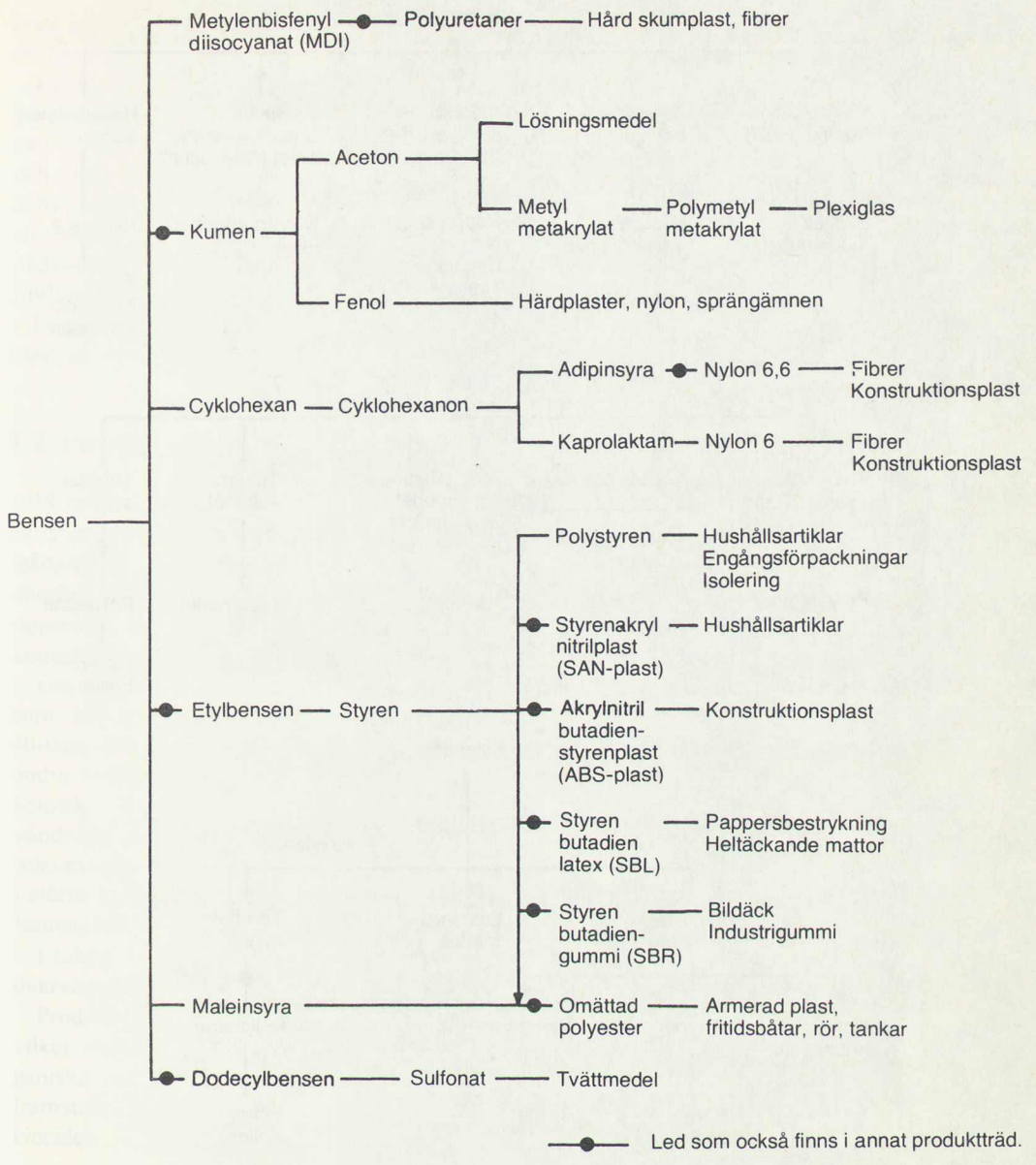
I produkträden markeras med fylld cirkel de led som förekommer i två eller flera av träden. Dessa dubblingar beror på att tillverkningen kräver två eller flera av de i träden upptagna primär- eller sekundärprodukterna. I figur 1:5 är t. ex. SBR upptaget, vilket framställs ur styren och butadien. Styren i sin tur framställs ur bensen och eten. SBR förekommer således såväl i bensen- som i butadien- och etenträdet. Många produkter kräver



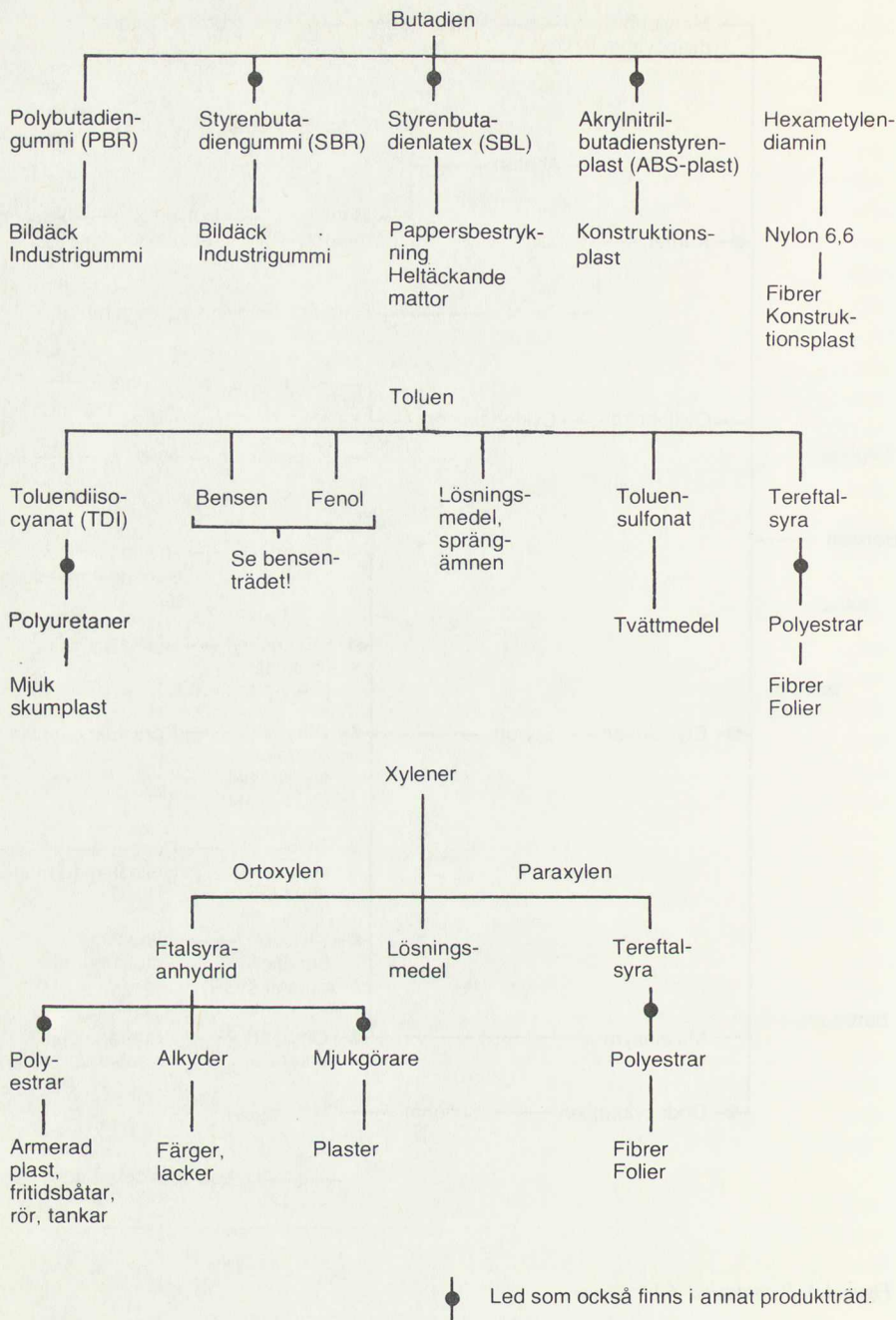
Figur 1:3 Produktträd från eten.



Figur 1:4 Produktträd från propen.



Figur 1:5 Produktträd från bensen.



Figur 1:6 Produktträd från butadien, toluen och xylener.

även icke-petrokemiska råvaror vid tillverkningen, vilket dock inte framgår av figurerna. Så framställs exempelvis vinylklorid ur eten och klor.

Ett karaktäristiskt drag inom kemisk industri är att ett visst ämne kan framställas ur olika råvaror. Detta framgår av figurerna. Exempelvis fenol kan framställas antingen ur toluen (figur 1:6) eller ur kumen (figur 1:5) och vinylacetat kan framställas ur antingen ättiksyraanhydrid och acetaldehyd eller ättiksyra och eten (figur 1:3). Vilken väg som väljs beror på en rad faktorer som priser och tillgång på de alternativa råvarorna, marknadssituationen för eventuella bi- eller sidoprodukter och den redan befintliga produktionsstrukturen.

I underbilaga 1 beskrivs mer utförligt produktionstekniken vid framställning av ett 20-tal petrokemiska produkter.

1.2 Förbrukning av petrokemiska produkter

1918 brukar betecknas som petrokemins födelseår. Då startade produktion av isopropanol ur propen vid ett oljeraffinaderi i USA. Denna produktion igångsattes av militära skäl, vilka till stor del bortföll vid krigsslutet strax därefter. Därför fick den petrokemiska industrin inget omedelbart, snabbt uppsving. År 1925 utgjorde världens sammantagna produktion av petrokemiska produkter endast 75 ton.

Det var först på 30-talet i USA och något decennium senare i Europa som den petrokemiska industrin började blomstra och det var också på 40-talet som begreppet petrokemi först började dyka upp i litteraturen. Sedan andra världskriget har få industrier utvecklats så snabbt som den petrokemiska. Huvudskälen är att petrokemin har möjliggjort en effektiv användning av tidigare mer eller mindre oanvändbara biprodukter från petroleuminindustrin och att petrokemiska produkter i allmänhet kan erhållas i större kvantiteter till lägre kostnad och med bättre kvalitet än produkter framställda ur kol eller skogs- och jordbruksprodukter.

I tabell 1:1 redovisas världsproduktionen av sådana produkter som till övervägande del framställs ur petroleum eller naturgas.

Produkterna i tabell 1:1 framställs till mer än 90 % på petrokemisk väg, vilket innebär att den petrokemiska produktionen av polymerer och organiska baskemikalier var omkring 60 Mton 1972. Som tidigare nämnts framställs även ett stort antal andra produkter petrokemiskt, exempelvis biocider, läkemedel, kosmetika och sprängämnen, men de totala kvanti-

Tabell 1:1 Världsproduktionen 1972 av vissa kemiindustriprodukter

Plaster	31,5 Mton
Syntetgummi	6,9 Mton
Syntetfibrer	6,4 Mton
Syntetiska tvättmedel	9,0 Mton
Lösningsmedel	10,0 Mton
Handelsgödsel m. m. ^a	65,0 Mton

^a Avser 1971

Källa: Shell Chemical Information Handbook 1974-75

Tabell 1:2 Världsproduktionen av basplaster 1950-1970

1950	1,5 Mton
1955	3,3 Mton
1960	6,8 Mton
1965	14,4 Mton
1970	28,5 Mton

Källa: Kemisk Tidskrift 12, 1972, sid 47

teterna torde inte vara av större omfattning, jämfört med produkterna i tabell 1:1. Förutom ovan nämnda organiska produkter framställs på petrokemisk väg även stora mängder oorganiska baskemikalier, av vilka ammoniak dominerar. År 1971 producerades i världen 35 Mton ammoniak, vilken till mer än 80 % framställdes ur naturgas eller petroleum. Som en petrokemisk produkt räknas ibland även svavel. Av världsproduktionen 1971 på 30 Mton framställdes mer än 30 % petrokemiskt.

Den petrokemiska produktionen i världen 1972 av polymerer och baskemikalier kan således uppskattas till omkring 100 Mton, varav polymererna svarar för omkring 40 %. Trots att polymererna utgör den mindre delen av den petrokemiska industrins produktion, är det ändå dessa som tilldragit sig det största intresset och som allmänt associeras med petrokemisk industri. Förklaringar till detta förhållande kan vara dels att polymererna är konsumentprodukter på ett annat sätt än baskemikalierna, som mest går till jordbruk och skogsbruk, dels att polymererna uppvisat en exceptionellt snabb ökningstakt under de senaste decennierna, vilket för basplaster framgår av tabell 1:2.

Förbrukningen av basplaster har av naturliga skäl nått de högsta nivåerna i de högindustrialiserade länderna, vilket visas i tabell 1:3.

I tabell 1:4 redovisas förbrukningen 1973 av de volymmässigt mest betydande basplasterna.

Även förbrukningen av övriga polymerer har ökat snabbt. Ökningen av syntetgummiförbrukningen är till stor del en följd av den starka expansionen

Tabell 1:3 Basplastförbrukningen i olika områden 1970

Västeuropa	9,5 Mton
Comecon	2,9 Mton
USA och Kanada	10,0 Mton
Japan	4,9 Mton
Övriga länder	1,2 Mton

Källa: Kemisk Tidskrift 12, 1972, sid 47

Tabell 1:4 Världsförbrukningen 1973 av de största basplasterna

Polyeten och polypropen	13,2 Mton
Polyvinylklorid	8,2 Mton
Styrenplaster	5,9 Mton

Källa: Uppgifter från svenska företag

av bilismen efter andra världskriget. I dag är omkring 70 % av allt gummi syntetiskt. Även syntetfibrer som nylon, polyester och akrylfibrer har gradvis trängt undan naturfibrerna och för närvarande utgör de petrokemiskt framställda syntetfibrerna ca 45 % av alla fibrer.

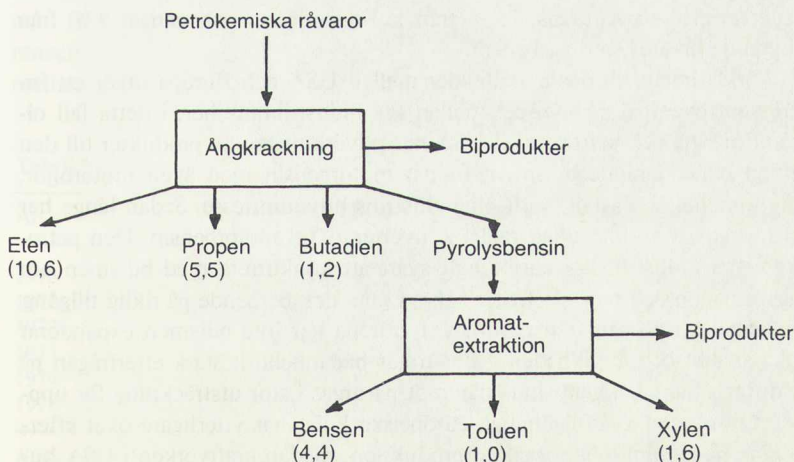
1.3 Råvaruförsörjning

I figur 1:2 i avsnitt 1.1 görs en schematisk beskrivning av de petrokemiska förädlingskedjorna. Det karaktäristiska för dessa kedjor är att produkterna från ett processteg utgör råvaror för nästa steg. Framställningen skall här begränsas till en beskrivning av råvaruförsörjningen till det första steget i den petrokemiska industrin. I detta steg framställs de primära petrokemiska produkterna, vilket visas i figur 1:7. Inom parentes anges förbrukningen i Mton inom EEC 1974, enligt European Chemical News 1974-11-15.

De huvudsakliga petrokemiska råvarorna är raffinaderigas, våtgas, gasbensen och gasolja. Råvarorna innehåller kolväten, från metan med en kolatom till sådana med över tjugo kolatomer. Kolvätena kan vara raka kedjor (normalparaffiner och linjära olefiner), grenade kedjor (isoparaffiner och isoolefiner) eller cykliska (naftener och aromater). I tabell 1:5 anges några egenskaper hos de petrokemiska råvarorna.

Raffinaderigaser bildas på flera ställen i ett raffinaderi t. ex. vid destillation av råoljan, vid katalytisk reformering av gasbensen och vid katalytisk krackning av tunga fraktioner för att framställa lättare fraktioner. De gaser som innehåller metan och etan används vanligen som bränsle i raffinaderiet och de propan- och butanhaltiga säljs ofta som LPG (liquefied petroleum gases) som i Sverige kallas gasol. Raffinaderigas är en gas vid rumstemperatur och därför besvärlig att transportera. Denna råvara kan därför bara användas av ångkrackningsanläggningar som är samlokaliserade med raffinaderier.

Naturgas består huvudsakligen av det lättaste av alla kolväten, metan. Vanligen innehåller naturgasen även tyngre kolväten som etan, propan och butan och det är dessa som kan användas som råvara till en ångkrack-



Figur 1:7 Framställning av primära petrokemiska produkter.

Tabell 1:5 Egenskaper hos petrokemiska råvaror

Råvara	Antal kolatomer i ingående kolväten	Kokpunkts- intervall °C	Densitet i ton/m ³ för vätskeformen vid rumstemperatur
Raffinaderigas	1- 3	-160 till - 42	0,4-0,5
Vätgas	2- 4	- 90 till 0	0,4-0,6
Gasbensen	5-10	40 till 180	0,7
Gasolja	10-30	200 till 300	0,8

ningsanläggning. Dessa tyngre kolväten avskiljs ofta från metanet vid naturgaskällan. Även råolja innehåller ofta etan och propan vilka till största delen måste frånsepareras innan råoljan kan transporteras på fartyg. Etan, propan och andra lättare kolväten från råolja och naturgas kallas här med en norsk term för våtgas.

Gasbensen och gasolja (på engelska naphtha respektive gasoil) är produkter erhållna genom destillation av råolja. Gasbensen är en lättflyktig vätska som kokar mellan 40 och 180° C, dvs. den börjar koka vid omkring 40° C och allteftersom de lättflyktigare ämnena kokar bort stiger kokpunkten. Gasbensen kan användas för framställning av motorbensen, i vilket fall den underkastas kemisk omvandling i en katalytisk reformeringsanläggning i raffinaderiet, eller användas som petrokemisk råvara. I Västeuropa går omkring 2/3 av gasbensinen till produktion av motorbensen. Gasoljan består av kolväten med större molekyler än gasbensinens och den kokar mellan drygt 200 och drygt 300° C. Gasoljans huvudsakliga användningsområde är som eldningsolja.

Den petrokemiska industrin får således sina råvaror dels från källor för råolja och naturgas, dels från oljeraffinaderier. I Europa, där naturgas- och råoljetillgångarna börjat exploateras först under de senaste decennierna, har gasbensen spelat rollen av huvudråvara till petrokemin. År 1970 kom omkring 90 % av framställd eten från gasbensen och tyngre råvaror och resten från etan och raffinaderigaser eller från koksugngaser. Etenet från koksugngaser är naturligtvis inte petrokemiskt. I USA var vid samma tidpunkt förhållandena helt annorlunda. Där kom 65 % av etenet från etan eller propan ur naturgas, 26 % från raffinaderigaser och endast 9 % från flytande råvaror som gasbensen.

Förklaringen till dessa skillnader mellan USA och Europa utgör ett intressant exempel på samspel mellan två industribranscher, i detta fall oljeraffinering och petrokemi. I USA har tillverkningen av produkter till den tidigt expanderande bilismen, främst motorbensen men även motorolja, smörjmedel och asfalt, varit oljeindustrins huvudintresse. Sedan länge har nära hälften av förbrukad råolja konverterats till motorbensen. Den petrokemiska industrin har därför haft svårt att konkurrera med bilismen om gasbensinen och har inte heller behövt göra det, beroende på riklig tillgång på etan och propan från naturgas. I Europa har inte bilismen expanderat lika snabbt och avsaknaden av naturgas har inneburit stark efterfrågan på eldningsolja. I USA används däremot naturgas i stor utsträckning för uppvärmning. Det svårtillgängliga europeiska kolet har ytterligare ökat efterfrågan på eldningsolja för elkraftproduktion, medan kraftverken i USA hu-

vudsakligen eldas med kol och naturgas. En ytterligare skillnad är att de råoljor från Mellersta Östern och Afrika som används i Europa ofta ger ett högre bensinutbyte än de amerikanska råoljorna. Medan man i amerikanska raffinaderier har fått investera i dyrbara krackningsanläggningar för att omvandla tyngre fraktioner till lättare som lämpar sig för motorbensin, har man i Europa snarast haft ett överskott på bensinfraktioner.

Den petrokemiska industrin har under det senaste decenniet expanderat snabbare än de flesta andra förbrukare av petroleumprodukter. Inom EEC förbrukade den petrokemiska industrin 10 Mton gasbensin 1965, vilket var 3 % av ländernas totala råoljeförbrukning. 1973 hade denna andel vuxit till 7 %. Petrokemins andel av gasbensinförbrukningen var naturligtvis större, 17 % 1965 och 32 % 1973 i EEC-länderna. Angivna värden gäller nettoförbrukningen av gasbensin, dvs. leveranserna av gasbensin till petrokemin minskat med returleveranserna av pyrolysbensin från den petrokemiska industrin till raffinaderierna. Pyrolysbensinen har hög aromathalt och används därför i raffinaderierna för inblandning i motorbensin.

Detta har inneburit att det tidigare överskottet på gasbensin i Västeuropa håller på att förbytas i ett underskott. Sedan 1973 har flera etenproducenter börjat använda gasolja som råvara. Det finns andra orsaker till detta än knapphet på bensin. De krackrar som byggs för att kunna använda gasolja är så konstruerade att de även kan använda gasbensin. Detta betyder att de kan utnyttja gasbensin på vintern, när motorbensinförbrukningen är låg, och gasolja på sommaren, när förbrukningen av eldningsolja är låg, vilket ger minskade kostnader i raffinaderiledet för variationer i produktmix och lagring.

Priserna på petroleumprodukter, alltså även på gasbensin, höll sig i stort sett konstanta under 50- och 60-talen, t. o. m. med en viss tendens till sjunkande priser. Under de senaste åren har dock priserna ökat kraftigt, vilket illustreras av tabell 1:6.

Sedan 1975 har priserna stigit ytterligare. Noteringen på gasbensin i Rotterdam var i februari 1976 594 kronor per ton, vilket genom tillkommande fraktkostnader resulterar i drygt 600 kronor i Sverige.

De kraftigt ökade priserna har medfört minskad förbrukning av petroleumprodukter, vilket betytt att raffinaderierna har fått minska produktionen. Eftersom förbrukningen av eldningsolja minskat starkast har konkurrensen om bensinfraktionerna hårdnat. Detta har lett till så stor prisdifferens mellan gasbensin och eldningsolja att det nu är ekonomiskt motiverat för

Tabell 1:6 Importpriser till Sverige för råolja och gasbensin, kr/ton

År	Råolja	Gasbensin
1970	86	119
1971	105	125
1972	105	133
1973	117	215
1974	351	464
1975 (jan.-sept.)	360	500

Källa: SOS Utrikeshandelsstatistik

raffinaderierna i Europa att bygga katalytiska krackrar för att konvertera tunga fraktioner till motorbensin (jfr USA). I Västtyskland har regeringen uppmuntrat en sådan omläggning och i flera raffinaderier planeras investeringar i katalytiska krackrar. Det BASF-ägda oljebolaget Wintershall planerar att bygga en hydrokracker (en kracker speciellt lämpad för framställning av petrokemisk råvara) i sitt raffinaderi i Lingen i Nordtyskland. Investeringen beräknas till omkring 1/2 miljard kronor.

De ökande svårigheterna att tillgodose petrokemins behov av gasbensin har ökat intresset för andra råvaror. Gasolja har redan nämnts som ett intressant alternativ, speciellt kanske för etenanläggningar ägda av oljebolag. Raffinaderigaserna finns inte i tillräcklig mängd beroende på att motorbensintillverkningen inte är så stor i europeiska raffinaderier.

Fyndigheterna av olja och naturgas i Europa ökar möjligheterna att använda våtgas som petrokemisk råvara. Sedan länge drivs en etenanläggning i Frankrike med etan från naturgasfältet i Lacq. I Jugoslavien och Norge planeras anläggningar som enbart ska kracka våtgas. Anläggningar i Skottland och Norge kommer att utnyttja våtgas erhållen genom separation av lätta kolväten från den råolja som tas i rörledning från Nordsjöfälten Ekofisk och Forties till respektive Teesside och Grangemouth. Omkring 5 % av råoljan från Forties avskiljs i form av våtgas, där propan är den största komponenten, följd av butan och etan. Våtgasen till den norska krackern från Teesside har samma rangordning mellan de tre komponenterna.

Tabell 1:7 visar sammansättningen hos naturgas från några olika fält. De tyngre komponenterna avskiljs delvis innan naturgasen distribueras till konsumenterna. I en planerad anläggning i Algeriet för 7,5 Mton naturgas ska 350 kton propan och 300 kton butan avskiljas. De stora mängderna etan, propan etc. i saudiarabisk naturgas planeras bli utnyttjade för export i stor skala eller för användning på platsen. Enligt en uppskattning skulle 37 Mton våtgas per år kunna exporteras från Mellersta Östern i mitten på 80-talet.

Även naturgasfälten i Nordsjön innehåller utvinningsbara mängder våtgas. Det har uppskattats att den kvantitet våtgas som årligen kan erhållas

Tabell 1:7 Sammansättning hos naturgas från olika fält (volym %)

Ämne	Nordsjön		Frankrike Lacq	Algeriet	Saudi- arabien
	Ekofisk	West Sole ^a			
Metan	85,9	94	69,2	83,0	48,1
Etan	8,1	3,2	3,3	7,2	18,6
Propan	2,7	0,6	} 2,1	2,3	11,7
Butan	0,9	0,2		1,0	4,6
Högre kolväten	0,3	0,2		0,3	2,9
Koldioxid	1,6	0,5	9,6	0,2	11,1
Kväve	0,5	1,5	0,6	5,8	0,3
Svavelväte	—	—	15,2	—	—

^a Efter avskiljning av 7 g kondensat (våtgas) per m³ naturgas

Källor: Ingenjörsvetenskapsakademiens meddelande 167, 1970, Hydrocarbon Processing, nov. 1974, samt uppgifter från BP

Tabell 1:8 Aromater som kan framställas genom hydrering av stenkol^a

Bensen	10	Xylener	20	Naftalen	10
Toluen	30	Kumen	2	Fenol	10
Etylbensen	10	Duren	2	Kresoler	10

^a Värdena anger antal kg som kan erhållas ur ett ton kol

Källa: Batelle, Liquefaction and Chemical Refining of Coal, July 1974

från dessa fält kan uppgå till 3–10 Mton i mitten på 80-talet, vilket skulle räcka till 2–7 Mton eten per år. De höga transportkostnaderna för våtgas innebär att etenanläggningar baserade på denna råvara med fördel kan lokaliseras i anslutning till naturgasfälten eller ilandföringsstationerna för naturgasen.

I figur 1:7 visas att pyrolysbensin bildas vid ångkrackning och att aromater kan extraheras ur pyrolysbensinen. I Europa framställs omkring hälften av all bensen på det sättet. Även reformatbensin, framställd genom katalytisk reformering av gasbensin i raffinaderierna, innehåller en stor del aromatiska kolväten, vilka kan utvinnas genom extraktion eller på annat sätt. Även reformatbensin kan således betecknas som en petrokemisk råvara, men huvuddelen av reformatbensinen går till framställning av motorbensin. Konkurrensen mellan petrokemin och bilismen om aromaterna i reformat- och pyrolysbensin har hårdnat på senare år. Detta beror på att kraven på minskade blytillsatser till motorbensin innebär att bensinens oktantal sjunker och att ett sätt att kompensera detta är att öka aromathalten i motorbensin.

Aromatiska kolväten framställdes tidigare ur kol och fortfarande tillgodoses omkring 10 % av Europas bensenbehov den vägen. På olika håll studeras nu mer effektiva metoder för framställning av aromater ur kol. Man har bland annat funnit att hydrering av kol ger en flytande produkt med hög halt av aromater. Av ett ton kol skulle man kunna erhålla drygt 100 kg aromater, med den fördelning som anges i tabell 1:8.

Kol kan användas för framställning även av andra produkter än aromater. Under andra världskriget tillverkades stora kvantiteter högoktanig motorbensin ur kol och sedan länge finns en anläggning i Sydafrika där sådan tillverkning sker. Denna tillverkningslinje torde dock knappast ens efter de kraftiga höjningarna av oljepriset vara konkurrenskraftig med motorbensin framställd ur råolja. En annan möjlighet att utnyttja kol är att framställa syntesgas, ur vilken bland annat metanol kan syntetiseras (se figur 1:2). En intressant egenskap hos metanol är att den liksom aromater verkar oktantalshöjande på motorbensin. Konsekvenserna av att blanda metanol i motorbensin undersöks nu i en rad länder, bland annat i Sverige och Västtyskland. Om dessa försök lyckas och om framställning av metanol ur kol blir ekonomiskt konkurrenskraftig (en alternativ råvara för denna linje är naturgas), kan aromaterna i pyrolys- och reformatbensin i högre grad bli tillgängliga för petrokemisk produktion.

1.4 Industrins lokalisering i Europa

Lokaliseringsstrukturen för den petrokemiska industrin påverkas av var marknaderna för de olika anläggningarnas produkter finns, varifrån råvarorna

kan erhållas, miljö- och regionalpolitiska överväganden m. m. En diskussion om sådana lokaliseringspåverkande förhållanden förs i bilaga 3. I detta avsnitt görs bara en beskrivning i grova drag av hur lokalisering bilden för närvarande ter sig i Europa. I bilaga 2 görs en noggrannare redovisning av lokaliseringen i de nordiska länderna.

1.4.1 Anläggningar för primärprodukter

De första petrokemiska anläggningarna i Europa togs i drift i början av andra världskriget. I Frankrike startade 1940 en anläggning i Port Jérôme nära Le Havre som gjorde isopropyleter ur propen som i sin tur hade extraherats ur raffinaderigas. Redan 1941 började man i Spondon mitt inne i England kracka gasbensin till eten och propen. Denna kracker, som troligen var den första i Europa, följdes 1951 av nya i Grangemouth i Skottland och Wilton i nordöstra England och något senare i Fawley på sydkusten och Carrington på västkusten (se figur 1:8).

Under petrokemins två första decennier i Europa dominerades den petrokemiska produktionen av anläggningar i Storbritannien. Men även Västtyskland, Italien och Frankrike hade petrokemiska basanläggningar och i Danmark togs en kracker i drift i slutet av 50-talet. Först i början av 60-talet började produktionen i Belgien, Holland och Sverige och något senare även i Spanien. Den installerade kapaciteten för etenproduktion i Västeuropa år 1964 framgår av tabell 1:9.

Den sammanlagda kapaciteten i Västeuropa 1964 var således 2,1 Mton eten. Västtyskland hade gått om Storbritannien till tätplatsen. Intressant att notera är även att Skandinavien 1964 hade en större kapacitet än Benelux.

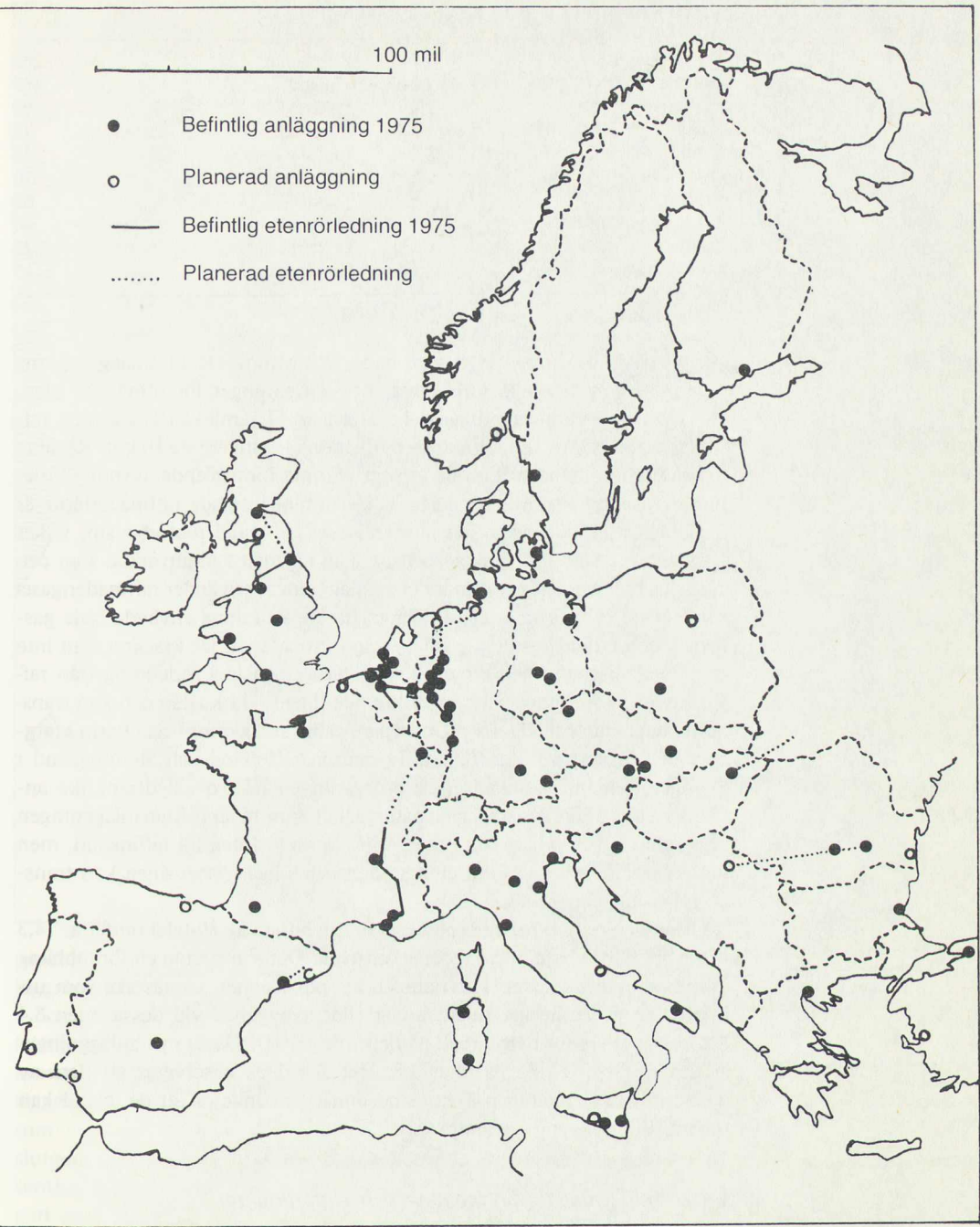
1975 hade de flesta länder i Europa egen produktion av eten. Undantagen var Eire, Portugal, Norge, Schweiz, Luxemburg och troligen Albanien. För Norges del beräknas en etenanläggning starta 1977 och för åtminstone Eire och Portugal har byggande av etenkapacitet diskuterats. I tabell 1:10 redovisas de europeiska ländernas kapaciteter och på kartan i figur 1:8 lokaliseringen av etenanläggningar 1975.

Utvecklingen under det senaste decenniet har kännetecknats av nylokalisering av etenanläggningar till de mer perifera delarna av Europa: Turkiet, Grekland, Rumänien, Ungern, Finland och Spanien, samtidigt som utbyggnad har skett i Centraleuropa. Anmärkningsvärd är den starka utbyggnaden i Holland-Belgien under 60- och 70-talen (jämför tabell 1:9 och 1:10). Inom triangeln Antwerpen-Frankfurt-Düsseldorf, ett område mindre än Dalarna och som utgör mindre än en procent av hela Europas yta, fanns 1975 en installerad etenkapacitet på 5,9 Mton, vilket var 40 % av hela Europas ka-

Tabell 1:9 Etenkapacitet i Västeuropa 1964 (kton)

Västtyskland	787	Sverige	55
Storbritannien	576	Holland	49
Italien	362	Belgien	31
Frankrike	183	Danmark	30

Källa: Chemical & Engineering News nr 31, 35 och 39, 1964



Figur 1:8 Etenanläggningar i Europa.

Tabell 1:10 Etenkapacitet i Europa 1975 (kton)

Västtyskland	3 740	Rumänien	260
Holland	2 240	Finland	165
Frankrike	2 070	Polen	95
Italien	1 920	Bulgarien	70
Storbritannien	1 720	Jugoslavien	70
Östtyskland	550	Österrike	70
Belgien	535	Turkiet	60
Tjeckoslovakien	370	Danmark	40
Spanien	330	Ungern	25
Sverige	330	Grekland	15

Källa: European Chemical News 1973–1975

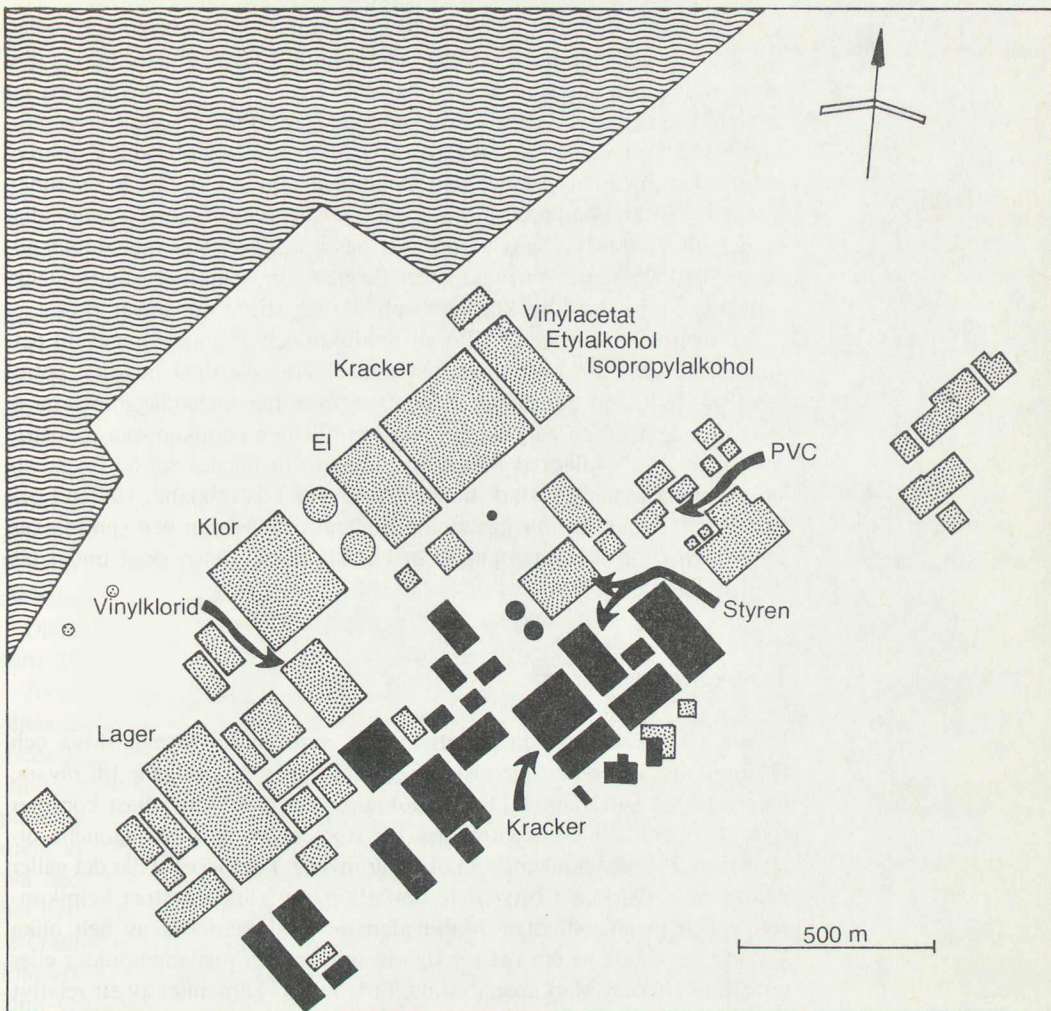
pacitet på 14,6 Mton (Västeuropa hade 13,2 Mton). De 14 anläggningarna i denna triangel är alla förbundna med rörledning för utbyte av eten.

Av de 61 etenanläggningarna i Europa är 47 samlokaliserade med raffinaderier, dvs. avståndet kracker–raffinaderi överstiger inte 10 km. Råvaran för etenproduktionen i Europa är som nämnts i föregående avsnitt för det mesta gasbensen och huvuddelen av de samlokaliserade raffinaderierna är byggda för produktion av en jämförelsevis låg andel motorbensen, vilket betyder att en större del av gasbensinen än normalt kan användas som petrokemisk råvara. Ett par mindre etenanläggningar använder raffinaderigaser som råvara och några krackrar är byggda för att kunna använda både gasbensen och tyngre destillat (gasolja) från raffinaderiet. De krackrar som inte är samlokaliserade med ett raffinaderi får gasbensen i rörledning från raffinaderier på större avstånd än 10 km eller ligger vid kusten och kan transportera in råvaror med fartyg. Det senare gäller anläggningarna i Porto Marghera och Ferrara i norra Italien, Terneuzen i Holland och Stenungsund i Sverige. Den inlandslokaliserade anläggningen i Lacq i Sydfrankrike använder etan från ett närbeläget naturgasfält som råvara. Etenanläggningen i Spondon ligger varken vid kusten eller är röransluten till raffinaderi, men kapaciteten är bara 30 kton eten så den behövliga gasbensinen kan transporteras in per järnväg.

Offentliggjorda expansionsplaner fram till början av 80-talet omfattar 14,3 Mton (11,9 för Västeuropa) ny etenkapacitet. Detta är nästan en fördubbling av nuvarande kapacitet. Huvuddelen av expansionen väntas ske som utbyggnader av befintliga anläggningar eller nybyggnad vid dessa, men 5,4 Mton planeras som nybyggnad på helt nya platser. Dessa nya anläggningar är utmärkta med ring på figur 1:8. Det ska dock observeras att flera av dessa projekt är relativt osäkra bland annat beroende på att de ibland kan utgöra alternativ till varandra.

1.4.2 Anläggningar för mellan- och slutprodukter

Krackningsanläggningarna är som ovan visats i regel samlokaliserade med råvaruproducenter, dvs. oljeraffinaderier eller naturgaskällor. Minst lika vanlig är samlokalisering mellan kracker och anläggningar som förbrukar produkter från krackern. Endast i undantagsfall överstiger avståndet mellan sådana enheter några kilometer. I de flesta fall ligger i närheten av krackern en hel rad anläggningar som framställer petrokemiska mellan- och slut-



produkter som styren, polyeten, glykol osv. Ett sådant konglomerat av anläggningar brukar kallas ett petrokemiskt centrum eller komplex.

Som exempel på ett petrokemiskt komplex visas i figur 1:9 den inbördes lokaliseringen av BP:s anläggningar vid Baglan Bay i Wales. Den första krackern (nedtill på figuren) togs i drift 1961. Bredvid krackern fanns anläggningar som förbrukade eten och propen. Den nuvarande utformningen, som visas på figuren, fick komplexet efter en kraftig expansion som avslutades 1975. För närvarande tillverkas ett dussintal produkter och den sammanlagda kapaciteten är ungefär 1 600 kton, varav 400 kton eten. Så gott som all producerad eten förbrukas inom komplexet, men man transporterar ut propen och vinylklorid för vidareförädling vid andra anläggningar. Vid tillverkning av vinylacetat och styren behövs förutom eten även ättiksyra respektive bensen. Dessa produkter transporteras in från andra anläggningar i Storbritannien. Den ianspråkta arealen för komplexet är 1,5 km² och antalet anställda är 2 000.

Komplexet i Baglan Bay har således byggts som en integrerad enhet och

Figur 1:9 Petrokemiskt komplex vid Baglan Bay i Wales.

ett syfte har varit att åstadkomma så stor samordning som möjligt mellan de enskilda anläggningarna. Sådan samordning i tiden är naturligtvis inte alltid möjlig att åstadkomma. På kartan i figur 1:8 finns exempel på att etenproducerande och etenförbrukande anläggningar inte alltid är samlokaliserade. Från etenanläggningarna i Antwerpen, Feyzin i södra Frankrike och Leninvaros i Ungern går etenrörledningar som inte slutar vid en annan kracker. Vid ändpunkterna finns i stället anläggningar som vidareförädlar etenet till exempelvis vinylklorid. Att dessa anläggningar inte samlokaliserats med krackern beror vad gäller Belgien och Frankrike på att anläggningarna fanns där före krackern och då utnyttjade en annan råvara.

I allmänhet gäller dock regeln att produktionen är koncentrerad till petrokemiska centra. På grund av detta karaktäristiska drag hos den petrokemiska industrin ger kartan i figur 1:8 över hur etenanläggningarna är lokaliserade även en god uppfattning om hur den petrokemiska industrin som helhet är lokaliserad i Europa. Industrin är således spridd över hela området, men med en stark koncentration till Västtyskland, Holland och Belgien. Den snabba utbyggnaden i Holland och Belgien och spridningen av industrin till Europas randländer har till största delen skett under 60- och 70-talen.

1.5 Ägarstruktur

De tre viktigaste behoven för ett företag som önskar bygga, driva och få lönsamhet på en petrokemisk anläggning torde vara tillgång till råvara, processteknik och marknad för produkterna. Råvaran, som oftast kommer från ett oljeraffinaderi, kontrolleras till stor del av de internationella oljebolagen. Processtekniken, som oftast är mycket komplicerad när det gäller petrokemi, utvecklas i betydande omfattning av världens stora kemikonglomerat och ingenjörföretag. Marknaden för produkterna är av helt olika karaktär beroende på om det rör sig om primär- och mellanprodukter eller om slutprodukter. Marknaden för de förra består i allmänhet av ett relativt litet antal anläggningar, medan marknaden för slutprodukterna består av ett stort antal anläggningar ibland på stort avstånd från producenten.

Dessa förhållanden har medfört att ägarstrukturen inom den petrokemiska industrin fått en starkt internationell prägel. Det är därför i första hand detta som skall belysas här. Avslutningsvis skall också något nämnas om inflytandet i den petrokemiska industrin från statliga företag.

1.5.1 Oljebolagens roll

Eftersom den petrokemiska industrins dominerande råvara i Europa är gasbensin, som är en av produkterna från oljeraffinaderier, är det naturligt att oljebolagen engagerar sig i krackers för produktion av petrokemiska primärprodukter. *Exxon*, för närvarande världens omsättningsmässigt största företag, byggde tidigt krackers i Frankrike, Västtyskland, England, Sverige och senare även i Grekland. Dessa anläggningar drev *Exxon* i egen regi genom helägda dotterbolag. Det brittiska *BP* däremot byggde krackers som joint-ventures tillsammans med inhemska företag, i Storbritannien tillsam-

mans med Distillers, i Västtyskland i kompanjonskap med Bayer och i Frankrike i samarbete med Rhône-Poulenc. Distillers har sedermera dragit sig ur sitt samarbete med BP i krackerledet. Det holländsk-brittiska *Shell* har sedan länge haft en ledande roll inom petrokemin i Europa bland oljebolagen. Shell byggde krackers i egen regi i England, Holland och Frankrike men i Västtyskland och Italien tillsammans med BASF respektive Montecatini (numera Montedison). I Spanien byggde Shell senare en mindre kracker tillsammans med Höchst och det spanska företaget Explosivos Rio Tinto (ERT). I dag har Shells samarbete med Montedison i Italien upphört men Shell har fortfarande viss produktion av aromater där.

I mitten av 60-talet hade Exxon, BP och Shell ungefär 35 % av etenkapaciteten i Västeuropa. Tio år senare hade andelen sjunkit till 23 %. Övriga oljebolag ägde i början en relativt liten del. Under 60- och 70-talen har dessa dock kommit att starkt öka sina engagemang i etenproduktionen. Det rör sig här dels om multinationella oljebolag som Caltex, Texaco, Gulf, Phillips Petroleum och Marathon med krackers i Västtyskland, Holland och Belgien, dels om nationella oljebolag som ENI i Italien, Elf i Frankrike, Petrofina i Belgien och Neste i Finland. Oljebolagens etenkapaciteter framgår av tabell 1:11.

Oljebolagens andel av Västeuropas etenkapacitet var ca 45 % såväl 1964 som 1975.

Även bland tillverkarna av petrokemiska mellan- och slutprodukter har oljebolagen spelat en betydande roll. Exxon tillverkar bland annat tvättmedelsråvaror, petroleumhartser och butylgummi. För närvarande planerar företaget dessutom en polyetenanläggning i Belgien. På 60-talet hade Exxon planer på att uppta tillverkning av polypropen i Stenungsund för att få ut mera av den propen som produceras i krackern. Shell har sedan mer än två decennier haft en omfattande petrokemisk produktion i Europa och har haft och har den ledande rollen bland oljebolagen. Shell har egna vidareförädlade anläggningar i England och Holland men i Västtyskland och Frankrike tillsammans med inhemska företag. Tidigare hade Shell även joint-ventures i Italien tillsammans med dåvarande Montecatini. BP arbetade tidigare i regel med joint-ventures. I Storbritannien (Skottland och Wales) hade BP anläggningar tillsammans med Distillers och USA-företaget Monsanto. Distillers har numera dragit sig ur. Även i Västtyskland och Frankrike har BP vidareförädlade anläggningar tillsammans med inhemska företag. Bland övriga multinationella oljeföretag med vidareförädlade anläggningar i Europa kan nämnas Mobil (som inte har ägarskap i krackerledet), Gulf och Phillips Petroleum med anläggningar i England, Belgien och Spanien.

Tabell 1:11 Oljebolagens etenkapaciteter i Västeuropa (kton)

	1964	1975
Exxon	300	825
Shell	250	1 435
BP	180	1 140
Övriga oljebolag	190	2 520
Summa	920	5 920

Dessutom har de nationella oljebolagen ofta produktion av mellan- och slutprodukter.

De stora multinationella oljebolagen har således varit väl företrädade inom den petrokemiska industrin i Europa alltsedan starten på 40- och 50-talen. Till att börja med dominerade Exxon, Shell och BP, men från mitten av 60-talet har de olika nationella oljeföretagen kommit att spela en allt större roll. Oljebolagen har engagerat sig i produktion av såväl primärprodukter som mellan- och slutprodukter, men betoningen har legat på de tidigare leden i förädlingskedjan. Joint-ventures med i synnerhet inhemska företag är en rätt vanlig företeelse. Exxons har i viss mån skilt sig från flertalet av de övriga oljebolagen dels genom att Exxon i hög grad koncentrerat sig på krackerledet, dels genom att man inte arbetat i joint-ventures med andra företag. Exxons andel av etenproduktionen i Europa har minskat kraftigt sedan mitten av 60-talet.

1.5.2 *De multinationella kemikoncernernas roll*

Fram till mitten av 60-talet var det främst de USA-baserade kemiföretagen som stod för det utländska ägandet inom europeisk petrokemisk industri, men även brittiska, belgiska och västtyska företag spelade en viss roll. Typiskt nog var det USA-företaget Celanese som startade den troligen första krackern i Europa i Spondon i England 1941.

Ett vanligt namn på 50- och 60-talen när det gällde utländskt inflytande i petrokemisk industri i Västeuropa var *Union Carbide*. Detta företag byggde en kracker i Italien tillsammans med Edison och en i Belgien tillsammans med Petrochim, vilket företag i sin tur ägs av Phillips Petroleum, Petrofina och flera andra belgiska intressenter. Union Carbide byggde också tidigt polyetenanläggningar i England, Italien, Belgien och Sverige, alltid i form av joint-ventures tillsammans med inhemska företag. I England och Italien byggde Union Carbide anläggningar också för andra petrokemiska produkter i samarbete med inhemska företag. Undantagsvis byggde Union Carbide fabriker i egen regi, exempelvis i England för framställning av etenoxid och glykol. Numera har Union Carbide avvecklat sitt tidigare omfattande ägarskap i Italien och sitt engagemang i ångkrackning i Belgien.

Ett annat vanligt namn är *Dow* med produktionsenheter i tio europeiska länder, bland annat i Holland, Spanien, England och Italien. I dessa länder byggde Dow tidigt polystyrenanläggningar i England som jointventure ihop med Distillers, i övriga länder i egen regi. Senare byggde Dow också polyetenfabriker i Holland och Spanien. I Terneuzen i Holland har Dow anläggningar, som även gör andra petrokemiska produkter, t. ex. eten- och propenoxid samt styren och akrylnitril. I Terneuzen har Dow också en kracker som är bland de största i Europa. För närvarande håller Dow på att bygga en polystyrenanläggning i Jugoslavien tillsammans med ett inhemskt företag och flera anläggningar planeras där.

USA-företaget *Monsanto* investerade redan på 20-talet i England och senare i Frankrike och Spanien. I Storbritannien har företaget egna anläggningar för polyeten, polystyren och ABS-plast och styrenanläggningar tillsammans med BP i Baglan Bay och Grangemouth. Polystyrenfabriker har Monsanto även i Frankrike i egen regi och i Spanien tillsammans med ett inhemskt

företag. Monsanto har också anläggningar i Västtyskland, Belgien och Luxemburg. Företaget har inga investeringar i framställning av primärprodukter utan satsar på polymerer, fibrer och baskemikalier.

Bland övriga USA-företag kan nämnas *Goodyear*, *Firestone* och *B. F. Goodrich* med syntetgummifabriker i Frankrike och Holland och *US Rubber* med PVC-anläggning i Italien.

Det brittiska *ICI*, under vissa år världens största kemikoncern och ett av världens 10–15 största företag över huvudet taget, var först med att utveckla en användbar process för framställning av LD-polyeten. *ICI* byggde tidigt polyetenanläggningar i England i egen regi och i Danmark tillsammans med ett inhemskt företag. Under det senaste decenniet har *ICI* byggt egna anläggningar i Holland och Frankrike och i Spanien tillsammans med ett spanskt företag. Den danska polyetenanläggningen är numera helt i dansk ägo. Huvuddelen av *ICI*'s petrokemiska produktion sker i England med tyngdpunkt i Wilton i nordöstra delen av landet.

Solvay är Belgiens största inhemska kemikoncern men företaget har bara 13–14 % av sina anläggningstillgångar i Belgien. *Solvay* har sedan länge haft en kracker i norra Italien och i anslutning till den en polyetenanläggning. Senare byggde *Solvay* också en polyetenanläggning i Frankrike. *Solvay* hade tidigt anläggningar för produktion av vinylklorid och polyvinylklorid i Belgien, Västtyskland, Frankrike och Italien, senare även i Spanien. Dessa anläggningar är i regel joint-ventures tillsammans med *ICI* eller med inhemska företag. Fabriken i Västtyskland drivs i egen regi.

De stora västtyska kemikoncernerna *Höchst*, *BASF* och *Bayer* koncentrerade sig under 40- och 50-talen på produktion i hemlandet, med vissa undantag. Under 60- och 70-talen har dessa företag expanderat mycket snabbt omsättningsmässigt, samtidigt som de i allt högre grad etablerat sig i utlandet. Alla tre har i dag relativt stora intressen i den franska petrokemiska industrin, bland annat anläggningar för polypropen, polyeten och oxoalkoholer. I Spanien har *BASF* en egen anläggning för alkoholer, medan *Höchst* gått ihop med *Shell* och det spanska *ERT* om en kracker och anläggningar för en hel rad produkter. I Antwerpen har *BASF* en omfattande produktion i egna anläggningar av petrokemiska mellanprodukter och polyeten. Även i Skandinavien är de västtyska företagen representerade. Det Bayerkontrollerade *Hüls* har polystyrenanläggningar i Sverige och Finland tillsammans med *Johnson*koncernen och *Höchst* har en polyvinylacetatfabrik i Sverige tillsammans med *Perstorp*.

Bland övriga kemikoncerner med internationell inriktning bör även det italienska *Montedison* nämnas. Detta företag har under senare år satsat starkt på en internationalisering och har för närvarande polyetenproducerande anläggningar i Spanien och Holland som joint-ventures med inhemska företag.

Det framgår av beskrivningen ovan att det finns en viss tendens till specialisering till olika produkter för olika företag. Detta var speciellt tydligt i början på 60-talet, då de internationella företagen *Solvay*, *Union Carbide* och *Dow* producerade respektive PVC, polyeten och polystyren i ett flertal europeiska länder. Så småningom dök fler företag upp i utlandet med sådan produktion. En av förklaringarna till denna utveckling är att det företag som har utvecklat en viss process vill få avkastning för satsade utvecklingsresurser genom ägarskap eller delägarskap i anläggningar som baseras

på den nya processen. Ett sådant beteende underlättas av patentlagstiftningen. Så småningom lär sig allt fler företag tekniken och etablerar egna anläggningar. Ett modernt exempel är USA-företaget Halcon som tagit fram en process för tillverkning av propenoxid. Halcon säljer inte licenser, varför enda möjligheten för ett annat företag att komma åt processen är att gå in i ett joint-venture med Halcon. Sådana joint-ventures har startats i bland annat Spanien och Japan.

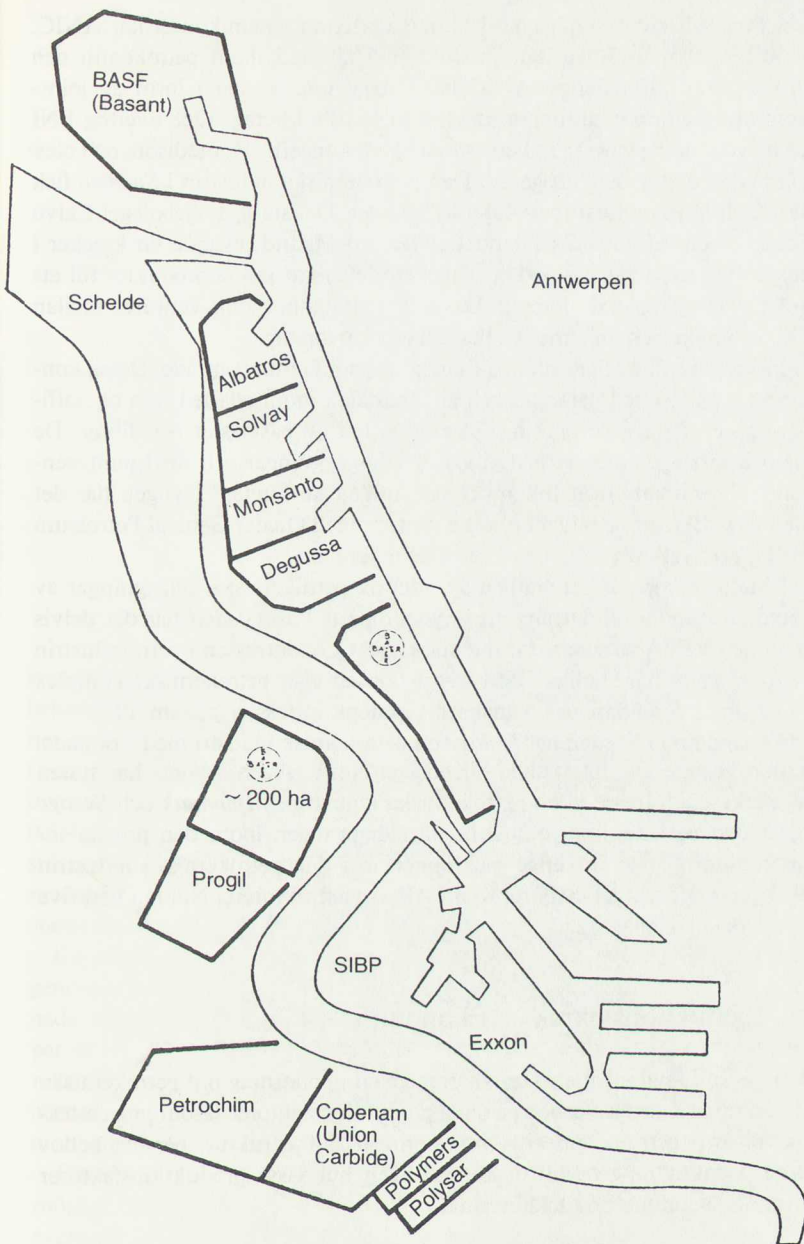
Ett annat karaktäristiskt drag som torde ha framgått av beskrivningen är den ökade internationalisering av den petrokemiska industrin som ägt rum det senaste decenniet. Tidigare var det främst de USA-baserade företagen som stod för det internationella inslaget i de europeiska ländernas petrokemiska industri. I dag har även flera av de stora europeiska petroindustri-företagen blivit multinationella och har anläggningar inte bara i Europa utan även i USA och i u-länderna. Internationaliseringen har även ökat på så sätt att på den senaste tiden har även Japan och Opec-länderna börjat intressera sig för investeringar i europeisk petrokemisk industri. Exempel är det japanska Toyo Sodas planerade investering i en etendiamin-anläggning i Delfzijl i Holland tillsammans med två holländska företag.

Den ökade internationaliseringen har även lett till ett vad gäller ägandet mer komplicerat utseende på de petrokemiska komplexen. Tidigare var det vanligen en ägare till samtliga anläggningar inom ett större industriområde. Exempel är ICI:s anläggningar i Wilton och BASF:s och Höchsts anläggningar i Västtyskland. På senare tid har det bildats petrokemiska komplex där de olika anläggningarna har olika ägare. Som exempel på detta visas i figur 1:10 lokalisering och ägande för det petrokemiska komplexet i Antwerpen.

Den petrokemiska expansionen i Antwerpen började i mitten på 60-talet. I dag sysselsätter den kemiska industrin här omkring 10 000 människor och upptar en areal av ca 18 km². Råvaran till Petrochims kracker kommer från Exxons och SIBP:s raffinaderier på Scheldes högra strand. SIBP är ett joint-venture mellan Petrofina och BP. De petrokemiska primärprodukterna levereras från Petrochims kracker för vidareförädling i de övriga företagens anläggningar till mellanprodukter som styren, cyklohexan, diisocyanater och etanol och slutprodukter som basplaster och fiberråvaror. Eten tas också från bland annat Rotterdam i rörlledning.

De mest omfattande investeringarna i Antwerpen har gjorts av BASF som äger nära 6 km² av industrimarken. Förutom en lång rad basplaster och organiska baskemikalier gör BASF även gödningsmedel. Efter BASF kommer Bayer, Petrochim, Union Carbide och Monsanto, i nu nämnd ordning, baserat på investeringar gjorda fram till 1975.

Förutom att de olika företagen har ett omfattande samarbete när det gäller att leverera produkter till varandra finns även en stor konkurrens. Flera av företagen tillverkar samma produkter, exempelvis görs etenoxid av både Solvay och BASF. Bayer har en anläggning tillsammans med Shell för tillverkning av diisocyanater (en av råvarorna vid framställning av uretanplaster). En liknande anläggning på BASF:s område samägdes tidigare av BASF och det franska företaget Produits Chimiques Ugine Kuhlman, men nu är BASF ensam ägare. Sådana joint-ventures, där ingetdera företaget är inhemskt, är relativt ovanliga.



Figur 1:10 Antwerpens petrokemiska centrum 1973.

1.5.3 De statliga företagens roll

De statliga företagen ägde ursprungligen en mycket liten del av den petrokemiska industrin i Europa, men det statliga inflytandet har undan för undan ökat, dels beroende på expansionen av petrokemisk industri i Östeuropa, dels beroende på att de statliga oljebolagen integrerat framåt i förädlingskedjan. Även andra orsaker finns till det ökade statliga inflytandet.

I *Italien* har det statliga ENI aktiemajoriteten i kemikoncernen ANIC. ANIC har sedan länge haft produktion i alla led inom petrokemin och driver även raffinaderier. ANIC har i regel inte arbetat i form av joint-ventures, varken med inhemska eller utländska företag. 1968 övertog ENI en betydande aktiepost i Italiens största kemikoncern, Montedison, och blev därmed den största aktieägaren. Den petrokemiska industrin i *Spanien* fick större omfattning först mot slutet av 60-talet. Det statliga oljebolaget Calvo Sotelo, med raffinaderi i inlandet söder om Madrid, byggde en kracker i anslutning till detta raffinaderi. Krackern levererar primärprodukter till ett antal vidareförädlade företag. Dessa är i allmänhet joint-ventures mellan Calvo Sotelo och inhemska eller utländska företag.

I *Frankrike* finns flera statliga företag på petrokemins område. Dessa konkurrerar öppet med varandra och är företrädda inom alla led från oljeraffinering och naturgasutvinning till produktion av basplaster och fibrer. De statliga företagen arbetar både med egna anläggningar och med joint-ventures tillsammans med inhemska och utländska företag. Nyligen har det statliga CdF Chimie bildat ett joint-venture med Qatar General Petroleum med avsikt att bygga en kracker i Dunkerque.

I Mellaneuropa är det statliga ägandet av petrokemiska anläggningar av betydligt mindre omfattning än i Sydeuropa. I *Västtyskland* har det delvis statsägda VEBA på senare tid rätt starkt ökat sina intressen i petroindustrin och i *Holland* har statliga DSM byggt upp ett eget petrokemiskt komplex i Geleen. I *Storbritannien* kanaliseras statens intressen genom BP.

Av länderna i Norden har *Finland* en petrokemisk industri med stor andel statligt ägande via det statliga oljebolaget Neste. Även i *Norge* har staten ett starkt ägarintresse i den petrokemiska industrin. I *Danmark* och *Sverige* ligger den petrokemiska industrin till största delen inom den privata industrisektorn, men i Sverige gick staten in i den petrokemiska industrin 1973 genom förvärvet av Berol Kemi AB. Ägarstrukturen i Norden beskrivs mer i detalj i bilaga 2.

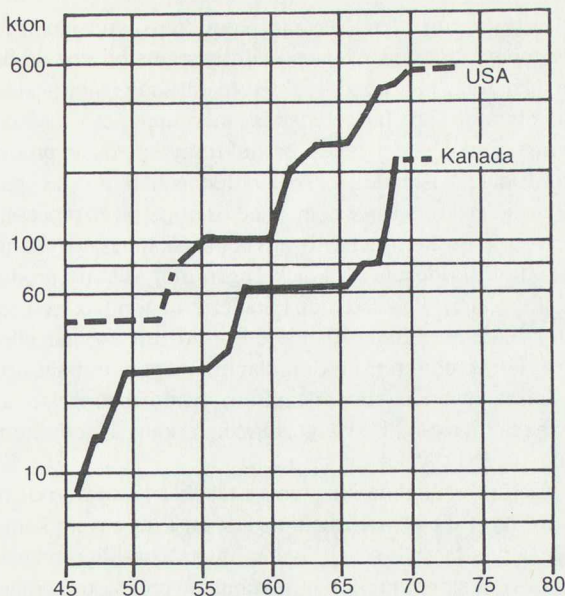
1.6 Produktionsteknik – Ekonomi

Detta avsnitt syftar till att i grova drag ge en uppfattning om petrokemiska tillverkningar med avseende på olika produktionsfaktorer såsom processteknik, råvaru- och energibehov, investeringar, infrastruktur, personalbehov m. m. I anknytning härtill diskuteras även hur vissa produktionsfaktorer påverkas av industrins lokalisering.

1.6.1 *Petrokemisk produktionsteknik*

Petrokemisk produktion är vanligtvis baserad på kontinuerligt arbetande och högt automatiserade processer. Processystemen är oftast slutna, vilket innebär att från råvarans inmatning i anläggningen till utleveransen av den färdiga produkten förekommer ingen eller ringa kontakt mellan produktflöden och omgivning.

Kontinuerliga processer och långt driven automatik har skapat förutsättningar för byggande av produktionsenheter med mycket hög kapacitet. En



Figur 1:11 Kapacitetsutveckling för nybyggda eten-anläggningar.

Källa: Hydrocarbon Processing, May 1974, sid. 167

stor del av utrustningen i en kemisk anläggning består av reaktorer, kolonner, behållare, rör, pumpar, kompressorer, ugnar och elmotorer. För sådan materiel gäller att materialåtgången och arbetsinsatsen vid byggandet inte ökar i proportion till kapaciteten. Ofta gäller regeln att materialåtgången och även investeringen ökar med kapaciteten höjd till en exponent i storleksordningen 0,6–0,7. Detta har inneburit en drivkraft att bygga anläggningar för allt större kapacitet. En fördubbling av kapaciteten ökar således investeringen med endast 50–60 %. På grund av dessa förhållanden är stordriftsfördelarna starkt accentuerade i den petrokemiska industrin.

En illustration av detta förhållande ges i figur 1:11 som visar hur den genomsnittliga anläggningskapaciteten för eten-anläggningar i USA och Kanada ökat från ca 50 kton per år vid slutet av 40-talet till ca 600 kton per år i början av 70-talet. De senaste årens utveckling när det gäller petrokemiska anläggningars produktionskapacitet indikerar dock att man börjar närma sig gränsen för vad som är tekniskt genomförbart och ekonomiskt motiverat i fråga om utnyttjandet av stordriftsfördelarna.

För ett begränsat antal petrokemiska tillverkningar har det ännu ej varit möjligt att utveckla kommersiellt användbara kontinuerliga processer. Som exempel på detta kan nämnas polymerisationsprocesser för PVC-plast och omättad polyesterharts. Dessa tillverkningar sker satsvis och kapaciteten i varje produktionslinje är generellt sett mindre än i kontinuerliga processer, arbetskraftsinsatsen per ton producerad produkt är för dessa tillverkningar också vanligtvis större.

Flertalet petrokemiska processer innebär omvandling av råvara till produkt i ett eller flera kemiska reaktionssteg. I ett sådant omvandlingssteg sker vanligtvis ett flertal kemiska reaktioner parallellt, med resultatet att man vid sidan om den önskade produkten samtidigt erhåller ett antal mindre önskvärda biprodukter. För att öka selektiviteten i de kemiska reaktions-

förloppen mot den önskade produkten. använder man sig ofta av katalysatorer som dels ökar reaktionshastigheten hos de önskade reaktionsförloppen, dels kan undertrycka icke önskade reaktionsförlopp. Kostnaden för katalysatorn är ofta betydande, men uppvägs i förekommande fall av den vinst som ligger i höjda produktutbyten, ökad produktionskapacitet och minskade kostnader för separation och rening av reaktionsprodukterna.

Ångkrackningsprocessen är ett exempel på en process, där man inte lyckats utveckla en kommersiellt användbar katalysator för att styra de kemiska reaktionsförloppen vid krackningen mot selektiv produktion av huvudprodukten eten. Processen är i stället rent termisk och resultatet blir en produktblandning innehållande ett spektrum av mer eller mindre värdefulla reaktionsprodukter. Produktblandningens sammansättning kan inom vissa gränser påverkas genom ändring av driftbetingelserna (temperatur, tryck och reaktionstid). Betydligt större inverkan på produkternas sammansättning har däremot valet av råvara.

Detta förhållande illustreras i tabell 1:12 som visar hur etenutbytet ökar från drygt 20 % vid krackning av en tung råvara som gasolja till ca 75 % för den lättast tänkbara råvaran etan. Samtidigt avtar utbytet av andra för petrokemisk produktion intressanta råvaror såsom propen, butadien och aromater. Valet av råvara för en krackningsanläggning är därför ett mycket komplicerat optimeringsproblem, där hänsyn måste tas till förväntad tillgång och prisutveckling för alternativa råvaror i kombination med en bedömning av priser och avsättningsmöjligheter för samtliga produkter. Dessa bedömningar måste dessutom göras i ett mycket långsiktigt perspektiv, emedan en kracker i princip endast kan köras på den råvara som den ursprungligen dimensionerats för.

Under 50- och 60-talen var råvaruvalet för en kracker i Europa som regel inget svårt problem. Gasbensen (nafta) var under denna tid en överskottsvara från Europas raffinaderier och såldes därför till ett för den petrokemiska industrin fördelaktigt pris. Mer än 90 % av de krackrar som byggdes i Europa under denna period var sålunda baserade på gasbensen. I dagens situation är den framtida tillgången och priset på alternativa krackerråvaror betydligt mera svåröverskådlig och osäker. Detta har lett till att man på senare år ofta valt att, trots betydande merkostnader i investeringen, bygga krackningsanläggningar med flexibilitet att processa mer än en råvara, exempelvis kombinationen gasbensen/etan eller gasbensen/gasolja. Ökningen i investeringskostnad kan då ses som en försäkringspremie gentemot framtida fluktuationer i råvaru- och produktpriser.

Tabell 1:12 Produkter från ångkrackning av olika råvaror (vikts %)

Produkt \ Råvara	Etan	Propan	Gasbensen	Lätt gasolja	Tung gasolja
Eten	76	42	31	26	24
Propen	3	16	15	14	14
Butadien	1	3	4	4	4
Aromater	2	3	16	8	7
Övrigt	18	36	34	48	51

Källa: Erdöl und Kohle nr 1, 1975, sid. 15

1.6.2 Produktionsutrustning

Det tidigare nämnda förhållandet med parallellt löpande kemiska reaktionsförlopp (som leder till bildandet av biprodukter och föroreningar), i kombination med mycket höga renhetskrav på den framställda produkten, medför att separations- och reningssteg i många fall utgör den dominerande delen av en petrokemisk anläggning. Typiska exempel på detta är ångkrackningsanläggningar och anläggningar för tillverkning av ett flertal organiska baskemikalier och mellanprodukter (exempelvis butyraldehyd, styren, vinylklorid, akrylnitril, etenoxid etc.). I en ångkrackningsanläggning sker de kemiska reaktionerna för omvandling av råvaran (t. ex. gasbensin) till olefiner och aromater i krackningsugnar, vilka svarar för storleksordningen 30 % av investeringen i själva processenheten. Den resterande delen av investeringen (ca 70 %) är nödvändig för separering och rening av produkterna.

I polymerisationsanläggningar för plaster och gummi upptar vid sidan om själva polymerisationsenheten den mekaniska upparbetningen av polymeren, till exempelvis ett säljbart plastgranulat, en betydande del av processapparaturen, medan renings- och separationsstegen är av mindre omfattning.

Som exempel på vanligast förekommande apparater och utrustning i petrokemiska anläggningar bör nämnas:

- rörledningar och ventiler
- tankar, behållare och reaktorkärl
- separationskolonner (destillation, absorption, extraktion etc.)
- ugnar och värmeväxlare
- pumpar, kompressorer, turbiner och elmotorer
- extruderingsmaskiner m. m. för mekanisk uppabetning av polymera produkter
- instrumentering.

För driften av petrokemiska anläggningar erfordras dessutom omfattande investeringar för sådana funktioner som:

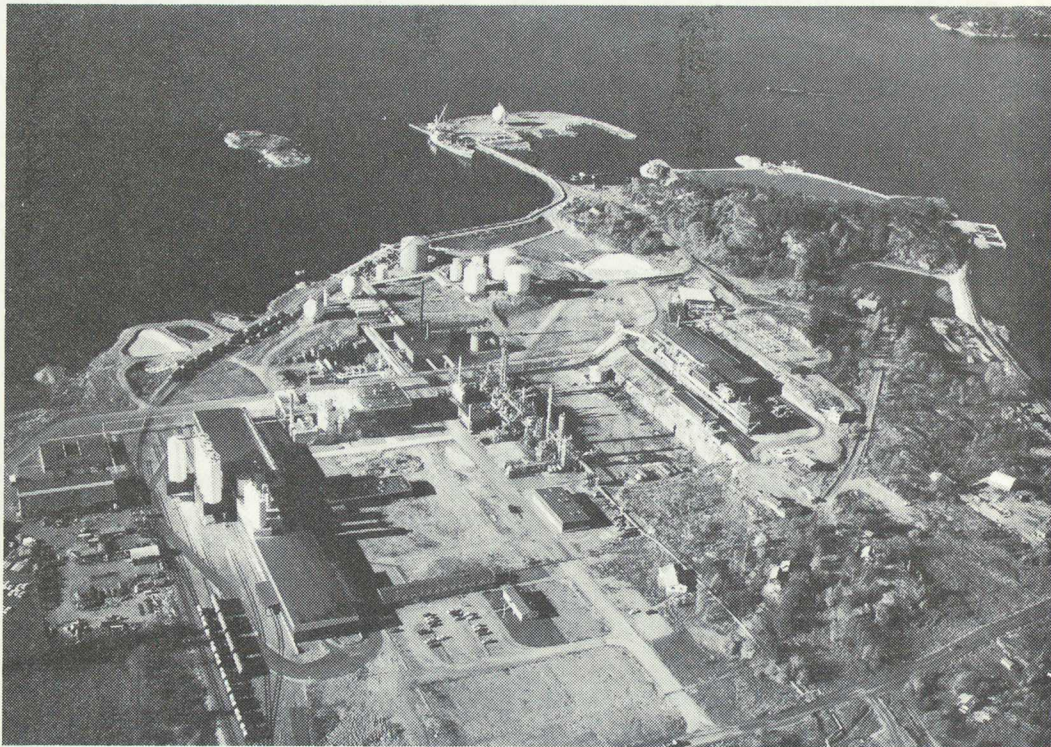
- lager för råvaror och produkter
- ånggenerering, eldistribution och vattenförsörjning
- rening av avloppsvatten och gasutsläpp
- kontor, verkstäder, laboratorier, vägar, järnväg m. m.

Investeringar av detta slag uppgår ofta till 50–100 % av investeringen i processanläggningarna.

I figur 1:12 visas en översiktsbild av KemaNords anläggningar i Stenungsund. Där framgår att större delen av området upptas av lagerbehållare, renings- och transportanläggningar, verkstäder, kontor och personalutrymmen. Bara en mindre del upptas av själva processenheterna.

1.6.3 Kapacitetsutbyggnad

De förhållandevis höga investeringarna i infrastruktur gör att investeringskostnaden för ny produktionskapacitet som regel blir betydligt lägre om den nya kapaciteten uppförs i anslutning till befintliga petrokemiska anläggningar än om man väljer etablering till ett nytt industriområde, där



Figur 1:12 Översiktsbild av KemaNords anläggningar i Stenungsund.

infrastruktur saknas. Av bland annat denna anledning finner man att den petrokemiska industrin byggs upp i form av stora komplex eller kombinat, vanligtvis med en ångcrackningsanläggning som central enhet. En annan viktig orsak till denna "kombinatstruktur" är väsentligt minskade transportkostnader för produkter som skall transporteras mellan anläggningarna i kombinatet, effektivare utnyttjande av biprodukter samt möjligheter till energibesparande åtgärder.

Marginella kapacitetsökningar, utöver den nominella kapacitet som en anläggning konstruerats för, kan i många fall uppnås genom att på basis av samlade drifterfarenheter trimma anläggningen. Exempel på detta kan vara att man genom en mindre investering vidgar en "trång sektion" som begränsar kapaciteten eller att man ges möjlighet utnyttja någon nyutvecklad mera effektiv katalysator. Större kapacitetsökningar kräver dock i allmänhet att man bygger en helt ny processenhet. Om denna byggs i anslutning till en befintlig anläggning, kan den nya enheten ofta i betydande utsträckning utnyttja tidigare gjorda investeringar i serviceanläggningar såsom lager, verkstäder, transportanläggningar m. m.

De besparingar i investeringar och driftkostnader som kan göras på detta sätt brukar kallas utbyggnadsfördelar. I tabell 1:13 visas hur den stora engelska kemikoncernen ICI har byggt ut etenkapaciteten vid sitt petrokemiska komplex i Wilton på Englands östkust.

Tabell 1:13 Utbyggnad av etenkapaciteten i Wilton

Kracker nr	År för idrifttagning	Kapacitet, kton	Status
1	1951	35	Nedmonterad
2	1956	40	Nedmonterad
3	1962	65	I malpåse
4	1967	200	I drift
5	1971	450	I drift
6	1977	500	Under byggnad

Källa: Uppgifter från ICI

1.6.4 Processutveckling och processval

Ett karaktäristiskt drag för den ännu relativt unga petrokemin är att det ständigt kommer fram nya processer för tillverkning av en viss produkt.

Det processutvecklingsarbete som bedrivs inom den petrokemiska industrin motiveras av många och varierande skäl, t. ex.:

- Konkurrensen skapar incitament till utvecklandet av processer som medger högre produktutbyten (dvs. lägre råvarukostnader), minskade investeringskostnader och rationellare drift, vilket resulterar i sänkta produktionskostnader.
- Bästa existerande teknologi är patentskyddad och möjligheterna att köpa licensrättigheter begränsade.
- Nya miljölagar med krav på minskade utsläpp till vatten och luft.
- Brist på och stigande kostnader för traditionell typ av råvara, vilket driver fram nya processer baserade på annan och billigare råvara.

Ett resultat av den snabba utvecklingen på det processtekniska området är således att det för många petrokemiska produkter finns flera alternativa framställningsmetoder. I figurerna 1:3-6 i avsnitt 1.1 visas ett antal exempel på detta i form av s. k. produktträd. I underbilagan till bilaga 1 ges en processteknisk beskrivning av ett tjugotal petrokemiska processer.

Många av de faktorer som påverkar valet av process beror på lokala och företagsspecifika förhållanden, exempelvis råvarusituation och miljöförhållanden. Optimal process för tillverkning av en viss produkt kan därför variera från fall till fall.

1.6.5 Driftförhållanden

Den petrokemiska industrin är utpräglat kapitalintensiv och därmed även starkt personalexensiv. Som tidigare nämnts är flertalet processer kontinuerliga och det krävs långa tider för uppstartning och avstängning av en anläggning. För t. ex. en kracker tar det flera dagar att från uppstartningsögonblicket uppnå jämn produktion av produkter som fyller kvalitetsspecifikationerna. Det är därför ofrånkomligt att hålla anläggningarna i drift 24 timmar per dygn året om samt minimera antalet driftstopp till enstaka tillfällen för mera omfattande reparations- och underhållsarbeten, som ej

Tabell 1:14 Investeringar i petrokemiskt komplex. 1975 års kostnadsläge

Enhet	Kapacitet kton/år	Investering	
		Milj. kr	%
Kracker (gasbensin)	450 (eten)	1 200	34
Vinylklorid	200	150	4
PVC	150	300	9
Klor-alkali	150	300	9
Polyeten (LDPE)	200	425	12
Etenoxid	100	175	5
Polypropen	75	200	5,5
Butyraldehyd	100	175	5
Bensen	150	75	2
Styren	200	300	9
Polystyren	100	75	2
SBR-gummi	50	125	3,5
Summa		3 500	100

Källa: ASPU

kan göras under drift. Petrokemiska anläggningar måste följaktligen köras i kontinuerlig drift och det krävs därför att den för driftövervakningen erforderliga personalen till stor del är skiftgående. Högt avancerad teknik och komplexa processsystem ställer mycket höga krav på att driftpersonalen är välutbildad och har ingående kunskaper om anläggningarnas funktionssätt.

1.6.6 Investeringar i petrokemiska anläggningar

I ett petrokemiskt komplex med en kracker som central enhet utgör krackern den investeringsmässigt tyngsta biten. Krackerns andel i den totala investeringskostnaden varierar givetvis med komplexets struktur.

Ett exempel på en ungefärlig investeringskostnadsstruktur i ett petrokemiskt komplex visas i tabell 1:14, vilket anger grovt uppskattade investeringskostnader för de i komplexet ingående enskilda projekten.

Kostnadsutvecklingen för petrokemiska anläggningar från mitten av 50-talet och framåt har i detalj kunnat analyseras av det tyska kemiföretaget Rheinische Olefinwerke (ROW, joint-venture mellan Shell och BASF) genom att företaget i Wesseling uppfört 6 ångkrackningsanläggningar sedan 1955. Dessutom har man genomfört förprojektering av en sjunde kracker beräknad att tas i drift i början av 80-talet. Resultatet av ROW:s studier framgår i sammanfattning av tabell 1:15.

Det är intressant att notera hur investeringskostnaden per årston etenkapacitet drastiskt kunnat sänkas genom utnyttjande av skaleffekten, från 1 400 kr per årston 1959 till 390 kr per årston 1968. Begränsade möjligheter att dra ytterligare fördelar av skalekonomin i kombination med den våldsamma inflationen har fått investeringskostnaden per årston att efter 1968 stiga i accelererande takt. Enligt ROW skulle man snart vara uppe i samma nivå som vid slutet av 50-talet. Produktionskostnaden för eten har beskrivit ett likartat förlopp, som blivit ytterligare accentuerat av 5-dubblade priser

Tabell 1:15 Etenanläggningar vid ROW

Anläggningar	G1	G2	G3	G4	G5	G6	Plane- rade G7
Start år	1955	1959	1961	1966	1968	1972	1982
Råvara	Raff. gas	Nafta	Nafta	Nafta	Nafta	Nafta	Nafta/ gasolja
Etenkapacitet, kton	10	30	75	200	320	450	450
Antal krackugnar	3	3	12	20	14	16	–
Antal driftoperatörer	43	44	48	53	57	62	–
Investeringskostnader (avser enbart processanläggning.)	22	58	94	135	170	340	900
Inv.kostn./årston eten, kr	1 600	1 400	940	520	390	680	1 940
Produktionskostnad för eten vid fullt kapacitetsutnyttjande kr/ton	1 240	800	580	460	390	530	2 040

Källa: Chemistry & Industry 6 Dec. 1975: Cost of ethylene production, F. H. Hansen

Anm. Vid produktionskostnadsberäkningen har räknats med ett konstant gasbensinpris av 100 DM/ton för krackrarna G 2–G 6. För G 7 har räknats med ett naftapris av 850 kr/ton. ROW:s siffror har angetts i löpande DM som omräknats till kr med för angivna år gällande valutakurser. För 1982 har kursen 1,70 Skr/DM använts.

på gasbensin mellan 1970 och 1976.

Utvecklingen av kostnadsindex för investeringar i den kemiska industrin följs noga upp i ett antal industriländer. Som exempel visas i tabell 1:16 indexutvecklingen i Holland och USA under perioden 1960–1975.

1.6.7 Produktionskostnader

Produktionskostnaderna delas lämpligen upp i kostnader för råvaror, energi, underhåll, arbetskraft och kapital. För den petrokemiska industrin dominerar kostnaderna för råvaror och kapital. I vissa tillverkningar kan även energikostnaden vara betydande. Ett utmärkande drag är att lönekostnaderna genomgående utgör en relativt sett liten del av den totala produktionskostnaden. I produktionskostnaden inräknas härvid ej kostnader för försäljning och distribution av produkterna.

Tabell 1:16 Kostnader för investeringar i kemisk industri i Holland och USA. Index 1966 = 100

	Holland	USA		Holland	USA
1960	75	95	1968	103	107
1961	78	95	1969	114	112
1962	80	95	1970	130	118
1963	84	95	1971	137	125
1964	88	96	1972	143	130
1965	91	97	1973	149	136
1966	100	100	1974	170	147
1967	100	103	1975	187	

Källa: International Symposium Cost Engineering, Utrecht, Oct. 1975

Tabell 1:17 Exempel på produktionskostnadsstruktur i ett petrokemiskt komplex

	Milj. kr/år	%
Driftkostnader		
råvaror	2 000	59
energirelaterade kostnader	350	10
lönerelaterade kostnader	200	6
övriga fasta driftkostnader	150	4
Summa driftkostnader	2 700	79
Kapitalkostnader		
avskrivningar (8 %/år)	200	6
förräntning (20 %/år)	500	15
Summa kapitalkostnader	700	21
Total produktionskostnad	3 400	100

Källa: ASPU

Anm. Kapitalkostnaderna är relaterade till enbart investeringar i anläggningar och inkluderar således ej i marknadsföringen nedlagda investeringar och rörelsekapital. Samtliga kostnader avses återspegla kostnadsläget 1975.

En redovisning av produktionskostnadsstrukturen för enskilda tillverkningar torde sakna intresse, eftersom variationerna är betydande. I tabell 1:17 redovisas i stället den genomsnittliga produktionskostnadsstrukturen i ett petrokemiskt komplex omfattande en ångkrackningsanläggning jämte ett antal tillverkningar av mellanprodukter och polymerer, som råvarumässigt baserar sig på krackerns produktion av olefiner och aromater.

Den angivna kostnaden för råvaror utgör summan av råvarukostnaderna för de olika stegen i förädlingskedjorna. Där ingår således kostnaden för gasbensen till krackern, för eten från kracker till polyetenanläggning etc. Kostnaden speglar således ett medelvärde av råvarukostnadens andel i produktionskostnaden för de olika anläggningar som ingår i komplexet. Om endast de råvaror som förs till komplexet, t. ex. gasbensen och koksalt, räknas, blir råvarukostnaden för komplexet som helhet betydligt mindre. Detta innebär bland annat att de petrokemiska slutprodukterna är mindre känsliga för svängningar i priserna på bland annat gasbensen än vad primärprodukterna är.

Energiförbrukningen vid tillverkning av petrokemiska produkter bör anges i två poster. Dels utgör råvaran i sig själv en energirik produkt med alternativ användning som bränsle, dels åtgår energi för konvertering av råvaran till produkt. För att göra en redovisning av energiförbrukningen vid framställning av petrokemiska produkter meningsfull, bör den ställas i relation till den energiförbrukning som är förknippad med tillverkningen av traditionella produkter såsom stål, aluminium, glas, papper etc. En analys av detta slag utfördes bland annat av det engelska kemiföretaget ICI mot bakgrund av de kraftiga energiprishöjningarna under 1973 och 1974. Resultatet av ICI:s studier sammanfattas i tabell 1:18 och 1:19. Det bör påpekas att energi tillförd som elektrisk kraft omräknats till den mängd olja som åtgår för

Tabell 1:18 Energiförbrukningen vid produktion av vissa basmaterial

Material	Densitet g/cm ³	Energiförbrukning				
		ton ekvivalent oljemängd per ton produkt			råvara + konvertering	
		Råvara	Konverte- ring	Summa	kcal/g	kcal/cm ³
Aluminium	2,7	–	5,6	5,6	59	158
Stålgöt	7,8	–	1,0	1,0	11	82
Tennplåt	7,8	–	1,25	1,25	13	102
Koppargöt	8,9	–	1,2	1,2	13	112
Glasflaska	2,4	–	0,45	0,45	5	11
Papper & kartong	0,8	–	1,4	1,4	15	12
Celluloid	1,45	–	4,4	4,4	48	70
Polystyren	1,07	1,3	1,88	3,18	34	36
PVC	1,38	0,55	1,4	1,95	20	28
Polyeten (LDPE)	0,92	1,11	1,13	2,24	24	22
Polyeten (HDPE)	0,96	1,13	1,2	2,33	25	24
Polypropen	0,90	1,17	1,38	2,55	27	24

Källa: The competitiveness of LDPE, PP and PVC after the oil crisis.
The ICI view, 1974.

Tabell 1:19 Energiförbrukning – fabricerade produkter

Basmaterial Energi- och råvaruförbrukning uttryckt i ekvivalent mängd
olja per ton produkt för tillverkning av:

1 miljon kvadratmeter förpackningsfolie

Polypropen	110
Celluloid	155

1 miljon konstgödselsäckar

Polyeten	470
Papper	700

100 km 1 tums vattenledning

Polyeten	57
Koppar	66
Galvaniserat stål	232

1 miljon 1 liters flaskor

PVC	97
Glas	230

100 km 4 tums dräneringsrör

PVC	360
Asbestcement	400
Gjutjärn	1 970
Lera	500
Papper/Bitumen	440

Källa: se tabell 1:18

att generera elkraften i ett olje- eller kolbaserat kraftverk.

Det kan diskuteras om detta betraktelsesätt är helt korrekt för svenska förhållanden, där elförsörjningen till stor del är vattenkraftbaserad.¹ De produkter som vid sin tillverkning förbrukar betydande mängder elenergi torde främst vara aluminium, stål och PVC-plast (klor).

Tabellen torde tala för sig själv, men det bör kanske påpekas att den volymbaserade energiförbrukningsjämförelsen uttryckt i kcal/cm³ torde vara den i detta sammanhang mest relevanta.

I samma studie redovisar ICI även energiförbrukning för tillverkning av ett antal enheter av fabricerade produkter i dels traditionella material, dels petrokemiskt baserade polymera material.

1.7 Transporter och lagring

För en kracker kan kostnaderna för transport och lagring variera från i stort sett noll, vid samlokalisering med såväl råvaruleverantör som förbrukare av framställda produkter, till 5–10 procent av försäljningsvärdet om både råvara och viss del av produkterna måste sjö- eller rörtransporteras relativt långa sträckor. Sett över hela förädlingskedjan – från raffinaderi till basplastbearbetare – kan kostnaden mycket väl röra sig om ca 10 procent. Man kan naturligtvis tänka sig lokaliseringsstrukturer som ger ännu högre kostnader.

Som grund för studier av alternativa lokaliseringar är det därför av stor vikt att ha tillgång till information om vilka transport- och lagringsproblem som gäller för olika petrokemiska råvaror och produkter och vilka kostnader som dessa problem medför. I detta avsnitt beskrivs först transportstrukturen inom petrokemisk industri. Därefter redovisas förhållanden som har betydelse för transport- och lagringskostnaderna för några viktiga petrokemiska produkter. Slutligen diskuteras kortfattat säkerhetsproblem vid lagring och transporter av petrokemiska råvaror och produkter.

1.7.1 Transportstrukturen inom petrokemisk industri

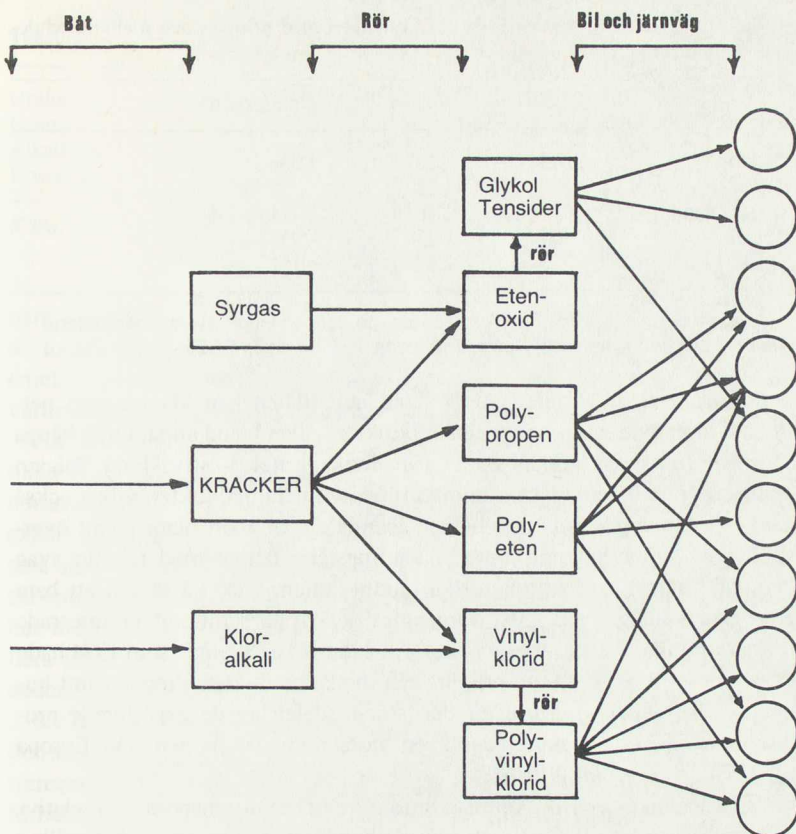
I figur 1:13 visas en principskiss av transportstrukturen inom petrokemisk industri. I början av förädlingskedjorna sker transporter i stora enheter mellan relativt få produktionsställen. Det rör sig här om s. k. bulktransporter² i tankfartyg eller rörledning. Längre fram i förädlingskedjorna blir transportenheterna mindre och antalet produktionsställen ökar starkt. Produkterna transporteras antingen som mindre bulkklaster i tankbilar, tankvagnar på tåg eller mindre tankfartyg eller också som stycke gods i fat, tunnor och säckar. Ofta används containertransporter i dessa led.

Gasbensen, den dominerande råvaran i Europa för produktion av petrokemiska primärprodukter, transporteras oftast i rörledning från samlokaliserat raffinaderi till krackern. För krackrar som inte är samlokaliserade med raffinaderier används ofta fartyg, och transportvägarna kan variera starkt mellan olika år, vilket för Sveriges del framgår av tabell 1:20.

Transporter av petrokemiska primär- och mellanprodukter påverkas av att utbyggnaden av anläggningarna görs i stora steg. För en viss region

¹ För en utförlig diskussion av dessa frågor, se t. ex. Johansson och Lönnroth: *Energianalyser – en introduktion samt försök till strukturering*. Sekretariatet för framtidsstudier, 1976.

² Enligt en definition menas med bulktransporter enheter större än 2 ton eller 1 m³.



Figur 1:13 Principskiss av transportkedja för petrokemisk industri.

uppkommer härigenom över- eller underkapaciteter som måste balanseras med transporter ut ur eller in i regionen. Transportströmmarna påverkas också av driftavbrott i anläggningarna, även om kortvariga stillestånd kan balanseras genom variationer i lagerhållningen. Dessa förhållanden ger stora variationer i transportströmmarna, såväl mer långsiktiga med perioder på ett eller flera år som kortsiktiga med perioder på veckor och månader.

De kvantiteter petrokemiska produkter som transporteras mellan olika anläggningar är stora, vilket framgår av tabell 1:21. Där redovisas dock endast de transporter som passerar nationsgränser.

Tabell 1:20 Import av gasbensen till Sverige (tusen m³)

Exportland	1970	1971	1972	1973	1974
Italien	649	547	565	299	28
Storbritannien	37	343	151	30	56
Norge	5	61	227	210	233
Saudiarabien	0	0	24	361	779
Övriga	69	73	229	394	276

Källa: SOS Utrikeshandel 1967-1974

Tabell 1:21 Det ursprungliga EG:s utrikeshandel med primär- och mellanprodukter^a 1974 (kton)

	Export	Import	Nettoexport
Holland	2 003	667	1 336
Italien	332	282	50
Västtyskland	850	1 564	- 714
Belgien	300	1 238	- 938
Frankrike	322	473	- 151

^a Eten, propen, butadien, butener, bensen, toluen, xylener, styren, vinylklorid
 Källa: European Chemical News, European Review 1975-07-25

Det framgår av tabellen att Holland och Italien kan klassas som nettoexportörer av primär- och mellanprodukter, vilket bland annat torde hänga samman med dessa länders stora raffinaderikapacitet. Västtyskland, Belgien och Frankrike däremot är nettoimportörer av mellanprodukter, vilket också gäller för ländergruppen som helhet. Denna nettoimport beror på att över-skott på i synnerhet primärprodukter uppstår i länder med relativt svag diversifiering av den petrokemiska produktionen, t. ex. på så sätt att bara eten från krackern används, varigenom de övriga samtidigt producerade primärprodukterna måste exporteras. Ett exempel är Sverige, som 1974 hade en nettoexport av 112 kton primär- och mellanprodukter. Propen samt butadien och butener svarade för den största delen av de exporterade produkterna. 1973-74 exporterades även stora mängder propen från Europa till USA.

Huvuddelen av de petrokemiska slutprodukterna uttransporteras i relativt små poster per bil till avnämarna inom den på många mindre arbetsställen uppdelade polymerbearbetande industrin. Även till större avnämare och på längre avstånd är biltransporter vanligt förekommande. Liksom för primär- och mellanprodukter är transporterna av petrokemiska slutprodukter mycket omfattande, vilket exemplifieras med det ursprungliga EG:s utrikeshandel med basplaster i tabell 1:22.

Det framgår av tabellen att alla fem länderna är nettoexportörer av basplaster. Tabellen visar också att det i viss mån finns en koppling mellan export och import på så sätt att stor export motsvaras av stor import. Bilden är i princip densamma även för var och en av de fyra basplasterna som ingår i tabellen. Detta förhållande kan tyckas egendomligt. Det ligger ju

Tabell 1:22 Det ursprungliga EG:s utrikeshandel med basplaster^a 1974 (kton)

	Export	Import	Nettoexport
Holland	876	245	631
Italien	774	341	433
Västtyskland	2 610	2 127	483
Belgien	644	263	381
Frankrike	687	610	77

^a Polyeten, polypropen, PVC, styrenplaster

Källa: European Chemical News, European Review 1975-07-25

Tabell 1:23 Olika handelsnamn på polyeten

Unifos	Vestolen	Carlona
Lupolen	Rigidex	Sirtene
Alkathene	Fortiflex	Stamylan
Hostalen	Alathon	Marlex

Källa: Unifos Kemi AB, Lära sig leva med plast

nära till hands att tänka sig en kvittning mellan export och import så att de totala transportströmmarna kunde minskas. En sådan kvittning torde emellertid inte alltid vara möjlig, beroende på att det finns en mängd olika varumärken och kvaliteter på plaster.

För t. ex. Unifos-polyeten finns omkring 200 olika kvaliteter. För utrikeshandeln med primär- och mellanprodukter däremot är förhållandet anorlunda än för basplaster. Tabell 1:21 antyder att i princip motsvaras stor export av liten import och vice versa. Detta beror till största delen på de små skillnaderna i kvalitet mellan primär- och mellanprodukter från olika tillverkare; en kund kan ofta köpa sitt behov från närmaste tillverkare som har möjlighet att sälja. Det kommer också att framgå av det följande att flera primär- och mellanprodukter har förhållandevis höga transportkostnader.

Av förhållanden som kan påverka transporterens omfattning har nämnts den stegvisa utbyggnaden av anläggningar, haverier och driftstörningar samt transporter till områden som produktionsmässigt är underförsörjda. Andra förhållanden är trögheten i omstruktureringen av industrin och ägarsituationen. Trögheterna kan grunda sig på tidigare gjorda investeringar i anläggningar som lokaliserats med hänsyn till tillgången på andra råvaror än de som används i dag. Ett exempel är den omfattande petrokemiska produktionen i Ruhrområdet. Produktionen baserade sig tidigare i hög grad på där befintliga kolfyndigheter och stora investeringar gjordes i anläggningar för kemisk produktion. Det befintliga anläggningskapitalet, arbetskraften och andra tillgångar har kunnat anpassas till den övergång till petroleumråvara som skett under de senaste decennierna och som fortfarande pågår. Denna övergång leder till omfattande intransporter av petrokemiska råvaror och mellanprodukter. I Norge fanns tidigare tillverkning av vinylklorid (VCM) ur karbid och vinylacetat (VAM) ur sulfitsprit, råvaror för basplasterna polyvinylklorid (PVC) och polyvinylacetat (PVA).

Den ökande konkurrensen från petrokemiskt tillverkad VCM och VAM ledde till att dessa tillverkningar lades ner omkring 1970. Dessa produkter importerades därefter till PVC- och PVA-fabrikerna. Den befintliga industritraditionen i Norge är alltså en av orsakerna till att VCM och VAM importerades i stället för PVC och PVA. I Sverige finns petrokemisk produktion i Örnsköldsvik och Sundsvall, vilken tidigare baserade sig på sulfitsprit respektive karbid. Till dessa båda orter kommer i dag petrokemiskt tillverkade råvaror och mellanprodukter från Stenungsund eller via import.

1.7.2 Transportkostnadspåverkande förhållanden

Liksom för produktionen finns stordriftsfördelar även för transportererna. Transportkostnaden för en viss sträcka blir i allmänhet lägre räknat per ton om större kvantiteter transporteras. Detta beror på lägre materialåtgång per transporterat ton i tankar när transportmedlets kapacitet höjs. Även bränsleåtgång och arbetsinsats per ton minskar med ökad kapacitet. Stordriftsfördelarna för råoljetankers visas i tabell 1:24.

Tabell 1:24 Stordriftsfördelar för råoljetankers^a

Fartygsstorlek dwt	Mängd stålplåt kg/dwt	Bränsleåtgång kg/dwt, dygn	Besättning antal man
100 000	130	1,0	35
350 000	110	0,6	35

^a För exemplifiering av de allmänna resonemangen har här valts råolje- och naturgastankers. Resonemangen är givetvis tillämpliga även på de mindre fartyg som transporterar petrokemiska produkter.

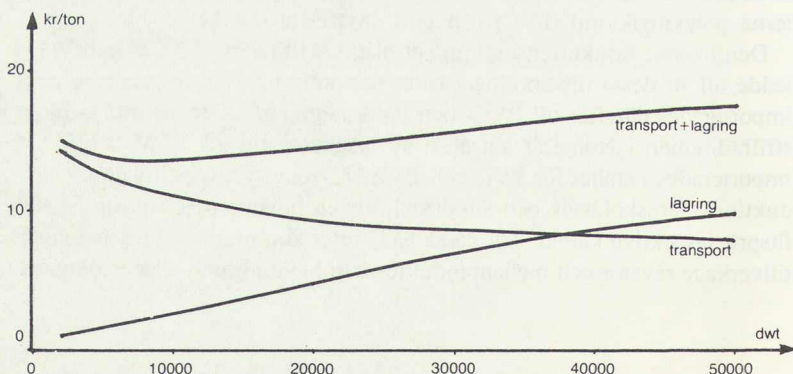
Källa: Uppgifter från nordiska varv och rederier

Det framgår av tabellen att materialåtgången minskar långsammare än bränsleåtgången när storleken ökar. Detta avspeglar sig i att kapitalkostnaderna och därmed de fasta kostnaderna är en större andel av totalkostnaden för ett större fartyg än för ett mindre. För de storlekar som används i tabell 1:24 är kapitalkostnaderna i storleksordningen 40 respektive 50 % av de totala transportkostnaderna vid resa mellan Persiska Viken och Sverige. Vid kortare transportsträckor ökar kapitalkostnadsandelen beroende på att kostnaden för tiden till sjöss med hög bränslekostnadsandel minskar, medan liggetiden i hamn med hög kapitalkostnadsandel är i det närmaste oförändrad.

Användningen av större tonnage minskar således transportkostnaderna men samtidigt ökar lagringskostnaderna genom att större lagringskapacitet måste installeras i transportsträckans båda ändpunkter. Det gäller således att hitta optimala värden på tonnage och lagringskapacitet. I figur 1:14 presenteras en optimeringsberäkning för sjötransport av gasbensen. Det framgår av figuren att det optimala tonnaget är omkring 10 000 dwt, vilket ger en

Figur 1:14 Transport- och lagringskostnader för gasbensen Förutsättningar: Transportsträcka 100 sjömil. Transporterad mängd 500 kton per år. Lagerkapacitet 2 ggr använt tonnage i var ändpunkt. 1974 års kostnadsläge.

Källa: Uppgifter från nordiska varv och rederier. U. Törnqvist, Transportation and storing of Petroleum Products in Sweden – Survey and Application of Mathematical Models. Göteborgs Universitet 1975.



minimikostnad för transport och lagring på knappt 14 kr per ton. Det i exemplet valda avståndet är 100 sjömil. Om transportsträckan ökar, ökar också transportkostnaden, medan lagringskostnaden i stort sett blir oförändrad. Vid t. ex. avståndet 500 sjömil ligger kostnadsminimum vid större tonnage än 50 000 dwt. I ett sådant fall får man således välja det största tonnage som använda hamnar och farleder tillåter.

De hanterade ämnenas egenskaper påverkar starkt transportmedlens och lagerbehållarnas utformning och därmed kostnaderna. Ämnets densitet (tidigare täthet eller specifik vikt) anger hur stor viktmängd som får plats i en given behållare. Medan gaser vid atmosfärstryck har en densitet på omkring ett kg per m³, har vätskor densiteter på flera hundra och ibland ett par tusen kg per m³. Vid transporter och lagring strävar man därför efter att på olika sätt höja gasers densitet. Ett sätt är att höja trycket i behållaren. För vissa gaser måste trycket höjas till flera hundra gånger atmosfärstrycket för att densiteten skall bli i samma storleksordning som vätskors. Detta betyder att behållarnas väggjocklek måste ökas kraftigt, vilket ökar kapitalkostnaderna. Metoden används bara vid transport och lagring av mindre kvantiteter, t. ex. syrgastuber för svetsning. Vid hantering av större mängder kan kostnaderna bli lägre om gasen kyls. På det sättet behöver inte trycket bli så högt. Å andra sidan tillkommer kostnaden för kylning och eventuell isolering. Vid riktigt låga temperaturer måste dessutom speciella material användas. En del kolstål kan användas ner till -50° C och låglegerade stål till -100° C. För lägre temperaturer, s. k. kryogena temperaturer, måste austenitiska rostfria stål eller aluminium användas. Sådana material kan vara upp till tio gånger dyrare per kg än vanligt kolstål.

I tabell 1:25 ges uppgifter om kokpunkt¹, ångtryck och densitet för några viktiga petrokemiska råvaror och produkter.

Ovanstående resonemang kan exemplifieras med transport av råolja och LNG (liquefied natural gas, dvs. kondenserad naturgas). Naturgas består huvudsakligen av metan. På grund av de mycket stora tryck som skulle erfordras för att få rimlig densitet på metan vid normala temperaturer hanteras metan i stället vid dess kokpunkt, (se tabell 1:25). I tabell 1:26 görs en jämförelse mellan LNG- och råoljefartyg.

De största LNG-fartyg som används i dag har en lastvolym på ca 120 000 m³. Ett sådant fartyg kostar 5-6 gånger så mycket i inköp som en råoljetanker med samma lastvolym. Beroende på att LNG har betydligt lägre densitet än råolja blir investeringen per ton omkring 10 gånger så stor. Skillnaden i transportkostnad är inte lika stor - omkring 5 gånger - beroende på att kapitalkostnaderna bara är en del av hela transportkostnaden. Även lagringen är avsevärt dyrare för LNG än för råolja och för LNG tillkommer dessutom kostnader för kondensering i lastningshamnen och förångning i lossningshamnen. För transporter av LNG från Mellanöstern till Europa kan man räkna med att kostnaden för kondensering och förångning utgör omkring hälften av kostnaden för transport och lagring. För transport kortare sträckor ökar kostnadsandelen för kondensering och förångning och i sådana fall, t. ex. vid naturgastransport från fälten i Nordsjön till Storbritannien, blir rörledningstransport av okondenserad naturgas ett gynnsammare alternativ.

Jämförelsen i tabell 1:26 är gjord för att visa hur det transporterade ämnets

¹ Med kokpunkt menas här den temperatur vid vilken ämnet kokar vid atmosfärstryck, dvs. vid trycket 1 bar. Vid lägre eller högre tryck kokar ämnet vid lägre respektive högre temperatur.

Tabell 1:25 Fysikaliska data av betydelse ur transportsynpunkt

Produkt	Kokpunkt, °C vid atmosfärs- tryck	Ångtryck, bar vid rumstem- peratur (20° C)	Densitet ton/m ³ för vätskeformen	
			vid rums- tempera- tur (20° C)	vid kok- punkten (20° C)
Metan	- 162	överkritisk ^a	-	0,4
Etan	- 89	38	0,4	0,5
Propan	- 42	8	0,5	0,6
n-Butan	- 1	2	0,6	
Gasbensen	> 40	< 1	0,7	
Eten	- 104	överkritisk ^a	-	0,6
Propen	- 48	10	0,5	0,6
Butadien	- 4	2	0,6	
Bensen	80	< 1	0,9	
Etylbensen	136	< 1	0,9	
Styren	146	< 1	0,9	
Klor	- 34	7	-	1,6
Vinylklorid	- 12	3	0,9	
Etenoxid	11	1,5	0,9	
Propenoxid	34	< 1	0,8	
Vinylacetat	73	< 1	0,9	
Diklorethan	73	< 1	0,9	

^a Dessa ämnen kan inte komprimeras till vätskeform vid rumstemperatur
 Källor: Perry, Chemical Engineers Handbook, 5:e upplagan. Kirk-Othmer, Encyclo-
 pedia of Chemical Technology, 2:a upplagan. Ullman, Encyklopädie der Technischen
 Chemie, 4:e upplagan.

egenskaper kan påverka transportkostnaden. I verkligheten blir transport-
 kostnadsskillnaderna ännu större genom att i många fall råoljefartyg med
 större kapacitet än 100 000 ton kan användas.

Andra egenskaper hos produkterna än densitet och ångtryck som kan
 påverka lagrings- och transportkostnader är t. ex. deras korrosivitet, vilket
 kan ställa krav på att använda behållare görs av eller infodras med kor-
 rosionsbeständigt material som rostfritt stål.

Instabila eller explosiva ämnen medför krav på särskilda säkerhetsåtgärder
 vid dimensionering och konstruktion av behållare och apparatur. Sådana
 förhållanden ökar material- och kapitalkostnaderna. Vid transport av vissa
 instabila ämnen måste stabilisatorer tillsättas. Kostnaden för detta liksom

Tabell 1:26 Kostnadsjämförelse mellan LNG- och råoljefartyg

Fartygets lastvolym, m ³	Fartygets lastförmåga	Fartygets pris, Mkr	Fartygets pris kr/ton last
120 000	50 kton LNG	650	13 000
120 000	100 kton råolja	120	1 200

Källa: Uppgifter från nordiska varv och rederier

för eventuell rening vid framkomsten måste då räknas in i transportkostnaden.

Vid optimering av transport- och lagringskostnader gäller följande resonemang. Ju större tonnage och lagringstankar som används, desto större andel utgör kapitalkostnaden av transport- och lagringskostnaderna. Vid given transporterad volym innebär detta att transportkostnaderna minskar långsammare och lagringskostnaderna stiger snabbare med ökat tonnage för ämnen med speciella krav på material eller konstruktion, t. ex. kondenserade gaser. Dessutom ökar lagringskostnaderna mer än transportkostnaderna för sådana ämnen, eftersom kapitalkostnadsandelen är större vid lagring. Resultatet av en optimering (se figur 1:14) blir att mindre tonnage ska användas för sådana ämnen än för vätskor.

De allmänna resonemangen ovan om sambanden mellan transporterade kvantiteter och ämnens egenskaper och transport- och lagringskostnader har exemplifierats med sjötransporter. Resonemangen gäller emellertid även för landtransporter på järnväg och landsväg och till stora delar även för rörtransporter. I det följande kommer transport och lagring av några viktiga petrokemiska produkter att beskrivas.

1.7.3 *Transport och lagring av eten*

Från eten-etansepareringen efter krackningen (se processbeskrivningen i underbilagan) levereras etenet i gasform med ett tryck av vanligen 20–30 bar. Detta tryck är tillräckligt för att etenet utan ytterligare energitillförsel ska kunna distribueras i rörledning till närläggna etenförbrukare. Under petrokemins första decennier transporterades eten bara korta sträckor på detta sätt, vilket innebar samlokalisering mellan kracker och etenförbrukare. Emellertid minskar transportkostnaden per ton starkt vid rörledningstransporter, när de transporterade kvantiteterna ökar. När därför storleken på de etenförbrukande anläggningarna växte, samtidigt som etenförbrukningen över huvud taget ökade, skapades möjligheter till mer omfattande rörledningstransporter av eten över större avstånd. Vid sådana transporter ökar man trycket till 40–50 bar alternativt ca 100 bar med en kompressor för att få ned dimensionen och därmed kapitalkostnaden på använda rörledningar.

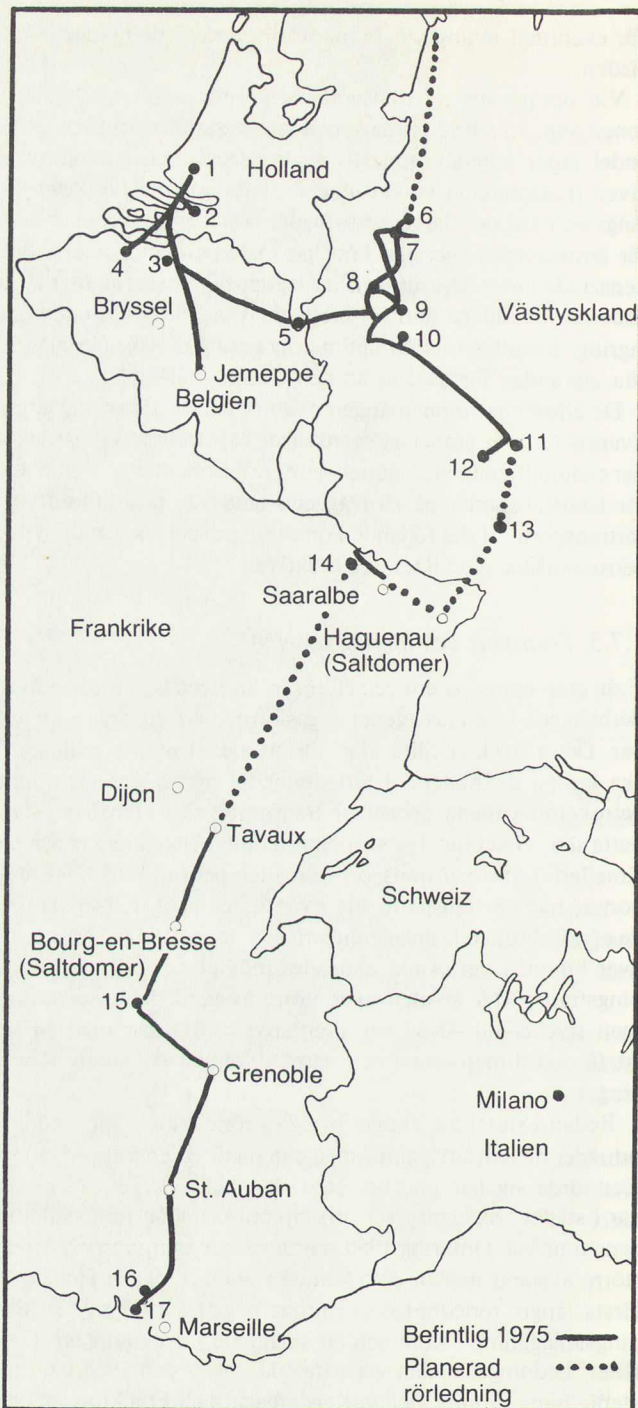
Redan i slutet av 30-talet byggdes rörledningar för etentransport i Ruhrområdet mellan anläggningar på upp till drygt en mils avstånd från varandra. Det rörde sig här inte om eten framställd på petrokemisk väg. Råvaran var i stället koksugngaser och biprodukter från framställning av syntetisk bensin ur kol. Omkring 1950 startade Gulf etentransport i rörledningar över större avstånd mellan petrokemiska anläggningar i Houston i Texas. Den första längre rörledningen i Europa byggdes 1959 mellan Essos ångkrackningsanläggning i Köln och en anläggning strax norr om Essen i Ruhrområdet. Ledningslängden var nära 100 km. Sedan 1968 har en 186 km lång etenledning funnits mellan Kelsterbach nära Frankfurt och Wesseling nära Köln. Ledningens kapacitet är 450 kton eten per år och den sammanbinder ett flertal producenter och förbrukare i de båda områdena. 1968 bildades ARG (Äthylen-Rohrleitungs-Gesellschaft) med syfte att sammanbinda anläggningar i Västtyskland och Holland med rörledningar. Den första led-

Figur 1:15 Rörledningar
för eten i Centraleuropa.

Källa: Shell, Chemical
Information Handbook
73/74

Etenanläggningar ●

Ort	Ägare
1 Rotterdam	Shell, Gulf
2 Moerdijk	Shell
3 Antwerpen	Petrochim
4 Terneuzen	Dow Chemical
5 Geleen	DSM
6 Marl	Hüls
7 Gelsenkirchen	Veba
8 Dormagen	Erdölchemie
9 Köln	Esso
10 Wesseling	Union Rheinische Braunkohlen Kraftstoff, Rheinische Olefinwerke
11 Kelsterbach	Höchst
12 Raunheim	Caltex
13 Ludwigshafen	BASF
14 Carling	Société Chimique des Charbonnages
15 Feyzin	Rhône-Alpes, ATO
16 Berre	Shell
17 Lavera	Naphtachime



ningen, 225 km mellan Geleen i Holland och anläggningar i Kölnområdet, togs i drift 1970.

På detta sätt har rörledningsnätet för etentransporter i Centraleuropa successivt byggts ut. I dag är petrokemiska anläggningar i Västtyskland, Holland och Belgien och snart även Frankrike förbundna med varandra, på sätt som framgår av figur 1:15. Även på flera andra håll i Europa finns längre rörledningar för eten, vilket tidigare visats i figur 1:8 på sid. 93. I Storbritannien finns för närvarande två längre rörledningar (ca 20 mil), och ytterligare en är under byggnad och det har diskuterats att sammanbinda samtliga fem större petrokemiska komplex. Comeconländerna och Jugoslavien planerar ett stort nät av rörledningar för eten. Omkring 1990 beräknas 19 olefinproducerande och 66 olefinförbrukande anläggningar i de åtta länderna vara sammanbundna.

Vid rörledningstransport av eten kan man välja mellan ett grovt rör och lågt tryck, vilket ger höga kapitalkostnader och låga driftkostnader, eller ett klenare rör och högre tryck. Tidigare ledningar byggdes för tryck på några 10-tal bar, men flertalet av de längre ledningar som byggts efter 1968 har byggts för tryck uppemot 100 bar. Detta är betydligt högre tryck än som används vid transport av t. ex. gasbensin, vilket innebär större vägg-tjocklek och därmed större kapitalkostnader för en viss transporterad volym. Dessutom är etenets densitet inte ens vid dessa höga tryck särskilt stor, knappt en tredjedel av gasbensinens, vilket innebär att kostnaden per ton för transport blir avsevärt högre för eten än för gasbensin och andra vätskeformiga ämnen.

I tabell 1:27 redovisas några mycket ungefärliga uppgifter över investeringar i etenrörledningar.

De i tabellen angivna investeringarna är givna i olika års penningvärden och gäller olika stora kapaciteter, tryck, terrängförhållanden osv. De fram-

Tabell 1:27 Investeringar i etenrörledningar

Land	Längd km	Kapacitet kton/år	Startår	Investering	
				Mkr	Mkr/km
Ungern-Sovjet	300	140	1974	56	0,2
Sovjet	775	250	1975	300	0,4
Västtyskland	156	250	1968	56	0,4
Holland- Västtyskland	225	varierande	1970	88	0,4
Holland- Västtyskland	240	varierande	planerad	108	0,4
USA	461	okänd	planerad	270	0,6
Storbritannien	248	250	1977	144	0,6
Sverige (Brofjorden- Stenungsund)	46	500	diskuterad	38	0,8
(Brofjorden- Stenungsund)	84	500	diskuterad	50	0,6
(Göteborg- Stenungsund)	84	500	diskuterad	50	0,6

Källor: World Petroleum, May 1970, European Chemical News 1972 nr 517 och 555; 1975-08-22; 1975-09-12, samt uppgifter från företag.

räknade resultaten för investering per km blir därför naturligtvis mycket osäkra. Om här emellertid som ett räkneexempel antas att investeringen i dag är 0,6 Mkr per km för kapaciteten 250–500 kton eten per år, att annuiteten är 20 % och att kapitalkostnaden vid fullt kapacitetsutnyttjande är 80 % av hela transportkostnaden, blir denna 30–60 öre per tonkm. Detta är betydligt högre än transport i rör av motsvarande kvantitet av t. ex. gasbensin. Transport av 500 kton eten i rörledning 20 mil skulle således kosta omkring 60 kr per ton, vilket är några procent av etenpriset.

Transport av gasformigt eten i rörledning var till för bara ett par decennier sedan den enda möjliga metoden. Vid transport av eten i behållare på väg, räls eller vatten är det av ekonomiska skäl otänkbart att använda så höga tryck som förekommer vid rörledningstransport. Transport i behållare kräver att eten kyls ned varvid trycket sänks. Vid t. ex. -30°C blir trycket 20 bar och vid kokpunkten -104°C kan transporten ske vid atmosfärstryck. Vid dessa tryck och temperaturer är eten vätskeformigt, vilket är en fördel bland annat därför att densiteten hos vätskor är betydligt större än hos gaser. Vid de låga temperaturerna uppkommer dock problem med isolering och eventuell kylning. Vid tillräckligt låga temperaturer måste speciella konstruktionsmaterial användas. Det fanns således vissa tekniska problem att övervinna, innan man 1957 kunde börja transportera kallt, flytande eten i isolerade järnvägsagnar i Västtyskland. I början på 60-talet påbörjades försöksvis transporter av eten i tankbil i USA. Vid längre transporter kompenenserades temperaturhöjningen genom att en del eten fick koka bort, vilket kyler det eten som blir kvar. Under 1974 och 1975 transporterades några tiotusental ton eten i tankbil från Västtyskland och Frankrike till Ungern, en sträcka på 200 mil, i väntan på att en ny kracker skulle tas i drift i Ungern. Även mellan Tjeckoslovakien och DDR planeras tankvagnstransport av eten i väntan på att en rörledning skall bli färdig. Landsvägs- och järnvägstransporter av eten kan karaktäriseras som en relativt riskfylld metod som kan vara lämplig för mindre, tillfälliga kvantiteter.

Fartygstransport av eten skedde första gången 1964 på försök i ett LNG-fartyg. Året därpå gjordes den första transporten i ett fartyg som var specialtillverkat för eten. Transporten skedde vid -30°C och 20 bars tryck. Numera transporteras eten ofta vid -104°C och atmosfärstryck. På grund av orsaker som tidigare redovisats är etenfartyg betydligt dyrare i inköp än fartyg för vätskeformiga ämnen, vilket framgår av tabell 1:28.

Det framgår av tabellen att priset för etenfartyg ökar snabbare med storleken än för oljefartyg. Detta kan förklaras med att i de etenfartyg det här gäller transporteras eten under tryck. För tryckbehållare gäller att vägg-tjockleken måste ökas i proportion till behållarens storlek. Därför minskar inte materialåtgången per ton transporterat ämne lika snabbt med storleken på fartyget som för trycklösa behållare. Vid optimering av transport- och lagringskostnader för kondenserade gaser under tryck accentueras ytterligare det förhållandet, som tidigare framhållits vid transport av LNG, nämligen att mindre tonnage ska användas än vid transport av vätskor. Skillnaden i inköpspris mellan olje- och etenfartyg enligt tabell 1:28 avspeglar sig självfallet även i transportkostnaderna. Transport 400 sjömil av eldningsolja kan grovt anges till 3–5 öre per tonkm beroende på storleken, medan kostnaden för eten blir 6–9 öre, i stort sett det dubbla. Detta gäller för de fartygsstorlekar

Tabell 1:28 Kostnadsjämförelse mellan eten- och oljefartyg

Fartygsvolym m ³	Eldningsolja			Eten		
	pris Mkr	ton last	kk/ton	pris Mkr	ton last	kk/ton
2 300	20	2 000	10	42	1 400	30
6 500	31	5 000	6	80	3 500	23
12 500	40	10 000	4	118	7 100	17

Källa: Uppgifter från nordiska varv och rederier (prisangivelserna är mycket ungefärliga och gäller fartyg levererade 1977)

som anges i tabell 1:28, och under förutsättning av samma avskrivningstider på olje- och etenfartyg. Möjligen kan man vilja ha kortare avskrivningstider på de tekniskt mer avancerade etenfartygen, varvid dessas kapitalkostnader och därmed transportkostnader ytterligare skulle öka. Normalt transporteras petroleumprodukter i större fartyg än eten, vilket i realiteten gör kostnadskillnaderna större.

Ovan angivna transportkostnader avser i princip självkostnaden vid antagna transportsträckor och transportmängder och under förutsättningen att transportmedlens kapacitet utnyttjas helt. Det gällande marknadspriset kan naturligtvis av olika skäl avvika från självkostnaden. Som ett exempel kan nämnas att den affärsmässiga kostnaden för fartygstransport av eten på ett avstånd av drygt 400 sjömil i ett fall har angetts till 15 öre per tonkm för år 1976.

Det visar sig alltså att transportkostnaden för eten är väsentligt mindre i fartyg än i rörledning. En korrekt jämförelse måste dock omfatta även skillnaderna i behövlig lagervolym, vilket avsevärt kan minska fördelen med fartygstransport. Den väsentligaste skillnaden är dock att det vid fartygstransport (och även vid transport i tankvagn på lands- eller järnväg) är nödvändigt att kondensera etenet hos leverantören och förånga det hos mottagaren. En uppgift anger kostnaden för kondensering, lagring och förångning till 100–150 kr per ton eten. Dessa omvandlingskostnader gör att det bara är på avstånd över flera tiotal mil, eller där rörtransport är omöjlig eller olämplig, som fartygstransport av ekonomiska skäl är att föredra. Vid transport av mindre och tillfälliga kvantiteter eten kan dock fartygstransport vara fördelaktigare genom att man då slipper binda kapital i en rörledning.

Eten lagras oftast vid kokpunkten och atmosfärstryck i cylindriska eller sfäriska tankar. Sådana tankar har dubbla väggar med ett tjockt lager isolering emellan, ibland upp till en meter. Kylutrustning måste dessutom installeras för att kompensera värmeupptagningen från omgivningen. Lagring i tankar är därför dyrbar och används bara för mindre mängder eller där alternativa lagringsmöjligheter saknas. En billigare metod är lagring av eten i bergrum under högt tryck. På flera håll i Europa används håligheter i saltlager för lagring av flera tiotusentals ton eten. Sådana saltbergrum används ofta som buffertlager vid rörledningstransport, varför lagringen lämpligen sker vid samma tryck som i rörledningen, dvs. ofta omkring 100 bar. Lagring i saltbergrum sker på djup upp till en kilometer. I vissa fall har man kunnat utnyttja håligheter i nedlagda saltgruvor, vilket naturligtvis avsevärt för-

Tabell 1:29 Sveriges import av eten 1967-1974 (kton)

Land	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Holland	0	0	0	0	0	0	19	4
Storbritannien	2	0	6	3	4	0	0	0
Frankrike	0	32	40	5	2	0	0	0
Övriga	1	0	0	0	0	0	0	0
Totalt	3	32	46	7	6	1	20	5

Källa: SOS Utrikeshandel 1967-1974

billigar investeringen. Man har även försökt att lagra kondenserat eten vid låga temperaturer i gnejsbergum, vilket man har fått gå ifrån på grund av att den låga temperaturen gav sprickbildningar i berget.

En nytvecklade svensk metod som hittills bara prövats i liten skala kan eventuellt göra bergrumslagring möjlig. Investeringen uppges på så sätt kunna sänkas från 600 till 300 kr per m³, jämfört med lagring i ovanjordstankar.

De höga kostnaderna för att transportera eten innebär självfallet att man söker minska transportererna i största möjliga utsträckning genom att sträva efter balans mellan produktion och förbrukning nära produktionsstället. För det gamla EG avvek för perioden 1968-1974 produktionen från förbrukningen inom området med i genomsnitt 1 % eller som högst 2 %. Detta kan jämföras med de flytande och mer lätttransporterade aromatiska kolvätena (bensen, toluen och xylen), för vilka skillnaden mellan produktion och förbrukning var i genomsnitt 14 % för samma period, och som högst mer än 40 %. Inom EG-området är transportererna av eten mer omfattande och då speciellt i Holland, Belgien och Västtyskland på grund av det utbyggda rörledningsnätet.

För Sveriges del har importen av eten varierat starkt mellan olika år beroende på svårigheten att få överensstämmelse mellan produktion och förbrukning i Stenungsund. Dessa variationer liksom från vilka länder importen kommit visas i tabell 1:29.

1.7.4 Transport och lagring av propen

Propen är ett vid rumstemperatur gasformigt ämne som övergår till vätska om trycket höjs till omkring 10 bar (se tabell 1:25). Propenets kokpunkt vid atmosfärtryck är -48° C. Transport och lagring av propen kräver således inte så extrema tryck och temperaturer som när det gäller eten, vilket också avspeglar sig i hanteringskostnaderna. Till skillnad mot eten kan propen lagras vid kokpunkten i bergum. Propen kan rörtransporteras i vätskeform till kostnader bara något högre än för t. ex. gasbensen. Något rörledningsnät för propen motsvarande det som transporterar eten finns inte, men under senare år har relativt långa propenrörledningar börjat byggas. Mellan t. ex. Shells anläggningar i Rotterdam och Dow Chemicals i Terneuzen finns en 120 km lång ledning för propen.

Vätskeformig propen kan också transporteras vid omgivningstemperatur i tankvagnar. Tankarna blir dock på grund av det relativt höga trycket nästan dubbelt så tunga som vid transport av vätskor. Höghållfast stål kan hålla

Tabell 1:30 Kostnadsjämförelse mellan propen- och oljefartyg

Fartygsvolym m ³	Eldningsolja			Propen		
	pris Mkr	ton last	kk/ton	pris Mkr	ton last	kk/ton
2 500	20	2 000	10	36	1 500	24
6 500	31	5 000	6	70	3 800	18
12 500	40	10 000	4	103	7 600	14

Källa: Uppgifter från nordiska varv och rederier (prisangivelserna är mycket ungefärliga och gäller fartyg levererade 1977)

vikten nere och används därför i allt högre utsträckning.

De första fartygstransporterna torde ha skett med det flytande propenet vid omgivningstemperatur och således relativt högt tryck. Numera fartygstransporteras propen oftast i nerkyld form. Kostnaden för kylfartyg jämförs i tabell 1:30 med oljefartyg.

Det visar sig att fartyg för propen är betydligt dyrare än fartyg för t. ex. eldningsolja och nästan lika dyrbara som etenfartyg (se tabell 1:28). Medan transportkostnaden för eldningsolja är 3–5 öre per tonkm med i tabellen angivna fartygsstorlekar, blir kostnaden för propen 5–8 öre per tonkm, förutsatt ett transportavstånd om 400 sjömil. Fartyg för propen används ofta även för transport av andra kondenserade gaser som propan, butadien och ammoniak. Vissa fartyg kan samtidigt ta två eller flera produkter. Som exempel kan nämnas ett fartyg som levererades av det norska varvet Moss Rosenberg 1973. Det kan ta eten, propen, buten, butadien eller vinylklorid. Tankvolymen är 4 100 m³, vilket innebär t. ex. 2 300 ton eten eller 3 900 ton vinylklorid.

Att propen är förhållandevis dyrt att transportera avspeglar sig i utrikeshandelsstatistiken. För det gamla EG avvek för perioden 1968–1974 produktionen från förbrukningen inom området med i genomsnitt 5 % eller som högst 8 %. Detta kan jämföras med de mer lätttransporterade aromatiska kolvätena, för vilka motsvarande skillnad var 14 % för samma period och som högst mer än 40 %. Vid jämförelse med eten (se sid 124 måste man tänka på att skillnaden mellan produktion och förbrukning inom ett visst område påverkas av att propen till viss del har en lokal marknad som gasol och för framställning av motorbensinkomponenter i raffinaderier. Dessa senare transporter ger bara i vissa fall utslag i utrikeshandelsstatistiken.

Det kan således konstateras att propen transporteras i betydligt större omfattning än eten, trots att även propen är relativt svårtransporterat. Det finns därför en drivkraft att till de olefinproducerande krackrarna förlägga anläggningar som kan vidareförädla propenet till mer lätttransporterbara produkter som polypropen, akrylnitril m. m. En sådan utveckling skulle bidra till att minska de mer kontinuerliga och långväga propentransporterna, varigenom de propenförbrukande anläggningarna kan erhålla säkrare och billigare propenleveranser, i de flesta fall via rörledning.



Figur 1:16 Bulktransportfordon för polyeten. Kapacitet 20 ton.

1.7.5 Transport och lagring av petrokemiska slutprodukter

Den största delen av de petrokemiska slutprodukterna utgörs av basplaster. Dessa transporteras och lagras ofta i form av s. k. granulat, några millimeter stora bitar. Denna form hos basplasten innebär relativt låg volymvikt, för t. ex. polyeten $0,5 \text{ ton/m}^3$. Ämnen i fast form kan inte pumpas som vätskor. I stället används ofta vid större volymer pneumatiska system, dvs. granulerna transporteras i rörledningar med hjälp av tryckluft. De behållare som används för bulktransporter (se figur 1:16) töms ofta med tryckluft, varför de måste konstrueras för att klara det erforderliga trycket. Hantering av smärre kvantiteter i säckar innebär en relativt arbetsintensiv verksamhet. Vissa basplaster förekommer i form av dispersioner i vatten. Sådana dispersioner är känsliga för låga temperaturer, varför transportbehållarna måste isoleras eller förses med uppvärmningsanordningar.

Dessa förhållanden innebär att såväl lagrings- som hanterings- och transportkostnaderna kan bli rätt stora för basplaster, jämfört med t. ex. gasbensin. Detta är således ett transportekonomiskt skäl för att lokalisera basplasttillverkande anläggningar nära marknaden.

Som konkretisering av ovanstående skall något nämnas om transporterna av polyeten från Unifos i Stenungsund. Varje dag skickar man iväg en kvantitet som motsvarar ett 50-tal fullastade bilar. Produkten lämnar företaget i 25-kilossäckar, Big Bags à ett ton eller med bulkfordon. Den omfattande säckhanteringen har drivit fram rationella utrustningar, t. ex. automatiska säckpackare och pallastare. 25-kilossäcken tenderar att minska sin procentuella andel som emballageform.

Detta hänger samman med att ökande förbrukningsvolymerna hos kunden i regel leder till övergång från säck till bulk. Ökningen av bulktransporterna har resulterat i ett system med bulkcontainers. Dessa tjänstgör både som mellanlager vid fabriken och som transportemballage. Omkring 70 anställda hos Unifos arbetar med interna transporter, packning, lagerhållning och utlastning. Detta är en relativt stor andel av de totalt 600 anställda vid företaget.

1.7.6 Säkerhetsaspekter på transporter och lagring

Många petrokemiska primär- och mellanprodukter har egenskaper som kan innebära risker vid transporter och lagring. Gaser som eten och propen kan vid läckage ge upphov till gasmoln med åtföljande risk för explosioner. Andra ämnen kan reagera kemiskt med åtföljande risker för temperaturstegring eller bildning av explosiva ämnen. Ett exempel är butadien som under vissa omständigheter kan självpolymerisera. Det värme som bildas vid reaktionen är i princip tillräckligt för att höja temperaturen flera hundra grader, varvid tankarna sprängs. Med luft kan butadien bilda ämnen som sjunker ner till tankens botten och vid en stöt ger upphov till explosion.

Olyckor har också hänt. I februari 1973 välte en tankbil med propan i den franska staden Saint-Amand-les-Eaux. Tanken sprang läck, propan strömmade ut, blandades med luft och exploderade efter en stund. 9 människor omkom, 40 skadades svårt och 40 hus förstördes helt. I september 1974 exploderade en järnvägsvagn med butadien på en bangård i Houston, Texas. En människa dödades och 10 skadades. Ytterligare 75 människor behandlades för brännskador, 407 järnvägsvagnar förstördes eller skadades. Ett år senare inträffade en serie explosioner ombord på ett fartyg för flytande gas, när man skulle lossa vinylklorid i Colombia. Två man saknades efter olyckan och 10 skadades.

För att minska riskerna finns en rad detaljerade bestämmelser för hur transportmedlen ska utformas och handhas. I många fall är bestämmelserna speciellt stränga för ämnen som är särskilt farliga för omgivningen, t. ex. på grund av deras giftighet. För sjötransporter har IMCO (Intergovernmental Maritime Consultative Organization) gett ut regler. Där stadgas bland annat att fartyg som transporterar speciellt farliga ämnen skall vara så konstruerade att de kan klara en kollisions- eller strandningsskada var som helst i fartyget. Detta betyder bland annat att fartyget måste byggas med dubbel sidobordläggning och dubbel botten. För vägtransporter finns en europeisk överenskommelse om internationell transport av farligt gods, de s. k. ADR-bestämmelserna. Där stadgas bland annat vilka påkänningar som tankar på lastbilar ska tåla.

Det finns även motsvarande bestämmelser för flyg (RAR) och järnväg (RID). Förutom kraven på fordonens utformning finns bestämmelser om den berörda personalens utbildning, vilka farleder eller vägar som får användas etc. Även dessa bestämmelser är ofta strängare för farliga ämnen än för mindre farliga. Resultatet av hänsynstagande till gällande bestämmelser blir ofta att transport av farliga ämnen kan innebära högre transport- och hanteringskostnader än vad som betingas av dessa ämnens fysikaliska och kemiska egenskaper. I många fall blir dock kostnadsökningarna relativt små. Som exempel kan nämnas en uppgift från AB Finnboda Varf att krav på dubbel botten och dubbel sidobordläggning i tankfartyg i storlekarna 3 500–8 000 dwt kan beräknas öka fartygets pris med 5–6 %. Ökningen i transportkostnaden blir väsentligt mindre.

Riskerna som följd av lagring och transport av farliga ämnen kan minskas även på andra sätt än genom bestämmelser enligt ovan. Anläggningar som använder farliga ämnen som råvaror kan samlokaliseras med anläggningar som producerar dessa råvaror, varigenom transportererna av dessa ämnen minskar. Likaså kan byte av produkter mellan olika företag i många fall

onödiggöra vissa transporter. Sättet för transport och lagring kan också påverka riskerna. Tillgänglig statistik visar att i varje fall för petroleumprodukter är transport i rörledning en säkrare metod än sjötransporter och sannolikt även än landsvägs- och järnvägstransporter.¹ Lagring i bergtrum torde i många fall vara en säkrare och mindre miljöstörande metod än lagring i ovanjordstankar.

1.8 Inre miljö

Den inre miljöns beskaffenhet har stor betydelse för trivseln i arbetet. Väsentliga komponenter i den inre miljön är typen av arbete, arbetets organisation, möjligheter till medinflytande, sanitära förhållanden, arbetsplatsens storlek, klimat, buller m. m., således en blandning av psykologiska, sociala och fysiska komponenter. Den del av den inre miljön som skall behandlas här är den fysiska miljön inom fabriksområdet, alltså på och i omedelbar anslutning till de olika arbetsplatserna.

Framställningen delas upp i följande delar: Först görs en beskrivning i schematisk form av sådana särdrag inom den petrokemiska industrin som är av betydelse för den inre miljön. I en särskild del beskrivs de risker för haverier som sammanhänger med petrokemisk produktion. Därefter redovisas statistik över inträffade yrkesskador. Sedan beskrivs resultat från enkäter och andra undersökningar över de anställdas upplevelse av den inre miljön. Detta följs av ett avsnitt om den tekniska utvecklingens betydelse för den inre miljön. I en avslutande del diskuteras och analyseras det presenterade materialet.

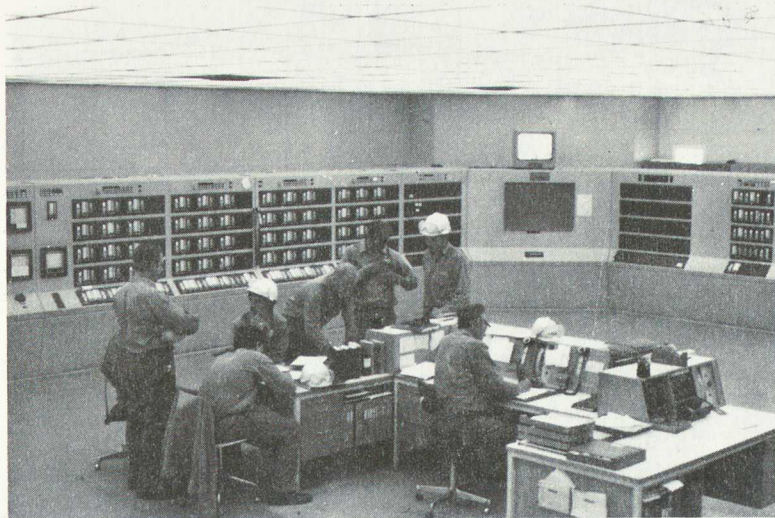
I första hand beskrivs för den inre miljön väsentliga förhållanden inom den petrokemiska industrin, men även den polymerbearbetande industrin (i huvudsak gummiindustri, färgindustri och plastbearbetande industri) berörs.

1.8.1 Petrokemisk industri som arbetsplats

Produktionen av petrokemiska *primärprodukter* (olefiner, aromater, syntesgas) sker i kontinuerligt arbetande och högt automatiserade anläggningar. Stora produktflöden styrs genom de olika processstegen av några få människor, som vanligtvis uppehåller sig i anläggningens kontrollrum sysselsatta med övervakning och kontroll av ett stort antal instrument och reglerkretsar (se figur 1:17). Processystemet är så gott som helt slutet från råvarulager till produktlager, varför driftpersonalen under normala förhållanden inte har någon som helst direkt kontakt med produkterna som strömmar genom anläggningen. Vid driftstörningar ställs höga krav på personalens förmåga att agera snabbt och omdömesgillt i en ofta komplicerad situation, som inrymmer problem av teknisk och organisatorisk art, vilka vanligtvis måste lösas under stark tidspress. Direkt kontakt med råvaror, produkter, katalysatorer m. m. sker således i huvudsak endast vid driftstörningar och vid underhållsarbeten.

Från säkerhetssynpunkt är givetvis riskerna för större olyckshändelser störst när driftstörningar förekommer, exempelvis om läckage av brännbar

¹ Se Petroindustrin i Sverige – alternativa raffinaderilägen. Ds I 1974:7, sid 33.

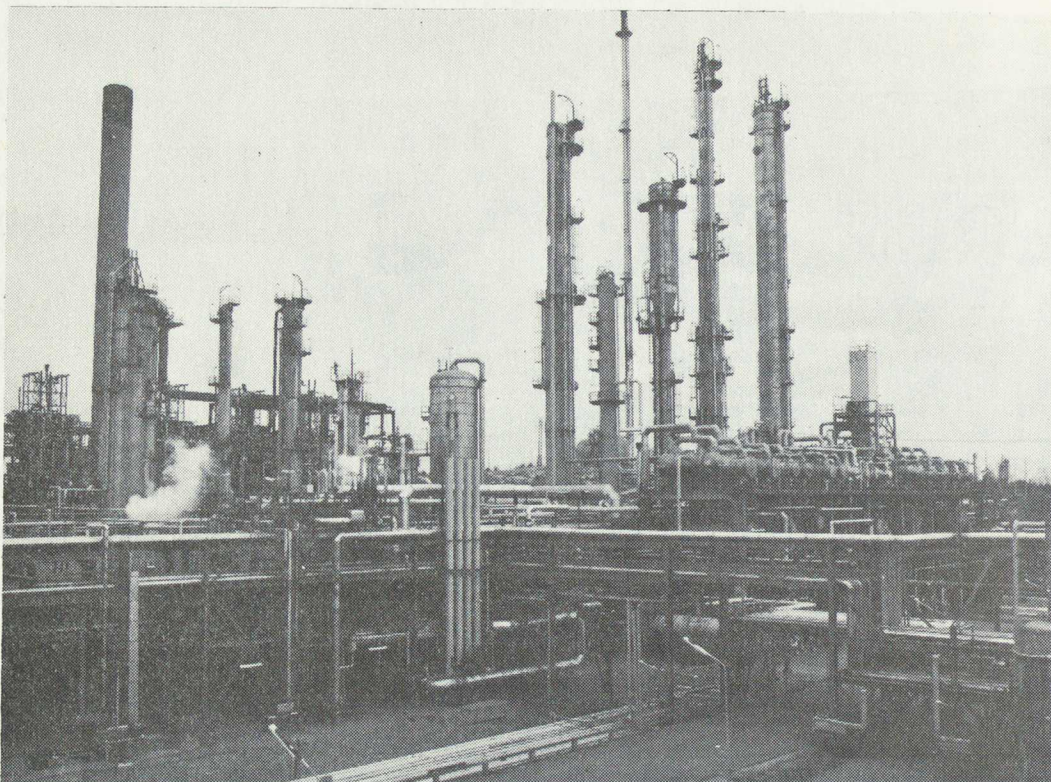


Figur 1:17 Interiör från Esso Chemicals kontrollrum i Stenungsund.

gas eller vätska uppkommer på grund av t. ex. en brusten packning i ett flänsförband eller på grund av korrosionsskador på rörledningar och apparatur. Andra orsaker till driftstörningar kan vara instrumentfel eller okontrollerade reaktionsförlopp med åtföljande temperatur- och tryckstegringar i processen. För att förhindra att störningar av dessa och andra slag skall leda till olyckshändelser finns en rad olika säkerhetssystem inbyggda i processerna.

Onormala tryckhöjningar leder exempelvis till att säkerhetsventiler öppnas och släpper ut överskottsgas till en säkerhetsfackla, där den utsläppta gasen förbränns. Detektorer utplacerade i anläggningen ger alarm om för höga gaskoncentrationer skulle förekomma. Detaljerade föreskrifter finns utarbetade för hur anläggningen på ett riskfritt sätt skall tas ur drift i händelse av exempelvis ett elavbrott eller kylvattenbortfall. Exempelen på säkerhetsåtgärder för förebyggande av olyckor kan mångfaldigas. Sammanfattningsvis kan dock sägas att man vid utformningen av anläggningar av detta slag försöker tänka igenom varje tänkbart förlopp som skulle kunna inträffa på grund av felaktigheter i utrustningen eller genom operativa missgrepp, och på basis härav inför säkerhetssystem och åtgärder med syfte att minimera riskerna för att olyckor skall inträffa.

Genom att processapparatur, rörledningar och lagertankar så gott som uteslutande är placerade utomhus blir givetvis ventilationen i anläggningen den bästa tänkbara, vilket är en positiv faktor i miljöhänsen (se figur 1:18). Å andra sidan innebär detta samtidigt att underhållspersonal och driftpersonal, i den utsträckning arbete måste utföras i själva anläggningen, måste vara beredda att genomföra sina uppgifter under alla tänkbara väderleksförhållanden. Bullret från främst turbiner, kompressorer och ugnar är högt i närheten av bullerkällorna, varför personal som arbetar i anläggningen måste använda hörselskydd. Användning av skyddsglasögon är också ett självskrivet krav på dem som vistas i anläggningen.

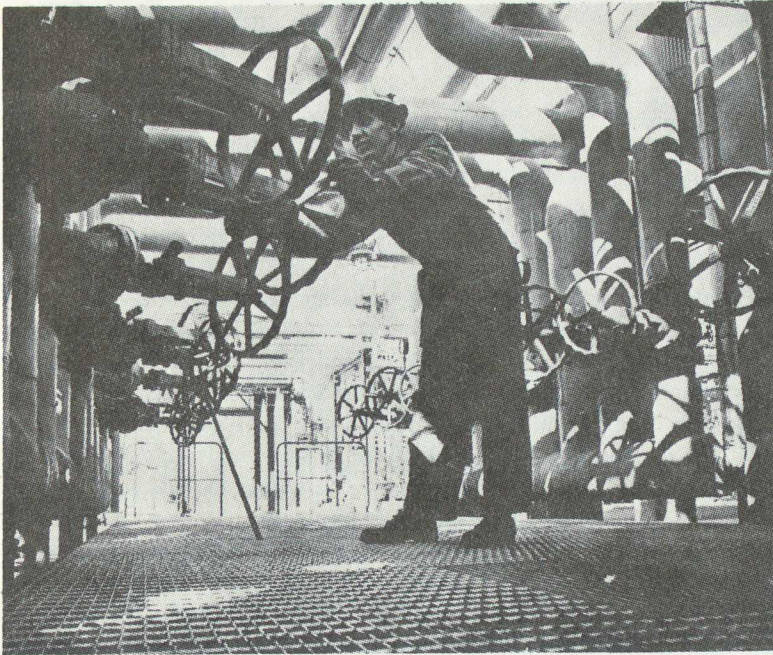


Figur 1:18 Esso Chemicals
krackningsanläggning i
Stenungsund.

I processerna ingår ett flertal destillationskolonner som i många fall är mycket höga, upp till 80 m. Detta nödvändiggör ibland arbete på höga höjder, vilket i sig innebär ökade olycksfallsrisker. Arbetsmiljön är mycket komplex med rörledning, apparatur, ventiler och annan utrustning som ställer krav på ständig uppmärksamhet vid förflyttningar (se figur 1:19).

Även produktionen av *polymerer* och *baskemikalier* sker numera oftast i kontinuerliga processer med liknande karaktäristika som beskrivits ovan. Produktionsvolymen är dock i allmänhet mindre. Medan produktion av primärprodukter kräver hantering av hundratusentals till miljontals ton per år av råvaror och produkter hanteras vid produktion av polymerer och baskemikalier vanligtvis tiotusentals till hundratusentals ton per år. Produktionen i dessa processer sker i vissa fall också satsvis, vilket kan innebära mera direkt kontakt från personalens sida med de produkter som hanteras i tillverkningsprocessen.

Bearbetningen av polymerer i plast- och gummiindustrin påminner i många avseenden om arbetet i den mekaniska verkstadsindustrin. I båda industribranscherna sker smältning, formning, mekanisk bearbetning m. m. av råvaror till olika slutprodukter. Smältning av polymererna kräver tillförsel av värme som kan ge upphov till hög temperatur i arbetslokalerna eller till drag vid försök att vädra bort värmen. En vanlig formningsmetod är pressning med hjälp av höga tryck erhållna från hydraulpumpar. Pressningen alstrar ett kraftigt buller i arbetslokalerna. De anställda kommer ofta i direkt



Figur 1:19 Interiör från Essos krackningsanläggning i Stenungsund.

kontakt med polymerprodukterna och med lösningsmedel för dessa. En del arbetsoperationer ger upphov till ångor och damm som kan spridas i arbetslokalerna. I vissa fall förekommer rent kemiska operationer (dvs. kemiska reaktioner) inom den polymerbearbetande industrin. Ett exempel är framställning av polyuretanskum som görs inom den plastbearbetande industrin genom att låta polyoler reagera med diisocyanater.

Förekomst av stora mängder kemikalier är naturligtvis ett karaktäristiskt drag såväl för den petrokemiska som för den polymerbearbetande industrin. Många av de kemikalier som hanteras är dessutom giftiga eller på annat sätt farliga. Möjligheterna att skapa säkra rutiner för handhavandet av kemikalierna försvåras av att det hela tiden i snabb takt tillkommer nya kemikalier med ibland dåligt kända egenskaper. I många fall omöjliggörs också en riktig hantering av att märkningen av kemikalierna är otillräcklig bland annat beroende på att sammansättningen av konkurrensskäl hålls hemlig.

1.8.2 Haverier inom petrokemisk industri

Den stora mängden rörledningar och komplicerad apparatur, den korrosiva miljö och de extrema tryck och temperaturer som ibland förekommer inom den petrokemiska industrin torde utgöra de viktigaste orsakerna till haverier. För att minska riskerna finns normer och föreskrifter som fastställer olika krav vid konstruktion och dimensionering av apparatur, rörledningar och lagertankar m. m. och vid organisation och utförande av olika arbetsuppgifter, men det går knappast att helt eliminera riskerna. Detta beror på bristande kunskaper och på omöjligheten att med 100-procentig säkerhet kunna förutsäga tekniska systems beteende under varierande betingelser, vilka även

dessa kan vara svåra att förutse. Dessutom tillkommer den s. k. mänskliga faktorn i alla led från ritbordet via anläggningsarbetet till drift och underhåll. Den snabba tekniska utvecklingen som medför nya produktionsmetoder, nya material och nya produkter kan också bidra till svårigheterna. Den tekniska utvecklingen kan naturligtvis även bidra till att minska riskerna.

De i produktionsanläggningarna inbyggda säkerhetsfunktionerna innebär att de flesta haverier får mycket begränsad omfattning. Den låga personalintensiteten i petrokemisk industri bidrar naturligtvis också till att risken för personskador begränsas.

De stora mängder instabila eller lättantändliga gaser och vätskor som hanteras innebär emellertid en viss risk att haverier eller andra fel i processer eller transportsystem kan leda till större bränder och detonationer. Ett vanligt händelseförlopp vid olyckor av detta slag är att det uppstår en läcka på en apparat eller ett rör. Ett högt tryck driver på kort tid ut en stor mängd av innehållet som kan vara en brännbar gas. Gasen sprids i atmosfären och blandas med luft, varvid en explosiv blandning kan bildas. När denna blandning kommer i kontakt med en låga, en gnista eller bara ett tillräckligt hett föremål, kan en explosion bli följden. Ibland kan antändningen ske först på flera hundra meters avstånd från läckan. Explosionen kan skada processapparatur eller lagertankar så att nya läckor uppstår och ytterligare mängder brännbara ämnen frigörs. Tryckvågor och värmestrålning från detonationer och bränder kan skada människor, byggnader och anläggningar på stora avstånd från olycksplatsen. En hel rad andra effekter är tänkbara och har inträffat i samband med dylika olyckor, t. ex. förgiftningar vid utsläpp av giftiga ämnen som klor, förfrysningar vid utsläpp som orsakar stark nedkylning och skador på mark och vatten vid utsläpp av t. ex. eldningsolja från brustna tankar. Dylika utsläpp vid haverier kan självfallet få mycket allvarliga konsekvenser även om inte brand uppstår.

En av de största olyckor som inträffat inom den petrokemiska industrin gick i princip till som beskrivits ovan. I juni 1974 uppstod en läcka på ett tillfälligt och felaktigt inkopplat rör i en anläggning för framställning av kaprolaktam (en av råvarorna till nylon) i Flixborough i England och stora mängder cyklohexan läckte ut. Cyklohexan-luftmolnet exploderade, varvid 28 människor omkom och 36 skadades inom själva anläggningen som totalförstördes. Utanför anläggningen skadades 53 människor, men flera hundra fick mindre skador som inte rapporterades. 1 821 hus och 167 affärer och fabriker fick mer eller mindre stora skador. 90 % av husen i byar på upp till 3 kilometers avstånd från olycksplatsen skadades och även i en by på 5 kilometers avstånd skadades hundratals hus.

I tabell 1:31 redovisas de större bränder och explosioner inom petrokemisk industri, under tiden april 1974 till april 1975, som beskrivits i tidskriften *European Chemical News*. Uppräkningen upptar huvudsakligen olyckor i Europa och torde inte heller för detta område vara fullständig. Dessutom är redovisningen av antal omkomna och skadade samt de materiella skadorna mycket osäker. Trots ofullständigheten och osäkerheten ger tabellen dock stöd för uppfattningen att bränder och explosioner innebär sådana risker att de måste beaktas mycket noga vid planeringen såväl inom företagen själva som inom stat och kommun. Ett intimt samarbete mellan företagen och organ som sprängämnesinspektionen, planverket, arbetskyddsstyrel-

Tabell 1:31 Bränder och explosioner inom petrokemiska industrin

Tid, land, ort	Typ av verksamhet	Vad som hände	Antal skadade	Antal döda	Materiella skador
April 74 Rumänien Pitesti	Etenanläggning	Explosion	–	1	–
74-06-01 England Flixborough	Kaprolaktam (för nylontill- verkning)	Explosion	89	28	> 450 Mkr
74-06-20 Holland Pernis	Etenanläggning	Explosion och brand	7	0	16 Mkr
Juni 74 Frankrike Le Havre	LDPE	Explosion	0	0	–
Juli 74 Tjeckoslovakiet Zaluzi	Etenanläggning	Explosion	79	14	–
Juli 74 Holland Deventer	Organiska peroxider	Explosion	8	1	16 Mkr
September 74 Bangladesh Ghoraskal	Ammoniak Urea	Explosion	18	2	–
74-09-21 USA Houston	Järnvägsvagn med butadien	Explosion	85	1	Bl. a. 407 järnvägs- vagnar.
74-09-23 Holland Europort	Butanol	Brand	0	0	16 Mkr
74-10-12 Belgien Antwerpen	Tanklager	Brand	0	0	Bl. a. ska- dades 15 tankar.
74-10-14 Holland Pernis	Isopren	Explosion och brand	5	0	16 Mkr
Nov. 74 Duxford	Epoxiplast	Explosion och brand	6	0	–
Jan. 75 Holland Gouda	Fettsyror	Explosion och brand	–	–	13 Mkr
75-02-10 Belgien Antwerpen	LDPE	Explosion	12	6	–
75-04-05 Västtyskland Leverkusen	Aromatderivat	Explosion	4	0	–
April 75 Östflandern Zelzate	Maleinsyra	Explosion	–	–	Flera Mkr

– betyder att uppgifter saknas

Källa: European Chemical News 1974–1975

Tabell 1:32 Storbränder i svensk industri 1970–1974

Typ av industri	Antal storbränder	Brandskador, tusen kr	Antal arbetsställen enligt SCB 1973
Hela förädlingsindustrin	644	612 600	12 419
Petrokemisk industri	1	300	19
Polymerbearbetande	34	54 900	540
– plastvaror och halvfabrikat	26	19 600	348
– färgindustri	4	31 500	46
– gummiindustri	4	3 800	146

Källa: FSAB statistik: Storbränder 1970–1974. Försäkringsbranschens Serviceaktiebolag.

sen och fackförbund är nödvändigt för att riskerna skall kunna göras så små som möjligt. På grund av den relativt begränsade omfattningen av petrokemisk industri i Sverige är det självklart av stor vikt att erfarenheter från andra länder tas tillvara i största möjliga utsträckning. Så sker också i Stenungsund där etablerade produktionsföretag hämtat merparten av sin teknologi från internationella ledande företag i branschen.

Inom den polymerbearbetande industrin är hanteringen av brännbara gaser och vätskor av betydligt mindre omfattning än inom den petrokemiska industrin och tillverkningen är uppdelad på ett flertal mindre enheter. Men de ämnen som bearbetas, alltså plaster, gummi, fibrer och färger, är i allmänhet brännbara. I tabell 1:32 redovisas de bränder inom svensk industri för perioden 1970–1974 som orsakat skador (brandskador + driftavbrott) för mer än 200 000 kr, s. k. storbränder.

Det framgår av tabellen att storbränderna inom de petrokemiska och polymerbearbetande industrierna sammantagna både är vanligare och mer omfattande än inom hela förädlingsindustrin, räknat per arbetsställe. I den petrokemiska industrin inträffade bara en storbrand under perioden (1974 vid KemaNords anläggningar i Stenungsund). Av de polymerbearbetande industrierna har plastindustrin oftast varit brandhärjad, men skadorna har varit mindre än genomsnittet för industrin. Att skadorna var förhållandevis små kan möjligen bero på att branschen domineras av småföretag. För hälften av bränderna var skadorna under 500 000 kr.

Totalt inom den polymerbearbetande industrin orsakade bränderna i tre fall skador för över 2 Mkr, därav två inom färgindustrin och en inom gummiindustrin. Den mest omfattande branden inträffade 1974 i Alfort & Cronholms lager – brandskadorna värderades till 28 Mkr.

Underlaget till tabell 1:32 har knappast den omfattningen att några generella slutsatser kan dras om brandriskerna inom å ena sidan petrokemisk och polymerbearbetande industri och å andra sidan industrin som helhet. Vad gäller sambandet mellan bränder och inre miljö inverkar självfallet även mindre omfattande bränder och dessa redovisas inte alls i tabell 1:32.

Enligt en analys från försäkringsbolag i USA kan orsakerna till bränder och explosioner fördelas på följande sätt.

Tabell 1:33 Orsaker till bränder och explosioner i kemiindustrin

1. Fel på utrustning	31 %	6. Transportproblem	4 %
2. Otillräckligt hänsynstagande till egenskaper hos material	20 %	7. Olämplig placering av anläggningar	4 %
3. Misstag i arbetet	17 %	8. Otillfredsställande planering av anläggningar	2 %
4. Processproblem	11 %		
5. Otillräcklig läckagekontroll	8 %		

Källa: Loss Prevention and Safety in the Process Industries. Proc. 1st Int. Loss Prevention Symp. the Hague/Delft, the Netherlands, 28–30 May 1974. Sid. 355

Den främsta orsaken till haverier som ger upphov till bränder och explosioner är enligt tabellen fel på utrustning, dvs. fel på grund av korrosionsskador, utmattning av metaller, fabrikationsfel, dåligt underhåll etc. Den närmast viktigaste orsaken är otillräckligt hänsynstagande till egenskaper hos material, varvid menas att otillräcklig hänsyn tagits till använda materials beständighet mot brand och andra påfrestningar eller deras påverkan på människors hälsa, otillräcklig kontroll och styrning av råvaror och andra ämnen som används i produktionen osv. Vid diskussion om orsakerna till bränder och explosioner bör observeras att olika orsaker kan ge olika stora konsekvenser. Även en mycket sällsynt olycka kan behöva speciellt stora insatser av förebyggande art om den kan väntas ge upphov till stora skador (jämför debatten om totalhaveri i ett kärnkraftverk).

Det har gjorts en rad försök att klassificera ämnen och processer efter deras brandfarlighet. I tabell 1:34 visas för sex ämnen några egenskaper av intresse från brandrisksynpunkt.

Kokpunkten har betydelse från brandrisksynpunkt på en rad olika sätt, bland annat har ämnen med låga kokpunkter i allmänhet högre ångtryck vid rumstemperatur än ämnen med höga kokpunkter och högre ångtryck ger högre utströmningshastigheter vid en läcka i ett rör eller en behållare.

Tabell 1:34 Från brandrisksynpunkt intressanta egenskaper hos några ämnen

Ämne	Kokpunkt °C	Densitet vid 20° C kg/m ³	Förbrännings- värme MJ/kg	Explosions- gränser Vol% i luft
Vätgas	- 253	0,08	120	4–76
Metan	- 162	0,67	50	5–15
Eten	- 104	1,17	58	3–34
Propen	- 42	1,80	46	2–10
Butadien	- 4	2,68	47	1–13
Etenoxid	11	1,83	27	3–100

Källor: Dow's Safety and Loss Prevention Guide. Hazard Classification and Protection. American Institute of Chemical Engineers. New York, 1973. K. Couvert m. fl., Explosions of Unconfined Vapor Clouds. Proc. 1st Int. Loss Prevention Symposium, the Hague/Delft, the Netherlands, 28–30 May 1974. H. Suter och H. I. Joschek, Katastrophenschutz und Katastropheneinsatz aus der Sicht der Chemischen Industrie. Chemie-Ing.- Technik 6, 1975. Ullman, Encyklopädie der Technischen Chemie, 4 Auflage, Weinheim 1975.

Ämnets densitet i gasform har betydelse för hur det sprids i atmosfären. Om densiteten är avsevärt mindre än luftens (1,21 kg/m³ vid 20° C) blir spridningen uppåt större än om densiteten är lika med eller större än luftens. Låg densitet kan således vara en fördel utomhus men en nackdel inomhus. Förbränningsvärmets samband med den energi som kan utvecklas vid en brand. Vida explosionsgränser innebär större risk för att gasmolnet skall antändas. Det framgår av tabellen att det för där upptagna ämnen är svårt att dra någon entydig slutsats om skillnader vad gäller brandrisk. Dessutom påverkas brandrisken av en rad andra egenskaper hos ämnena, t. ex. ångbildningsvärme, diffusionshastighet och behövlig tändenergi.

Vid bedömning av riskerna med en viss process tillkommer andra faktorer än egenskaper hos och mängder av ämnen i processen, t. ex. metoder för värmeförsel eller kylning. Trots svårigheterna finns riskbedömningsmetoder utarbetade, t. ex. av Dow. Sådana metoder kan användas för att bedöma behövliga skyddsavstånd mellan anläggningar eller för att se vilka processer som från risksynpunkt speciellt bör prioriteras vad gäller forskning och utveckling.

1.8.3 Statistik över yrkesskador

Med yrkesskada menas i Sveriges officiella statistik en skada som uppkommit i arbetet som följd av:

- olycksfall
- inverkan av ämne eller strålning
- ensidiga eller ansträngande rörelser, tryck, skakningar eller vibrationer eller av buller eller smitta.

Detta är en fri tolkning av de krav som uppställts för att yrkesskadeförsäkringen skall gälla. I tabell 1:35 redovisas statistik över yrkesskador i Sverige 1972 för några olika industribranscher.

Någon speciell redovisning för den petrokemiska industrin finns inte i Riksförsäkringsverkets statistik. I tabell 1:36 redovisas på annat sätt erhållen statistik för Esso Chemical, KemaNord, Berol och Unifos i Stenungsund för år 1971-1974.

Tabell 1:35 Yrkesskador i svensk industri 1972

	Antal	Därav		Per milj. arbetstimmar	Per tusen anställda
		Invaliderande	Dödsfall		
Tillverkningsindustri	50 095	944	67	30	56
Kemisk industri	1 127	21	5	20	36
Raffinaderier	38	1	-	24	39
Färg	130	3	-	15	32
Gummiindustri	648	21	-	28	44
Malmgruvor	1 137	50	9	50	95

Källa: Yrkesskador 1972. Riksförsäkringsverket, Stockholm 1975

Tabell 1:36 Yrkesskador i Stenungsundsindustrin
Uppgifterna gäller Esso Chemical, KemaNord, Berol och Unifos

År	Antal anställda	Antal skador	Per milj. arbets- timmar	Per tusen anställda
1971	1 100	38	22	35
1972	1 250	44	22	35
1973	1 400	46	21	33
1974	1 550	44	18	28

Källa: Uppgifter från Svenska Fabriksarbetareförbundet
 (Uppgifter över antal anställda och arbetstimmar är uppskattningar.)

För hela perioden 1970-74 inträffade 201 olycksfall vid de petrokemiska företagen i Stenungsund, vilket innebär 20 olyckor per miljon arbetstimmar.

I USA publicerar National Safety Council (NSC) statistik över olyckor inom en rad samhällssektorer. Några uppgifter för industrin framgår av tabell 1:37.

En jämförelse mellan tabell 1:37 och 1:35 visar betydligt lägre skadefrekvens i USA:s industri än i den svenska. Om skillnaderna avspeglar verkliga förhållanden eller bara är ett resultat av olikartad rapportering och redovisning har inte studerats. Ett obestridligt faktum är dock att USA:s kemiska processindustri efter en lång tids målmedvetet arbete uppnått mycket goda resultat med avseende på skadefrekvensen.

Av NSC:s statistik kan också utläsas skadefrekvensen för olika delar av den kemiska industrin. Se tabell 1:38.

Tabell 1:37 Yrkesskador i USA:s industri 1973
Talen anger antal yrkesskador per miljon arbetstimmar

Hela industrin	11
Kemisk industri	4
Petroleum	7
Gummi och plast	7
Gruvindustri, under jorden	35

Källa: National Safety Council, Accident Facts 1974

Tabell 1:38 Yrkesskador i USA:s kemiindustri 1971-1973. Talen anger antal yrkesskador per miljon arbetstimmar

Hela kemiindustrin	4
Klor-alkali	3
Fett och oljor	15
Stubin och krut	1
Högexplosiva varor	2
Plastmaterial	4
Salt	27
Syntetfiber	1
Syntetgummi	5

Källa: National Safety Council, Accident Facts 1972-74

Tabell 1:39 Orsaker till yrkesskador i Danmark. Talen anger den procentuella fördelningen av totala antalet skador dels på inblandade tekniska faktorer, dels på typ av olycka 15 maj–31 december 1973

	Hela industrin	Kemisk industri
<i>Tekniska faktorer</i>		
Lager- och transportbehållare	3	8
El- och kemisk apparatur	1	3
Hand- och mekaniska verktyg	26	6
Kemiska produkter	2	7
Arealer och konstruktioner	14	23
Övrigt	54	53
<i>Typ av olycka</i>		
Fall	15	25
Kontakt med skarpa föremål	28	5
Kontakt med extrema temperaturer	4	6
Kontakt med kemikalier	3	10
Övrigt	50	54
Totalt antal olyckor	12 193	435

Källa: Statistiske Efterretninger. Arbejdsulykker 15 maj–31 december 1973

Till den petrokemiska industrin hör i tabell 1:38 framställningen av syntetfiber, syntetgummi och huvuddelen av plastmaterial.

Vad gäller orsaker till yrkesskador finns i Danmarks officiella statistik uppgifter enligt tabell 1:39.

En fördelning av yrkesskadorna på olyckstyp finns också i svensk statistik. I stället för att som i Danmark fördela totala antalet olyckor på olyckstyp, fördelar man i Sverige totala antalet förlorade arbetsdagar. Resultatet blir en produkt av hur vanliga de olika olyckstyperna är och hur allvarliga skadorna blir. Resultatet framgår av tabell 1:40.

Tabell 1:40 Orsaker till yrkesskador i Sverige 1972. Talen anger antal förlorade arbetsdagar på grund av olycksfall per miljon arbetstimmar.

Orsaker	Hela förädlingsindustrin	Kemisk industri	Gummi-industri
Arbetsmaskiner och handverktyg	520	380	1 130
Fordon och transport-hjälpmiddel	330	250	40
Fallolyckor	210	170	100
Explosion, eld m. m.	50	340	–
Giftiga el. frätande ämnen	10	10	–
Elektrisk ström	10	–	–
Övrigt	240	170	140
Totalt	1 370	1 320	1 410

Källa: Yrkesskador 1972. Riksförsäkringsverket. Stockholm 1975

Tabell 1:41 Orsaker till olycksfall i Stenungsundsindustrin 1970–1974. Talen anger procentuell andel av totalt 201 olyckor

Giftigt eller frätande ämne	16,4
Lyftning, bärning och dylikt	13,4
Hett eller kallt ämne	10,0
Trampning på, stöt av eller mot föremål	8,5
Handverktyg, redskap samt splitter eller dylikt därifrån	8,5
Fall (av person) på samma nivå	7,5
Fall (av person) till lägre nivå	7,0

Källa: Uppgifter från KemaNord AB.

Ur denna tabell kan väsentliga skillnader utläsas. Speciellt markant är det stora antalet förlorade arbetsdagar på grund av explosion, eld m. m. inom kemisk industri, jämfört med industrin som helhet. Vidare är antalet frånvarodagar som följd av olyckor med arbetsmaskiner och handverktyg mindre (för år 1971 till och med mycket mindre) inom kemisk industri och inom gummiindustrin betydligt högre än inom annan industri. Antal förlorade arbetsdagar per skada, vilket kan beräknas ur tabell 1:35 och 1:40, är högre inom kemisk industri och inom gummiindustrin än genomsnittet. Detta förhållande antyder att de skador som inträffar inom kemi- och gummiindustrin är allvarigare än genomsnittligt.

I tabell 1:41 redovisas de viktigaste orsakerna till de 201 olycksfall som inträffade i Stenungsunds petrokemiska industrier 1970–1974.

Det visar sig att explosion, eld m. m., vilken orsak enligt tabell 1:40 ledde till ett stort antal frånvarodagar inom kemisk industri som helhet, inte var bland de vanligaste olycksorsakerna inom Stenungsundsindustrin. Detta antyder väsentliga skillnader mellan kemisk industri i Stenungsund och på andra håll, vilket ytterligare styrks vid jämförelse med tabell 1:42.

Det framgår av tabellen att brännskador, frätskador, eksem och förgiftningar är betydligt vanligare inom kemiindustrin än inom annan industri. Antalet frånvarodagar per olycka är högre för brännskador inom kemisk industri än inom övrig industri, men lägre för frätskador, eksem och förgiftningar.

Tabell 1:42 Typer av yrkesskador. Talen anger den procentuella fördelningen av totala antalet skador på olika skadetyper som följd av arbetsolycksfall 1971

	Hela förädlingsindustrin	Kemisk industri	Gummiindustrin
Sårskador	40,5	25,6	41,8
Brännskador	5,7	9,2	4,6
Frätskador och eksem	0,7	6,0	0,3
Förgiftningar	0,2	1,1	0,1
Övriga skador	52,9	58,3	53,3
Totalt antal skador	51 510	1 025	740

Källa: Yrkesskador 1971. Riksförsäkringsverket, Stockholm 1974, tabell 9

Tabell 1:43 Yrkesjukdomar i svensk industri 1972.

	Anmälda sjukdomar		Därav			
	Per miljon arbets-timmar	Totalt antal	Hörsel	Plaster	Silikos	Senskide-inflammation
Tillverkningsin-dustri	0,6	1 034	81	40	28	280
Kemisk industri	0,7	37	2	4	0	0
Raffinaderier	0,0	0	0	0	0	0
Färgindustri	0,4	3	(redovisning saknas)			
Gummiindustri	0,7	15	2	0	0	0
Malmgruvor	1,4	30	15	0	6	0

Källa: Yrkeskadorna 1972, Riksförsäkringsverket, Stockholm 175

Yrkeskadorna kan delas in i skador som följd av olyckor och yrkesjukdomar. I tabell 1:43 redovisas uppgifter om yrkesjukdomar inom svensk industri.

Yrkesjukdomar leder genomsnittligt till ungefär dubbelt så många sjukdagar per fall som yrkeskadorna på grund av olyckor. Detta förhållande är ett av skälen till att yrkesjukdomarna måste ägnas speciell uppmärksamhet. Ett annat skäl är att den statistiska redovisningen av yrkesjukdomar är sämre än för övriga yrkeskadorna. Ett exempel är att de fall av levercancer som inträffat som följd av exposition för vinylklorid inte finns redovisade som yrkeskadorna i den officiella statistiken, helt enkelt därför att vinylklorid inte var upptaget i den officiella förteckningen över orsaker till yrkesjukdomar. Inom den petrokemiska industrin hanteras många ämnen tillhörande ämnesgrupper som polycykliska aromater eller klorerade kolväten, av vilka flera genom laboratorieförsök eller på annat sätt visat sig ha cancerogena effekter. Eftersom sådana effekter ofta uppträder först efter flera decenniers exposition för ett visst ämne, finns starka skäl att speciellt uppmärksamma den unga petrokemiska industrin, där nya processer och ämnen kommer till användning.

En av grunderna för att en yrkeskada skall redovisas i den officiella statistiken är att skadan skall ha lett till frånvaro från arbetet. Alla skador får naturligtvis inte den följden, varför det totala antalet skador kan vara betydligt större än som redovisats ovan. Detta kan exemplifieras med siffror från BP:s petrokemiska komplex i Baglan Bay i Storbritannien. Där arbetar drygt 2 000 personer och varje månad skadas omkring 50 av dem i arbetet. Då är t. ex. skärsår i fingrar inräknade. Av de 50 skadade är det emellertid bara 5 som stannar hemma från arbetet på grund av skadan.

1.8.4 Den upplevda arbetsmiljön i petrokemisk industri

1968 gjorde LO en enkät om hälsorisker bland medlemmarna. Ett av resultaten var att en mycket stor del, 82 %, ansåg sig vara besvärade av någon eller några miljöfaktorer, av vilka belastningar, buller och drag var de vanligaste. En jämförelse av besvärsfrekvensen inom Fabriksarbetareförbundet,

Tabell 1:44 Besvärsfrekvenser hos Fabriks medlemmar 1975. Talen anger procentuell andel av de tillfrågade som uppger sig vara besvärade av respektive störning.

Buller	70	Drag	54
Damm	61	Temperatur	51

Källa: Arbetsmiljö 1, 1976, sid 23

till vilket de flesta arbetare inom kemiindustrin hör, och LO-genomsnittet antyder större besvär inom Fabriks. Besvärsprocenten var högre inom Fabriks för 12 av 17 uppräknade miljöfaktorer. En majoritet av Fabriks medlemmar, 53 %, uppger sig vara besvärade av buller. Andra stora besvärskällor är belastningar (43 %), drag (45 %), temperatur (31 %), eksem (29 %) och damm (22 %). Speciellt buller och damm visar på högre besvärsfrekvens inom Fabriks än inom LO som helhet.

En specialundersökning gjordes 1973 inom Fabriksarbetareförbundet för att belysa arbetsmiljösituationen i petroindustrin på Västkusten. Inom Stenungsundsindustrin dominerade bullerproblemen. Man var ofta missnöjd med informationen om det stora antal ämnen som användes i produktionen. Vissa fakta framkom som antydde att arbetsmiljön i Stenungsund skulle vara bättre än på andra håll. Bland annat ansåg 60 % av Fabriks medlemmar i Stenungsund att arbetsmiljön där var bra, mot 41 % för hela förbundet. En förklaring till denna skillnad kan vara att anläggningarna i Stenungsund är modernare än genomsnittet av de fabriker där Fabriksarbetareförbundets medlemmar arbetar. Resultatet kan således inte utan vidare ses som bevis för att petrokemisk industri generellt skulle erbjuda en bättre arbetsmiljö än annan industri.

Enligt en enkät till medlemmarna som Fabriksarbetareförbundet genomförde 1975 har besvärsfrekvenserna ökat jämfört med tidigare år, vilket framgår av tabell 1:44.

Även inom den polymerbearbetande industrin förefaller förekomsten av ett stort antal ämnen att upplevas som ett problem. Problemen kan bestå i obehag som illamående och huvudvärk eller oro för att sådana obehag eller allvarigare effekter skall inträffa. Buller och damm är andra faktorer, som påverkar miljön negativt inom denna bransch.

1.8.5 Teknisk utveckling

Den snabba tekniska utveckling, som kännetecknat den petrokemiska industrin de senaste decennierna, har inte bara lett till byggandet av större och effektivare produktionsenheter. Den har också skapat möjligheter att genomföra en kontinuerlig förbättring av arbetsförhållandena för drift- och underhållspersonal, främst beroende på ökande användning av kontinuerliga processer i slutna system, som medger högt driven automation.

Den petrokemiska industrin torde dessutom inrymma unika möjligheter till en fortsatt snabb teknisk utveckling, som väsentligt stimuleras genom internationell samverkan i allt arbete som berör apparat- och processteknik. Med största sannolikhet kommer i framtiden en ökande andel av utvecklingsresurserna att inriktas mot åtgärder med syftet att höja processernas

driftsäkerhet samt att åstadkomma förbättringar i arbetsmiljön.

Som exempel på områden där tekniska utvecklingsinsatser blir av betydelse för säkerhet och arbetsmiljö kan nämnas

- bullerreducerande utrustning
- nya och bättre konstruktionsmaterial
- införande av alltmer slutna processer med åtföljande minskning av utsläpp till luft och vatten
- ny och förbättrad teknik för rening av utsläpp.

Avslutningsvis bör framhållas att all erfarenhet har visat att den viktigaste förutsättningen för uppnående av goda resultat vid bekämpandet av olyckor i petrokemisk industri är, att man inom företagen bedriver en aktiv och målmedveten skyddstjänst, där företagsledning och anställda i samverkan genom information, utbildning och utvecklande av personligt skyddsmedvetande hos varje anställd skapar en hög beredskap mot olycksfall i arbetet.

1.8.6 *Sammanfattning*

I den petrokemiska industrin sker produktionen i stor utsträckning i kontinuerliga, slutna och högt automatiserade processer. Detta innebär jämfört med industrin som helhet ett lågt antal sysselsatta per producerad enhet. En stor del av arbetet består i att övervaka och styra processerna, ofta från ett centralt kontrollrum. Bland tyngre arbeten kan nämnas underhålls- och reparationsarbete samt lastning och lossning. Vid driftstörningar krävs snabba, psykiskt och fysiskt besvärliga arbetsinsatser, ibland på höga höjder eller under risk för kontakt med på olika sätt skadliga ämnen.

I de petrokemiska processerna används ofta mycket höga eller låga tryck och temperaturer, vilket innebär risker för söndersprängning av rör och behållare. De mycket stora mängder som omsätts i vissa delar av apparaturen betyder att ett haveri kan få mycket allvarliga konsekvenser som följd av bränder, explosioner eller utsläpp av stora mängder giftiga ämnen. De erfarenheter som vunnits på senare år på detta område kan för den framtida utbyggnaden komma att innebära mer luftiga industriområden på större avstånd från bostadsområden.

Den petrokemiska industrin särredovisas inte i Sveriges Officiella Statistik. En kombination av denna med diverse andra källor antyder dock att antalet yrkesskador (per miljon arbetstimmar) är väsentligt lägre inom petrokemisk industri än inom industrin som helhet. Inom förädlingsindustrin dominerar olyckor med arbetsmaskiner och handverktyg, vilka av naturliga skäl är mindre vanliga inom kemisk industri. Där är de främsta olycksorsakerna i stället eld, söndersprängning och explosioner. Det vore naturligt om det samma gällde för den petrokemiska industrin, men statistik från Stenungsundsindustrin visar på lägre frekvens för sådana olyckor. Däremot är olyckor som följd av kontakt med giftiga och frätande ämnen eller ämnen med extrema temperaturer vanligare inom såväl petrokemisk som övrig kemisk industri än inom industrin som helhet.

De faktorer som av operatörer och arbetare inom svensk petrokemisk industri upplevs som mest besvärande är buller och förekomsten av ett stort antal ämnen i produktionen. Från flera företag klagas på bristfällig

information om dessa ämnens skadeverkningar och om hur de skall hanteras i olika situationer.

Produktionen i den polymerbearbetande industrin är av en annan karaktär än i den petrokemiska industrin, vilket också ger upphov till olikheter för den inre miljön. Antalet sysselsatta per producerad enhet är större och in-slaget av kroppsarbete kan vara betydande. Kontakten med råvaror, produkter och lösningsmedel blir mer direkt, vilket kan ge upphov till besvär eller skador.

Statistik över yrkesskador inom plastbearbetande industri sårredovisas ej i Sveriges Officiella Statistik. För gummiindustrin däremot kan utläsas att antalet yrkesskador (per miljon arbetstimmar) är väsentligt högre än för kemisk industri i genomsnitt och även något högre än industrigenomsnittet. Inom färgindustrin är yrkesskadefrekvensen betydligt lägre och till och med lägre än för kemiindustrin som helhet.

De faktorer som upplevs som speciellt besvärande inom den polymerbearbetande industrin förefaller vara buller, damm och förekomst av ett stort antal kemikalier, vilka kan ge upphov till fysiska eller psykiska obehagskänslor.

1.9 Yttre miljö

Petrokemisk industri påverkar omgivningen genom utsläpp av föroreningar till luft, vatten och mark, genom bulleralstring och genom att påverka landskapsbildningen. Dessa störningar är resultat såväl av själva produktionsprocessen som av transporter av råvaror och produkter. Störningarna kan sägas vara av två slag. Dels förekommer mer eller mindre kontinuerliga utsläpp via skorstenar och avloppsvattenledningar och genom diffust läckage från apparatur, rörsystem och lagringsbehållare, dels finns utsläpp som sker vid vissa plötsliga förändringar i processer eller i reningssteg, t. ex. vid uppstartning av anläggningen efter ett driftuppehåll och vid driftstörningar. Konsekvenserna av mer omfattande haverier har behandlats i föregående avsnitt om den inre miljön.

Kunskaperna om utsläppen från petrokemiska processer är ofullständiga. Kunskapsbristen gäller såväl totalt utsläppta kvantiteter som vilka olika ämnen som ingår i utsläppen. Av detta skäl är det givetvis svårt att ange hur stor påverkan på den yttre miljön blir från den petrokemiska industrin. Men även om utsläppen vore kända i detalj skulle det vara mycket svårt att beräkna effekterna av dem. Detta beror bland annat på att kunskapen om spridningsmekanismerna i luft och vatten är ofullständig, liksom kunskapen om hur en viss miljö reagerar för en viss immissionsnivå.

Föreliggande avsnitt bör således inte ses som en ingående och metodisk analys av den petrokemiska industrins omgivningspåverkan. Framställningen bör ses som en exemplifierande redovisning av uppgifter med syfte att ge en grov uppfattning om storleksordningen av utsläppen för olika petrokemiska anläggningar samt de risker för påverkan på omgivningen som de olika typerna av utsläpp bedömts kunna medföra. Avsnittet är indelat i tre delar. Först redovisas utsläpp av luftföroreningar och buller och därefter vattenföroreningar. I den sista delen beskrivs landskapsbildningspåverkan.

I vidare mening påverkar den petrokemiska industrin den yttre miljön även genom täkt av råvaror som råolja och naturgas och via produkter som plaster och syntetgummi. Även bearbetningen av produkterna medför i många fall en omgivningspåverkan. Här ska dock endast det petrokemiska förädlingsledet behandlas.

1.9.1 *Luftföroreningar och buller*

Luftföroreningar från petrokemisk produktion härrör från förbränningsprocesser, ventilation, läckage och intermittenta arbeten som rengöring av apparatur med koksbeläggning och regenerering av katalysatorer.

Förbränningsprocesserna utgörs dels av förbränning med syfte att tillgodose anläggningens energibehov, dels av förbränning av restprodukter eller överskottsproduktion av någon produkt. Även den senare typen av förbränning kan ibland användas för t. ex. ånggenerering. Utsläppen från förbränningsprocesserna beror på hur mycket och vilka ämnen som bränns. En anläggning med stora energibehov kan tillgodose detta genom att bränna t. ex. eldningsolja, vilket resulterar i stora utsläpp av svaveldioxid. I många fall genererar själva produktionsprocessen så stora mängder brännbara biprodukter att tillförsel utifrån av bränsle helt onödiggör. Ett exempel på detta är ångkrackning, där energibehovet kan tillgodoses genom att bränna under krackningen bildad vätgas och metan. Ofta får en kracker överskott på såväl gas som ånga, vilken kan användas av samlokaliserade anläggningar. Utsläppen från förbränningsprocesser sker på kontrollerbart sätt genom skorsten eller fackla, och utsläppshöjden kan avpassas efter de speciella krav som miljön kring anläggningen ställer.

Utsläppen från ventilation av processer eller lager kan ske på många sätt. Det kan röra sig om utsläpp från säkerhetsventiler, vilka kan öppna om trycket i apparaturen överstiger det tillåtna. Emissionerna kan också vara av mer kontinuerlig karaktär t. ex. från ångejektorer med syfte att upprätthålla ett undertryck någonstans i processen eller från avgasning av vatten eller annat lösningsmedel. Ventilation av lagercisterner och bergrum utgör ofta en mycket stor del av en anläggningens totala luftföroreningsutsläpp. Läckage kan uppträda från bland annat otäta flänsförband i reaktorer och rörledningar, från otäta packningar i pumpar och kompressorer och vid fyllning av behållare, t. ex. lagercisterner eller tankfordon. Utsläppen från ventilation och läckage sker således från många olika delar i anläggningen och till skillnad från utsläppen från förbränning på ett okontrollerbart sätt och ofta dessutom i marknivå. Storleken av dessa utsläpp är givetvis mycket svår att mäta och den beror bland annat på anläggningens ålder och hur den underhålls och drivs. Typ av process spelar självfallet en stor roll på så sätt att i princip en svårkontrollerad högtrycksprocess med flera lättflyktiga ämnen ger större utsläpp via läckage än en lågtrycksprocess med huvudsakligen svårflyktiga ämnen inblandade. I princip gäller även att kontinuerliga processer ger lägre utsläpp från dessa källor än satsvisa processer. Av det sagda inses att utsläppen rimligen måste variera starkt mellan olika typer av anläggningar. För att ytterligare visa detta redovisas i tabell 1:45 utsläpp av luftföroreningar från ett antal petrokemiska anläggningar i USA. Inventeringen gjordes i början av 70-talet.

Tabell 1:45 Luftföroreningar från befintliga anläggningar i USA

Produkt	Utsläpp i kg per ton produkt av:		
	Organiska ^a ämnen	Partiklar	Koloxid
Akrylnitril	157	— ^b	168
Eten	1	—	—
Etenoxid	21	—	—
Fenol	10	—	—
Ftalsyraanhydrid	—	7	61
Maleinsyraanhydrid	95	—	724
Nylon 6	—	3	—
Nylon 6,6	—	4	—
Polyeten-HD	34	1	—
Polyeten-LD	14	—	—
Polypropen	32	—	—
Polystyren	6	—	—
Polyvinylklorid	14	3	—
Styren	1	—	—
SBR	2	—	—
Vinylklorid	3	—	—

^a I "organiska ämnen" inkluderas svavelväte medan metan exkluderas.

^b Utsläpp mindre än 1 kg per ton anges med streck.

Källa: U. S. Environmental Protection Agency, Survey Reports on Atmospheric Emissions from the Petrochemical Industry, Volume I, January 1974

Vid produktion av akrylnitril släpps dessutom enligt källan till tabell 1:45 ut 5 kg kväveoxider per ton och produktion av ftalsyraanhydrid ger utsläpp av 4 kg svaveloxider per ton. Även flera av de övriga processerna ger utsläpp av kväve- och svaveloxider, i samtliga fall dock mindre än 1 kg per ton produkt. Utsläppen av svaveloxider från de amerikanska anläggningarna är relativt små och detta gäller även anläggningar på annat håll. Detta beror bland annat på den omfattande produktionen av gas och ånga i ångkrackningsanläggningarna.

Även om osäkerheten i angivna utsläpp är stor, är skillnaderna enligt tabellen i många fall så stora, för organiska ämnen ett par hundra gånger mellan största och minsta utsläpp och för koloxid ännu större, att de avspeglar reella skillnader mellan olika anläggningstyper. Även för olika anläggningar som framställer samma produkt kan skillnaderna vara mycket stora. För maleinsyraanhydridanläggningarna varierar utsläppen av organiska ämnen mellan 60 och 200 kg per ton produkt och för polypropen mellan 1 och 43. Skillnaderna beror delvis på att de diffusa utsläppen från ventilation och läckage redovisas bara av vissa anläggningar. För eten är variationerna ännu större, från mindre än 0,01 till 8 kg organiska ämnen per ton eten. Här beror skillnaderna även på att olika råvaror används. Anläggningar baserade på naturgas redovisar genomgående mycket låga utsläpp, medan anläggningar som använder gasbensen eller gasolja står för de högsta utsläppen. Råvarans inverkan här består i att anläggningar för flytande råvaror får en betydligt större omsättning både av råvaror och produkter än de naturgasbaserade, beroende på ett lägre etenutbyte. Med den större omsättningen

följer större dimensioner såväl på själva processenheterna som på transportanordningar och lager och därmed ökar utsläppen.

Olika petrokemiska anläggningar skiljer sig också avsevärt åt vad gäller de typer av organiska ämnen som de emitterar till atmosfären. En stor del av utsläppen består naturligtvis av råvaror och slutprodukter men i många fall ingår betydande mängder av mellan- och biprodukter. Rent allmänt kan sägas att utsläppen till atmosfären från den petrokemiska industrin domineras av kolväten som paraffiner (metan, etan, propan osv.), olefiner (eten, propen osv.) och aromater (bensen, toluen osv.). Från vissa anläggningar domineras dock utsläppen till atmosfären av oxiderade eller klorerade kolväten. Utsläppen från t. ex. vinylklorid- och polyvinylkloridproduktion domineras av vinylklorid och andra klorerade kolväten.

Utsläpp av kolväten kan medföra olägenhet i omgivningen av petrokemiska anläggningar genom lukt. Även om de totalt utsläppta kvantiteterna kolväten är stora, med vanligen förekommande anläggningsstorlekar i storleksordningen 1 000 ton per år (motsvarar de årliga utsläppen av kolväten från ca 20 000 personbilar), blir dock utspridningen i atmosfären snabbt så stor att lukttörsklarna sällan överskrider utanför fabriksområdet. Från vissa anläggningar, t. ex. eten-, fenol-, oxo-, nylon 6,6- och syntetgummianläggningar, har klagomål på dålig lukt såväl inom som utanför anläggningen rapporterats. Lukten härrör i allmänhet inte från själva kolvätena utan från starkare luktande ämnen som aldehyder, alkoholer, ketoner och svavel föreningar.

På växtligheten torde endast ett kolväte, eten, kunna ge någon negativ effekt. Eten kan bland annat åstadkomma blad- och blomavfall. Negativa effekter har konstaterats i haltområdet 0,001–0,6 mg/m³, värden som ofta överskrider runt petrokemiska anläggningar. Immissionsgränsvärden för eten saknas i Sverige men finns i bland annat Sovjet och Kalifornien. I Kalifornien gäller 0,6 mg/m³ som entimmesmedelvärde och 0,1 mg/m³ som långtidsmedelvärde och dessa riktvärden är satta med syfte att förhindra skador på fruktodlingar. För luften i bostadsområden i Sovjet gäller ett högsta dygnsmedelvärde på 3 mg/m³ för summan av eten- och propenhalterna.

Kolväten har synergistisk effekt med kväveoxider, dvs. ämnena ger tillsammans en större effekt än vad summan av vardera ämnets effekt blir. Orsaken är att kolväten och kväveoxider under solljusets inverkan kan bilda så kallad fotokemisk smog. De i denna ingående ämnena kan verka starkt irriterande bland annat på ögonen och kan åstadkomma skador på vegetationen och vissa material. Utsläppen av kväveoxider från petrokemisk industri är i allmänhet inte särskilt stora, men risken för smogbildning bör observeras vid samlokalisering med stora emittenter av kväveoxider, t. ex. fossilbränsleeldade kraftverk. Möjligen kan misstänkt smogbildning vara en av orsakerna till att två etenanläggningar i Japan planeras få utrustning installerad för att minska utsläppen av kväveoxider.

Bland utsläppen av organiska ämnen har under senare år speciellt vinylkloriden diskuterats. Flera dödsfall i levercancer bland personal i PVC-fabriker har konstaterats bero på exposition för vinylklorid. Man misstänker även att skador och dödsfall kan ha inträffat bland människor som bor nära sådana anläggningar. Undersökningar har visat att luften kring PVC-

anläggningar sällan innehåller mer än 3 mg vinylklorid per m³, vilket är det hygieniska gränsvärde som i USA och Sverige gäller inne i fabriker. Miljövårdsmyndigheten i USA har nu föreslagit att ett gränsvärde på 0,3 mg/m³ skall införas för luften utanför PVC-anläggningar.

Det konstaterade sambandet mellan vinylklorid och levercancer kan tas som exempel på de stora svårigheterna att konstatera vilka effekter som kan bli följden av utsläpp av föroreningar. Trots att PVC har tillverkats kommersiellt sedan 1931 upptäcktes sambandet inte förrän 1973. Förhållandena var dessutom speciellt gynnsamma för upptäckt av detta samband genom att denna speciella form av levercancer (angiosarcom) är mycket sällsynt. För andra sjukdomar, t. ex. lungcancer eller bronkit, som kan orsakas av en rad olika ämnen, kan det ofta vara mycket svårt eller helt omöjligt att påvisa vilken roll ett visst ämne har spelat. En annan orsak till svårigheterna att klarlägga sådana samband är att det i vissa fall kan behövas mycket långa expositions- och latenstider – i storleksordningen decennier – innan effekterna dyker upp. Detta var ett av skälen till att det tog så lång tid innan sambandet mellan vinylkloridexposition och levercancer kunde beläggas.

Osäkerheten om vad och hur mycket som släpps ut till atmosfären från den petrokemiska industrin och svårigheterna att påvisa vilka effekter olika ämnen har på miljön betyder osäkerhet speciellt vad gäller den långsiktiga omgivningspåverkan. Denna osäkerhet förstärks av den snabba utvecklingen inom processtekniken, vilken bland annat innebär att nya ämnen i form av katalysatorer, bi- och mellanprodukter hela tiden introduceras i produktionen.

Förutom råvaror som baseras på petroleum och naturgas behöver den petrokemiska industrin även en rad andra råvaror och förnödenheter, exempelvis klor och elström. Utsläppen från dessa verksamheter i form av kvicksilver, svaveldioxid etc. kan ofta vara omfattande. Vid framställning av eten är utsläppet av svaveldioxid från själva krackningsprocessen i storleksordningen 0,05 kg per ton eten. Om den elkraft som behövs för produktionen framställs ur olja med 1 % svavelhalt, tillkommer 1,2 kg svaveldioxid per ton eten. Även om utsläppen av svaveldioxid ofta är relativt små från petrokemiska processer är dessa jämförelsevis energikrävande, vilket ger upphov till svaveldioxidutsläpp om de energiproducerande enheterna körs på svavelhaltiga bränslen. Det är naturligtvis en smaksak eller en definitionsfråga, om utsläppen från energiproduktion, som ofta är samlokalisera med de petrokemiska anläggningarna, skall räknas in i den petrokemiska industrins utsläpp.

Buller från petrokemisk produktion härrör i huvudsak från snabbt strömmande gaser eller ångor i bland annat rör, kompressorer, säkerhetsventiler och vid förbränning av gaser i höghöjdsfackla. Det är i synnerhet processer där höga tryck förekommer som genererar sådant buller. Kring exempelvis kompressorsteget i en ångkrackningsanläggning kan bullernivån väsentligt överstiga 100 dB. Sådana anläggningsdelar avskärmas dock så att ljudnivån utanför staketet inte behöver uppgå till mer än 40–60 dB. Det är betydligt svårare att avskärma bullret från utblåsningsanordningar och facklor, vilka måste mynna i det fria. Här tvingas man arbeta med olika typer av ljuddämpare. En annan bullerkälla vid petrokemisk produktion härrör från luftkylning.

Bullret utanför petrokemiska anläggningar kan karaktäriseras som ett konstant väsande eller brus som kan uppfattas dygnet runt på grund av den kontinuerliga driften. Under relativt kortvariga perioder, kanske någon gång per vecka, kan ljudnivån öka starkt vid utblåsningar eller fackling. Bakgrundsbullret och ljudstötarna kan verka störande på avstånd i storleksordningen 500–1 000 meter från anläggningarna.

1.9.2 Vattenföroreningar

Flera av de allmänna resonemang som fördes om luftföroreningar gäller även vattenföroreningar. Det gäller t. ex. osäkerheterna om vad som släpps ut och effekterna av utsläppen. Dessa resonemang kommer inte att upprepas här.

Det finns ett samband mellan vattenföroreningar och luftföroreningar på så sätt att minskade vattenföroreningar ofta medför ökade luftföroreningar. Exempel är att vattenkylning ersätts med luftkylning och organiska ämnen bränns i stället för att släppas ut i vattendragen. Investeringarna i åtgärder för att minska vattenföroreningarna har länge överstigit motsvarande investeringar för luftföroreningarna. Utsläppen av vattenföroreningar har som följd av denna investeringspolicy kunnat minskas kraftigt för många anläggningar. I tabell 1:46 visas några exempel.

Den starka reduktionen i utsläppen av biokemiskt syreförbrukande ämnen från nya anläggningar jämfört med äldre beror för eten och tereftalsyra på installerandet av avloppsvattenrening. Ett sådant förfaringssätt innebär minskade vattenföroreningar men en bieffekt blir att det bildas slam från reningensanläggningen som måste deponeras någonstans eller brännas. Reduktionen i utsläppen från polypropen-anläggningarna enligt tabellen beror enligt källan på att stordriftsfördelar möjliggjorde att en återvinningsanläggning kunde installeras.

Medan mängden luftföroreningar från petrokemiska anläggningar ligger i storleksordningen 100-tals till 1 000-tals ton per år, uppgår mängden vat-

Tabell 1:46 Vattenföroreningar från några petrokemiska anläggningar. Uppgifterna avser att spegla skillnaden i utsläpp mellan äldre och nyare (slutet av 60-talet) anläggningar

Produkt	Kapacitet ton/dygn	Utsläpp av organiska ämnen angivna som kg BS ₇ /ton produkt
Eten		
– äldre	200	1,3
– nyare	450	0,2
Polypropen		
– äldre	55	6,0
– nyare	80	1,3
Tereftalsyra		
– äldre	160	13,0
– nyare	330	1,5

Källa: E. Porter, Pollution in four industrialized estuaries. Her Majesty's Stationery Office, London 1973

tenförorenande ämnen till 10–100-tals ton per år, således i princip en tiondel. Detta förhållande torde till viss del bero på de stora investeringar som gjorts för att minska vattenföroreningarna. Men det beror också på att huvuddelen av de ämnen som hanteras inom petrokemisk industri är kolväten och som sådana svårösliga i vatten. Det visar sig också att vattenföroreningarna från de senare led i förädlingskedjorna, där kolvätena oxiderats till oxider, alkoholer och syror och därigenom blivit mer vattenlösliga, är större än från de tidigare leden.

Huvuddelen av de utsläppta organiska ämnena bryts ned i recipienten. För denna nedbrytning åtgår syre och vid utsläpp i recipienter med sämre vattenomsättning eller i recipienter, som belastas med organiska utsläpp även från annan verksamhet, kan syrehalter sjunka till kritiska värden. Effekterna av detta kan bli ekologiska förändringar i recipienten. Det kan t. ex. bli ont om en viss fiskart och i extremfallet helt syrefattigt vatten kan svavelväte bildas. Sådana förändringar har konstaterats på många håll, men det är svårt att direkt klargöra vilken roll de organiska utsläppen från den petrokemiska industrin har spelat. Det beror på att utsläppen av syreförbrukande ämnen från t. ex. tätorter är betydligt större än utsläppen från den petrokemiska industrin.

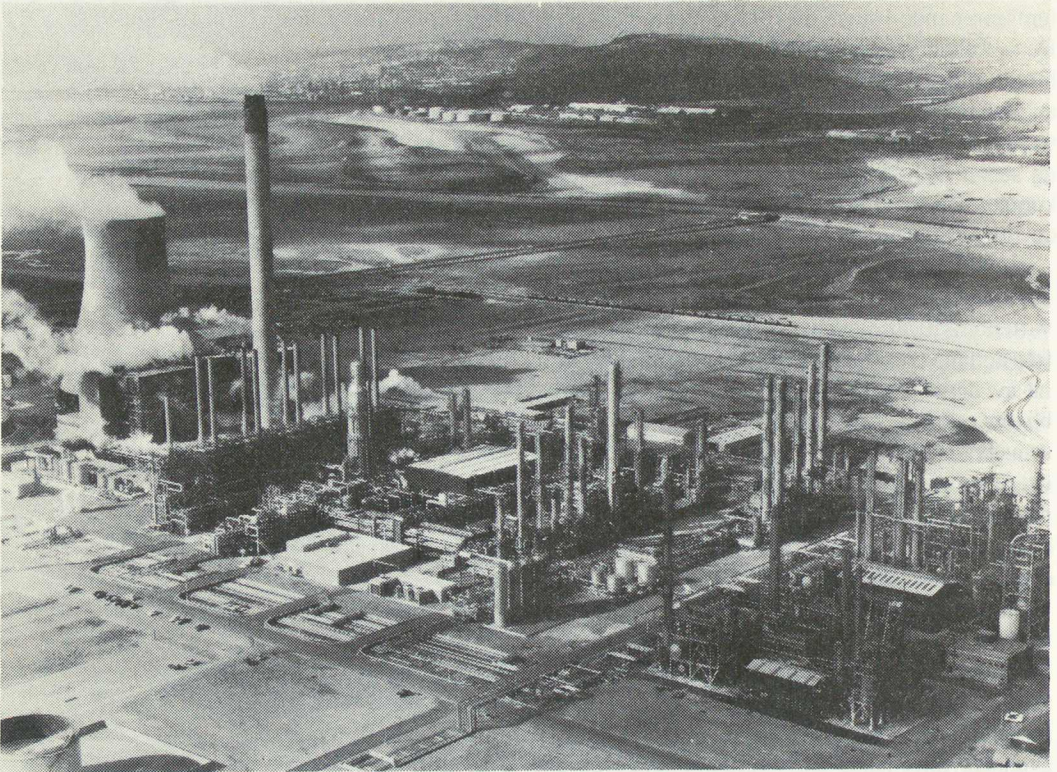
Vissa av den petrokemiska industrins vattenföroreningar kan öka risken för störningar i miljön genom sin giftighet. Ett exempel är klorerade kolväten. Det har vid laboratorieförsök konstaterats att de halter av dessa i vatten, som kan orsaka död bland vattnens organismer, i vissa fall är extremt små, i storleksordningen miljondelar. Man måste då naturligtvis misstänka att även betydligt lägre och i vattenområden påverkade av utsläpp förekommande halter kan medföra ekologiska effekter.

Den petrokemiska industrin släpper även ut en rad oorganiska ämnen i vatten, t. ex. cyanider och kromföreningar. Kvantiteterna är sällan särskilt stora jämfört med annan industri, men utsläppen bidrar självfallet till att höja den allmänna föroreningsnivån i ett område.

1.9.3 Landskapsbildspåverkan

Petrokemiska anläggningar samlokaliseras som tidigare framhållits ofta till ett petrokemiskt komplex. Ett sådant kan bestå av tiotals olika anläggningar och uppta en yta av flera kvadratkilometer. I höjddled kan skorstenar och facklor nå över 100 meter och destillationskolonner kan vara upp till 80 meter höga. I vissa fall – speciellt i Storbritannien – används kyltorn av betong med höjder kring 100 meter och diameter på 50–100 meter (se figur 1:20). En sådan anhopning av industriell verksamhet innebär självfallet en mycket stor påverkan på landskapsbilden. Genom att petrokemin kännetecknas av kontinuerlig drift kommer landskapsbilden att påverkas även nattetid av belysning på apparatur och i byggnader samt av lågorna från facklor.

Även utanför själva komplexet påverkas, liksom vid all tung industriell verksamhet, landskapsbilden av kraftledningar och transportleder och den ofta omfattande trafiken på dessa. Lederna får också funktionen av spärrar som begränsar människornas rörelsefrihet i området.



Figur 1:20 Flygfoto av BP Chemicals etenanläggning i Baglan Bay, Wales.

Underbilaga till bilaga 1

Petrokemiska processer

Den efterföljande beskrivningen av olika petrokemiska processer syftar till att ge den i petrokemi oinvigde läsaren en mycket schematisk presentation av tillverkningen av olika petrokemiska produkter. Beskrivningen skall ge en känsla för processernas komplexitet samt en grov uppskattning av förbrukningen av olika råvaror och hjälpvaror.

En petrokemisk produkt kan vanligtvis tillverkas via ett flertal olika processer med varierande förbrukning av råvaror och hjälpvaror. Polystyren kan t. ex. produceras genom mass-, suspensions-, emulsions- eller lösningspolymerisation. De olika polymerisationsmetoderna utförs vid olika processbetingelser, förbrukar olika mängder hjälpvaror och ger olika biprodukter och avfallsmängder. Det är därför vanligtvis mycket svårt att ge en generell uppskattning av behovet av råvaror och hjälpvaror utan att specificera vilken process som avses.

En annan faktor som försvårar givandet av generella förbrukningstal, är det förhållandet, att en specifik tillverkning ofta ingår i ett större petrokemiskt komplex, där olika integrationsvinster kan uppnås, t. ex. ett bättre utnyttjande av lågvärdig ånga. Unifos kan t. ex. i Stenungsund utnyttja överskottsånga från tillverkningen av LD-polyeten vid produktion av HD-polyeten. Hade HD-polyetenanläggningen legat fristående så hade generering av ånga varit nödvändig. Denna möjlighet till integrationsvinster är av stor betydelse vid uppförandet av större komplex och är i många fall avgörande för val av energimedium (ånga, elkraft, brännas).

Förbrukningen av kylvatten i de efterföljande processbeskrivningarna avser tillförsel av färskvatten till ett cirkulerande kylvattensystem.

Behovet av direktbränsle avser bränsleförbrukningen utöver vad som behövs för ånggenerering.

Med hänsyn till ovanstående bör de i det följande angivna förbrukningstalen för råvaror och hjälpvaror endast betraktas som riktvärden. För de olika processerna anges avfallsmängder och emissioner i de fall tillverkning finns inom landet. De givna uppgifterna avser då respektive företags lovgivna utsläpp enligt koncessionsnämnden för miljöskydd om ej annat specificeras. För de processer, där inhemsk tillverkning saknas, har inga utsläpp redovisats med hänsyn till vad som sagts ovan rörande olika processlösningar och integrationsmöjligheter. Inte heller har lovgivna svaveldioxidutsläpp angivits, då dessa är direkt relaterade till de olika anläggningarnas bränsleför-

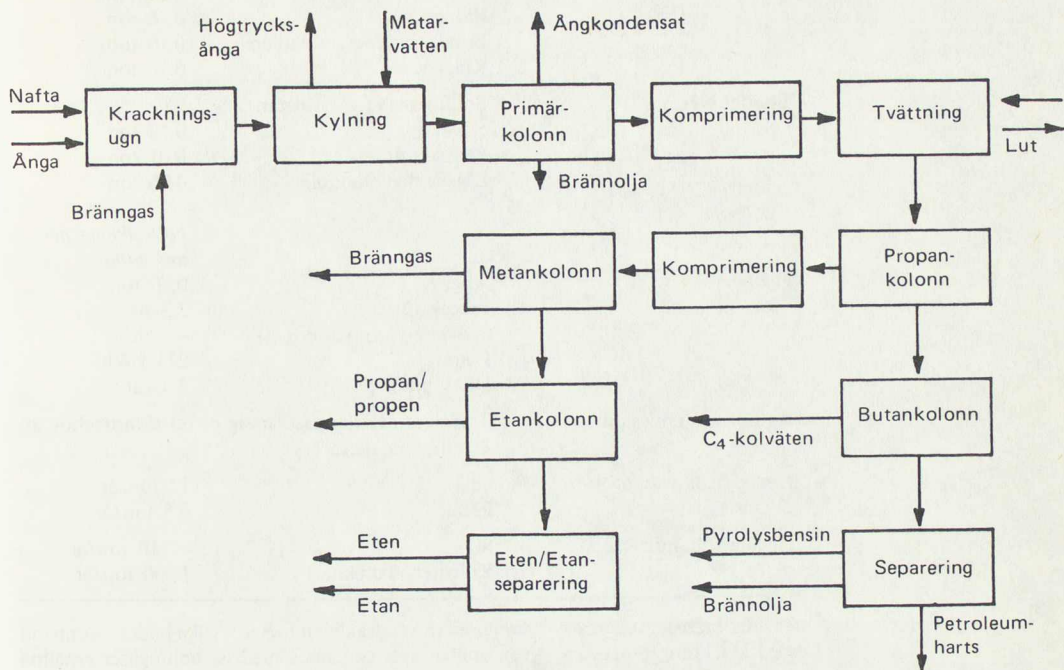
brukning och de regler som gäller svavelhalten i använda bränslen.

I efterföljande tablå redovisas de olika petrokemiska processer som diskuteras på följande sidor.

Behandlade petrokemiska processer

Process	Sid
Ångcrackning	153
LD-polyeten	155
HD-polyeten	156
Vinylklorid	157
Polyvinylklorid	159
Etenoxid	160
Polypropen	161
Propenoxid (Klorhydrinprocessen)	162
Propenoxid/Styren (Halconprocessen)	163
n-Butyraldehyd	165
2-etylhexanol	167
Dioktylfthalat	168
Butadienextraktion	169
Styren-butadiengummi (SBR)	170
Bensen	171
Etylbensen	172
Styren	173
Polystyren	174
Omättad polyester	175
Ftalsyraanhydrid	177

Ångkrackning



Processbeskrivning: (Processbeskrivning och förbrukningstal avser Esso Chemicals kracker i Stenungsund, vilken inte har ett i många avseenden typiskt flödesschema). Råvaran utgöres av nafta (C_5 - C_{10} -kolväten), som tillsammans med vattenånga passerar genom ett tubsystem i gaseldade krackningsugnar. Blandningen upphetas därvid under bråkdelen av en sekund till ungefär $850^\circ C$, varvid de mättade kolvätemolekylerna bryts sönder och övergår i omättade föreningar.

För att sönderfallet inte skall drivas för långt avkyles gasblandningen snabbt efter krackugnarna i värmeväxlare. Härvid erhålles samtidigt högtrycksånga som användes för drift av turbiner, som via kompressorer åstadkommer komprimering och kylning av gasblandningen i efterföljande steg. Gasblandningen från ugnarna kyles ytterligare i primärkolonnen, samtidigt som erhållen brännolja och kondenserad krackningsånga avskiljes från gasblandningen.

Gasblandningen komprimeras till ca 12 bar, varefter kvarvarande svavel i gasen tvättas ur. Kolväströmmen torkas därefter för att undvika frysproblem i processens senare led. I propankolonnen separeras propan/propen och lättare produkter från butadien/butener och tyngre produkter.

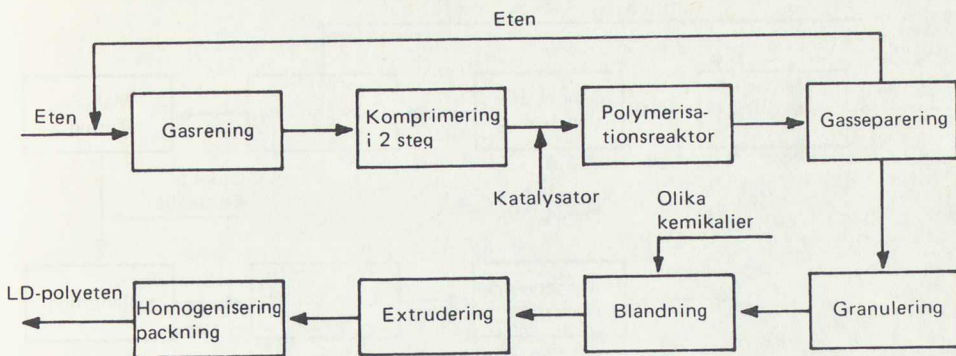
Den lättare fraktionen (C_3 och lättare) komprimeras till 27 bar, varefter etan/eten, propan/propen och lättare produkter renframställs via ett antal destillationssteg.

Även de tyngre produkterna utvinnes genom destillation i flera steg.

Råvaror	Nafta	<i>Utbyte per ton nafta</i>
Slutprodukter	Eten	0,31 ton
	Propen	0,16 ton
	Butan, butener, butadien	0,10 ton
	Krackbensin	0,18 ton
Biprodukter	Brännigas (vätgas, metan, etan)	0,18 ton
	Petroleumharts	0,01 ton
	Lågsvavlig brännolja	0,06 ton
		<i>Förbrukning per ton nafta</i>
Hjälpvaror	Ånga ^a	0,70 ton
	Processvatten	2,5 m ³
	Kylvatten (saltvatten)	4,3 m ³
	Elkraft	275 kWh
	Direktbränsle ^a	2 Gcal
Avfall och emission	(Lovgivet utsläpp baserar sig på ett råvarubehov av 1 milj. ton nafta/år)	
Utsläpp till vatten	Olja	12 ton/år
	Fenol	0,5 ton/år
Utsläpp till luft	SO ₂	< 10 ton/år
	Kolväten (beräknat)	1 000 ton/år

^a Direktbränslet utgöres av brännigas (huvudsakligen metan), vilka bildas i samband med krackningsprocessen. Även ångbehovet genereras medelst brännigas erhållna från processen. Krackningsanläggningar behöver vanligtvis inte tillföras externt bränsle.

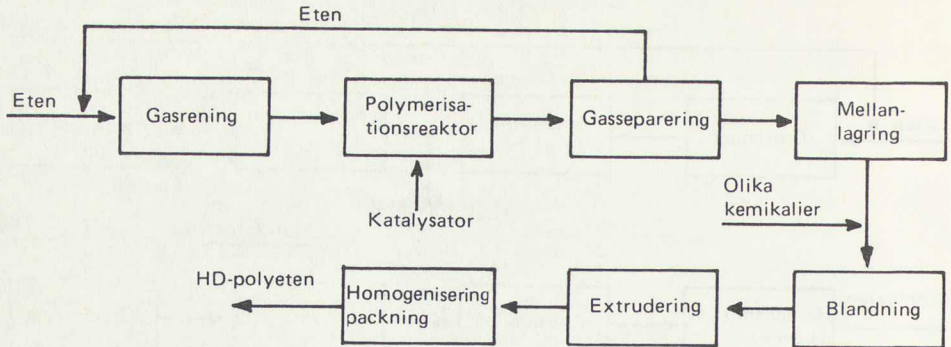
LD-polyeten



Processbeskrivning: Den inkommande etengasen renas genom destillation, varefter den komprimeras i två steg till ett slutligt tryck av 2 000–2 500 bar. Katalysatorn, vanligtvis en organisk peroxid, tillsättes efter komprimeringen men före polymerisationsreaktorn. Polymerisationen utföres i tubreaktorer vid en temperatur av ca 200° C. Oreagerad eten återvinnes i samband med den trycksänkning som äger rum när reaktionsblandningen överförs från reaktorn till separeringskärlet. Oreagerad eten recirkuleras. Polyetenet har här formen av en högviskös vätska. Bildad polyeten går till en granuleringsextruder och därefter till upparbetning. Först tillsättes olika kemikalier, t. ex. färgpigment och antioxidanter, varefter polyetenet åter extruderas och granuleras. Stuligen blandas granulatet för att utjämna eventuella variationer i produktkvaliteten. Produkten lagras, packas och distribueras.

		Förbrukning per ton LD-polyeten
Råvaror	Eten	1,05 ton
Hjälpvaror	Ånga	1,5 ton
	Processvatten	7 m ³
	Kylvatten	1 m ³
	Elkraft	1 500 kWh
	Direktbränsle	–
Avfall och emission	(Avser Unifos lovgivna utsläpp för tillverkning av 180 000 ton LD-polyeten och 60 000 ton HD-polyeten per år)	
	Utsläpp till vatten	11,5 ton organiskt material/år 0,3 ton kromater/år
	Utsläpp till luft	3 500 ton eten/år

HD-polyeten



Processbeskrivning: Unifos' tillverkning av HD-polyeten baserar sig på en gasfasprocess utvecklad av Union Carbide Corp.

För att undvika katalysatorförgiftning renas inkommande etengas på katalytisk väg. Den för polymerisationen använda katalysatorn förekommer i fast form och utgörs av olika kromföreningar. Den tillsättes kontinuerligt till reaktorn. Polymerisationen utföres i en fluidiserad bädd vid ett tryck av ca 20 bar och en temperatur av 85–100° C. Etengas cirkuleras genom den fluidiserade bädden, varvid den polymeriserar och bildar kontinuerligt växande polymerpartiklar. Gasen fungerar samtidigt som temperaturregulator.

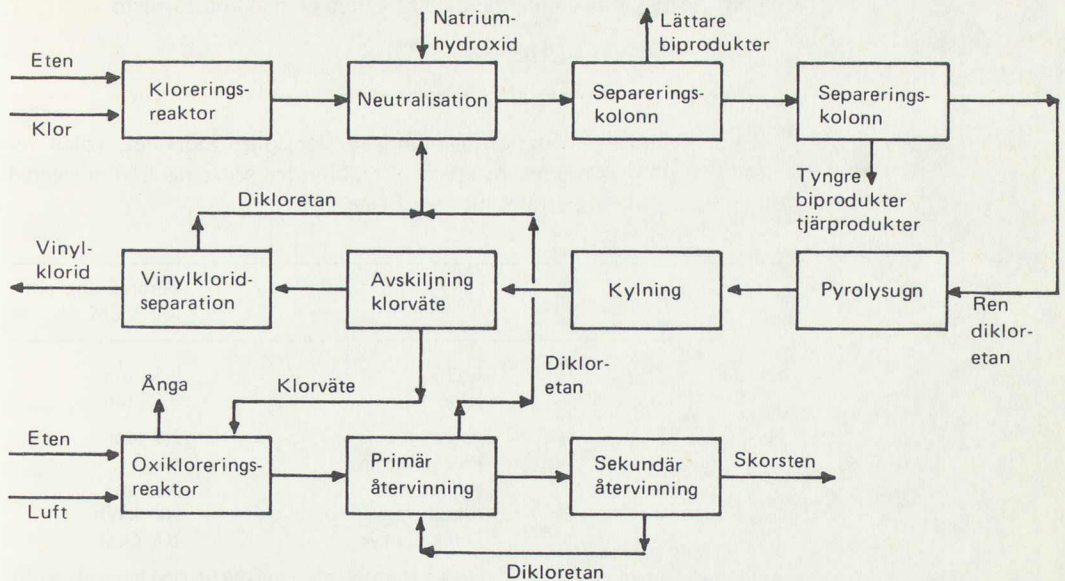
Polymerpartiklarna avskiljes intermittent från reaktorn. Medföljande etengas avskiljes i en separationstank och återcirkuleras till systemet (i Stenungsund går recirkulerad etengas till LD-polyetenets recirkulationssystem).

Polymeren mellanlagras, varefter den går till upparbetning. Diverse kemikalier tillsättes, t. ex. antioxidanter och färgpigment, varefter produkten granuleras. Efter blandning för att utjämna eventuella svängningar i kvaliteten lagras, packas och distribueras produkten.

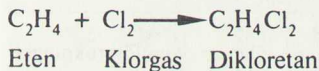
		Förbrukning per ton HD-polyeten
Råvaror	Eten	1,05 ton
Hjälpvaror	Ånga ^a	1 ton
	Processvatten	5 m ³
	Kylvatten	1 m ³
	Elkraft	600 kWh
	Direktbränsle	–
Avfall och emission	(Avser Unifos' lovgivna utsläpp för tillverkning av 180 000 ton LD-polyeten och 60 000 ton HD-polyeten/år)	
Utsläpp till vatten	11,5 ton organiskt material/år 0,3 ton kromater/år	
Utsläpp till luft	3 500 ton eten/år	

^a För närvarande erhålles överskottsånga från tillverkningen av LD-polyeten, varför ingen ånggenerering behövs.

Vinylklorid (VCM)

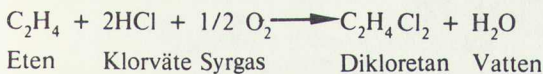


Processbeskrivning: Vinylklorid tillverkas utifrån eten och klorgas via dikloretan. Dikloretan tillverkas dels i en kloreringsreaktor, dels i en oxikloreringsreaktor. I kloreringsreaktorn bildas dikloretan utifrån eten och klorgas enligt formeln



Reaktionen är exoterm, dvs. den utvecklar värme, och utföres i vätskefas och med katalysatorn löst i vätskan. Vanligtvis användes recirkulerad dikloretan som lösningsmedel och reaktionstemperaturen är ca 50° C. Reaktionen utföres strax över atmosfärstryck. Katalysatorn utgöres oftast av järn(3)-klorid.

I oxikloreringsreaktorn bildas dikloretan utifrån eten, luft (syrgas) och klorväte (biprodukt vid spjälkningen av dikloretan till vinylklorid) i gasfas enligt reaktionsformeln



Processen är starkt exoterm och temperaturregleringen sker genom ånggenerering. Katalysatorn utgöres här av kopparklorid på aluminiumoxid som bärare och reaktionstemperaturen är 250–315° C. Reaktionen utföres vid ca 4–7 bars tryck.

Rå dikloretan från klorerings- och oxikloreringsreaktor samt från vinylkloridseparationsenheten sammanföres, neutraliseras med natriumhydroxid för att avlägsna klorväte, samt renas från lättare och tyngre biprodukter

genom destillation. Dikloretan krackas därefter till vinylklorid i direkteldade ugnar vid en temperatur av ca 500° C enligt reaktionsformeln



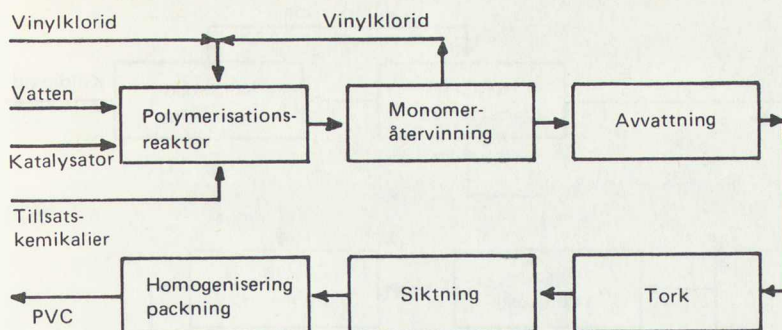
Dikloretan Vinylklorid Klorväte

Efter kylning av reaktionsblandningen frångiljes klorvätet, vilket recirkuleras till oxikloreringsreaktorn. Vinylkloriden separeras från oreagerad dikloretan, vilken återföres till processen.

		Förbrukning per ton VCM
Råvaror	Eten	0,50 ton
	Klor	0,65 ton
Hjälpvaror	Ånga	2,5 ton
	Processvatten	1 m ³
	Kylvatten ^a	0,25 m ³
	Elkraft	200 kWh
	Direktbränsle	0,8 Gcal
Avfall och emission	(Avser KemaNords lovgivna utsläpp baserade på en produktion av 260 000 ton VCM/år)	
Utsläpp till vatten	10 ton alifatiska kolväten/år	
	160 ton natriumformiat/år	
Utsläpp till luft	470 kg alifatiska kolväten/timme	
	280 kg eten/timme	
Fast avfall	5 000 ton klorerade tjärprodukter/år. Brännes.	

^a KemaNord tillämpar indirekt kylning med saltvatten. Den angivna förbrukningen avser hela Stenungsundsanläggningens behov av sötvatten för kylning.

Polyvinylklorid (PVC)



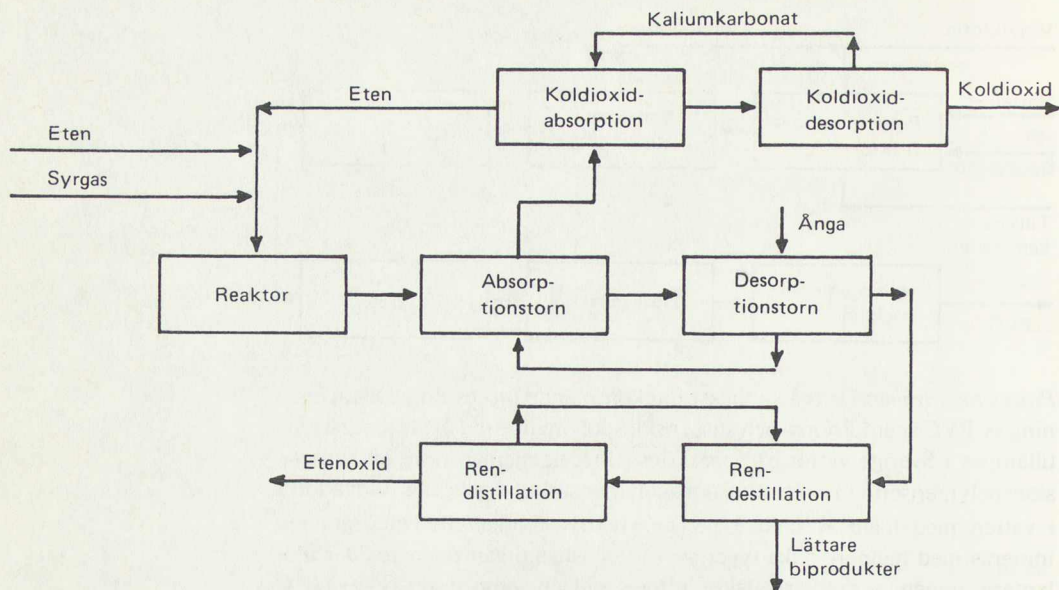
Processbeskrivning: De två vanligast förekommande processerna för tillverkning av PVC är emulsions- och suspensionspolymerisering. Båda processerna tillämpas i Sverige varför båda beskrivs. (Processschemat avser en suspensionspolymerisering.) Vid emulsionspolymerisering emulgeras vinylklorid i vatten med hjälp av olika typer av ytaktiva ämnen. Polymerisationen initieras med hjälp av olika typer av vattenlösliga organiska peroxider. Polymerisationen, som sker satsvis, utföres vid en temperatur av 50–60°C och ett tryck av 7–10 bar. Efter slutförd polymerisation avskiljes och recirkuleras oreagerad vinylklorid. Polymeren torkas genom spraytorkning, finfördelas genom malning, siktas, homogeniseras och packas.

Vid suspensionspolymerisering användes olika typer av organiska peroxider som katalysatorer, vilka är lösliga i monomeren. Processbetingelserna är i stort desamma som vid emulsionspolymerisering, dvs. temperaturen är 50–60°C och trycket är 7–10 bar. Efter avslutad polymerisation avskiljes och recirkuleras oreagerad monomer. Polymeren avvattnas genom centrifugering, torkas, siktas, homogeniseras och packas.

		Förbrukning per ton PVC	
		Emulsionspolymerisation	Suspensionspolymerisation
Råvaror	Vinylklorid	1,04 ton	1,04 ton
Hjälparvaror	Ånga	5 ton	2 ton
	Processvatten	4 m ³	5 m ³
	Kylvatten ^a	0,25 m ³	0,25 m ³
	Elkraft	350 kWh	350 kWh
	Direktbränsle	–	–
Avfall och emission	(Avser KemaNords lovgivna utsläpp baserade på en produktion av 150 000 ton/år)		
Utsläpp till vatten	45 ton organiska föreningar/år 2 ton vinylklorid/år		
Utsläpp till luft (prövotid)	265 kg vinylklorid/timme		
Fast avfall	600 ton/år. Deponeras på tipp.		

^a KemaNord tillämpar indirekt kylning med saltvatten. Den angivna förbrukningen avser hela Stenungsundsanläggningens behov av sötvatten för kyländamål.

Etenoxid



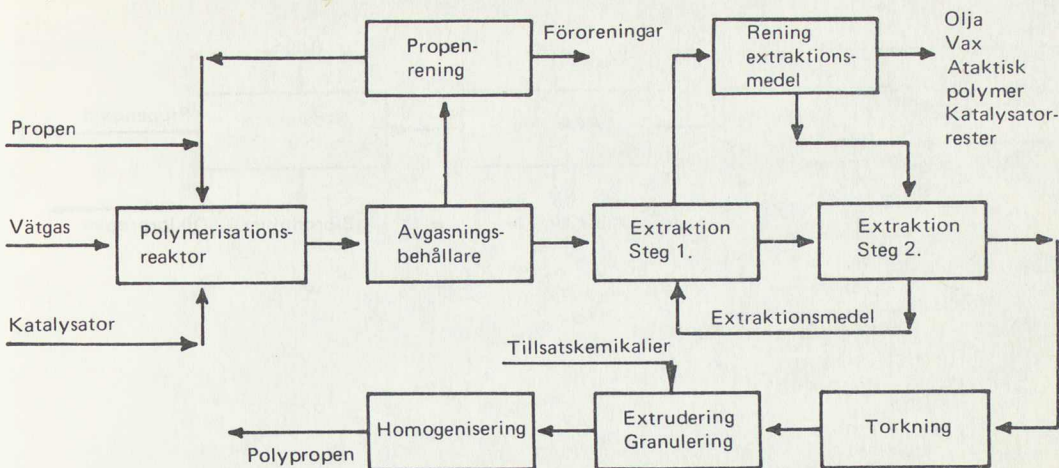
Processbeskrivning: Eten blandas med syrgas och oxideras i en tubreaktor fylld med en silverbaserad katalysator. Reaktionstemperaturen är 240–270° C och trycket ca 30 bar. Reaktionsblandningen går sedan till ett absorptionstorn där etenoxiden tvättas ut ur gasblandningen med hjälp av en mötande vattenström. Utgående gasflöde från absorptionskolonnen får i en efterföljande kolonn möta en ström av kaliumkarbonatlösning varvid gasens innehåll av koldioxid absorberas. Kvarvarande gas recirkuleras till reaktorn då den innehåller oreagerad eten. Kaliumkarbonatlösningen regenereras i en efterföljande kolonn, varvid koldioxiden avgår och lösningen kan recirkuleras till CO₂-absorptionskolonnen.

Etenoxiden avdrives ur vattenlösningen från absorptionstornet med hjälp av ånga, varefter den renas från olika biprodukter genom destillation i 2 steg.

		Förbrukning per ton etenoxid
Råvaror	Eten	0,95 ton
	Syrgas	1,31 ton
Hjälpvaror	Ånga	–
	Råvattenbehov ^a	8 m ³
	Elkraft	350 kWh
	Direktbränsle	0,6 Gcal
Avfall och emission	(Avser Berol Kemi's lovgivna utsläpp baserat på en produktion av 45 000 ton etenoxid samt 30 000 ton etenglykol/år)	
Utsläpp till vatten	55 ton organiska produkter/år (exkl. biologisk rening)	
Utsläpp till luft	500 ton eten/år 30 ton etenoxid/år (lagerförluster)	

^a Berol Kemi använder sig av saltvattenkyllning. Råvattenförbrukningen omfattar endast sötvattenbehovet.

Polypropen



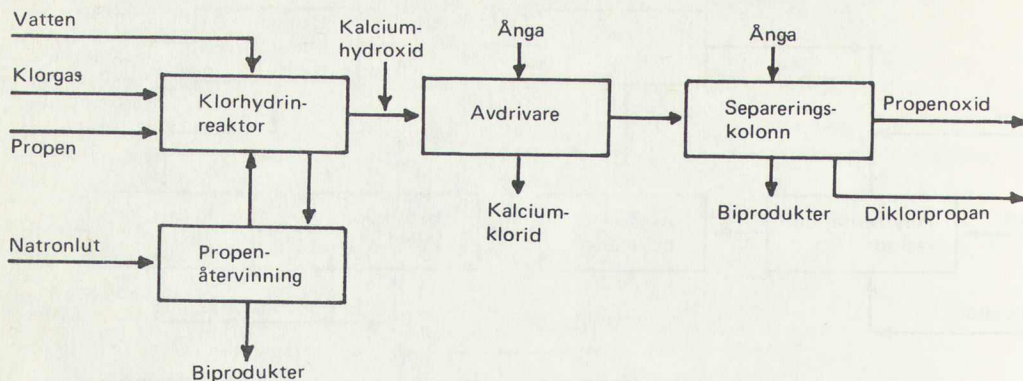
Processbeskrivning: I flertalet processer utförs polymerisationen i ett lösningsmedel av kolvätetyp såsom toluen eller normalhexan, medan i en del processer enbart propenmonomeren används som lösningsmedel. Följande processbeskrivning baserar sig på Dart Industries' teknologi, vilken utnyttjar monomeren som reaktionsmedium. Katalysatorn utgöres av titantriklorid modifierad med aluminiumalkyl. Den bildade polymerens kedjelängd regleras genom tillförelse av vätgas. Reaktionen är exoterm. Reaktortemperaturen hålls vid ca 55° C medelst återloppskökning och trycket är ca 20 bar.

Oreagerad propen avskiljes från polymeren i avgasningsbehållaren. Återvunnen propen renas genom destillation och återföres till reaktorn. Polymeren renas från katalysator och ataktisk polymer genom extraktion i 2 steg med en varm lösning av normalheptan respektive isopropanol surgjord med saltsyra. Extraktionslösningen renas genom en serie destillationer och återgår till processen.

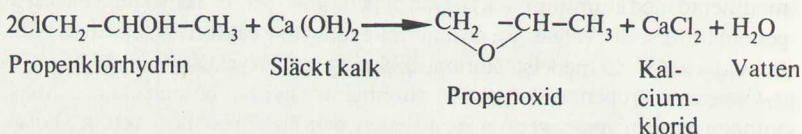
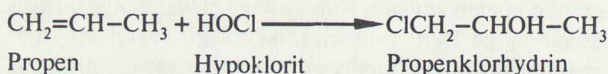
Polymeren torkas, eventuella tillsatskemikalier blandas i, varefter polymeren extruderas, granuleras, blandas och förpackas.

		Förbrukning per ton polypropen
Råvaror	Propen (99 %)	1,08 ton
Hjälpvaror	Ånga	3,7 ton
	Processvatten	3 m ³
	Kylvatten	1 m ³
	Elkraft	650 kWh
	Direktbränsle	–
Avfall och emission	(Enligt Unifos' ansökan för tillverkning av 75 000 ton polypropen per år)	
Utsläpp till vatten	4,9 ton organiskt material/år	
Utsläpp till luft	150 ton propen/år	
Fast avfall	1 450 ton/år (deponering)	

Propenoxid



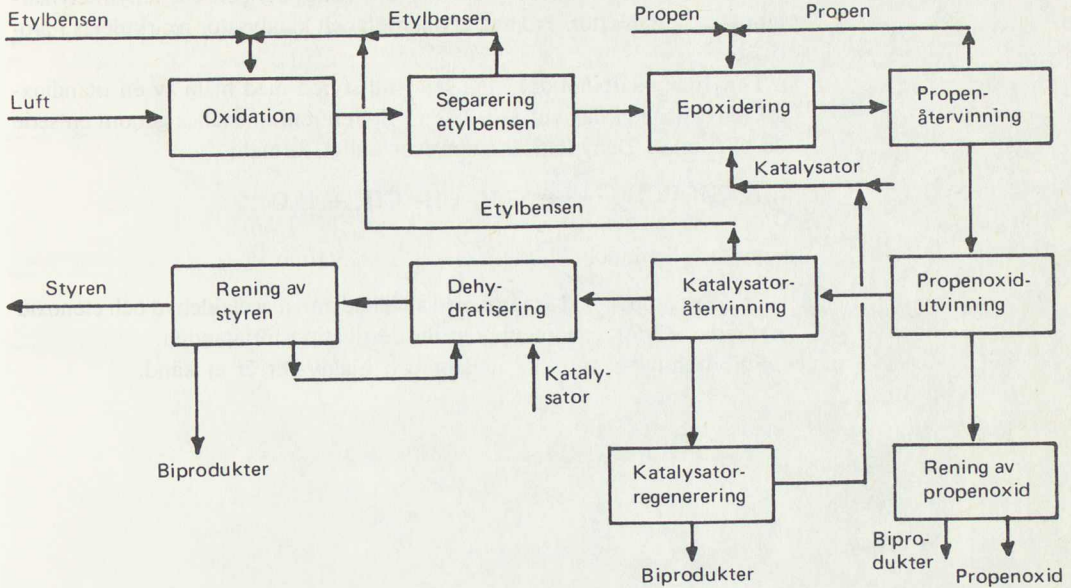
Processbeskrivning (Klorhydrinprocessen): Propengas tillsättes till en blandning av klor och vatten vid en temperatur av ca 50° C. Härvid bildas propenklorhydrin som sedan hydrolyseras till propenoxid, vanligen genom tillsats av släckt kalk. Reaktionen sker enligt reaktionsformeln



Genom att driva av propenoxiden med hjälp av direktånga förs oxiden snabbt bort från reaktionszonen. Den råa propenoxiden innehåller förutom vatten klorerade biprodukter. Slutlig rening sker genom vacuumdestillation.

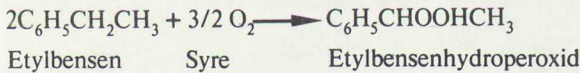
		Förbrukning per ton propenoxid
Råvaror	Propen	0,9 ton
	Klor	1,25 ton
	Osläckt kalk	1,5 ton
Hjälpvaror	Ånga	9 ton
	Råvattenbehov	1 m ³
	Elkraft	130 kWh
	Direktbränsle	—
Avfall och emission	Kalciumklorid	1,45 ton
	Diklorpropan (brännes)	100 kg

Propenoxid/styren (Halconprocessen)



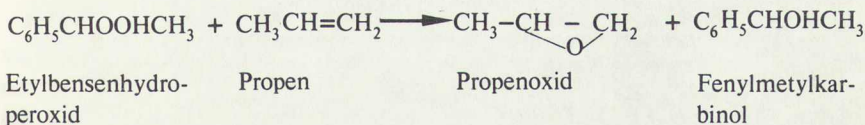
*Processbeskrivning:*¹ En process för tillverkning av propenoxid genom oxidation av propen har utvecklats av Halcon International, den s. k. Halconprocessen. Bildandet av biprodukter begränsas genom att processen går omvägen över organiska hydroperoxider. De två hydroperoxider som för närvarande är aktuella är tertiär butylhydroperoxid och etylbensenhydroperoxid. Val av peroxid beror av de lokala avsättningsmöjligheterna för de motsvarande sidoprodukterna tertiär butanol och styren. Sidoprodukterna bildas i förhållande 2,1/1 respektive 2,5/1 räknat på propenoxidmängden. I det följande beskrivs den process som baserar sig på etylbensen.

Etylbensen oxideras med luft i närvaro av en oxidationsinitiator, varvid bildas etylbensenhydroperoxid enligt reaktionsformeln:



Reaktionsprodukterna separeras i en gasfas och en vätskefas. Gasen, som till största delen utgörs av etylbensen, kondenseras och recirkuleras.

Hydroperoxiden reagerar med propen i vätskefas, varvid erhålles propenoxid och fenylmetylkarbinol. Katalysatorn utgöres av ett molybdensalt. Reaktionen utföres vid en temperatur av ca 90° C och ett tryck av 16–65 bar. Reaktionsförloppet kan åskådliggöras med formeln



¹ Processbeskrivning enligt A. L. Waddams: Chemicals from Petroleum.

I ett flertal efterföljande separationssteg uppdelas produktströmmen från epoxideringen i oreagerad propen, propenoxid, etylbensen, fenylmetylkarbinol och katalysator. Propen, etylbensen och katalysator recirkuleras i processen.

Fenylmetylkarbinol dehydratiseras till styren med hjälp av en titandioxidkatalysator i gasfas vid 180–280° C. Styren renframställes genom en serie destillationer. Dehydratiseringen sker enligt formeln



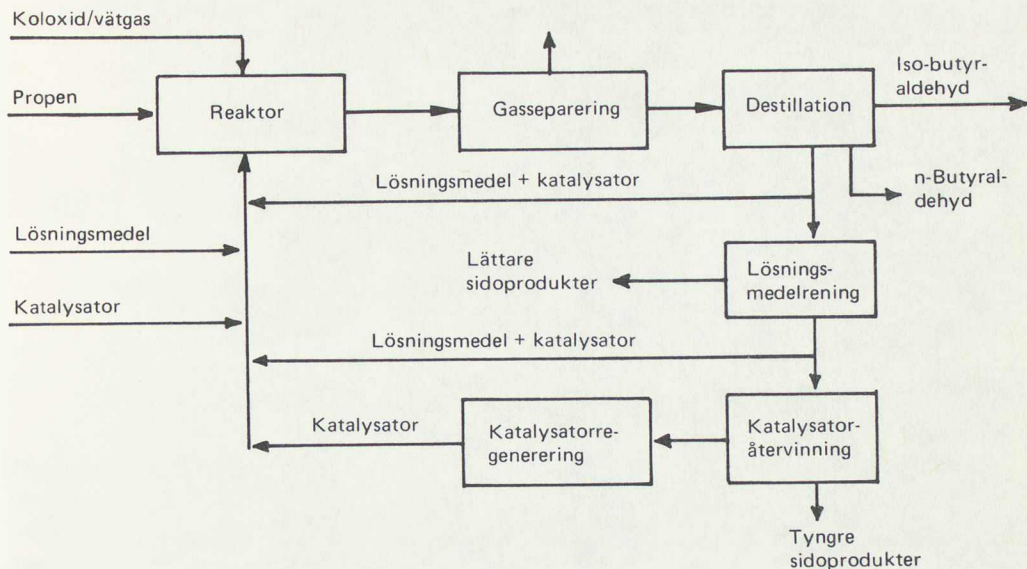
Fenylmetylkarbinol Styren

Vatten

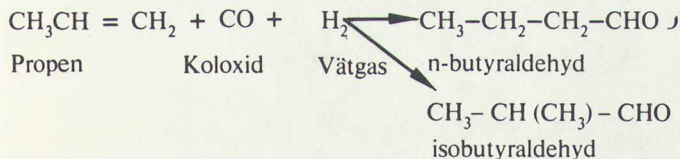
Erhållen propenoxid är förorenad av bland annat acetaldehyd och etenoxid och renas därför genom upprepade destillationsförfaranden.

Förbrukningen av olika råvaror och hjälpvaror är ej känd.

n-Butyraldehyd



*Processbeskrivning:*¹ *n*-Butyraldehyd tillverkas huvudsakligen enligt den så kallade oxoprocessen, vilken innebär att en olefin omvandlas till en aldehyd, innehållande en kolatom mer än olefinen, genom en reaktion med en gasblandning av koloxid och vätgas. Katalysatorn är vanligtvis koboltbaserad, men på senare tid har även rodiumbaserade katalysatorer blivit aktuella. Den i Stenungsund planerade butyraldehydanläggningen skall använda sig av rodiumbaserad katalysator. (Flödesschemat illustrerar en rodiumbaserad process). Reaktionen sker i vätskefas vid 60–120° och 1–50 bars tryck. Då propen användes som råvara erhålles både normal och isobutyraldehyd. Förhållandet mellan de två slutprodukterna kan varieras inom vida gränser. Användningen av isobutyraldehyd är begränsad, varför förhållandet normal/isobutyraldehyd önskas så högt som möjligt. Enligt uppgift ger rodiumprocessen ett förhållande av $n/i = 10:1$. Reaktionen kan åskådliggöras med formeln

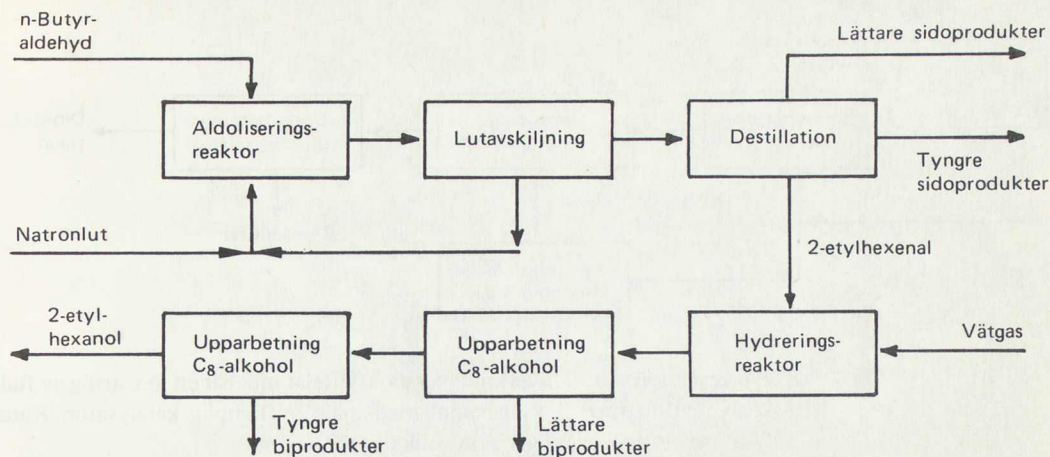


Reaktionsblandningen separeras i en gasfas och en vätskefas, varefter vätskefasen delas upp i ren *n*-butyraldehyd, isobutyraldehyd, lösningsmedel och katalysator. Vanligtvis hydreras isobutyraldehyden, varvid isobutanol erhålles. Katalysatorn recirkuleras i processen efter regenerering. Även lösningsmedlet återföres till reaktorn.

¹ Processbeskrivningen är hämtad från Hydrocarbon Processing, June 1975, sid. 83: B. C. Cornils, R. Payer och K. C. Traenckner: Oxo with rhodium catalysts.

Råvaror och hjälpvaror: Den sodiumbaserade processen finns ännu inte i kommersiell drift, utan endast i halvstor skala. Uppgifter saknas därför över behovet av råvaror, hjälpvaror, avfall och emission.

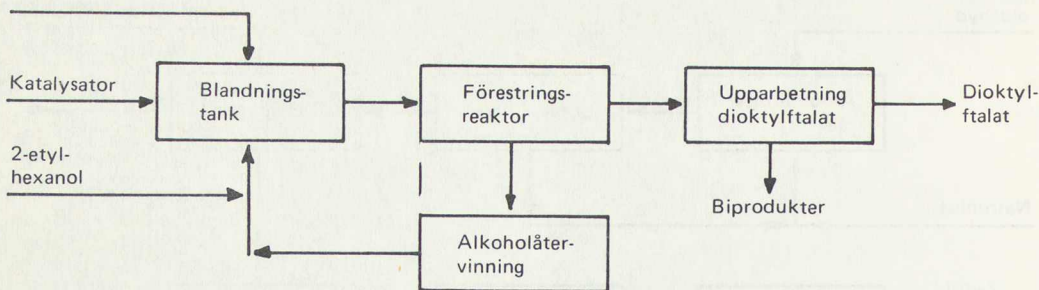
2-Etylhexanol (Oktanol)



Processbeskrivning: n-Butyraldehyd överförs via en aldolkondensation till 2-etylhexenal, som därefter hydreras till 2-etylhexanol. Aldolkondensationen, vilken innebär en hopkoppling av 2 molekyler n-butyraldehyd, utföres i närvaro av natriumhydroxid och vid ca 6 bars tryck och 130° C. Reaktionsprodukten (2-etylhexenal) separeras från natriumhydroxidlösningen och renas genom destillation före hydrering. Hydreringen utföres vanligtvis vid atmosfärstryck och vid en temperatur av ca 130° C över en kopparkatalysator. Erhållen 2-etylhexanol renas genom destillation i 2 steg, varvid låg- och högkokande föroreningar avskiljes och förbrännes.

		Förbrukning per ton oktanol
Råvaror	n-Butyraldehyd	1,2 ton
	Vätgas	0,03 ton
	Natronlut	0,01 ton
Hjälpvaror	Ånga	2 ton
	Råvattenbehov	0,4 m ³
	Elkraft	250 kWh
	Direktbränsle	–
Avfall och emission	Processen torde förorsaka högst begränsade utsläpp, då erhållna biprodukter brännes	

Dioktylfталат (DOP)

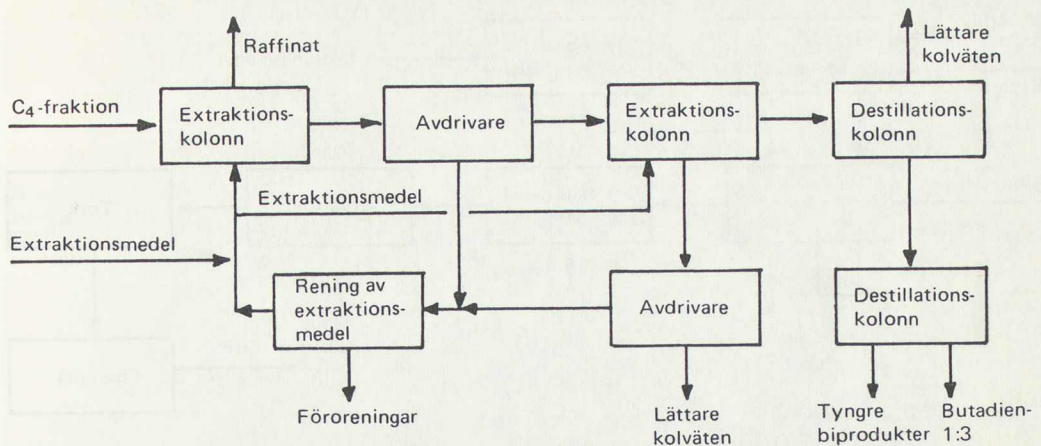


Processbeskrivning: Tillverkning av dioktylfталат innebär en förestring av ftalsyraanhydrid med 2-etylhexanol med hjälp av lämplig katalysator. Katalysatorn utgöres vanligtvis av olika syror.

2-etylhexanol, ftalsyraanhydrid och katalysator blandas i en blandnings-tank, varefter lösningen går till en förestringsreaktor. Tillverkningen sker satsvis. Reaktionen utföres vid en temperatur av ca 200° C. Esterbildningen gynnas av ett alkoholöverskott, men motverkas av det vatten som bildas vid förestringsprocessen. Vattnet avlägsnas därför genom att successivt sänka trycket i reaktorn, varigenom vatten och alkohol kokar bort. Efter kylning separeras alkoholen från vattnet och recirkuleras till reaktorn. Efter slutförd förestring avdestilleras kvarvarande alkohol, som renas och recirkuleras. Erhållen dioktylfталат renas i efterföljande steg.

		Förbrukning per ton DOP
Råvaror	Ftalsyraanhydrid	0,4 ton
	2-etylhexanol	0,7 ton
Hjälppvaror	Ånga	1,2 ton
	Råvattenbehov	1 m ³
	Elkraft	80 kWh
	Direktbränsle	-
Avfall och emission	(Avser Berol Kemis lovgivna utsläpp)	
Utsläpp till vatten	0,5 kg organisk substans/ton DOP	
Övrigt	Diverse biprodukter, vilka brännes	

Butadienextraktion



Processbeskrivning: Följande processbeskrivning är i stort baserad på den process som utvecklats av Nippon Zeon.

Råvaran utgöres av den C₄-fraktion som erhålles som sidoprodukt vid ångkrackning av nafta. Den innehåller vanligtvis 40–50 % butadien. Övriga komponenter är huvudsakligen butener och en mindre mängd butaner. Butadien utvinnes ur C₄-fraktionen genom extraktion där dimetylformamid (DMF) utnyttjas som extraktionsmedel.

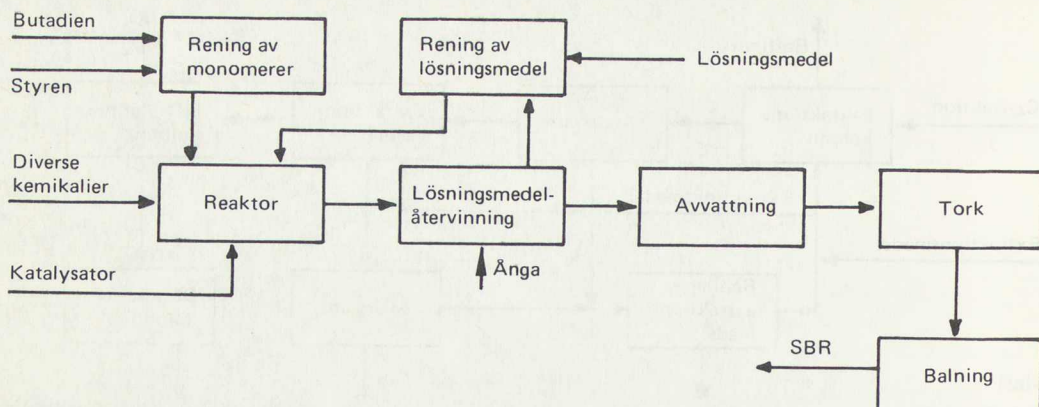
Produkter, som är mindre lösliga än butadien i DMF, separeras från butadienet i det första extraktiva destillationssteget. Den butadienrika strömen tillföres en avdrivare där DMF och lösta kolväten separeras.

De kolväten, som erhålles som toppprodukt från avdrivaren, tillföres den andra extraktiva destillationskolonnen. I detta steg, som arbetar vid högre temperatur, extraheras de komponenter, som är mera lättlösliga än butadienet. Butadienet erhålles således som en raffinatström från det andra steget.

Vissa komponenter har en löslighet i DMF, som avviker mycket litet från butadienets löslighet. Dessa komponenter utgöres dock av kolväten med kokpunkter, som markant avviker från butadienets kokpunkt, vilket möjliggör renframställning av butadienet genom destillation i 2 steg. För att undvika ackumulering av föroreningar i extraktionsmedlet renas en delström av recirkulerad DMF.

		Förbrukning per ton butadien
Råvaror	C ₄ -fraktion	2,5 ton
	Extraktionsmedel	0,5 kg
Hjälpvaror	Ånga	2,9 ton
	Processvatten	–
	Kylvatten	10 m ³
	Elkraft	160 kWh
	Direktbränsle	–
Avfall och emission	Tillverkning saknas inom landet, varför inget kan sägas om avfall och emissioner	

Styren-Butadien-Gummi (SBR)



Processbeskrivning: Den efterföljande processbeskrivningen avser tillverkning av lösningpolymeriserad SBR.

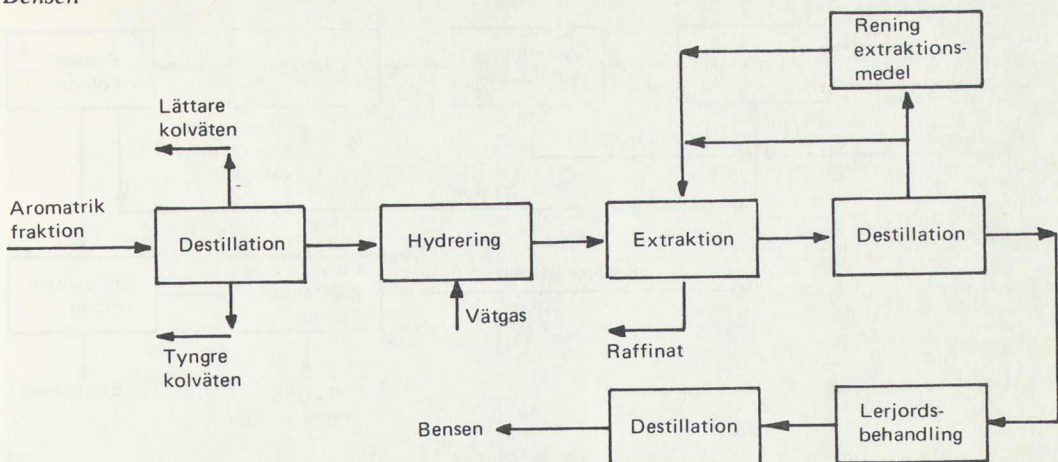
Polymerisationen utföres vanligtvis satsvis i en ca 10-procentig lösning av butadien och styren. Lösningsmedlet består av en blandning av olika C₆-kolväten. Processen använder sig av ett organo-metalliskt katalysatorsystem, baserat på litiumalkyl. För att eliminera katalysatorgifter i monomererna och lösningsmedlen (framför allt vatten) renas dessa bland annat genom destillation och adsorption.

Oreagerad monomer återvinnes och recirkuleras till reningsenheten. Lösningmedlet drives av från polymeren med ånga, renas och återanvändes i processen. Vid avdrivningen av monomererna och lösningsmedlen koagulerar polymeren och en slurry av polymerpartiklar i vatten bildas. Polymeren avvattnas, torkas och förpackas i balar om 30 kg.

Polymeren är i de flesta fall praktiskt oanvändbar i ren form. Därför modifieras rågummit genom tillsats av ett stort antal tillsatsämnen, såsom kimrök, olika typer av oljor, stabilisatorer m. m. Tillverkarna av SBR tillför ofta olja redan i tillverkningsledet, medan de övriga produkterna tillsättes hos gummikonverterarna.

		Förbrukning per ton SBR
Råvaror	Styren	0,25 ton
	Butadien	0,76 ton
Hjälpvaror	Ånga	10 ton
	Råvattenbehov	15 m ³
	Elkraft	500 kWh
	Direktbränsle	—
Avfall och emission	Tillverkning saknas inom landet, varför inget kan sägas om avfall och emission	

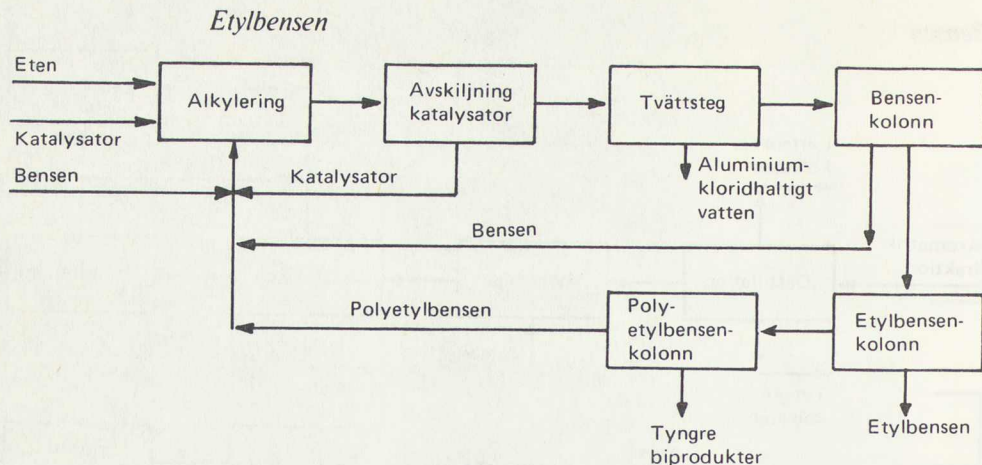
Bensen



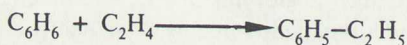
Processbeskrivning: (Processbeskrivningen avser en extraktiv destillation). En aromatrik fraktion separeras genom destillation i en C_6 -fraktion samt i en lättare (C_5 och lägre) och en tyngre (C_7 och högre) fraktion. C_6 -strömmen behandlas med vätgas för att omvandla omättade föreningar till mättade sådana för att undvika polymerisering i senare led.

I en separeringskolonn avskiljes sedan befintlig bensen från övriga kolväten med hjälp av ett lämpligt extraktionsmedel, t. ex. sulfolane. I ett efterföljande steg separeras bensen och extraktionsmedel genom destillation. Extraktionsmedlet recirkuleras till extraktionskolonnen efter viss rening. Råbensenen får därefter passera en bädd aktiv lerjord för att avlägsna eventuella olefiner, varefter den slutgiltigt renas genom destillation.

		Förbrukning per ton bensen
Råvaror	Pyrolyснафта	3,5 ton
	Vätgas	0,005 ton
Hjälpvaror	Ånga	2-2,5 ton
	Råvattenbehov	5 m ³
	Elkraft	35 kWh
	Direktbränsle	0,2 Gcal
Avfall och emission	Tillverkning saknas inom landet. Uppgifter om avfall och emissioner utelämnas då dessa blir beroende bland annat av processval och integrationsmöjligheter med andra produktionsanläggningar	



Processbeskrivning: Etylbensen tillverkas genom alkylering av bensen med eten enligt formeln



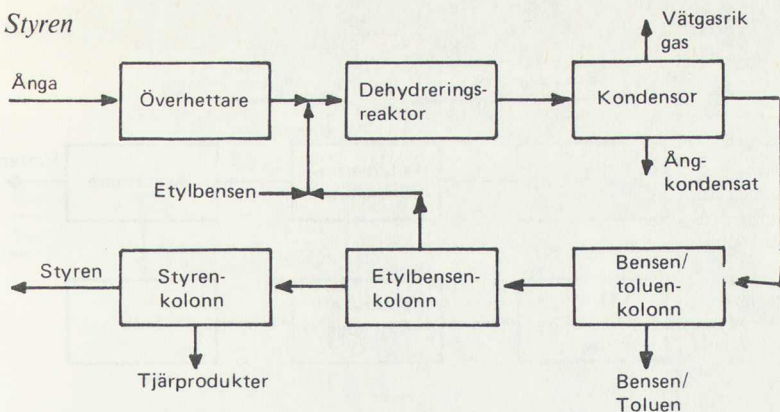
Bensen Eten Etylbensen

De vanligast förekommande alkyleringsprocesserna sker i vätskefas med aluminiumklorid som katalysator. Alkyleringen sker vid en temperatur av 80–130° C och vid måttligt tryck. Efter genomförd alkylering avskiljes katalysatorn och recirkuleras till alkyleringsreaktorn. Kolvätelösningen tvättas därefter med vatten för att avlägsna kvarvarande katalysatorrester.

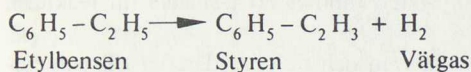
Icke reagerad bensen avskiljes i bensenkolonnen och recirkuleras. Därefter renas etylbensen från olika biprodukter i etylbensenkolonnen. De dominerande biprodukterna i processen är dietyl- och polyetylbensen. Dessa separeras från övriga tyngre biprodukter och recirkuleras till alkyleringsreaktorn, varigenom nybildning av dessa produkter undertrycks. Polyetylbensenerna omvandlas samtidigt till etylbensen.

Råvaror och hjälpvaror: Tillverkning av etylbensen är i de flesta fall direkt sammankopplad med styrentillverkning. Därför ges ej behovet av råvaror och hjälpvaror för enbart tillverkning av etylbensen utan behovet för hela komplexet etylbensen/styren (se styrentillverkning).

Styren



Processbeskrivning: Styren tillverkas genom katalytisk dehydrering av etylbensen enligt formeln



I det följande beskrivs den process, som har amerikanskt ursprung.

Reaktionen är endoterm och dehydreringen utföres vanligtvis vid 600–660° C. Katalysatorn utgöres av olika metalloxyder, t. ex. järnoxid med diverse promotorer och aktivatorer.

Lågt partialtryck av etylbensen gynnar bildandet av styren. Stora mängder överhettad ånga utnyttjas därför för utspädning av etylbensenen. Ångan fungerar samtidigt som energibärare.

Gaserna från reaktorn värmeväxlas med ingående ström och kondenseras. Icke kondenserbara gaser innehållande vätgas, koloxid och koldioxid utnyttjas vanligtvis som bränsle.

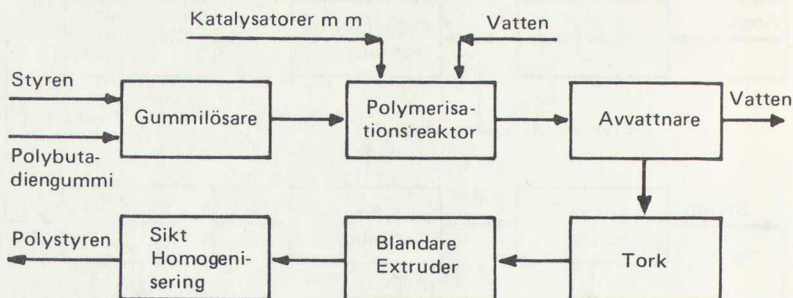
I bensen/toluen-kolonnen avdestilleras bensen och toluen. Destillationen utföres vid reducerat tryck, liksom även senare destillationssteg för att undvika polymerisation av styrenet. Därefter avskiljes etylbensen, vilken recirkuleras till dehydreringsreaktorn. I den sista kolonnen renas styren från olika tjärprodukter.

Behov av råvaror och hjälpvaror avser både en etylbensen- och en styrenanläggning.

		Förbrukning per ton styren
Råvaror	Bensen ¹	0,82 ton
	Eten	0,31 ton
Hjälpvaror	Ånga	1,70 ton
	Råvattenbehov	20 m ³
	Elkraft	65 kWh
	Direktbränsle	1,5 Gcal
Avfall och emission	Tillverkning saknas inom landet varför inget kan sägas om avfall och emissioner	

¹ Den angivna förbrukningen av bensen förutsätter återvinning och recirkulation av den bensen som bildas vid dehydreringen av etylbensen.

Polystyren

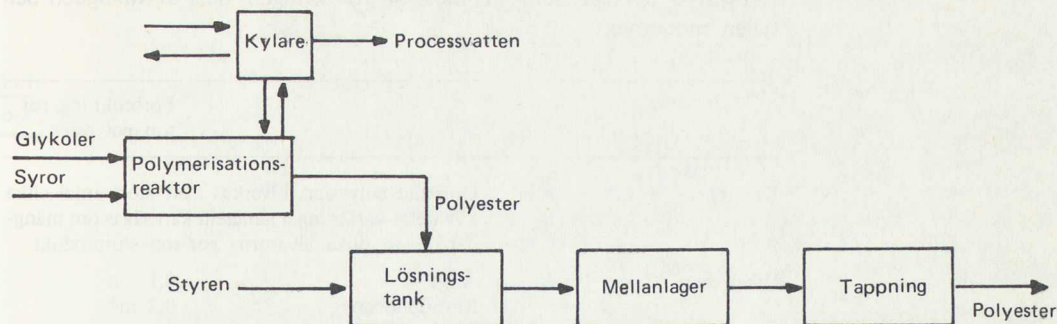


Processbeskrivning (suspensionspolymerisering): Processbeskrivningen omfattar tillverkning av slagseg polystyren. Vid tillverkning av normal polystyren bortfaller upplösning och inblandning av gummikomponenten. Vid tillverkning av expanderbar polystyren tillföres ett jämedel till reaktorn, vanligtvis pentan.

Gummi (polybutadien) löses i styren och pumpas därefter till polymerisationsreaktorn där lösningen suspenderas i vatten. Samtidigt tillsättes diverse kemikalier, t. ex. katalysator och suspensionsmedel. Vattenfasen möjliggör god temperaturkontroll av den exoterma processen. Efter avslutad polymerisation avvattnas polymeren och torkas. För utjämning av kvalitetssvängningar samt tillverkning av färgade kvaliteter blandas produkten innan den via en extruder granuleras, packas, lagras och levereras till kunden.

		Förbrukning per ton polystyren
Råvaror	Styren	1,0 ton
	Gummi (polybutadien)	0,05 ton
Hjälppvaror	Ånga	0,18 ton
	Processvatten	1 m ³
	Kylvatten, tvätt	11 m ³
	El	810 kWh
	Direktbränsle	–
Avfall och emission	(Avser Svenska Polystyrenfabrikens lovgivna utsläpp baserade på en produktion av 20 000 ton polystyren/år)	
Utsläpp till vatten	3 kg organisk substans/dygn	
Utsläpp till luft	10 ton styren/år	
Fast avfall	67 ton fosfater/år	

Omättad polyester



Processbeskrivning: Processen innebär en förestring mellan olika flervärdiga organiska syror och alkoholer i en polymerisationsreaktor. Reaktionsförloppet regleras med hjälp av temperaturen. Efter förestringen löses polymeren i en monomer, vanligtvis styren, och erhålles då i flytande form. Styrenet har även den viktiga funktionen att vid härdning av polyestern kemiskt reagera med dubbelbindningen i den omättade syran, varigenom de olika molekykedjorna tvärbindnes.

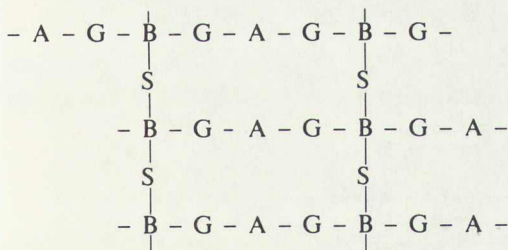
De vanligaste baskemikalierna för tillverkning av omättade polyesterar är:

- Mättad syra: Ftalsyraanhydrid, isoftalsyra
- Omättad syra: Maleinsyraanhydrid, fumarsyra
- Glykol: Propenglykol, etenglykol
- Monomer: Styren

Molekykedjorna hos polyestern kan enkelt beskrivas:



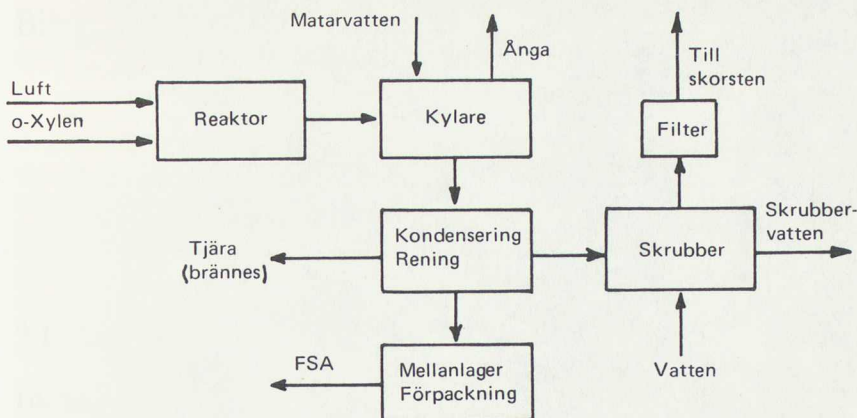
där A utgör den mättade tvåbasiska syran, B den omättade tvåbasiska syran och G glykolen. Estern förblir omättad, då på grund av molekylens form och storlek de omättade grupperna inte kommer i sådan kontakt med varandra, att några kemiska reaktioner äger rum. Om en reaktiv monomer S tillsättes erhålles en brobildning mellan de linjära polymererna och ett tredimensionellt nätverk erhålles enligt följande:



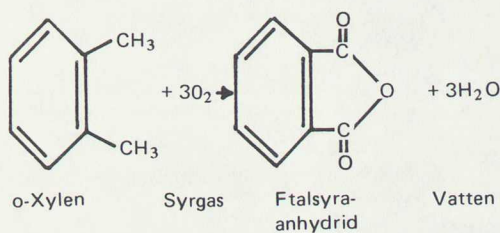
Egenskaperna hos polyestern bestämmas dels av typen och mängden syror respektive glykoler, som används vid förestningen, dels av mängden och typen monomer.

		Förbrukning per ton polyester
Råvaror	Omättad polyester tillverkas i ett stort antal olika kvaliteter varför inget generellt kan sägas om mängden av de olika råvarorna per ton slutprodukt	
Hjälpvaror	Ånga	0,1 ton
	Råvattenbehov	0,2 m ³
	Elkraft	40 kWh
	Direktbränsle	-
Avfall och emission	0,05 m ³ processvatten per ton produkt, vilket brännes	

Ftalsyraanhydrid (FSA)



Processbeskrivning: o-Xylen oxideras med luft i en tubreaktor innehållande en fast katalysatorbädd bestående av vanadinpentoxid. Processen kan schematiskt beskrivas med reaktionsformeln



Reaktionen är exoterm, dvs. avger värme, och utföres vid en temperatur av 350–400° C. Bildat reaktorbränsle återvinns medelst generering av hög- och lågtrycksånga. Efter reaktorn kyls gasblandningen ned till ca 170° C. Gasen kyls ytterligare i efterföljande kylare, varvid bildad ftalsyraanhydrid sublimerar på värmeväxlarens kyltor. Separeringskärlets ytor kyls och värms omväxlande i regelbundna intervaller. Genom uppvärmning av kontaktytorerna smälts ftalsyraanhydriden, varefter den renas genom destillation.

		Förbrukning per ton FSA
Råvaror	o-Xylen	1,0 ton
Hjälparor	Ånga	– 3,0 ton
	Processvatten	0,5 m ³
	Kylvatten	25 m ³
	Elkraft	950 kWh
	Direktbränsle	0,2 m ³
Avfall och emission	Tjärprodukter	0,003 ton
	Skrubbervatten	0,005 ton
	Div. lättflyktiga prod.	0,0025 ton

Samtliga lättare och tyngre biprodukter liksom skrubbervattnet brännes.

Bilaga 2 Petrokemisk industri i Sverige och Norden fram till 1975

2.1 Marknaden för vissa petrokemiska produkter

I detta avsnitt beskrivs den nordiska marknaden för petrokemiska produkter, med speciell tonvikt på de fem "stora" basplasterna HD-polyeten, LD-polyeten, PVC, polypropen och styrenplaster.

I avsnitt 2.1.2 redogörs för förbrukningsutvecklingen för olika basplaster i Sverige. En modell för utvecklingsförloppet för basplastförbrukningen presenteras i avsnitt 2.1.3. Med utgångspunkt från denna modell analyseras marknaden för de "fem stora basplasterna".

2.1.1 Petrokemiska produktgrupper

Den totala svenska förbrukningen av petrokemiskt baserade produkter kan på grund av avgränsningssvårigheter endast översiktligt beräknas. Inslaget av petrokemiska utgångsvaror varierar således avsevärt för olika varuområden. Tabell 2:1 som bland annat bygger på material som inhämtats i enkäter av Överstyrelsen för Ekonomiskt Försvar avser förbrukningen inom *vissa* större varuområden.

Total förbrukning av basplaster år 1973 kan beräknas till ca 550 000 ton, varav produktionen i Sverige var ca 500 000 ton. En betydande del av denna produktion är dock baserad på importerade petrokemiska råvaror såsom styren, akrylsyrastrar, vinylacetat, fenol, metanol, diisocyanater m. fl., för vilka

Tabell 2:1 Förbrukning av vissa större petrokemiska produkter

Vara	Förbrukning år 1973 Ton
Basplaster ^a för framställning av plastprodukter	380 000
Basplaster ^a för framställning av färger, limmer, emulsioner m. m.	150 000
Syntetiskt gummi	73 000
Syntetiska fibrer	11 200
Lösningsmedel och vissa andra bas-kemikalier	250 000

^a Endast innehåll av ren polymer anges

Källa: SOU 1975:57 Varuförsörjning i kristid

produkter inhemsk produktion saknas. I Sverige förekommer ej heller någon tillverkning av syntetiska gummi- eller fiberråvaror. Som jämförelse kan nämnas att av världsproduktionen år 1970 upptog basplasterna 49 %, elastomererna 9 %, fiberråvarorna 8 % och de organiska baskemikalierna 34 %. (Shell: Chemical Information Handbook 1972–1973.)

2.1.2 Basplaster

Med plast avses material som innehåller högmolekylära organiska föreningar och som under något bearbetningsstadium är plastiskt formbara till i regel fasta slutprodukter. Man kan i princip vid bearbetningen av plasterna dela in dessa i två huvudgrupper:

1. Termoplaster, vilka blir mjuka och formbara vid uppvärmning och stelnar vid avkylning. Detta medför att dessa plaster kan värmas upp och formas på nytt.
2. Härdplaster, vilka härdar vid en viss temperatur. Dessa kan vanligtvis inte formas på nytt vid förnyad uppvärmning.

Basplaster kan definieras som den grupp av slutprodukter inom den petrokemiska förädlingskedjan som utgör råvaror inom främst plast-, lim- och färgindustrin.

I råvaran till den bearbetande industrin ingår ofta mjukgörare, lösnings-

Tabell 2:2 Produktion, handel och förbrukning av basplaster^a i kton^b, 1973

	Produktion	Import	Export	Förbrukning
Etenplaster	193	88	125	156
Propenplaster	—	10	1	9
Vinylplaster	133	59	48	144
Styrenplaster	18	52	7	63
Akrylplaster	15	12	11	16
Övriga termoplaster	6	18	9	15
Summa termoplaster	365	239	201	403
Aminoplaster	115	26	25	116
Fenoplaster	53	5	3	55
Alkyder	35	5	12	28
Omättade esterplaster	15	14	5	24
Uretanplaster	16	3	1	18
Epoxiplaster	1	4	1	4
Summa härdplaster	235	57	47	245
Handel med halvfabrikat ^c		56	52	4
Summa basplaster	600			652

^a Inklusive mjukgörare, lösnings- och fyllnadsmedel

^b 1 kton = 1 000 ton

^c Produktion av plaströr, folier m. m., som ytterligare bearbetats före sin slutliga användning

Källa: SOS Industri 1973, Utrikeshandel 1973

Tabell 2:3 Förbrukning^a av plaster i kg per invånare

	1950	1960	1970	1974
Finland	–	–	59	75
Sverige	2	11	56	82
Danmark	–	–	54	58
Norge	–	9	35	54
Storbritannien	3	10	25	35
Italien	1	5	28	40
Frankrike	1	7	30	46
Västtyskland	2	15	54	78
Japan	0	6	37	53
USA	6	11	37	53
Världen	1	2	8	11

^a Begreppet inkluderar här även importerade helfabrikat

Källa: OECD: The Chemical Industry 1965–66, 1971–72. Sveriges Plastförbund. Diverse specialtidskrifter.

Anm: – Data saknas.

och fyllnadsmedel. Detta gäller speciellt härdplasterna men också i stor utsträckning PVC. Tabell 2:2 visar produktion och förbrukning av basplaster inklusive tillsatser. I produktionsledet utgör tillsatserna drygt 100 000 ton, vilket innebär att 1973 producerades i Sverige ca 500 000 ton basplaster. Hur stor del av importöverskottet som innehåller enbart plastsustans finns inga uppgifter om.

En jämförelse med andra industriländer visar att Sverige hör till de största förbrukarna av plaster per invånare och att förbrukningen har ökat förhållandevis kraftigt (se tabell 2:3).

År 1960 var förbrukningen i Sverige av termo- respektive härdplaster av samma storleksordning. Förbrukningstillväxten har emellertid sedan dess varit ungefär dubbelt så hög för termoplasterna. Självförsörjningsgraden för de två grupperna är ungefär lika hög. Bland termoplasterna är självförsörjningen för styrenplasterna mycket låg och har dessutom minskat under 60-talet. Bland härdplasterna utgör aminoplasterna och fenoplasterna den dominerande gruppen, även om uretan- och epoxiplasterna utvecklats snabbast – men från en låg nivå – under sextioalet.

2.1.2.1 Utrikeshandel

För perioden 1969–73 har den svenska exporten av basplaster ökat mer än importen, men fortfarande är dock importen större (tab. 2:4).

Den genomsnittliga prisnivån på importerade produkter ligger högre än på exporterade produkter, skillnaden har ökat från 26 öre per kg 1969 till 64 öre 1973. Förklaringen härtill är att Sverige så gott som helt saknar tillverkning av dyrare plaster för speciella användningar såsom polyamider, polykarbonater m. fl.

Den största delen av de importerade basplasterna kommer från Västeuropa och då främst EG-länderna som svarade för 69 % år 1973. Nära 60 % av exporten går till de övriga nordiska länderna. Handeln med de större ter-

Tabell 2:4 Sveriges utrikeshandel av basplaster 1960 samt perioden 1969–1973

År	Import kton	Export kton	Importöverskott	
			kton	Mkr
1960	52	30	22	107
1969	238	144	94	314
1970	296	153	143	429
1971	286	172	114	373
1972	320	222	98	355
1973	365	309	56	358

Källa: SOS Utrikeshandel 1960, 1969–1973

Tabell 2:5 Sveriges utrikeshandel 1973 med de "stora basplasterna", ton

	Etenplaster		Propenplaster		Styrenplaster		PVC	
	Import	Export	Import	Export	Import	Export	Import	Export
Norden	6 903	78 829	162	753	3 651	5 927	18 629	11 968
Västeuropa ^a	84 000	100 077	5 328	896	51 323	6 119	44 488	26 046
USA	3 519	12	3 789	–	265	–	396	3 119
Världen	88 078	124 585	9 499	919	51 743	6 529	45 343	38 922

^a inkl Norden

Källa: SOS Utrikeshandel 1973

moplasterna (uttryckt i ton) år 1973 framgår av tabell 2:5.

Med undantag för propenplaster kom över 95 % av importen från Väst-europa. Av exporten går 60–90 % till de nordiska länderna med undantag för PVC (30 %).

Tabell 2:6 Prisutvecklingen för olika basplaster (Index 1966 = 100)

	HDPE	LDPE	PP	PVC	Poly- styren	Allmänt producent- prisindex
1966	100	100	100	100	100	100
1967	109	91	100	91	96	100
1968	111	57	95	91	88	101
1969	102	57	80	91	89	105
1970	93	64	74	94	92	113
1971	86	64	66	96	92	115
1972	65	64	75	95	90	123
1973	88	92	149	101	100	135
1974	157	153	149	170	182	166
Priser kr/kg						
1966	2,2	2,1	2,4	1,8	2,1	
1974	3,4	3,3	3,6	3,0	3,9	

Källa: SCB:s producentprisindex, Unifos Kemi AB

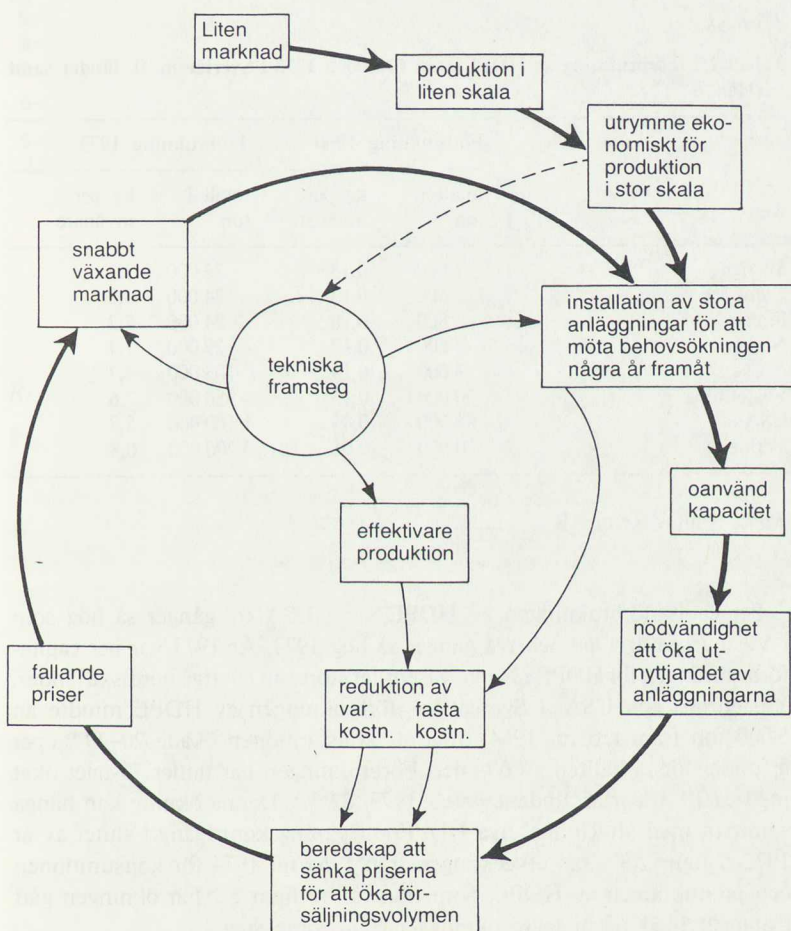
2.1.2.2 Prisutveckling

Av tabell 2:6 framgår producentprisernas utveckling för vissa basplaster. Som jämförelse anges också utvecklingen för det allmänna producentprisindexet. Basplastpriserna har fram till 1973 utvecklats betydligt förmånligare än priserna på övriga producentvaror. År 1974 höjdes priserna kraftigt och kom därmed för basplasterna att ligga på i stort sett samma nivå som övriga producentpriser, vid en tidsjämförelse med år 1966 som basår. Av de större basplasterna har eten- och propenplasterna prismässigt utvecklats mest fördelaktigt.

2.1.3 Utvecklingsmodell för basplastförbrukningen m. m.

I figur 2:1 visas en utvecklingsmodell för basplastförbrukningen.

Marknaden för basplaster har under hela efterkrigstiden varit starkt väx-



Figur 2:1 Modell för förbrukning, kostnader och priser för olika basplaster.

Källa: Shell, Chemical Information Handbook 1972-73, sid. 47.

ande. Samtidigt har stordriftsfördelarna – på grund av tillverkningens processkaraktär – varit mycket markerade i produktionsledet. Den tekniska utvecklingen har dessutom successivt bidragit till att sänka produktionskostnadskurvan. Detta har lett till stora anläggningar och därmed ett litet antal företag i branschen. I samband med att verksamheten byggts ut har de stora anläggningarna under en viss övergångsperiod haft en betydande överkapacitet.

Överkapaciteten har då tvingat företagen till sänkta priser. Marknaderna har därför ofta karaktäriserats av stora svängningar i kapacitetsutnyttjandet, ökning i byggandet av stora anläggningar samt prissvängningar kring en nedåtgående trend.

2.1.3.1 HD-polyeten (HDPE)

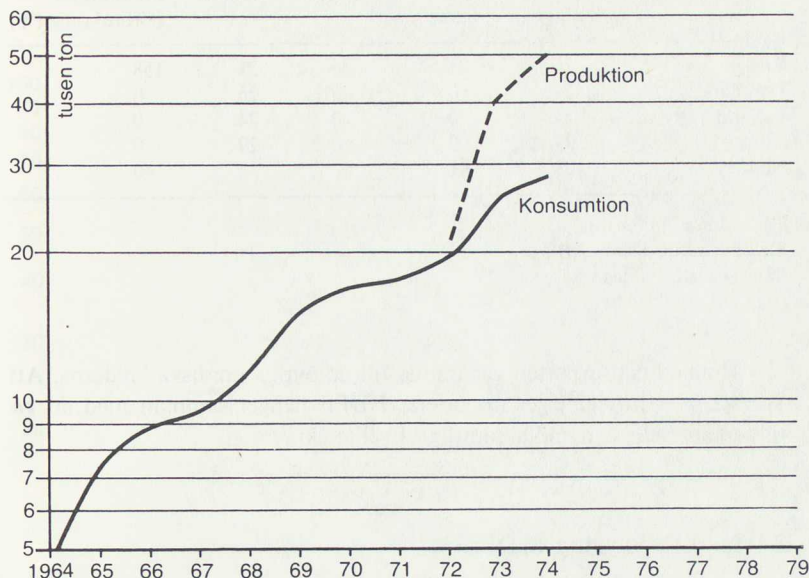
Förbrukning

Tabell 2:7 Förbrukning av HDPE åren 1960 och 1973 i Sverige m. fl. länder samt världen

	Förbrukning 1960		Förbrukning 1973	
	totalt i ton	kg per invånare	totalt i ton	kg per invånare
Sverige	1 000	0,13	26 000	3,2
Danmark	600	0,13	24 000	4,8
Finland	800	0,18	24 000	5,2
Norge	600	0,17	29 000	7,4
Norden	3 000	0,15	103 000	4,7
Västeuropa	50 000	0,15	950 000	2,6
USA	80 000	0,45	1 100 000	5,2
Världen	170 000	0,06	3 200 000	0,8

Källa: Unifos Kemi AB

Per capita-förbrukningen av HDPE var i USA tre gånger så hög som i Västeuropa år 1960 och två gånger så hög 1973. År 1973 var per capita-förbrukningen för HDPE i Norge väsentligt större än i övriga nordiska länder, Västeuropa och USA. I Sverige var förbrukningen av HDPE mindre än 5 000 ton fram t. o. m. 1964, trots att konsumtionen ökade 20–40 % per år under första hälften av 60-talet. Förbrukningen har under 70-talet ökat med ca 10 % per år, undantaget år 1973 (32 %). Denna ökning kan hänga samman med att Unifos' nya HDPE-anläggning kom igång i slutet av år 1972. I figur 2:2 visas utvecklingen från 1965 till 1974 för konsumtionen och produktionen av HDPE. Som framgår av figur 2:2 har ökningen gått i etapper med något lägre ökningstakt för varje steg.



Figur 2:2¹ Förbrukning och tillverkning av HDPE i Sverige 1960–1974 i kton²

Källa: Unifos Kemi AB.

Regional förbrukning

Förbrukningen är relativt väl spridd över landet, dock med en klar betoning på södra Sverige.

De största enskilda förbrukarna var 1973 Perstorpform med fabriker i Skara, Tingsryd och Perstorp, Åvikens Plast i Gnosjö, Åkerlund och Rausing i Lund, Sinjet AB i Vilhelmina och PLM i Lidköping. Företagens förbrukning varierar starkt från det ena året till det andra.

Användningsområden

HDPE används främst inom byggnads- och förpackningsindustrin (14 % respektive 42 % år 1973). Den sektor som expanderat kraftigast är rörsektorn, där HDPE konkurrerar med PVC. Ytterligare användningsområden för HDPE är leksaker och olika husgerådsartiklar m. m.

Marknadssituationen i Norden

I Norden finns för närvarande endast en anläggning för produktion av HDPE. Denna drivs sedan 1972 av Unifos Kemi AB i Stenungsund. Produktion och förbrukning av HDPE i Norden för 1973 framgår av tabell 2:8.

Den svenska importen kommer till övervägande del från Västtyskland

¹ I figurerna 2:2, 2:3, 2:4 och 2:5 är skalan logaritmisk, vilket innebär att man av figuren kan läsa ut dels hur stor förbrukningen respektive tillverkningen var, dels hur den procentuella ökningstakten har varierat under den redovisade perioden.

² 1 kton = 1 000 ton.

Tabell 2:8 Marknadssituationen för hDPE i Norden 1973 i kton^a

	Förbrukning	Produktion	Export	Import	Produktion/ Förbrukning (%)
Sverige	26	41	36	21	158
Danmark	24	0	2	26	0
Finland	24	0	0	24	0
Norge	29	0	0	29	0
Norden	103	41	-	-	40

^a 1 kton = 1 000 ton

Källa: Unifos Kemi AB

Anm: - Data saknas

och Holland och exporten går främst till de övriga nordiska länderna. Att Sverige över huvud taget importerar HDPE hänger samman med att *en* tillverkare inte kan möta samtliga kvalitetskrav.

2.1.3.2 LD-polyeten (LDPE)

Förbrukning

USA började tidigt att använda LDPE. År 1960 var per capita-förbrukningen i USA störst i världen. År 1973 var per capita-förbrukningen däremot högre i de nordiska länderna. Förbrukningen i Sverige av LDPE har under 70-talet ökat med omkring 10 % per år. Av figur 2:3 framgår att det tog fem år från starten 1963 innan produktionen låg i nivå med förbrukningen.

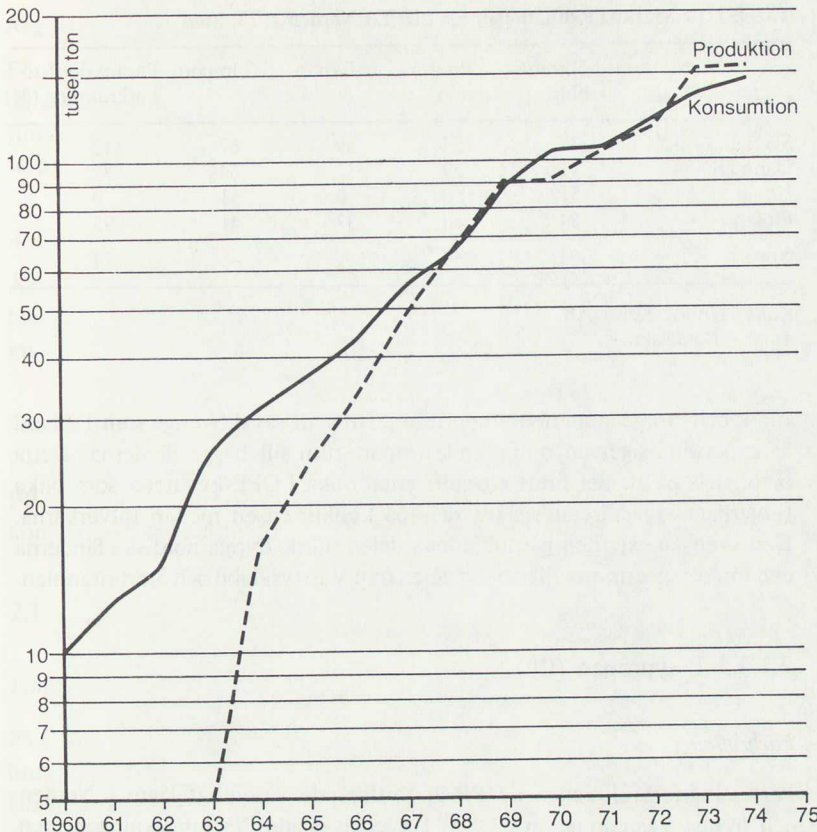
Regional förbrukning

Förbrukningen är till allra största delen koncentrerad till Syd- och Mellansverige, speciellt till Östergötlands, Jönköpings och Malmöhus län. De

Tabell 2:9 Förbrukningen av LDPE 1960 och 1973 i Sverige m. fl. länder

	Förbrukning 1960		Förbrukning 1973	
	kton	kg per invånare	kton	kg per invånare
Sverige	10	1,3	137	16,8
Danmark	6	1,3	91	18,2
Finland	3	0,7	84	18,1
Norge	5	1,4	51	12,9
Norden	24	1,2	363	16,7
Västeuropa	400	1,2	2 900	7,9
USA	350	1,2	2 500	11,8
Världen	800	0,3	7 800	2,0

Källa: Unifos Kemi AB



Figur 2:3 Förbrukning och tillverkning av LDPE i Sverige 1960-1974 i kton¹

Källa: Unifos Kemi AB

¹ 1 kton = 1 000 ton.

Största förbrukarna 1973 var Celloplast med fabriker i Norrköping och Smålandsstenar samt Tetra Pak med fabriker i Lund.

Användningsområden

Störst av förbrukarna år 1973 var förpackningsindustrin som svarade för ca 76 % av LDPE-förbrukningen. Samma år svarade byggindustrin för 12 % av totala LDPE-förbrukningen. Av den totala förbrukningen av plastförpackningar har andelen (mätt i värde) LDPE ökat något mellan 1960 och 1970 (från 31,5 % till 35 %). Ökningen av LDPE för förpackningsändamål beror alltså främst på en ökning av andelen plast i alla förpackningar samt även på en allmän ökning av förpackningsförbrukningen. Dessa effekter hänger intimt samman med den ökande självbetjäningen i butikerna. Som exempel kan nämnas, att snabbköpsandelen (dvs. andelen vara såld i snabbköpsaffärer) år 1960 var 50 % och år 1970 90 %.

Marknadssituationen i Norden – sammanfattning

Det framgår av tabell 2:10 att Norden som helhet har en relativt hög självförsörjningsgrad för LDPE. Under det att Sverige är nettoexportör är Dan-

Tabell 2:10 Marknadssituationen för LDPE i Norden 1973, kton

	Förbrukning	Produktion	Export	Import	Produktion/ Förbrukning (%)
Sverige	137	153	89	67	112
Danmark	91	29	2	64	32
Norge	51	0	0	51	0
Finland	84	80	37	41	95
Norden	363	268	–	–	74

Källa: Unifos Kemi AB

Anm: – Data saknas

mark och Norge stora nettoimportörer. Trots att såväl Sverige som Finland är exportörer äger en omfattande import rum till bägge länderna. Detta beror dels på att det finns ett stort antal olika LDPE-kvaliteter som olika tillverkare specialiserar sig på, dels på konkurrensen mellan tillverkarna. Den svenska exporten går till största delen till de övriga nordiska länderna och importen kommer till största delen från Västtyskland och Storbritannien.

2.1.3.3 Polypropen (PP)

Förbrukning

Per capita-förbrukningen av PP är fortfarande väsentligt lägre i Norden och övriga Västeuropa än i USA. I Sverige ökade PP-förbrukningen åren 1966–68 med omkring 60 % årligen. 1970 var förbrukningen ca 6 kton och har därefter ökat 5–10 % per år med undantag för 1973 då ökningen var ca 30 % i förhållande till året innan.

Tabell 2:11 Förbrukningen av polypropen i vissa länder

	Förbrukning 1965		Förbrukning 1973	
	ton	kg per invånare	ton	kg per invånare
Sverige	1 000	0,13	8 500	1,0
Danmark	1 200	0,26	9 000	1,8
Finland	–	–	3 100	0,7
Norge	500	0,14	5 400	1,4
Norden	2 700	0,13	26 000	1,2
Västeuropa	70 000	0,21	550 000	1,5
USA	140 000	0,78	900 000	4,3
Världen	290 000	0,10	2 200 000	0,6

Källa: Unifos Kemi AB

Anm: – Data saknas

Regional förbrukning

Förbrukningen är till allra största delen koncentrerad till västra Sverige och då speciellt till Älvsborgs län, där det största enskilda förbrukningsstället finns, nämligen P. A. Carlmark AB i Älvängen. Största förbrukaren är Pers-torpform med fabriker i Skara, Perstorp och Tingsryd.

Användningsområden

År 1973 användes 28 % av PP inom transportmedelsindustrin (till olika bildetaljer), 13 % inom förpackningsindustrin och 11 % inom verkstadsindustrin. PP används även för fibertillverkning.

Marknadssituationen i Norden – sammanfattning

I Sverige och Norden förbrukades år 1973 ca 9 000 respektive 27 000 ton PP, av vilket allt importerades. Den största delen av importen till Sverige kom från USA, Storbritannien och Västtyskland.

2.1.3.4 Polyvinylklorid (PVC)

Förbrukning

PVC började användas i Sverige på 1940-talet. Omkring 1960 var förbrukningen ungefär lika stor per capita i Sverige som i Västeuropa och USA. Per capita-förbrukningen var 1973 något högre i Sverige än för övriga redovisade länder. Förbrukning och produktion av PVC i Sverige har i stort ökat likartat. Endast år 1974 har produktionen överstigit förbrukningen.

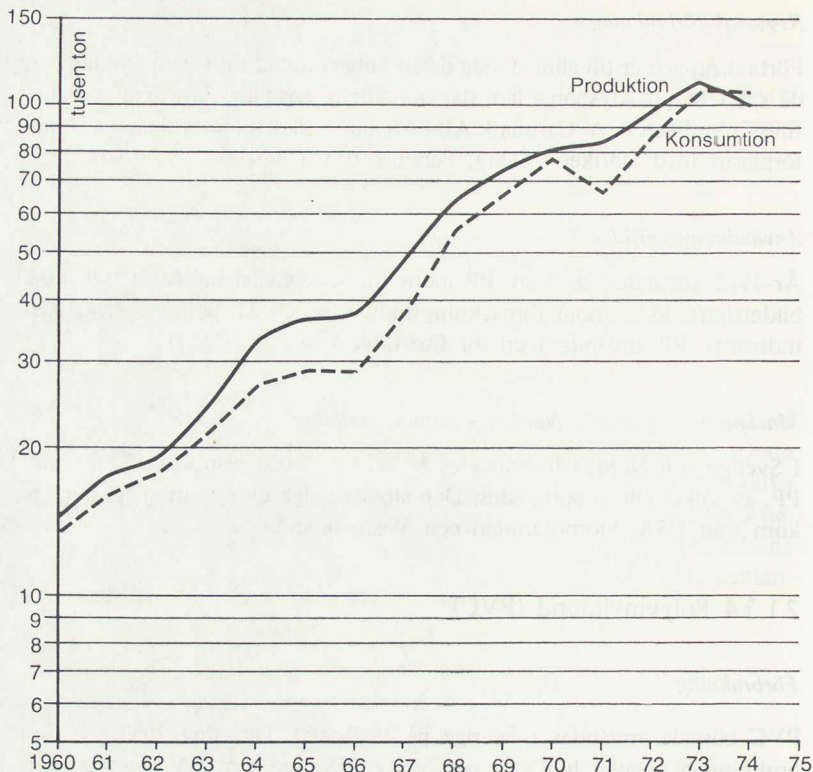
Regional förbrukning

PVC-konverteringen är koncentrerad till sydvästra Sverige, speciellt till Älvsborgs län. De största förbrukningsställena var 1973 Gustavsbergs fabriker i Fristad, Tarkett i Ronneby och Gummifabriken i Gislaved.

Tabell 2:12 Förbrukningen av PVC-harts år 1960 och 1973 för Sverige m. fl. länder

	Förbrukning 1960		Förbrukning 1973	
	kton	kg per invånare	kton	kg per invånare
Sverige	14	1,9	110	13,5
Danmark	10	2,2	40	8,0
Finland	4	0,9	42	9,1
Norge	5	1,4	41	10,4
Norden	33	1,6	233	10,7
Västeuropa	510	1,6	3 450	9,4
USA	410	2,3	2 150	10,2
Världen	1 500	0,5	8 200	2,1

Källa: SCB, KemaNord AB



Figur 2:4 Förbrukning och tillverkning av PVC i Sverige 1960–1974 i kton¹

Källa: KemaNord AB

¹ 1 kton = 1 000 ton.

Användningsområden

I Sverige förbrukades ca 65 % av PVC-tillförseln inom byggnadsindustrin (rör, byggnadsprofiler, golvmaterial m. m.) och 15 % inom elektroindustrin (kablar m. m.). En allt större del av förbrukningen har gått till byggnadsindustrin. Sålunda användes år 1960 endast 37 % och år 1965 49 % av den totala PVC-tillförseln inom byggnadsindustrin. Detta förklaras dels av att byggandet har ökat, dels av att byggnationen blivit alltmer "PVC-intensiv" (dvs. för samma byggnad används alltmera PVC). Ökningen av intensiteten har dock avstannat de senaste åren. Delvis förklaras detta av att småhusen – där olika "naturliga" material är vanligare – ökat på flerkammarhusens bekostnad.

Marknadssituationen i Norden – sammanfattning

Totalt sett är självförsörjningsgraden av PVC i Norden hög. Den skiljer sig dock väsentligt mellan de olika länderna. Danmark saknar för närvarande produktion av PVC under det att Norges produktion är väsentligt högre än dess förbrukning. För Sverige och Norge gäller att det sker både en omfattande export och import av PVC. Den svenska importen av PVC kommer till största delen från Norge under det att exporten till största delen går till Finland och Storbritannien (gäller för år 1974).

Tabell 2:13 Marknadssituationen för PVC i Norden 1973 i kton

	Förbrukning	Produktion	Export	Import	Produktion/ Förbrukning (%)
Sverige	110	105	39	45	95
Danmark	40	0	1	44	0
Finland	42	21	1	25	50
Norge	41	64	39	14	156
Norden	233	190	50	93	83

Källa: KemaNord AB, Norsk Hydro A/S

2.1.3.5 Styrenplaster

Med styrenplaster menas dels polystyren, dels olika sampolymerer som SAN (styrenakrylnitrilplast) och ABS (akrylnitrilbutadienstyrenplast). I detta avsnitt kommer statistik främst att redovisas för gruppen styrenplaster.

Förbrukning

De nordiska ländernas per capita-förbrukning var år 1973 betydligt högre än den för hela Västeuropa men förbrukningen i USA är fortfarande väsentligt högre.

I Sverige har förbrukningen varit ca 3 gånger så hög som produktionen av styrenplaster. Tillväxttakten i förbrukning har varierat mellan 15 och 30 % per år under perioden 1961–1974. Lägre tillväxt har märkts under åren 1971 och 1974, för det sistnämnda året en minskning jämfört med året innan. Även produktionen minskade något under 1974.

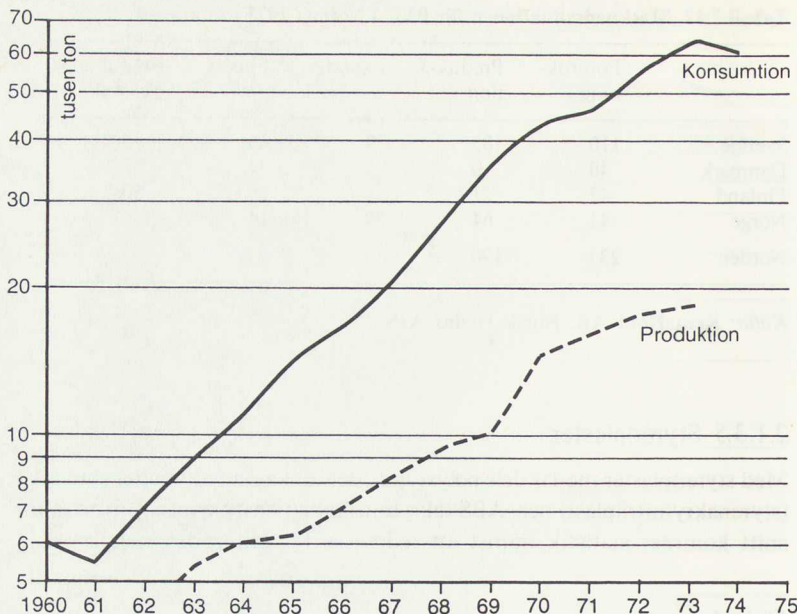
Av den svenska förbrukningen år 1974 bestod ca 77 % av polystyren, 3 % av SAN och 20 % av ABS. Förbrukningen av styrenplaster har under 1970-talet med undantag för år 1971 ökat med ca 20 % per år.

Tabell 2:14 Förbrukning av styrenplaster år 1965 och 1973 för Sverige m. fl. länder

	Förbrukning 1965		Förbrukning 1973	
	kton	kg per invånare	kton	kg per invånare
Sverige	11	1,4	63	7,8
Danmark	10	2,1	41	8,2
Finland	5	1,3	18	3,9
Norge	4	0,9	26	6,6
Norden	30	1,4	144	6,6
Västeuropa	–	–	1 900	5,2
USA	1 100	5,8	2 350	11,2
Världen	3 000	0,9	5 900	1,5

Källa: SCB, KemaNord AB och specialtidskrifter

Anm: – Data saknas



Figur 2:5 Förbrukning och tillverkning av styrenplaster i Sverige 1960–1974 i kton¹

¹ 1 kton = 1 000 ton.

Källa: SOS Industri och Utrikeshandel

Regional förbrukning

Förbrukningen är koncentrerad till Syd- och Mellansverige och speciellt till Stockholms, Malmöhus, Hallands och Jönköpings län. De största enskilda förbrukningsställena var 1973 Duni-Bilå i Halmstad, Elektrolux i Motala och JiHå i Karlskoga.

Användningsområden

Styrenplasterna används främst inom byggnads- och förpackningsindustrin samt för tillverkning av engångsserviser. Dessa tre områden svarade 1973 för drygt 40 % av hela förbrukningen av styrenplaster. I motsats till förhållandet för PVC finns för styrenplasterna inte något dominerande användningsområde.

Den nordiska marknadssituationen – sammanfattning

Tabell 2:15 Marknadssituationen för obearbetade styrenplaster i Norden år 1973

	Förbrukning	Produktion	Export	Import	Produktion/Förbrukning (%)
Sverige	63	18	7	52	29
Danmark	41	0	1	42	0
Finland	26	9	5	22	35
Norge	18	0	2	20	0
Norden	148	27	4	125	18

Källa: SCB, ASPU och specialtidsskrifter

Självförsörjningsgraden för styrenplaster är mycket låg i alla nordiska länder, speciellt i Danmark och Norge, vilka saknar produktion av styrenplaster. Självförsörjningsgraden – för hela Norden – är även låg jämfört med den för övriga ”stora” basplaster. Den svenska importen kommer till stor del från Västtyskland, Belgien och Storbritannien. Den obetydliga exporten går främst till Danmark.

2.2 Produktionsförhållanden

2.2.1 Lokalisering och produktionskapaciteter för nordisk petrokemisk industri

Den petrokemiska industrin etablerades i de nordiska länderna på ett relativt sett sent stadium. Bidragande orsaker härtill var dels att byggandet av oljeraffinaderier, som producerar råvara för den petrokemiska industrin, kom igång sent i de nordiska länderna, jämfört med exempelvis England och kontinenten, dels att marknaden för petrokemiska produkter var för liten i de nordiska länderna för att på ett tidigt stadium motivera inhemsk produktion.

I slutet på 50-talet togs en första kracker i drift i Danmark utanför Köpenhamn. Krackerns uppgift var i första hand att producera etenråvara för anslutning till krackern uppförda anläggningar för produktion av etanol och senare polyeten.

1963 startades petrokemisk produktion i Stenungsund på svenska västkusten. En kracker, en polyetenfabrik och en etenoxidanläggning ingick i det ursprungliga Stenungsundskomplexet.

I Finland dröjde det till 1972 innan man kom igång med petrokemisk industri. I Svartnäs, söder om Borgå, uppfördes ett petrokemiskt komplex inrymmande en kracker, en polyetenfabrik samt anläggningar för produktion av vinylklorid och PVC-plast.

Norges första petrokemiska komplex är för närvarande under uppförande i Bamble. En kracker jämte fabriker för produktion av polyeten, vinylklorid och polypropen kommer att tas i drift under 1977 och 1978.

Förutom den i det föregående redovisade ”komplexanslutna” petrokemiska industrin finns även en del annan petrokemisk industri i de nordiska länderna. Denna är i regel av mindre omfattning och inkluderar tillverkningar, där det från råvaruförsörjningssynpunkt är av mindre vikt att vara samlokaliserad med en krackningsanläggning. Som exempel på sådana industrier kan nämnas tillverkare av ftalsyraanhydrid, polyesterharts, mjukgörare, polystyrenplast, styren/butadien-latex m. m.

Sedan starten av de ovan nämnda petrokemiska komplexen har betydande kapacitetsutökningar och nya tillverkningar tillkommit. Som exempel på nya tillverkningar kan nämnas vinylklorid och PVC i Stenungsund. Dessutom föreligger mer eller mindre långt framskridna planer på såväl expansion av redan etablerad produktion som tillverkning av nya produkter.

Lokaliseringen av viktigare petrokemisk industri i de nordiska länderna framgår av fig. 2:6.

I tabell 2:16 ges en relativt fullständig sammanställning av den nuvarande



Figur 2:6 Petrokemisk industri i Norden

och planerade petrokemiska industrin i Norden med avseende på företag, lokalisering, produkter samt nuvarande och planerade produktionskapaciteter.

2.2.2 Den petrokemiska industrins utveckling och struktur

Den organisk-kemiska industrins råvarubas var tidigare stenkoltjärna som erhöles som biprodukt vid torrdestillation av stenkol för framställning av stadsgas och koks. I Tyskland kom exempelvis koks- och gasverkens biprodukter att utgöra råvaror för tillverkning av syntetiska färgämnen. De första gasverken i Europa byggdes i början av 1800-talet. Drygt hundra år senare, 1918, kom oljan att på försök användas som råvara inom den organisk-kemiska industrin. Först efter andra världskriget fick oljan en avgörande betydelse som råvara för denna industri.

2.2.2.1 Sverige

Produktionsutveckling¹

Den svenska organisk-kemiska industrin utnyttjade tidigare som huvudsaklig råvarubas biprodukter från främst massaindustrin, ofta kompletterad med billig vattenkraft. Sulfitsprit var ännu på 50-talet konkurrenskraftig som råvara för tillverkning av vissa produkter. Även karbidproduktion var av stor betydelse. Karbid övergavs inte som råvara för vinylklorid tillverkning förrän 1969.

Vissa vaga planer på petrokemisk tillverkning fanns redan i mitten av 30-talet och under 40-talet, men först vid slutet av 50-talet kom frågan att på allvar aktualiseras. En planerad satsning av Mo & Domsjö på petrokemisk tillverkning av etenoxid för framställning av etenglykol ledde till mycket preliminära planer på att bygga en kracker i Domsjö. Projektet bedömdes dock som alltför kapitalkrävande och skulle dessutom ha medfört oacceptabelt höga transportkostnader. Ungefär samtidigt pågick kartläggningen av marknadsförutsättningarna för en kracker i Essos regi. I och med att planeringen av en svensk kracker inriktades mot en västkustlokalisering samverkade Mo & Domsjö med Svenska Esso till att krackern förlades till Stenungsund där MoDo tidigare köpt mark för expansion av dotterföretaget Berol AB.

Även KemaNord (dåvarande Stockholms Superfosfat Fabriks AB) var i ett tidigt stadium intresserade av ett krackerprojekt. Företaget hade bland annat tillsammans med Uddeholm och MoDo haft kontakter med Standard Oil of Indiana och KF angående ett petrokemiskt centrum vid Helsingborg i anslutning till ett oljeraffineri. KemaNord kom dock att ansluta sig till Stenungsundsgruppen och satsade i samverkan med det amerikanska kemiföretaget Union Carbide på tillverkning av polyetenplast.

Den första krackern uppfördes således av Svenska Esso och kom efter en omorganisation av företaget att överföras till det år 1966 nybildade bolaget Esso Chemical AB. Polyetenanläggningen byggdes och drevs av Unifos Kemi AB, till lika delar ägt av Stockholms Superfosfat Fabriks AB (nuvarande KemaNord) och Union Carbide Corporation. Etenoxidanläggningen

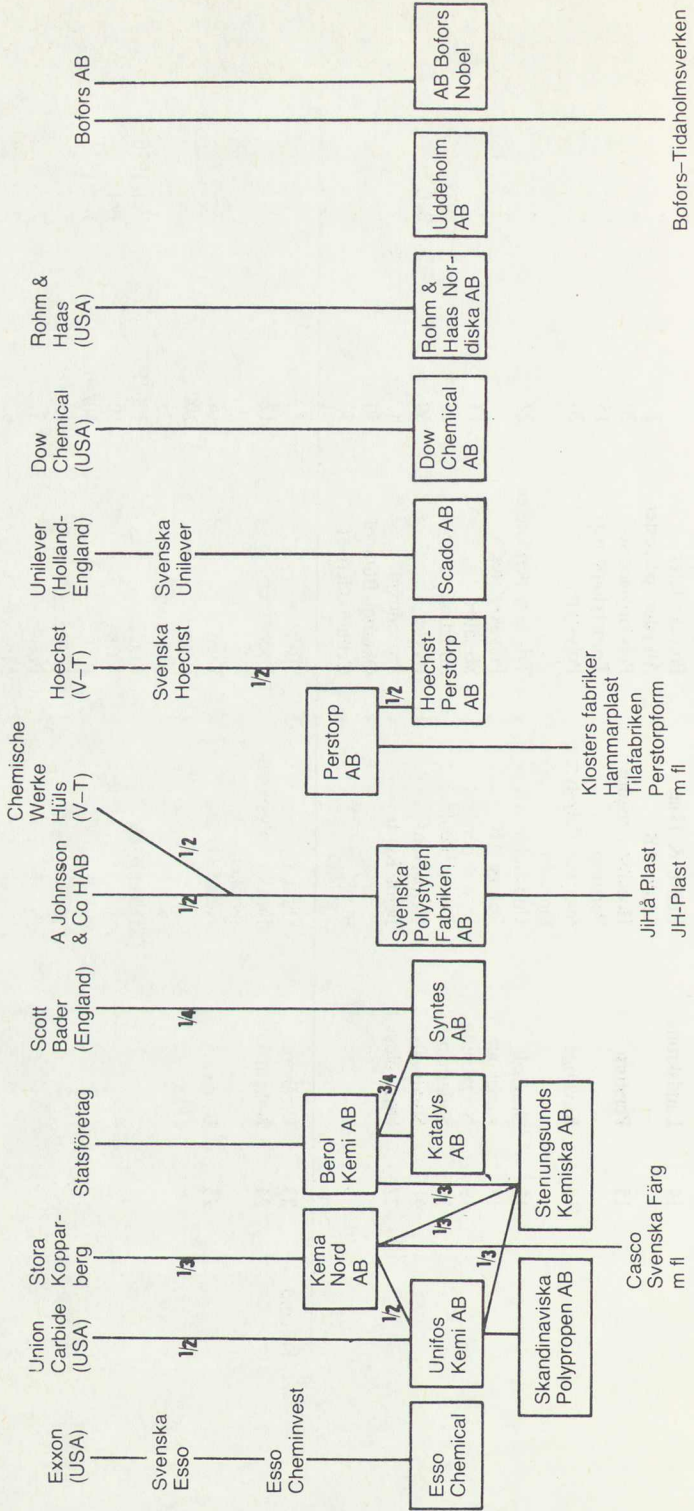
¹ Källor: Davidsson m. fl.: Organisk-kemisk industri i Sverige, Stockholm 1975. Hallvarsson, Selander: Rapport från Stenungsund, Falköping 1974.

Tabell 2:16 Petrokemisk industri i Norden
Befintlig 1975 och planerad

	Nr på kartan	Ort	Företag	Produkt	Kapacitet kton/år	Startår
Norge	1	Aalesund	Bröderna Sunde	Polystyren	2	Bef.
	2	Mongstad	Norsk Hydro	Aromater	350	80-talet
	3	Bamble	I/S Noretyl	Eten	300	1977
		"	"	Propen	55	1977
		"	I/S Norpolefin	LDPE	50	1978
		"	"	HDPE	40	1979
		"	"	PP	50	1977
		"	Borregaard	Klor ^a	120-160	1977
Danmark	6	Lilleström	Norsk Hydro	Vinylklorid (VCM)	300	1977
	7	Samsborg	Borregaard	Vinylacetat	50	1980
	8	Fredrikstad	Norsk Hydro	Polyvinylklorid	70	Bef.
			Jotunggruppen	Polyester	20 inkl. Fredrikstad	"
			Dyno Industrier	Lim, färg, lack	50-60	"
			Borregaard	Polyvinylacetat	13	"
			Jotunggruppen	Polyester	Se Sandefjord	"
			Maersk Kemi	Eten	40	"
Sverige	11	Stenungsund	Esso Chemical	Eten	330/400	Bef.
		"	"	Propen	180/210	"
		"	Unifos	LDPE	180/320	Bef/början 80-talet
		"	"	HDPE	60/180	"
		"	KemaNord	VCM	100/260	Bef/början 80-talet
		"	"	PVC	60/150	" 80-talet
		"	"	Klor ^a	90/190	"
		"	Berol Kemi	Etenoxid	45	Bef.
		"	"	Eten glykol	20	"
		"	AGA	Syrgas, kvävgas ^a	-	"
		Berol Kemi	Emulgoler	20/60	Bef/början 80-talet	
		"	Polyoler	15/45	"	
		"	Sulfoprodukter	10	Bef.	
		"	Cellulosaderivat	10	Början 80-talet	

12	Nol	Kemiska AB	Propen	275	80-talet
	"	Syntes AB	Polyester	15/25	Bef./77
13	Mölnådal	Katalys AB	Ftalsyraanhydrid	15/30	"
	"	Berol	Mjukgörare	15	Bef.
	"	"	Alkyder	"	"
14	Landskrona	Rohm & Haas	Polyakrylater	"	"
	"	Scado AB	Alkyder, polyester	2	"
15	Perstorp	Hoechst-Perstorp	Polyvinylacetat	20	"
	"	Perstorp	Trimetylopropan	15	"
16	Kävlinge	Svenska Polystyren-fabriken	Polystyren	20	"
17	Skoghäll	Uddeholm AB	Tri- och perkloreten	27	"
18	Karlskoga	Bofors AB	Polyakrylater	"	"
19	Norrköping	Dow Chemical	SB-latex	13	"
20	Söderhamn	Rhône Poulenc	SB-latex	13	1978
21	Sundsvall	KemaNord	PVC	60	Bef.
22	Örnsköldsvik	Berol Kemi	Propenoxid	8	"
	"	"	Oktanoll/Butanol	30	"
	"	"	Cellulosaderivat	5	"
23	Uleåborg	Oulu Oy	SB-latex	2,5	"
24	Kokemäki	Finska Polystyren-fabriken	Polystyren	12	"
25	Borgå	Neste Oy	Eten	165	"
	"	"	Propen	100	"
	"	"	Butadien	25	"
	"	Pekema Oy	LDPE	100/150	Bef/1976
	"	"	VCM	50	Bef
	"	Kymmene Oy	PVC	30/50	Bef/1976
	"	"	Ftalsyraanhydrid	15	Bef.
	"	"	Polyester	5	"
	"	"	Mjukgörare	6	"
	"	"	Klor ^a	"	"
	"	Stymer Oy	Polystyren	20	"

^a Klor, syre och kväve är inte petrokemikalier men är upptagna här för deras nära samband med petrokemisk industri.



Figur 2:7 Ägarförhållanden inom svensk petrokemisk industri.

som ursprungligen ingick i Mo & Domsjö-koncernen övergick 1973 till Statsföretagsgruppen och företags namn ändrades därmed till Berol Kemi AB.

I och med att nya processer för petrokemisk tillverkning av vinylklorid blev kommersiellt attraktiva på 60-talet lade KemaNord ned sin karbid-baserade tillverkning i Stockviksverken utanför Sundsvall och övergick till etenbaserad produktion i Stenungsund år 1969. Samtidigt startade man även en PVC-fabrik i Stenungsund. Essos första kracker med en nominell kapacitet på ca 60 000 årston eten ersattes 1969 med en ny kracker med en nominell etenkapacitet om 250 000 årston, vilken senare trimmades till ca 330 000 årston.

Ägarförhållanden

En beskrivning av ägarstrukturen ges i figur 2.7. Till skillnad från förhållandet i de övriga nordiska länderna är det utländska ägandet av rätt betydande omfattning i Sveriges petrokemiska industri. Av de 14 företag som i dag har petrokemisk tillverkning är åtta ägda helt eller delvis av utländska bolag. Av dessa åtta bolag är fyra amerikanska, två västtyska, ett engelskt och ett holländskt-engelskt (se figur 2:7).

Exempel på svenska företagsintressen i övriga Norden rörande petrokemisk industri är Svenska Polystyren Fabrikens dotterbolag Finska Polystyren Fabriken och KemaNords planerade PVC-fabrik i Danmark.

Sysselsättning och investeringar

Av de drygt 3 000 som arbetade inom den petrokemiska industrin årsskiftet 1975/76 var 15 % kvinnor jämfört med 23 % inom hela tillverkningsindustrin och 29 % inom den kemiska industrin. I procent av alla inom den kemiska industrin har andelen som arbetar med petrokemi ökat från 2,5 % år 1965 till ca 8 % år 1975.

Av tabell 2:17 framgår att 57 % av arbetskraften inom den petrokemiska industrin finns i Stenungsund. Vid full utbyggnad av planerade anläggningar tillkommer ca 700 nya arbetstillfällen.

Som framgår av tabell 2:19 är de industrier som ligger utanför Stenungsund fler till antalet men har färre anställda. De tre arbetsställena utanför Stenungsund som har fler än 200 anställda tillhör Berol Kemi i Mölndal och Örnsköldsvik samt KemaNord i Sundsvall.

Tabell 2:17 Anställda inom den petrokemiska industrin 1975/76

Personalgrupp	Totalt	Därav kvinnor	Stenungsund
Drift och underhåll m. m.	1 850	90	950
Förvaltning och laboratorier	1 200	370	780
Summa	3 050	460	1 730

Källa: Uppgifter från företagen

Tabell 2:18 Kapaciteter för processanläggningar inom det petrokemiska komplexet i Stenungsund

I.	Esso:	Eten	1963	55 kton ^a
			1967	60 "
			1969	200 "
			1970	250 "
			1973	300 "
		1975	330 "	
		Propen	1963	45 "
			1970	150 "
			1975	180 "
		Butener/butadien	1963	28 "
			1970	100 "
		Pyrolysbensin	1970	140 "
			1975	225 "
		Brännolja	1970	50 "
			1975	60 "
II.	Unifos:	LD-polyeten	1963	15 "
			1966	50 "
			1970	100 "
			1973	180 "
		HD-polyeten	1972	40 "
1975	60 "			
III.	KemaNord:	Vinylklorid	1967	75 "
			1975	100 "
		PVC	1970	25 "
			1973	40 "
			1974	60 "
		Klor	1969	45 "
1971	70 "			
1975	90 "			
IV.	Berol:	Etenoxid	1963	15 "
			1969	40 "
			1975	45 "
		Etylenglykol	1969	18 "
			1975	20 "
		Polyoler	1970	10 "
			1975	15 "
		Emulgoler	1969	18 "
			1975	20 "

^a 1 kton = 1 000 ton

Källa: SOU 1970:30. Uppgifter från företagen

Tabell 2:19 Arbetsställdenas struktur

Petrokemisk industri	Antal anställda						Summa
	-19	20-49	50-99	100-199	200-499	500-	
Totalt	1	2	4	2	5	2	16
Därav i Stenungsund	0	0	0	0	2	2	4

Källa: Uppgifter från företagen

Tabell 2:20 Saluvärde 1974 inom vissa industrigrenar (preliminärt)

SNI-kod	Industri	Saluvärde	
		totalt Mkr	per anställd kr
351-			
352	Kemisk industri	11 026	280 000
353	Petroleumraffinaderier	4 015	3 870 000
341	Massa- och pappersindustri	19 903	330 000
3	Tillverkningsindustri	175 152	190 000
2	Gruvor och mineralbrott	3 001	210 000

Källa: Statistiska meddelanden Nr I 1975:53

Saluvärdet per anställd för industrierna i Stenungsund var 1974 drygt en miljon kronor mot för hela petrokemiska industrin ca 830 000 kronor. Motsvarande för hela kemiska industrin och tillverkningsindustrin framgår av tabell 2:20.

Det investerade kapitalet angivet som brandförsäkringsvärdet för byggnader, anläggningar och maskiner inom den petrokemiska industrin var 1974 drygt 1,3 miljarder kronor, därav ca 75 % i Stenungsund. Beräknade investeringar för planerade anläggningar ligger omkring 3 miljarder i 1975 års penningvärde.

2.2.2.2 Norge

Produktionsutveckling

I dag finns sex anläggningar för petrokemisk produktion. Den största torde vara Norsk Hydros PVC-anläggning på Heröya. Sedan 1972 baseras denna tillverkning på importerad vinylklorid framställd ur eten. Den tidigare egna produktionen av vinylklorid baserades på karbid, en tillverkning som av produktionsekonomiska skäl upphörde och ersattes med importerad vinylklorid. År 1977 beräknas en ny etenbaserad vinylkloridanläggning i Bamble tas i drift.

Norge har ännu ingen egen produktion av petrokemiska primärprodukter.

Sådan produktion kommer att etableras etappvis med början våren 1977. Fram till 1979 beräknar man investera drygt 2 miljarder kronor i en kracker, en vinylkloridfabrik, fyra polyolefinanläggningar och en kloralkalifabrik. Dessa anläggningar kommer samtliga att lokaliseras till Bamble. Dessutom finns planer att starta utvinning av aromater, främst bensen, ur petroleumfraktioner från det nyligen startade raffinaderiet i Mongstad. Driftstart blir knappast aktuell förrän tidigast en bit in på 1980-talet.

Ägarförhållanden

Tillsammans med Statoil och Saga-Petrokjemi A/S kommer Norsk Hydro att vara delägare i de båda nystartade företagen I/S Noretyl och I/S Norpolefin. Noretyl som svarar för krackerverksamheten ägs till 51 % av Norsk Hydro, 33 % av Statoil och 16 % av Saga Petrokjemi. Norpolefin som bildats för produktion och marknadsföring av polyolefinplaster ägs däremot lika av de tre företagen. Av beräknade investeringar för perioden 1974–79 i Bamble kommer Norsk Hydro att svara för ca 40 % samt Statoil och Saga-Petrokjemi för ca 30 % vardera. Norska statens investeringar i petrokemin är ett uttryck för det industripolitiska önskemålet att utveckla nya verksamheter som baseras på norsk olja eller naturgas.

Sysselsättning

I dag är ca 500 personer anställda inom den petrokemiska industrin. I och med uppbyggnaden av det petrokemiska komplexet i Bamble tillkommer ca 1 000 nya arbetstillfällen.

2.2.2.3 Finland

Produktionsutveckling

Samtidigt med att etentillverkningen startade 1972 togs anläggningar för framställning av polyeten, vinylklorid och PVC i drift. Dessutom tillkom en fabrik för omättad polyester och en för polystyren.

På kort tid hade således utöver etenkrackern tillkommit fyra anläggningar för tillverkning av olika basplaster. Samtliga ligger i Borgå och utgör Finlands första petrokemiska komplex. Förutom tillverkningen i Borgå finns i Uleåborg tillverkning av SB-latex och i Kokemäki polystyren. Båda dessa anläggningar har tagits i drift under 70-talet.

I Borgå ligger också det största av Finlands två raffinaderier. Planer finns på en ny kracker med en kapacitet av 300 000–400 000 ton eten.

Ägarförhållanden

Neste Oy är Finlands största industriföretag. Finska staten äger ca 98 % av aktierna. I och med att Neste har 25 % av aktierna i Stymer Oy (som driver polystyrenfabriken i Borgå) samt att statsbolagen tillsammans med Neste äger 50 % av aktierna i Pekema Oy (tillverkar polyeten, vinylklorid och PVC) har den finska staten skaffat sig en dominerande position inom

den petrokemiska industrin i Finland. Den förhållandevis omfattande petrokemiska satsningen i Finland är i stor utsträckning ett resultat av handelspolitiska överväganden.

Sysselsättning

1972 arbetade drygt 22 000 personer inom den kemiska industrin i Finland. I dagsläget kan man räkna med att omkring 4 % av alla anställda inom den kemiska industrin arbetar inom petrokemin.

2.2.2.4 Danmark

Danmark var först i Norden med petrokemisk tillverkning av eten. Samtidigt med etenanläggningen uppfördes en numera nedlagd fabrik för tillverkning av syntetisk etanol. Eftersom denna tillverkning baserades på eten kom de båda anläggningarna att lokaliseras till samma område. Några år efter att etenanläggningen togs i drift startade Danbrittkem AS 1962 en LD-polyетенanläggning. Denna ägdes till 50 % av brittiska ICI och till 50 % av AS AP Möller Co. Det senare företaget var redan ensam ägare till etenanläggningen. 1972 övertog AP Möller genom Maersk Kemi AS i sin helhet LD-polyетенanläggningen och svarar därmed för driften av båda anläggningarna.

KemaNord utreder möjligheterna att 1978 starta en PVC-fabrik i Skaelskør på Själland med en kapacitet av 50 000 ton. I dag finns ingen petrokemisk industri utanför Köpenhamnsområdet. Totalt inom den kemiska industrin arbetar drygt 22 000 och därav ca 1 % inom petrokemin.

2.2.3 *Polymerbearbetande industri*

Med polymerbearbetande industri avses här plast-, färg- och gummiindustri. Dessa industrier bearbetar inte enbart polymerer, men dessa utgör en dominerande del av råvarorna.

Eftersom den officiella statistiken kodar arbetsställen efter huvudsaklig verksamhet och då i Sverige arbetsställen med färre än 5 anställda inte redovisas, blir materialet något osäkert. För Sveriges del presenteras två uppgifter, dels SCB:s material, dels material ur en undersökning som utfördes av ÖEF 1974 rörande förbrukningen av basplaster 1973. För övriga nordiska länder bygger uppgifterna på respektive lands officiella statistik.

2.2.3.1 Sverige

De största förbrukarna av petrokemiska produkter i Sverige är i första hand plast-, färg- och gummiindustrin, dvs. den polymerbaserade industrin. I den officiella statistiken för 1973 redovisas att drygt 35 000 personer arbetade inom dessa industrier och därav närmare 18 000 inom plastvaruindustrin och industrin för tillverkning av plasthalvfabrikat. Enligt uppskattningar av Sveriges Plastförbund var antalet som arbetade inom plastindustrin ca 35 000. ÖEF beräknade för 1975 antalet anställda inom färgindustrin till 5 000 personer. I gummiindustrin beräknas ca 17 000 personer arbeta. Man

Tabell 2:21 Antal anställda och saluvärde i miljoner kr 1973 inom plast-, färg- och gummiindustrin

Industrigren	Anställda		Miljoner kronor	
	Totalt	Därav kvinnor	Saluvärde	Förädlingsvärde
Plastindustri ^a	17 745	5 747	2 279	1 160
Färgindustri ^b	4 002	868	744	363
Gummiindustri ^c	13 559	3 742	1 216	767
Summa	35 306	10 357	4 239	2 290

^a SNI 35132 3560 ^b SNI 3521 ^c SNI 35511 o. 3559

Källa: SOS Industri 1973

kan därför i grova drag räkna med att ca 50 000 personer arbetar inom den polymerbearbetande industrin i Sverige.

Materialet till tabell 2:21 är hämtat från den officiella statistiken.

Saluvärdet per anställd var 1973 inom den polymerbearbetande industrin 120 000 kronor och preliminärt för 1974 ca 160 000, vilket kan jämföras med 830 000 kronor för den petrokemiska industrin. Antalet arbetstillfällen har ökat sedan 1965. Plastindustrin har ökat med över 5 000, medan färgindustrin minskat med drygt 500 anställda. Inom plastindustrin är också andelen kvinnor högst, 32 % mot 28 % inom gummiindustrin och 22 % inom färgindustrin.

I grova tal torde antalet polymerbearbetande företag vara omkring 1 000. ÖEF har i dag ca 700 plastvaruindustrier katalogiserade. Vid undersökningen 1974 uppgav 284 av 550 företag att de förbrukade mindre än 100 ton basplaster och 82 mer än 1 000 ton basplaster.

Den stora expansionen inom plastindustrin inträffade under senare delen av 50-talet och början av 60-talet samtidigt med att basplasterna blev förhållandevis billiga bland annat genom övergången till olja som råvara.

Till skillnad mot den petrokemiska industrin är de utländska ägarintres-

Tabell 2:22 Antal arbetsställen inom plast-, färg- och gummiindustrin 1973

Industri-gren	Antal arbetare per ställe							Totalt
	5-10	11-20	21-50	51-100	101-200	201-500	501-	
Plast-industri	134	93	68	24	17	9	3	348
Färg-industri	18	5	15	2	5	1	-	46
Gummi-industri	30	6	8	11	3	6	4	68
Summa	182	104	91	37	25	16	7	462

Källa: SOS Industri 1973

sena av mindre omfattning inom de polymerbearbetande industrierna. Den övervägande delen av företagen är privatägda. Som framgått av figur 2:7 ägs i vissa fall plastbearbetande anläggningar av företag som även har petrokemisk tillverkning, exempelvis KemaNord och Perstorp.

I avsnitt 2.1 redovisades några av de större förbrukarna av termoplaster. Bland de stora förbrukarna 1973 var Celloplast AB med fabriker i Norrköping och Smålandsstenar, Tetra Pak AB med fabriker i Lund och Forshaga, Pers-torpporm med fabriker i Skara, Tingsryd och Perstorp, Gustavsbergs fabriker i Gustavsberg och Fristad, Jihå Plast i Karlskoga samt Gummifabriken i Gislaved. I övrigt bör nämnas AB Wilh. Becker och AB Alfort & Cronholm, de två stora färgtillverkarna, samt Trelleborgs Gummifabriks AB.

I figur 2:8 redovisas den regionala fördelningen av förbrukningen av termoplaster 1973. Som framgår av figuren är förbrukningen i förhållande till befolkningen mycket stor i östra och södra Götaland samt liten i Stockholmsregionen och Norrland. Drygt 80 % av förbrukningen ligger inom 250 km:s radie från Stenungsund. Sedan 1965 har antalet arbetstillfällen inom plastvaruindustrin ökat kraftigast på Västkusten och i Norrland.

2.2.3.2 Norge

Enligt den officiella industristatistiken i Norge från 1973 fanns sammanlagt ca 400 arbetsställen med totalt ca 13 000 anställda inom plastvaru-, gummivaru- samt färg- och lackindustrin.

Omsättningen för dessa industrier var totalt drygt 1 800 miljoner Nkr eller ca 150 000 Nkr per anställd. Högsta omsättningen per anställd hade färg- och lackindustrin med ca 240 000 Nkr.

Av tabell 2:23 framgår att plastvaruindustrin till största delen består av mindre arbetsplatser, nära 40 % hade färre än 5 anställda och en lika stor andel hade 5–19 anställda. På grund av den starka konkurrensen såväl mellan företag i Norge som från utländska företag tenderar den plastbearbetande industrin att gå mot färre men större enheter. Tillgången på arbetskraft och goda transportförhållanden har därför styrt lokaliseringen även beträf-

Tabell 2:23 Anställda och arbetsställen efter storlek inom den polymerbearbetande industrin i Norge 1973

Industri	Anställda	Arbetsställen efter antal anställda					Totalt
		0-4	5-19	20-49	50-199	200-	
Plastvaru-tillverkning	7 274	114	116	38	37	2	307
Färg- och lack-tillverkning	2 209	16	17	4	7	2	46
Gummivaru-tillverkning	3 135	8	4	4	6	3	25
Summa	12 618	138	137	46	50	7	378

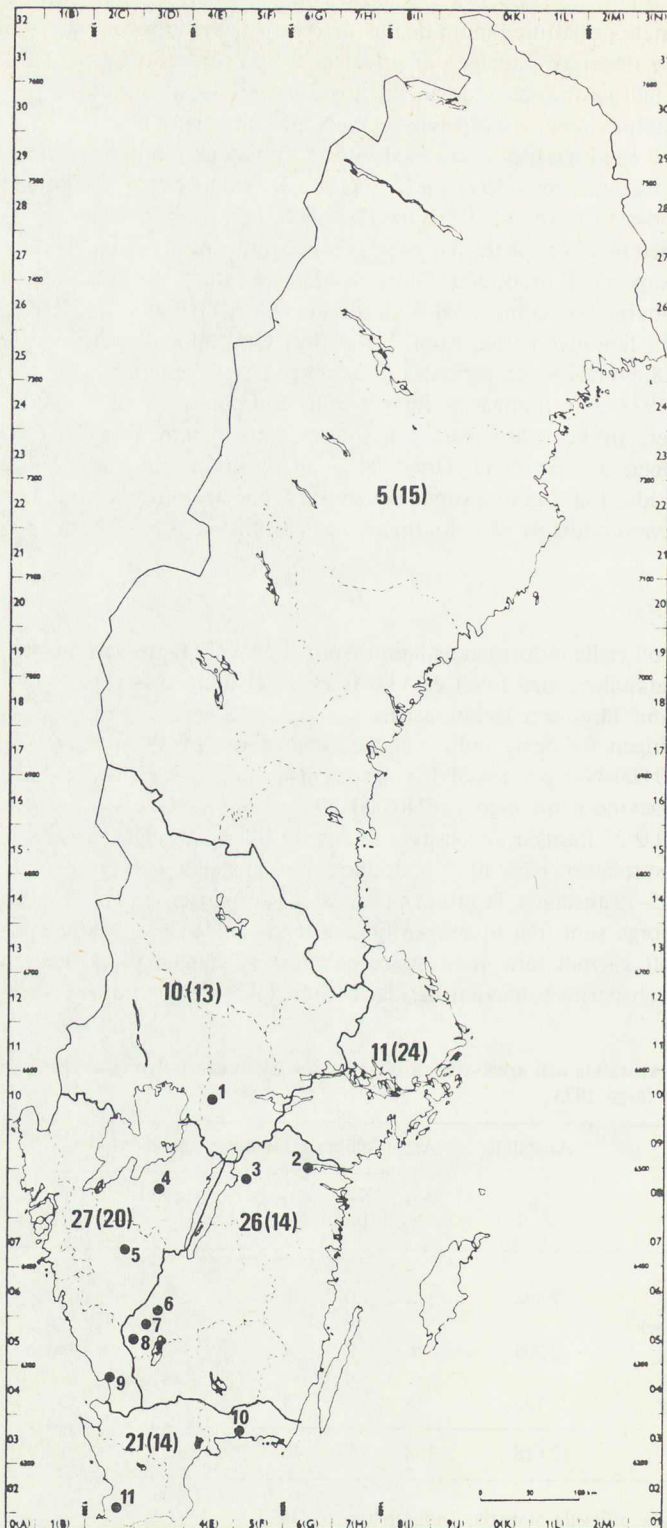
Källa: Norges officiella statistik: Industristatistik 1973

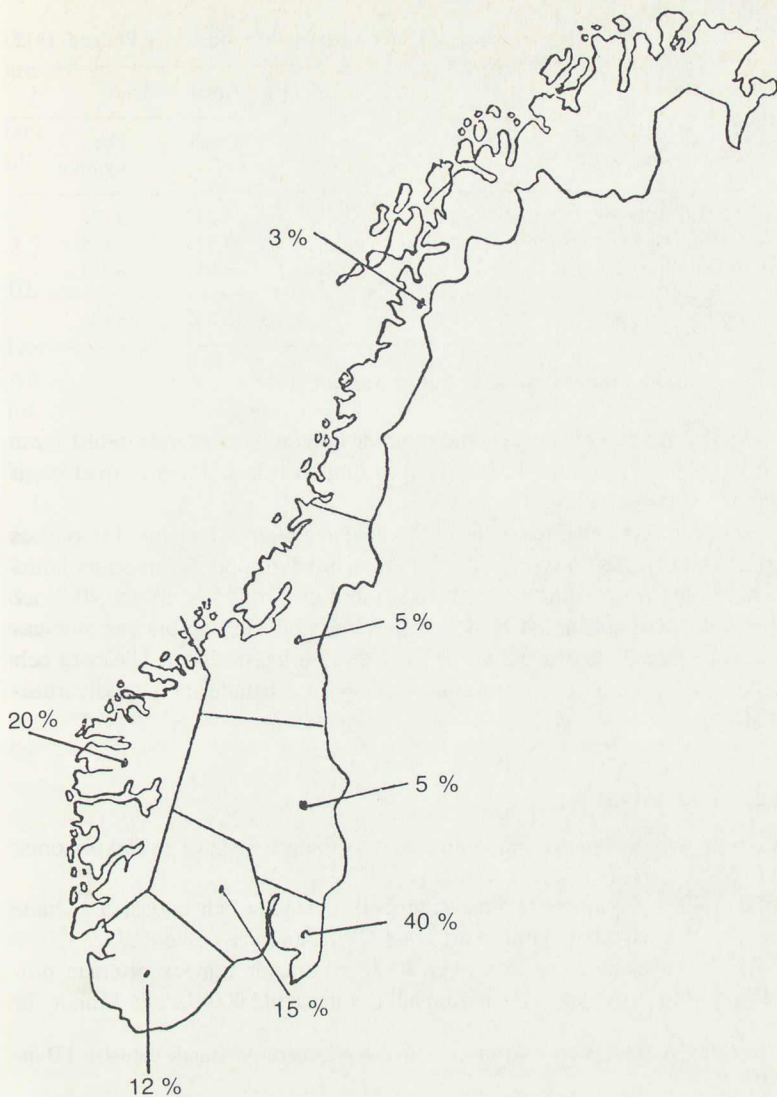
Figur 2:8 Regional fördelning i procent av termoplastförbrukningen 1973. Inom parentes anges befolkningen i procent av folkmängden i Sverige.

Arbetsställen med stor förbrukning

- 1 = JiHå Plast, Karlskoga (Polystyren)
 - 2 = Celloplast, Norrköping (LDPE)
 - 3 = Elektrolux, Motala (Styrenplaster)
 - 4 = Perstorpform, Skara (Polypropen)
 - 5 = Gustavsbergs Fabriker, Fristad (PVC)
 - 6 = Ävikens Plast, Gnosjö (HDPE)
 - 7 = Gummifabriken, Gislaved (PVC)
 - 8 = Celloplast, Smålandsstenar (LDPE)
 - 9 = Duni-Bihå, Halmstad (Styrenplaster)
 - 10 = Tarkett, Ronneby (PVC)
 - 11 = Tetra Pak, Lund (LDPE)
- Åkerlund & Rausing, Lund (HDPE)

Källa: Överstyrelsen för ekonomiskt försvar (ÖEF)





Figur 2:9 Regional fördelning 1971 i Norge av arbetsställen som bearbetar termoplaster.

Källa: Norska Industridepartementet, St. prop. nr 79 (1973-74).

fande dessa industrier. Enbart i Oslo och närliggande regioner låg 1971 över 50 % av arbetsställena som bearbetade termoplaster (se figur 2:9). 1973 arbetade 56 % av alla inom plastvaruindustrin i Oslo med närliggande regioner och 85 % av alla inom gummivarutillverkningen.

2.2.3.3 Finland

I Finland arbetade 1972 ca 16 000 personer inom de polymerbearbetande industrierna. Här som i övriga nordiska länder utgör plastindustrin (plastvaruindustri och plasthalvfabrikat) den största gruppen.

Andelen kvinnor var över 50 % inom gummiindustrin. Sammanlagt utgjorde kvinnorna ca 43 % av alla som arbetade inom de polymerbearbetande industrierna, vilket kan jämföras med inte fullt 30 % i Sverige.

Tabell 2:24 Arbetskraft inom den polymerbearbetande industrin i Finland 1972

Industri	Antal anställda	
	Totalt	Därav kvinnor
Plastvarutillverkning	9 222	3 722
Färg- och lacktillverkning	1 713	635
Gummivarutillverkning	4 917	2 478
Summa	15 852	6 835

Källa: Finlands officiella statistik: Industristatistik 1972

Omsättningen 1972 per anställd inom de polymerbearbetande industrierna var ca 64 000 finska mark, högst inom färg- och lackindustrin med drygt 100 000 finska mark.

Gummiindustrier finns endast i storstadsregionerna Nyland, Tavastehus samt Åbo och i Björneborgs län. I Tavastehus län med Tammerfors fanns 1972 drygt 67 % av alla som arbetade inom gummiindustrin och 40 % av alla inom plastvaruindustrin. I Nylands län med Helsingfors var motsvarande andelar 23 % respektive 35 %. I de nordligaste länen Uleåborg och Lappland fanns drygt en procent av alla som arbetade inom plastvaruindustrin.

2.2.3.4 Danmark

Inom de polymerbearbetande industrierna arbetade 1972 ca 18 000 personer. Av dessa var drygt 25 % kvinnor.

Nära 40 % av arbetsställena hade 6–19 anställda och endast 5 % hade fler än 200, vilket är jämförbart med förhållandena i Sverige.

Av omsättningen utgjorde över 30 % inkomster från exporterade produkter. Omsättningen 1972 per anställd var ca 145 000 danska kronor för

Tabell 2:25 Arbetskraft och struktur inom den polymerbearbetande industrin i Danmark 1972

Industri	Antal anställda		Antal arbetsställen efter antal anställda				
	To- talt	Därav kvinnor	6–19	20– 49	50– 199	200–	To- talt
Plastvaru- tillverkning	11 884	2 872	93	77	51	10	231
Färg- och lackfabriker	3 044	790	11	13	9	3	36
Gummi- fabriker	3 000	908	10	9	6	3	28
Summa	17 928	4 570	114	99	66	16	295

Källa: Danmarks statistik: Statistiske Meddelelser 1975:4

de polymerbearbetande industrierna som helhet, högsta omsättningen per anställd hade färg- och lacktillverkningen med ca 190 000 Dkr.

Över 65 % av arbetsplatserna inom den kemiska industrin finns på Själland. 1971 var 68 % av omkring 200 plastbearbetande industrier lokaliserade till Själland.

2.3 Material- och energibalanser för Stenungsunds petrokemiska industri

Den petrokemiska industrin i Stenungsund representeras av Esso Chemical AB, Unifos Kemi AB, Berol Kemi AB samt KemaNord AB. I komplexet inkluderas även två tillverkningsenheter, vilka inte är petrokemiskt baserade, men som har en nära anknytning till de aktuella anläggningarna, nämligen KemaNords klorfabrik och AGA:s syrgasfabrik.

Esso Chemical tillverkar de petrokemiska primärprodukterna eten, propen, C₄-kolväten och pyrolysbensin utifrån importerad gasbensin. I figur 2:10 redovisas produktions- och leveranssituationen för år 1974. Av de producerade primärprodukterna vidareförädlas enbart etenet lokalt i Stenungsund. Små kvantiteter propen förbrukas av Berol Kemi i dess propenoxid-anläggning i Örnsköldsvik. Inte fullt hälften av propenproduktionen används som bränsle inom landet medan resterande kvantiteter exporteras helt. Pyrolysbensinen exporterades 1974 till Danmark, Norge och Tyskland för inblandning i motorbensin, medan C₄-fraktionen huvudsakligen levererades till Essos petrokemiska anläggningar i England. Krackningsprocessen ger även upphov till stora kvantiteter bränn gaser och eldningsolja, vilka huvudsakligen används som bränsle inom Stenungsundskomplexet.

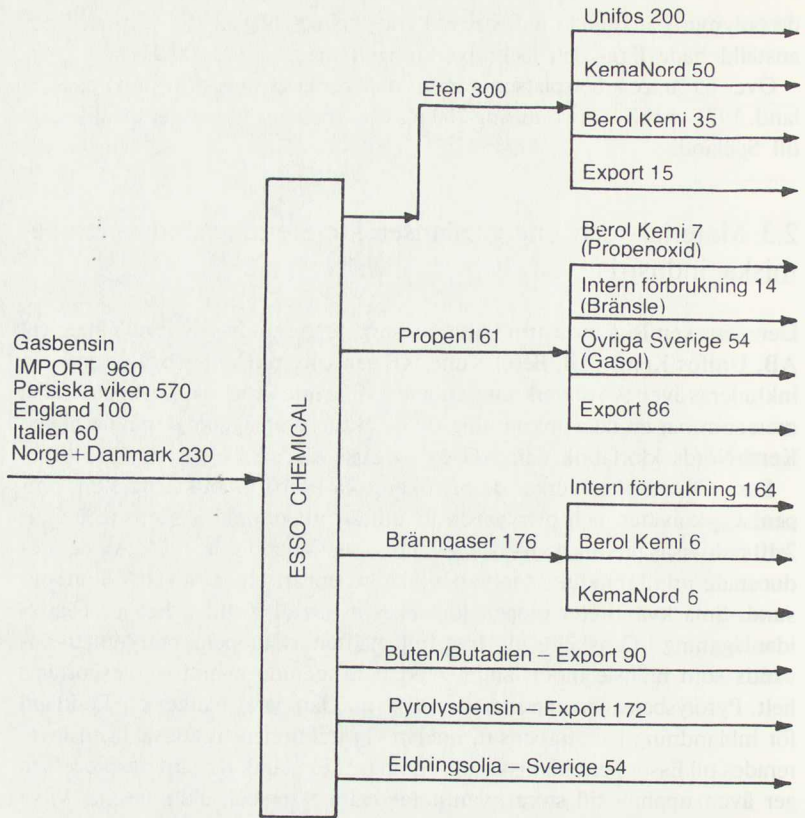
Naftaråvaran till Essos kracker levereras per båt till Stenungsund. Utleveranserna av produkter (exklusive etenet) sker också till övervägande del per båt.

Unifos Kemi har tillverkning av HD- och LD-polyeten. Etenbehovet erhålles via rörledning från Esso Chemical. Produkterna levereras ut från Stenungsund huvudsakligen per bil. Anläggningens produktions- och leveranssituation 1974 redovisas i figur 2:11.

Berol Kemi har i Stenungsund tillverkning av etenoxid, etenglykol, tensider samt polyoler. Anläggningens produktions- och leveranssituation 1974 redovisas i figur 2:12. Eten- och syrgasbehovet erhålles via rörledning från Essos kracker respektive AGA:s syrgasanläggning, medan inleveransen av övriga produkter är relativt jämnt fördelad på bil, båt och järnväg. Utleveranserna sker däremot huvudsakligen per bil.

KemaNord har i Stenungsund tillverkning av dikloretan, vinylklorid och polyvinylklorid. Dessutom finns en klor-alkalifabrik som förser enheterna med klorråvara. Behovet av koksalt till klor-alkalifabriken importeras per båt och etenet levereras per rörledning från Essos kracker. Utleveranserna från komplexet sker till största delen per järnväg och båt. Anläggningens produktflöden redovisas i figur 2:13.

Vid tillverkning av etenoxid förbrukas förutom eten även syre. AGA har för detta ändamål uppfört en syrgasfabrik i Stenungsund. Syrgasen levereras, som tidigare nämnts, per rörledning till Berol Kemi. De olika pe-

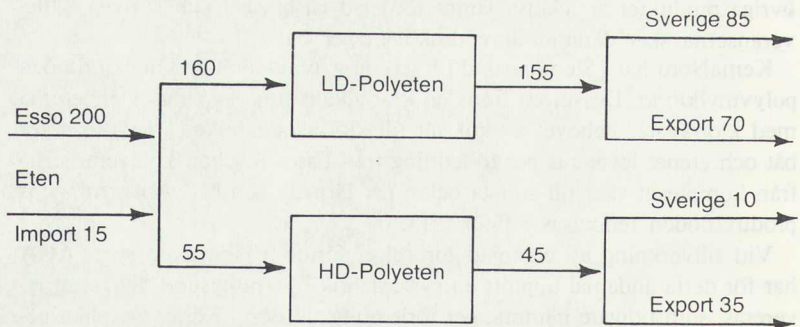


Figur 2:10 Produktion och leveranser till och från Esso Chemical, Stenungsund, år 1974 (1 000 ton)

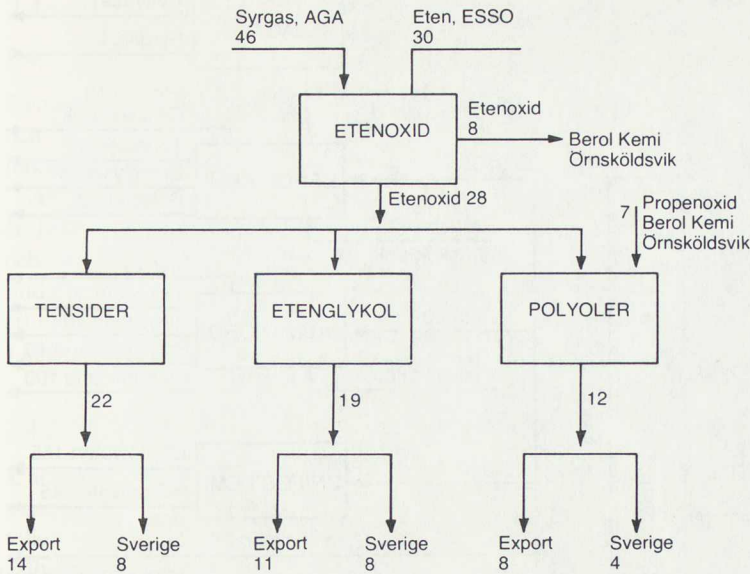
trokemiska anläggningarna har även en viss förbrukning av kvävgas som inertgas i processerna och vid lagring av olika produkter. Även denna förbrukning levereras per rörledning till de olika företagen. All leverans från AGA utanför Stenungsundskomplexet sker per bil.

I figur 2:14 sammanfattas de olika in- och utleveranserna för hela Stenungsundskomplexet och i figur 2:15 redovisas fördelningen av in- och uttransporter på bil, båt respektive järnväg år 1974.

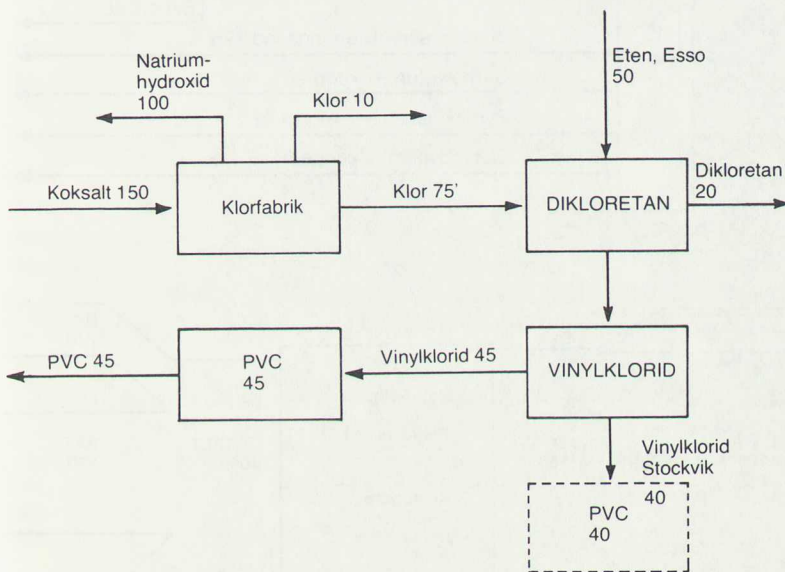
Intransporterna domineras helt av båttransporter. Av leveranserna från komplexet svarar båttransporterna för mer än hälften av produktflödet, me-



Figur 2:11 Produktion och leveranser till och från Unifos Kemi, Stenungsund, år 1974 (1 000 ton)



Figur 2:12 Produktion och leveranser till och från Berol Kemi, Stenungsund, år 1974 (1 000 ton)



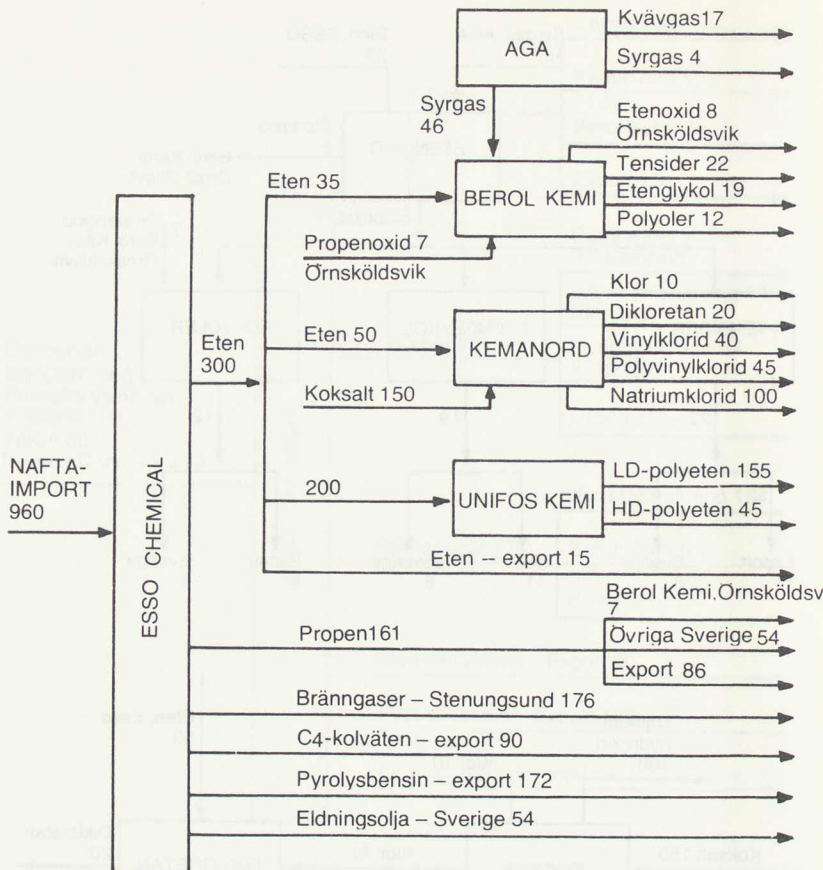
Figur 2:13 Produktion och leveranser till och från KemaNord, Stenungsund, år 1974 (1 000 ton)

dan resterande godskvantitet är relativt jämnt fördelad på järnväg och bil.

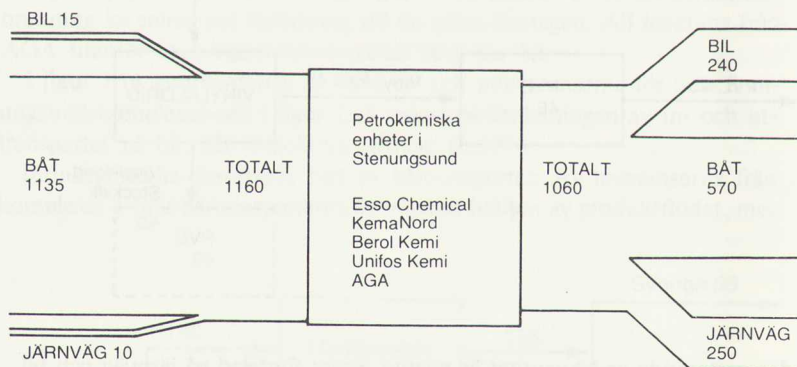
Stenungsundskomplexets (inklusive AGA) behov av hjälpvaror 1974 upp-gick till

- Elkraft 974 000 MWh
- Råvatten 4 880 000 m³
- Olja 41 000 m³

Den relativt låga oljeförbrukningen är en följd av användningen av stora



Figur 2:14 Produktion och leveranser till och från Stenungsunds petrokemiska komplex år 1974 (1 000 ton)



Figur 2:15 In- och uttransporter till och från de petrokemiska företagen i Stenungsund år 1974 (1 000 ton)

kvantiteter interna bränsleprodukter såsom brännngaser och eldningsolja från krackern.

Under 1974 var antalet anställda personer inom Stenungsundskomplexet i genomsnitt 1 590 st.

2.4 Stenungsund – Befolkning och arbetsmarknad

2.4.1 Bakgrund

Stenungsunds kommun bildades i samband med 1952 års kommunreform och kom att inkludera Norum, Ucklum, Spekeröd och Ödsmål. Den totala folkmängden var vid sammanslagningen ca 4 700 personer.

Av stor betydelse för den nybildade kommunen blev det riksdagsbeslut år 1954 som innebar lokalisering av ett ångkraftverk till Stenungsund. I och med denna lokalisering skapades drygt 100 arbetstillfällen och därmed underlag för en befolkningsökning som i sin tur betydde nya bostäder och ett bättre underlag för servicenäringarna. Folkmängden ökade med omkring 1 000 personer under 50-talet.

2.4.2 Inflyttning 1960–74

Under första hälften av 60-talet skedde en kraftig inflyttning till Stenungsund. Redan 1962 flyttade mer än 600 personer till centrala Stenungsund, vilket var mer än dubbelt mot åren 1960 och 1961. Över 1 000 personer inflyttade 1963 och nära 1 500 år 1964. Av inflyttarna till centralorten (Norum) åren 1960 till 1964 kom den övervägande delen från orter inom 6 mils radie från Stenungsund. Se tabell 2:26.

Närmare 65 % av inflyttarna kom från Götalandslänen, varav ca 45 % från Göteborgs och Bohus län. Från de nordligaste länen kom drygt 10 %. Invandrarna utgjorde ca 8 % av samtliga inflyttare under de fem åren 1960–64.

I Stenungsund arbetade 1965 ca 500 personer inom den petrokemiska industrin. Av de som flyttade till Stenungsund åren 1960–64 fick 378 personer arbete inom den kemiska industrin. Av figur 2:16 framgår varifrån dessa personer kom. Andelen byggnadsarbetare uppgick till ca 20 % av alla förvärvsarbetande inflyttare.

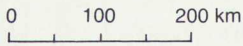
Tabell 2:26 Inflyttare fördelade efter avstånd till utflyttningorten i Sverige (%)

Avstånd	1960	1961	1962	1963	1964	1960–64
0– 20 km	36,3	21,5	15,2	16,8	16,6	18,4
21– 60 "	34,9	37,2	35,1	35,1	39,8	36,9
61– 140 "	6,8	6,1	6,6	6,1	7,7	6,8
141– 300 "	10,2	9,0	17,8	15,3	19,4	16,1
301– 620 "	8,1	11,5	13,8	19,5	10,9	14,1
621–1 260 "	3,7	14,7	11,5	6,7	3,8	6,9
Summa	100,0	100,0	100,0	99,5	98,2	99,2
Antal inflyttare inom Sverige	295	312	573	1 205	1 252	3 637
från utlandet	8	43	54	25	177	307
Totalt	303	355	627	1 230	1 429	3 944

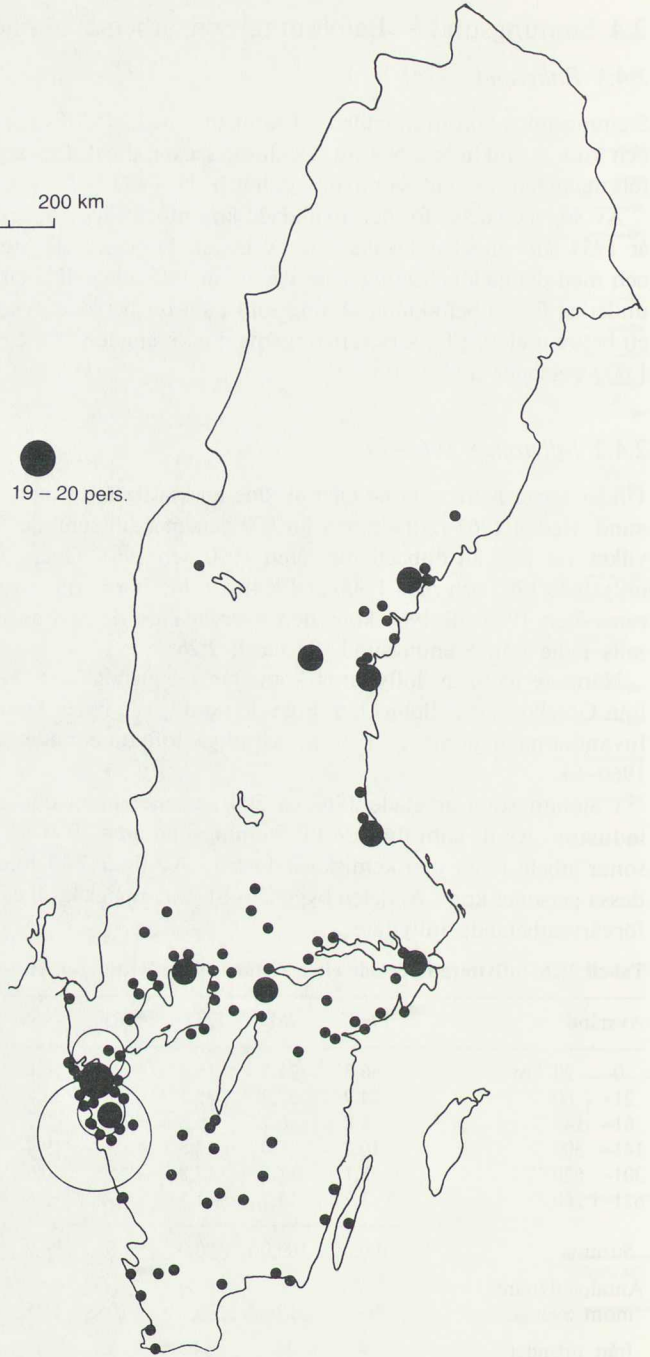
Källa: Ingela Söderbaum: Inflyttning till Stenungsund åren 1960–64 mot bakgrund av ortens industriella expansion under samma period. Göteborgs kulturgeografiska institution.

Figur 2:16 Inflyttning till
den kemiska industrin i
Stenungsund åren
1960-1964

0 100 200 km



● 1-2
● 9-10
● 19-20 pers.



Tabell 2:27 Åldersfördelning efter kön för åren 1960, 1965, 1970 och 1975 i Stenungsunds kommun (procentuell fördelning)

Ålder	1960		1965		1970 ^a		1975 ^a	
	Män	Kv	Män	Kv	Män	Kv	Män	Kv
0- 4	8	7	11	10	10	10	9	9
5-14	16	14	16	16	19	18	19	19
15-24	12	14	15	17	14	14	13	13
25-44	27	24	30	28	31	30	32	32
45-64	24	26	19	19	18	17	18	17
65-w	13	15	9	10	8	10	8	10
Summa	100	100	100	100	100	99	99	100
Antal 0-w	2 819	2 677	4 316	4 145	6 503	6 056	7 401	6 871

^a Inklusivt Jörlanda församling

Källa: Folk- och bostadsräkningarna 1960, 1965 och 1970

SOS: Folkmängden 1.1.1975

2.4.3 Folkmängdens utveckling 1960-1975

Mellan 1960 och 1965 ökade folkmängden med drygt 3 000 personer och med ytterligare 4 000 personer fram till 1970. Från och med 1971 kom även Jörlanda församling att ingå i Stenungsunds kommun. Folkmängden i denna församling var 1970 nära 1 600 personer. I januari 1975 hade befolkningen i Stenungsund ökat till 14 272 personer. Åldersfördelningen framgår av tabell 2:27.

Som framgår av tabell 2:27 ökade andelen barn i åldersgruppen 0-4 år mellan 1960 och 1965, medan andelen personer över 65 år minskade under samma period. Därefter har såväl andelen småbarn som äldre minskat något.

2.4.4 Arbetsmarknad

Antalet förvärvsarbetande uppgick år 1970 till drygt 4 800 personer, vilket innebär en ökning med 2 600 personer sedan 1960 (därav ingår ca 300 förvärvsarbetande från Jörlanda). Andelen förvärvsarbetande av samtliga män 15-64 år var 1960 drygt 94 % mot 85 % år 1970. För kvinnorna hade förvärvsfrekvensen ökat från 30 % år 1960 till drygt 37 % år 1970. I länet var männens förvärvsfrekvens 81 % och kvinnornas 46 % år 1970, vilket i stort är lika med rikstalen.

Av den förvärvsarbetande nattbefolkningen 1960 hade 10 % arbete utanför Stenungsunds kommun. År 1970 hade ca 27 % arbete i annan kommun. Av de 1 300 som arbetade utanför Stenungsund hade ca 670 arbete i Göteborg och drygt 240 i Kungälv.

Såväl 1960 som 1970 var antalet inpendlare (personer med arbete i Sten-

Tabell 2:28 Förvärsarbetande dagbefolkning i Stenungsund fördelad efter näringsgren, åren 1960 och 1970

Näringsgren	1960		1970		Förändring 1960-1970	
	antal	%	antal	%	antal	%-förändring
Jord- och skogsbruk	513	23,0	327	6,7	- 186	- 36
Industri	552	24,8	1 895	38,7	+ 1 343	+ 243
Byggnadsverksamhet	447	20,1	861	17,6	+ 414	+ 93
Varuhandel	179	8,0	537	11,0	+ 358	+ 200
Samfärdsl	141	6,3	273	5,6	+ 132	+ 94
Tjänster m. m.	395	17,7	1 000	20,4	+ 605	+ 153
Totalt	2 227	99,9	4 893	100,0	+ 2 666	+ 120

Källa: Folk- och bostadsräkningarna 1960 och 1970

ungsund med med bostad i annan kommun) fler än antalet utpendlare (dvs. med bostad i Stenungsund men med arbete i annan kommun). Över hälften av inpendlarna 1970 hade bostad på Tjörn eller Orust.

I tabell 2:28 redovisas förvärsarbetande dagbefolkning i Stenungsund åren 1960 och 1970.

Som framgår av tabell 2:28 var tillskottet av arbetstillfällen störst inom industrin och inom tjänstesektorn.

Vid en inventering 1975 beräknades 6 500 personer arbeta i Stenungsund, därav 1 700 i den petrokemiska industrin och 1 000 personer i annan industri. Inom jord- och skogsbruket uppgick sysselsättningen samma år till ca 370 personer.

Multiplikatoreffekten av den petrokemiska industrins lokalisering till Stenungsund, dvs. ökningen av antalet arbeten inom övrig industri och inom servicesektorn i förhållande till ökning av antalet arbeten inom petrokemin, var för perioden 1960-65 omkring 1,8. Sett över hela perioden 1960-75 har multiplikatorn uppskattats till 1,5, dvs. för varje arbetstillfälle inom petrokemin har tillkommit 1,5 nya arbetstillfällen inom övrig industri och service.

2.4.5 Bostäder

Lägenhetsbeståndet i Stenungsund var ca 4 500 år 1970, varav 40 % utgjorde flerfamiljshus. Under den följande femårsperioden byggdes 650 småhuslägenheter.

Under hela perioden 1960-75 färdigställdes drygt 3 000 lägenheter, varav 1 600 i flerfamiljshus. Den största delen byggdes mellan 1962 och 1970 - ca 200 till 400 lägenheter per år - eller ca 80 % av hela byggandet 1960-75.

Omkring 60 % av lägenhetsbeståndet är byggt 1960 eller senare. För perioden 1976-80 kommer drygt 1 000 småhuslägenheter att byggas enligt kommunens bostadsbyggnadsplanering.

Totalt för 1960-75 har i 1975 års penningvärde ca 400 milj. kronor in-

vesterats i bostadsbyggande och för perioden 1976–80 beräknas ca 200 milj. kronor att investeras. Exploateringskostnader för vägar, ledningar m. m. är ej inräknade.

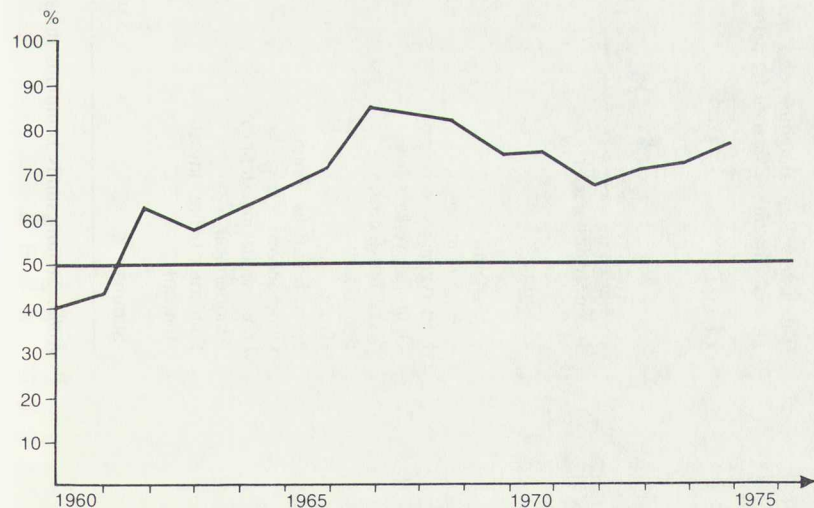
2.4.6 Kommunala investeringar

De primärkommunala investeringarna har ökat kraftigt sedan 1960. Bokförda värdet av anläggningstillgångarna var då drygt 6 milj. kronor. Vid bokslutet 1974 uppgick anläggningstillgångarnas värde till drygt 90 milj. kronor. I praktiken torde värdet vara högre dels beroende på årliga avskrivningar, dels beroende på att tillgångarna inte är värderade efter nuvärdet. Till detta kan läggas att investeringsbidrag från staten eller andra kapitalinkomster, som ej finansieras genom egna skattemedel, inte räknas in i det förmögenhetsskyddade värdet. I figur 2:17 visas för perioden 1960–75 hur stor andel av de förmögenhetsskyddade anläggningstillgångarnas bokförda värde som utgörs av långfristiga lån.

Under perioden 1960–74 har Stenungsunds kommun investerat för 160 milj. kronor, därav 35 milj. kronor för inköp av mark. I den ekonomiska långtidsplanen 1976–80 beräknas ett investeringsbehov på 214 milj. kronor, varav ca 90 milj. kronor i gator, vattenledningar och vattenreningsverk, gångvägar, grönområden o. dyl. I tabell 2:29 redovisas kapitalutgifter och kapitalinkomster för såväl perioden 1950–74 som 1976–80.

Som framgår av tabellen har fritidssektorn kommit in först på 70-talet. Förhållandet gäller i stort även den sociala omvårdnaden. Ålderdomshemmet byggdes 1968 och den första barnstugan blev klar våren 1972. I dag finns två daghem med platser för 90 barn. Antal barn 0–6 år var ca 1 700 i januari 1975. Fram till 1980 byggs enligt planerna 5 nya daghem med plats för sammanlagt 250 barn. Antalet barn i kommunala familjedaghem planeras 1980 vara ca 200.

Investeringarna 1976–80 för skolor, bibliotek, idrottsanläggningar och den sociala omvårdnaden beräknas till omkring 95 milj. kronor. Investeringar



Figur 2:17 Stenungsunds kommun. Anläggningslånen i förhållande till anläggningstillgångarnas förmögenhetsskyddade bokföringsvärde perioden 1960–1974

Källa: Stenungsunds kommun. Ekonomisk långtidsplanering perioden 1976–80

Tabell 2:29 Kapitalutgifter och kapitalinkomster enligt boksluten 1960-74 och den ekonomiska långtidsplanen för perioden 1976-80 i Stenungsunds kommun

Utgifter	1960-1974		1976-1980		Inkomster		1960-1974		1976-1980	
	Milj. kr	Andel %	Milj. kr	Andel %			Milj. kr	Andel %	Milj. kr	Andel %
Inköp av fastigheter	35,4	18,1	15,3	6,1	Investeringsbidrag från enskilda		48,0	24,4	52,0	20,6
Planering	5,2	2,7	3,0	1,2	Investeringsbidrag från staten		9,4	4,8	12,9	5,2
Exploatering	57,7	29,4	89,2	35,3	Lån		94,3	48,1	61,9	24,5
Avloppsreningsverk	13,3	6,8	-	-	Skattemedel (inkl. fond-medel)		44,3	22,7	110,9	43,8
Undervisnings- och annan kulturell verksamhet	30,1	15,4	53,4	21,1	Likviditet				15,0	5,9
Social omvårdnad	8,1	4,1	20,0	7,9						
Brandväsen	0,4	0,2	3,3	1,3						
Hamn			3,9	1,5						
Sport, Friluftsliv, Fritid	3,0	1,5	22,9	9,1						
Övrig service	6,4	3,2								
Oförutsedda investeringar			3,0	1,2						
Amorteringar	25,0	12,8	38,7	15,3						
Fondering (Allm. invest. fonden)	11,4	5,8								
Summa	196,0	100,0	252,7	100,0			196,0	100,0	252,7	100,0

Källa: Stenungsunds kommuns drätselkontor

i gator, grönområden, vattenreningsverk, avlopp, gatubelysning o. dyl. planeras för ca 90 milj. kronor, därav 25 milj. kronor i anslutning till den planerade bostadsbebyggelsen.

Enligt ansökningarna om utbyggnad och lokalisering av petrokemiska anläggningar i Stenungsund beräknades investeringarna för perioden 1974–83 till omkring 2 miljarder i 1973 års penningvärde. Redan gjorda investeringar i den petrokemiska industrin i Stenungsund var 1974 värderade till ca 1 miljard kronor.

De kommunala investeringarna under perioden 1960–1975 kan beräknas till drygt 250 miljoner i 1975 års penningvärde. Därtill kommer investeringar i bostäder 150 miljoner och ca 50 miljoner för centrum genom den kommunägda bostadsstiftelsen. Därutöver tillkommer de privata investeringarna i småhusbyggandet, omkring 250 miljoner. Totalt i bostäder, vägar, skolor, social och annan service har således under perioden 1960–75 investerats drygt 700 miljoner i 1975 års penningvärde.

Kommunens skatteunderlag har under perioden 1960–74 legat på eller något under riksgenomsnittet. Samtidigt har utdebiteringen varit i nivå med utdebiteringen i riket.

Kommunens inkomster från de petrokemiska företagen har utgjort omkring 10 % av skatteintäkterna. På grund av de vinstgivande åren 1973 och 1974 kan industrin beräknas svara för 20 % respektive ca 40 % av Stenungsunds skatteunderlag åren 1975 och 1976.

Skatteintäkterna 1976 innebär utrymme för en betydande förstärkning av det kommunala förmögenhetsskyddet, varvid stamkapitalet och driftkapitalet enligt 1976 års budget kommer att öka med tillsammans ca 30 milj. kronor.

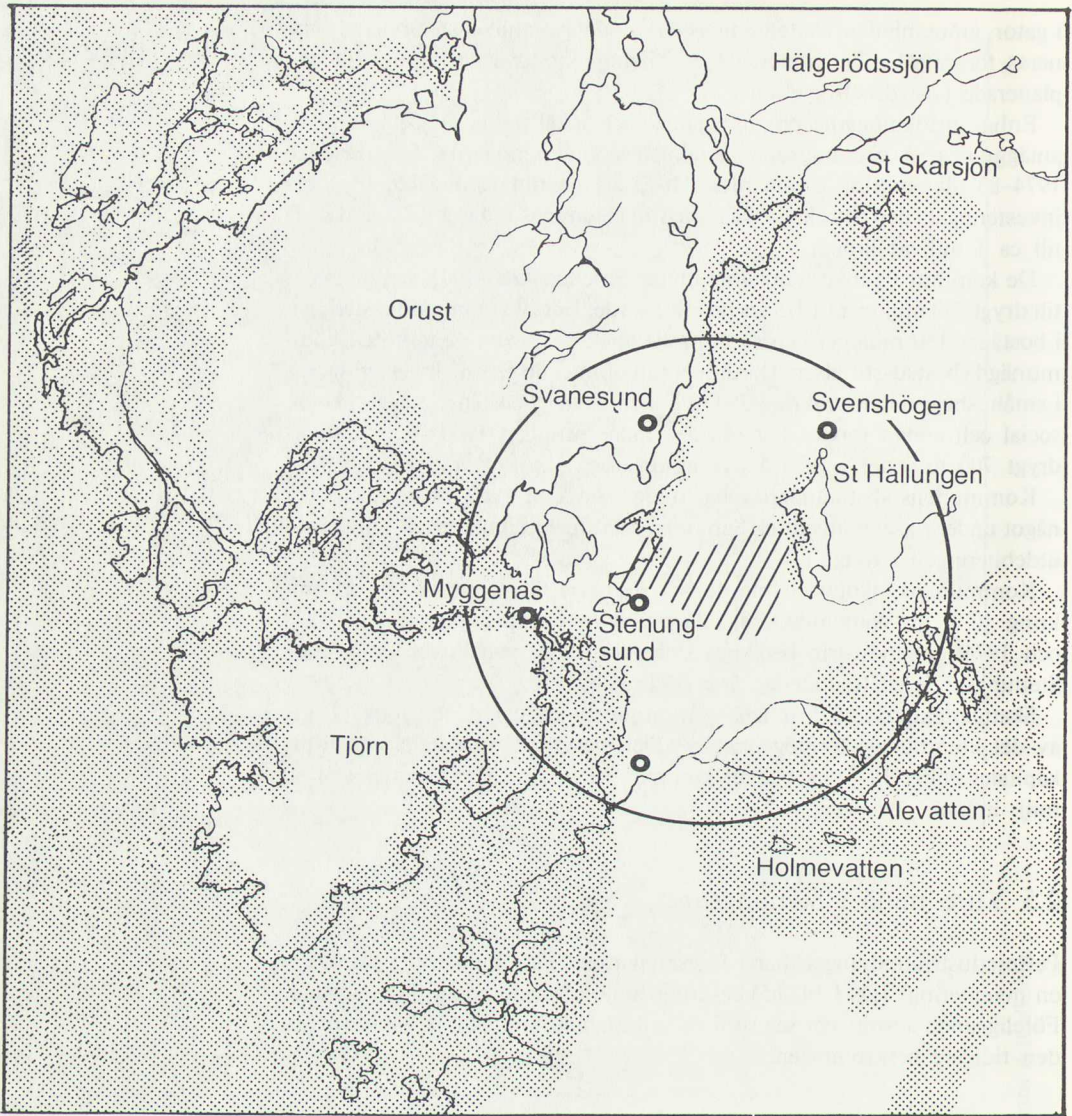
2.5 Yttre miljö i Stenungsund

Petroindustriutredningen har i lägesrapporten "Petroindustrin i Sverige – en inventering" (Ds I 1973:5) beskrivit miljön i bland annat Stenungsund. Föreliggande avsnitt bör ses som en sammanfattning och aktualisering av den tidigare beskrivningen.




2.5.1 Områdesbeskrivning

Stenungsunds kommun ligger mitt emellan Uddevalla och Göteborg, vid fjordarna innanför Orust och Tjörn. Stora delar av Bohusläns skärgårdskust har i samband med arbetet med den fysiska riksplaneringen bedömts ha mycket stora värden för det rörliga friluftslivet, fritids- och yrkesfisket, kulturminnesvärden och den vetenskapliga naturvärden. Skogs- och jordbruksarealerna däremot har en jämförelsevis låg produktivitet.

Bohuslän har även stora värden för tung industri, främst av transportekonomiska skäl. I den fysiska riksplaneringen har Stenungsund utpekats som en av de orter där mark bör reserveras för tung, miljöstörande industri med särskilt stora anspråk på fysiska resurser. Det omkring 10 km² stora område som i kommunens pågående planering föreslås bli reserverat för sådan industri ligger strax norr om tätorten, vilket framgår av figur 2:18.



10 km

-  Område av riks- eller regionalt intresse för rörligt friluftsliv
-  Område för tung industri
-  Uppskattade befolknings-tyngdpunkter för tätorter

Figur 2:18 Stenungsundsområdet

Inom tio kilometer från detta industriområde bodde 1970 omkring 15 000 människor, varav 10 000 i de på kartan inprickade tätorterna. Inom samma tiokilometerscirkel upptas ca 25 % av ytan av områden av mycket stort värde för det rörliga friluftslivet. Det stora området i sydost är Svartedalens fritidsområde, vilket föreslås bli naturreservat. Även mindre områden vid kusten i kommunens sydvästspets och vid Stora Hällungens västra strand föreslås bli naturreservat. För närvarande finns endast ett par arealmässigt mycket små naturreservat i kommunens sydvästra kustområde.

Stenungsunds kommun har en yta av 151 km². Av denna är omkring 34 km² åker, varav 15 km² räknas som långsiktigt bestående. De områden, som enligt förslaget till översiktlig fysisk planering för kommunen i första hand reserverats för jord- och skogsbruk, ligger till största delen syd och sydost om Stora Hällungen.

I dag används omkring 2 km² av de närmast kusten belägna delarna av det stora industriområdet. Fortsatt expansion av industrin är alltså tänkt att ske inåt land i riktning mot sjön Stora Hällungen, där jordbruksintressen kan väntas bli berörda. Den närmare lokaliseringen av befintlig och planerad industri framgår av figur 2:19. För dessa anläggningar finns detaljplaner omfattande ca 5,5 km².

Av figur 2:19 framgår också att den väg och järnväg som används för industriernas transporter passerar genom Stenungsunds tätort. En ny motorväg planeras komma att gå öster om cirkeln märkt "Berol Oxo" på figur 2:19. De hamnar som används av industrierna ligger på södra och norra delen av den stora halvön, som sticker ut i Askeröfjorden strax norr om Stenungsön, samt på strandområdet utanför Berol Kemis befintliga anläggningar. Största djupgående i den senare hamnen (Vattenfalls) är 15 meter, vilket innebär att fartyg i storleksklassen 60 000 dwt kan tas emot.

Kommunens och industriernas behov av sötvatten täcks i dag med vatten från Stora Hällungen. Denna vattentäkt har inte tillräcklig kapacitet för en mer omfattande industriell expansion i området, varför man planerar att spränga en tunnel från Göta älv. Tunneln planeras för en kapacitet kring 10 m³ per sekund och beräknas kunna tas i drift omkring 1980.

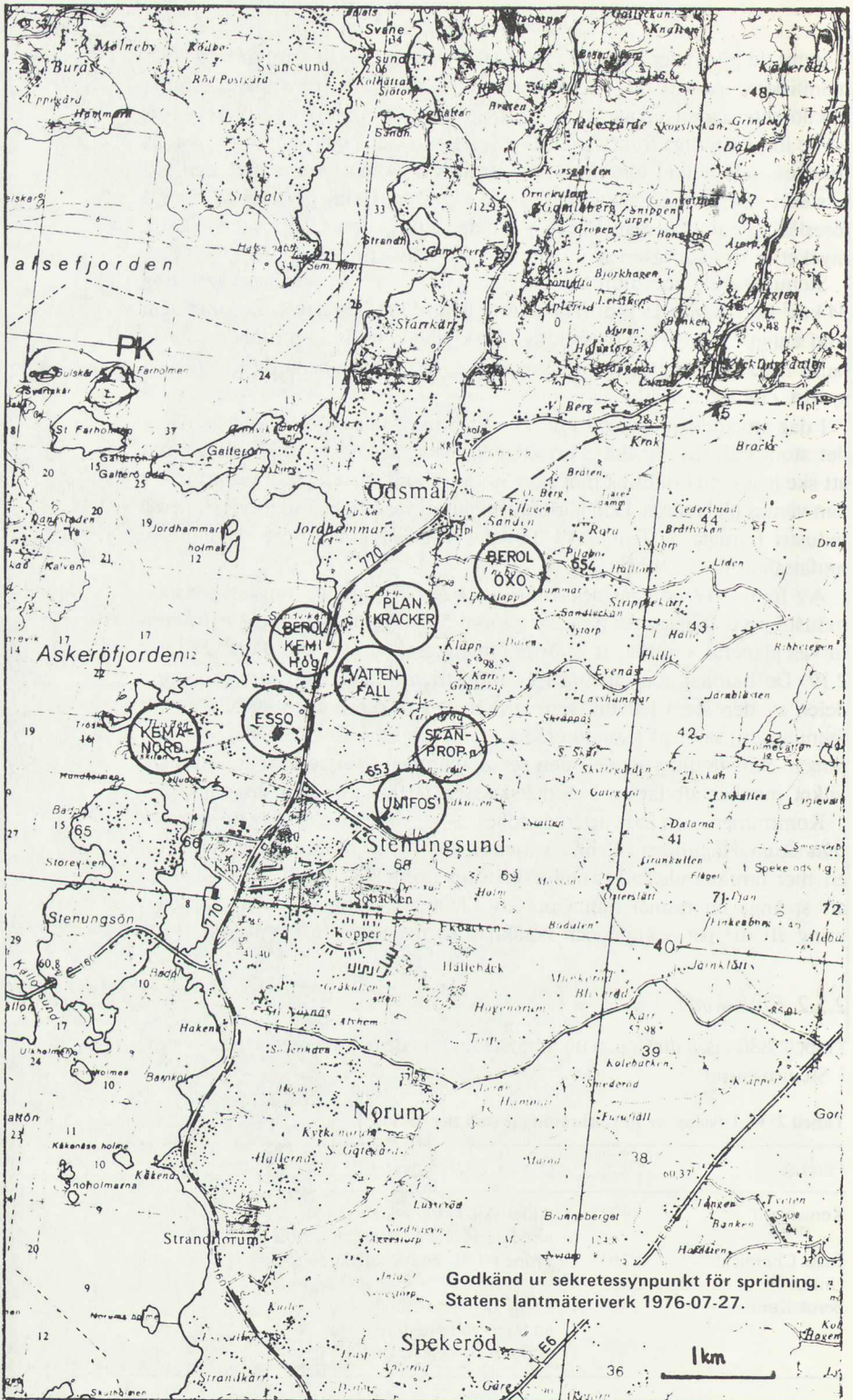
2.5.2 Emissioner

I tabell 2:30 visas utsläppen till atmosfären från de petrokemiska industrierna i Stenungsund.

Tabell 2:30 Utsläpp av luftföroreningar (ton per år 1975)

Företag	Eten	Övriga föroreningar
KemaNord	900	Alifatiska klorkolväten 2 400, vinylklorid 1 240, kvicksilver 0,2
Esso Chemical	250	Propen 150, andra kolväten 550
Unifos	2 000	
Berol Kemi	500	Eten- och propenoxid 50, andra organiska föreningar 26, ammoniak och vätgas 17

Källa: Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohus län, Miljö i Bohuslän 1975. Mars 1976



Figur 2:19 Stenungsundsindustriernas lokalisering.

Angivna utsläpp grundar sig på uppskattningar redovisade i företagens koncessionsansökningar. Sådana uppskattningar är mycket osäkra vad gäller både utsläppens storlek och vilka ämnen som ingår. Detta beror bland annat på att en stor del av utsläppen uppkommer genom läckage från ventiler, rörledningar, tankar etc., och att mätningar av sådana utsläpp är svåra att göra. Vid anläggningsdelar med speciellt stora utsläpp görs dock vissa mätningar, t. ex. vid KemaNords och Unifos' anläggningar.

Förutom de i tabell 2:30 upptagna ämnena släpps även stoft och svaveldioxid ut. Stoftet består bland annat av sot och aska från förbränningsprocesser och av finfördelad polyvinylklorid, polyeten och andra fasta produkter som hanteras av företagen. Utsläppet av svaveldioxid kan uppskattas till omkring 1 000 ton per år. Endast 30–40 ton härrör från själva processerna, resten kommer från förbränning av främst eldningsolja. Utsläppet från förbränningen beror på vilken svavelhalt som använd olja har. Från 1 januari 1976 gäller att olja med högst 1 % svavel får användas i Stenungsund, men dispenser från detta kan ges.

Även om utsläppen av svaveldioxid från den petrokemiska industrin motsvarar utsläppen från 10 000–20 000 oljeeldade småhus, är dessa utsläpp små jämfört med de totala utsläppen i kommunen. Dessa uppgick år 1975 till omkring 14 000 ton svaveldioxid, varav Vattenfalls kraftverk svarade för 12 000 ton.

I tabell 2:31 visas utsläppen till vatten från de petrokemiska industrierna i Stenungsund.

Till skillnad från redovisade utsläpp av luftföroreningar i tabell 2:30 grundar sig tabell 2:31 på gjorda mätningar. Utsläppen av vattenföroreningar 1975 låg med ett undantag under de av Koncessionsnämnden medgivna. Undantaget var Essos utsläpp av fenol som låg omkring 10 % över det tillåtna.

Det framgår av tabell 2:31 att redovisningen av vattenföroreningar är ofullständig och att den görs på olika sätt för olika företag. Exempelvis redovisas inte den kemiska syreförbrukningen för Esso Chemical, trots att omkring 25 ton syrgas åtgår för att oxidera uppgiven mängd utsläppt olja. För Unifos uppges å andra sidan inte vilka ämnen som ger upphov till en kemisk syreförbrukning på 10,5 ton per år. Dessa olikheter och ofull-

Tabell 2:31 Utsläpp av vattenföroreningar (ton per år 1975)

Företag	Olja	Suspende- rade ämnen	COD ^a	Övriga föroreningar
KemaNord		30	128	Klorkolväten 1,7, natriumformiat 123,5, järnhydroxid 1,2, totalkväve 7,8, kvicksilver 0,004
Esso Chemical	6,9			Fenol 0,56
Unifos	0,1	2,5	10,5	BS ₇ 1,7, krom 0,04
Berol Kemi	3,6		172	Glykol 4,5, övriga ämnen 20

^a COD: Chemical Oxygen Demand, dvs. kemisk syreförbrukning, är ett mått på hela innehållet av syreförbrukande ämnen. BS₇, biokemisk syreförbrukning, är ett mått på mängden av sådana organiska ämnen som kan brytas ner på biokemisk väg

Källa: Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohus län, Miljö i Bohuslän 1975. Mars 1976

ständigheter beror på att det för närvarande saknas anvisningar för hur företag ska ange föroreningsutsläppen vid ansökan om tillstånd enligt miljöskyddslagen. Men det beror även på att man ibland saknar fullständig kunskap om alla de ämnen som släpps ut. Av detta skäl skall under 1976 i länsstyrelsens regi göras analyser av utsläppen av vattenförorenande ämnen från bland annat den petrokemiska industrin i Stenungsund.

Det framgår dock av tabell 2:31 att utsläppen av vattenföroreningar kvantitetsmässigt är av betydligt mindre omfattning än utsläppen av luftföroreningar. Jämfört med övriga utsläpp till vatten inom Stenungsunds kommun är dock utsläppen från den petrokemiska industrin klart dominerande. Som jämförelse kan nämnas att utsläppen av organiska ämnen från det kommunala reningsverket i Stenungsund år 1975 uppgick till omkring 20 ton BS_7 eller 35 ton COD.

2.5.3 Immissioner och effekter

Immissioner, dvs. halten förorening i en viss punkt eller i ett visst område, ger upphov till vissa effekter i miljön, t. ex. ett minskat fiske eller ett större antal halsinfektioner. Det är dock ofta en definitionsfråga var man ska dra gränsen mellan immissioner och effekter. En ökad surhet i ett vattendrag kan t. ex. ses både som en immission och som en effekt av ökad deposition av sura luftföroreningar. Av detta skäl görs i det följande ingen större åtskillnad mellan immissioner och effekter. Framställningen är dock i princip huvudsakligen inriktad på en beskrivning av immissionsnivåer, bland annat beroende på att uppgifter om effekterna i stor utsträckning saknas eller är mycket svårtolkade.

Bland utsläppen av luftföroreningar från den petrokemiska industrin i Stenungsund dominerar eten med 3 000–4 000 ton år 1975 enligt tabell 2:30. År 1971 gjordes mätningar av bland annat etenhalten i utomhusluften och resultatet redovisas i tabell 2:32.

Halterna enligt tabell 2:32 uppmättes i september–november 1971 och utgör medelvärden av 6 eller 7 mätningar. De höga medelvärdena Ö Unifos beror på att halterna vid ett mättillfälle var mycket höga, 10 mg/m^3 för eten och nära 6 för propen. Om de uppmätta halterna är representativa för de verkliga halterna, kan konstateras att störningar på vegetation bör kunna inträffa (se avsnitt 1.9). Sådana störningar har dock ej rapporterats.

Vid 1971 års mätningar undersöktes också halterna av klorerade kolväten i utomhusluften. Utsläppen av sådana ämnen ligger enligt tabell 2:30 i samma

Tabell 2:32 Eten- och propenhalter i Stenungsund 1971

Plats för mätningen	Eten mg/m^3	propen mg/m^3
600 m S KemaNord	0,27	0,20
500 m VSV Unifos	0,17	0
600 m NO Berol Kemi	0,26	0,03
480 m Ö Unifos	1,72	0,87

Källa: IVL, Rapport över luftundersökning i Stenungsund april–november 1971. Göteborg 72-03-02

Tabell 2:33 pH-värden i några sjöar runt Stenungsund

	1970	1971	1975
Hälgerödssjön	5,5	5,6	6,2-6,3
St. Skarsjön	4,4	4,1	6,2-6,6
Ålevatten	4,8	4,3	4,8-5,0
Holmevatten	4,4	4,1	4,6

Källa: Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohus län, Miljö i Bohuslän 1975. Mars 1976

storleksordning som utsläppet av eten och borde således ge utslag vid mätning. Resultatet blev dock att halten låg under detekteringsgränsen 0,2 mg/m³. Emellertid mättes klorerade kolväten bara vid två tillfällen och just vid dessa tillfällen var även halterna av eten och propen relativt låga, troligen beroende på relativt goda atmosfäriska utspridningsförhållanden dessa dagar. Senare mätningar på 1 km:s avstånd från KemaNords anläggningar gav vinylkloridhalter omkring 1,3 mg/m³, det högsta värdet var 3,2. Upp-täckten av vinylkloridens cancerogena effekt 1973 har lett till att man på-börjat undersökningar av hälsotillståndet hos befolkningen i Stenungsund, men några resultat finns ännu ej publicerade.

Utsläpp av svaveldioxid kan orsaka försurning av mark och vatten. Ett flertal undersökningar har visat att vattendragen på Västkusten hör till de suraste i Sverige. I synnerhet vattendragen öster om Göteborg och Stenungsund är starkt försurade med pH-värden ofta under 5, vilket innebär allvarlig risk för reproduktionsstörningar hos bland annat fisk. I tabell 2:33 visas mätningar av pH-värden i några sjöar runt Stenungsund. Sjöarna finns inritade på kartan i figur 2:18.

pH-värdena har således stigit för alla fyra sjöarna mellan 1971 och 1975, men Ålevatten och Holmevatten har fortfarande kritiskt låga värden. Den mycket kraftiga stigningen i Stora Skarsjöns pH-värde beror bland annat på att den kalkades i början av 1975. För samtliga sjöar gäller dessutom att pH-värdet bör vara något högre 1975 än 1971 beroende på en mindre mängd surt smältvatten från vintern 1975.

Andra delförklaringar till de ökade pH-värdena kan vara att utsläppen av svaveldioxid från Stenungsund minskat starkt beroende på ett minskat kapacitetsutnyttjande hos kraftverket. Detta släppte i början av 70-talet ut mer än 30 kton svaveldioxid per år, vilket kunde minskas till 12 kton 1975 bland annat beroende på ökade elleveranser från kärnkraftverken. Att ut-

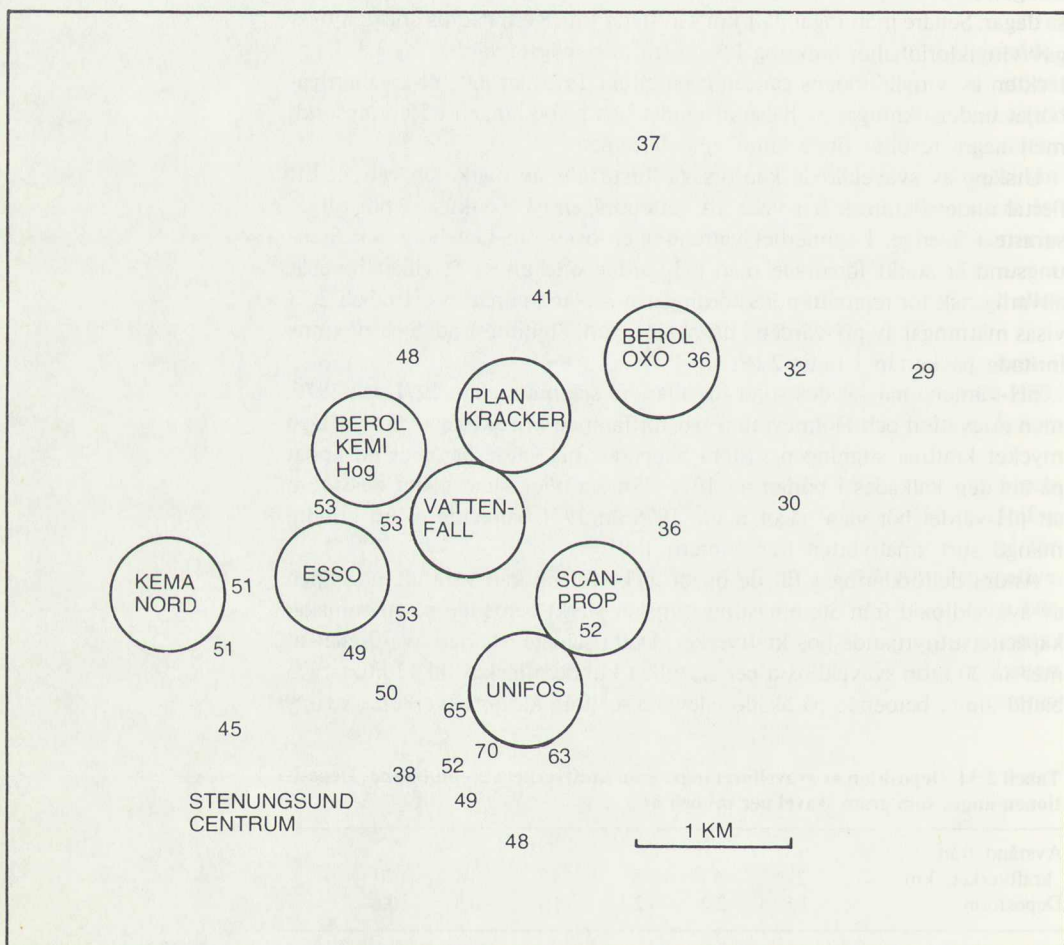
Tabell 2:34 Deposition av svavelföreningar från kraftverket i Stenungsund. Depositionen anges som gram svavel per m² och år

Avstånd från kraftverket, km	2	4	8	12	16	20
Deposition	1,8	2,2	2,1	1,1	0,8	0,6

Källa: L. Granat och R. Söderlund: Atmospheric deposition due to long and short distance sources with special reference to wet and dry deposition of sulfur compounds around an oil fired power plant. Department of Meteorology, University of Stockholm, May 1975

släppet från kraftverket spelar stor roll för den lokala depositionen av förorenande ämnen framgår av tabell 2:34.

Tabell 2:34 grundar sig på mätningar och beräkningar och antagandet att kraftverket emitterar 36 kton svaveldioxid per år. Resultatet skall jämföras med den regionala bakgrunds-nivån, som för Västkusten uppskattas till 1,6 gram deponerat svavel per m² och år. Utsläppet från kraftverket gav således upphov till en fördubbling av den "normala" depositionen på avstånd upp till omkring 10 km. De milda vintrarna och de ökande priserna under 70-talet har också inneburit lägre förbrukning av tjock eldningsolja och därmed lägre utsläpp av svaveldioxid även från andra källor än kraftverket, såväl i Sverige som på kontinenten. Mätningar i andra vattendrag på Västkusten som gjordes 1975 gav dock inte någon entydig trend till ökning eller minskning av pH-värdena.



Figur 2:20 Bullernivåer (dB(A)) runt Stenungsundsindustrin

Källa: Koncessionsansökningar

Ett flertal mätningar av bullernivåer i och omkring industriområdena har företagits sedan 1971. I figur 2:20 visas några resultat från dessa mätningar.

En tydlig ökning av bullernivån är märkbar enligt figur 2:20 när man närmar sig industriområdet. Speciellt höga värden har uppmätts runt Unifos' anläggningar. Naturvårdsverkets riktlinjer för industribuller i bostadsområden anger 40–50 dB, där det lägre värdet innebär en långsiktig målsättning. Det kan också nämnas att en ökning av bullernivån med 10 dB upplevs som en fördubbling av bullret.

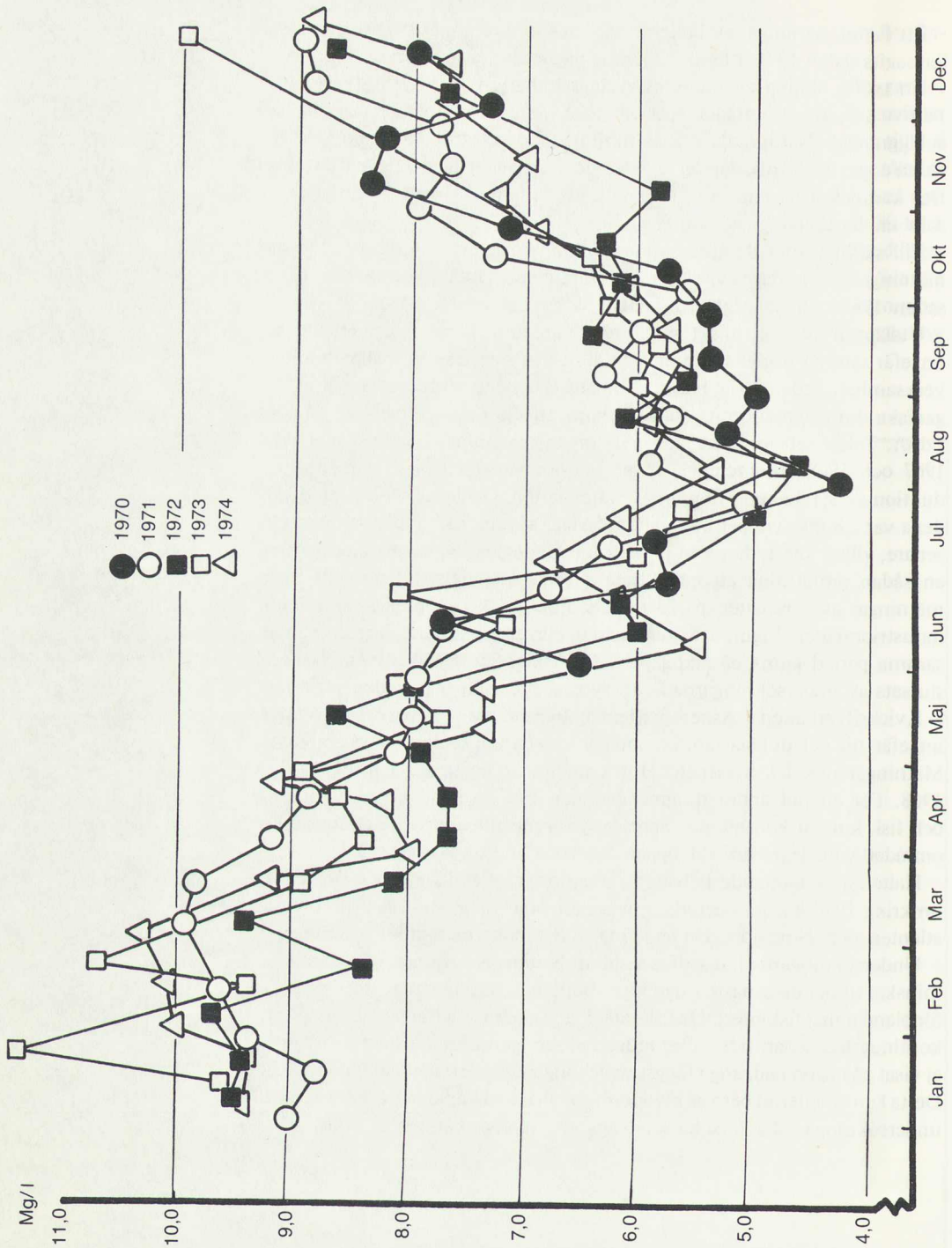
Till skillnad mot de sparsamma mätningarna i Stenungsundsluften har mätningarna i fjordarna varit mycket omfattande. Undersökningar har gjorts sedan 1963 och de pågår fortfarande och skall permanentas.

Utsläppen av biokemiskt syreförbrukande ämnen var under 60-talet av ungefär samma storleksordning från industrin som från hushåll och annan verksamhet. Sedan 1971 har dock hushållsavloppsvattnets innehåll av organiska ämnen reducerats starkt genom att ett nytt reningsverk då togs i drift. Totalt sett torde utsläppen av organiska ämnen ha minskat. Under 1967 och 1968 observerades under sensommar och höst en oroande reduktion av syrehalten i fjordarnas bottenvatten. De lägsta observerade värdena var 2,8 mg syre per liter vatten. Så låga värden har dock inte uppmätts senare, vilket kan tyda på en förbättring. Undersökningsmaterialet har inte en sådan omfattning att en säkrare slutsats kan dras. I figur 2:21 visas mätningar av syrehalten på 23 meters djup i Askeröfjorden strax utanför industriområdet. Figuren är representativ även för mätningar som under samma period gjorts på andra platser i Askeröfjorden. Naturvårdsverkets slutsats av undersökningarna är att syrgashalten under perioden varit god.

Kviksilverhalten i Askeröfjordens bottensediment är betydligt förhöjd, ungefär till det dubbla jämfört med undersökningsområdets yttergränser. Mätningar av kvicksilverhalter i torsk antyder att dessa skulle ha ökat sedan 1968. För en rad andra tungmetaller har inga förhöjda nivåer i musslor och fisk kunnat konstateras. Snarare synes metallhalterna i Stenungsundsområdet vara lägre än vid öppen havskust, t. ex. vid Ringhals.

Halterna av klorerade kolväten i musslor och fisk från fjordsystemet låg omkring 1970 endast obetydligt över dem som uppmätts i fisk från Nordatlanten och Nordsjön. Under 70-talet har halterna sjunkit ytterligare.

Undersökningarna har vidare visat att bottenvegetationen i fjordarna har minskat under de senaste tjugo åren. Bottenvegetationen har stor betydelse för bland annat fiskyngel. De fiskeribiologiska undersökningarna, som pågått kontinuerligt sedan tiden före industrialiseringen i Stenungsund, har dock ej visat på någon nedgång i fångstutvecklingen, jämfört med andra områden. Detta kan emellertid bero på invandring av fisk från andra områden. Fortsatta undersökningar ska försöka klarlägga om reproduktionen är störd.



Figur 2:21 Syrehalter i Askerödfjordens djupvatten

Källa: Recipientundersökningar vid Stenungsund, 1971-1974

Bilaga 3 Lokaliseringsfaktorer för petrokemisk industri – en sammanfattning

Generellt gäller för den tunga organiska kemiindustrin att den under de senaste decennierna har genomgått mycket stora förändringar. De mest betydelsefulla torde vara den snabba produktionsökningen, den successiva övergången till naturgas och petroleum som råvaror och därmed sammanhängande introduktion av nya produktionsmetoder, samt den ökade internationaliseringen både i form av en ökad utrikeshandel och en ökad etablering i utlandet av tidigare nationella kemiföretag.

Denna utveckling har bidragit till en ökning av främst den materiella standarden. Samtidigt har medvetenheten ökat om industrisamhällets negativa sidor i form av ökad belastning på den fysiska och sociala miljön och krav på rörlighet hos arbetskraften. Dessa kunskaper har lett till krav på ökat hänsynstagande till de negativa sidorna vid utbyggnad och nylokalisering av industrin. Ett ökat inflytande från samhällets sida över dessa frågor är en naturlig följd av dessa krav.

Ett sådant inflytande måste grundas på ökade kunskaper om de förhållanden som påverkar industrins lokalisering. Sådan kunskap finns i dag i huvudsak inom industrin. Ett av syftena med denna bilaga är därför att informera om och på så sätt skapa större förståelse för det komplexa samspel mellan ett stort antal faktorer som industrilokalisering utgör.

I bilagorna 1 och 2 har den petrokemiska industrins lokalisering i Europa beskrivits, liksom en rad faktorer som var för sig i större eller mindre utsträckning påverkar lokaliseringen. I denna bilaga skall göras ett försök att knyta samman dessa olika faktorer till en sammanfattande analys.

Bilagan är disponerad på så sätt att först beskrivs sådana faktorer som bestämmer till vilka länder eller större regioner som petrokemisk industri är lokaliserad. Dessa faktorer utgörs främst av tillgång på råvaror och arbetskraft samt närhet till marknader. Därefter beskrivs de faktorer som mer i detalj styr lokaliseringen inom ett land eller en region. De fysiska resursbehoven är i första hand tillgång till mark, vatten och infrastruktur. I ett sista avsnitt beskrivs styrningsmöjligheter från stat och kommun med hjälp av fysisk planering och ekonomiska styrmedel.

3.1 Överregionala lokaliseringsfaktorer

3.1.1 Produkt- och råvarumarknader

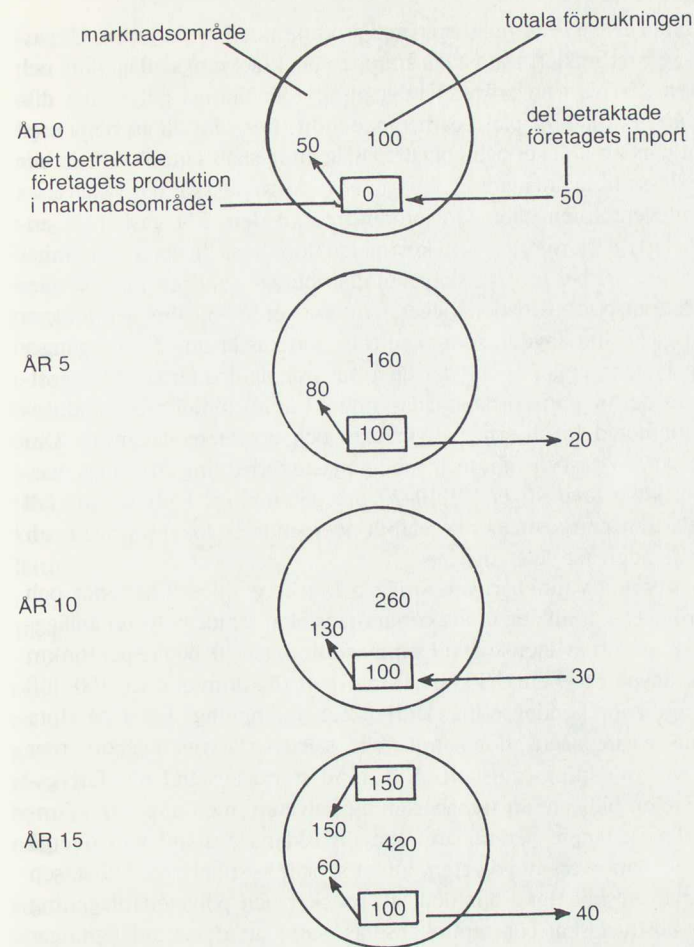
Det brukar sägas att den kemiska industrins största kund är den kemiska industrin. Detta gäller även för den petrokemiska industrin, där huvuddelen av anläggningarna tillverkar primär- och mellanprodukter för de anläggningar som framställer de petrokemiska slutprodukterna: polymerer och bas-kemikalier. Med den petrokemiska industrins produktmarknad avses här marknaden för basplattor, syntetiskt gummi, fiberråvaror och organiska bas-kemikalier, där kunderna utgörs av polymerbearbetande industrier, färg- och lackfabriker etc. Dessa kunder är i allmänhet uppdelade på ett stort antal mindre enheter med en produktionsstorlek som många gånger är mindre än 100-delen av vad som gäller för den petrokemiska industrin.

Den petrokemiska industrin har intresse av att vara lokaliserad nära dessa kunder av främst två skäl. Det första är att transportkostnaderna för petrokemiska slutprodukter är relativt höga beroende på att transporterna ofta sker i mindre poster på grund av de enskilda kundernas begränsade råvaruförbrukning. Biltransporter används ofta för dessa produkter även om avståndet till kunden är stort. Detta ger transportkostnader i storleksordningen 20–30 öre per tonkm. Även lagerhållningen ökar med avståndet. Det andra skälet är kundernas behov av service i form av bland annat analys av materialegenskaper och applikationsteknik. Laboratorier för sådana undersökningar finns i allmänhet i anslutning till de petrokemiska anläggningarna. Detta servicebehov kräver ett betydande informationsutbyte mellan producent och kund, ofta i form av personliga sammanträffanden. Sådana kontakter underlättas av korta avstånd och givetvis även av gemensamt språk.

Avnämarna av de petrokemiska slutprodukterna bearbetar dessa och levererar dem vidare till annan industri och till grossist- och detaljhandeln. Dessa kopplingar mellan de olika leden innebär således fördelar för den petrokemiska industrin om den lokaliseras till folktäta regioner med hög specifik förbrukning av varor där petrokemiska produkter ingår.

De dynamiska aspekterna är av mycket stor betydelse i lokaliseringsproblematiken. Tillväxten inom ett visst företags marknadsområde, antingen beroende på kundernas ökande förbrukning eller på att företaget ökar sin marknadsandel, innebär att produktionskapaciteten så småningom måste byggas ut. En optimal lösning, där endast servicemöjligheterna och transportkostnaderna för produkter beaktas, kan vara att en ny produktionsenhet byggs inom marknadsområdet på relativt stort avstånd från den befintliga enheten. Eftersom petrokemisk produktion kännetecknas av avsevärda stor-driftsfördelar, är det inte ekonomiskt lönsamt att bygga ut kontinuerligt i takt med marknadstillväxten. Man bygger i stället ut i relativt stora steg, vilket innebär antingen ett lågt kapacitetsutnyttjande hos en ny anläggning eller export. Oftast kombineras dessa båda möjligheter. Detta innebär att anläggningarna bör vara så lokaliserade i marknadsområdet, att möjligheterna till export till andra marknadsområden blir goda. Ovanstående tankegång åskådliggörs i figur 3:1.

För de anläggningar som tillverkar petrokemiska primärprodukter utgörs råvarumarknaderna huvudsakligen av oljeraffinaderier som levererar gas-



Figur 3:1 Produktmarknadsorienterad lokalisering.

Förutsättningar är att förbrukningen inom marknadsområdet ökar med 10 % per år och att det betraktade företags marknadsandel hela tiden är 50 %.

bensin och gasolja samt gassetseparationsanläggningar som levererar våtgas. Av transportskäl är det naturligt att de petrokemiska primäranläggningarna lokaliseras nära råvarumarknaderna. Detta gäller inte bara transportkostnader för råvaror till den petrokemiska industrin. Detta gäller inte bara transportkostnader för råvaror till den petrokemiska industrin. Detta gäller inte bara transportkostnader för råvaror till den petrokemiska industrin. Detta gäller inte bara transportkostnader för råvaror till den petrokemiska industrin. Detta gäller inte bara transportkostnader för råvaror till den petrokemiska industrin.

Transporterna av råvaror innebär således att de anläggningar som producerar primärprodukter bör lokaliseras nära råvarukällorna, medan bland annat transporterna av slutprodukter kräver närhet till produktmarknaden. I förädlingskedjan finns dessutom ofta en rad andra anläggningar mellan dem som gör primärprodukter och dem som gör slutprodukter. Frågan är då var dessa anläggningar bör lokaliseras i förhållande till varandra och i förhållande till marknaderna, om samtliga transportkostnader längs förädlingskedjan tas med i beräkningarna.

Resonemanget skall exemplifieras med produktionen av polyeten. Ur gasbensen från ett raffinaderi framställs eten i en ångkrackningsanläggning och etenet polymeriseras i en polyetenanläggning. Det färdiga polyetenet distribueras därefter till olika plastbearbetande industrier. Om till att börja med antagandet görs att kracker och polyetenanläggning skall samlokaliseras blir frågan om dessa båda anläggningar av transportkostnadsskäl bör lokaliseras nära råvaruleverantören eller nära produktmarknaden. För gasbensen används ofta fartygstransporter och kostnaden för dessa ligger i allmänhet i intervallet 1–5 öre per tonkm. Polyeten distribueras vanligen i lastbil eller tankbil och transportkostnaden ligger i intervallet 20–30 öre per tonkm. Även om gasbensinmängden som skall transporteras är ungefär tre gånger större än polyetenmängden, betyder de avsevärda skillnaderna i transportkostnader att det ur transportkostnadssynpunkt är en fördel med produktmarknadsorienterad lokalisering av kracker och polyetenanläggning. Om fartygstransport av gasbensen inte är möjlig måste rörledning användas, varvid transportkostnaden stiger till 10–20 öre per tonkm. I ett sådant fall blir de totala transportkostnaderna relativt oberoende av lokaliseringen och andra förhållanden får fälla utslaget.

Det är naturligtvis tänkbart att förlägga krackern till raffinaderiet och att transportera etenet till den produktmarknadslokaliserade polyetenanläggningen. Rörtransport av eten kostar i storleksordningen 30–60 öre per tonkm och fartygstransport 6–9 öre. Vid fartygstransport tillkommer dock 100–150 kr per ton eten för kondensering, lagring och förångning. Först på stora avstånd, större än några tiotal mil, blir således fartygstransport mer fördelaktig än rörledningstransport. Vid ännu större avstånd blir fartygstransport av eten billigare än transporten av polyeten, men då är inte jämförelsen realistisk längre genom att man för sådana avstånd kan övergå till fartygstransport även av polyeten, vilket sänker kostnaderna. Slutsatsen av ovanstående resonemang blir den, att kracker och polyetenanläggning av transportkostnadsskäl bör samlokaliseras, samt att dessa anläggningar av samma skäl i allmänhet bör förläggas nära produktmarknaden.

De transportkostnader som använts vid ovanstående resonemang är de som redovisats i bilaga 1, avsnitt 1:7. Dessa bygger på bestämda antaganden om bland annat transportsträcka och transporterad volym och utgör för fartygs- och pipelinetransporter i princip självkostnader. Om andra antaganden görs kan transportkostnaden komma att ändras. Som ett exempel kan nämnas att den affärsmässiga kostnaden för fartygstransport av eten på ett avstånd av drygt 400 sjömil i ett fall har angetts till 15 öre per tonkm för år 1976.

Vid tillverkning av polyvinylklorid är etenförbrukningen lägre än vid framställning av polyeten. Detta ökar möjligheterna för en uppdelning av förädlingskedjan. Emellertid finns här en ur transportkostnadssynpunkt lämpligare möjlighet till uppdelning. Vinylklorid är visserligen en gas vid normal temperatur, men är relativt lätt att kondensera till vätska med hög densitet. Detta innebär möjlighet till produktmarknadsorientering för själva polymeriseringsanläggningen, medan resterande anläggningar förläggs i anslutning till råvarukällan.

Tillverkning av polystyren ger ännu större möjligheter till en uppdelning av förädlingskedjan. Etenförbrukningen är relativt låg, vilket medför lägre

kostnader vid en uppdelning mellan kracker och styrenenhet. Här tillkommer dock ett behov av bensen som kan fås från en aromatanläggning, vilken ofta är samlokaliserad med kracker. En lämpligare uppdelning är mellan styren- och polystyrenledet. Styren är nämligen en vätska med ungefär samma transportkostnader som gasbensen.

Det kan således konstateras att för polyeten bör hela förädlingskedjan i regel lokaliseras till produktmarknaden. För polyvinylklorid och i ännu högre grad för polystyren är möjligheterna till en uppdelning av förädlingskedjorna betydligt större och i många fall också en nödvändighet ur transportekonomisk synvinkel. Emellertid måste de olika petrokemiska förädlingskedjorna ses i ett sammanhang vid lokaliseringsstudier. Detta beror i första hand på att produktionsekonomiska skäl talar för att en kracker byggs för en etenproduktion som är betydligt större än vad en likaså produktionsekonomiskt optimal polyeten-, vinylklorid- eller annan etenförbrukande anläggning kan konsumera. Detta är en av de viktigaste orsakerna till samlokalisering av stora delar av olika förädlingskedjor till petrokemiska komplex med en kracker som central enhet. Mot bakgrund av den relativa lättheten att transportera gasbensen jämfört med komplexets mellan- och slutprodukter kan generellt göras gällande att komplexet bör lokaliseras till produktmarknaden.

Om våtgas som ger ett mycket högt etenutbyte används som råvara i stället för gasbensen eller gasolja kan slutsatsen bli en annan, beroende på att det är nära nog lika kostnadskrävande att frakta våtgas som eten. Våtgasbaserad petrokemisk industri bör sannolikt som regel lokaliseras nära råvarukällan. De totalt sett högre transportkostnaderna jämfört med gasbensinbaserad petrokemi kan kompenseras dels genom lägre transportkostnader för biprodukter, dels genom ett lägre pris (per ton eten) för våtgasen.

Resonemangen hittills om produkt- och råvarumarknadernas betydelse stöds av den existerande lokaliseringsbilden för petrokemisk industri. Det ska dock sägas att i många fall uppkommer aldrig problemet om huruvida anläggningarna skall lokaliseras till produktmarknaden eller till råvarukällorna. Det europeiska behovet av petroleumprodukter har under de senaste decennierna i allt högre grad kommit att täckas från raffinaderier i Europa och dessa har samtidigt kunnat tillgodose den petrokemiska industrins behov. I USA baseras den petrokemiska industrin i huvudsak på våtgas, vilket har inneburit lokalisering till naturgas- och oljekällorna i de södra och sydvästra delarna av landet trots den stora befolkningen i de nordöstra delarna. I och med att petrokemin i USA i allt högre utsträckning övergår till flytande råvaror, kan man också vänta sig en gradvis förändring av lokaliseringsbilden där.

3.1.2 Arbetsmarknad

Personalkostnaderna utgör vanligtvis 5–10 procent av den petrokemiska industrins produktionskostnader och ligger således i samma storleksordning som transportkostnaderna. Under förutsättning att lönerna varierar relativt starkt mellan olika länder och regioner, skulle dessa kostnader kunna påverka lokaliseringsbilden i samma omfattning som transportkostnaderna. Det är ett faktum att lönerna även inom Europa kan variera med $\pm 50\%$. Det

har emellertid från industrihåll hävdats att arbetarna i länder med höga löner i allmänhet skulle vara mer kvalificerade och effektiva, vilket till en del skulle kompensera den högre lönen.

Det finns inte heller mycket i den petrokemiska industrins faktiska lokalisering som talar för att löneskillnaderna skulle spela någon större roll. Huvuddelen av den europeiska petrokemin är förlagd till EG-länderna trots att löneläget i dessa länder torde vara högre än i t. ex. Spanien och Eire. Det har dock påståtts att de mycket låga lönerna i Belgien på 50-talet skulle ha varit en av orsakerna till den omfattande satsningen på petroindustri där, men landet har även en rad andra fördelar som troligen spelar betydligt större roll, t. ex. ett gott kommunikationsläge i närhet till stora märknadsområden. Under 70-talet har dock lönerna i Belgien ökat mycket snabbt jämfört med andra länder och detta har enligt BASF och Bayer, som har gjort stora investeringar där, uppgetts vara en nackdel vid en fortsatt utbyggnad. Det holländska företaget Akzo Zout Chemie har också offentligt deklarerat att de snabbt stigande lönerna i Holland skulle vara ett av skälen till att företaget planerar en ökande andel av sina investeringar i andra länder.

3.2 Inomregionala lokaliseringsfaktorer

På samma sätt som produkt-, råvaru- och arbetsmarknad påverkar lokalisering av petrokemisk industri till vissa länder eller regioner, kan dessa faktorer naturligtvis även påverka lokaliseringen inom sådana områden. Här skall emellertid endast behandlas sådana faktorer som mer i detalj påverkar lokaliseringen, dvs. tillgången till fysiska resurser såsom mark, vatten, elkraft och kommunikationsleder, möjlighet till samverkan med redan befintlig industri samt miljöpåverkan.

3.2.1 Fysiska resursbehov

I tabell 3:1 redovisas några uppgifter som avser att spegla storleksordningen av den petrokemiska industrins behov av mark och vatten. I tabellen anges också sysselsättningen vid de olika anläggningarna.

Tabell 3:1 Behov av mark och vatten samt antal anställda inom petrokemiska anläggningar

Anläggning/ komplex	Markbehov km ²	Sötvatten- behov m ³ /h	Antal anställda
Polyetenanläggning (100 kton)	0,1-0,4	100	500
Kracker (300 kton eten)	0,2-0,4	200	250
Stenungsund	2	600	1 700
Baglan Bay, Wales ^a	1,5	2 900	2 000
Wilton, England	5	5 800	12 000
Ludwigshafen, Västtyskland	6	126 000	50 000
Antwerpen ^b	18	—	10 000

^a För närmare beskrivning, se avsnitt 1.4.

^b För närmare beskrivning, se avsnitt 1.5.

Inom de olika komplexen produceras inte bara petrokemiska produkter. Produktion av klor för vinylkloridtillverkning är ett exempel på detta. I det stora komplexet i Ludwigshafen (BASF) produceras en stor mängd andra produkter än petrokemiska. Tabellen belyser det förhållandet att anspråken på fysiska resurser från petrokemin är mycket stora. Som jämförelse kan nämnas att en normal svensk tätort med en befolkning på 10 000 personer upptar en yta av ca 5 km² och har en vattenförbrukning på omkring 150 m³/h.

De stora anspråken på sötvatten samt i ännu högre grad recipienter för avloppsvattnet har gjort lokalisering av petrokemisk industri vid större vattendrag eller vid kust speciellt attraktiv, vilket framgår av figur 1:8, bilaga 1. Lokalisering till vattendrag medger också fartygs- eller pråmtransporter, vilket är av stor betydelse för transport av i synnerhet råvaror och mellanprodukter. För uttransporter av produkter är lokalisering till ett bra vägnät och järnväg ett viktigt lokaliseringskrav. Utvecklingen av tonnaget för sjötransporter under det senaste decenniet har ökat motiven för kustlokalisering. En lokaliseringsfaktor, som på senare tid starkt har ökat i betydelse, är rörledningar för eten men även för andra produkter. De redan befintliga rörledningsnäten kan väntas få en starkt styrande effekt på kommande lokaliseringar genom att kostnadsökningarna under 70-talet har gjort det mycket dyrt att bygga nya rörledningar.

Tillgången på mark och vatten torde ha spelat en rätt stor roll för lokaliseringen av petrokemisk industri i Centraleuropa även mellan olika regioner. Redan på 50-talet började västtyska företag känna av markbristen i Ruhrområdet och längs Rhens stränder. Ett av de första företagen som studerade möjligheterna att förlägga expansionen till andra europeiska länder var Bayer. Företaget hade bland annat följande lokaliseringskriterier:

- möjlighet att köpa stora landområden
- tillgång till välutbildad personal
- närhet till Rhen (Bayers befintliga anläggningar låg vid Rhen) och till havet
- god infrastruktur
- ett land inom EG.

Rotterdam var ett starkt alternativ, men även där var det ont om mark och den som fanns kunde inte köpas, bara hyras. Bayer bestämde sig till sist för Antwerpen, som dock låg längre från havet och Rhen och där infrastrukturen vid den tiden var otillfredsställande utbyggd. Myndigheterna planerade emellertid för både ett stort industriområde och nödvändig infrastruktur. I dag finns en mycket omfattande petrokemisk produktion i Antwerpenområdet.

3.2.2 Industrisamverkan

Samverkan mellan olika industrianläggningar kan ske genom gemensamt utnyttjande av infrastrukturinvesteringar som hamnar och andra transportanläggningar, laboratorier, verkstäder, kraft- och reningsverk etc. Sådant delat utnyttjande innebär att stordriftsfördelar kan tas tillvara och komma de samlokaliserade företagen till del genom lägre produktionskostnader. Effekten

av sådan samverkan blir att det är betydligt billigare att bygga en ny anläggning på ett befintligt industriområde än på helt orörd mark, så länge inte trängseffekter gör sig gällande.

Industrisamverkan kan också bestå i att biprodukter eller energiöverskott från en anläggning kan tas tillvara av samlokaliserade anläggningar. Även sådan samverkan kan minska produktionskostnaderna för de berörda företagen och i flera fall kan också miljöstörningarna alternativt kostnaderna för rening av restströmmar minskas.

Det torde vara fullt klart att möjligheter till samverkan förstärker lokaliseringen av petrokemiska anläggningar till komplex. Även anläggningar, som av transportkostnadsskäl har relativt svaga bindningar till ett komplex, kan på grund av möjligheterna till samutnyttjande ha fördel av samlokalisering. Dessa möjligheter torde vara speciellt stora när respektive anläggningar har samma ägare. Det finns emellertid en risk att anläggningar med svaga bindningar vad gäller råvaror tar mark i anspråk som kanske hellre borde utnyttjas av anläggningar med starkare bindningar. Även i detta fall spelar ägarförhållandena roll.

3.2.3 Miljöpåverkan

Petrokemisk industri påverkar omgivningen genom utsläpp av föroreningar till luft, vatten och mark, genom bulleralstring och genom att förändra landskapsbilden. Dessa störningar är resultat såväl av själva produktionen som av transporter av råvaror och produkter.

Bland utsläppen till luft dominerar kolväten, i synnerhet eten, men även andra vanliga industriföroreningar som stoft, svavel- och kväveoxider emitteras. Från vissa anläggningstyper förekommer utsläpp av klorerade och oxiderade kolväten. De etenhalter som kan uppträda i atmosfären kring petrokemiska anläggningar har visat sig kunna påverka vissa typer av vegetation och innebär således vissa risker vid lokalisering till områden med produktion av t. ex. frukt och grönsaker. Utsläppen av kolväten kan även innebära risker för bildning av fotokemisk smog i områden med stora kväveoxidmissioner, t. ex. kring fossilbränsleeldade kraftverk. Vissa petrokemiska anläggningar kan förorsaka luktproblem i omgivningen genom utsläpp av bland annat svavelföreningar, tyngre alkoholer och aldehyder. Det har konstaterats att vissa av den petrokemiska industrins emissioner har cancerogen eller teratogen effekt och risker för sådana skador på människor i omgivningen kan för närvarande inte uteslutas. Risker för luktproblem eller medicinska effekter ökar självfallet vid lokalisering till befolkningstäta regioner.

Utsläppen av vattenföroreningar är i allmänhet av betydligt mindre omfattning än luftföroreningar. Vattenföroreningarna domineras av organiska ämnen som kräver syre vid nedbrytningen i vattendragen.

Syrehalterna kan på så sätt minskas till för det akvatiska livet kritiska värden och riskerna är självfallet störst i vattendrag som redan har en hög föroreningsbelastning t. ex. som följd av utsläpp från tätorter. Från den petrokemiska industrin släpps även till vattendragen ut ämnen med giftverkan, exempelvis klorerade kolväten, fenoler och tungmetallsalter. Även sådana ämnens effekter kan misstänkas bli särskilt stora i vattendrag med hög

föreningensbelastning på grund av synergism mellan olika ämnen.

Det kan för närvarande inte med någon högre grad av tillförlitlighet beräknas hur stora effekterna är av den petrokemiska industrins emissioner. Det kan dock konstateras att riskerna för effekter varierar med lokaliseringen, dels beroende på hur miljön används för bosättning, fiske, jordbruk, friluftsliv etc, dels på den föreningensbelastning som miljön redan har. Det kan inte uteslutas att riskerna är helt försumbara eller mycket små, men det kan å andra sidan inte heller uteslutas att riskerna kan vara stora, speciellt sett över en längre tidsperiod. Det måste anses vara ett angeläget forskningsområde, såväl ur industrins som ur det övriga samhällets synpunkt, att ytterligare belysa dessa frågor.

Riskerna för miljöstörningar kan även variera på grund av naturgeografiska förhållanden, t. ex. olikheter i atmosfärens ventilationsförhållanden och vattendragens spridningsförmåga. Det är ett välkänt faktum att vindhastigheterna vid kusten vanligen är betydligt större än några mil inåt land, vilket medför betydligt bättre utspridningsförhållanden vid kustlokalisering. Även för en snabb utspridning av vattenföreningar torde i allmänhet kustlokalisering vara att föredra. Om man bara ser till effekterna i närområdet kring industrianläggningarna, kan dessa naturgeografiska skillnader användas som argument för att emittera mera i t. ex. kustområden än vid inlandskalisering. En sådan strategi är dock naturligtvis olycklig om man ser miljöproblemen ur global eller kontinental synvinkel, vilket är helt nödvändigt.

En speciell typ av miljöpåverkan är de kortvariga men ibland ytterst omfattande utsläpp som kan inträffa vid haverier i anläggningar eller under transporter. Resultatet kan bli bränder eller explosioner med mycket vidsträckt effekter på bostadsområden, annan industri eller natur. Även sådana effekter kan minskas genom en förnuftig och genomtänkt lokalisering av industrin. Speciellt bör här beaktas att avstånden till bostadsområden inte är för små.

Kraven på ökat hänsyntagande till miljöpåverkan vid utbyggnad eller nylokalisering av petrokemisk industri torde ännu så länge inte i någon större omfattning ha påverkat lokaliseringen. Däremot har protester från grannar och myndigheternas i vissa fall restriktiva attityd avsevärt försenat utbyggnaden. Ett exempel är det västtyska företaget Erdölchemie som av miljövardsskäl hade svårigheter att få tillstånd att bygga ut krackerkapaciteten i Dormagen i närheten av Köln. Företaget sökte därför alternativa lokaliseringar i Dörpen längre norrut i Västtyskland samt i Antwerpen. Så småningom fick dock företaget tillstånd för utbyggnad i Dormagen.

3.3 Styrning från stat och kommun

Det finns flera orsaker till att stat och kommun anser sig böra påverka lokaliseringen av industrianläggningar. De väsentligaste torde vara att industriinvesteringar i många fall medför krav på följdinvesteringar från samhället samt att miljöproblem och arbetsmarknadspolitiska problem kan uppstå.

Industriell verksamhet kräver infrastruktur i form av transportleder och

transportanläggningar, kraftförsörjning och annan service. För arbetskraften krävs bostäder och service i form av affärer, daghem, skolor, fritidsanläggningar etc. Industrietablering till regioner med överkapacitet på sådana resurser innebär att extra investeringar för att tillgodose industrins behov inte behöver bli så stora. Lokalisering till regioner, där dessa resurser är små, kan däremot betyda att samhället måste göra omfattande investeringar. Detta kan innebära samhällsekonomiskt fördyrande lösningar i de fall att överkapacitet finns i andra regioner. Det är således önskvärt för samhället att få ett sådant inflytande över lokaliseringsfrågorna, att de samhällsekonomiska aspekterna tillgodoses i så stor utsträckning som möjligt. Sådana bedömningar måste naturligtvis även inkludera industrins egna kalkyler.

Den negativa påverkan på miljön från industriell verksamhet brukar i ekonomiska kalkyler kallas "external economies", dvs. en post som ligger utanför den företagsekonomiska kalkylen. Däremot bör denna post ingå i en samhällsekonomisk kalkyl. Även om statliga eller regionala myndigheter ställer upp riktlinjer för emissions- eller immissionsnivåer betyder inte detta att effekterna blir lika stora i alla regioner eller på alla platser, vilket beskrivits i föregående avsnitt. Även hänsynen till miljön motiverar således ett samhällsinflytande över de industriella lokaliseringsfrågorna.

Arbetsmarknadspolitiken slutligen, hänger bland annat samman med den geografiska omstruktureringen inom industrin. För den kemiska industrin har beskrivits hur övergång från de traditionella råvarorna kol, och för vissa länder biprodukter från skogsindustrin, till petroleum och naturgas har inneburit en gradvis omlokalisering till kustlägen med goda transportmöjligheter. Till denna utveckling har också bidragit utvecklingen av det använda fartygstonnaget och industrins ökade internationalisering.

Omstruktureringen har medfört krav på flyttning av arbetskraft från kolgruve- och skogsdistrikt till nya industrilägen. Dessa krav har inneburit regionala obalanser med arbetslöshet och ständigt sjunkande service i vissa regioner och s. k. överhettning i andra. Att dämpa de regionala obalanserna och att åstadkomma en jämnare övergång till den nya situationen måste vara en uppgift för samhället.

Flera västeuropeiska staters åtgärder på det arbetsmarknadspolitiska området har klart påverkat den petrokemiska industrins lokalisering. Som exempel skall här bara nämnas Italien och Storbritannien. Den regionala obalansen i Italien med stor arbetslöshet på Sicilien och Sardinien och i de södra delarna är välkänd. Den italienska regeringen har därför strävat efter att påverka industrin så att den lokaliseras nya anläggningar till dessa områden. De medel man använt är subventioner av investeringarna och dessutom har staten gått in som ägare i Montedison, Italiens största kemikoncern. Som ett resultat av dessa styrningar finns i dag en omfattande petrokemisk industri såväl på Sicilien som på Sardinien. Lokalisering till dessa öar torde också vara fördelaktig ur transportsynpunkt, genom att Italien har en omfattande utrikeshandel med petrokemiska produkter med övriga europeiska länder. På grund av Italiens geografiska läge är fartygs-transport i många fall att föredra oavsett om anläggningarna ligger på öar eller på det italienska fastlandet.

Även i Storbritannien använder regeringen subventioner av industriinvesteringar för att påverka lokaliseringen, men dessutom utgår bidrag för lö-

nekostnader. Sådana förmåner kan erhållas vid lokalisering till områden med brist på arbetstillfällen, t. ex. kolgruvedistrikt och områden med stålindustri, där produktionen har stagnerat under de senaste decennierna. Ett exempel på resultat av dessa styrmedel är BP:s lokalisering av ett petrokemiskt komplex till Baglan Bay i kolgruvedistriktet i södra Wales. BP hade tidigare anläggningar i Grangemouth i Skottland och att man överhuvudtaget byggde i Wales berodde till stor del på att staten stod för omkring 45 % av investeringen.

I flera länder i Västeuropa har under senare tid börjat växa fram en övergripande planering, där hänsyn tas inte bara till arbetsmarknadspolitiska förhållanden utan även till samhällsinvesteringar och miljövård. Exempel på sådana stater är Frankrike, Holland och Sverige. Denna riksplanering kan så småningom komma att få stor betydelse för industrilokaliseringen.

Bilaga 4 Prognos över framtida förbrukning av olika petrokemiska produkter

Innehåll

1	Prognosens syfte och begränsningar	243
2	Tillämpad prognosmetod	244
2.1	Olika typer av prognosmetoder	244
2.1.1	Trendframskrivning	
2.1.2	Regressionsanalys	246
2.1.3	Analogimodeller	247
2.1.4	Intervjumetoder	247
2.2	Val av prognosmetod	
2.3	Några för prognosarbetet väsentliga faktorer	249
2.3.1	Definition av begreppet förbrukning	249
2.3.2	Val av förklaringsvariabler vid regressionsanalys	251
2.3.3	Val av regressionsekvation	252
2.4	Resultat av matematiska prognosmodeller	253
2.4.1	Trendframskrivning	253
2.4.2	Regressionsanalys	255
3	Framtida förbrukning av vissa petrokemiska produkter i Sverige och övriga Norden	263
3.1	Några för den framtida förbrukningsutvecklingen väsentliga generella faktorer	263
3.2	Eten och dess derivat	266
3.2.1	LD-polyeten	266
3.2.2	HD-polyeten	272
3.2.3	PVC	277
3.2.4	Vinylklorid	282
3.2.5	Etenoxid	
3.2.6	Polyvinylacetat	285
3.2.7	Vinylacetat	287
3.2.8	Eten	288
3.3	Propen och dess derivat	291
3.3.1	Polypropen	291
3.3.2	Propenoxid	296
3.3.3	n-Butyraldehyd	299
3.3.4	Polyakrylater	302
3.3.5	Akrylsyra	304
3.3.6	Propen	305

3.4	Buten/Butadien och deras derivat	307
3.4.1	Styren-butadien-gummi (SBR)	307
3.4.2	Polybutadiengummi (PB)	311
3.4.3	Maleinsyraanhydrid (MSA)	314
3.4.4	Buten/Butadien	315
3.5	Bensen och dess derivat	317
3.5.1	Styrenplaster	318
3.5.2	Styren-butadien-latex (SB-latex)	322
3.5.3	Omättade polyestrar	324
3.5.4	Styren	327
3.5.5	Fenol	329
3.5.6	Bensen	331
3.6	o-Xylen och dess derivat	332
3.6.1	Ftalsyraanhydrid	332
3.6.2	o-Xylen	335
3.7	Syntetfiber	335
4	Sammanfattning av nuvarande och framtida förbrukning av primärprodukterna eten, propen, butadien och bensen	337

Bilaga 4 Prognos över framtida förbrukning av olika petrokemiska produkter

1 Prognosens syfte och begränsningar

Petroindustrin i Västeuropa har varit en av de snabbast växande industribranscherna och branschen förväntas även i framtiden komma att expandera i en högre takt än industriproduktionens tillväxt totalt. Även i Sverige har denna industri expanderat snabbt alltsedan starten i Stenungsund 1963. Till regeringen inkomna och godkända ansökningar om fortsatt utbyggnad inom det petrokemiska området tyder på en fortsatt hög investeringsvilja.

Väsentliga frågor för utredningen är det framtida inhemska behovet av råvaror, hjälpvaror, markområden, arbetskraft samt nya anläggningars miljöpåverkan. De gjorda prognoserna i efterföljande avsnitt skall utgöra underlag för utarbetandet av olika tänkbara framtida branschstrukturer, så kallade scenarios, i vilka marknadsmässiga och produktionstekniska förutsättningar sammanvägs till produktionsprognoser. Dessa kan i sin tur ge en antydning om det framtida behovet av olika resurser (se kapitel VI).

Det petrokemiska produktrådet omfattar ett mycket stort antal produkter. Det har inte varit utredningens målsättning att i förbrukningsprognosen täcka in samtliga dessa, utan endast de produkter som redan tillverkas eller kan komma att tillverkas inom landet under den aktuella prognosperioden och/eller vars produktion är starkt beroende av en samlokalisering med en ångkrackningsenhet.

Urvalet av studerade produkter är baserat på den kunskap om den petrokemiska industrin och dess sannolika utveckling som föreligger 1974. Gjorda prognoser omfattar tidsperioden till och med år 1990. Väsentliga, i dag okända, tekniska och marknadsmässiga förändringar kan därför komma att inträffa under den aktuella prognosperioden, som skulle ha motiverat att valet av studerade produkter borde ha varit ett annat. Sådana förändringar är dock i de flesta fall omöjliga att förutse.

Prognosens utfall presenteras som en genomsnittlig årlig tillväxttakt för perioden 1975–1990. Materialet redovisar således inga svängningar i den årliga tillväxttakten till följd av konjunkturinverkan eller en förändrad marknadssituation.

En förteckning över de studerade produkterna återges i tabell 4:1.

Naturgasbaserade produkter, t. ex. metanol och dess derivat, har ej inkluderats i studien.

Tabell 4:1 Studerade petrokemiska produkter

Eten	<ul style="list-style-type: none"> - LDPE - HDPE - VCM - etenoxid 	<ul style="list-style-type: none"> - PVC - etenglykol - tvättmedelsråvara - övrigt - polyvinylacetat 	
Propen	<ul style="list-style-type: none"> - vinylacetat - polypropen - propenoxid - butyraldehyd 	<ul style="list-style-type: none"> - propenglykol - n-butanol - trimetylolpropan - 2-etylhexanol - isobutanol - polyakrylater 	<ul style="list-style-type: none"> - polyuretan - omättad polyester - butylacetat - alkyder - mjukgörare
Buten/butadien	<ul style="list-style-type: none"> - akrylsyra - styren-butadien-gummi/polybutadiengummi - MSA 	<ul style="list-style-type: none"> - omättad polyester 	
Bensen	<ul style="list-style-type: none"> - styren 	<ul style="list-style-type: none"> - styrenplaster - styren/butadien-latex - styren-butadien-gummi (SBR) - omättad polyester - fenoplaster 	
O-xylen	<ul style="list-style-type: none"> - fenol - ftalsyraanhydrid 	<ul style="list-style-type: none"> - omättad polyester - mjukgörare - alkyder 	
Syntetfiber	<ul style="list-style-type: none"> - polyesterfiber - nylonfiber - akrylfiber 		

2 Tillämpad prognosmetod

2.1 Olika typer av prognosmetoder

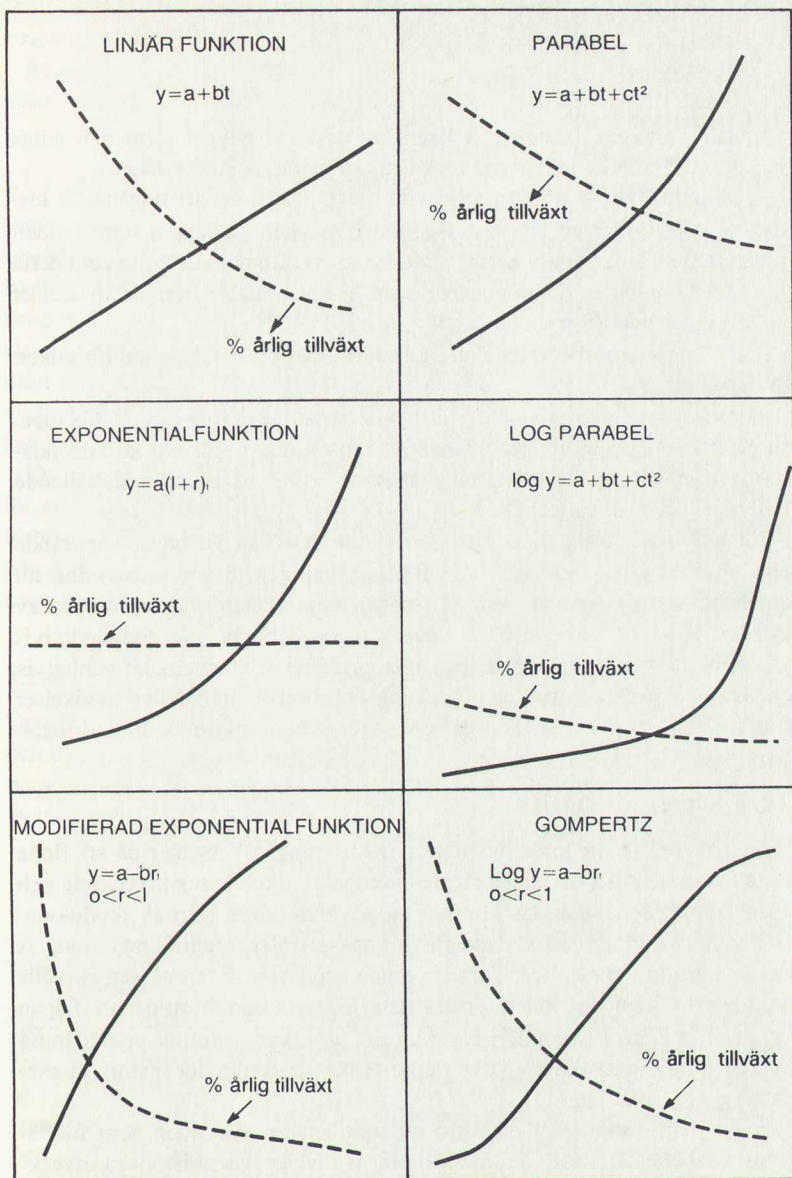
Vid studium av utvecklingen inom olika branscher eller samhället i stort gäller det ofta att klarlägga den framtida utbuds-efterfrågesituationen för olika varor. Härvid kommer olika mer eller mindre sofistikerade prognosmetoder till användning. I detta sammanhang har följande metoder använts, nämligen:

- trendframskrivning
- regressionsanalys
- analogimodeller
- intervjumetoder

2.1.1 Trendframskrivning

Användandet av matematiska trendkurvor baserar sig på det antagandet att den framtida utvecklingen i stort kommer att följa den föregående periodens utveckling. Inga väsentliga förändringar förväntas således komma

OLIKA TYPER AV TRENDKURVOR (ARITMETISK SKALA).



Figur 4:1 Olika typer av trendkurvor (aritmetisk skala)

att ändra utbuds/efterfrågesituationen under den aktuella prognosperioden.

För att kunna tillämpa denna metod krävs att det historiska underlaget uppvisar någon form av utvecklingstrend. Denna trend används sedan som bas vid uppskattning av den framtida utvecklingen.

Ett stort antal funktionssamband kan användas för trendframskrivningar. I denna studie har följande kurvtyper använts:

- rät linje
- parabel

- log parabel
- exponentialkurva
- modifierad exponentialkurva
- Gompertz-kurva

I figur 4:1 återges schematiskt några av dessa kurvtyper samt den årliga procentuella tillväxttaktens utveckling enligt dessa funktioner.

Tillämpningen av trendframskrivning kräver således att tillgång till historiska data under en längre tidsperiod föreligger. Ju längre fram i tiden prognosen sträcker sig, ju bättre underlag krävs. En allmän tumregel i detta sammanhang säger att prognosperioden ej bör omfatta flera år än antalet år för vilka historiskt underlag föreligger.

Helst bör prognosperioden endast omfatta halva den tidsperiod för vilken underlag finns.

Fördelen med denna metodik är bland annat att den är lätt att tillämpa, samt att den vanligtvis ger ett relativt rättvisande utfall vid kortare tidsframskrivningar. En förutsättning är naturligtvis att ett tillfredsställande underlag finns tillgängligt.

En av nackdelarna med metoden är att den kan ge högst varierande resultat med olika trendkurvor, vilka samtliga ger en god anpassning till det historiska underlaget. Man bör därför vara aktsam vid tolkningen av utfallet. Kurvan med den bästa anpassningen behöver inte nödvändigtvis ge det bästa prognosresultatet. En annan svaghet är att metoden vanligtvis endast ger en genomsnittlig utveckling och bortser från årliga avvikelser från trendlinjen, t. ex. avvikelser betingade av konjunkturella förändringar.

2.1.2 Regressionsanalys

Denna metod är en form av trendframskrivning och bygger på att finna yttre faktorer, vilka har påverkat den studerade produktens utveckling och även i framtiden förväntas komma att påverka efterfrågan av produkten. När sådana faktorer, så kallade förklaringsvariabler, identifierats studeras dessas framtida utveckling. Detta skeende appliceras sedan på den aktuella produkten. Prognosmetoden förutsätter således att den framtida efterfrågan av objektet även i framtiden kommer att påverkas i samma utsträckning av den förklaringsvariabel, vilken ansetts bäst beskriva det historiska skeendet i dagsläget.

Även denna metod är en form av trendanalys, där tiden som förklaringsvariabel ersatts med andra förklaringsvariabler, vars historiska utveckling överensstämmer med den studerade produktens tidigare efterfrågan.

De använda matematiska modellerna utgörs vanligtvis av linjära ekvationer eller ekvationer som kan omvandlas till linjära samband t. ex. genom logaritmering av en exponentialfunktion. Det empiriska materialet anpassas till olika kurvor med hjälp av "minsta kvadratmetoden".

En av fördelarna med denna metod är att den bättre kan "fånga upp" yttre faktorerers inverkan på den framtida utvecklingen för objektet jämfört med en ren tidsframskrivning av historiska data.

Metodens svårigheter ligger bland annat i att kunna identifiera de rätta förklaringsvariablerna. Vanligtvis är verkligheten så komplex att den inte

låter sig beskrivas med ett fåtal påverkande variabler. Dessutom förutsätter denna metod att förklaringsvariabelns inverkan är oförändrad under prognosperioden, vilket ofta inte är fallet.

Resultatet är mycket beroende av valet av förklaringsvariabel och prognosperiodens längd.

2.1.3 Analogimodeller

Denna metod utgår ifrån att en tidigare känd utveckling inom ett visst område kan överflyttas till ett annat område. Detta antas sedan komma att följa det tidigare kända händelseförloppet. Ett klassiskt exempel på tillämpningen av denna metod är de prognoser som gjordes över färgtelevvisionsapparaternas försäljningsutveckling. Prognosmakarna utgick härvid ifrån det inträngningsförlopp som de svart-vita televvisionsapparaterna uppvisat och antog att samma förlopp i stort skulle komma att gälla även i det senare fallet.

Denna metod kommer ofta till användning då historiskt underlag saknas för att tillämpa olika typer av trendanalys, eller i de fall då produkter och förbrukningsområden är mycket snarlika. Användandet av denna metod bör dock begränsas till de fall då likheterna i förutsättningarna är väl dokumenterade.

2.1.4 Intervjumetoder

Denna undersökningsmetodik är sannolikt den vanligast förekommande och kan variera högst väsentligt från en enkel rundfråga till ett antal berörda personer till en avancerad Delphistudie. Rätt genomförd är denna metod även mycket användbar vid utarbetandet av prognoser.

2.2 Val av prognosmetod

I föreliggande arbete har huvudsakligen tre olika prognosmetoder tillämpats, nämligen trendframskrivning, regressionsanalys och intervjuer.

Däremot har användandet av analogimodeller undvikits i de flesta fall, dels beroende på att olika plasttyper kan ha helt olika användningsområden i olika länder, dels på att Norden har en mycket hög per capitaförbrukning av de flesta aktuella produkterna. De nordiska länderna har även legat långt framme i utvecklingen av nya användningsområden för olika plasttyper och har därför vanligtvis litet att hämta från andra länder.

Ett analogitänkande har dock tillämpats när det gällt att prognostisera den framtida utvecklingen i Norge, Danmark och Finland. Det har i detta sammanhang antagits att ökningstakten i efterfrågan av de olika produkterna kommer att bli densamma som i Sverige. Detta tillvägagångssätt är en grov förenkling och troligtvis felaktigt i vissa fall, men i brist på tillfredsställande underlag för andra angreppssätt har denna metod använts för att ge en fingervisning om den framtida utvecklingen i våra nordiska grannländer. Med hänsyn till att Sverige i många fall ligger några år före sina nordiska grannar vad gäller förbrukning av petrokemiska produkter så underskattar sannolikt en analogimodell enligt ovan utvecklingen snarare än överskattar den.

De studerade petrokemiska produkterna har indelats i två grupper, basplaster och övriga produkter. Till gruppen basplaster har räknats:

- LD-polyeten
- HD-polyeten
- Polypropen
- Polyvinylklorid (PVC)
- Styrenplaster

Förbrukningen av de olika basplasterna svarar för merparten av totala behovet av petrokemiska produkter i Sverige och deras framtida utveckling är av stor betydelse för den inhemska petrokemiska industrins fortsatta inriktning. De har endast funnits tillgängliga på marknaden i någon större omfattning de senaste 20–25 åren. Aktuell prognosperiod omfattar 16 år. Med hänsyn till basplasternas stora betydelse har det ansetts som värdefullt att studera det framtida behovet med hjälp av flera olika prognosmetoder.

Basplasternas prognoser har således baserats på tre olika tillvägagångssätt, nämligen trendframskrivning, regressionsanalys och intervjuer. Först har de matematiska metoderna använts. Utfallet från dessa analyser har gett en tänkbar utveckling, vilken sedan ingående diskuterats med företrädare för plasttillverkare och konverterare. Med tanke på de matematiska metodernas svagheter har stor hänsyn tagits till resultatet från dessa diskussioner. Om så befunnits motiverat har därför det matematiska resultatet justerats i endera riktningen.

En produkt uppvisar tre olika utvecklingsskeden under sin livscykel, nämligen

- introduktion
- tillväxt
- mättnad

Under introduktionsförloppet är produkten relativt ny på marknaden och dess egenskaper föga kända. Förbrukningen är i regel liten men kan likväl uppvisa en hög årlig procentuell tillväxt.

Allt eftersom produkten blir allmänt känd ökar förbrukningen. Tillväxten är beroende av de tre faktorerna substitution av tidigare använda produkter, utveckling av helt nya användningsområden samt av närmarbranschens totala tillväxttakt. Är produkten framgångsrik på marknaden kan en samverkan av de tre faktorerna resultera i en mycket snabb förbrukningsökning.

Efter en viss tidsperiod har den aktuella produkten erövrat de närmast till hands liggande marknaderna. Konkurrensen från tidigare använda material ökar samtidigt som nya konkurrerande produkter kan ha introducerats på marknaden. Den årliga tillväxttakten dämpas för att så småningom endast öka i takt med totala branschens tillväxt eller uppvisa en minskning till följd av konkurrens från nya produkter.

De flesta av de studerade produkterna har funnits på marknaden så länge att introduktionsförloppet troligtvis är passerat.

Med hänsyn till ovanstående har målsättningen vid diskussionerna med branschens företrädare varit att så ingående som möjligt penetrera utvecklingen till och med 1980. För perioden till och med 1990 har sedan en långsamt avtrappande tillväxttakt antagits komma att gälla.

Ca 75 % av LD-polyetenförbrukningen används inom förpackningssektorn. Det har därför ansetts motiverat att analysera denna sektor skild från LD-polyetenbehovet inom övriga sektorer.

Byggnadsindustrin svarar för ca 60 % av PVC-efterfrågan, varför även förbrukningen av PVC har spaltats upp i två grupper, PVC till byggsektorn och PVC till övriga användningsområden.

Förbrukningen av polypropen har endast studerats sammanslagen med behovet av HD-polyeten, dels beroende på att polypropen introducerades så sent i Sverige att ett tillräckligt historiskt underlag saknas, dels beroende på att den kvantitativa förbrukningen av polypropen är liten och slutligen till följd av att de två plasttyperna är direkt utbytbara inom många användningsområden.

Till gruppen "övriga petrokemiska produkter" har förts sådana kemikalier, för vilka ett tillräckligt ingående historiskt basunderlag saknats, för att möjliggöra en statistisk bearbetning av materialet. I detta fall har prognoserna över den förväntade utvecklingen baserats på intervjuer med företrädare för branschen. Även här har målsättningen varit att komma fram till en så rättvisande prognos som möjligt är för perioden till och med 1980. Utifrån den tidigare diskuterade teorin om en produkts livscykel har därefter en långsamt avtagande tillväxttakt antagits komma att gälla.

2.3 Några för prognosarbetet väsentliga faktorer

I det följande kommer några för prognosens utfall väsentliga faktorer att diskuteras. Dessa faktorer är:

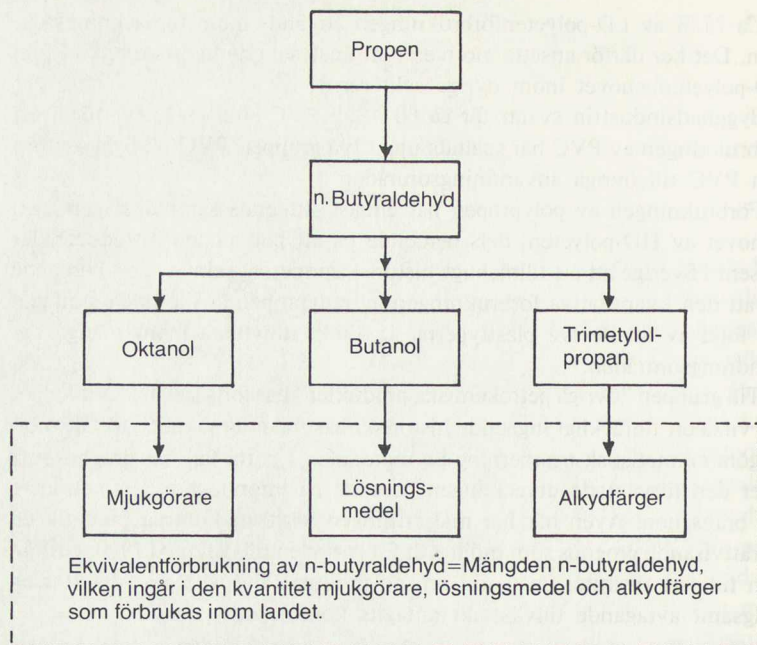
- Definition av begreppet förbrukning
- Val av förklaringsvariabler vid regressionsanalys
- Val av regressionskvation

2.3.1 Definition av begreppet förbrukning

Förbrukningen av olika basplaster kan relativt entydigt definieras som de inhemska plastkonverterarnas behov av basplast för tillverkning av olika plastprodukter. Import/export av färdigkonverterade produkter förekommer dels som sådana, dels som komponenter i större system, t. ex. plastdetaljer i en bil. I detta sammanhang har emellertid bortsetts från import/export av olika plastvaror då nettoimporten bedöms vara av relativt ringa omfattning. När det gäller komponenter i större system är det i det närmaste omöjligt att uppskatta import/exportströmmarna, varför även dessa produkter har utelämnats vid uppskattningen av den inhemska efterfrågan.

En definition av förbrukningen av de olika kemiska mellanprodukterna, t. ex. etenoxid och butyraldehyd, är mera komplicerad. Väljes butyraldehyd som åskådningsexempel så gäller följande (se figur 4:2). Butyraldehyd utgör råvara för tillverkning av bland annat oktanol, butanol och trimetylolpropan, vilkas huvudanvändningsområden är mjukgörare, lösningsmedel respektive alkydfärger.

Behovet av butyraldehyd kan då antingen definieras som den mängd aldehyd som åtgår för inhemsk tillverkning (inklusive export) av de olika



Figur 4:2 Exempel på definitionen av ekvivalentförbrukningen av n-butyraldehyd

derivaten (oktanol, butanol och trimetylolpropan), den mängd butyraldehyd som ingår i den inom landet förbrukade kvantiteten derivat (nettoimport + produktion) eller butyraldehydmängden i den svenska förbrukningen/produktionen av de olika slutprodukterna (t. ex. mjuktörare, lösning-medel och alkydfärger). Behovet av butyraldehyd varierar högst väsentligt beroende på hur efterfrågan definieras. Butyraldehydkvantiteten för den inom landet tillverkade mängden trimetylolpropan uppgår t. ex. till flera tusen ton medan den inhemska förbrukningen av samma kemikalie svarar för ett par hundra ton butyraldehyd.

Även den framtida utvecklingen varierar högst väsentligt beroende på hur förbrukningen definieras. Väljes den inhemska tillverkningen av de olika derivaten som bas blir efterfrågeutvecklingen beroende av hur producenten agerar ifråga om inhemska försäljning, export och kapacitetsutbyggnad. Utgör den inhemska marknadens behov av slutprodukten bas för den framtida prognosen erhålles vanligtvis på längre sikt en relativt lugn utveckling.

I utredningsarbetet har i föregående mån förbrukningen av de olika produkterna i slutledet kartlagts. I fallet butyraldehyd gäller att den inhemska förbrukningen av bland annat mjuktörare, lösning-medel och alkydfärger har studerats (se även figur 4:2). Härvid har begreppet ekvivalentförbrukning använts. Därmed menas åtgången av en produkt, t. ex. butyraldehyd, för tillverkning av den inhemska förbrukningen av produktens olika derivat, t. ex. oktanol eller mjuktörare.

Utifrån den inhemska efterfrågan av olika slutprodukter, t. ex. alkydfärger och mjuktörare, har ekvivalentbehovet av de olika mellanliggande produkterna och primärprodukterna eten, propen, butadien och bensen kunnat beräknas.

2.3.2 Val av förklaringsvariabler vid regressionsanalys

Vid tillämpning av regressionsanalys studeras den historiska efterfrågeutvecklingen med hänsyn till yttre faktorer, vilka kan tänkas ha haft en direkt inverkan på förbrukningsutvecklingen. När lämpliga förklaringsvariabler identifierats så analyseras deras förväntade framtida utveckling. Detta skeende appliceras på den aktuella produkten. Prognosmetoden förutsätter således att efterfrågan av det studerade objektet även i framtiden kommer att påverkas i samma utsträckning av de förklaringsvariabler, vilka bäst ansetts beskriva det tidigare förloppet.

Metoden tar inte hänsyn till att förbrukningen av en produkt inom en viss bransch kan öka beroende på att nya användningsområden utvecklas. PVC-förbrukningen inom byggsektorn utgör ett exempel på en sådan utveckling. Mängden PVC i en lägenhet har successivt ökat i och med införandet av golvmaterial, rör, tapeter och lister av PVC.

Gjorda beräkningar har visat att flera olika förklaringsvariabler kan ge en god anpassning till det historiska materialet (hög korrelationskoefficient) men ge vitt skilda prognosresultat. Det är därför väsentligt att rätt variabel väljes för prognosarbetet. I tabell 4:2 redovisas några exempel på detta förhållande.

PVC-behovet för övrigt-sektorn skiljer sig med ca 10 % 1990 beroende på om industriproduktionsindex eller BNP väljes som förklaringsvariabel.

För styrenplaster blir skillnaden i prognosutfallet större, ca 15 %.

För att undvika att behöva göra prognoser över förklaringsvariablernas framtida utveckling, vilka sedan skall utgöra bas för prognoserna över basplasternas framtida efterfrågan, har valet av förklaringsvariabler begränsats till sådana för vilka officiella prognoser finns gjorda fram till 1990. Detta har kraftigt begränsat antalet tänkbara förklaringsvariabler. Inga officiella prognoser finns tillgängliga över prisutvecklingen för de olika produkterna. Här har i stället antagits att den framtida prisrelationen kommer att vara oförändrad eller kommer att öka respektive minska med 20 %. I tabell 4:3 redovisas de oberoende variabler som kommit i fråga.

Tabell 4:2 Olika förklaringsvariablers prognosresultat för en och samma produkt

Produkt/förklaringsvariabel	Korrelationskoefficient	Behov ton			Tillväxttakt 1974-90 % per år
		1980	1985	1990	
PVC-övrigt:					
Industriproduktionsindex	0,964	60 000	75 000	95 000	6,1
BNP	0,979	55 000	70 000	85 000	5,3
Styrenplaster:					
Privatkonsumtion	0,947	75 000	105 000	140 000	5,5
Industriproduktionsindex	0,975	95 000	125 000	160 000	6,3

Tabell 4:3 I prognosarbetet använda förklaringsvariabler

Plasttyp	Använda förklaringsvariabler
LD-polyeten-förpackningar	Total privat konsumtion i 1959 års priser Prisindex LD-polyeten/pappersprodukter BNP i 1959 års priser
LD-polyeten-övrigt	Industriproduktionsindex. Basår 1966 Pris LD-polyeten/partiprisindex BNP i 1959 års priser
HD-polyeten	Industriproduktionsindex. Basår 1966 Pris HD-polyeten/partiprisindex Pris HD-polyeten/polypropen BNP i 1959 års priser
HD-polyeten + polypropen	Industriproduktionsindex. Basår 1966 Vägt plastpris (HD-polyeten + polypropen)/partiprisindex BNP i 1959 års priser
PVC-byggmaterial	Antalet färdigställda lägenheter året efter PVC-förbrukningen Prisindex PVC/ BNP i 1959 års priser
PVC-övrigt	Industriproduktionsindex. Basår 1966 Pris PVC/partiprisindex BNP i 1959 års priser
Styrenplaster	Total privat konsumtion i 1959 års priser Industriproduktionsindex. Basår 1966 Pris polystyren/allmänna lönekostnader BNP i 1959 års priser

Ovan har diskuterats att flera olika förklaringsvariabler ger hög korrelation med det historiska basmaterialet. En av förklaringarna till detta förhållande är att det föreligger ett nära samband mellan flera av de använda förklaringsvariablerna. Således finns ett samband mellan total privat konsumtion, industriproduktionsindex och BNP.

2.3.3 Val av regressionsekvation

Vid den matematiska behandlingen av det empiriska materialet har de i dessa sammanhang två vanligaste kurvtyperna använts, nämligen en linjär funktion och en exponentiell funktion.

Den linjära ekvationen har vanligtvis omfattat 3 eller 4 stycken oberoende variabler och kan schematiskt skrivas:

$$y = Ax_1 + Bx_2 + Cx_3 + Dx_4 + K \quad (1)$$

där y = plastförbrukning
 $x_1; x_2; x_3; x_4$ = förklaringsvariabler
 $A; B; C; D; K$ = konstanter

Använda exponentiella samband kan åskådliggöras med ekvationen

$$y = a \cdot x_1^b \cdot x_2^c \cdot x_3^d \cdot x_4^e \quad (2)$$

där y = plastförbrukning
 $x_1; x_2; x_3; x_4$ = förklaringsvariabler
 $a; b; c; d; e$ = konstanter

Logaritmeras ekvation (2) erhålles den linjära ekvationen (3)

$$\log y = \log a + b \cdot \log x_1 + c \cdot \log x_2 + d \cdot \log x_3 + e \cdot \log x_4 \quad (3)$$

Vid beräkning av regressionslinjen har ett stegvis förfarande använts, varvid de oberoende variablerna väljes ut i betydelseordning. Detta innebär att använt datorprogram först utvärderar vilken av de oberoende förklaringsvariablerna som bäst anpassar sig till en rät linje lagd genom den historiska efterfrågeutvecklingen. Graden av anpassning beräknas med hjälp av minsta kvadratmetoden.

I nästa steg undersöks hur den först utvalda oberoende variabeln plus en annan oberoende variabel anpassar sig till ett plan lagt genom den punktsvärm som det historiska underlaget ger upphov till. Härvid väljes den oberoende variabel som tillsammans med den först valda variabeln ger den minsta avvikelser från planet.

För varje nytt steg utökas antalet oberoende variabler i regressionsekvationen med en. Om inget annat bestäms så genomförs den stegvisa analysen för samtliga valda förklaringsvariabler. För varje steg i analysprocessen beräknas bland annat en regressionslinje och den erhållna korrelationskoefficienten.

2.4 Resultat av matematiska prognosmodeller

2.4.1 Trendframskrivning

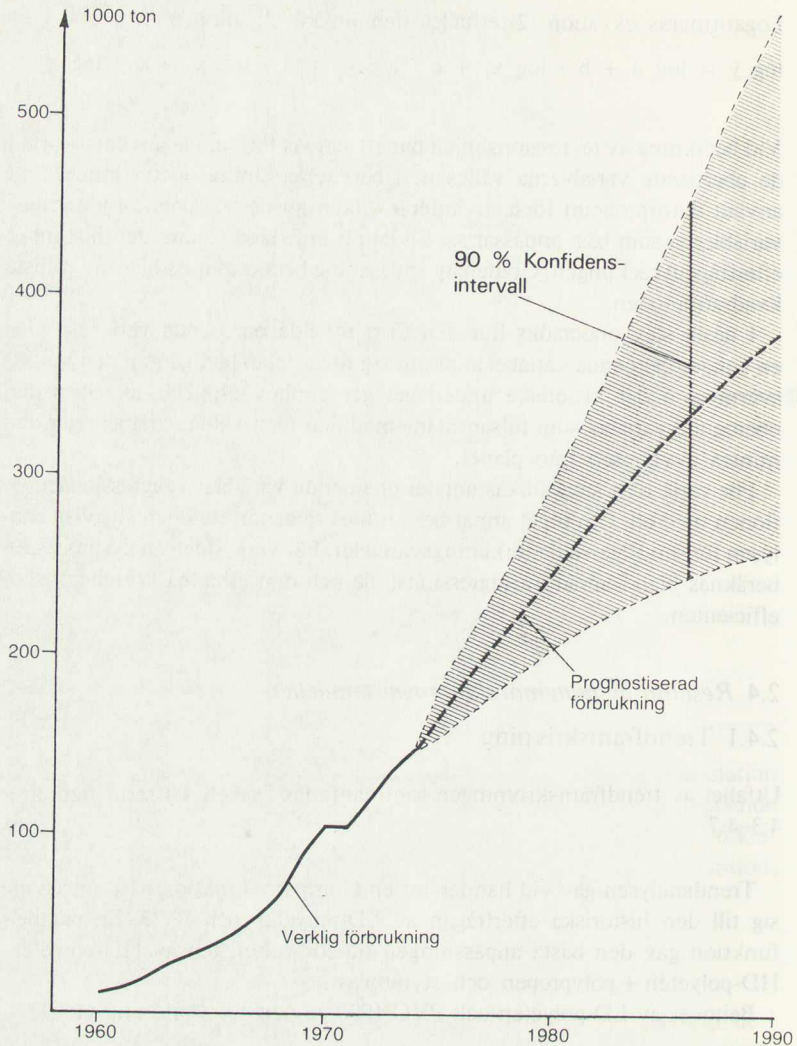
Utfallet av trendframskrivningen sammanfattas i tabell 4:4 samt figurerna 4:3-4:7.

Trendanalysen gav vid handen att en Gompertz-funktion bäst anpassade sig till den historiska efterfrågan av LD-polyeten och PVC. En parabel-funktion gav den bästa anpassningen till förbrukningen av HD-polyeten, HD-polyeten + polypropen och styrenplast.

Behovet av LD-polyeten och PVC 1990 gav en stor spridning vid 90 %

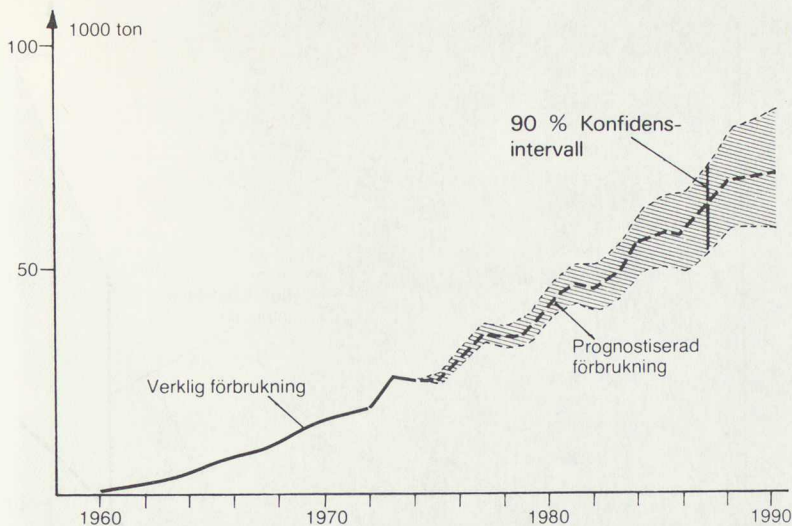
Tabell 4:4 Resultat av trendframskrivning med hjälp av olika kurvtyper

Plasttyp	Vald kurvtyp	Förbrukning 1990 ton	90 % konfidens- intervall ton
LD-polyeten	Gompertz	380 000	260 000 560 000
HD-polyeten	Parabel	70 000	60 000 85 000
HD-polyeten + polypropen	Parabel	145 000	125 000 165 000
PVC	Gompertz	285 000	185 000 445 000
Styrenplaster	Parabel	270 000	245 000 290 000



Figur 4:3 Förbrukning av LD-polyeten i Sverige under perioden 1974–1990 enligt trendframskrivning

konfidensintervall, ca $\pm 40\text{--}50\%$ (se tabell 4:4 samt figur 4:3 och 4:5). HD-polyeten, HD-polyeten + polypropen och styrenplasterna gav en mindre spridning vid 90 % konfidensintervall, ca $\pm 10\text{--}20\%$ (se tabell 4:4 samt figur 4:4 och 4:6–7).



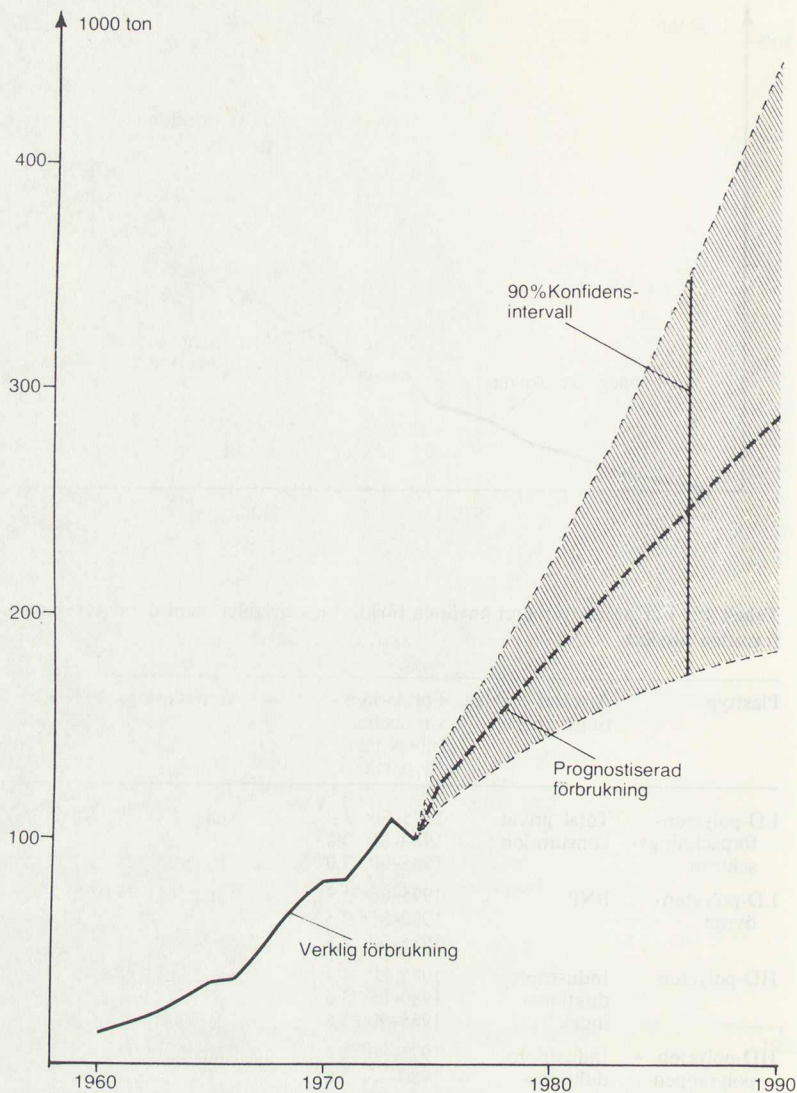
Figur 4:4 Förbrukning av HD-polyeten i Sverige under perioden 1974-1990 enligt trendframskrivning

Tabell 4:5 För prognosarbetet använda förklaringsvariabler samt deras förväntade framtida tillväxt

Plasttyp	Använd förklaringsvariabel	Förklaringsvariabelns tillväxttakt % per år	Anmärkning
LD-polyeten-förpackningssektorn	Total privat konsumtion	1975-80: 2,0 1980-85: 3,0 1985-90: 3,0	Källa: LU 75. Alt 2
LD-polyeten-övrigt	BNP	1975-80: 2,9 1980-85: 2,5 1985-90: 2,5	Källa: LU 75. Alt 2
HD-polyeten	Industriproduktionsindex	1975-80: 4,4 1980-85: 3,6 1985-90: 3,6	Källa: LU 75. Alt 2
HD-polyeten + polypropen	Industriproduktionsindex	1975-80: 4,4 1980-85: 3,6 1985-90: 3,6	Källa: LU 75. Alt 2
PVC-bygg + övrigt	BNP	1975-80: 2,9 1980-85: 2,5 1985-90: 2,5	Källa: LU 75. Alt 2
Styrenplaster	Industriproduktionsindex	1975-80: 4,4 1980-85: 3,6 1985-90: 3,6	Källa: LU 75. Alt 2

2.4.2 Regressionsanalys

Regressionsanalysen gav vid handen att den först utvalda förklaringsvariabeln genomgående hade en mycket hög partiell korrelation till den tidigare efterfrågeutvecklingen, dvs. en mycket hög andel av den totala kvadrat-



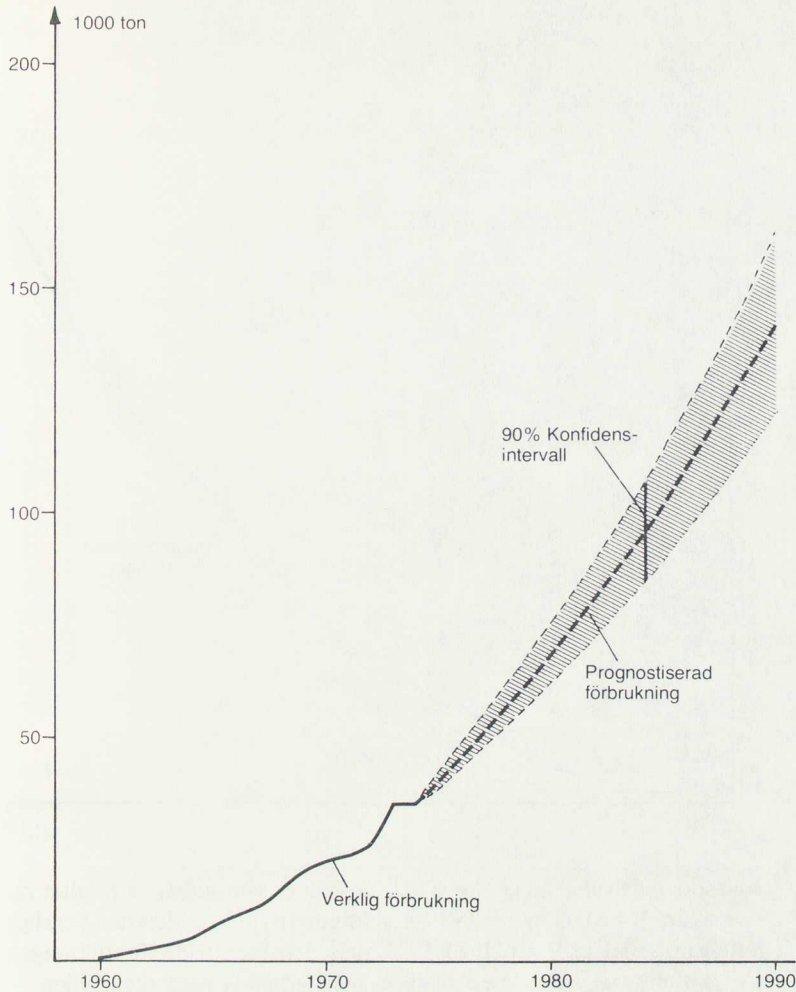
Figur 4:5 Förbrukning av PVC i Sverige under perioden 1974–1990 enligt trendframskrivning

summan kunde tillskrivas den först valda oberoende variabeln. Övriga förklaringsvariabler gav en försumbar förbättring av förklaringsvärdet.

Vid beräkning av det framtida plastbehovet har därför genomgående en ekvation innehållande endast en förklaringsvariabel använts. De använda förklaringsvariablerna och deras förväntade tillväxt redovisas i tabell 4:5.

De förklaringsvariabler som kommit till användning är total privat konsumtion, industriproduktionsindex och BNP. En beräkning över de valda förklaringsvariablernas framtida utveckling är gjord i SOU 1975:89, Långtidsutredningen 1975.

Gjorda beräkningar över den framtida förbrukningen av de olika basplasterna med hjälp av exponentiella samband ger helt orealistiska värden för behovet 1990. Således skulle enligt dessa beräkningar per capita förbruk-

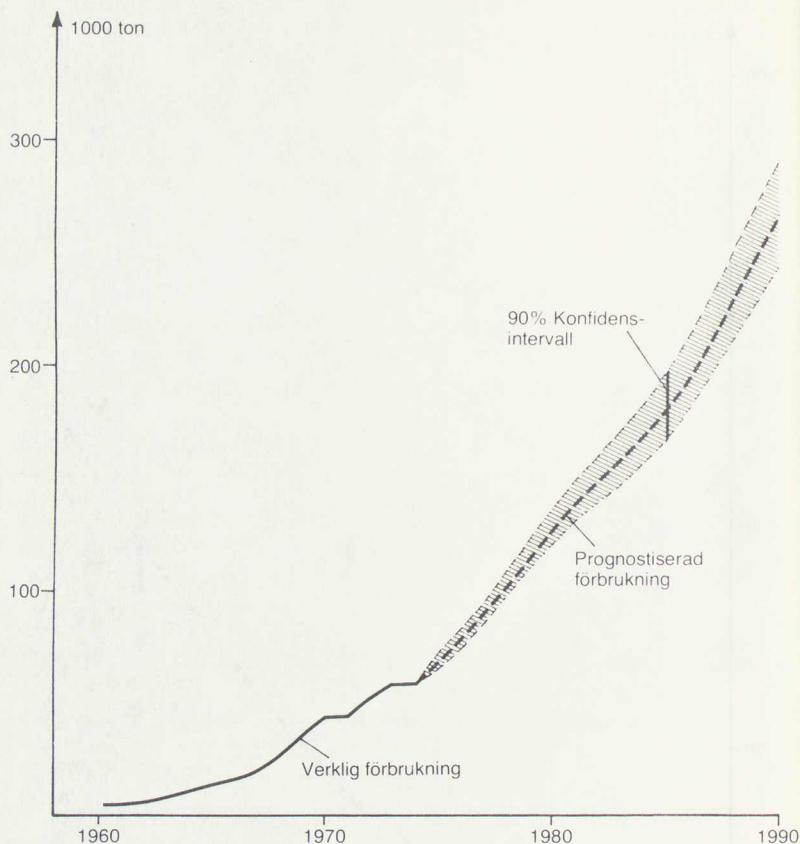


Figur 4:6 Förbrukning av HD-polyeten+polypropen i Sverige under perioden 1974-1990 enligt trend-framskrivning

ningen av LD-polyeten komma att öka från 14 kg per person 1974 till 1 344 kg per person 1990. En tänkbar förklaring till detta resultat är att de studerade produkterna under 1960-talet befann sig i ett introduktionsskede karakteriserat av hög årlig tillväxt. Framskrivs denna trend med hjälp av en exponentialfunktion, vilken ger en fortsatt snabb tillväxttakt långt in i framtiden, erhålles orimliga förbrukningstal.

De senaste årens efterfrågeutveckling indikerar att basplasterna sannolikt passerat introduktionsstadiet (undantag utgör sannolikt polypropen) och kommer i framtiden att utvecklas i en långsammare takt. En faktor som talar för detta förhållande är produktens efterfrågan under perioder av konjunkturavmattning. Under 1960-talet dämpades tillväxttakten något vid lågkonjunktur men uppvisade dock en ökning. Konjunkturedgångarna under 1970-talet har däremot resulterat i en stagnerande eller minskad förbrukning av de olika plasttyperna.

Den framtida efterfrågan av de olika basplasterna har således beräknats med hjälp av linjära samband utifrån den förväntade utvecklingen för de

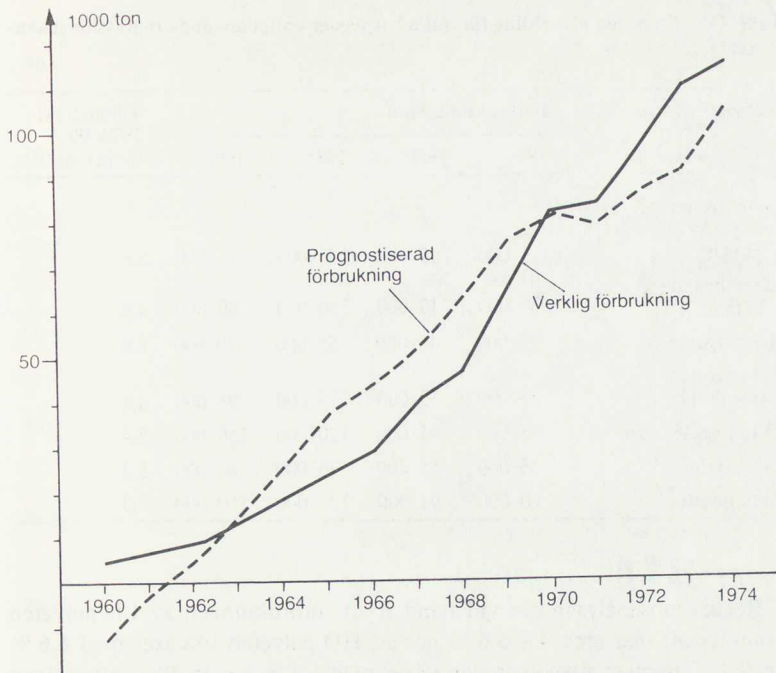


Figur 4:7 Förbrukning av styrenplaster i Sverige under perioden 1974–1990 enligt trendframskrivning

olika förklaringsvariablerna. Använda funktioner samt erhållna resultat redovisas i tabell 4:6 och figurerna 4:8–14. I figurerna återges dels den verkliga efterfrågan under perioden 1960–1974, dels den beräknade förbrukningen under samma tidsperiod med hjälp av den erhållna regressionslinjen.

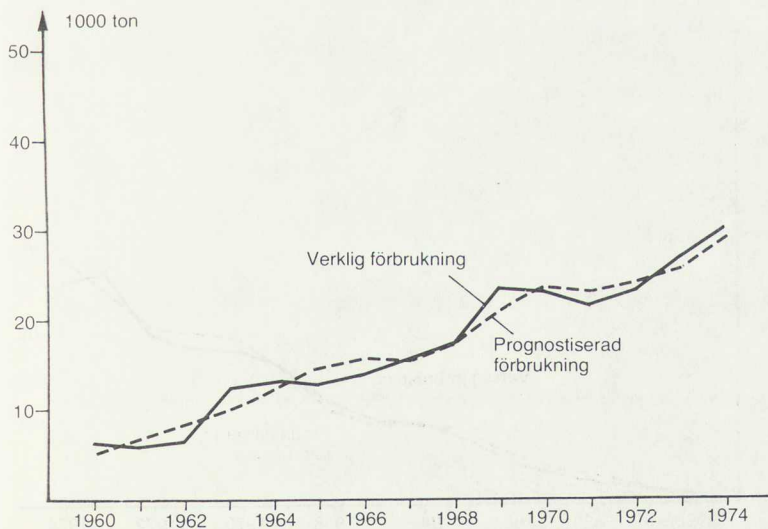
Tabell 4:6 Erhållna regressionslinjer och korrelationskoefficienter för olika basplaster

Basplast	Funktion: $y = Ax + B$		Korrelationskoefficient	Förklaringsvariabel
	A	B		
LD-polyeten-förpackningssektorn	0,0050	-222,2	0,954	Total privat konsumtion
LD-polyeten-övrigt	0,00049	- 28,9	0,979	BNP
HD-polyeten	0,35	- 24,9	0,985	Industriproduktionsindex
HD-polyeten + polypropen	0,49	- 35,9	0,982	Industriproduktionsindex
PVC-byggsektorn	0,00146	-105,4	0,958	BNP
PVC-övrigt	0,00068	- 37,2	0,979	BNP
Styrenplaster	0,80	- 55,6	0,975	Industriproduktionsindex



Figur 4:8 Verklig och prognostiserad förbrukning av LD-polyeten till förpackningssektorn enligt regressionsanalys

I tabell 4:7 sammanfattas den erhållna framtida förbrukningen av de olika basplasterna enligt ovanstående funktionssamband samt den erhållna årliga tillväxttakten för perioden 1974–1990.



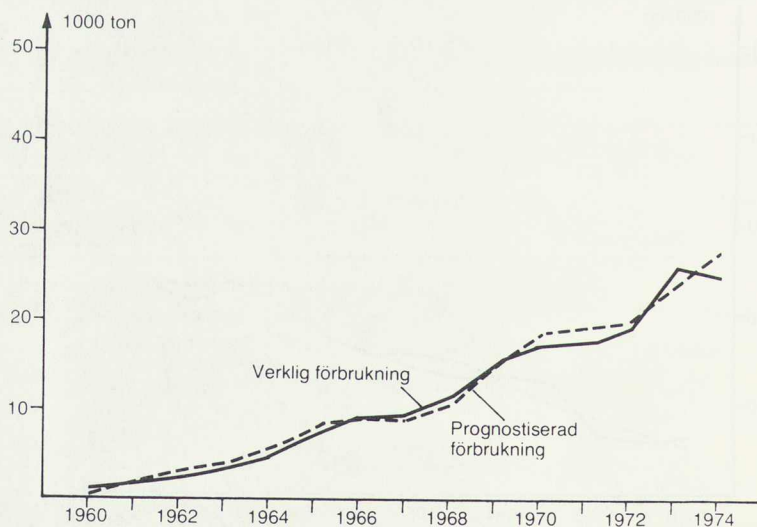
Figur 4:9 Verklig och prognostiserad förbrukning av LD-polyeten till övrigtsektorn enligt regressionsanalys

Tabell 4:7 Framtida utveckling för olika basplaster enligt använda regressionskvantiteter

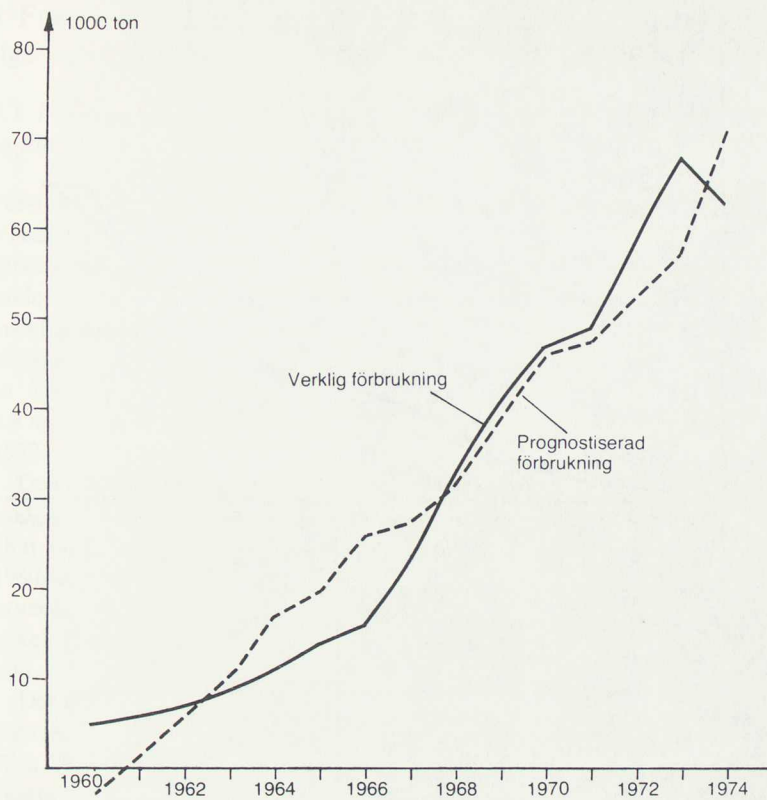
Basplast	Förbrukning, ton				Tillväxttakt 1974-90 % per år
	1974	1980	1985	1990	
LD-polyeten- förpack- ningar	115 000	145 000	205 000	275 000	5,6
LD-polyeten- övrigt	30 000	40 000	50 000	60 000	4,4
HD-polyeten	25 000	40 000	55 000	70 000	6,6
HD-polyeten + polypropen	35 000	55 000	75 000	95 000	6,4
PVC-byggsektorn	65 000	95 000	120 000	150 000	5,4
PVC-övrigt	35 000	55 000	70 000	80 000	5,3
Styrenplaster	60 000	95 000	125 000	160 000	6,3

Regressionsanalysen ger vid handen att förbrukningen av LD-polyeten kommer att öka med 4,4-5,6 % per år, HD-polyeten tillväxer med 6,6 % per år, HD-polyeten+polypropen växer med 6,4 % per år, PVC-efterfrågan ökar med 5,3-5,4 % per år och styrenplasterna uppvisar en årlig tillväxttakt av 6,3 %.

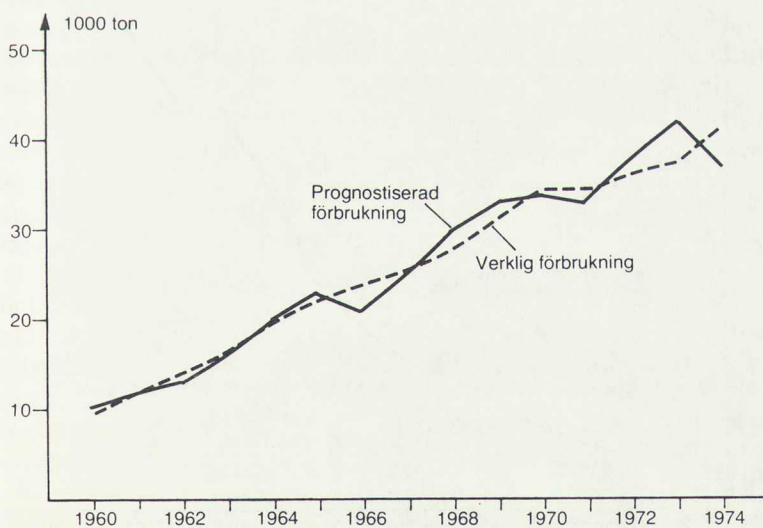
Resultatet från de två matematiska prognosmetoderna har diskuterats med företrädare för plasttillverkare och konverterare och reviderats om så befunnits vara motiverat. Den slutgiltiga prognosen för de olika basplasterna utgör således en syntes av matematiska metoder och intervjueteknik.



Figur 4:10 Verklig och prognostiserad förbrukning av HD-polyeten enligt regressionsanalys

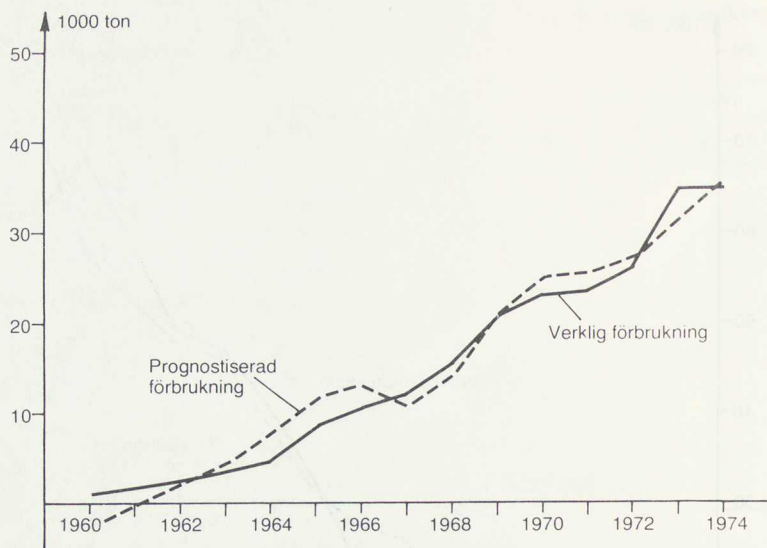


Figur 4:11 Verklig och prognostiserad förbrukning av PVC till byggnadssektorn enligt regressionsanalys

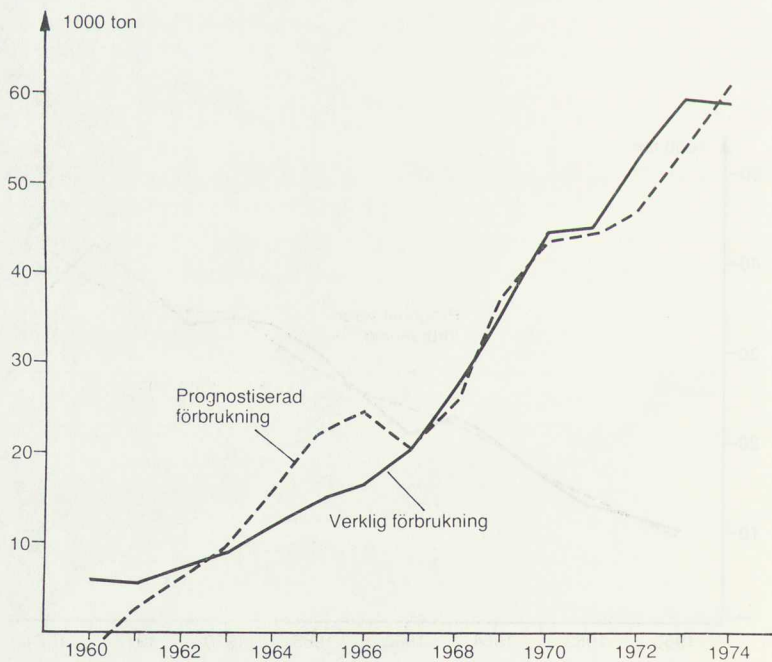


Figur 4:12 Verklig och prognostiserad förbrukning av PVC till övrigt-sektorn enligt regressionsanalys

Figur 4:13 Verklig och prognostiserad förbrukning av HD-polyeten+polypropen enligt regressionsanalys



Figur 4:14 Verklig och prognostiserad förbrukning av styrenplaster enligt regressionsanalys



3 Framtida förbrukning av vissa petrokemiska produkter i Sverige och övriga Norden

3.1 Några för den framtida förbrukningsutvecklingen väsentliga generella faktorer

Först och främst bör konstateras att petrokemisk industri är en ung industri. Visserligen har olika plaster baserade på kol och vegetabiliska produkter tillverkats under hela 1900-talet i begränsad omfattning, men det var först under 1950-talet som den petrokemiska industrin i Västeuropa började utvecklas på allvar. Utvecklingen har alltsedan dess varit mycket snabb. Som exempel kan nämnas LD-polyeten. År 1950 förbrukades uppskattningsvis ca 5 000 ton i Västeuropa. 20 år senare, dvs. år 1970, var behovet ca 1,8 milj. ton inom samma område och efterfrågan var ca 2,9 milj. ton år 1973.

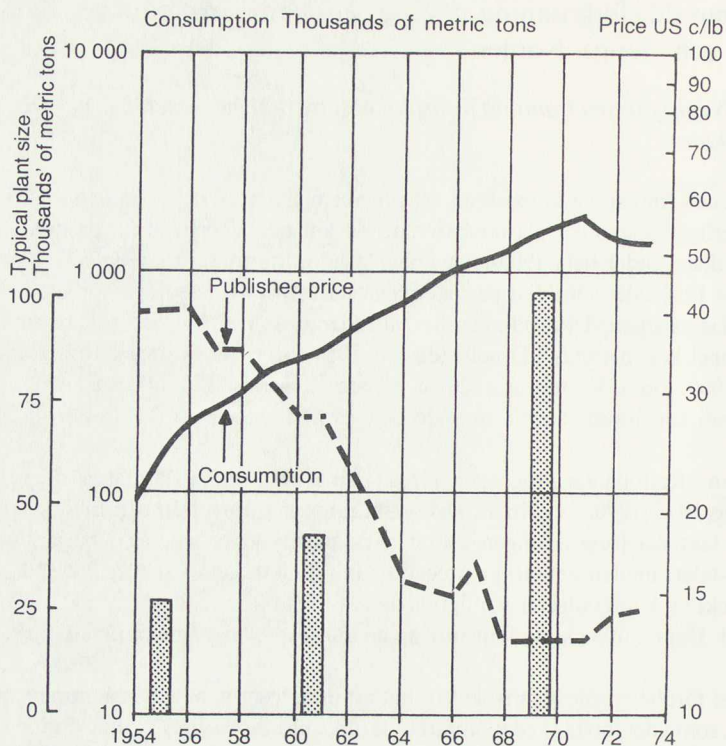
Den efterföljande prognosen för de olika basplasterna omfattar tidsperioden 1975–1990, dvs. 16 år. Historiskt underlag finns från och med 1960. Den faktiska förbrukningen av de olika plasttyperna var låg i början av 1960-talet, medan den årliga procentuella tillväxttakten var hög. En sådan utveckling karaktäriserar vanligtvis de två första faserna i en produkts livscykel. Denna utveckling följs ofta av en dämpad eller stagnerande ökningstakt.

Det förefaller således mycket troligt att prognoserna baseras på empiriska data, som i det första skedet omfattar de olika plasternas inträngningsförlopp. Risk föreligger därför att 1960-talets expansiva utveckling bidrar till att överskatta den framtida efterfrågan vid en så lång framskrivning som i detta fall.

En starkt bidragande faktor till den starka efterfrågeökningen av petrokemiprodukter har varit den snabba tekniska utvecklingen inom det petrokemiska området. Framsteg inom processteknologi och konstruktion har möjliggjort att den ekonomiskt fördelaktiga anläggningsstorleken mångdubblats under den aktuella tidsperioden. Detta har inneburit att produktionskostnaderna för de flesta av de diskuterade produkterna har kunnat sänkas i en snabbare takt än vid tillverkning av etablerade, konkurrerande produkter. Till följd av en tidvis kraftig överetablering inom ett flertal petrokemiska produktområden under 1960-talet sjönk troligtvis produktpriserna mer än vad som var motiverat av uppnådda rationaliseringsvinster. De kraftigt sänkta produktpriserna, och därmed den förbättrade konkurrensförmågan, har med stor sannolikhet haft en väsentlig inverkan på efterfrågeutvecklingen.

I figur 4:15 redovisas produktions-, konsumtions- och prisförhållandet för LD-polyeten i USA under tidsperioden 1954–73. Som framgår av figuren 4:15 har den ekonomiskt fördelaktiga produktionskapaciteten ökat från 25 000 ton per år 1954/55 till 100 000 ton per år 1969/70. Under samma tidsperiod sjönk priset på LD-polyeten från 4 500 kr. per ton till ca 1 500 kr. per ton. (De angivna priserna avser löpande priser, varför prissänkningen i realiteten varit större.)

Ett för svensk petrokemisk industri mera konkret exempel på denna utveckling utgör Esso Chemicals anläggningar i Stenungsund. Den första ång-



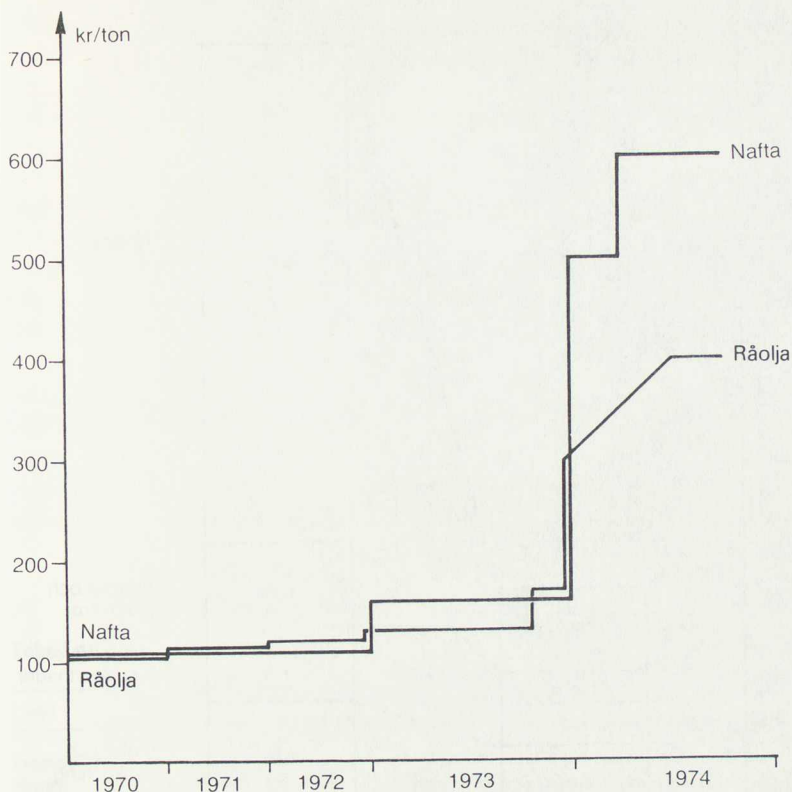
Figur 4:15 Utvecklingen för LD-polyeten i USA. Förbrukningen visavi prisutvecklingen under perioden 1954–1973

Källa: Shell Chemicals Information Handbook 1974–75

krackningsanläggningen togs i drift 1963 och var dimensionerad för en etenproduktion av 55 000 ton per år, som då utgjorde en ekonomiskt fördelaktig anläggningsstorlek. Ökad efterfrågan av eten aktualiserade en ny ångkrackningsanläggning, vilken togs i drift 1969. Den nya enheten var dimensionerad för en etenproduktion av 250 000 ton per år. Etenefterfrågan motiverar ytterligare en ångkrackningsanläggning, och en sådan planeras av Stenungsunds Kemiska AB. Denna anläggning beräknas kunna tas i drift 1979. Den produktionsekonomiskt fördelaktiga etenkapaciteten hos en ny anläggning är i dag 450–500 000 ton per år.

De flesta bedömare inom branschen är emellertid av den uppfattningen att tillväxten av anläggningarnas kapacitet väsentligt kommer att dämpas. I stället kommer utvecklingen att koncentreras på förbättrade processer med t. ex. mera selektiva katalysatorer och minskad energiförbrukning som målsättning.

En tredje faktor som varit av stor betydelse för den petrokemiska industrins utveckling har varit tillgången och priset på råvara. Västeuropeisk petrokemisk industri har till ca 85 % baserat sin produktion på nafta som råvara. Nafta har funnits tillgänglig i önskvärda kvantiteter och till stabila priser under hela 1960-talet och fram till slutet av år 1972. Marknaden började då känna av en viss knapphet på nafta, till följd av bland annat den kraftiga konjunkturuppgången under 1973. I slutet av 1973 inträffade även den så



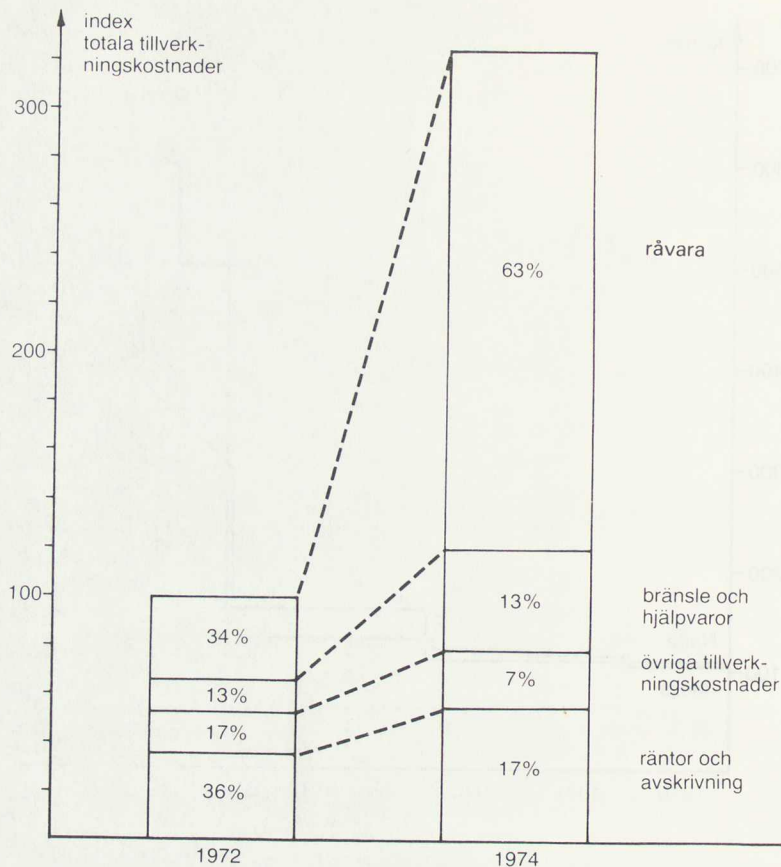
Figur 4:16 Prisutveckling för råolja och nafta

Källa: AB Svensk Petrokemisk Utveckling

kallade oljekrisen. Samtliga effekter resulterade i att priset på råolja och som följd därav även priset på nafta i stort ökade med ca 300 % inom loppet av ett halvår (se figur 4:16). Naftapriset har åter sjunkit men kommer med stor sannolikhet inte att återgå till den prisnivå som gällde före "energikrisen".

De kraftigt ökade råvarukostnaderna har medfört att dessa på ett helt annat sätt påverkar de olika produkternas tillverkningskostnader jämfört med perioden före 1973. Enligt T.J. Innes, Esso Chemical Europe, var råvarukostnadernas andel av totala tillverkningskostnaderna vid krackning av nafta 34 % år 1972 (se figur 4:17). Denna andel har till följd av prisstegringarna stigit till 63 % år 1974. Lönekostnader och kapitalkostnader har således minskat i relativ betydelse.

Anläggningarnas storleksutveckling har dämpats på senare tid, varför de höjda råvarukostnaderna inte kan kompenseras genom rationaliseringar i tillverkningsledet. Den för många petrokemiska basprodukter fördelaktiga prisutvecklingen under 1960-talet och början av 1970-talet har brutits och den framtida prisutvecklingen för dessa produkter kommer i stort att följa det allmänna prismönstret för olika basprodukter.



Figur 4:17 Produktionskostnader – ångkrackning

Källa: T.J. Innes. Esso Chemical Europe

3.2 Eten och dess derivat

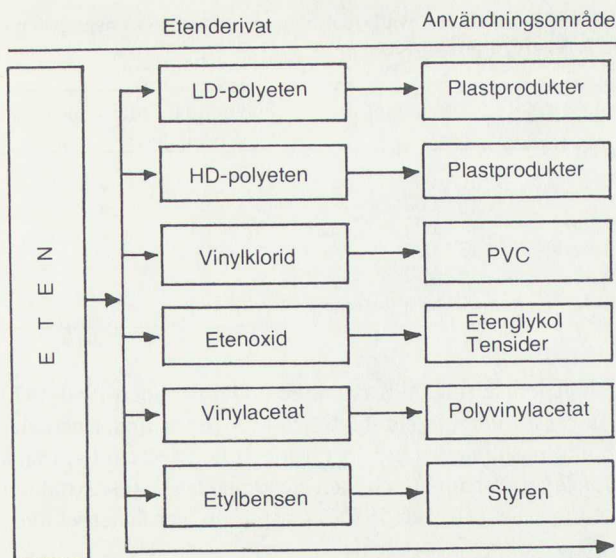
I detta avsnitt diskuteras först den nuvarande marknadssituationen och den förväntade framtida utvecklingen för några av de etenderivat som är eller kan tänkas bli av betydelse för svensk petrokemisk industri. Avsnittet avslutas med en sammanfattning av den nuvarande inhemska etenförbrukningen samt en beräkning av ekvivalentbehovet av eten 1990, baserat på de olika derivatens prognostiserade utveckling.

I figur 4:18 ges en schematisk bild av de berörda etenderivat, deras väsentligaste användningsområden samt var de återfinns i texten.

3.2.1 LD-polyeten

Marknadsläge

LD-polyeten är den dominerande termoplasten och den svenska konsumtionen år 1974 var ca 145 000 ton. År 1973 uppgick den inhemska per capitakonsumtionen av denna plast till 16,8 kr. per person, vilket endast överträffades av Danmark och Finland (se tabell 4:8). Den höga per capita-



Figur 4:18 För svensk petrokemisk industri intressanta etenderivat samt deras väsentligaste användningsområden

Tabell 4:8 Per capitakonsumtionen av LD-polyeten i några olika länder år 1973

Land	Konsumtion, kg/person
Sverige	16,8
Norge	12,9
Danmark	18,2
Finland	17,6
Tyskland	11,8
England	7,1
Frankrike	8,9
Holland	7,8
Belgien/Luxemburg	12,8
Italien	9,5
Spanien	6,5
USA	11,8
Japan	7,9

förbrukningen i Danmark och Finland är bland annat en följd av stor export av konverterade produkter, t. ex. plastpåsar och -säckar.

Historisk utveckling

Vid introduktionen av LD-polyeten på den svenska marknaden i slutet av 1950-talet/början av 1960-talet fann denna plasttyp ett stort antal användningsområden. I och med att konkurrerande plasttyper lanserades, samtidigt som konverterarna bättre lärde känna LD-polyetenets fördelar och begränsningar, så har användningen av LD-polyeten i stor utsträckning koncentrerats till ett fåtal större användningsområden. Således svarar förpackningsindustrin för ca 80 % av totalförbrukningen.

Den historiska utvecklingen för LD-polyeten har redovisats i andra delar av utredningen, varför endast en sammanfattning ges i tabell 4:9.

Tabell 4:9 Förbrukning av LD-polyeten i Sverige under tidsperioden 1970–1974 samt årlig procentuell förändring

År	Förbrukning ton	Förändring jämfört med föregående år, %
1970	105 000	19
1971	105 000	0
1972	119 000	13
1973	137 000	15
1974	145 000	6
1970–74 Genomsnittlig tillväxttakt, % per år 8		

Den genomsnittliga tillväxttakten under perioden 1960–1970 var ca 27 % per år, för att därefter sjunka till ca 8 % per år under perioden 1970–1974. Förbrukningsökningen har dock varierat högst väsentligt från år till år. Som jämförelse kan nämnas att den genomsnittliga tillväxttakten i USA och Västeuropa för perioden 1970–74 var 13 % per år respektive 14 % per år.

Användningsområden

Förpackningsindustrin är den helt dominerande förbrukaren av LD-polyeten och svarade 1974 för ca 80 % av totalefterfrågan. Till förpackningsindustrin räknas i detta sammanhang förbrukningen av film för olika påsar och bärkassar, krymp- och sträckfilm, olika typer av plastsäckar, beläggning av papper och kartong för mjölk och frysförpackningar samt olika typer av formsprutade och formblåsta förpackningar. Användningen av LD-polyeten för konsumentförpackningar är väl etablerad och marknaden är i stort mättad. Användningen av LD-polyeten för transportemballage, t. ex. krympfilm, är en ny, snabbt växande marknad med stor potential. Inom denna sektor konkurrerar LD-polyeten dels med tidigare använda material som wellpapp och trä, dels har en helt ny marknad skapats genom utvecklingen av nya hanteringssystem.

Användningen av plastsäckar är liten i Sverige jämfört med kontinentala Europa, delvis till följd av den stora inhemska pappersindustrin, delvis beroende på en väl inarbetad och fungerande marknadsorganisation för leverans av papperssäckar till den kommunala sophantering. Ingen större förändring av denna situation förväntas inom den närmaste framtiden.

Handelns bärkassar är en stor marknad för LD-polyeten. Plastkassar dominerar helt i vanliga butiker. Större pappersbärkassar används fortfarande i stor utsträckning i stormarknader, där de erbjuder vissa fördelar.

Andra sektorer av någon betydelse för LD-polyetenförbrukningen är byggsektorn och elindustrin. Inom byggsektorn används polyetenfilm som fuktbarriär. Inom elindustrin förbrukas LD-polyeten huvudsakligen för isolering och mantling av kabel.

Med LD-polyeten konkurrerande material

Ca 65 % av totala LD-polyetenförbrukningen utgörs av film, huvudsakligen för förpackningsändamål. Konkurrerande material är olika pappersprodukter

samt andra plastfilmer. Några av de väsentligaste kriterierna vid valet mellan de olika materialen är priset samt barriäregenskaperna, bland annat gentemot fukt. LD-polyeten har en låg vattenångpermeabilitet, är enkel att konvertera och är den billigaste av termoplasterna. Andra plastfilmer kan därför inte konkurrera, såvida inte speciella egenskaper, t. ex. hög genomskinlighet, efterfrågas. LD-polyeten erbjuder för närvarande vissa pris fördelar jämfört med konkurrerande pappersprodukter och inga större förändringar av prisrelationen papper/LD-polyeten kan förutses inom överskådlig framtid.

LD-polyeten används i stor utsträckning för laminering med andra material, t. ex. beläggning av papper. En viss konkurrens kan här väntas från andra plastmaterial, t. ex. polypropen, som erbjuder en högre värmetålighet.

Sannolikt kommer prisdifferensen mellan LD-polyeten, HD-polyeten och polypropen att minska, vilket kommer att medföra att de två senare plasttyperna kommer att användas i ökad utsträckning för formsprutning på bekostnad av LD-polyeten.

LD-polyeten konkurrerar med bland annat PVC och papper inom elindustrin för mantling och isolering av kablar. PVC är i dag det dominerande plastmaterialet för detta ändamål vid tillverkning av kabel för lägre spänning (mindre än 10 kilovolt), medan tvärbunden LD-polyeten är helt dominerande för högspänningskablar.

Framtida marknadsutveckling

Resultat av matematiska prognosmodeller:

För LD-polyeten har dels en trendframskrivning, dels en regressionsanalys gjorts och resultatet redovisas i avsnitt 2 och i tabell 4:10.

Trendframskrivning:

Trendanalysen gav vid handen att en Gompertz-funktion bäst anpassade sig till den historiska efterfrågeutvecklingen. En framskrivning av LD-polyetenförbrukningen till och med 1990, med hjälp av denna funktion, gav

Tabell 4:10 Prognos över den svenska förbrukningen av LD-polyeten till och med år 1990 enligt matematiska prognosmodeller

Prognosmetod	Förbrukning av LD-polyeten, ton				Genomsnittlig årlig tillväxttakt, %
	1974	1980	1985	1990	
Trendframskrivning:					
– LD-polyeten totalt	145 000	250 000	320 000	380 000	6,2
Regressionsanalys:					
– LD-polyeten till förp.ind.	115 000	145 000	205 000	275 000	5,6
– LD-polyeten övrigt	30 000	40 000	50 000	60 000	4,4
LD-polyeten totalt	145 000	185 000	255 000	335 000	5,4

ett behov av ca 380 000 ton detta år. En sådan utveckling innebär en genomsnittlig årlig tillväxt av 6,2 %. Resultatets spridning vid 90 % konfidensintervall år 1990 är dock mycket stor, undre gränsen blev 260 000 ton (-32 %) och övre gränsen blev 560 000 ton (+47 %).

Regressionsanalys:

LD-polyeten till förpackningsindustrin:

Förpackningsindustrin har successivt ökat sin andel av totala LD-polyetenförbrukningen från ca 50 % 1960 till ca 80 % 1974. Det har därför bedömts som väsentligt att särskilja detta förbrukningsområde och finna förklaringsvariabler som påverkat LD-polyetenets utveckling inom förpackningsbranschen. Förpackningsindustrin är emellertid inget enhetligt begrepp då den dels omfattar konsumentförpackningar, t. ex. bärkassar och olika typer av plastpåsar, dels inkluderar transportförpackningar, t. ex. plastsäckar och krympfilm.

Privatkonsumtionen inom landet bör direkt påverka efterfrågan av konsumentförpackningar och även delvis olika typer av transportförpackningar. Den totala privata konsumtionen har av denna anledning valts som en förklaringsvariabel. Denna variabel kan emellertid sannolikt inte tillfredsställande beskriva utvecklingen i början av 1960-talet. Den snabba ökningen av LD-polyetenförbrukningen var nämligen till stor del en följd av dagligvaruhandels övergång från manuellt betjänade butiker till snabbköpsbutiker. Denna övergång krävde samtidigt en förändring av distributionssystemet och produkternas emballage. Användandet av LD-polyeten möjliggjorde bland annat en automatisering av förpackningsprocessen, vilket positivt bidrog till dess snabba acceptering inom branschen. Denna förändring av varudistributionen fångas inte upp av privatkonsumtionen som förklaringsvariabel. Denna strukturomvandling inom dagligvaruhandeln var emellertid i stort genomförd i början av 1970-talet, varför privatkonsumtionen bättre bör representera LD-polyetenförbrukningen under senare delen av den historiska efterfrågeutvecklingen.

Priset på LD-polyeten, i förhållande till konkurrerande material, t. ex. papper, har i stort varit sjunkande alltsedan introduktionen på den svenska marknaden fram till och med 1972. LD-polyetenets prisrelation till konkurrerande produkter har av naturliga skäl varit av mycket stor betydelse för dess förbrukningsutveckling. Prisförhållandet LD-polyeten/papper har därför utgjort en annan förklaringsvariabel, då LD-polyeten huvudsakligen konkurrerar med olika pappersprodukter inom många av sina avsättningsområden.

BNP har valts som förklaringsvariabel för den allmänna ekonomiska utvecklingen inom landet.

Regressionsanalysen gav vid handen att totala privatkonsumtionen bäst anpassade sig till den historiska förbrukningsutvecklingen för LD-polyeten till förpackningsindustrin. Övriga förklaringsvariabler gav en försumbar förbättring av förklaringsvärdet.

Det framtida LD-polyetenbehovet till förpackningsindustrin har därför beräknats med hjälp av en ekvation innehållande endast en förklaringsvariabel, nämligen total privat konsumtion. LD-polyetenförbrukningen skulle enligt denna beräkning komma att öka från 115 000 ton 1974 till ca 275 000 ton 1990, motsvarande en årlig genomsnittlig tillväxttakt av 5,6 %.

LD-polyeten – övrigt:

Övrigt LD-polyeten förbrukas huvudsakligen inom byggnads- och el-industrin.

Industriproduktionsindex har här ansetts vara en lämplig förklaringsvariabel då merparten av produktionen utgörs av olika industriprodukter. Den förklaringsvariabel, som representerar prisförhållandet LD-polyeten/konkurrerande produkter, utgörs i detta fall av priset på LD-polyeten i förhållande till partiprisindex.

BNP har även i detta fall fått representera den allmänna ekonomiska utvecklingen inom landet.

Regressionsanalysen gav vid handen att BNP bäst anpassade sig till den historiska efterfrågeutvecklingen för LD-polyeten till andra sektorer än förpackningsbranschen. Övriga förklaringsvariabler gav en försumbar förbättring av förklaringsvärdet.

Det framtida LD-polyetenbehovet exklusive förpackningsindustrin har därför beräknats med hjälp av en ekvation innehållande endast en förklaringsvariabel, nämligen BNP. LD-polyetenförbrukningen inom övriga sektorer skulle enligt denna beräkning komma att öka från ca 30 000 ton 1974 till ca 60 000 ton 1990, motsvarande en årlig genomsnittlig tillväxttakt av 4,4 %.

Summeras förbrukningen av LD-polyeten inom de två sektorerna förpackningsindustri och övrig industri ger regressionsanalysen vid handen att LD-polyetenbehovet kommer att öka från 145 000 ton 1974 till 335 000 ton 1990. Detta ger en genomsnittlig årlig tillväxttakt av 5,4 % under den aktuella tidsperioden.

Den prognostiserade totala förbrukningen av LD-polyeten enligt trendframskrivning respektive regressionsanalys skiljer sig väsentligt under hela den aktuella prognosperioden.

Produktionsteknisk utveckling

Processen för tillverkning av LD-polyeten har väsentligt ändrats under de senaste 15 åren. Således har produktionskapaciteten per reaktor ökat 5–6 gånger, vilket möjliggjort kraftiga prissänkningar. Viss ytterligare ökning av reaktorkapaciteten anses fortfarande vara möjlig, men maximikapaciteten torde snart vara nådd.

Tillverkningen av LD-polyeten är en extrem högtrycksprocess (2 000–2 500 bar). Vid ökad reaktorkapacitet uppstår härvid svårigheter att kontrollera reaktionstemperaturen. Dessutom medför ökad reaktorkapacitet stora teknologiska problem vad gäller rörsystem och kompressorer.

Utvecklingen av en lågtrycksprocess för tillverkning av LD-polyeten kan innebära väsentligt sänkta tillverkningskostnader. Ett flertal företag har studerat denna problematik, men ingen har ännu lyckats utveckla en lämplig process som ger en acceptabel filmkvalitet. Chanserna att LD-polyeten, tillverkad enligt en sådan process, finns tillgänglig på marknaden före 1990, i sådana kvantiteter att produktpriset väsentligt sänks, bedöms som små.

I början av 1970-talet var priset på LD-polyeten lågt. En viss överdimensionering av olika filmkvaliteter kunde därför tolereras. En hårdnande konkurrens och ett högre råvarupris har dock medfört ett bättre utnyttjande

av materialet hos konverterarna. Materialåtgången vid filmtillverkning har således kunnat sänkas 5–10 %. Denna utveckling fick en extra skjuts framåt i och med den aktuella "energikrisen", ty dels höjdes plastpriserna högst väsentligt, dels uppstod en akut råvarubrist, vilken tvingade konverterarna till olika lösningar för att klara efterfrågan.

Prognos över LD-polyetenförbrukningen i Sverige

En beräkning av den framtida förbrukningen av LD-polyeten med hjälp av trendframskrivning och regressionsanalys gav ett behov av ca 380 000 ton respektive 335 000 ton LD-polyeten 1990, motsvarande en genomsnittlig tillväxttakt av 6,3 respektive 5,4 % per år.

Trendframskrivningen indikerar att marknaden uppnått ett visst mättnadstillstånd 1990, vilket väl överensstämmer med den nuvarande kunskapen om olika sektorers LD-polyetenförbrukning.

Preliminära uppskattningar av den inhemska förbrukningen av LD-polyeten 1975 indikerar en kraftig efterfrågeminskning detta år, ca 20–30 %. Trendframskrivningen återspeglar ej sådana kortfristiga svängningar i efterfrågan. Trendframskrivningen överskattar därför sannolikt efterfrågeutvecklingen på längre sikt. Regressionsanalysen förutsätter däremot en långsam tillväxttakt för privatkonsumtion och BNP under perioden 1975–1980, vilket även påverkar efterfrågan av LD-polyeten under denna period.

En ökad återanvändning av olika plastmaterial i framtiden kommer sannolikt att medföra en något lägre förbrukningsökning av "nytt material".

Förbrukningen av LD-polyeten i Sverige förväntas med hänsyn till ovanstående komma att tillväxa med ca 5 % per år till och med 1990. En sådan utveckling innebär att förbrukningen kommer att öka från 145 000 ton 1974 till ca 340 000 ton 1990.

Övriga Nordens förbrukning av LD-polyeten

Förbrukningen av LD-polyeten i Norge, Danmark och Finland uppskattas till totalt ca 220 000 ton 1974. Antas att efterfrågan tillväxer i samma takt som i Sverige skulle behovet av LD-polyeten i övriga Norden bli ca 520 000 ton 1990.

Den totala nordiska förbrukningen av LD-polyeten 1990 blir således enligt ovan ca 860 000 ton.

3.2.2 HD-polyeten

Marknadsläge

Efterfrågan av HD-polyeten i Sverige uppgick år 1974 till ca 25 000 ton. Den inhemska per capita-förbrukningen av denna plast var 1973 ca 3,2 kg per person, vilket i stort motsvarar den genomsnittliga västeuropeiska konsumtionen (2,9 kg per person). Övriga nordiska länder har en väsentligt högre förbrukning, vilket bland annat i Norge och Finland är en följd av att HD-polyeten i långt större utsträckning används för tillverkning av rör än i Sverige (se tabell 4:11). Dessutom har de övriga nordiska länderna en större export av färdigkonverterade plastprodukter.

Tabell 4:11 Per capitakonsumtionen av HD-polyeten i några olika länder år 1973

Land	Konsumtion, kg/person
Sverige	3,2
Norge	7,3
Danmark	4,8
Finland	5,0
Tyskland	5,0
England	1,4
Frankrike	2,8
Holland	3,0
Belgien/Luxemburg	4,4
Italien	2,1
Spanien	1,6
USA	5,2
Japan	3,4

Historisk utveckling

HD-polyeten har funnits på den svenska marknaden sedan slutet av 1950-talet och 1972 startades en inhemsk produktion av Unifos Kemi AB i Stenungsund.

HD-polyetenets förbrukningsutveckling har redovisats i andra delar av rapporten, varför endast en sammanfattning ges i tabell 4:12.

Den genomsnittliga årliga tillväxttakten under perioden 1970–1974 har varit relativt hög, ca 10 %. Konsumtionsökningen 1973 blev hela 37 %, medan 1974 däremot uppvisade en efterfrågeminskning. Nedgången under 1974 var en följd av den begynnande konjunkturavmattningen. Även 1975 väntas av denna anledning komma att innebära en ytterligare förbrukningsminskning. Det bör dock observeras att totalförbrukningen är relativt liten, varför en måttlig kvantitetsökning/minskning ger ett stort procentuellt utslag. Som jämförelse kan nämnas att Västeuropa och USA under samma tidsperiod uppvisat en genomsnittlig tillväxttakt av 15 % per år respektive 18 % per år.

Användningsområden

Förpackningsindustrin är, liksom för LD-polyeten, en stor förbrukare av HD-polyeten och 1974 gick ca 50 % av den svenska totalförbrukningen

Tabell 4:12 Förbrukning av HD-polyeten i Sverige under tidsperioden 1970–1974 samt årlig procentuell förändring

År	Förbrukning ton	Förändring jämfört med föregående år, %
1970	17 000	11
1971	17 500	3
1972	19 000	9
1973	26 000	37
1974	25 000	- 4
1970–74	Genomsnittlig tillväxttakt, % per år 10	

till denna bransch. Produkterna utgörs huvudsakligen av olika typer av burkar, tunnor och förvaringsbackar. Således har t. ex. bryggeribackarna varit en stor artikel för HD-polyeten.

Byggnadsmarknaden är ett annat stort avsättningsområde för HD-polyeten. Dominerande slutprodukt är olika typer av rör.

Andra användningsområden för HD-polyeten är inom elektroindustrin för t. ex. kopplingsdosor, inom verkstadsindustrin samt tillverkning av olika hushållsprodukter och leksaker.

Med HD-polyeten konkurrerande material

HD-polyeten har uppnått sin position inom förpackningsindustrin tack vare sin lättbearbetbarhet, god styvhet samt låg vattenångpermeabilitet. Liksom övriga olefinplaster erbjuder dock HD-polyeten en dålig syrgas- och arombarriär. Konkurrenter till HD-polyeten är i första hand polypropen och PVC. Polypropen har emellertid sämre styrkeegenskaper vid låga temperaturer, varför HD-polyeten föredras om produkten kan komma att förvaras vid låga temperaturer under längre tid.

HD-polyeten kan vanligtvis inte konkurrera med PVC i de fall då en gas- och arombarriär är önskvärd.

HD-polyeten konkurrerar naturligtvis även med konventionella material som trä, plåt, glas och papper. Avgörande för val av material är produktpriset i kombination med produkttegenskaperna.

Inom byggnadsindustrin konkurrerar HD-polyeten inom rörsektorn med PVC samt med cement- och metallrör. PVC har inom detta användningsområde en mycket stark ställning och andelen HD-polyeten inom plaströrsektorn är liten.

Inom övriga områden konkurrerar HD-polyeten huvudsakligen med LD-polyeten, polypropen, PVC och styrenplasterna. Förutom materialpriset är ofta styvheten och konverterbarheten av avgörande betydelse vid valet av material.

Framtida marknadsutveckling

Resultat av matematiska prognosmodeller:

För HD-polyeten har dels en trendframskrivning, dels en regressionsanalys genomförts och resultatet redovisas i avsnitt 2 och i tabell 4:13.

Tabell 4:13 Prognos över den svenska förbrukningen av HD-polyeten till och med år 1990 enligt matematiska prognosmodeller

Prognosmetod	Förbrukning av HD-polyeten, ton				Genomsnittlig årlig tillväxttakt, %
	1974	1980	1985	1990	
Trendframskrivning	25 000	45 000	60 000	70 000	6,6
Regressionsanalys	25 000	40 000	55 000	70 000	6,6

Trendframskrivning:

Trendanalysen gav vid handen att en parabelfunktion bäst anpassade sig till den historiska efterfrågeutvecklingen. En framskrivning av HD-polyetenförbrukningen till och med 1990 med hjälp av denna funktion gav ett behov av ca 70 000 ton detta år. En sådan utveckling innebär en genomsnittlig årlig tillväxt av 6,6 %. Resultatets spridning vid 90 % konfidensintervall år 1990 är dock stor, undre gränsen blev 60 000 ton (-15 %) och övre gränsen blev 85 000 ton (+21 %).

Regressionsanalys:

Ca 50 % av HD-polyetenbehovet går till förpackningsindustrin, varför det skulle ha varit önskvärt att dela upp förbrukningen i HD-polyeten för förpackningar och HD-polyeten för övrig användning.

Historiskt underlag saknas emellertid för att en sådan uppdelning skall bli meningsfull.

HD-polyetenprodukterna passerar ofta via en annan producent innan de når slutkonsumenten. Det har därför bedömts som troligt att ett samband föreligger mellan industriproduktionsindex och efterfrågan av HD-polyeten, varför detta index valts som en förklaringsvariabel.

Prisförhållandet mellan olika konkurrerande produkter är av mycket stor betydelse för förbrukningen av de olika produkterna. I detta sammanhang har därför som troliga förklaringsvariabler valts dels priset på HD-polyeten i förhållande till priset på polypropen, dels priset på HD-polyeten i förhållande till partiprisindex.

BNP har valts som förklaringsvariabel för den allmänna ekonomiska utvecklingen inom landet.

Regressionsanalysen gav vid handen att industriproduktionsindex bäst anpassade sig till den historiska förbrukningsutvecklingen för HD-polyeten. Övriga förklaringsvariabler gav en försumbar förbättring av förklaringsvärdet.

Det framtida HD-polyetenbehovet har därför beräknats med hjälp av en ekvation innehållande endast en förklaringsvariabel, nämligen industriproduktionsindex. HD-polyetenbehovet skulle enligt denna beräkning komma att öka från 25 000 ton 1974 till ca 70 000 ton 1990, motsvarande en årlig genomsnittlig tillväxttakt av 6,6 %.

Produktionsteknisk utveckling

HD-polyeten tillverkas medelst lösnings- eller suspensionspolymerisation, där suspensionspolymerisation är en utveckling av lösningspolymerisationsprocessen. Gasfaspolymerisation är nästa steg i utvecklingskedjan och denna teknologi tillämpas redan av ett fåtal företag, bland annat av Unifos Kemi AB i Stenungsund. Vid användning av denna teknologi elimineras användandet av olika lösningsmedel, vilket innebär kostnadsbesparingar. Denna process har för närvarande vissa kvalitetsmässiga begränsningar, men fortsatt forskning kommer sannolikt att eliminera dessa.

Anläggningarnas optimala kapacitet kommer troligtvis att öka ytterligare i framtiden. Använda katalysatorsystem kommer att förbättras, vilket ökar produktiviteten.

Råvarukostnaderna utgör en mycket stor andel av totala tillverkningskostnaderna. De förväntade processtekniska rationaliseringsvinsterna kommer därför ej att väsentligt sänka totala tillverkningskostnaderna.

Prognos över HD-polyetenförbrukningen i Sverige

En beräkning av den framtida förbrukningen av HD-polyeten, med hjälp av trendframskrivning och regressionsanalys, gav för båda metoderna ett behov av ca 70 000 ton HD-polyeten 1990, motsvarande en genomsnittlig tillväxttakt av 6,6 % per år.

Polypropen är en mycket stark konkurrent till HD-polyeten inom de flesta användningsområdena. Hitintills har HD-polyeten helt dominerat förbrukningen av de två plasttyperna i Sverige, dels beroende på att HD-polyeten varit billigare, dels beroende på att denna tillverkats inom landet och därigenom vunnit vissa marknadsfördelar. Priset på polypropen förväntas dock sjunka relativt priset på HD-polyeten, dels till följd av ett förväntat lägre råvarupris, dels tack vare en förbättrad processteknologi. En annan faktor av mycket stor betydelse är att Norden kommer att få en betydande egen kapacitet för tillverkning av polypropen 1978-1979. Denna utveckling kommer med stor sannolikhet att innebära en ökad konkurrens från polypropen under 1980-talet.

Efterfrågan av HD-polyeten under 1975 förväntas minska kraftigt till följd av den påtagliga konjunkturavmattningen, vilket sannolikt får till följd en något lägre långsiktig tillväxttakt än vad bedömare tidigare ansett vara trolig.

Andelen HD-polyeten inom plaströrsektorn är i dag liten, bland annat beroende på att rörnormer tidigare har saknats i Sverige för rördelar av denna plast. Sådana normer har nu utarbetats. För närvarande finns dessutom endast ett fåtal tillverkare av formsprutade rördetaljer av HD-polyeten (rörböjar, grenrör, anslutningar m. m.), varför hela rörsystem av denna plast har varit svåra att anskaffa. Tillgången på sådana detaljer väntas dock bli väsentligt bättre i framtiden. Inom denna sektor konkurrerar inte HD-polyeten i någon större omfattning med polypropen.

Behovet av HD-polyeten i Sverige förväntas med hänsyn till ovanstående komma att tillväxa med ca 8 % per år till och med 1990. En sådan utveckling innebär att förbrukningen kommer att öka från 25 000 ton 1974 till ca 85 000 ton 1990.

Övriga Nordens förbrukning av HD-polyeten

Förbrukningen av HD-polyeten i Norge, Danmark och Finland uppskattas till totalt ca 80 000 ton 1974. Antas att efterfrågan tillväxer i samma takt som i Sverige skulle behovet av HD-polyeten i övriga Norden bli ca 270 000 ton 1990.

Den totala nordiska förbrukningen av HD-polyeten 1990 blir således enligt ovan ca 355 000 ton.

Tabell 4:14 Per capitalförbrukning av PVC i några olika länder år 1973

Land	Förbrukning, kg/person
Sverige	13,5
Norge	10,4
Danmark	10,1
Finland	9,2
Tyskland	15,3
Frankrike	12,2
England	7,2
Holland	11,9
Belgien/Luxemburg	9,3
Italien	8,4
Spanien	4,3
USA	10,1
Japan	12,2

3.2.3 PVC

Marknadsläge

Förbrukningen av PVC i Sverige uppgick till ca 100 000 ton år 1974. Den inhemska per capitaförbrukningen av denna plast var 1973 ca 13,5 kg per person. Detta stora behov placerar Sverige på andra plats, endast överträffat av Västtyskland med en per capitaförbrukning av 15,3 kg per person (se tabell 4:14).

Historisk utveckling

Inhemska tillverkning av PVC startade redan under senare hälften av 1940-talet vid Stockviksverken utanför Sundsvall. Tillverkningen var då baserad på acetylen som råvara. I och med att inhemska etenproduktion kom till stånd 1963 har acetylen som råvara övergivits och numera är hela den inhemska produktionen etenbaserad.

PVC-förbrukningens historiska utveckling har redovisats på annan plats i utredningen, varför endast en sammanfattning ges i tabell 4:15.

Den genomsnittliga årliga tillväxttakten under perioden 1970–1974 har varit ca 5 %. Den minskade byggaktiviteten under 1974 påverkade PVC-efterfrågan märkbart. För första gången sedan början av 1960-talet minskade den inhemska PVC-förbrukningen.

Tabell 4:15 Förbrukning av PVC i Sverige under tidsperioden 1970–1974 samt årlig procentuell förändring

År	Förbrukning ton	Förändring jämfört med föregående år, %
1970	81 000	10
1971	82 000	2
1972	97 000	17
1973	110 000	14
1974	100 000	-9
1970–74	Genomsnittlig tillväxttakt, % per år 5	

Användningsområden

PVC används dels som styv produkt, dels mjukgjord för tillverkning av flexibla produkter. Mjukgjord PVC var helt dominerande under första delen av 1960-talet, men förbrukningen av styva produkter har successivt ökat sin andel av totala PVC-behovet. År 1973 uppskattas förhållandet mjukgjord/styv PVC vara 45/55.

Två marknadsområden svarar för ca 80 % av totala PVC-efterfrågan, nämligen byggnadssektorn och elektroindustrin. Byggnadssektorns andel av PVC-förbrukningen är ca 65 % och den dominerande produkten utgörs av olika typer av rör och anslutningsdetaljer för vatten och avlopp. Andra produkter inom denna sektor är olika typer av profiler och lister, golvmaterial, tapeter och fasadelement. Inom elektroindustrin används PVC huvudsakligen för isolering och mantling av kablar.

PVC används inom förpackningsindustrin för tillverkning av formblåsta flaskor och behållare, som förpackningsfilm och för tillverkning av vakuumformade artiklar, t. ex. smör- och margarinförpackningar.

PVC har också kommit till användning som lamineringsmaterial, t. ex. för beläggning av textilmaterial och plåt, samt används som syntetiskt läder (t. ex. galon).

Med PVC konkurrerande material

PVC konkurrerar inom det dominerande förbrukningsområdet, rörtillverkning, med konventionella produkter som metall- och cementrör samt med andra plaströr tillverkade av HD-polyeten, polypropen och ABS. PVC har som plastmaterial en mycket dominerande ställning inom detta användningsområde, huvudsakligen beroende på dess goda egenskaper i förhållande till produktpriset, men sannolikt även beroende på att materialet sedan länge funnits på marknaden.

HD-polyeten erbjuder bättre egenskaper som rörmaterial vid låga temperaturer, men denna plasttyp har ännu inte lyckats erövra någon större marknadsandel. Ännu har inte heller polypropen- eller ABS-rören lyckats göra någon större inbrytning. Fördelen med dessa senare plasttyper är att de erbjuder bättre värmetålighet än PVC och därför även kan användas för hetvattenledningar.

Användningen av plast som byggnadsmaterial har livligt diskuterats beroende på de flesta plasters dåliga brandsäkerhet. PVC erbjuder här vissa fördelar tack vare sitt stora klorinnehåll. Utbryter emellertid eld brinner även PVC och avger härvid klorvätegas, som i förening med vatten ger saltsyra. Denna är starkt korrosiv. Även om inte de direkta brandskadorna blir omfattande kan därför rökutvecklingen ge upphov till omfattande korrosionsskador. Möjligheten föreligger därför att användningen av PVC som byggmaterial kan begränsas genom lagstiftning.

PVC som kabelisolering har för större kablar konkurrens från tvärbunden LD-polyeten. Dessutom konkurrerar de konventionella materialen papper och bly.

Inom förpackningsindustrin används PVC beroende på sina goda gas- och arombarriäregenskaper. Ingen av de konventionella termoplasterna kan här konkurrera med PVC. Till följd av den intensiva vinylkloridmonomer-

debatten på senare tid har dock förpackningsindustrin studerat möjligheten att ersätta PVC med andra material. En tänkbar lösning är en övergång till olika typer av laminat.

Framtida marknadsutveckling

Resultat av matematiska prognosmodeller:

För PVC har dels en trendframskrivning, dels en regressionsanalys genomförts och resultatet redovisas i avsnitt 2 och i tabell 4:16.

Trendframskrivning:

Trendanalysen gav vid handen att en Gompertz-funktion bäst anpassade sig till den historiska efterfrågeutvecklingen. En framskrivning av PVC-förbrukningen till och med 1990 med hjälp av denna funktion ger ett behov av ca 285 000 ton detta år. En sådan utveckling innebär en genomsnittlig årlig tillväxttakt av 6,8 %. Resultatets spridning vid 90 % konfidensintervall år 1990 är dock mycket stor, undre gränsen blev 185 000 ton (-36 %) och övre gränsen blev 445 000 ton (+56 %). Den stora spridningen är bland annat ett resultat av de stora variationer i PVC-förbrukning, som den senare delen av den historiska efterfrågeutvecklingen uppvisar.

Regressionsanalys:

PVC-byggsektorn:

Byggindustrin dominerar starkt PVC-efterfrågan, varför det har ansetts som väsentligt att studera PVC-förbrukningens utveckling inom denna sektor separat.

Ca 50 % av totala PVC-användningen utgörs av rör, anslutningsdetaljer och olika typer av profiler. Produkterna används i lägenheter, offentliga byggnader, industrifastigheter och för kommunala vatten- och avloppssystem. Andra PVC-produkter inom byggnadssektorn är golvmaterial och tapeter, vilka huvudsakligen används i lägenheter och offentliga byggnader.

Med hänsyn till den diversifierade PVC-användningen inom byggsektorn föreligger vissa svårigheter att finna en lämplig förklaringsvariabel som kan

Tabell 4:16 Prognos över den svenska förbrukningen av PVC till och med år 1990, enligt matematiska prognosmodeller

Prognosmodell	Förbrukning av PVC, ton				Genomsnittlig årlig tillväxttakt, %
	1974	1980	1985	1990	
Trendframskrivning:					
- PVC totalt	100 000	180 000	235 000	285 000	6,8
Regressionsanalys					
- PVC till byggsektorn	65 000	95 000	120 000	150 000	5,4
- PVC övrigt	35 000	55 000	70 000	80 000	5,3
PVC totalt	100 000	150 000	190 000	230 000	5,3

antas täcka samtliga områden. Antalet färdigställda lägenheter har dock ansetts ge en god förklaring till PVC-utvecklingen och har därför valts som förklaringsvariabel. Med hänsyn till att PVC-hartset först levereras till en konverterare och den färdiga produkten vanligtvis passerar via en grossist innan den når bygget har det ansetts befogat att korrelera bostadsbyggandet ett år med plastleveranserna året innan.

Denna variabel omfattar ej industribyggen eller offentliga byggnader och inte heller direkt förbrukningen av olika typer av avloppsrör. Indirekt bör emellertid behovet av avloppsrör återspeglas i lägenhetsbyggandet, då kommunerna måste ordna med vatten och avlopp innan ett nytt bostadsområde exploateras. Denna förklaringsvariabel återspeglar inte heller den plastförbrukning som utgör utbyte av äldre befintliga avloppssystem.

Priset på PVC i förhållande till allmänna partiprisindex har valts som förklaringsvariabel för PVC-plastens konkurrensförmåga gentemot övriga material.

BNP har valts som förklaringsvariabel för den allmänna ekonomiska utvecklingen inom landet.

Inget samband har erhållits mellan PVC-förbrukning och lägenhetsbyggande. Regressionsanalysen gav i stället som resultat att BNP bäst anpassade sig till den historiska förbrukningsutvecklingen för PVC. Övriga förklaringsvariabler gav en försumbar förbättring av förklaringsvärdet.

Det framtida PVC-behovet inom byggsektorn har därför beräknats med hjälp av en ekvation innehållande endast en förklaringsvariabel, nämligen BNP. PVC-förbrukningen inom byggsektorn skulle enligt denna beräkning komma att öka från 65 000 ton 1974 till ca 150 000 ton 1990, motsvarande en årlig genomsnittlig tillväxttakt av 5,4 %.

PVC-övrigt:

PVC används inom övriga områden huvudsakligen för tillverkning av olika producentprodukter, t. ex. elkablar, syntetiskt läder, vävburen plast och plastbelagd plåt. Industriproduktionsindex har därför ansetts vara en lämplig förklaringsvariabel.

Även i detta fall har priset på PVC i förhållande till allmänna partiprisindex valts som förklaringsvariabel för PVC:s konkurrensförmåga gentemot övriga produkter.

BNP har valts som förklaringsvariabel för den allmänna ekonomiska utvecklingen inom landet.

Regressionsanalysen gav vid handen att BNP även i detta fall bäst anpassade sig till det empiriska underlaget rörande PVC-förbrukningen exklusive byggsektorn. Övriga förklaringsvariabler gav en försumbar förbättring av förklaringsvärdet.

Det framtida PVC-behovet inom övrigtsektorn har därför beräknats med hjälp av en ekvation innehållande endast en förklaringsvariabel, nämligen BNP. PVC-förbrukningen skulle enligt denna beräkning komma att öka från 35 000 ton 1974 till ca 80 000 ton 1990, motsvarande en årlig genomsnittlig tillväxttakt av 5,3 %.

Summeras förbrukningen av PVC inom bygg- och övrigtsektorn ger regressionsanalysen som resultat att PVC-behovet kommer att öka från 100 000 ton 1974 till 230 000 ton 1990. Detta innebär en genomsnittlig årlig tillväxttakt av 5,3 % under den aktuella tidsperioden.

Produktionsteknisk utveckling

Vinylklorid polymeriseras vanligtvis medelst en satsvis suspensionsprocess. Till följd av den korrosiva miljön användes tidigare glasinklädda reaktorer, vilket begränsade reaktorstorleken. Numera har man övergått till högpolerade syrafasta reaktorer, varigenom reaktorstorleken väsentligt kunnat ökas. Ytterligare ökning av reaktorstorleken i framtiden är sannolik.

Polymerisationsprocessen är för närvarande diskontinuerlig. Kontinuerliga processer har utvecklats, men mycket tyder på att dessa processer inte nämnvärt sänker tillverkningskostnaderna.

Viss minskning av reaktionstiden har på senare tid uppnåtts genom användning av mera aktiva katalysatorer. Ytterligare förbättringar förväntas inom detta område.

Nya förordningar rörande lägsta vinylkloridmonomerkoncentration i fabrikslokaler och i slutprodukten kommer sannolikt att innebära ökade anläggningskostnader och eventuellt även högre tillverkningskostnader vid tillverkning av PVC.

Prognos över PVC-förbrukningen i Sverige

En beräkning av den framtida förbrukningen av PVC med hjälp av trendframskrivning och regressionsanalys gav ett PVC-behov av 285 000 ton respektive 230 000 ton 1990. En sådan utveckling motsvarar en genomsnittlig årlig tillväxttakt av 6,8 % respektive 5,3 %.

Resultatet erhållet vid trendframskrivningen förefaller alltför optimistiskt. Mot en utveckling enligt denna prognos talar nämligen följande faktorer:

- PVC-förbrukningen sjönk under 1974 och förväntas minska ytterligare under 1975, bland annat till följd av minskad byggaktivitet och konjunkturavmattning. Enligt många västeuropeiska bedömare innebär den kraftigt minskade efterfrågan de senaste två åren att det framtida behovet enligt gjorda prognoser bör förskjutas två år framåt i tiden. Tillämpas ett sådant förfarande i detta fall, dvs antas att 1990 års resultat motsvarar 1992 års förbrukning, så bör tillväxttakten reduceras med ca 1 % per år.
- Den pågående debatten rörande vinylkloridmonomerens cancerogena egenskaper kommer sannolikt att negativt påverka användningen av PVC, bland annat inom förpackningsindustrin.
- De långsiktiga planerna inom bostadssektorn tyder på en kraftig minskning av antalet nyproducerade lägenheter per år. Å andra sidan ökar antalet ombyggda lägenheter och enfamiljshus. PVC har redan uppnått en hög penetration inom byggsektorn, varför utbytet av tidigare använda material mot PVC ej kommer att ske i samma snabba takt som tidigare. Den lägre PVC-förbrukningen, till följd av minskad byggaktivitet, kan därför sannolikt inte helt kompenseras genom nya användningsområden inom byggsektorn. Nettoeffekten förväntas således bli en lägre tillväxt för PVC-efterfrågan inom byggbranschen i framtiden.

Den matematiska trendframskrivningen tar inte hänsyn till de ovan diskuterade faktorerna. Det har därför ansetts motiverat att revidera ned utfallet av denna prognos.

PVC-förbrukningen förväntas med hänsyn till ovanstående komma att tillväxa med ca 5,5 % per år fram till och med 1990. Denna tillväxttakt innebär att PVC-behovet kommer att öka från ca 100 000 ton 1974 till 230 000 ton 1990.

Övriga Nordens förbrukning av PVC

Förbrukningen av PVC i Norge, Danmark och Finland uppskattas till ca 130 000 ton 1974. Antas att efterfrågan tillväxer i samma takt som i Sverige skulle behovet av PVC i övriga Norden bli ca 300 000 ton 1990.

Den totala nordiska förbrukningen av PVC 1990 blir således enligt ovan ca 530 000 ton.

3.2.4 Vinylklorid

Vinylkloridmonomer används nästan uteslutande för tillverkning av polyvinylklorid (PVC). Per ton PVC åtgår ca ett ton vinylkloridmonomer.

I Sverige finns för närvarande inhemsk tillverkning av vinylklorid hos KemaNord AB i Stenungsund. År 1974 uppgick denna produktion till ca 95 000 ton. Nettoimporten av vinylklorid var samma år ca 18 000 ton. Sverige var således inte självförsörjande med vinylklorid.

I avsnitt 3.2.3 har en prognos gjorts över PVC-förbrukningen i Sverige till och med 1990. Enligt denna prognos förväntas förbrukningen komma att öka med ca 5,5 % per år under den aktuella perioden, vilket innebär att PVC-efterfrågan kommer att öka från ca 100 000 ton 1974 till ca 230 000 ton 1990.

Vid tillverkning av olika PVC-kvaliteter tillsätts för vissa specialprodukter olika sampolymerer. Mängden sampolymer förväntas ej förändras nämnvärt inom överskådlig framtid.

Inga större processtekniska förändringar för tillverkning av vinylklorid förutses. Däremot kommer sannolikt processekonomin att successivt förbättras, vilket kommer att innebära sänkta tillverkningskostnader. Å andra sidan kommer skärpta miljökrav att medföra något högre kostnader för att omhänderta vissa tyngre klorerade avfallsprodukter, som bildas vid tillverkningen av vinylkloridmonomeren.

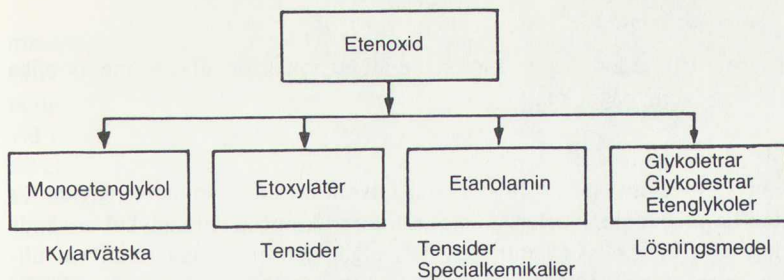
Med hänsyn till ovanstående så förväntas ekvivalentförbrukningen av vinylklorid till PVC komma att öka från 100 000 ton 1974 till ca 230 000 ton 1990, motsvarande en årlig tillväxttakt av ca 5,5 %.

3.2.5 Etenoxid

Marknadsläge

Etenoxid utgör råvara för ett stort antal produkter. De viktigaste för svenskt vidkommande redovisas i figur 4:19.

Den inhemska ekvivalentförbrukningen av etenoxid är svår att exakt beräkna, då dess användning är mycket diversifierad. En skattning av de olika derivatens förbrukning 1973 ger ett etenoxidbehov av ca 23 000 ton (exklusive etenoxidinnehållet i den inhemska polyesterfiberförbrukningen).



Figur 4:19 De väsentligaste inhemska etenoxidderivaten

Inom landet tillverkas etenoxid av Berol Kemi AB i Stenungsund. Anläggningens nominella kapacitet är ca 40 000 ton per år. Etenoxiden förbrukas internt för tillverkning av olika derivat. I tabell 4:17 redovisas den inhemska produktionen av etenoxid under tidsperioden 1970–1974 samt den årliga procentuella förändringen.

Produktionen har varierat väsentligt från år till år. Genomsnittligt har den dock ökat med ca 6 % per år under perioden 1970–1974.

Produktionen av etenoxid 1973 (34 000 ton) översteg väsentligt den inhemska ekvivalentförbrukningen (23 000 ton). Detta innebär att Sverige hade en icke oväsentlig nettoexport av olika etenoxidderivat 1973.

Tabell 4:17 Sveriges produktion av etenoxid år 1970–1974 samt procentuell förändring gentemot föregående år

År	Produktion ton	Förändring gentemot tidigare år, %
1970	29 000	21
1971	21 000	-28
1972	28 000	33
1973	34 000	21
1974	36 000	6
1970–74 Genomsnittlig tillväxttakt, % per år 6		

Tabell 4:18 Etenoxidförbrukningen fördelad på olika användningsområden inom några marknader

Produkt	Marknadsområde		
	USA 1972 %	Västeuropa 1974, %	Sverige 1973 %
Monoetenglykol			
– kylarvätska	30	14	50
– råvara för polyestertillverkning	19	26	–
– övrigt	11	9	–
Ytaktiva ämnen	12	51	30
Övriga etenoxidderivat	28		20
	100	100	100

Användningsområden

I tabell 4:18 redovisas användningen av etenoxid för tillverkning av olika derivat inom några marknadsområden.

Monoetenglykol:

Som framgår av tabell 4:18 så svarar tillverkningen av monoetenglykol för den dominerande andelen av etenoxidförbrukningen. Etenglykol används dels som kylarvätska i motorer, dels utgör den en av råvarorna vid tillverkning av polyesterfiber- och film. Ett annat användningsområde för etenglykol är t. ex. som komponent i omättat polyesterharts.

Sverige har inhemsk tillverkning av etenglykol (Berol Kemi AB). Produkten håller dock för närvarande ej en sådan kvalitet att den kan användas för tillverkning av polyesterfiber. Skulle en inhemsk tillverkning av polyesterfiber komma till stånd talar mycket för att den inhemska produktionen av etenglykol anpassas till de högre kraven. En svensk syntetfibertillverkning förefaller dock osannolik under den aktuella prognosperioden (se även avsnitt 3.7, sidan 335).

Tensider:

En annan betydande marknad för etenoxid är tillverkning av tensider (ytaktiva ämnen), där den bland annat utgör en av komponenterna vid produktion av nonjonaktiva tensider, så kallade etoxylater.

Övrigt:

Andra derivat som tillverkas utifrån etenoxid är glykoletrar, glykolestrar, etanolaminer, etenaminer m. m.

*Framtida marknadsutveckling**Monoetenglykol:*

En av de dominerande marknaderna för monoetenglykol är dess användning som kylarvätska. Västeuropeiska tillverkare förutser här en långsam tillväxttakt, dels beroende på att förbrukningen av kylarvätska minskar till följd av att slutna kylarsystem införts, dels beroende på ökad konkurrens från andra produkter. Etenglykolen bedöms som relativt priskänslig, varför totala förbrukningen kan komma att sjunka, om dess pris ökar kraftigt i förhållande till konkurrerande produkter.

Den förväntade framtida svenska utvecklingen för polyesterfiber diskuteras i avsnitt 3.7 och berörs därför inte närmare här.

En ny process har utvecklats för tillverkning av monoetenglykol direkt utifrån eten, dvs. man slipper gå vägen över etenoxid. En anläggning baserad på denna teknologi är under uppförande i USA. I första hand skall man tillverka etenglykol för produktion av polyesterfiber. Denna process kan eventuellt medföra att behovet av etenoxid, för tillverkning av monoetenglykol, minskar i framtiden.

Tensider:

Vid tillverkning av tensider skiljer man på anjon-, katjon-, nonjonaktiva och amfolyta produkter. De anjonaktiva tensiderna var tidigare helt do-

minerande, men har på senare tid mött ökad konkurrens från de nonjonaktiva produkterna. Dessa är nämligen mera miljövänliga. Övergången till nonjonaktiva tensider förväntas fortsätta. Etenoxid utgör en av råvarorna vid tillverkning av vissa av dessa, de så kallade etoxylaterna. Med hänsyn till etoxylaternas ökande betydelse så förväntas den framtida förbrukningen av etenoxid för detta ändamål komma att öka snabbare än den totala tensidmarknaden.

Övrigt:

Den framtida förbrukningen av etenoxid för tillverkning av övriga derivat förväntas komma att tillväxa i relativt måttlig takt.

Prognos över den svenska förbrukningen av etenoxid

Utifrån information erhållen från representanter för etenoxidtillverkare, samt ovan diskuterade generella trender, så förutses ekvivalentförbrukningen av etenoxid komma att öka med ca 4,5 % per år till och med 1990. En sådan utveckling skulle innebära att ekvivalentbehovet av etenoxid ökade från ca 23 000 ton 1973 till ca 50 000 ton år 1990.

Övriga Nordens förbrukning av etenoxid

Ekvivalentförbrukningen av etenoxid i Norge, Danmark och Finland uppskattas till totalt ca 30 000 ton 1973. Antas att efterfrågan av de olika derivaten tillväxer i samma takt som i Sverige så blir ekvivalentbehovet av etenoxid i övriga Norden ca 50 000 ton 1990.

Den totala nordiska ekvivalentförbrukningen av etenoxid 1990 blir således enligt ovanstående antaganden ca 100 000 ton.

3.2.6 Polyvinylacetat

Marknadsläge

En uppskattning av den svenska förbrukningen av polyvinylacetat är mycket svår att göra då tillförlitlig statistik saknas. Polyvinylacetat används nämligen dels som sådan, dels i form av sampolymer, t. ex. tillsammans med akrylater. Produkten importeras i form av en latexlösning (ca 50 % vatten) samt tillverkas inom landet av Hoechst-Perstorp. Den inhemska produktionen särredovisas ej i industristatistiken.

I tabell 4:19 redovisas Sveriges nettoimport av polyvinylacetatdispersion.

Tabell 4:19 Sveriges nettoimport av polyvinylacetatdispersion under perioden 1970–1974

År	Import, ton
1970	14 800
1971	14 800
1972	7 500
1973	2 000
1974	4 100

Det bör dock observeras att denna import även kan inkludera polyvinylacetat-sampolymer, där vinylacetat utgör den dominerande monomeren.

Enligt tabell 4:19 minskade importen av polyvinylacetatdispersion kraftigt under perioden 1971-1973. Denna minskning är en direkt följd av att inhemsk produktion av polyvinylacetatdispersion startade 1972. Den kraftigt höjda importen 1974 är sannolikt en följd av brist på monomer, vilket tvingade den inhemska tillverkaren till produktionsinskränkningar och i stället importerades färdig polymer av färg- och lacktillverkarna.

Utifrån importen av vinylacetatmonomer kan den inhemska tillverkningen av polyvinylacetat uppskattas till ca 16 000 ton dispersion 1974, vilket skulle ge en total förbrukning av ca 20 000 ton detta år.

Användningsområden

Polyvinylacetat är ett bindemedel och används huvudsakligen vid tillverkning av olika typer av latexfärger och -lim. Tack vare sina fördelar vad gäller arbetsmiljön har latexfärgerna och -limmen erövrat en stor del av marknaden från motsvarande produkter innehållande organiska lösningsmedel. Polyvinylacetat användes i början som homopolymer, men olika typer av sampolymerer har fått ökad betydelse på senare tid.

Polyvinylacetat används även som bindemedel vid pappersbetrykning. Till följd av dess relativt höga pris i förhållande till andra bindemedelstyper är dock användningen begränsad till vissa specialprodukter.

Andra användningsområden för polyvinylacetat är inom textilindustrin och som bindemedel i puts och spackel.

Med polyvinylacetat konkurrerande produkter

Polyvinylacetat konkurrerar med naturliga och andra syntetiska bindemedel, t. ex. polyakrylater och styren-butadienlatex, inom de flesta av sina användningsområden.

Inom färgsektorn konkurrerar polyvinylacetat framför allt med de sedan länge etablerade alkyderna samt med polyakrylaterna. Alkydbindemedlen har av miljöskäl tappat en stor del av sin tidigare marknadsandel till de två övriga bindemedlen. Polyakrylaterna har på senare tid mycket snabbt trängt in på marknaden och blivit en mycket stark konkurrent till polyvinylacetat. Situationen synes nu ha stabiliserat sig något. Således används polyakrylatbindemedlen framför allt i utomhusfärger, medan polyvinylacetatbaserade färger huvudsakligen används inomhus.

Det helt dominerande bindemedlet vid pappersbetrykning är styren-butadienlatex. Polyvinylacetat har svårt att konkurrera med detta bindemedel, såvida inte prisrelationen mellan de två bindemedlen väsentligt förändras till polyvinylacetatens fördel.

Framtida marknadsutveckling

Inom färg- och limbranschen används fortfarande stora kvantiteter lösningsmedelsbaserade produkter, vilkas användning kommer att möta ökat motstånd av miljöskäl. Alkydbindemedeltillverkarna är väl medvetna om den-

na utveckling och de studerar möjligheten att tillverka vattenbaserade alkydfärger. Redan finns sådana produkter framtagna, men dessa betraktas ej som fullgoda alternativ till befintliga latexbindemedel. Polyvinylacetat- och polyakrylatbindemedlen kommer därför sannolikt att ta ytterligare marknadsandel från alkydbindemedlen.

Med ökad kunskap om egenskaperna hos de moderna latexbindemedlen kommer sannolikt färgproducenterna att i väsentligt större utsträckning använda olika typer av sampolymerer.

Nya processer för tillverkning av akrylsyraestrar kan resultera i att prisförhållandet vinylacetat/akrylsyraestrar väsentligt förändras till de senares fördel. Polyvinylacetat skulle i så fall möta en ökad konkurrens från polyakrylaterna.

Prognos över den svenska förbrukningen av polyvinylacetat

Utifrån information erhållen från olika representanter för producentledet, samt ovan diskuterade generella trender, förutses den inhemska förbrukningen av polyvinylacetat komma att öka med ca 4,5 % per år till och med 1990. Detta skulle innebära att polyvinylacetatbehovet skulle komma att öka från ca 20 000 ton 1974 till ca 40 000 ton dispersion (50-procentig lösning) 1990.

Övriga Nordens förbrukning av polyvinylacetat

Förbrukningen av polyvinylacetat i Norge, Danmark och Finland uppskattas till totalt ca 30 000 ton dispersion 1974. Antas att efterfrågan av produkten ökar i samma takt som i Sverige så skulle behovet av polyvinylacetat i övriga Norden bli ca 60 000 ton dispersion 1990.

Den totala nordiska förbrukningen av polyvinylacetat 1990 blir således ca 100 000 ton dispersion.

3.2.7 Vinylacetat

Marknadsläge

Vinylacetat används i Sverige huvudsakligen för tillverkning av polyvinylacetat.

Inhemska tillverkning av vinylacetat saknas. Däremot finns sedan 1972 en anläggning för tillverkning av polyvinylacetat i Perstorp, ägd av Hoechst-Perstorp AB.

I tabell 4:20 redovisas nettoimporten av vinylacetat och polyvinylacetat enligt import/export-statistiken (år 1974 redovisades ej importerad kvantitet, endast värdet av importerad mängd).

Efterfrågan av vinylacetat har ökat mycket starkt under de senaste åren. Den kraftiga förbrukningsökningen 1972 återspeglar igångkörningen av den svenska polymerisationsanläggningen. Som framgår av tabell 4:20 minskar samtidigt importen av polyvinylacetat. Den minskade förbrukningen under 1974 berodde sannolikt på brist av vinylacetatmonomer till följd av den då aktuella "energikrisen".

Tabell 4:20 Sveriges nettoimport av vinyl- och polyvinylacetat under perioden 1970-1974

År	Import av vinylacetat, ton	Import av polyvinylacetat, ton
1970	3 300	14 800
1971	3 400	14 800
1972	7 800	7 500
1973	9 300	2 000
1974	8 300 ^a	4 100

^a Uppskattad kvantitet utifrån ett antaget pris av 2,40 kr. per kg.

Prognos över den svenska förbrukningen av vinylacetat

Denna prognos är en direkt beräkning av det inhemska vinylacetatbehovet baserat på den prognos över efterfrågan av polyvinylacetat i Sverige, vilken redovisas i avsnitt 3.2.6. Dessutom förutsätts att inga nya användningsområden, av större betydelse för vinylacetatförbrukningen, aktualiseras under den aktuella prognosperioden.

Den svenska förbrukningen av vinylacetatmonomer förväntas komma att öka från ca 10 000 ton 1974 till ca 20 000 ton 1990, motsvarande en årlig tillväxttakt av ca 4,5 %.

Övriga Nordens förbrukning av vinylacetat

På motsvarande sätt som ovan kan förbrukningen av vinylacetatmonomer i Norge, Danmark och Finland uppskattas till ca 15 000 ton. Förbrukningen förväntas komma att öka till ca 30 000 ton monomer 1990.

Den totala nordiska förbrukningen av vinylacetat 1990 blir således ca 50 000 ton monomer.

3.2.8 Eten

Marknadsläge

Eten är den helt dominerande råvaran för petrokemisk industri och den inhemska ekvivalentförbrukningen av denna produkt har uppskattats i tabell 4:21.

Tabell 4:21 Uppskattning av Sveriges ekvivalentförbrukning av eten år 1974

Derivat	Förbrukning, ton	Ekvivalentförbrukning av eten, ton
LD-polyeten	145 000	152 000
HD-polyeten	25 000	26 000
PVC	100 000	52 000
Etenoxid	23 000 ^a	23 000
Vinylacetat	10 000 ^a	4 000
Styren	73 000 ^a	23 000
Total ekvivalentförbrukning		280 000

^a Avser ekvivalentförbrukning.

Tabell 4:22 Uppskattning av etenbehovet för aktuell derivattillverkning i Stenungsund år 1974

Derivat	Produktion ton	Uppskattad etenförbrukning, ton
LD-polyeten	160 000	168 000
HD-polyeten	50 000	53 000
Etenoxid	36 000	36 000
Vinylklorid	95 000	50 000
Totalt etenbehov		307 000

Ekvivalentbehovet av eten beräknas uppgå till ca 280 000 ton 1974.

Sverige har en ångkrackningsanläggning i Stenungsund, vilken ägs av Esso Chemical AB. Den har en kapacitet av 300 000 ton eten per år. I Stenungsund fanns 1974 även den totala inhemska tillverkningen av olika etenderivat, bestående av anläggningar för produktion av etenoxid, LD- och HD-polyeten samt vinylklorid. Etenbehovet för den inhemska derivatproduktionen samma år uppskattas i tabell 4:22.

Den uppskattade verkliga förbrukningen av eten var således ca 310 000 ton, varav tillverkningen av LD-polyeten svarade för drygt hälften av denna kvantitet (168 000 ton).

Jämförs det verkliga etenbehovet med ekvivalentförbrukningen framgår att Sverige hade en nettoexport av eten i form av olika derivat 1974. Denna nettoexport uppgick till ca 30 000 ton etenekvivalenter.

Framtida marknadsutveckling

Den sannolika framtida utvecklingen för de olika etenderivat, och därmed indirekt den framtida etenförbrukningen, har diskuterats i avsnitten 3.2.1-7 och 3.5.1, varför endast en kort summering görs i detta avsnitt.

Förbrukningen av LD-polyeten var ca 145 000 ton 1974. Den framtida tillväxttakten antas bli ca 5,5 % per år till och med 1990, motsvarande ett behov av ca 340 000 ton detta år. Nuvarande befintlig produktionskapacitet är 160 000 ton. Tillstånd om framtida utbyggnad av kapaciteten till 320 000 ton har beviljats av regeringen.

Den inhemska förbrukningen av HD-polyeten var 1974 ca 25 000 ton och förväntas komma att öka med ca 8 % per år till och med 1990, vilket skulle innebära ett behov av ca 85 000 ton detta år. Befintlig produktionskapacitet var 1974 50 000 ton per år. Tillstånd om framtida kapacitetsutbyggnad till 180 000 ton har givits av regeringen.

Ekvivalentförbrukningen av etenoxid i Sverige 1974 uppskattas till ca 23 000 ton och förväntas tillväxa med ca 4,5 % per år till och med 1990. En sådan utveckling skulle betyda ett ekvivalentbehov av ca 50 000 ton etenoxid 1990.

Befintlig produktionskapacitet var 1974 40 000 ton per år.

Etenoxidens kokpunkt ligger vid ca 11° C och produkten är explosiv vid vissa koncentrationer. Skeppningar av etenoxid i större kvantiteter är därför sällan förekommande och tillverkare och konverterare är vanligtvis samma företag. Etenoxidtillverkning saknas i de övriga nordiska länderna

och troligtvis kommer ingen nyetablering att ske inom detta område i Norden.

Ekvivalentförbrukningen av vinylklorid för PVC i Sverige 1974 var ca 100 000 ton. Tillväxttakten förväntas bli ca 5,5 % per år till och med 1990, vilket ger ett behov av ca 230 000 ton 1990.

Befintlig produktionskapacitet var 1974 ca 95 000 ton per år. KemaNord AB, som tillverkar vinylklorid i Stenungsund, har fått tillstånd att utöka produktionskapaciteten till 260 000 ton per år.

KemaNord svarar även för den svenska tillverkningen av PVC, varför det är troligt att företaget på sikt blir självförsörjande på vinylklorid.

1974 var den inhemska ekvivalentförbrukningen av vinylacetat uppskattningsvis ca 10 000 ton och behovet beräknas öka till ca 20 000 ton 1990, motsvarande en årlig tillväxttakt av ca 4,5 %. Inhemsk produktion av vinylacetat saknas för närvarande, och det förefaller även osannolikt att en sådan etablering kommer till stånd inom den aktuella prognosperioden. Ekonomiskt fördelaktig anläggningsstorlek är nämligen väsentligt större, uppskattningsvis 50–100 000 ton per år. Dessutom planerar Borregaard, Norge, produktion av vinylacetat med produktionsstart 1980.

Det inhemska ekvivalentbehovet av styren var i Sverige 1974 ca 73 000 ton, medan den verkliga efterfrågan endast uppgick till ca 17 000 ton. Inhemsk tillverkning av denna produkt saknas.

Behovet av styren förväntas dock öka mycket kraftigt, då nyetablering och kapacitetsutbyggnad är planerad för flertalet av de olika styrenderivatet. Således har en nyproduktion av styren-butadienlatex kommit till stånd (1975) samtidigt som ytterligare nyetablering utreds. Planer föreligger att väsentligt utöka den befintliga polystyrenkapaciteten. En expansion av produktionen av omättade polystrar är genomförd 1976. Slutligen studeras förutsättningarna för inhemska syntetgummitillverkning.

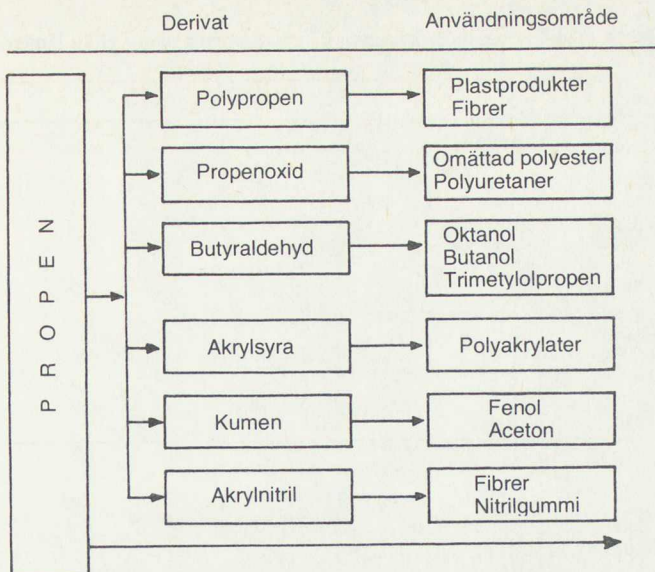
Prognos över det svenska behovet av eten

Med utgångspunkt från den förväntade framtida efterfrågeutvecklingen för de olika etenderivatet så har ekvivalentbehovet av eten 1990 beräknats. Resultatet av denna beräkning redovisas i tabell 4:23.

Den svenska ekvivalentförbrukningen av eten förväntas komma att öka från ca 280 000 ton 1974 till ca 700 000 ton 1990, motsvarande en tillväxttakt av ca 6 % per år.

Tabell 4:23 Beräkning av ekvivalentförbrukningen av eten i Sverige 1990

Derivat	Förbrukning 1990 ton	Ekvivalentförbrukning 1990 ton
LD-polyeten	340 000	360 000
HD-polyeten	80 000	90 000
PVC	230 000	120 000
Etenoxid	50 000	50 000
Vinylacetat	20 000	7 000
Styren	210 000	70 000
Total ekvivalentförbrukning		697 000



Figur 4:20 I det följande diskuterade propenderivat samt deras väsentligaste användningsområden

3.3 Propen och dess derivat

I detta avsnitt diskuteras först den nuvarande marknadssituationen och den förväntade framtida utvecklingen för några av de propenderivat som är eller kan tänkas bli av betydelse för svensk petrokemisk industri. Avsnittet avslutas med en sammanfattning över den nuvarande inhemska propenförbrukningen samt en beräkning av ekvivalentbehovet av propen 1990, baserad på de olika derivatens prognostiserade utveckling.

I figur 4:20 ges en schematisk bild av de berörda propenderivat, deras väsentligaste användningsområden samt var de återfinns i texten.

3.3.1 Polypropen

Marknadsläge

Förbrukningen av polypropen i Sverige uppgick år 1974 till ca 10 000 ton. Per capitakonsumtionen av denna plast var 1973 ca 1,1 kg per person, vilket är något under det västeuropeiska genomsnittet (1,7 kg per person). I tabell 4:24 redovisas några olika länders per capitakonsumtion av polypropen 1973.

Som framgår av tabell 4:24 uppvisar 4 länder en väsentligt högre per capitakonsumtion än övriga, nämligen Japan, USA, England och Italien. Detta torde till stor del bero på skillnaden i patentlagstiftningen inom olika länder och i samband därmed möjligheten att kringgå dåvarande Montecatini's baspatent för tillverkning av isotaktisk (kristallin) polypropen. En annan viktig faktor har varit konkurrensförhållandet mellan polypropen och HD-polyeten, då dessa två plasttyper inom ett flertal användningsområden är utbytbara. I Japan dominerar polypropen medan HD-polyeten dominerar i Västeuropa.

Tabell 4:24 Per capitakonsumtion av polypropen i några olika länder år 1973

Land	Konsumtion, kg/person
Sverige	1,1
Norge	1,4
Danmark	1,8
Finland	0,6
Tyskland	1,8
England	3,0
Frankrike	1,1
Holland	1,0
Belgien/Luxemburg	0,8
Italien	2,3
Spanien	0,7
USA	3,8
Japan	6,5

Historisk utveckling

Polypropen är en relativt ung plast. Produktion i kommersiell skala startades först 1956. I Sverige var förbrukningen obetydlig så sent som i mitten av 1960-talet. Patenttvister rörande tillverkningsprocessen har sannolikt något bromsat användningen av denna plasttyp. Baspatentet har nu gått ut i de flesta länder, varför sådana faktorer i fortsättningen inte bör dämpa utvecklingen. I samband med patenttidens utgång offentliggjordes således ett stort antal planerade polypropenprojekt i Västeuropa. Realiseras samtliga diskuterade projekt kommer den nuvarande polypropenkapaciteten att mer än fördubblas fram till 1977/78.

Förbrukningsutvecklingen i Sverige för polypropen har redovisats i andra delar av utredningen, varför endast en sammanfattning ges i tabell 4:25.

Den genomsnittliga årliga tillväxttakten under perioden 1970–1974 har varit relativt hög, ca 14 %. Det bör dock observeras att den totala förbrukningen är liten, varför en måttlig kvantitetsökning ger ett stort procentuellt utslag. Som jämförelse kan nämnas att Västeuropa och USA under samma tidsperiod hade en tillväxttakt av 24 % per år respektive 21 % per år.

Tabell 4:25 Förbrukning av polypropen i Sverige under tidsperioden 1970–1974 samt årlig procentuell ökning

År	Förbrukning ton	Förändring jämfört med föregående år, %
1970	5 900	7
1971	6 200	5
1972	7 000	13
1973	9 000	29
1974	10 000	11
1970–74 Genomsnittlig tillväxttakt, % per år 14		

Användningsområden

Polypropen introducerades sent på den svenska marknaden och förbrukningsmönstret uppvisar en relativt splittrad bild. Ingen helt dominerande avnämare har utkristalliserats utan förbrukningen är utspridd på ett stort antal användningsområden. En hel del material går till bilindustrin, inom vilken polypropen funnit stor avsättning för tillverkning av olika komponenter.

En annan betydande marknad för polypropen är förpackningsindustrin, där denna plasttyp används som film, för laminering samt för formblåsning och formsprutning av olika typer av flaskor, askar och burkar. Polypropenfilm har utomordentligt god transparens, varför den används för filmförpackade produkter där innehållet skall exponeras för kunden. Polypropen har högre mjukningstemperatur än LD- och HD-polyeten och används därför för förpackningar som skall steriliseras eller under kortare tid utsätts för högre temperatur.

Polypropen förbrukas även inom verkstadsindustrin för tillverkning av enklare möbler och inom byggnadssektorn, bland annat till rör.

Polypropen har även funnit en mycket stor avsättning som fibermaterial. Fiber materialet används bland annat för tillverkning av heltäckande mattor, tågvirke och garn. I USA svarar denna marknad för drygt 30 % av totala polypropenförbrukningen och i England och Västtyskland är motsvarande förbrukning 40 % respektive 30 %.

P.A. Carlmark, Älvängen, har en betydande inhemsk tillverkning av tågvirke och garn baserad på polypropen. Däremot importeras stora kvantiteter polypropenfiber för tillverkning av heltäckande mattor inom landet.

Med polypropen konkurrerande material

Förutom priset har polypropen vissa viktiga egenskaper som kan vara av stor betydelse vid val av plastmaterial. Dessa är bland annat låg täthet, hög resistens mot kemiska angrepp, hög smältemperatur och en relativt god styvhet.

Inom transportsektorn konkurrerar polypropen med bland annat ABS. ABS ger dock en bättre ytfinish, samtidigt som den har mycket goda styvhetssegenskaper. Även inom möbelsektorn är ABS den främste konkurrenten vad gäller plastmaterial, och liksom inom transportsektorn är ytfinish och styvhet väsentliga egenskaper i detta sammanhang.

Inom förpackningssektorn konkurrerar polypropen, förutom med pappers-, plåt- och glasprodukter, med HD-polyeten vad gäller formblåsta och formsprutade produkter, med cellofan och LD-polyeten på filmsidan, samt med polystyren vad gäller vakuumformade produkter. Polypropen har dock för närvarande svårt att konkurrera med polystyren vid tillverkning av vakuumformade artiklar, beroende på polypropenets högre mjukningstemperatur, snäva smältpunktsintervall och dess sämre styvhet.

Framtida marknadsutveckling

Resultat av matematiska prognosmodeller:

Med hänsyn till att polypropen introducerades på den svenska marknaden

Tabell 4:26 Prognos över den svenska förbrukningen av HD-polyeten plus polypropen fram till år 1990 enligt matematiska prognosmodeller

Prognosmetod	Konsumtion av HD-polyeten + polypropen t. o. m. 1990, ton				Genomsnittlig årlig tillväxt- takt, %
	1974	1980	1985	1990	
Trendfram- skrivning	35 000	70 000	105 000	145 000	9,3
Regressions- analys	35 000	55 000	75 000	95 000	6,4

först i mitten av 1960-talet och att dess användningsområden i stort sammanfaller med marknadsbilden för HD-polyeten, så har utvecklingen för polypropen studerats i kombination med HD-polyeten. Det empiriska materialet har analyserats och en prognos har gjorts, dels med trendframskrivning, dels med regressionsanalys. Resultatet redovisas i tabell 4:26 samt i avsnitt 2.

Trendframskrivning:

Trendanalysen gav vid handen att en parabelfunktion bäst anpassade sig till den historiska efterfrågeutvecklingen. En framskrivning av förbrukningen av HD-polyeten + polypropen till och med 1990 med hjälp av denna funktion gav ett behov av ca 145 000 ton detta år. En sådan utveckling innebär en genomsnittlig årlig tillväxttakt av 9,3 %. Spridningen vid 90 % konfidensintervall är relativt måttlig, ca ± 15 %.

Med hänsyn till den långa prognosperioden i förhållande till det empiriska underlaget föreligger en risk att parabelfunktionen kan ge en alltför optimistisk bild av den framtida utvecklingen. HD-polyeten, men framför allt polypropen, har dock introducerats på marknaden vid ett relativt sent stadium, varför de två plasttyperna sannolikt ännu befinner sig i introduktionsskedet.

En liknande prognos för enbart förbrukningen av HD-polyeten resulterade i ett behov av ca 70 000 ton år 1990 av denna plast. Minskas denna kvantitet från totalkvantiteten HD-polyeten/polypropen så erhålles en efterfrågan av enbart polypropen av ca 75 000 ton år 1990. Den genomsnittliga tillväxttaktan för polypropenbehovet blir således 13,4 % per år till och med 1990.

Regressionsanalys:

Liksom för HD-polyeten (se avsnitt 3.2.2) har även i detta fall industriproduktionsindex ansetts vara en lämplig förklaringsvariabel, då en stor del av de färdigkonverterade polypropenprodukterna förbrukas inom industrin, t. ex. olika bildetaljer.

För att få ett mått på polypropenprisets inverkan på förbrukningsutvecklingen har som en annan förklaringsvariabel ett prisindex använts, bestående av ett vägt plastpris (HD-polyeten + polypropen) dividerat med allmänna partiprisindex.

Slutligen har BNP valts som förklaringsvariabel för den allmänna utvecklingen inom landet.

Regressionsanalysen gav vid handen att industriproduktionsindex bäst

anpassade sig till den historiska förbrukningen av HD-polyeten + polypropen. Övriga förklaringsvariabler gav en försumbar förbättring av förklaringsvärdet. I den använda modellen, för beräkning av det framtida behovet av HD-polyeten + polypropen, har därför använts endast en förklaringsvariabel, nämligen industriproduktionsindex.

En prognos baserad på utvecklingen för industriproduktionsindex ger en årlig genomsnittlig tillväxttakt av 6,4 %, vilket innebär att förbrukningen av HD-polyeten + polypropen kommer att öka från ca 35 000 ton 1974 till 95 000 ton 1990.

En liknande prognos för enbart förbrukningen av HD-polyeten resulterade i en förbrukning av ca 70 000 ton år 1990 av denna plast. Minskas denna kvantitet från totalkvantiteten HD-polyeten/polypropen erhålles en förbrukning av enbart polypropen av ca 25 000 ton år 1990. Den genomsnittliga tillväxttakten för polypropenbehovet blir således 5,9 % per år till och med 1990.

Produktteknisk utveckling

Polypropen tillverkas medelst en suspensionspolymerisation. Förutom den önskvärda produkten, kristallin (isotaktisk) polypropen, så erhålles små mängder amorf polypropen, vilken måste tvättas bort med hjälp av ett lösningsmedel. För att uppnå en acceptabel produktkvalitet måste även katalysatorn tvättas ut med hjälp av ett annat lösningsmedel. Processen innehåller således ett antal tvättsteg, vilka medför extra investerings- och driftkostnader.

En högst väsentlig förbättring av använda katalysatorers effektivitet har uppnåtts på senare tid. Förbättringen medför bland annat att producenten inte längre behöver tvätta ut katalysatorn ur produkten. Processteget för uttvättning av katalysatorn elimineras således, vilket resulterar i lägre investerings- och driftkostnader.

I och med att Montecatini's patenträttigheter utgått i Västeuropa och USA förväntas en snabbare processutveckling bland annat resultera i en väsentlig ökning av reaktorernas optimala storlek. Tillverkningskostnaderna per ton produkt väntas, som ett resultat därav, komma att sjunka.

I Västeuropa utgör råvaran propen en överskottsprodukt och har bland annat därför betingat ett lägre pris än eten. Mycket tyder på att denna situation kommer att bestå under överblickbar framtid.

Med hänsyn till ovanstående faktorer förväntas priset på polypropen komma att sjunka i förhållande till sina närmaste plastkonkurrenter HD-polyeten, styrenplasterna och PVC.

Prognos över polypropenförbrukningen i Sverige

De matematiska prognosmodellerna gav en årlig tillväxttakt av 9,3 % respektive 6,4 % för förbrukningen av HD-polyeten + polypropen till och med 1990. Detta innebär en mycket stor skillnad i resultatet mellan de två metoderna. Beräknas enbart polypropenefterfrågan 1990 erhålles en ännu större differens. Förbrukningen blir då 75 000 ton enligt trendframskrivning och 25 000 ton enligt regressionsanalysen.

Prognoserna baserar sig på empiriska data samt förutser det framtida plastbehovet utifrån en framskrivning av den historiska trenden respektive utvecklingen för den förklaringsvariabel som bäst anpassat sig till det historiska materialet. Modellen tar inte hänsyn till förväntade väsentliga framtida process- eller konkurrensförändringar, t. ex. att nordisk tillverkning av polypropen etableras.

Ett antal kända faktorer talar således för att polypropenförbrukningen sannolikt kommer att öka i en snabbare takt än vad regressionsanalysen ger vid handen, men något långsammare än vad trendframskrivningen indikerar. Några av dessa faktorer är:

- Polypropentillverkning är planerad både i Sverige och Norge till 1978-79. I samband därmed kommer marknadsföringen av polypropen att väsentligt intensifieras.
- Förbättrade katalysatorsystem för produktion av polypropen kommer att innebära sänkta enhetskostnader, varigenom polypropenplastens konkurrensförmåga förstärks.
- Propen förväntas även i framtiden förbli en överskottsprodukt i Väst-europa, varför prisförhållandet eten/propen i stort väntas bestå.

Med hänsyn till ovanstående så förväntas behovet av polypropen komma att öka med ca 11 % per år till och med 1990. En sådan utveckling skulle innebära att polypropenbehovet ökar från ca 10 000 ton 1974 till ca 55 000 ton år 1990.

Övriga Nordens förbrukning av polypropen

Förbrukningen av polypropen i Norge, Danmark och Finland uppskattas till totalt 23 000 ton 1974. Antas att behovet av polypropen ökar i samma takt som i Sverige så skulle förbrukningen i övriga Norden bli ca 125 000 ton 1990.

Den totala nordiska förbrukningen av polypropen 1990 blir således ca 180 000 ton.

3.3.2 Propenoxid

Marknadsläge

Propenoxid är en kemisk mellanprodukt och utgör råvara för ett stort antal produkter. Detta medför att det är relativt svårt att få en noggrann uppfattning om den inhemska ekvivalentförbrukningen. I tabell 4:27 redovisas en skattning av det svenska behovet av propenoxid under perioden 1970-1974.

Den genomsnittliga förbrukningstillväxten under 1970-talet har varit relativt hög, ca 14 % per år. Det bör dock observeras att totalbehovet är litet, varför en måttlig kvantitetsökning ger en hög procentuell tillväxttakt.

Berol Kemi AB har inhemsk tillverkning av propenoxid i Örnköldsvik. Anläggningens kapacitet är ca 8 000 ton per år. Produktionen 1974 var ca 7 000 ton och produkten förbrukades internt för tillverkning av polyoler.

Tabell 4:27 Sveriges uppskattade ekvivalentförbrukning av propenoxid år 1970–1974 samt procentuell förändring gentemot föregående år

År	Ekvivalentförbrukning ton	Förändring gentemot tidigare år %
1970	10 000	–
1971	11 000	10
1972	13 000	18
1973	16 000	23
1974	17 000	6

1970–74 Genomsnittlig tillväxttakt, % per år 14

Användningsområden

Propenoxid har ett stort antal användningsområden. De väsentligaste är som råvara för tillverkning av polyoler, propenglykol och tensider. I Sverige är förbrukningen huvudsakligen koncentrerad till tillverkning av polyoler.

Polyoler:

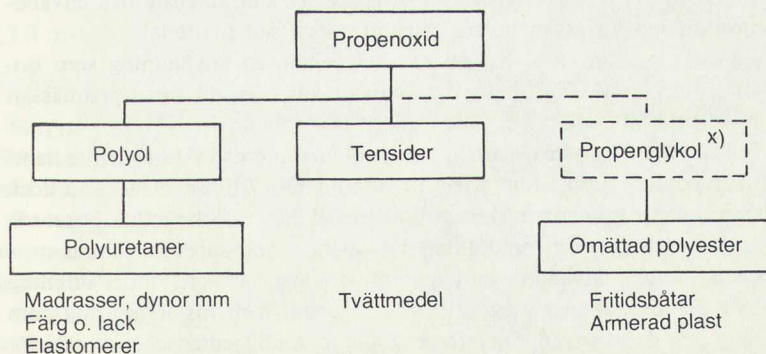
Polyoltillverkning utgör den helt dominerande marknaden för propenoxid. Polyolerna i sin tur används huvudsakligen för tillverkning av polyuretaner. Andra användningsområden är t. ex. bromsoljor.

Av de olika polyuretanerna dominerar de skummade produkterna. Man skiljer här på flexibla, halvstyva och styva skum. De flexibla skummen utgör huvudparten av skumtillverkningen. De används som dynor, madrasser och liknande inom möbel- och bilindustrin. Halvstyva skum går huvudsakligen som stötupptagande skyddsstopning i fordon.

Styva polyuretanskum används som isolermaterial och kommer i fråga framför allt inom områden där man önskar uppnå en viss isoleringseffekt med minsta möjliga tjocklek hos isoleringsmaterialet, t. ex. vid isolering av kylskåp.

Styva skum förekommer även inom förpackningsindustrin som stötdämpande medium i exklusivare förpackningar. De styva skummen har också på senare tid funnit ökad användning för tillverkning av olika inredningsdetaljer.

Polyuretan ingår även som bindemedel i vissa färg- och lacktyper. De ger mycket slitstarka och väderresistenta produkter. Prismässigt är de dyrare



Figur 4:21 Sveriges förbrukning av propenoxid för tillverkning av olika derivat år 1973

x) Ingen tillverkning inom landet för närvarande.

än konventionella bindemedel, varför polyuretanerna kommit till användning vid speciellt krävande betingelser, t. ex. för fabriks- och garagegolv.

Uretanelastomererna har mycket goda mekaniska egenskaper och är även olje- och ozonbeständiga. Användbarheten är dock begränsad till ett snävt temperaturintervall. De mjuknar i värmen (70°C är vanligtvis övre temperaturgräns) och styvnar i kyla (-20°C är vanligtvis undre gränsen). Uretanelastomererna används t. ex. för skosulor, klackar, packningar och olika slitdetaljer.

Propenglykol:

Det andra större användningsområdet för propenoxid är tillverkning av propenglykol. Den i sin tur utgör en av råvarorna vid produktion av omättade polystrar. Marknaden för omättade polystrar diskuteras i avsnitt 3.5.4, varför den inte närmare berörs här.

Propenglykol används även som mjukgörare, som ingrediens i olika kosmetiska preparat och som tobakstillsatsmedel.

Övrigt:

Andra användningsområden för propenoxid är som komponent vid tillverkning av bland annat ytaktiva ämnen (tensider). Marknaden för olika tensider diskuteras i avsnitt 3.2.5.

Framtida marknadsutveckling

Polyoler:

De flexibla polyuretanskummen konkurrerade tidigare med bland annat skumgummi inom möbelindustrin, men har tack vare bättre produktenskaper, i förhållande till priset, nästan helt lyckats konkurrera ut tidigare använda material. Polyuretanskummen har därmed i stort erövrat den marknad som finns tillgänglig inom denna sektor. Den framtida förbrukningen kommer därför att växa i takt med möbel- och bilindustrins ökande behov.

Isolering av kylskåp utgör för närvarande det helt dominerande avsättningsområdet för styva polyuretanskum. Med hänsyn till polyuretanskummens goda isolerförmåga samt de möjligheter till produktionsrationaliseringar de erbjuder har denna produkt i stor utsträckning konkurrerat ut tidigare använda material. Den framtida förbrukningen kommer därför att följa utvecklingen inom kyl- och frysskåpsbranschen.

Ökande krav på olika typer av kyltransporter kan innebära nya användningsområden för styva polyuretanskum som isolermaterial.

Styva polyuretanskum har en mycket begränsad användning som isolermaterial i bostadslägenheter och övriga lokaler. Bland annat prismässigt har de svårt att konkurrera med andra isolermaterial.

Liksom många andra plastmaterial är polyuretanerna i sig själva inte flammhårdiga och brinner kraftigt efter antändning. Olika tillsatsmedel kan dock förbättra flammhårdigheten. Dessa tillsatsmedel höjer dock produktpriset väsentligt samtidigt som produktens hållfasthetsegenskaper försämras.

Olika plasters användning i byggsammanhang har varit under offentlig debatt till följd av deras egenskaper vid brand, och röster har höjts om att begränsa deras användning. Representanter för byggbranschen tror därför

att förbrukningen av polyuretan kommer att förbli mycket låg inom byggsektorn tills brandsäkerhetsfrågorna har blivit tillfredsställande lösta.

Inom förpackningssektorn har det styva polyuretanskummet svårt att prismässigt konkurrera med t. ex. expanderbar polystyren och wellpapp, varför förbrukningen inom denna bransch även i framtiden kommer att vara begränsad.

Fortgående strävanden att förbättra polyuretanskummens konverterbarhet och sänka totala produktionskostnaderna kommer med stor sannolikhet att innebära att nya konverteringsmetoder utvecklas. En intressant sådan teknik är integralskumning av styv polyuretan.

Propenglykol:

Den framtida utvecklingen för omättade polyestrar har tidigare diskuterats i avsnitt 3.5.4, varför den inte närmare berörs här.

Övrigt:

Den propenoxid som förbrukas för tillverkning av ytaktiva medel används vanligtvis som sampolymer tillsammans med etenoxid. Förbrukningen av propenoxid inom denna sektor förväntas inte komma att öka nämnvärt.

Prognos över den svenska förbrukningen av propenoxid

Utifrån information erhållen från representanter för olika tillverkare och konverterare samt ovan diskuterade generella trender, så förutses ekvivalentförbrukningen av propenoxid komma att öka med ca 7 % per år till och med 1990. En sådan utveckling skulle innebära att ekvivalentbehovet av propenoxid ökade från ca 17 000 ton 1974 till ca 50 000 ton år 1990.

Övriga Nordens förbrukning av propenoxid

Ekvivalentförbrukningen av propenoxid i Norge, Danmark och Finland uppskattas till totalt ca 25 000 ton 1973. Antas att efterfrågan av de olika derivaten tillväxer i samma takt som i Sverige så skulle ekvivalentbehovet av propenoxid i övriga Norden bli ca 70 000 ton 1990.

Den totala nordiska ekvivalentförbrukningen av propenoxid 1990 blir således enligt ovanstående antaganden ca 120 000 ton.

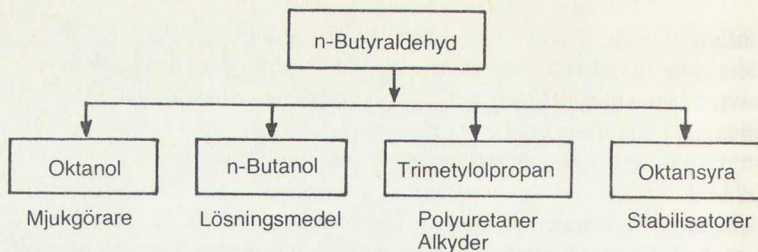
3.3.3 n-Butyraldehyd

Marknadsläge

n-Butyraldehyd används inte som sådan, utan utgör en mellanprodukt vid tillverkning av andra kemiska produkter. Detta medför att det är relativt svårt att få en exakt uppgift om den inhemska ekvivalentförbrukningen.

Svensk tillverkning av n-butyraldehyd saknas, varför totalbehovet importerar. Importerad kvantitet deklarerar emellertid inte i import/exportstatistiken, utan endast totala importvärdet av ett antal olika aldehyder.

Den svenska ekvivalentförbrukningen av n-butyraldehyd uppskattas till ca 23 000 ton 1973. Det svenska behovet av n-butyraldehyd, för tillverkning



Figur 4:22 Dominerande användningsområden för butyraldehyd

av olika derivat, är dock väsentligt högre, ca 30 000 ton. Sverige har nämligen för närvarande en betydande nettoexport av vissa av n-butyraldehydens derivat. Perstorp t. ex., vilka tillverkar trimetylolpropan, exporterar huvuddelen av denna produktion.

Användningsområden

Butyraldehyd utgör råvara för tillverkning av ett stort antal produkter av vilka de viktigaste redovisas i figur 4:22.

Oktanol:

De flesta plastmaterial är ofta i sig själva styva material. För att möjliggöra tillverkning av mjuka produkter tillsätts olika typer av "mjukgörare". Detta är speciellt fallet vid tillverkning av PVC där man skiljer på två huvudtyper, styv PVC och mjukgjord PVC. Den mjukgjorda PVC-plastens användningsområden är bland annat som golvbeläggning, kabelisolering, folie och vävburna produkter (t. ex. galon). Uppskattningsvis utgjorde andelen mjukgjord PVC ca 45 % av totala PVC-hartsbehovet i Sverige 1973.

Mjukgörarna består vanligtvis av organiska estrar framställda av en tvåbasisk syra eller anhydrid, t. ex. ftalsyraanhydrid, och en primär alkohol innehållande 6–10 kolatomer. Dominerande alkoholer är oktanol och isooktanol, vilka med ftalsyraanhydrid ger estrarna dioktylfталat (DOP) och diisooktylfталat (DIOP). Priset avgör vanligtvis valet mellan isooktanol och oktanol.

n-Butanol:

Dominerande användningsområden för n-butanol är som lösningsmedel, t. ex. inom färg- och lackindustrin, och som råvara vid tillverkning av butylacetat, vilken i sin tur i stor utsträckning används som lösningsmedel.

Oktansyra:

Oktansyra är en specialkemikalie, vilken bland annat används som stabilisator, t. ex. vid PVC-tillverkning.

Berol Kemi AB har inhemsk tillverkning av oktanol, butanol och oktansyra i Örnsköldsvik, baserad på importerad n-butyraldehyd. Nominell kapacitet för oktanol- och butanolproduktionen är totalt ca 30 000 ton per år. Huvudparten av produktionen av oktanol vidareförädlas inom företaget till mjukgörare. Även butanolen används i stor utsträckning internt för tillverkning av olika derivat, t. ex. butylacetat.

Trimetylolpropan:

Trimetylolpropan är en flervärd alkohol, vilken bland annat ingår som komponent i alkyder. Produkten tillverkas i Sverige av Perstorp AB. Anläggningens nominella kapacitet är ca 15 000 ton per år.

Framtida marknadsutveckling

Oktanol:

Andelen mjukgjord PVC utgjorde 1963 ca 80 % av totala PVC-förbrukningen. År 1973 hade denna andel sjunkit till ca 45 % och den förväntas sjunka ytterligare något i framtiden.

Dioktyl- och diisooktylfталat dominerar mjukgörarmarknaden. Ökade kvalitetskrav på mjuka PVC-produkter har medfört att konkurrensen från ftalatmjukgörare baserade på linjära alkoholer väsentligt ökat. Dessa mjukgörare kan sannolikt komma att få ökad betydelse under kommande år, men dioktyl- och diisooktylfталat förväntas även i fortsättningen komma att dominera mjukgörarmarknaden.

n-Butanol:

Butanol och dess väsentligaste derivat butylacetat används huvudsakligen som lösningsmedel, t. ex. inom färg- och lackindustrin. Användandet av organiska lösningsmedel har dock kraftigt minskat på senare tid bland annat som resultat av kravet på förbättrad arbetsmiljö. Inom färg- och lackindustrin har t. ex. olika typer av latexbaserade färger blivit en stark konkurrent till alkydfärgerna. Den framtida förbrukningen av organiska lösningsmedel förväntas därför fortsätta att minska. Parallellt sker emellertid en övergång från aromatiska och alifatiska lösningsmedel till mera miljövänliga organiska lösningsmedel, t. ex. glykoler och estrar. Denna substitutionseffekt gynnar butanolförbrukningen, vilken därför förväntas tillväxa i en något snabbare takt än alkydfärgsektorn totalt.

Trimetylolpropan:

Trimetylolpropan ingår som komponent i olika typer av alkydfärger. Liksom för butanolefterfrågan påverkas förbrukningen av trimetylolpropan av trenden mot latexbaserade färger.

Prognos över den svenska förbrukningen av n-butyraldehyd

Utifrån information erhållen från olika representanter för producentledet, samt ovan diskuterade generella trender, så förutses den inhemska ekvivalentförbrukningen av n-butyraldehyd komma att öka med ca 4 % per år till och med 1990. Detta skulle innebära att ekvivalentbehovet av n-butyraldehyd kommer att öka från 23 000 ton 1973 till ca 45 000 ton 1990.

Övriga Nordens förbrukning av n-butyraldehyd

n-Butyraldehydekvivalentförbrukningen i övriga Norden uppskattas till ca 25 000 ton 1973. Antas att efterfrågan av de olika derivaten tillväxer i samma takt som i Sverige, så skulle ekvivalentbehovet av n-butyraldehyd i Norge,

Danmark och Finland bli ca 55 000 ton 1990.

Den totala nordiska ekvivalentförbrukningen av n-butyraldehyd 1990 blir således enligt ovanstående antaganden ca 100 000 ton.

3.3.4 Polyakrylater

Marknadsläge

En uppskattning av den svenska förbrukningen av polyakrylater är svår att göra då tillförlitlig statistik saknas. Polyakrylat används nämligen dels som sådan, dels i form av sampolymer, t. ex. tillsammans med polyvinylacetat. Produkten importeras i form av en latex (ca 50 % vatten), samt tillverkas inom landet av Rohm & Haas Nordiska AB, Landskrona och Bofors Nobel Kemi. Den inhemska produktionen redovisas i statistiken dels som dispersioner totalt, dels som dispersioner framställda genom egen polymerisation, dels som dispersioner framställda av inköpta polymerisat.

I tabell 4:28 redovisas Sveriges nettoimport, produktion genom egen polymerisation samt härigenom erhållen inhemska förbrukning. Det bör dock observeras att samtliga uppgifter kan inkludera sampolymerer, där akrylaterna utgör en av de ingående monomererna.

Importen av akrylatdispersion sjönk kraftigt under 1972 samtidigt som den inhemska produktionen ökade. Detta förhållande var ett direkt resultat av Rohm & Haas' produktionsstart samma år.

Den kraftigt minskade nettoexporten under 1974 var sannolikt beroende på brist på råvara på grund av bland annat den då aktuella "energikrisen". Tabell 4:28 indikerar att den inhemska förbrukningen av polyakrylater ökade relativt snabbt i början av 1970-talet, i genomsnitt med 13 % per år.

Användningsområden

Polyakrylaterna används huvudsakligen som bindemedel i olika sammanhang. Dominerande förbrukare är färgindustrin där polyakrylaterna funnit stor avsättning i de moderna latexfärgerna. Deras popularitet inom denna bransch har dels berott på den flexibilitet som uppnås hos färgskiktet med detta bindemedel och därmed följsamhet med underlagets dimensionsförändringar, dels på deras färghållning (liten missfärgning på grund av ultraviolet solstrålning). Polyakrylaterna användes i början som homopolymer,

Tabell 4:28 Sveriges nettoimport, produktion genom egen polymerisation samt förbrukning av polyakrylatdispersion under perioden 1970-1974

År	Import/(Export) ton	Produktion ton	Förbrukning ton
1970	7 000	600	7 600
1971	6 700	800	7 500
1972	2 900	8 600	11 500
1973	(3 500)	14 500	11 000
1974	(400)	-	-
1970-1973 Genomsnittlig konsumtionsökning, % per år 13			

men de visade sig då ge ett alltför mjukt färgskikt. Olika typer av sampolymerer har därför fått ökad betydelse. Genom lämpligt val av sampolymer kan önskad hårdhet hos färgskiktet uppnås.

Polyakrylatdispersioner används även inom textilindustrin som "mjukgörare" (ökar mjukhetskänslan) och som bindemedel vid fibertygtillverkning. Man kan här erbjuda ett bindemedel som tål kemtvätt. Polyakrylat är dessutom värmeförseglingsbar, vilket är en värdefull egenskap vid tillverkning av t. ex. fibertyg för blöjor.

Andra användningsområden är som bindemedel vid pappersbeströkning, som komponent i golvpolish och för ytbehandling av läderprodukter.

Med polyakrylat konkurrerande produkter

Polyakrylat konkurrerar med naturliga bindemedel och andra syntetiska bindemedel, t. ex. polyvinylacetat och styren-butadien-latex, inom de flesta av sina användningsområden.

Inom färgsektorn konkurrerar polyakrylat framför allt med de sedan länge etablerade alkyderna samt med polyvinylacetat. Alkydbindemedlen har på grund av miljöskäl tappat en stor del av sin tidigare marknadsandel till latexbaserade bindemedel. Polyakrylaterna har under de senaste åren mycket snabbt lyckats tränga in på marknaden, som dock nu synes ha stabiliserat sig något. Således används polyakrylatbindemedlen framför allt för utomhusfärger, medan polyvinylacetatbaserade färger till övervägande del används för inomhusmålning.

Inom övriga marknadssegment har polyakrylaternas goda töjningsegenskaper, kemikalieresistens och deras värmeförseglingsbarhet medfört att dessa föredragits framför andra bindemedel då ovanstående egenskaper motiverat ett något högre produktpris.

Framtida marknadsutveckling

Inom färgindustrin används fortfarande stora kvantiteter lösningsmedelsbaserade produkter, vilkas användning kommer att möta ökat motstånd av arbets- och miljöskäl. Alkydbindemedelstillverkarna är väl medvetna om denna utveckling och de studerar möjligheten att tillverka "vattenbaserade" alkydfärger. Redan finns sådana produkter framtagna, men dessa betraktas ej som fullgoda alternativ till befintliga latexbindemedel. Polyvinylacetat- och polyakrylatbindemedlen kommer därför sannolikt att ta ytterligare marknadsandel från alkydbindemedlen i framtiden.

Polyakrylaterna utgörs av olika akrylsyrastrar där valet av alkohol är avgörande för produkttegenskaperna. Detta innebär att akrylater med högst varierande egenskaper kan tillverkas. Ökad kunskap om tillverkningen av och egenskaperna hos de olika estrarna och blandningar av estrar kommer sannolikt att innebära nya användningsområden för polyakrylaterna.

Nya processer för tillverkningen av akrylsyra har utvecklats, vilket på sikt torde komma att innebära sänkta tillverkningskostnader. Detta kan få till följd att prisrelationen polyakrylater/övriga bindemedel förändras till akrylaternas fördel. En sådan förändring av prisrelationen mellan de olika bindemedlen skulle sannolikt innebära en ökad förbrukning av polyakrylater.

Prognos över den svenska förbrukningen av polyakrylater

Utifrån information erhållen från olika representanter för producentledet, samt ovan diskuterade generella trender, förutses den inhemska förbrukningen av polyakrylater komma att öka med ca 7 % per år till och med 1990. Detta skulle innebära att polyakrylatbehovet skulle komma att öka från ca 11 000 ton 1973 till ca 35 000 ton dispersion (50-procentig) 1990.

Övriga Nordens förbrukning av polyakrylater

Förbrukningen av polyakrylater i Norge, Danmark och Finland uppskattas till totalt ca 17 000 ton dispersion 1973. Antas att efterfrågan i övriga Norden ökar i samma takt som i Sverige så skulle behovet av polyakrylater i de tre länderna bli ca 50 000 ton 1990.

Den totala nordiska polyakrylatförbrukningen 1990 blir således enligt ovanstående antaganden ca 85 000 ton dispersion.

3.3.5 Akrylsyra

Marknadsläge

Akrylsyra utgör en mellanprodukt för tillverkning av olika typer av akrylsyraestrar som sedan polymeriseras till polyakrylater.

Sverige saknar tillverkning av både akrylsyra och akrylsyraestrar. Rohm & Haas Nordiska AB i Landskrona samt Bofors Nobel Kemi i Karlskoga har däremot enheter för produktion av polyakrylater. Behovet av monomer importeras.

I tabell 4:29 redovisas nettoimporten av akrylsyraestrar enligt SOS Utrikeshandeln samt förändring gentemot tidigare år. (Före år 1974 redovisades importen av akrylsyraestrarna under varunummer 29.14.349, varför totalkvantiteten då sannolikt även innehöll mindre kvantiteter andra omättade acykliska monokarboxylsyror.)

1972 års kraftiga efterfrågeökning var en följd av igångkörningen av den svenska polymerisationsenheten i Landskrona. Nedgången i efterfrågan under 1974 var sannolikt beroende på den allmänna knapphetssituationen för olika råvaror på grund av den då aktuella "energikrisen". Som framgår av tabell 4:29 har förbrukningen av monoakrylat nästan tiodubblats under första hälften av 1970-talet.

Sedan 1973 har Sverige en nettoexport av polyakrylatdispersion. Den inhemska förbrukningen 1973, ca 5 500 ton monoakrylat, är därför lägre än vad som motsvarar produktionen av polymer (ca 7 300 ton) samma år. (Den

Tabell 4:29 Sveriges nettoimport av monoakrylater under perioden 1970-74

År	Import, ton
1970	460
1971	530
1972	2 700
1973	4 100
1974	3 800

dåliga överensstämmelsen mellan nettoimporten av monomer och förbrukningen av polymer indikerar en relativt stor tillverkning av sampolymer.)

Prognos över den svenska förbrukningen av akrylsyra

Denna prognos är en direkt beräkning av ekvivalentbehovet av akrylsyra baserad på den prognos över polyakrylaternas utveckling i Sverige, vilken redovisas i avsnitt 3.3.4.

Begreppet akrylsyraestrar omfattar ett stort antal olika estrar. De vanligaste förekommande är dock:

Metylakrylat
Etylakrylat
Butylakrylat
2-etylhexylakrylat

För beräkning av ekvivalentbehovet har vid övergången från ester till syra omvandlingsfaktorn 0,7 använts.

Den inhemska ekvivalentförbrukningen av akrylsyra förväntas komma att öka från ca 4 000 ton 1973 till ca 12 000 ton 1990, motsvarande en årlig tillväxttakt av ca 6,5 %.

Övriga Nordens förbrukning av akrylsyra

Den inhemska ekvivalentförbrukningen av akrylsyra i Norge, Danmark och Finland blir enligt ovanstående antaganden ca 6 000 ton 1973 och behovet antas ha ökat till ca 18 000 ton 1990.

Den totala nordiska förbrukningen av akrylsyra 1990 blir således enligt ovanstående antaganden ca 30 000 ton.

3.3.6 Propen

Propen för kemiskt bruk kan dels erhållas från raffinaderier, där det fås i samband med katalytisk krackning av tyngre destillat, dels erhålls det som en sidoprodukt vid etentillverkning.

I Sverige erhålls all propen för kemiskt bruk från Essos krackningsenhet i Stenungsund. Anläggningens kapacitet för tillverkning av propen var 1974 ca 150 000 ton.

Samma år var den inhemska propenförbrukningen obetydlig, ca 7 000 ton, varför propenproduktionen antingen exporterades eller användes som internt och externt bränsle (gasol).

Ekvivalentbehovet av propen var dock väsentligt större, ca 58 000 ton (se tabell 4:30). Denna kvantitet omfattar endast de i detta avsnitt berörda propenderivatet och ej den propenmängd som förbrukas inom landet i form av akrylfiber, isopropylalkohol, aceton m. m. Adderas även denna ekvivalentförbrukning uppskattas det inhemska propenbehovet till ca 90 000 ton 1974.

Tabell 4:30 Uppskattning av den svenska propenekvivalentförbrukningen 1974 (exklusive akrylfiber m. m.)

Derivat	Derivatförbrukning 1974, ton	Propenekvivalentbehovet 1974 ton
Polypropen	10 000	11 500
Propenoxid ^a	17 000	13 000
n-Butyraldehyd ^a	24 000	17 500
Akrylsyra ^a	4 500	4 500
Fenol ^b	17 500	11 000
Totalt propenbehov 1974		57 500

^a Konsumtionen 1974 har skattats utifrån 1973 års förbrukning.

^b Fenol tillverkas vanligtvis enligt en process, vilken använder propen som en av de ingående råvarorna.

Framtida marknadsutveckling

Den sannolika framtida utvecklingen för de olika propenderivatet och därmed indirekt den framtida propenförbrukningen har tidigare behandlats i avsnitten 3.3.1–3.3.5 och 3.7, varför endast en kort summering görs i detta avsnitt.

Förbrukningen av polypropen i Sverige var 1974 ca 10 000 ton och den framtida tillväxttakten förväntas bli ca 11 % per år till och med 1990. Denna ökningstakt ger ett behov av ca 55 000 ton polypropen 1990. Inhemsk produktion saknas för närvarande men Unifos AB har av regeringen erhållit tillstånd att starta tillverkning i Stenungsund. Godkänd nominell kapacitet är 75 000 ton per år. Även en norsk produktion av polypropen är aktuell. Planerad produktionsstart är hösten 1977 och anläggningens nominella kapacitet blir 50 000 ton per år.

Den inhemska propenoxidförbrukningen 1974 uppskattas till ca 17 000 ton och beräknas öka till ca 50 000 ton 1990, motsvarande en årlig tillväxttakt av ca 7 % per år. Berol Kemi AB har tillverkning av propenoxid i Örn-sköldsvik. Nominell kapacitet var 1974 ca 8 000 ton. Ingen expansion eller nyetablering inom detta område är offentliggjord.

Behovet av n-butyraldehyd uppskattas till ca 23 000 ton 1973 och antas komma att öka med ca 4 % per år till och med 1990. Förbrukningen 1990 skulle således bli ca 45 000 ton.

Inhemsk tillverkning av n-butyraldehyd saknas för närvarande, men Berol Kemi AB har hos regeringen ansökt om tillstånd att bygga en anläggning i Stenungsund med en nominell kapacitet av 100 000 ton n-butyraldehyd per år.

Den inhemska förbrukningen av akrylsyra uppskattas till ca 4 000 ton 1973, och behovet förväntas öka till ca 12 000 ton 1990, motsvarande en årlig tillväxttakt av ca 6,5 % per år. Inga planer på nyetablering för tillverkning av denna produkt är kända.

Fenolbehovet i Sverige var 1974 ca 17 000 ton, motsvarande ca 25 000 ton kumen. Förbrukningen väntas öka med ca 5 % per år till och med 1990. En sådan tillväxttakt skulle innebära ett behov av ca 40 000 ton fenol, motsvarande ca 55 000 ton kumen detta år.

Tabell 4:31 Beräkning av den svenska propenekvivalentförbrukningen 1990 (exklusive akrylfiber)

Derivat	Derivatförbrukning 1990, ton	Propenekvivalentbehovet 1990 ton
Polypropen	55 000	63 000
Propenoxid	50 000	38 000
n-Butyraldehyd	45 000	32 000
Akrylsyra	12 000	12 000
Fenol	40 000	25 000
Totalt propenbehov		170 000

Fenol tillverkas vanligtvis med den så kallade fenol/kumenprocessen, vilken använder propen som en av de ingående råvarorna. Processen ger som mellanprodukt kumen. Slutprodukten utgörs förutom av fenol av aceton. Förhållandet aceton/fenol är vanligtvis 0,6.

Inhemsk tillverkning av akrylnitril saknas för närvarande och det förefaller osannolikt att inhemsk tillverkning av akrylfiber (se avsnitt 3.7) eller nitrilgrummi kommer till stånd under den aktuella prognosperioden. Produkten har därför inte närmare behandlats i detta sammanhang.

Prognos över den svenska ekvivalentförbrukningen av propen

Utifrån ovanstående antaganden om de olika derivatens framtida tillväxt har propenekvivalentförbrukningen 1990 beräknats och resultatet redovisas i tabell 4:31.

Ekvivalentbehovet av propen, exklusive akrylfibrer, isopropylalkohol m. m., förväntas således öka från ca 58 000 ton 1974 till ca 170 000 ton 1990, vilket motsvarar en tillväxttakt av ca 7 % per år.

3.4 Buten/Butadien och deras derivat

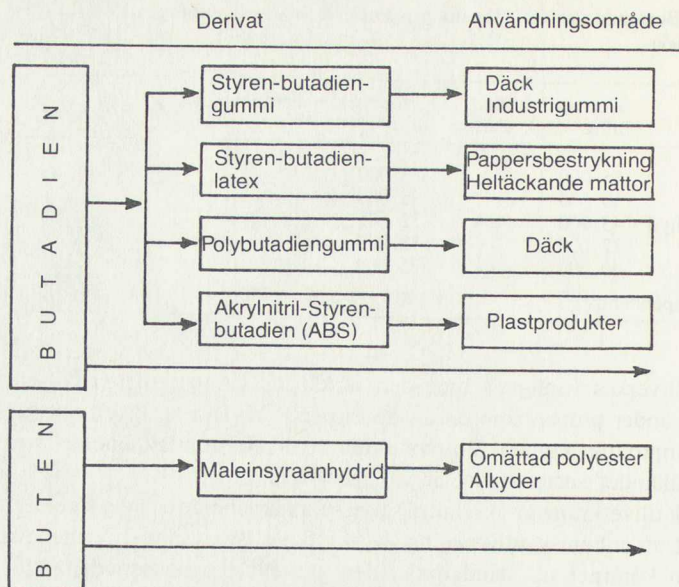
I detta avsnitt diskuteras först den nuvarande marknadssituationen och den förväntade framtida utvecklingen för de buten/butadienderivat som är eller kan tänkas bli av betydelse för svensk petrokemisk industri. Avsnittet avslutas med en sammanfattning av den nuvarande inhemska buten/butadiensituationen samt en beräkning av ekvivalentbehovet av buten/butadien 1990, baserat på de olika derivatens prognostiserade utveckling.

I figur 4:23 ges en schematisk bild av de berörda buten/butadienderivat, deras väsentligaste användningsområden samt var de återfinns i texten.

3.4.1 Styren-butadien-gummi (SBR)

Marknadsläge

Sverige har ingen egen tillverkning av SBR, varför hela behovet importeras. Vid uppskattning av den inhemska förbrukningen har behovet antagits vara



Figur 4:23 För svensk petrokemisk industri intressanta buten/butadienderivat samt deras väsentligaste användningsområden

lika med nettoimporten. SBR importeras dels i form av rent gummi, dels i form av oljeutdrygade kvaliteter och som masterbatches (innehåller både olja och kimrök). Import/export-statistiken särskiljer ej torrt och oljeutdrygat gummi, varför det är svårt att få en exakt uppfattning om förbrukningen av rent SBR. I tabell 4:32 redovisas nettoimporten av SBR enligt import/export-statistiken samt förändring gentemot tidigare år.

Importen av SBR har varierat högst väsentligt mellan de olika åren, men i stort har importen (=förbrukningen) legat oförändrad. Förhållandet är det samma för masterbatches med undantag för 1974 som uppvisar en fördubbling av importen (totalt 1 400 ton).

Sverige har en betydande nettoimport av olika typer av däck och industrigummiprodukter. Inget försök har emellertid gjorts att beräkna det inhemska ekvivalentbehovet av SBR, beroende på att halterna av SBR i de olika produkterna är okända och kan variera högst väsentligt. Med förbrukning menas därför i detta avsnitt den SBR-kvantitet (torrt och oljeutdrygat) som efterfrågas av gummikonverterarna.

Tabell 4:32 Sveriges nettoimport av SBR under perioden 1970–74 samt förändring gentemot tidigare år

År	Import ton	Förändring gentemot tidigare år, %
1970	28 300	- 1
1971	29 700	5
1972	25 200	-15
1973	29 600	18
1974	27 900	- 6

1970–74 Genomsnittlig tillväxttakt, % per år ± 0

Användningsområden

SBR-förbrukningen går huvudsakligen till två huvudmarknader, däcktillverkning och industrigummiprodukter. Uppskattningsvis svarar däckproduktionen för ca 40 % av totala SBR-behovet (beräknat på torrt SBR) och industrigummisektorns andel var ca 60 % år 1973.

Däcktillverkningen innefattar ett stort antal däcktyper, av vilka personvagns- och lastvagnsdäcken volymmässigt dominerar.

Däckförbrukningen är direkt beroende av antalet transportenheter i landet och då framför allt av antalet personvagnar. Med hänsyn till den mycket snabba ökningen av personbilbeståndet, nästan en tiodubbling sedan 1950, har även förbrukningen av personvagnsdäck ökat kraftigt under 1960-talet. En övergång till radialdäck på senare tid har emellertid medfört att däckförbrukningen sjunkit de senaste åren. Radialdäcken har nämligen väsentligt längre livslängd än de tidigare använda diagonaldäcken.

Sverige har under 1970-talet haft en nettoimport av personvagnsdäck trots den väl utbyggda inhemska gummiindustrin. Detta antas vara en följd av att de svenska däcktillverkarna inte snabbt nog installerade kapacitet för tillverkning av radialdäck.

Förbrukningen av lastvagnsdäck har uppvisat en något lugnare tillväxttakt än personvagnsdäck under 1960-talet. Under 1972 och 1973 minskade förbrukningen för att åter öka 1974. Minskningen var sannolikt en följd av en ökande andel radialdäck på marknaden. Den inhemska tillverkningen av lastvagnsdäck är relativt liten, varför Sverige är stor nettoimportör av sådana däck. Den låga självförsörjningsgraden av lastvagnsdäck beror delvis på att antalet däcktyper inom denna sektor är stort och den svenska marknaden relativt liten, varför de svenska däcktillverkarna av kostnadsskäl inte kan tillverka samtliga aktuella typer.

Industrigummitillverkningen svarade år 1973 för uppskattningsvis ca 60 % av den svenska SBR-förbrukningen. Produktionssortimentet inom denna sektor är mycket heterogent, alltifrån små packningar till transportband och fendertar för supertankers. Följande indelning används inom officiell statistik:

- Gummiduk
- Sprutade profiler
- Slangar
- Remmar
- Tekniska artiklar
- Hårdgummiprodukter

Gummiduk används bland annat för tillverkning av olika typer av packningar.

Sprutade profiler innefattar t. ex. olika typer av tätningsticker, vilka bland annat används inom bygg- och bilindustrin.

Gruppen slangar omfattar alla typer av slangar från enkla trädgårdsslangar till komplicerade tryckslangar.

Remmar inkluderar bland annat kilremmar och transportband.

Tekniska artiklar innefattar olika typer av formgjorda packningar, tätningar och slitprodukter.

Av hårdgummiprodukterna dominerar ackumulatorkärltillverkningen.

Med SBR konkurrerande produkter

SBR utvecklades under andra världskriget som ett substitut för naturgummi och erövrade under 1950- till 60-talet en allt större marknadsandel från naturgummi. SBR-gummits framgångar var huvudsakligen en följd av lägre pris, jämnare kvalitet samt säkrare leveranser.

Naturgummitillverkarna har på senare tid väsentligt förbättrat produktkvaliteten samt försökt stabilisera prisnivån. Dessutom har gummitrådets produktion väsentligt höjts genom växtförädling och stimulering medelst kemiska preparat. Detta har resulterat i att naturgummit inte längre tappar marknadsandel till SBR, utan i stället lyckats öka sin försäljning med en något minskad efterfrågan av SBR som följd.

Den senaste tidens kraftiga prishöjningar på SBR har medfört att naturgummi noteras till priser i nivå med eller lägre än SBR-gummi. På lång sikt bedöms emellertid inte naturgummi kunna bli någon allvarlig konkurrent till SBR, beroende på att naturgummikapaciteten är begränsad till trädens avkastning samtidigt som den globala marknaden för gummi produkter ökar. Dessutom är utvinning av naturgummi arbetsintensiv, varför en höjd levnadsstandard i de gummiproducerande länderna innebär höjda löner och därmed höjda tillverkningskostnader.

Inom industrigummisektorn kan SBR få ökad konkurrens från olika specialgummityper, t. ex. eten-propengummi (EPDM). Sker inga väsentliga förändringar av prisrelationen mellan de olika gummityperna, till SBR-gummits nackdel, så kommer troligtvis olika SBR-kvaliteter, även under överblickbar framtid, att utgöra huvudparten av syntetgummiförbrukningen.

Framtida marknadsutveckling

Förbrukningen av personvagnsdäck är direkt proportionell mot bilbeståndet i landet. Bilbeståndet har ökat relativt snabbt till och med 1973, men ökningstakten kommer dock sannolikt att väsentligt dämpas under den kommande tioårsperioden. Offentliggjorda prognoser förutser en ökningstakt av ca 3 % per år till och med 1985.

Andelen radialdäck på marknaden antas fortsätta att öka i framtiden. Förhållandet SBR/övriga gummityper är vanligtvis något lägre i radialdäck än i de tidigare använda diagonaldäcken.

Av säkerhetsskäl gäller för närvarande att däckets mönsterdjup ej får underskrida 1 mm för att få användas. Skulle dessa regler skärpas, dvs. att ett större mönsterdjup kommer att krävas, så kommer som följd därav förbrukningen av däck att öka.

Hos de stora västeuropeiska och amerikanska däcktillverkarna studeras för närvarande möjligheterna att tillverka ett punkterings säkert däck. Resulterar detta utvecklingsarbete i en acceptabel lösning medför detta sannolikt att behovet av reservdäck försvinner. Däckförbrukningen kommer i ett sådant fall att minska något då varje nyproducerad bil skulle utrustas med 4 st däck i stället för 5 st, vilket i dag är fallet. Konsekvenserna för de nordiska gummikonverternerna blir troligtvis inte lika påtagliga då utrustningssektorn inte är av dominerande betydelse. Däremot får de nordiska producenterna sannolikt räkna med en ökad konkurrens från andra däck-tillverkare, vilka måste hitta nya marknader för sina produkter.

Nettoeffekten av ovanstående faktorer väntas komma att bli att den totala däckförbrukningen inom personvagnssektorn kommer att tillväxa i en långsammare takt jämfört med perioden före 1973.

Lastvagnsdäck tillverkas i dag huvudsakligen av polybutadien/naturgum-miblandningar och innehåller endast små kvantiteter SBR. En avgörande faktor för val av gummityp är värmealstringen i däckets och möjligheten att leda bort detta värme. SBR alstrar mera värme i däckets vid deformation och är i detta avseende underlägset naturgummi och polybutadien. Ur nötningsynpunkt skulle SBR vara att föredra framför naturgummi. Försök pågår med syfte att öka halten av SBR i lastvagnsdäckens slitbanor. Skulle dessa försök vara framgångsrika, så kommer sannolikt SBR-förbrukningen för lastvagnsdäck att väsentligt öka.

Inom industrigummisektorn förväntas de största förändringarna komma att ske inom konverterarsidan vad gäller konverteringsteknologin. Användningen av pulvergummi väntas således helt slå igenom inom en nära framtid. Detta skulle väsentligt förenkla hantering och konvertering och därigenom öka anläggningarnas kapacitet, resulterande i lägre totala tillverkningskostnader. Gummiindustrin skulle sannolikt härigenom något kunna förbättra sin konkurrensförmåga gentemot t. ex. den plastkonverterande industrin.

Prognos över den svenska konsumtionen av SBR

Utifrån information erhållen från representanter för konverterarbranschen, ovan diskuterade generella trender samt antagandet att andelen torr SBR/oljeutdrygat SBR inte nämnvärt kommer att förändras, så förutses SBR-konsumtionen komma att öka med ca 4,5 % per år till och med 1990. Detta skulle innebära att SBR-förbrukningen ökade från ca 28 000 ton 1974 till ca 60 000 ton år 1990. (Observera att de angivna kvantiteterna inkluderar både torr och oljeutdrygat SBR).

Övriga Nordens förbrukning av SBR-gummi

Förbrukningen av SBR i Norge, Danmark och Finland uppskattas till totalt ca 14 000 ton 1973. Antas att efterfrågan tillväxer i samma takt som i Sverige skulle behovet av SBR i övriga Norden bli ca 30 000 ton 1990.

Den totala nordiska förbrukningen av SBR 1990 blir således enligt ovan ca 90 000 ton.

3.4.2 Polybutadiengummi (PB)

Marknadsläge

Sverige har ingen inhemsk tillverkning av polybutadien, varför hela behovet importerar. Vid uppskattning av förbrukningen har behovet antagits vara lika med nettoimporten. Polybutadien importerar dels i form av rent gummi, dels i form av oljeutdrygade kvaliteter. Importstatistiken särskiljer ej torr och oljeutdrygat PB, varför det är svårt att få en exakt uppgift om förbrukningen av rent PB.

I tabell 4:33 redovisas nettoimporten av polybutadien till Sverige enligt

Tabell 4:33 Sveriges import av polybutadien år 1970–74 samt procentuell förändring gentemot föregående år

År	Import ton	Förändring gentemot tidigare år, %
1970	6 700	-10
1971	7 300	9
1972	5 400	-26
1973	6 700	24
1974	5 600	-16
1970–74 Genomsnittlig tillväxttakt, % per år -4		

import/exportstatistiken under tidsperioden 1970–1974 samt förändring gentemot tidigare år.

Förbrukningen (=importen) av polybutadien har sjunkit med ca 4 % per år under tidsperioden 1970–1974. Det lägre polybutadienbehovet är sannolikt en följd av en minskad tillverkning av lastvagnsdäck inom landet. Vid studium av tabell 4:33 bör det observeras att totalförbrukningen är låg, varför en måttlig kvantitetsökning/minskning ger en stor procentuell förändring.

Sverige har en betydande nettoimport av olika typer av däck. Polybutadienhalten i dessa däck är inte känd och kan variera högst väsentligt. Det har därför inte gjorts något försök att uppskatta det inhemska ekvivalentbehovet av polybutadien. Med förbrukning menas i detta avsnitt av denna anledning den polybutadien kvalitet som efterfrågas av gummikonverterarna.

Användningsområden

Polybutadien används nästan uteslutande för tillverkning av olika typer av däck och i mycket liten utsträckning för produktion av industrigummi (se även avsnitt 3.4.1 rörande SBR).

Med polybutadien konkurrerande produkter

Polybutadien konkurrerar i första hand med naturgummi och SBR. Polybutadien har lägre hållfasthet och rivhållfasthet än naturgummi och SBR, men bättre slitstyrka.

Dämpningen i materialet är låg, vilket ger låg värmealstring. Det har en väsentligt lägre glastemperatur än SBR, vilket ger polybutadien goda egenskaper vid låga temperaturer.

Polybutadien är svårt att bearbeta och används helst i blandningar med andra gummytyper. Däck innehållande höga halter av polybutadien får i regel relativt dåliga vägegenskaper vid fuktigt väglag. Å andra sidan är däck gjorda av polybutadien bra som vinterdäck.

Polybutadien innehåller ett stort antal dubbelbindningar, vilket medför att gummit åldras och angrips av olika kemikalier. Materialets kemikalieresistens kan dock förbättras genom olika tillsatsämnen.

Framtida marknadsutveckling

Polybutadien och naturgummi är huvudkomponenterna i lastvagnsdäck. Prognoser gjorda av Statistiska Centralbyrån förutsätter att totala transportarbetet i Sverige kommer att öka med ca 5,3 % per år till och med 1985. Kommer inga statliga ingripanden till stånd tyder mycket på att lastbilstransporterna kommer att ta marknadsandel från järnvägstransporterna. En sådan utveckling innebär således att den tyngre lastbilstrafikens betydelse kommer att öka i framtiden.

Lastvagnsdäck tillverkas för närvarande huvudsakligen av polybutadien/naturgummiblandningar och innehåller endast små kvantiteter SBR. En avgörande faktor för val av gummityp är värmealstringen i däckets vid deformation och i samband därmed möjligheten att leda bort detta värme. SBR ger en högre värmealstring än naturgummi och polybutadien och är av denna anledning mindre lämpad för lastvagnsdäck. Ur hållfasthetssynpunkt är SBR emellertid att föredraga framför polybutadien. Försök görs därför att i ökad utsträckning använda SBR i lastvagnsdäckens slitbanor.

Liksom för lastvagnsdäck är värmealstringen i entreprenadmaskindäck av avgörande betydelse för val av gummityp. I dag används huvudsakligen naturgummi, men även mindre mängder polybutadien, i dessa däck. Liksom inom lastvagnssektorn pågår även här försök med ökad andel SBR i slitbanan.

En av råvarorna för tillverkning av SBR, styren, har tidvis varit en stor bristvara, vilket resulterat i höga priser på SBR. Detta förhållande var speciellt påtagligt under "energikrisen" 1973/74. Vid detta tillfälle lanserades en polybutadienkvalitet, vilken leverantörerna menade hade samma egenskaper som använda blandningar av polybutadien/SBR för personvagnsdäck, det så kallade högvinyलगummit. Produkten möttes emellertid med stor skepsis av gummikonverterarna. Håller denna gummityp vad tillverkarna utlovar kan den på sikt bli en intressant konkurrent till SBR och valet av produkt blir då till stor del en kostnadsfråga.

Prognos över den svenska förbrukningen av polybutadien

Utifrån information erhållen från representanter för konverterarbranschen, ovan diskuterade generella trender, samt antagandet att andelen torrt PB/oljeutdrygat PB inte nämnvärt kommer att förändras, så förutses PB-konsumtionen komma att öka med ca 3 % per år till och med 1990. Detta skulle innebära att PB-förbrukningen ökade från ca 5 600 ton 1974 till ca 10 000 ton 1990. (Observera att de angivna kvantiteterna inkluderar både torrt och oljeutdrygat PB.)

Övriga Nordens förbrukning av polybutadiengummi

Förbrukningen av polybutadien i Norge, Danmark och Finland uppskattas till totalt ca 2 000 ton 1973. Antas att efterfrågan tillväxer i samma takt som i Sverige så skulle behovet av polybutadien i övriga Norden bli ca 3 000 ton 1990.

Den totala nordiska förbrukningen av polybutadien 1990 blir således enligt ovan ca 13 000 ton.

3.4.3 Maleinsyraanhydrid (MSA)

Marknadsläge

Sverige saknar tillverkning av maleinsyraanhydrid, varför hela behovet importeras. I tabell 4:34 redovisas importen av MSA, inklusive fumarsyra, enligt import/exportstatistiken. (Det statistiska varunumret omfattande maleinsyra, maleinsyraanhydrid och fumarsyra till och med 1973. Från och med 1974 delas det statistiska numret upp i maleinsyraanhydrid och en övrigtpost. Fumarsyra tillverkas av maleinsyra, varför siffrorna visar det totala behovet av maleinsyra/maleinsyraanhydrid).

Den faktiska förbrukningen av maleinsyraanhydrid har, som framgår av tabell 4:34, legat relativt konstant de senaste 5 åren.

Ekvivalentförbrukningen av maleinsyra uppskattas vara något högre, ca 4 500 ton 1974. Detta förhållande beror på att Sverige har en nettoimport av omättad polyester.

Användningsområden

Maleinsyraanhydrid utgör en av komponenterna vid tillverkning av omättade polyestrar och denna marknad svarar för huvudparten av den svenska förbrukningen.

Maleinsyraanhydrid ingår även i alkydfärger, liksom i olika bekämpningsmedel. Dessutom används den för tillverkning av tillsatsmedel för smörj- och brännolja samt för produktion av olika sampolymerer.

Framtida marknadsutveckling

Tillverkning av omättade polyestrar kommer även i framtiden att förbrukas merparten av den svenska konsumtionen av maleinsyraanhydrid, varför tillväxttakten i stort kommer att bestämmas av utvecklingen för omättad polyester (se avsnitt 3.5.3).

Förbrukningen av maleinsyraanhydrid inom färgsektorn kommer troligtvis att stagnera med hänsyn till den hårda konkurrensen alkydfärgerna fått från olika typer av latexbaserade färger.

För närvarande tillverkas huvudparten av all maleinsyraanhydrid utifrån bensen som råvara. Nya processer har dock utvecklats där man utgår från n-buten. Med hänsyn till att buten även i framtiden förväntas bli en över-skottsprodukt, så förefaller det sannolikt att de n-butenbaserade tillverkningsprocesserna kommer att få ökad betydelse.

Tabell 4:34 Sveriges nettoimport av maleinsyraanhydrid inklusive fumarsyra under perioden 1970-74

År	Nettoimport, ton
1970	2 500
1971	1 800
1972	2 500
1973	2 500
1974	2 800

Prognoser över den svenska förbrukningen av maleinsyraanhydrid

Utifrån information erhållen från olika representanter för producentledet samt ovan diskuterade generella trender så förutses den inhemska förbrukningen av maleinsyraanhydrid komma att öka med ca 8 % per år till och med 1990. Detta innebär att behovet av MSA kommer att öka från 4 500 ton 1974 till ca 16 000 ton 1990.

Övriga Nordens förbrukning av maleinsyraanhydrid

Förbrukningen av MSA i Norge, Danmark och Finland uppskattas till totalt ca 6 000 ton 1974. Antas att efterfrågan tillväxer i samma takt som i Sverige så skulle behovet av maleinsyraanhydrid i övriga Norden bli ca 20 000 ton.

Den totala nordiska förbrukningen av maleinsyraanhydrid 1990 blir således enligt ovan ca 36 000 ton.

3.4.4 Buten/Butadien

Marknadsläge

Butener, butadien och andra C₄-kolväten erhålles i Sverige som en sidosröm från Esso Chemicals krackningsenhet i Stenungsund. Produktionen av C₄-kolväten 1974 uppskattas till ca 100 000 ton, varav ca 45 % eller 45 000 ton utgjordes av butadien och resterande kvantitet, 55 000 ton, av övriga C₄-kolväten.

Ingen renframställning av butadien eller butener finns för närvarande inom landet, utan C₄-fraktionen exporteras.

Butadien:

Butadien ingår som en komponent i ett antal produkter som förbrukas inom landet. I tabell 4:35 redovisas en uppskattning av ekvivalentbehovet av butadien 1974.

Den inhemska ekvivalentförbrukningen av butadien beräknas uppgå till ca 32 000 ton 1974.

Buten:

Butenerna utgörs dels av n-buten, dels av isobuten. n-Buten utgör råvara för tillverkning bland annat av metyletylketon och maleinsyraanhydrid. Iso-

Tabell 4:35 Uppskattning av ekvivalentförbrukningen av butadien i Sverige 1974

Derivat	Förbrukning 1974, ton	Butadienkvivalentför- brukning 1974, ton
Styren-buta- diengummi	27 000	19 000
Styren-buta- dienlatex	22 100	4 000
Polybutadien	5 600	6 000
ABS	12 000	3 000
Totalt butadienkvivalentbehov		32 000

buten utgör råvara för produktion av bland annat butylgummi och polybutener. Endast maleinsyraanhydrid diskuteras i detta sammanhang.

Den inhemska ekvivalentförbrukningen av maleinsyraanhydrid uppskattas till ca 4 500 ton 1974, motsvarande en n-butenförbrukning av ca 9 500 ton.

Framtida marknadsutveckling

Den sannolika framtida utvecklingen för de olika buten/butadienderivat, och därmed indirekt den framtida buten/butadienförbrukningen, behandlas i avsnitten 3.4.1-3 och 3.5.1-2, varför endast en kort summering görs i detta avsnitt.

Butadienderivat:

Den inhemska förbrukningen av SBR-gummi var 1974 ca 28 000 ton och förmodas komma att öka med ca 4,5 % per år till och med 1990, motsvarande ett behov av ca 60 000 ton detta år. Nordisk tillverkning av SBR-gummi saknas, men förutsättningarna för en svensk tillverkning utreds för närvarande. Kommer en inhemsk produktion till stånd så förefaller det sannolikt att en lösningspolymerisationsprocess väljes. En sådan process möjliggör nämligen även tillverkning av polybutadien i samma anläggning.

Styren-butadien-latexbehovet i Sverige 1974 uppgick till ca 22 000 ton dispersion. Förbrukningen väntas växa med ca 7 % per år till och med 1990, vilket ger ett behov av ca 65 000 ton dispersion 1990. Under 1975 påbörjades tillverkning av styren-butadienlatex av Dow Chemical i Norrköping. Dessutom föreligger planer på ytterligare inhemsk etablering.

Förbrukningen av polybutadien-gummi i Sverige var 1974 ca 6 000 ton. Tillväxttakten antas bli ca 3 % per år till och med 1990. Detta ger en efterfrågan av ca 10 000 ton polybutadien 1990.

ABS-behovet i Sverige 1974 uppskattas till ca 12 000 ton och förväntas tillväxa med ca 8,5 % per år till och med 1990. En sådan utveckling innebär en förbrukning av ca 45 000 ton ABS 1990. Inhemsk tillverkning av denna produkt saknas.

Butenderivat:

Marknaden för maleinsyraanhydrid var i Sverige 1974 ca 4 500 ton och antas komma att expandera med ca 8 % per år till och med 1990. Detta motsvarar en efterfrågan av ca 16 000 ton maleinsyraanhydrid 1990.

Prognos över det svenska buten/butadienbehovet

Butenderivat:

Med utgångspunkt från den förväntade framtida efterfrågeutvecklingen för de olika butadienderivat så har ekvivalentbehovet av butadien 1990 beräknats. Resultatet av denna beräkning redovisas i tabell 4:36.

Det inhemska ekvivalentbehovet av butadien förväntas komma att öka från ca 37 000 ton 1974 till ca 73 000 ton 1990, motsvarande en tillväxttakt av 5 % per år.

Tabell 4:36 Beräkning av ekvivalentbehovet av butadien i Sverige 1990

Derivat	Förbrukning 1990, ton	Butadienekvivalentförbrukning 1990, ton
Styren-butadien-gummi	60 000	40 000
Styren-butadien-latex	65 000	11 000
Polybutadien	10 000	11 000
ABS	45 000	11 000
Totalt butadienekvivalentbehov		73 000

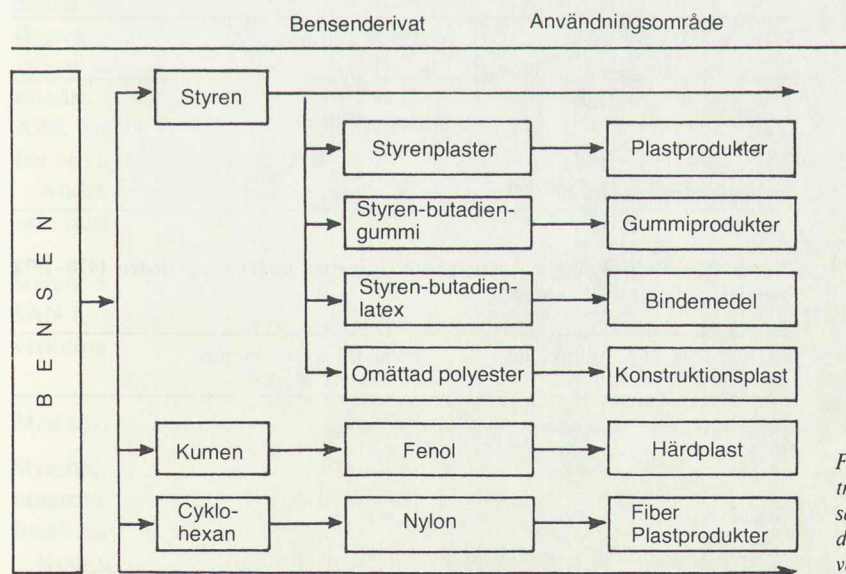
Butenderivat:

Med utgångspunkt från den beräknade framtida efterfrågeutvecklingen för maleinsyraanhydrid förväntas ekvivalentbehovet av n-buten komma att öka från ca 9 500 ton 1974 till ca 34 000 ton 1990, motsvarande en tillväxttakt av ca 8 % per år.

3.5 Bensen och dess derivat

I detta avsnitt diskuteras först den nuvarande marknadssituationen och den förväntade framtida utvecklingen för några av de bensederivat som är eller kan tänkas bli av betydelse för svensk petrokemisk industri. Avsnittet avslutas med en sammanfattning av den nuvarande inhemska bensenförbrukningen samt en beräkning av ekvivalentbehovet av bensen 1990, baserad på de olika derivatens prognostiserade utveckling.

I figur 4:24 ges en schematisk bild av de berörda bensederivat, deras väsentligaste användningsområden samt var de återfinns i texten.



Figur 4:24 För svensk petrokemisk industri intressanta bensederivat samt deras väsentligaste användningsområden

3.5.1 Styrenplaster

Marknadsläge

Begreppet styrenplaster utgör ingen väl definierad plast utan omfattar ett antal olika plasttyper med varierande egenskaper. Gemensamt är dock att samtliga typer utgör termoplaster, dvs. mjuknar vid förhöjd temperatur.

Till denna grupp räknas:

- Polystyren
- Akrylnitril-Butadien-Styrenplast (ABS)
- Styren-Akrylnitrilplast (SAN)

Det inbördes förhållandet mellan de tre typerna samt Sveriges totalförbrukning år 1974 redovisas i tabell 4:37.

Polystyren är den helt dominerande styrenplasten och svarade för ca 77 % av totalbehovet, vilket motsvarade ca 46 000 ton år 1974. Förbrukningen av ABS uppskattas till ca 12 000 ton och behovet av SAN till ca 1 600 ton samma år.

Endast polystyren produceras inom landet. Tillverkare är Svenska Polystyrenfabriken, Kävlinge, och anläggningens kapacitet är 20 000 ton per år.

Historisk utveckling

Styrenplasternas historiska utveckling har redovisats på annan plats i utredningen, varför endast en sammanfattning ges nedan.

Tabell 4:38 återger förbrukningen av styrenplaster i Sverige under den senaste 5-årsperioden samt den årliga tillväxttakten.

Tabell 4:37 Sveriges förbrukning av olika styrenplaster år 1974 samt deras inbördes förhållande

Plasttyp	Andel av konsumtionen %
Polystyren	77
ABS	20
SAN	3
Total förbrukning, ton 60 000	

Tabell 4:38 Förbrukning av styrenplaster i Sverige under tidsperioden 1970-1974 samt årlig procentuell ökning

År	Förbrukning ton	Förändring jämfört med föregående år, %
1970	44 000	25,5
1971	45 000	1,6
1972	53 000	17,3
1973	59 000	12,1
1974	60 000	1,7
1970-74 Genomsnittlig tillväxttakt, % per år 8,0		

Den genomsnittliga tillväxttakten under perioden 1970–74 har således varit 8,0 % per år, men svängningarna mellan de olika åren har varit betydande från en ökning av 25,5 % till nolltillväxt. Som en jämförelse kan nämnas att den genomsnittliga tillväxttakten i USA för dessa plaster under motsvarande tidsperiod var 10,5 % per år och i Västeuropa var efterfrågeökningen 16,9 % per år 1969–1973.

Användningsområden

Polystyren:

Polystyren kan indelas i tre olika undergrupper, nämligen normal, slagseg och expanderbar polystyren.

Slagsega kvaliteter dominerar och svarar för drygt 50 % av totala efterfrågan. Denna plasttyp används bland annat för extrudering av folie, som i en efterföljande process vakuumformas till kylskåpsinredningar, TV-detaler, lådämnen, engångstallriker och -muggar m. m. Slagseg polystyren har även funnit stor användning för formsprutning av olika komponenter i hushållsapparater, detaljer för verkstadsindustrin m. m., där kravet på styvhet är väsentligt.

Förbrukningen av normal polystyren svarar för 25–30 % av totala behovet. Dominerande marknadsområden är förpackningsindustrin i form av engångsglas, elektroindustrin och tillverkning av enklare förbrukningsartiklar, där kravet på styvhet hos materialet är stort.

Efterfrågan av expanderbar polystyren domineras helt av isolermarknaden. Andra betydande användningsområden är förpackningsindustrin och möbelindustrin.

Akrylnitril–Butadien–Styrenplast:

ABS är att betrakta som en högkvalitativ polystyrenplast, där egenskaper som slagsegghet, ythållfasthet och ytfinish väsentligt förbättrats. ABS är av denna anledning inom vissa användningsområden direkt konkurrent till slagseg polystyren. Liksom för slagseg polystyren extruderas ABS till folie, vilken därefter vakuumformas, till bland annat kylskåpsinredningar och mindre fritidsbåtar. Kylskåpsinredningar är en dominerande marknad för ABS. Tidigare användes polystyren för detta ändamål, men denna plasttyp har blivit utkonkurrerad av ABS, då ABS erbjuder vissa väsentliga fördelar.

Andra betydande marknader för ABS är olika plastkomponenter för bilar och hushållsapparater.

Styren–Akrylnitrilplast:

SAN är en spröd glasklar plasttyp, vilken huvudsakligen används för tillverkning av olika glasklara hushållsartiklar.

Med styrenplaster konkurrerande produkter

Styrenplasterna har vunnit sin marknadsposition inom de olika användningsområdena främst tack vare sin styvhet, dimensionsstabilitet, god ytfinish samt sin relativt stora lättbearbetbarhet.

Konkurrenter till styrenplasterna bland termoplasterna är i första hand

polypropen och HD-polyeten, men denna konkurrens har dock sina givna begränsningar. Polypropen är t. ex., för vissa användningsområden, svårare att konvertera till följd av sin höga mjukningstemperatur och sitt snäva smältpunktsintervall. HD-polyeten uppvisar sämre styvhet än styrenplasterna, varför materialåtgången blir större vid samma styvhet hos slutprodukten jämfört med om styrenplast används.

Beträffande etablerad konverteringskapacitet är det väsentligt att notera, att styrenplaster och polyolefinerna inte är direkt utbytbara vid formsprutning av olika produkter. De har nämligen helt olika krympningsegenskaper. De olika olefinplasterna är å andra sidan sinsemellan utbytbara liksom de olika styrenplasterna.

Konkurrensen mellan de två styrenplasterna polystyren och ABS är inom vissa användningsområden stark. ABS har väsentligt bättre resistens mot fetter och vissa andra kemikalier, som negativt påverkar polystyrenets egenskaper. ABS har av denna anledning till stora delar övertagit marknader där polystyren tidigare användes, t. ex. kylskåpsindustrin.

Framtida marknadsutveckling

Resultat av matematiska prognosmodeller:

För styrenplaster har dels en trendframskrivning, dels en regressionsanalys genomförts och resultatet redovisas i avsnitt 2 och i tabell 4:39.

Trendframskrivning:

Trendanalysen gav vid handen att en parabelfunktion bäst anpassade sig till den historiska efterfrågeutvecklingen. En framskrivning av styrenplastförbrukningen till och med 1990, med hjälp av denna funktion, gav ett behov av ca 270 000 ton detta år. En sådan utveckling innebär en genomsnittlig årlig tillväxt av 9,9 %. Resultatets spridning vid 90 % konfidensintervall år 1990 är ca 10 %. Undre gränsen blev 250 000 ton (-9 %) och övre gränsen blev 290 000 ton (+9 %).

Med hänsyn till den långa prognosperioden i förhållande till det empiriska underlaget föreligger en risk att parabelfunktionen kan ge en alltför optimistisk bild av den framtida utvecklingen.

Regressionsanalys:

Dominerande marknader för styrenplastförbrukningen är förpackningsindustrin och verkstadsindustrin. Data saknas över den historiska efterfrågeutvecklingen för styrenplasterna inom dessa båda områden, varför det

Tabell 4:39 Prognos över den svenska förbrukningen av styrenplaster till och med 1990 enligt matematiska prognosmodeller

Prognosmetod	Förbrukning av styrenplaster, ton				Genomsnittlig årlig tillväxttakt, %
	1974	1980	1985	1990	
Trendframskrivning	60 000	130 000	180 000	270 000	9,9
Regressionsanalys	60 000	95 000	125 000	160 000	6,3

inte varit möjligt att separat studera utvecklingen inom dessa sektorer.

Med hänsyn till verkstadsindustrins relativt stora förbrukning av olika styrenplaster så har industriproduktionsindex ansetts vara en lämplig förklaringsvariabel.

Förbrukningen av styrenplaster inom förpackningssektorn går huvudsakligen till konsumentförpackningar och engångsservisartiklar. Efterfrågan av båda dessa produktgrupper är dels beroende av den totala privatkonsumtionen, dels av styrenplasternas pris i förhållande till konkurrerande produkter.

En annan viktig faktor har sannolikt lönekostnadsutvecklingen inom olika servicenäringar varit. Stigande lönekostnader har vanligtvis medfört olika former av rationaliseringar. Ett alternativ har varit införandet av engångsserviser i stället för flegångsserviser, t. ex. inom transportsektorn, på enklare restauranger, på kontor och i personalmatsalar.

Lämpliga förklaringsvariabler har därför ansetts vara total privat konsumtion, priset på styrenplaster i förhållande till partiprisindex samt förbrukningen av styrenplaster i förhållande till allmänna lönekostnadsnivån.

BNP har valts som förklaringsvariabel för den allmänna ekonomiska utvecklingen inom landet.

Regressionsanalysen gav vid handen att industriproduktionsindex bäst anpassade sig till den historiska förbrukningsutvecklingen för styrenplaster. Övriga förklaringsvariabler gav en försumbar förbättring av förklaringsvärdet.

Det framtida styrenplastbehovet har därför beräknats med hjälp av en ekvation innehållande endast en förklaringsvariabel, nämligen industriproduktionsindex. Styrenplastförbrukningen skulle enligt denna beräkning komma att öka från 60 000 ton 1974 till ca 160 000 ton 1990, motsvarande en årlig genomsnittlig tillväxttakt av 6,3 %.

Produktionsteknisk utveckling

Polymerisationsprocessen för tillverkning av polystyren är enkel och förädlingsvärdet relativt lågt. Inga större processförändringar förutses inom överskådlig tid, men löpande rationaliseringar kommer att ytterligare kunna sänka tillverkningskostnaden, dock ej i samma takt som tidigare.

Den förväntade snabba tillväxttakten för ABS kommer att möjliggöra stordriftfördelar vid tillverkning av standardkvaliteter och därmed uppnås lägre tillverkningskostnader. Kostnadssänkningarna förväntas inte bli lika påtagliga vid tillverkning av specialkvaliteter.

Prognos över styrenplastförbrukningen i Sverige

En beräkning av den framtida förbrukningen av styrenplaster med hjälp av trendframskrivning och regressionsanalys gav ett behov av ca 270 000 ton respektive 160 000 ton 1990, motsvarande en genomsnittlig tillväxttakt av 9,9 % per år respektive 6,3 % per år.

De två matematiska metoderna gav vitt skilda resultat. Prognoserna baserar sig på empiriska data samt förutser det framtida plastbehovet utifrån en framskrivning av den historiska trenden respektive utvecklingen för den förklaringsvariabel som bäst anpassat sig till det historiska underlaget.

Trendframskrivningen har således ej återspeglat den kraftigt vikande marknaden under 1975. Denna förbrukningsminskning får sannolikt till följd att den långsiktiga tillväxttakten blir lägre än vad den historiska trenden indikerar.

Regressionsanalysen har i viss mån tagit hänsyn till den rådande konjunkturförsvagningen i och med att förklaringsvariabelns framtida utveckling baserar sig på ett material som återspeglar den aktuella marknadssituationen (LU 75). Modellen tar emellertid inte hänsyn till förväntade framtida process- eller konkurrensförändringar, t. ex. en väsentligt utökad produktion av polystyren i Norden i framtiden.

Styrenplastförbrukningen förväntas med hänsyn till ovanstående faktorer komma att tillväxa i en något snabbare takt än vad regressionsanalysen ger vid handen, men något långsammare än vad trendframskrivningen indikerar. Behovet antas således komma att öka från 60 000 ton 1974 till ca 175 000 ton 1990. En sådan utveckling innebär en årlig tillväxt av 7 %.

Övriga Nordens förbrukning av styrenplaster

Förbrukningen av styrenplaster i Norge, Danmark och Finland uppskattas till totalt 88 000 ton 1974. Antas att efterfrågan av de olika styrenplasterna tillväxer i samma takt som i Sverige så skulle behovet i övriga Norden bli ca 255 000 ton 1990.

Den totala nordiska förbrukningen av styrenplaster 1990 blir således enligt ovan ca 430 000 ton.

3.5.2 Styren-Butadien-Latex (SB-latex)

Marknadsläge

Sverige hade 1974 ingen egen tillverkning av SB-latex, varför importerad mängd i stort antas motsvara efterfrågan. I tabell 4:40 redovisas nettoimporten av SBR/SB-latex till Sverige under tidsperioden 1970–1974 samt förändringen gentemot tidigare år.

Det bör observeras att importstatistiken inte enbart innefattar SB-polymeren utan även den vattenkvantitet i vilken polymeren är emulgerad. Importkvantiteten inkluderar även små mängder styren-butadien-gummi-latex (SBR-latex), varför SB-latexförbrukningen är något mindre än vad importstatistiken indikerar.

Tabell 4:40 Sveriges import av SBR/SB-latex år 1970–74 samt procentuell förändring gentemot föregående år

År	Import ton	Förändring gentemot tidigare år, %
1970	13 000	39
1971	12 700	-2
1972	17 100	35
1973	21 600	26
1974	22 100	2
1970–74 Genomsnittlig tillväxttakt, % per år 14		

Som framgår av tabell 4:40 har den genomsnittliga årliga tillväxttakten varit hög, 14 %, trots en förbrukningsminskning under lågkonjunkturåret 1971 och en mycket ringa tillväxt under 1974.

Användningsområden

SB-latex har huvudsakligen två användningsområden i Sverige, nämligen som bindemedel vid pappersbestrykning och som bindemedel vid tillverkning av heltäckande mattor.

Vid tillverkning av pigmentbestrukna pappers- och kartongkvaliteter bindes pigmentet till pappersytan med hjälp av bland annat SB-latex. Stigande krav på pappers tryckegenskaper har kraftigt ökat efterfrågan av SB-latex. SB-latexförbrukningen har även ökat som en följd av trenden mot ökad inhemsk integration från massatillverkning till produktion av papper och kartong.

SB-latex används även som bindemedel vid tillverkning av heltäckande mattor. Vid tillverkning av tuftade mattor fästes trådarna i en bottenväv, varefter de fixeras till väven genom bestrykning av bottenvävens baksida med t. ex. SB-latex.

Vid tillverkning av nålfiltmattor bindes fibrerna till varandra genom att fiberskiktet impregneras med t. ex. SB-latex.

Andra användningsområden för SB-latex är t. ex. som bindemedel vid tillverkning av fibertyg och inom konventionell textilindustri.

Med SB-latex konkurrerande material

SB-latex konkurrerar med naturliga och andra syntetiska bindemedel, t. ex. polyvinylacetat och polyakrylater, inom de flesta av sina användningsområden.

Tillgången på naturliga bindemedel, t. ex. kasein, varierar väsentligt från period till period och därmed även priset. Produktionen av syntetiska bindemedel påverkas ej i lika stor utsträckning av klimatologiska variationer och kan därför levereras regelbundet och till relativt fasta priser.

SB-latex har uppnått sin dominerande marknadsposition mycket beroende av det låga priset i förhållande till produkttegenskaperna. Av denna anledning har vanligtvis inte övriga syntetiska bindemedel kunnat konkurrera inom pappersindustrin och vid mattillverkning, om inte speciella egenskaper hos bindemedlet efterfrågats. Således används akrylaterna vanligtvis där värmeförseglingsegenskaper hos slutprodukten efterfrågas. Så är fallet för många typer av fibertyg, varför akrylaterna där vanligtvis används som bindemedel. Polyakrylat erbjuder även bättre töjningsegenskaper hos slutprodukten jämfört med SB-latex.

Vid tillverkning av högkvalitativa bestrukna papperskvaliteter önskar man ibland undvika en alltför snabb eftergulning hos papperet till följd av åldring. I sådana fall är polyvinylacetat att föredra framför SB-latex.

Framtida marknadsutveckling

Generellt kan sägas att den svenska pappers- och massaindustrin strävar mot ökad inhemsk integration. Förbrukningen av bestrukna trähaltiga tryck-

papper påverkas negativt av genomförda prisökningar. Tidningarna har svårt att övervältra kostnadsökningen på tidningsköparen och annonsörerna. Annonsörerna kan nämligen välja andra reklammedia, t. ex. direktreklam. För att hålla kostnaderna nere kommer därför förlagen sannolikt att i ökad utsträckning gå över till obestrukna papperskvaliteter där man tidigare använde bestrukna trähaltiga kvaliteter.

Å andra sidan väntas en ökad användning av bestrukna trähaltiga papperskvaliteter inom områden där man tidigare använt träfria kvaliteter.

Inom mattsektorn är det svårt att genom ytterligare produktionsrationalisering kompensera erforderliga prisstegringar på råvarorna. Tillverkarna befärar därför att höjda råvarukostnader kommer att medföra höjda priser på slutprodukten. Konkurrenten mellan olika golvmaterial är hård varför detta kan medföra en minskad efterfrågan av heltäckande mattor. Ett alternativ till höjda konsumentpriser är att tillverkarna marknadsför två olika produkter, en billigare matta utan gummivåfla och en dyrare kvalitet med bibehållande av nuvarande kvalitetsstandard.

Efterfrågan på heltäckande mattor är direkt beroende av antalet nybyggda lägenheter. Bostadsproduktionen förväntas komma att minska väsentligt i framtiden jämfört med byggandet i början av 1970-talet. Den potentiella golvmaterialmarknaden kommer dock inte att minska i motsvarande grad då en omfördelning från lägenhet till radhus och villor kommer att ske, vilket innebär en ökad förbrukning av golvmaterial.

Processtekniskt förväntas inga större förändringar av tillverkningen av SB-latex. En ny teknologi för tillverkning av akrylsyra kan däremot medföra väsentligt sänkta kostnader vid tillverkning av polyakrylater, vilket skulle innebära ökad konkurrensförmåga för detta bindemedel.

Prognos över den svenska förbrukningen av SB-latex

Utifrån information erhållen från representanter för de olika förbrukarbranscherna, samt ovan diskuterade generella trender, så förutses behovet av SB-latex komma att tillväxa med ca 7 % per år till och med år 1990. Detta skulle innebära att SB-latexförbrukningen ökar från ca 22 000 ton 1974 till ca 65 000 ton år 1990.

Övriga Nordens förbrukning av SB-latex

Förbrukningen av SB-latex i Norge, Danmark och Finland uppskattas till totalt ca 22 000 ton 1973. Antas att efterfrågan tillväxer i samma takt som i Sverige, skulle behovet av SB-latex i övriga Norden bli ca 70 000 ton 1990.

Den totala nordiska förbrukningen av SB-latex 1990 blir således enligt ovan ca 135 000 ton.

3.5.3 Omättade polyestrar

Marknadsläge

Sveriges förbrukning av omättade polyestrar 1974 uppskattas till ca 18 000 ton.

Tabell 4:41 Svensk förbrukning av omättad polyester under perioden 1970-74 samt årlig förändring

År	Förbrukning ton	Förändring gentemot tidigare år, %
1970	14 000	25
1971	14 200	1
1972	16 000	13
1973	18 000	13
1974	18 000	0
1970-74 Genomsnittlig tillväxttakt, % per år 6,5		

I tabell 4:41 redovisas den svenska efterfrågeutvecklingen för omättade polyesterar under tidsperioden 1970-1974.

Den årliga genomsnittliga tillväxttakten under perioden 1970-1974 var enligt tabell 4:41 ca 6,5 %. Liksom för många andra plastmaterial påverkades efterfrågan kraftigt av konjunkturedgången under 1971 och råvarubristen 1974.

Omättad polyester används huvudsakligen i form av armerad plast (se nedan). Den svenska per capitakonsumtionen av armerad polyester är en av de högsta i världen. 1973 var den ca 3,0 kg per person, endast överträffad av Norges 3,1 kg per person (se tabell 4:42). Norge har emellertid stor export av färdiga produkter, vilka sannolikt inkluderas i per capitaförbrukningen.

Omättad polyester tillverkas i Sverige av Syntes AB i Nol och Scado AB i Landskrona. Anläggningarnas kapacitet är 15 000 ton per år respektive 1 500 ton per år.

Användningsområden

Omättad polyester används mycket ofta i kombination med glasfiber. Glasfiberinblandning höjer nämligen väsentligt slutproduktens hållfasthetsegenskaper. Man pratar därför ofta om armerad plast och menar vanligtvis glasfiberarmerad polyester.

Det helt dominerande användningsområdet för omättad polyester och den marknad som gjort denna plast känd hos gemene man är tillverkningen av fritidsbåtar av glasfiberarmerad polyester. Förutom att slutprodukten har

Tabell 4:42 Per capitaförbrukning av armerad polyester i några olika länder år 1973

Land	Förbrukning, kg/person
Norge	3,1
Sverige	3,0
USA	2,8
Finland	2,3
Västtyskland	2,1
Danmark	2,1
Schweiz	1,8
Japan	1,8
Frankrike	1,4
England	1,0
Italien	0,8

mycket goda styrkeegenskaper så utgör plasten ett relativt underhållsfritt material. Nästan all nyproduktion av större fritidsbåtar sker i dag i glasfiberarmerad polyester, medan däremot trä och andra plastmaterial används för tillverkning av roddbåtar och paddelkanoter.

En annan större marknad för omättad polyester utgör tillverkningen av olika typer av rör och tankar. Rör tillverkade av glasfiberarmerad polyester används huvudsakligen för vatten och avlopp och i dimensioner större än med en diameter av 400–500 mm. Polyesterrör kan av kostnadsskäl ej konkurrera när det gäller klenare dimensioner såvida inte speciella egenskaper efterfrågas, t. ex. kemikalieresistens.

Inom tanksektorn har omättad polyester funnit stor avsättning för tillverkning av mindre lagringstankar för eldningsolja (3 m³). Den stora framgången för plasttankarna i konkurrens med plåttankar beror till stor del på materialets korrosionsresistens i kombination med hög mekanisk styrka.

Även byggsektorn är en stor förbrukare av omättad polyester där den används i form av fasadplattor, korrugerade glasfiberarmerade plattor, lanterniner, lack och spackel.

Två användningssektorer, som för närvarande är relativt små förbrukare av omättad polyester, men av branschen väntas komma att snabbt öka i betydelse, är transportsektorn och tillverkning av formgods. Inom transportsektorn används glasfiberarmerad polyester för produktion av olika bilkomponenter. Materialet har här kommit till användning beroende på sina goda styrkeegenskaper i förhållande till produktens vikt.

Med omättad polyester konkurrerande material

Omättad polyester är numera ett accepterat material för tillverkning av fritidsbåtar och det är svårt att tänka sig en återgång till trä. För närvarande finns inte heller några andra konkurrerande material för produktion av större fritidsbåtar. Vid tillverkning av mindre båtar används även andra plaster, t. ex. ABS.

Inom rörsektorn konkurrerar omättad polyester med konventionella material, t. ex. förspänd armerad betong och metallrör. Den senaste tidens kraftiga prishöjningar på omättad polyester har försämrat dess konkurrensförmåga.

Prishöjningarna har även inneburit en försämrad konkurrensförmåga för oljetankar av armerad plast. Skall tanken markförläggas är en polyestertank fortfarande konkurrenskraftig. Placeras tanken inomhus så väljs vanligtvis en plåttank.

Framtida marknadsutveckling

Penetrationen av omättad polyester inom fritidsbåtsektorn är att betrakta som 100-procentig. En ökad förbrukning av omättad polyester är således direkt beroende av branschens tillväxttakt.

Försäljningen av båtar på den svenska marknaden anses komma att förbli relativt konstant under överblickbar framtid. Däremot väntas exporten av fritidsbåtar komma att öka kraftigt. Dessutom föreligger en trend mot allt större båtar, vilket innebär en ökad förbrukning av omättad polyester per båt.

Glasfiberarmerad polyester är även av intresse vid tillverkning av större båtar i reguljär trafik och då framför allt inom marinen och som fiskebåtar.

Inom rörsektorn har marknaden för polyesterrör inte utvecklats i den takt branschen väntade sig till följd av bland annat materialprisutvecklingen. Helt nya system för distribution av fjärrvärme studeras på olika håll. Utfaller dessa försök positivt kan detta väsentligt öka användningen av polyesterrör. Samma sak gäller de pågående studierna rörande användningen av polyesterrör som pipe-lines från oljefälten i Nordsjön.

Förbrukningen av omättad polyester inom byggsektorn har varit relativt statisk på senare år. Till följd av den förväntade lägre nybyggnationen i framtiden förutses en minskad efterfrågan av olika polyesterprodukter.

Produkter tillverkade av omättad polyester inom sektorerna transport och formgods förväntas öka snabbt i framtiden. Nya konverteringsmetoder kommer nämligen att möjliggöra en väsentligt rationellare produktion, vilket bör resultera i sänkta tillverkningskostnader.

Prognos över den svenska förbrukningen av omättad polyester

Utifrån information erhållen av tillverkare och konverterare, samt ovan diskuterade generella trender, så förutses behovet av omättad polyester komma att öka med ca 9 % per år till och med 1990. En sådan utveckling skulle innebära att förbrukningen av omättad polyester ökar från ca 18 000 ton 1974 till ca 70 000 ton år 1990.

Övriga Nordens förbrukning av omättad polyester

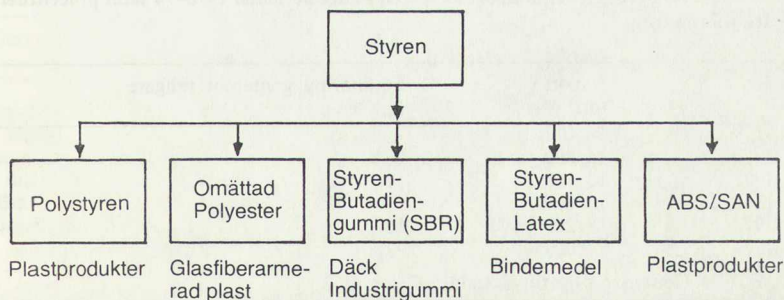
Förbrukningen av omättad polyester i Norge, Danmark och Finland uppskattas till totalt ca 25 000 ton 1974. Antas att efterfrågan tillväxer i samma takt som i Sverige så skulle behovet av omättad polyester i övriga Norden bli ca 95 000 ton 1990.

Den totala nordiska förbrukningen av omättad polyester 1990 blir således enligt ovan ca 165 000 ton.

3.5.4 Styren

Marknadsläge

Styren utgör råvara för tillverkning av ett antal olika derivat. I figur 4:25 redovisas de för svenskt vidkommande väsentligaste av dessa derivat.



Figur 4:25 Några av de väsentligaste styrenderivatet på den svenska marknaden

Tabell 4:43 Uppskattning av Sveriges ekvivalentbehov av styren 1974

Derivat	Förbrukning 1974, ton	Styrenequivivalentförbrukning 1974, ton
Polystyren	46 000	46 000
ABS/SAN	14 000	7 000
Omättad poly- ester	18 000	7 000
SBR	27 900	6 000
Styren-buta- dien-latex	22 100	6 000
Totalt styrenequivivalentbehov		72 000

Nuvarande förbrukning av styren samt förväntad utveckling för de olika styrenderivatet behandlas i avsnitt 3.4.1 och 3.5.1-3.

Det inhemska ekvivalentbehovet av styren 1974 har uppskattats och redovisas i tabell 4:43.

Inhemska tillverkning av styren saknas, varför hela behovet måste importeras.

Vid uppskattning av Sveriges faktiska förbrukning har efterfrågan antagits vara lika med nettoimporten. I tabell 4:44 redovisas nettoimporten av styren enligt import/exportstatistiken samt förändring gentemot tidigare år.

Den årliga genomsnittliga tillväxttakten för styrenförbrukningen har varit låg under den aktuella perioden, ca 2 %. År 1974 sjönk importen, vilket framför allt var en följd av bristen på styren, delvis orsakad av "energikrisen" 1973/74.

Jämförs ekvivalentbehovet av styren med den verkliga förbrukningen (=nettoimporten), så framgår att Sverige har en betydande nettoimport av olika styrenderivat.

Framtida marknadsutveckling

Den sannolika framtida utvecklingen för de olika styrenderivatet, och därmed indirekt den framtida styrenförbrukningen, har diskuterats i avsnitten 3.4.1 och 3.5.1-3, varför endast en kort summering görs i detta avsnitt.

Förbrukningen av styrenplaster i Sverige var ca 60 000 ton 1974 och den framtida tillväxttakten antas bli ca 7 % per år till och med 1990, motsvarande

Tabell 4:44 Sveriges nettoimport av styren under perioden 1970-74 samt procentuell årlig förändring

År	Import ton	Förändring gentemot tidigare år, %
1970	15 800	6
1971	16 100	2
1972	16 600	3
1973	18 200	10
1974	17 000	-7
1970-74 Genomsnittlig tillväxttakt, % per år 2		

ett behov av ca 175 000 ton styrenplaster. Nuvarande produktionskapacitet inom landet uppgår till 20 000 ton per år. Planer på en utbyggnad har offentliggjorts.

Det inhemska behovet av styren-butadien-latex var 1974 ca 22 000 ton och förväntas komma att växa till ca 65 000 ton 1990, motsvarande en tillväxttakt av ca 7 % per år. Inhemsk tillverkning av latex saknades 1974, men en anläggning har tagits i drift under 1975. Anläggningens kapacitet är 13 000 ton torr produkt per år. Ytterligare nyetablering är dessutom under utredning.

Sveriges förbrukning av styren-butadien-gummi var ca 28 000 ton 1974 och behovet antas komma att öka till ca 60 000 ton 1990, motsvarande en tillväxttakt av ca 5 % per år. Ingen inhemsk tillverkning finns för närvarande, men förutsättningarna för svensk produktion av styren-butadien-gummi utreds.

Förbrukningen av omättade polyestrar i Sverige var ca 18 000 ton 1974. Den framtida tillväxttakten antas bli ca 9 % per år till och med 1990, motsvarande ett behov av ca 70 000 ton omättad polyester detta år. Produkten tillverkas inom landet av bland annat Syntes AB och anläggningens nominella kapacitet är 15 000 ton per år. Tillstånd om framtida kapacitetsutbyggnad till 30 000 ton per år har erhållits.

Prognos över det svenska behovet av styren

Med utgångspunkt från den förväntade framtida efterfrågeutvecklingen för de olika styrenderivatet, så har ekvivalentbehovet av styren 1990 beräknats. Resultatet redovisas i tabell 4:45.

Den svenska ekvivalentförbrukningen av styren förväntas komma att öka från ca 72 000 ton 1974 till ca 210 000 ton 1990, motsvarande en tillväxttakt av ca 7 % per år.

3.5.5 Fenol

Marknadsläge

Sverige saknar inhemsk tillverkning av fenol, varför hela behovet importeras. Vid uppskattning av behovet har förbrukningen antagits vara lika med net-

Tabell 4:45 Beräkning av ekvivalentförbrukningen av styren i Sverige 1990

Derivat	Förbrukning 1990, ton	Styrenekvivalentförbruk- ning 1990, ton
Styren- plaster	175 000	150 000
Styren-buta- dien-latex	65 000	20 000
SBR	60 000	13 000
Omättad polyester	70 000	27 000
Totalt styrenekvivalentbehov		210 000

Tabell 4:46 Sveriges nettoimport av fenol under perioden 1970-74 samt procentuell årlig förändring

År	Import ton	Förändring gentemot tidigare år, %
1970	17 700	18
1971	15 500	-13
1972	16 700	8
1973	16 100	- 4
1974	17 300	7
1970-74 Genomsnittlig tillväxttakt, % per år 0		

toimporten. I tabell 4:46 redovisas importen av fenol enligt import/exportstatistiken samt förändring gentemot tidigare år.

Behovet 1974 vari stort oförändrat jämfört med 1970, ca 17 300 ton.

Användningsområden

Den svenska fenolförbrukningen går till ca 90 % för tillverkning av olika fenol-formaldehydprodukter, så kallade fenoplaster. Härvid skiljer sig Sverige väsentligt från Västeuropa, där en stor del av fenolkonsumtionen utgör råvara för nylontillverkning. Nylontillverkning saknas i Sverige.

Den väsentligaste användningen av fenoplasterna är som bindemedel i spånskivor, plywood, olika laminat (t. ex. Perstorpsplattan) och mineralull. Dessutom utnyttjas fenoplaster till pressmassor och lackhartser.

Fenol utgör även råvara för tillverkning av olika typer av alkyfenoler, vilka används som tensider inm tvättmedelsindustrin.

Med fenol konkurrerande produkter

Inom bindemedelssektorn konkurrerar fenoplasterna huvudsakligen med olika typer av aminohartser. Avgörande för val av hartstyp har i hög grad varit en kostnadsfråga.

Framtida marknadsutveckling

Behovet av bindemedel inom fibersektorn förväntas öka i fortsatt snabb takt. Aminohartserna utgör för närvarande det dominerande bindemedlet och ingen väsentlig omsvängning till fenolhartsernas förmån förväntas inom överskådlig framtid.

Till följd av de väsentligt höjda råoljepriserna kommer sannolikt efterfrågan av mineralull att öka för att möta kravet på ökad värmeisolering i olika byggnader. Å andra sidan kommer antalet färdigställda lägenheter per år att väsentligt minska, vilket innebär en minskad efterfrågan av byggmaterial totalt.

Tillverkningen av fenolhartsimpregnerade papperslaminat (typ Perstorpsplattan) har svarat för en icke oväsentlig andel av den svenska fenolhartsförbrukningen. Denna typ av produkter kommer sannolikt att möta ökad konkurrens från andra typer av lamineringsprodukter i framtiden. Detta

får till följd att efterfrågan av fenolhartsimpregnerade produkter inom denna sektor inte kommer att tillväxa i samma snabba takt som tidigare.

Ytaktiva ämnen baserade på alkylfenoler har begränsad nedbrytbarhet i naturen. Troligen kommer därför tvättmedels- och rengöringsmedelsindustrin på sikt att helt gå över till andra typer av tensider.

Prognos över den svenska förbrukningen av fenol

Utifrån information erhållen från olika representanter för producentledet, samt ovan diskuterade generella trender, så förutses den inhemska förbrukningen av fenol komma att öka med ca 5 % per år till och med 1990. Detta skulle innebära att fenolförbrukningen skulle komma att öka från ca 17 000 ton 1974 till ca 40 000 ton 1990.

Övriga Nordens förbrukning av fenol

Förbrukningen av fenol i Norge, Danmark och Finland uppskattas till totalt ca 27 000 ton 1973. Antas att efterfrågan tillväxer i samma takt som i Sverige så skulle behovet av fenol i övriga Norden bli ca 60 000 ton 1990.

Den totala nordiska förbrukningen av fenol 1990 blir således enligt ovan ca 100 000 ton 1990.

3.5.6 Bensen

Marknadsläge

Bensen tillhör en av de stora baskemikalierna och den totala förbrukningen av bensen för kemiska ändamål i USA, Japan och Västeuropa uppskattas till totalt ca 11,2 milj. ton 1973. I tabell 4:47 redovisas det svenska ekvivalentbehovet av bensen 1974.

Ekvivalentbehovet av bensen beräknas uppgå till ca 81 000 ton 1974.

Dessutom förbrukas ett antal andra fenolprodukter inom landet, vilka inte behandlas i detta sammanhang. Den totala inhemska bensenekvivalentförbrukningen uppskattas därför till ca 85 000 ton.

Sverige saknar inhemska tillverkning av bensen eller något av de mer betydelsefulla derivaten, varför den faktiska bensenförbrukningen endast uppgick till 34 ton 1974. I tabell 4:48 redovisas nettoimporten under tidsperioden 1970–1974 enligt import/export-statistiken.

Tabell 4:47 Uppskattning av Sveriges ekvivalentbehov av bensen 1974

Derivat	Förbrukning 1974	Bensenekvivalentbehov 1974
Styren ^a	72 000	62 000
Fenol	17 300	19 000
Totalt bensenekvivalentbehov		81 000

^a Avser ekvivalentförbrukning.

Tabell 4:48 Sveriges nettoimport av bensen under perioden 1970-74

År	Import, ton
1970	107
1971	149
1972	19
1973	25
1974	34

Framtida marknadsutveckling

Den sannolika framtida utvecklingen för de olika benserivatet, och därmed indirekt den framtida bensenförbrukningen, behandlas i avsnitten 3.5.4-5 och 3.7, varför endast en kort summering görs i detta avsnitt.

Ekvivalentförbrukningen av styren var i Sverige ca 72 000 ton 1974 och förväntas komma att öka med ca 7 % per år till och med 1990. En sådan utveckling skulle innebära ett styrenequivivalentbehov av ca 210 000 ton 1990.

Sverige saknar inhemsk tillverkning av styren men förutsättningarna för en produktion inom landet utreds.

Den inhemska förbrukningen av fenol var 1974 ca 17 000 ton och antas tillväxa med ca 5 % per år till och med 1990, vilket skulle innebära ett behov av ca 40 000 ton detta år. Inhemsk tillverkning saknas.

Prognos över det svenska behovet av bensen

Med utgångspunkt från den förväntade efterfrågeutvecklingen för de två diskuterade benserivatet har ekvivalentbehovet av bensen 1990 beräknats. Resultatet av denna beräkning redovisas i tabell 4:49.

Den svenska ekvivalentförbrukningen av bensen förväntas komma att öka från ca 81 000 ton 1974 till ca 225 000 ton 1990, motsvarande en tillväxttakt av ca 6,5 % per år.

3.6 o-Xylen och dess derivat

3.6.1 Ftalsyraanhydrid

Marknadsläge

Ftalsyraanhydrid (FSA) utgör en mellanprodukt för tillverkning av andra kemiska produkter. FSA tillverkas inom landet av Katalys AB, Nol. An-

Tabell 4:49 Beräkning av ekvivalentförbrukningen av bensen i Sverige 1990

Derivat	Förbrukning 1990, ton	Bensenequivivalentförbrukning 1990, ton
Styren ^a	210 000	180 000
Fenol	40 000	45 000
Total bensenequivivalentförbrukning		225 000

^a Avser ekvivalentförbrukning.

Tabell 4:50 Beräkning av Sveriges förbrukning av ftalsyraanhydrid under tidsperioden 1970–1974

År	Inhemsk pro- duktion ton	Nettoimport/ (Export) ton	Inhemskt behov ton
1970	16 500	(2 600)	13 900
1971	14 900	(3 600)	11 300
1972	11 500	200	11 700
1973	14 700	100	14 800
1974	12 200	(1 200)	11 000

läggningen har en nominell kapacitet av 15 000 ton per år.

Den svenska ekvivalentförbrukningen av FSA uppskattas till ca 19 000 ton 1973.

Det faktiska behovet av FSA (inkl. eventuella lagerförändringar), för inhemsk tillverkning av olika derivat, kan uppskattas utifrån produktion och nettoimport av FSA. I tabell 4:50 redovisas en sådan beräkning av förbrukningen för tidsperioden 1970–1974.

Tabell 4:50 visar att förbrukningen av FSA, för tillverkning av olika derivat, har legat relativt konstant vid 11–12 000 ton under den aktuella tidsperioden. Den kraftiga konsumtionsökningen 1973 var sannolikt beroende av en lageruppbyggnad till följd av "energikrisens" verkningar.

En jämförelse mellan den inhemska ekvivalentförbrukningen av FSA och verkligt behov 1973 visar att Sverige hade en relativt stor nettoimport av olika FSA-derivat detta år.

Användningsområde

Ftalsyraanhydrid används i Sverige för tillverkning av tre olika produkter, nämligen:

- Omättad polyester
- Mjukgörare
- Alkyder

Omättad polyester:

Användningen av omättade polyestrar har närmare diskuterats i avsnitt 3.5.3, varför den inte berörs här.

Mjukgörare:

De flesta plastmaterial är ofta i sig själva styva material. För att möjliggöra tillverkning av flexibla produkter tillsätts olika typer av "mjukgörare". Dessa produkter består vanligtvis av organiska estrar framställda ur en tvåbasisk syra eller anhydrid, t. ex. ftalsyraanhydrid, och en primär alkohol innehållande 6–10 kolatomer. Dominerande alkoholer är oktanol och isooktanol, vilka med FSA ger estrarna dioktylfталat (DOP) och diisooktylfталat (DIOP). FSA är den helt dominerande syran och ftalatmjukgörare svarar för ca 90 % av totala behovet av mjukgörare.

Alkyder:

Alkyderna används huvudsakligen som färgbindemedel. Kemiskt utgörs de av polyestrar där syrakomponenten vanligtvis är FSA och alkoholen är glycerin. Polyestern löses i ett organiskt lösningsmedel. Alkyderna har på senare tid tappat marknadsandel till de vattenbaserade färgerna till följd av att ingående lösningsmedel utgör en miljöolägenhet.

Framtida marknadsutveckling

Omättad polyester:

Den framtida utvecklingen för omättade polyestrar har diskuterats i avsnitt 3.5.3, varför den inte berörs här.

Mjukgörare:

Tillverkningen av mjukgjord PVC är den helt dominerande förbrukaren av olika mjukgörare. Andelen mjukgjord PVC utgjorde 1963 ca 80 % av totala PVC-förbrukningen i Sverige. År 1973 hade denna andel sjunkit till ca 45 % och den förväntas sjunka ytterligare något i framtiden. Detta innebär att efterfrågan av mjukgjord PVC kommer att tillväxa i en långsammare takt än PVC-förbrukningen totalt.

Ftalmjukgörarnas andel av totala mjukgörarbehovet förväntas inte komma att nämnvärt förändras under överblickbar framtid.

Alkyder:

Alkydfärgerna har tappat marknadsandel till latexbaserade färger till följd av miljöskäl. Marknadssituationen har stabiliserat sig något, men en fortsatt övergång till de latexbaserade färgerna förväntas, dock i en något långsammare takt än under de senaste åren. Alkydtillverkarna är väl medvetna om sin situation och försök har gjorts att utveckla vattenbaserade alkydfärger. Hitintills har framtagna lösningar ej kunnat konkurrera med de etablerade latexfärgerna.

Prognos över den svenska förbrukningen av ftalsyraanhydrid

Utifrån information erhållen från olika representanter för producentledet, samt ovan diskuterade generella trender, så förutses den inhemska ekvivalentförbrukningen av FSA komma att öka med ca 4,5 % per år till och med 1990. En sådan utveckling innebär att FSA-ekvivalentbehovet kommer att öka från ca 19 000 ton 1973 till ca 40 000 ton 1990.

Övriga Nordens förbrukning av ftalsyraanhydrid

Ekvivalentförbrukningen av FSA i Norge, Danmark och Finland uppskattas till totalt ca 40 000 ton 1973. Antas att efterfrågan av de olika FSA-derivaten tillväxer i samma takt som i Sverige, så skulle ekvivalentbehovet av FSA i övriga Norden bli ca 85 000 ton 1990.

Den totala nordiska ekvivalentförbrukningen av ftalsyraanhydrid blir således enligt ovan ca 125 000 ton.

3.6.2 o-Xylen

Marknadsläge

o-Xylen används huvudsakligen som råvara för tillverkning av ftalsyraanhydrid. Inhemsk tillverkning av o-xylen saknas. Däremot finns inom landet produktion av ftalsyraanhydrid, varför o-xylen importerar.

Sveriges ekvivalentbehov av o-xylen 1973 uppskattas till ca 23 000 ton. Den verkliga inhemska förbrukningen uppgick däremot till ca 18 000 ton samma år.

Framtida marknadsutveckling

Den framtida förbrukningsutvecklingen för o-xylen är direkt kopplad till den inhemska efterfrågan av ftalsyraanhydrid (FSA).

Den framtida utvecklingen för ftalsyraanhydrid redovisas i avsnitt 3.6.1, varför endast en kort summering görs i detta avsnitt.

Den inhemska ekvivalentförbrukningen av FSA var 1973 ca 19 000 ton och förväntas komma att öka med 4,5 % per år till och med 1990, vilket innebär ett behov av ca 40 000 ton detta år.

Befintlig produktionskapacitet var 1974 ca 15 000 ton ftalsyraanhydrid. Tillstånd har givits att expandera denna kapacitet till 25 000 ton per år.

Prognos över det svenska behovet av o-xylen

Med utgångspunkt från den förväntade framtida efterfrågeutvecklingen för ftalsyraanhydrid så beräknas ekvivalentbehovet av o-xylen komma att öka från ca 23 000 ton 1973 till ca 50 000 ton 1990, motsvarande en årlig tillväxttakt av ca 4,5 %.

3.7 Syntetfiber

Det har här valts att diskutera gruppen syntetfibrer i ett sammanhang då de är direkt substituerbara med varandra inom många användningsområden.

De syntetiska fiberprodukterna domineras av tre typer, vilka svarar för mer än 90 % av den totala syntetfiberförbrukningen (till gruppen syntetfiber räknas ej regenererad cellulosafiber). Dessa är:

- Nylon (eller polyamid, som den rationella benämningen)
- Polyester (bland annat känd under varubeteckningen Terylene)
- Akryl

Av övriga syntetfibrer är polypropenfiber den mest betydande.

Syntetfiber började tillverkas i början av 1950-talet (nylon dock redan 1939) och har alltsedan introduktionen uppvisat en snabb tillväxttakt. År 1960 svarade syntetfiber således för ca 7 % av den globala fiberkonsumtionen och år 1973 var andelen syntetfiber ca 40 %.

Nylon har hittills dominerat förbrukningen av syntetfiber i Västeuropa och svarade för ca 37 % av efterfrågan (se tabell 4:51).

Sin dominerande marknadsposition har nylon uppnått i och med att rationella tillverkningsprocesser först utvecklades för denna fibertyp. Sedan

Tabell 4:51 Västeuropas förbrukning av syntetfiber 1972

Fiber	Efterfrågan 1 000 ton	Procentuell andel av totalförbrukningen
Polyamid	640	37
Polyester	555	32
Akryl	490	28
Övrigt	65	3
Totalt	1 750	100

ett antal år har polyesterfibern uppvisat en snabbare tillväxttakt än nylon och väntas inom en nära framtid komma att överta rollen som dominerande syntetfiber.

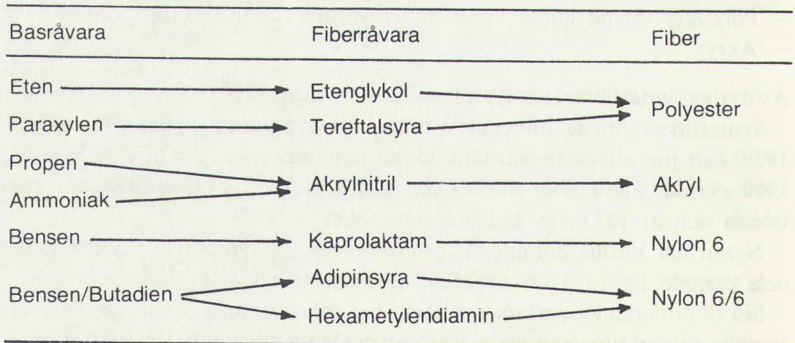
Tillverkning av syntetfiber baseras på petrokemiska produkter, vilka till största delen kan produceras i ångkrackningsanläggningar. Basråvarorna konverteras i ett eller flera processteg till fiberråvaror, som därefter polymeriseras och upparbetas till fibrer och textila råvaror. Sambandet petrokemisk basråvara – fiberråvara – syntetfiber för de tre dominerande syntetfibertyperna framgår av figur 4:26.

Ett utmärkande drag för produktionen av fiberråvara (monomer) är kravet på storskaledrift för uppnående av konkurrenskraftig tillverkningsekonomi.

Starkt generaliserat torde man kunna säga att enheter för tillverkning av fiberråvaror bör byggas i anläggningsstorlekar om minst 50 000 årstons kapacitet och i de flesta fall helst med mer än 100 000 årstons kapacitet.

Även tillverkningen av textilråvaror bör ske i stora rationella enheter. Dessa anläggningar är mycket kapitalkrävande, uppskattningsvis 4 000–6 000 kronor per årstons kapacitet (inklusive polymeriseringsanläggning, 1973 års prisnivå).

Inga djupgående försök har gjorts att prognostisera den framtida svenska förbrukningen av olika syntetfibrer. I stället används en mycket enkel analogimodell där det antas att den svenska per capitaförbrukningen av olika syntetfibrer motsvarar förhållandet i Västeuropa totalt samt att tillväxttakten för de olika fibertyperna blir densamma inom de två marknadsområdena. Utgångsmaterial utgör en prognos presenterad 1973 av G. L. Berrini, Snia Viscosa. Denna prognos förutser en efterfrågeökning av 2,7 % per år för fibrer totalt i Västeuropa under perioden 1972–1980. Syntetfibrer förutses



Figur 4:26 Schematisk framställning av olika processteg för tillverkning av syntetfibrer

Tabell 4:52 Sveriges beräknade förbrukning av olika typer av syntetfiber år 1972 och 1980

Fibertyp	Uppskattad förbrukning 1972 ton	Årlig tillväxttakt %	Uppskattad konsumtion 1980 ton
Polyamid	16 000	5,3	25 000
Polyester	14 000	10,3	30 000
Akryl	12 000	9,3	25 000
Övrigt	2 000	10,1	5 000
Totalt	44 000	8,3	85 000

dock komma att öka i en väsentligt snabbare takt, i genomsnitt 8,3 % per år. Av de olika syntetfibertyperna väntas polyesterfibern komma att öka snabbast, ca 10,3 % per år, därefter akryl med 9,3 % per år, medan däremot polyamidfibern förväntas öka med 5,3 % per år. Denna prognos omräknad till svenska förhållanden enligt ovan gjorda antaganden ger resultatet enligt tabell 4:52.

Som framgår av tabell 4:52 så förväntas den totala syntetfiberkonsumtionen komma att öka från ca 44 000 ton år 1972 till ca 85 000 ton år 1980 fördelad på 25 000 ton polyamid, 30 000 ton polyester och 25 000 ton akryl.

Sverige saknar för närvarande helt tillverkning av polymer för fibertillverkning och har endast en mycket begränsad tillverkning av nylonfibrer utifrån importerad polymer vid Svenska Rayon AB i Älvenäs. Denna enhet kommer dock inom en nära framtid att avvecklas. Beaktas den relativt begränsade inhemska marknaden för de olika syntetfibertyperna, de mycket höga investeringskostnaderna förknippade med fibertillverkning samt den relativt begränsade textilindustrin inom landet, så förefaller det som relativt osannolikt att en inhemsk tillverkning, baserad på egen råvara, av någon av de tre dominerande fibertyperna kommer till stånd inom den aktuella prognosperioden.

4 Sammanfattning av nuvarande och framtida förbrukning av primärprodukterna eten, propen, butadien och bensen

Den aktuella förbrukningen av primärprodukterna eten, propen, butadien och bensen ger en god uppfattning om ett lands petrokemiska industri. I tabell 4:53 sammanfattas den nuvarande svenska situationen för de 4

Tabell 4:53 Verklig och ekvivalentförbrukning av eten, propen, butadien och bensen i Sverige 1974 samt förväntad ekvivalentförbrukning av dessa produkter 1990

Produkt	Förbrukning 1974 ton	Ekvivalentförbrukning, ton		Genomsnittlig tillväxttakt 1974-90, %/år
		1974	1990	
Eten	307 000	280 000	697 000	6
Propen	7 000	57 000	170 000	7
Butadien	-	32 000	73 000	5,5
Bensen	-	81 000	225 000	6,5

produkterna samt förväntad framtida utveckling enligt den i tidigare avsnitt presenterade prognosen.

Den svenska petrokemiska industrin är för närvarande ensidigt inriktad på tillverkning av olika etenderivat, t. ex. etenoxid, LD- och HD-polyeten. Produktionen översteg 1974 ekvivalentbehovet med ca 7,5 %, vilket innebär en nettoexport av etenderivat. En mycket begränsad produktion av propenderivat finns för närvarande (propenoxid), medan inhemsk tillverkning av olika butadien- och benderivat saknas helt.

Den framtagna prognosen indikerar att ekvivalentförbrukningen av eten förväntas komma att öka från ca 280 000 ton 1974 till ca 700 000 ton 1990, vilket innebär en genomsnittlig tillväxttakt av ca 6 % per år.

Propenderivatbehovet förutses öka med ca 7 % per år till och med 1990, vilket medför att ekvivalentförbrukningen av propen ökar från ca 58 000 ton 1974 till 170 000 ton 1990.

Ekvivalentförbrukningen av butadien kommer enligt prognosen att öka från 32 000 ton 1974 till ca 73 000 ton 1990, motsvarande en tillväxttakt av ca 5,5 % per år.

Benderivatefterfrågan förväntas öka med ca 6,5 % per år till och med 1990, vilket innebär att ekvivalentförbrukningen av bensen blir ca 225 000 ton detta år.

Bilaga 5 Ordförklaringar

ABS-plast

Akrylnitril-Butadien-Styrenplast, en termoplast.

Alifatiska kolväten

Kolväten där kolatomerna bildar raka eller grenade kedjor.

Alkylering

Innebär hopkoppling av ett olefinkolväte med ett annat kolväte.

Antioxidant

Ämne som vid tillsats till polymerer fördröjer oxidation av polymeren vid dess kontakt med luftens syre.

Aromater

Vissa kolväten där kolatomerna bildar ringar med sex kolatomer i varje ring. Till ringarna kan andra atomgrupper vara kopplade.

ASPU

AB Svensk Petrokemisk Utveckling.

Baskemikalie

Används för att beteckna kemikalier som i stora mängder används som råvara (bas) i kemisk produktion.

Basplast

Betecknar de slutprodukter från den petrokemiska industrin som används som råvaror inom främst den plastbearbetande samt lim- och färgindustrin. Basplast kan utgöras av ren polymer men innehåller ofta tillsatser som mjukmedel, fyllnadsmedel etc.

Biocid

Betyder egentligen livsdödare och betecknar bekämpningsmedel mot levande organismer. Underavdelningar är herbicider, insekticider etc.

BS₇

Biokemisk syreförbrukning (mätt under 7 dygn) försakad av lösta och suspenderade organiska ämnen i vatten. Används som mått på halter av organiska föroreningar.

BTX

Beteckning för aromaterna bensen, toluen och xylen.

Bulktransporter

Betecknar transporter i större enheter, t. ex. i containers, tankbilar eller tankfartyg. Motsatsen är styckegodstransporter där godset transporteras i säckar, lådor, kaggar etc.

C₁C₂C₃C₄ etc.

Beteckning, oftast på kolväten, för att ange antalet kolatomer i mole-

kylerna. Används ofta för blandningar av olika kolväten. "C₄-kolväten" kan t. ex. utgöras av butener, butaner och butadien.

COD

Chemical Oxygen Demand, dvs. kemisk syreförbrukning, är ett mått på hela innehållet av syreförbrukande ämnen i avloppsvatten eller i en recipient.

Dehydrering

Avspjälkning av väte från ett ämne.

Destillation

Separation av blandningar av olika ämnen med hjälp av skillnader i deras flyktighet. Destillation i stor skala sker vanligen kontinuerligt i destillationskolonn från vars topp de lättflyktiga ämnena avgår. De mindre lättflyktiga ämnena tas ut från lägre nivåer i kolonnen.

Dwt

Deadweightton, vikten i ton av ett fartygs last och drivmedel.

Ekvivalentförbrukning

Åtgången av en produkt för tillverkning av dess olika derivat.

Elastomer

Polymer kännetecknad av att den har elastiska egenskaper.

Emission

Utsläpp av föroreningar. Betecknar även de utsläppta föroreningarna.

Emulsionspolymerisering

Monomeren finfördelas i vatten med hjälp av emulgeringsmedel. Polymerisationen sker på monomerdropparnas yta och ger upphov till en mycket finfördelad polymer, en latex. Jämför suspensionspolymerisering.

Endoterm process

Process, där de kemiska reaktionerna sker under upptagande av värme.

Estrifiering

Kemisk reaktion mellan en alkohol och en syra, varvid en ester bildas.

Exoterm process

Process, där de kemiska reaktionerna sker under avgivande av värme.

Extraktion

Separation av blandningar av olika ämnen med hjälp av skillnader i deras löslighet i ett lösningsmedel, extraktionsmedlet.

Extrudering

Den vanligaste bearbetningsmetoden för termoplaster. Den smälta platen pressas med skruv genom ett munstycke varvid granuler, stavar, rör, trådar, folier och andra produkter formas.

Fenoplast

Härdplast framställd ur fenoler och formaldehyd.

Fiberråvara

Råvara, t. ex. kaprolaktam och akrylnitril, för framställning av syntetiska fibrer.

Fluidiserad bädd

Utgörs av en bädd av fasta partiklar som bringats i stark rörelse genom att gas eller vätska underifrån pressas genom bädden. Kallas även sväv-bädd.

Förestring

Se estrifiering.

G

Uttalas jiga (stavas giga) och betecknar miljard i sammansättningar som Gcal = 1 000 000 000 cal.

Gasbensin

Klart färglöst och lättflytande petroleumdestillat. Slutkokpunkt ca 180°C. Det engelska uttrycket för gasbensin är virgin naphtha och på svenska används även begreppen gasnafta och nafta.

Gasolja

Tunnflytande petroleumdestillat som kokar mellan ca 170 och 360°C.

Grafit

I naturen förekommande form av kol. Framställs även syntetiskt.

Granulering

Avkylning i gas eller vätska av droppar av ett smält ämne så att dropparna stelnar till granulat.

HD-polyeten

High-density-polyethylene, dvs. polyeten med hög densitet, 0,96 g/cm³.

Hydratisering

Kemisk bindning av vatten till ett ämne.

Hydrokracker

Katalytisk kracker där krackningen sker under tillsats av vätgas vid högt tryck.

Hydrolys

Sönderdelning av ett ämne med hjälp av vatten. Hydrolys av en ester ger alkohol och syra och är motsatsen till förestring.

Hårdplast

Plast som inte kan smältas efter det att polymerisationen ägt rum. Hårdplast måste därför formas före eller under polymerisationen. Efter polymerisationen kan formning ske med mekaniska metoder. Jämför termoplast.

Immission

Förekomst av förorening i en viss punkt eller ett visst område.

J

Joule. Rekommenderad energienhet enligt det nya internationella mått-systemet.

k

Uttalas kilo och betecknar tusen i sammansättningar som kton = 1 000 ton.

Katalytisk kracker

Processenhet i ett raffinaderi där vissa destillat (gasolja eller vakuumbensin) i närvaro av en katalysator krackas till mer lättflyktiga petroleumprodukter, främst bensin. Som biprodukt erhålls bland annat raffinaderigaser.

Katalytisk reformering

Omvandling av gasbensin med lågt oktantal till motorbensin med högt oktantal genom behandling av gasbensinen vid hög temperatur och relativt högt tryck i närvaro av vätgas och en katalysator. Biprodukter är vätgas, bränngas och gasol.

kcal

Kilokalori. 1 kcal = 1,16 Wh = 4,19 kJ.

Kimrök

Finfördelat kol. Används bl. a. i bildäck. Benämnes även carbon black.

Kondensering

Kemisk reaktion mellan två eller flera lika eller olika molekyler, under avgivande av ett ämne med låg molekylvikt som vatten eller ammoniak.

Är en av de reaktioner som kan producera polymerer.

Kondensering innebär även en fysikalisk process varigenom ånga överförs till vätska genom värmebortförel.

Krackning

Kommer från engelskans crack = slå sönder. Krackning innebär att större molekyler slås sönder till mindre.

Krackbensin

Bensin erhållen som huvudprodukt eller som biprodukt vid krackning.

Jämför pyrolysbensin.

kWh

Kilowattimmar. 1 kWh = 3,6 miljoner Joule (MJ).

LD-polyeten

Low-density-polyethylene, dvs. polyeten med låg densitet, 0,92 g/cm³.

LNG

Liquefied Natural Gas eller på svenska kondenserad naturgas. Genom kondenseringen minskar volymen till $\frac{1}{600}$ vilket underlättar transport

och lagring. LNG har en temperatur på ca -160°, som är LNG:s kokpunkt.

LPG

Liquefied Petroleum Gases eller på svenska kondenserad petroleumgas.

Utgörs av ur petroleum eller naturgas erhållna gasformiga kolväten, huvudsakligen bestående av propan och butan. LPG marknadsförs i Sverige under namnet gasol.

M

Uttalas mega och betecknar miljon i sammansättningar som MW = 1 000 000 W. Obs: litet m uttalas milli och betecknar tusendel i sammansättningar som mW = $\frac{1}{1000}$ W.

Melaminplast

1 000

Härdplast framställd av melamin och formaldehyd.

Monomer

Kemisk förening med sådana egenskaper att den kan polymerisera. Mono betyder en på grekiska och mer betyder del.

Nafta

Klar, färglös och lättflytande vätska bestående av huvudsakligen paraf-finkolväten och som vanligtvis kokar mellan ca 150–200°C. Bör användas med prefixen lack, tvätt eller process. Nafta används även som beteckning på gasbensin.

Naftener

Kolväten där kolatomerna är anordnade ringformigt. Exempel är cyklohexan med sex kolatomer och tolv väteatomer.

NGL

Natural Gas Liquids. Kolväten med två eller flera kolatomer avskiljda ur naturgas genom partiell kondensation eller extraktion. Jämför våtgas.

Olefin

Kolväte med en dubbelbindning mellan två av kolatomerna. Sådana kolväten kallas också omättade och reagerar lättare med andra ämnen än mättade kolväten.

Olefin-aromatlinjen

Används i detta betänkande för att beteckna de förädlingskedjor som börjar med framställning ur petroleum-fraktioner av olefiner och aromater i ångkracknings- och katalytiska reformeringsanläggningar.

Oxoprocessen

Innebär att en olefin genom reaktion med en blandning av koloxid och vätgas omvandlas till en aldehyd, innehållande en kolatom mer än olefinråvaran.

Paraffiner

Beteckning för en grupp mättade kolväten där kolatomerna är arrangerade i raka eller grenade kedjor. De enklaste paraffinerna är metan, etan och propan.

Partialtryck

Deltryck, den del av det totala trycket som ett visst ämne i en blandning ger upphov till.

Partiell oxidation

Kan också kallas ofullständig förbränning, dvs. allt kol i det organiska materialet förbränns inte fullständigt till koldioxid utan bildar i stället kolmonoxid. Partiell oxidation används vid framställning av syntesgas ur t. ex. eldningsolja och syrgas.

Polymer

Kemisk förening med hög molekylvikt framställd genom polymerisation av ett stort antal lika eller olika monomerenheter. Poly betyder många på grekiska och mer betyder del.

Polymerer är vanliga i naturen, t. ex. cellulosa, naturgummi och äggviteämnen. Man har lyckats syntetisera ett fåtal naturliga polymerer.

Polymerisation, polymerisering

Kemisk reaktion mellan ett stort antal monomerenheter så att en polymer bildas.

Polyolefiner

Polymerer framställda genom polymerisation av olefiner. Exempel på polyolefiner är polyeten, polypropen och polybuten.

Primärprodukter

Beteckning på de reaktionsbenägna produkter som framställs i primära petrokemiska processer ur naturgas eller petroleumfraktioner och som utgör råvaror för de senare leden i de petrokemiska förädlingskedjorna. De vanligaste primärprodukterna är eten, propen, butadien, bensen, toluen, xylen och syntesgas.

PVC

Polyvinylklorid (Polyvinylchloride).

Pyrolysbensin

Beteckning på de bensinfraktioner som erhålles som biprodukt vid ångkrackning. Pyrolysbensinen är rik på aromater och lämpar sig därför som råvara för aromatproduktion och som komponent vid tillblandning av motorbensin.

Raffinaderigaser

Gaser innehållande bl. a. C_1 - C_5 -kolväten erhållna i raffinaderier vid främst destillation, reformering och krackning. Gaserna kan användas som bränsle i raffinaderiet. Ofta avskiljs C_3 - C_4 -kolvätena och säljs som LPG (gasol).

Reformering

Termisk eller katalytisk reformering används för att höja oktantalet hos bensin. Numera används mest katalytisk reformering (se detta uppslagsord). Jämför ångreforming.

SAN-plast

Styren-Akrylnitril-plast, en termoplast.

SBR

Styrene-Butadiene-Rubber eller på svenska styren-butadien-gummi, ett syntetiskt gummi.

Styrenplaster

Beteckning för en grupp termoplaster där den dominerande råvaran är styren. De vanligaste är polystyren, ABS-plast och SAN-plast.

Suspensionspolymerisering

Monomeren finfördelas i vatten genom kraftig omrörning och genom tillsats av små mängder dispergeringsmedel. Polymerisationen sker i monomer-dropparna. Jämför emulsionspolymerisering.

Syntesgas

Blandning av koloxid och vätgas i olika proportioner beroende på vad den skall användas till. Används främst för framställning av ammoniak och metanol och kan framställas genom ångreforming av naturgas eller partiell oxidation av eldningsolja.

Syntesgaslinjen

Används i detta betänkande för att beteckna de förädlingskedjor som börjar med framställning ur naturgas eller petroleumfraktioner av syntesgas.

Termoplast

Termoplaster smälter vid uppvärmning och stelnar vid avkylning. Denna egenskap kan användas för formning av termoplaster. Jämför härdplast.

Toe

Ton olje-ekvivalenter, energimängd motsvarande frigjord energi vid förbränning av ett ton olja. 1 toe = Gcal = 11,63 MWh = 41,87 GJ.

Urea

Andra namn är karbamid och urinämne. Framställs ur ammoniak och koldioxid och används som gödningsmedel samt för framställning av ureaharts.

Ureaharts

Härdplast framställd av urea och formaldehyd.

Vakuumdestillation

Destillation vid lågt tryck, vakuum. Genom att trycket sänks, sänks även de behandlade ämnenas kokpunkter, vilket kan vara fördelaktigt om ämnena är känsliga för höga temperaturer.

VCM

Vinylkloridmonomer (Vinyl Chloride Monomer).

Våtgas

Betecknar en gas där kolväten med 2–4 kolatomer dominerar, erhållen genom avskiljning ur naturgas eller råolja. Våtgas ur naturgas kallas även NGL.

Ångkrackning

Krackning i närvaro av vattenånga. Vanliga råvaror är våtgas och gasbensin och produkterna är främst eten, propen, butadien och en aromatrik bensinfraktion. Katalysator används ej.

Ångreforming

Process för att i närvaro av vattenånga och med hjälp av katalysator omvandla naturgas eller lättare petroleumfraktioner till syntesgas.

Återloppskokning

Kokning där de uppstigande ångorna omedelbart kondenseras och får rinna tillbaka ner i kokaren.

Bilaga 6 Direktiven

Direktiven för Petroindustriutredningen framgår av statsrådsprotokollet den 7 april 1972.

Utredning rörande transport, raffinering och förädling av olja och naturgas

Chefen för industridepartementet, statsrådet Johansson, anmäler efter gemensam beredning med statsrådets övriga ledamöter fråga om utredning rörande *transport, raffinering och förädling av olja och naturgas* och anför:

Sverige kommer för lång tid att vara beroende av petroleumprodukter för sin energiförsörjning. Dessa dominerar helt transportsektorns energibehov och utgör den viktigaste energikällan såväl för många industriella processer som för lokaluppvärmning. Oljan förbrukas nästan uteslutande för energiändamål och svarar nu för ca 70 % av den svenska energiförsörjningen. Förbrukningen av raffinerade produkter för förädling inom den petrokemiska industrin ökar, men uppgår f. n. endast till några procent av den totala oljeförbrukningen.

Vårt beroende av olja för energiförsörjningen kommer att öka fram till mitten av 1970-talet genom stagnation i vattenkraftproduktionen och minskade andelar kol, koks och inhemska bränslen. Förbrukningen av eldningsolja förväntas därefter få minskad relativ betydelse på grund av den snabba kärnkraftutbyggnaden men torde absolut sett komma att öka fram till slutet av seklet. Denna bild kan ändras bl. a. genom introduktion av naturgas på den svenska marknaden, ändrade prisrelationer mellan olika energislag och hänsynen till miljövårdsaspekterna. Det kan vidare antas att en allt större andel oljeprodukter kommer att vidareförädlas till kemiska produkter såsom syntetfibrer, plaster, syntetgummi och gödselmedel.

Sverige är för sin oljeförsörjning helt beroende av tillförsel från andra länder. Råolja importeras huvudsakligen från Mellersta Östern och Afrika medan raffinerade produkter till största delen erhålls från Västeuropa.

Den svenska oljeförsörjningen domineras av svenska dotterföretag till fem stora multinationella oljeföretag – AB Svenska Shell (Shell), Svenska Esso AB (Esso), Svenska BP Oljeaktiebolag (BP), Texaco Oil AB (Texaco) och Svenska Gulf Oil AB (Gulf) – samt två svenskägda företag – Nynäs Petroleum AB (Nynäs) och Oljekonsumenterna (OK). Varje oljeföretag har egen oljeimport, bulktransport och detaljdistribution samt vanligen även

egna raffinaderier i eller utom landet. Distributionen av oljeprodukter till konsumenten sker i regel i två steg dels genom bulktransporter från raffinaderier till olika marknadsregioner med tankfartyg, järnväg eller stora tankbilar, dels genom individuell distribution med tankbil från regiondepåer till konsumenterna. Även om en viss samlokalisering har skett vad gäller depålagring utgör gemensam distribution ett marginellt inslag i den svenska oljeförsörjningen. Detta beror delvis på att det för de multinationella företagen ställer sig naturligt att betrakta oljetillgångar, raffinering och distribution som en integrerad verksamhet, vilket innebär att verksamheten torde utformas för att uppnå bästa möjliga företagsekonomiska resultat i stort sett oberoende av nationella gränser.

Den inhemska raffinaderikapaciteten motsvarar endast ca 40 % av förbrukningen av petroleumprodukter och uppgick år 1970 till drygt 13 milj. ton råolja per år, med följande fördelning (milj. ton råolja per år).

BP, Göteborg	5,5
Shell, Göteborg	5,0
Nynäs, Nynäshamn	2,9
	13,4

Den ringa raffineringkapaciteten på ostkusten får till följd att Stockholmsregionen och Mälardalen till övervägande del försörjs med produkter från raffinaderier i utlandet. Denna regionala snedfördelning kommer sannolikt att bli ännu mera markant under 1970-talet, eftersom alla nu kända raffinaderiprojekt avser utbyggnader på Västkusten. Av de olika projekten är OK:s raffinaderi vid Brofjorden det längst framskridna. Enligt företagets planer skall raffinaderiet ha en årskapacitet på 7 milj. ton råolja och tas i drift år 1975. BP och Shell planerar också att expandera och har ansökt hos koncessionsnämnden för miljöskydd om tillstånd att få bygga ut kapaciteten vid sina raffinaderier i Göteborg med resp. 10 och 8 milj. ton råolja per år.

Den petrokemiska industrin i Sverige har under 1960-talet expanderat snabbare än genomsnittet för hela industrin. Inräknat basplasterna uppgick år 1970 den petrokemiska produktionens saluvärde till ca 1 miljard kronor. Det petrokemiska området uppvisar trots detta ett betydande importöverskott.

Den svenska petrokemiska industrin har sitt centrum i Stenungsund på Västkusten med Essos krackningsanläggning och närliggande följdindustrier. Detta centrum etablerades under 1960-talets första hälft. Med importerad nafta som råmaterial framställs här krackerprodukter som eten, propen etc. Av dessa är det i stort sett endast eten som förädlas inom landet. Den största etenförbrukaren är Unifos AB, som producerar basplasten polyeten för användning i förpackningar, kabelisolering, rör, flaskor m. m. KemaNord AB tillverkar vinylklorid, vilken polymeriseras till polyvinylklorid (PVC) dels i Stenungsund, dels i Stockvik utanför Sundsvall. Bland polyvinylkloridens skilda användningsområden kan nämnas förpackningar och flaskor. Vid det tredje petrokemiska företaget MoDoKemi AB, tillverkas etenoxid som förädlas till bl. a. etenglykol för användning som kylarvätska i bilar.

Inom den petrokemiska branschen kan väntas en fortsatt stark expansion och kanske också en breddning av produktsortimentet. Sveriges kemiska industrikontor (Kemikontoret) har i samband med förarbetena för den fysiska riksplaneringen angett att expansionen inom petrokemisk industri fram till sekelskiftet kan beräknas komma att ske genom fortsatt utbyggnad i Stenungsund och tillkomsten av 1–3 nya petrokemiska centra, vilka enligt Kemikontoret torde förläggas i anslutning till raffinaderier på Västkusten. Eventuellt kan enligt Kemikontoret även en lokalisering till Helsingborg/Malmö-området bli aktuell.

Frågan om den framtida lokaliseringen av raffinaderier och petrokemisk industri har nyligen behandlats av 1968 års utredning om rörtransport av olja och gas (rörtransportutredningen) i delbetänkandet (SOU 1970:57) Olja i rör. Bland de faktorer som utredningen hade att beakta i kartläggningen av förutsättningarna för rörtransport av råolja och oljeprodukter ingick lokaliseringen av raffinaderier och petrokemisk industri. Utredningen kom fram till att inlandslokalisering från företagsekonomisk synpunkt är mindre gynnsam än lokalisering vid kust. Man pekade bl. a. på att kapaciteten hos ett inlandsraffinaderi skulle bli mindre än hos ett kustlokaliserat raffinaderi och att ett kustraffinaderi får väsentligt större möjligheter att utjämna tillfälliga överskott eller underskott på vissa oljeprodukter än ett inlandsraffinaderi. Även för petrokemisk industri ansågs kustlokalisering vara mest gynnsam.

Med utgångspunkt i bedömningen att raffinaderier torde komma att lokaliseras vid kust och att en rörledning västkust-ostkust skulle kräva en transportvolym av 10–12 milj. ton råolja per år vid en högsta tillåtna tonnagstorlek i Östersjön på ca 100 000 ton kom utredningen fram till att det f. n. inte finns förutsättningar för rörtransport av råolja i Sverige. Däremot förordade man att rörledningstransport av tunna oljeprodukter från Göteborg till Mälardalen borde studeras närmare av berörda oljeföretag. Detta arbete pågår f. n. liksom utredningens fortsatta arbete vad gäller förutsättningarna för naturgasledningar i Sverige. Rörtransportutredningen beräknas komma med sitt slutbetänkande under våren 1972.

I rapporten (SOU 1971:75) Hushållning med mark och vatten som nyligen lagts fram av civildepartementet som resultat av förarbetena för den fysiska riksplaneringen behandlas frågor om utbyggnad av oljeraffinaderier och petrokemisk industri från bl. a. miljö- och regionalpolitiska synpunkter. De bedömningar som branschorganisationerna gjort i samband med förarbetena pekar på en kraftig utbyggnad av raffinaderikapaciteten och den petrokemiska industrin i Sverige under de närmaste decennierna. Branschorganisationerna anser att denna utbyggnad i första hand bör lokaliseras till Västkusten. Det framhålls i rapporten att vissa företagsekonomiska motiv finns för en sådan lokalisering, men att ytterligare omfattande utbyggnader av raffinaderier och petrokemisk industri på Västkusten kan medföra allvarliga problem bl. a. med hänsyn till Västkustens stora värde från rekreations- och naturvårdssynpunkter och till effekterna på naturmiljön av utsläpp av föroreningar från sådana anläggningar. Det påpekas vidare att omfattande utbyggnader av raffinaderi- och petrokemikapaciteten på Västkusten innebär att möjligheterna att senare förlägga raffinaderier och petrokemisk industri till andra delar av landet försvåras. Av bl. a. dessa skäl förordas att närmare

undersökningar görs beträffande den framtida utbyggnaden och lokaliseringen av raffinaderier och petrokemisk industri.

Vad jag hittills anfört pekar på att vi står inför en betydande expansion av raffinering och förädling av olja inom landet. En sådan expansion kommer att kräva stora investeringar från både företagens och samhällets sida för att förverkligas och får om den realiserats långsiktiga och betydande verkningar såväl för vårt lands energiförsörjning som för dess industristruktur, sysselsättning, beredskap och miljö. De överväganden som hittills gjorts inom ramen för förarbetena med den fysiska riksplaneringen bör kompletteras med en mer detaljerad bedömning. Utbyggnaden av raffinaderier och petrokemisk industri är dessutom starkt beroende av vårt transportsystem för oljeprodukter och tillgången till naturgas på den svenska marknaden. Exempelvis skulle införandet via rörledning av naturgas till Sverige få till följd en minskad marknad för tunga oljeprodukter, samtidigt som det skulle kunna ge en breddad råvarubas för vår petrokemiska industri. Det är därför angeläget att en samlad bedömning av den framtida utvecklingen av transport, raffinering och förädling av olja och naturgas i vårt land kommer till stånd. En sådan bedömning bör kunna bidra till beslutsunderlaget för företagen och statsmakterna vid ställningstaganden till utbyggnader inom dessa sektorer.

Sakkunniga bör därför tillkallas med uppgift att klarlägga utformningen av från samhällssynpunkt bästa möjliga struktur och utbyggnad av transport, raffinering och förädling av olja och naturgas. De sakkunnigas arbete bör inriktas på en analys av de samhälleliga konsekvenserna av olika utbyggnads-, kapacitets- och lokaliseringalternativ. Härvid bör särskilt uppmärksammas de miljö- och sysselsättningseffekter samt de krav på samhällsinvesteringar, såsom vägar, hamnar, bostäder etc., som följer av olika alternativ. De sakkunniga bör även analysera beredskapskonsekvenser av olika strukturförändringar.

Analysen bör göras av alternativa lokaliseringar såväl vid kust som i inlandet för raffinaderier och petrokemisk industri. De sakkunniga bör härvid främst inrikta sig på följande fyra huvudalternativ: konventionellt raffinaderi utan anknäring till petrokemisk industri, konventionellt raffinaderi samlokaliserat med petrokemisk industri, petrokemiskt raffinaderi med satellitindustrier och petrokemisk industri baserad på naturgas. Möjligheterna till och konsekvenserna av samlokalisering med energiförbrukande tung industri samt kraft- och värmeverk bör beaktas. I fråga om transporter bör de sakkunnigas bedömningar avse såväl nuvarande transportsystem som rörledningar.

De sakkunniga skall inte göra någon egen bedömning av den framtida energiförbrukningen. Denna uppgift bör ankomma på de särskilda sakkunniga som jag tillkallade med stöd av ett den 24 mars 1972 erhållet be- myndigande, för att utreda och bedöma den framtida utvecklingen på energiområdet. I transportfrågan bör i första hand det material utnyttjas, som kan erhållas från 1968 års utredning om rörtransport av olja och gas. Vad gäller produktions- och marknadsutvecklingen inom petrokemisk industri bör främst användas befintligt material. Utbyggnadsplaner i de övriga nordiska länderna bör beaktas. De sakkunniga bör samråda med den nyligen tillsatta utredningen (C 1972:1) rörande särskilda problem i samband med

utbyggnad av vissa stora industrianläggningar. De bör även etablera nära kontakt med berörda företag och organisationer.

Genom den redan idag starka inriktningen mot en expansion på Västkusten av både raffinaderier och petrokemisk industri är det väsentligt att en analys av de samhälleliga konsekvenserna – inte minst de miljömässiga – av en sådan utbyggnad tidsmässigt ges förtur i de sakkunnigas arbete. Jämförande basundersökningar bör göras för vart och ett av områdena Stenungsund, Göteborg och Lysekil med syfte att belysa förutsättningarna för och konsekvenserna av en utbyggnad av raffinaderier och petrokemisk industri. Det är angeläget att de sakkunniga härvid bedömer och värderar de begränsningar som en expansion på Västkusten skapar för möjligheterna att förlägga den fortsatta utbyggnaden av raffinaderier och petrokemisk industri till andra delar av landet. På grundval av detta material bör de sakkunniga utreda de samhälleliga för- och nackdelarna av alternativa utbyggnadsprogram för den petrokemiska industrin och för raffinaderier och ange hur en från dessa synpunkter önskvärd expansion bör utformas, dvs. var och i vilken tidsföljd en utbyggnad bör ske.

På grund av det anförda hemställer jag att Kungl. Maj:t bemyndigar chefen för industridepartementet

- att tillkalla högst åtta sakkunniga med uppdrag att utreda frågan om transport, raffinering och förädling av olja och naturgas,
- att utse en av de sakkunniga att vara ordförande,
- att besluta om experter, sekreterare och annat arbetsbiträde åt de sakkunniga.

Vidare hemställer jag att Kungl. Maj:t föreskriver

att de sakkunniga får samråda med myndigheter samt begära uppgifter och yttranden från dem,

att ersättning till sakkunnig, expert och sekreterare skall utgå i form av dagarvode enligt kommittékungörelsen (1946:394), om ej annat föreskrivs,

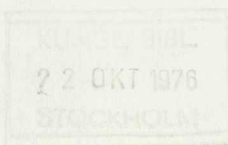
att kostnaderna för undersökningarna skall betalas från trettonde huvudtitelns kommittéanslag.

Vad föredraganden sålunda med instämmande av statsrådets övriga ledamöter hemställt bifaller Hans Maj:t Konungen

Statens offentliga utredningar 1976

Kronologisk förteckning

1. Arbetsmiljölög. A.
 2. Bakgrund till förslag om arbetsmiljölög. A.
 3. Rapport i psykosociala frågor. A.
 4. Internationella konventioner inom arbetarskyddet. A.
 5. Säkerhetspolitik och totalförvar. Fö.
 6. Deltidsanställdas villkor. Ju.
 7. Deltidsarbete 1974. Ju.
 8. Regionala trafikplaner – länsvisa sammanfattningar. K.
 9. Sexuella övergrepp. Ju.
 10. Skolans ekonomi. U.
 11. Bostadsbeskattning II. Fi.
 12. Företagens uppgiftslämnande. Fi.
 13. Byggnadsindex för husbyggnader och anläggningar. Fi.
 14. Kårobligatorium? U.
 15. Utbildning i förvaltning inom försvaret. Del 3. Fö.
 16. Folkhögskolan. U.
 17. Skador i arbetet. A.
 18. Lokala trafikföreskrifter m. m. K.
 19. Den militära underrättelsetjänsten. Fö.
 20. Kultur åt alla. U.
 21. Trafikbuller. Del 3. Buller från fritidsbåtar. K.
 22. Sveriges export 1975–1980. Bilaga 2 till 1975 års långtidsutredning. Fi.
 23. Produktansvar I. Ersättning för läkemedelsskada. Ju.
 24. Internationellt patentsamarbete II. H.
 25. Internationellt patentsamarbete II. Bilagor. H.
 26. Bostadsverket. Samordning-decentralisering. B.
 27. Den internationella bakgrunden. Bilaga 1 till 1975 års långtidsutredning. Fi.
 28. Vattenkraft och miljö 3. B.
 29. Verkstadsindustrins arbetsmarknad. I.
 30. Använt kärnbränsle och radioaktivt avfall. Del I. I.
 31. Använt kärnbränsle och radioaktivt avfall. Del II. I.
 32. Spent nuclear fuel and radioactive waste. I.
 33. Musiken-människan-samhället. U.
 34. Arbetstidsförkortning – när? hur? A.
 35. Dryckesförpackningar och miljö. Jo.
 36. Anonymitet och tvångsmedel. Ju.
 37. Smugglingsbrott och tulltillägg. Fi.
 38. Yrkesinriktad rehabilitering. A.
 39. Hemvist. Fi.
 40. Kommunal utveckling. Fi.
 41. Använt kärnbränsle och radioaktivt avfall. Bilagor. I.
 42. Långtidsutredningens modellsystem. Bilaga 8 till 1975 års långtidsutredning. Fi.
 43. Länskort i kollektivtrafiken. K.
 44. Sjöfart och flagg. K.
 45. Kommunernas ekonomi 1960–1972. Fi.
 46. Skolhälsovården. U.
 47. Färre brottmål. Ju.
 48. Reklam och integritet. Ju.
 49. Offentligt utredningsväsende. Fi.
 50. Statligt personskadeskydd. S.
 51. Modeller för samhällsekonomisk perspektivplanering. Bilaga 7 till 1975 års långtidsutredning. Fi.
 52. Utbildning för konstvärd och konservering vid konsthögskolans institut för materialkunskap. U.
 53. Försäkringsrätt och försäkringsöverdomstol. S.
 54. Om fondkommissionsrörelse m. m. Fi.
 55. Kommunal energiplanering. I.
 56. Fastighetsdata. Ju.
 57. Fastighetsdata. Bilagor. Ju.
 58. ADB och samordning. Fi.
 59. Petroindustrin i Sverige – petrokemisk industri. I.
-



Statens offentliga utredningar 1976

Systematisk förteckning

Justitiedepartementet

Delegationen för jämställdhet mellan män och kvinnor 1. Deltidsanställdas villkor. [6] 2. Deltidsarbete 1974. [7]
Sexuella övergrepp. [9]
Produktansvar I. Ersättning för läkemedelsskada. [23]
Anonymitet och tvångsmedel. [36]
Färre brottmål. [47]
Reklam och integritet. [48]
Fastighetsdatakommittén. 1. Fastighetsdata. [56] 2. Fastighetsdata. Bilagor. [57]

Försvarsdepartementet

Säkerhetspolitik och totalförsvaret. [5]
Utbildning i förvaltning inom försvaret. Del 3. [15]
Den militära underrättelsetjänsten. [19]

Socialdepartementet

Statligt persoonskadeskydd. [50]
Försäkringsrätt och försäkringsöverdomstol. [53]

Kommunikationsdepartementet

Regionala trafikplaner – länsvisa sammanfattningar. [8]
Lokala trafikföreskrifter. [18]
Trafikbuller. Del 3. Buller från fritidsbåtar. [21]
Länskort i kollektivtrafiken. [43]
Sjöfart och flagg. [44]

Finansdepartementet

Bostadsbeskattning II. [11]
Företagens uppgiftslämnande. [12]
Byggnadsindex för husbyggnader och anläggningar. [13]
1975 års långtidsutredning. 1. Sveriges export 1975–1980. Bilaga 2 till 1975 års långtidsutredning. [22] 2. Den internationella bakgrunden. Bilaga 1 till 1975 års långtidsutredning. [27] 3. Långtidsutredningens modellsystem. Bilaga 8 till 1975 års långtidsutredning. [42] 4. Modeller för samhällsekonomisk perspektivplanering. Bilaga 7 till 1975 års långtidsutredning. [51]
Smugglingsbrott och tulltillägg. [37]
Hemvist. [39]
Kommunal utveckling. [40]
Kommunernas ekonomi 1969–1972. [45]
Offentligt utredningsväsende. [49]
Om fondkommissionsrörelse m. m. [54]
ADB och samordning. [58]

Utbildningsdepartementet

Skolans ekonomi. [10]
Kårobligatorium? [14]
Folkhögskolan. [16]
Kultur åt alla. [20]
Musiken-människan-samhället. [33]
Skolhälsovården. [46]
Utbildning för konstvärd och konservering vid konsthögskolans institut för materialkunskap. [52]

Jordbruksdepartementet

Dryckesförpackningar och miljö. [35]

Handelsdepartementet

Patentpolicykommittén. 1. Internationellt patentsamarbete II. [24]
2. Internationellt patentsamarbete II. Bilagor. [25]

Arbetsmarknadsdepartementet

Arbetsmiljöutredningen. 1. Arbetsmiljölag. [1] 2. Bakgrund till förslag om arbetsmiljölag. [2] 3. Rapport i psykosociala frågor. [3] 4. Internationella konventioner inom arbetarskyddet. [4]
Skador i arbetet. [17]
Arbetstidsförkortning – när? hur? [34]
Yrkesinriktad rehabilitering. [38]

Bostadsdepartementet

Bostadsverket. Samordning-decentralisering. [26]
Vattenkraft och miljö 3. [28]

Industridepartementet

Verkstadsindustrins arbetsmarknad. [29]
Aka-utredningen. 1. Använt kärnbränsle och radioaktivt avfall. Del I. [30] 2. Använt kärnbränsle och radioaktivt avfall. Del II. [31] 3. Spent nuclear fuel and radioactive waste. [32] 4. Använt kärnbränsle och radioaktivt avfall. Bilagor. [41]
Kommunal energiplanering. [55]
Petroindustrin i Sverige – petrokemisk industri. [59]

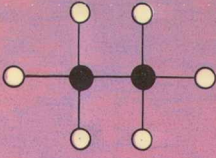
Kronologisk förteckning

1. Nordiske naturgasudredninger
2. Maktstrukturer och styrelseformer inom teatern
3. Adult Education
4. Nordisk samarbeide om energisparing i byggesektoren
5. Norden och fackpressen
6. ILO og kvinner i arbeidslivet
7. Aikuiskasvatur Pohjoismaissa
8. Cooperation Agreements between the Nordic Countries
9. Medborgarskap för barn och jämlikhet vid naturalisation
10. Nordisk konvention om gränskommunalt samarbete
11. Sjøfartsmedisinsk forskning
12. Seminarium för journalistlärare
13. Nabospråksförståelse i Skandinavien
14. Offentliga utredningar i Norden - katalog 1975
15. FoU om engelskundervisning
16. FoU om specialundervisning
17. Flygförbindelser mellan de norra delarna av Norge, Sverige och Finland
18. Specialundervisningens elever
19. Bilmekanikerutbildningen i Norden
20. Glesbygden och kulturutbudet
21. NORDKOLT. Arbetsrapport för etapp II

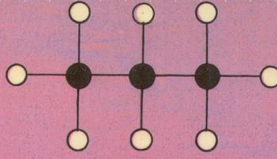
MUNCL. BIBL.
22 OKT 1976
STOCKHOLM

PARAFFINER

Etan

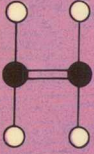


Propan

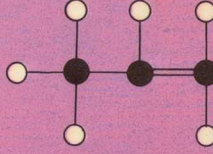


OLEFINER

Eten

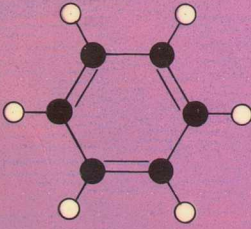


Propen

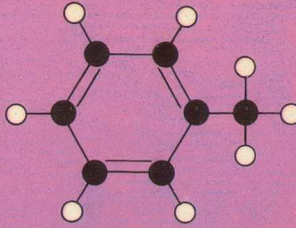


AROMATER

Bensen



Toulen



Xylen

