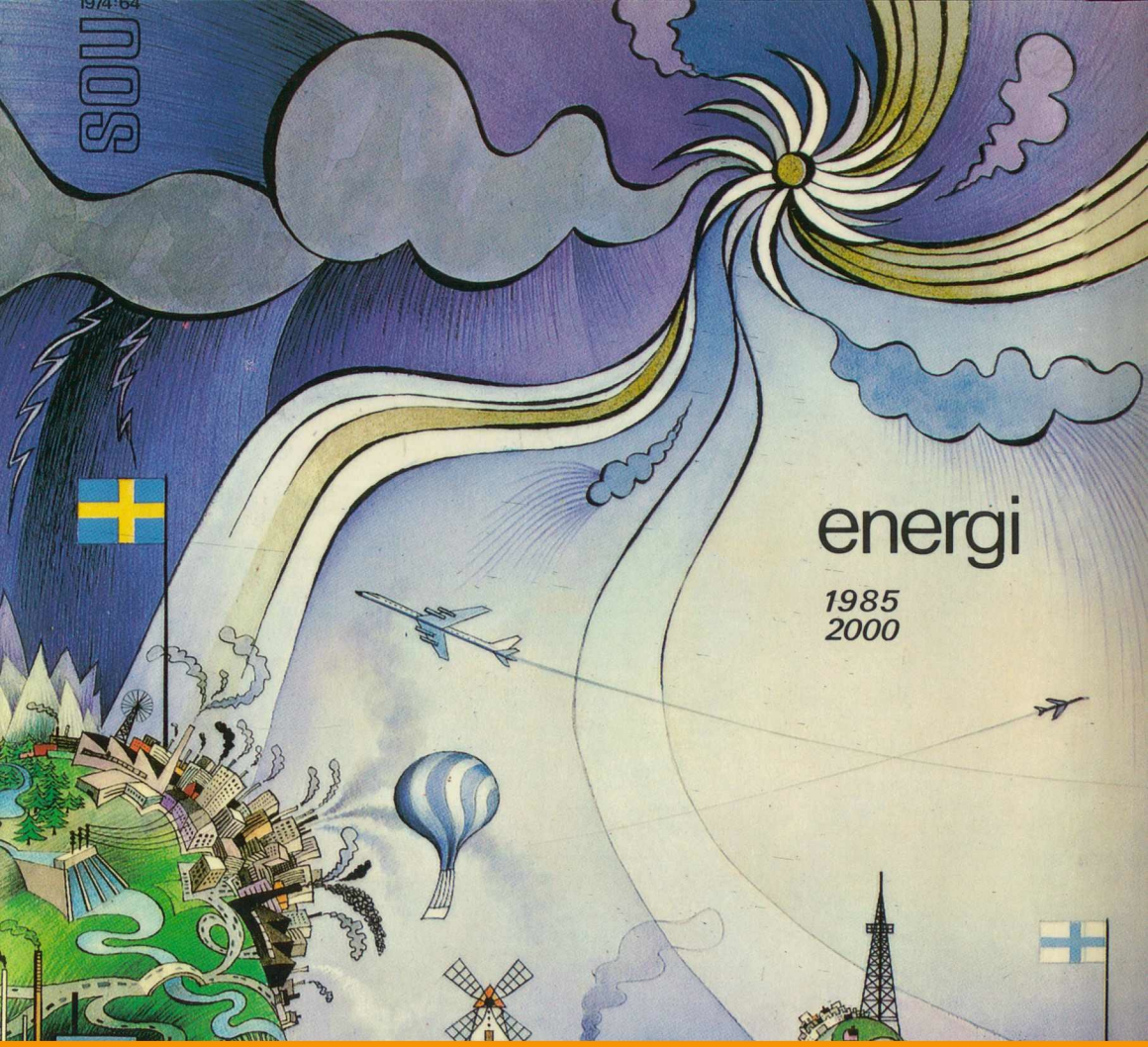
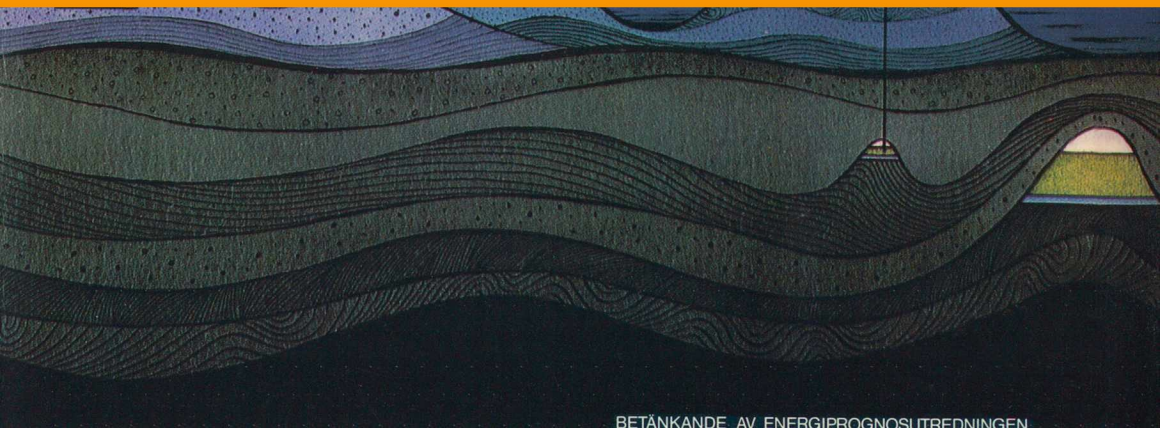


Ur KB:s samlingar

Digitaliserad år 2013



BETÄNKANDE AV ENERGIPROGNOSUTREDNINGEN

19/4:64

SOU

energi

1985
2000

BETÄNKANDE AV ENERGIPROGNOSUTREDNINGEN

Statens offentliga utredningar
1974:64
Industridepartementet

Energi 1985 2000

Betänkande avgivet av energiprognosutredningen
Stockholm 1974

Omslag Roland Klang
ISBN 91-38-01987-6
Göteborgs Offsettryckeri AB
Stockholm 1974

Till statsrådet och chefen för industridepartementet

Den 24 mars 1972 bemyndigade Kungl Maj:t chefen för industridepartementet att tillkalla högst fem sakkunniga med uppdrag att analysera utvecklingen inom energisektorn. De sakkunniga antog namnet energiprognosutredningen.

Utredningen har tidigare överlämnat en lägesrapport (DS I 1973:2).

Det nu föreliggande betänkandet, *Energi 1985 2000,* som härmed överlämnas till statsrådet och chefen för industridepartementet, redovisar utredningens analys och bedömningar.

Särskilt yttrande har avgivits av experterna Henningsson och af Klintberg.

Stockholm i september 1974

Bengt Lyberg

Rolf Gradin

Hans Håkansson

Gunnar Hambraeus

Karl-Göran Mäler

/Mats Höjeberg

Innehåll

Tabeller och figurer

Förteckning över tabeller

Förteckning över figurer

Bilaga, SOU 1974:65

1 Enkät angående energiprognosutredningens lägesrapport – sammanställning av erhållna svar. Av Gunnar Leman.
2 Studium av vårt oljeberoende – Rapport från en konferens i juni 1973.
3 Industrins energiförbrukning – Analys och prognos fram till 1985. Rapport från Industrins utredningsinstitut.
4 Energi – transporter 1973-1985-(2000). En bedömning av Transportforskningskommissionen.
5 Specialstudier av övrigsektorn. Sammanfattningar av olika energistudier.
6 Värmeisolering och ventilation. Material från två arbetsgrupper sammanställt av EPU.
7 Kollektivmätning eller individuell mätning. Material från en arbetsgrupp sammanställt av EPU.
8 Några fakta om stenkol. Rapport från Ångpanneföreningen.
9 Energianvändning och oljeprisgenomslag i det svenska produktionssystemet. En input-outputstudie. Av Lars Bergman.
10 Energins priselasticitet. Av John Fletcher.
11 Skiss av ett högenergisamhälle. Rapport från ett diskussionsseminarium i februari 1974.
12 Ett lågenergialternativ. Rapport från Förmedlingscentralen för framtidsstudier AB.
13 Energi i ett långt tidsperspektiv. Av Staffan Delin och Anders Ejerhed.

1 Sammanfattning

Energiprognosutredningen, EPU, tillkallades våren 1972 för att göra en analys av energiförbrukningens utveckling i Sverige fram till mitten på 80-talet med en översiktlig bedömning fram till 1995–2000. Utredningen avgav i juli 1973 en lägesrapport med en redovisning av de uppgifter beträffande tillgängliga energiformer och beträffande energikonsumtionens struktur som insamlats under det inledande skedet av EPU:s arbete.

Utredningens uppgift har inte varit att framlägga förslag till energipolitiska beslut. Arbetet har således inriktats på att ange och analysera tänkbara alternativ för den framtida utvecklingen på energiområdet. Därvid har konstaterats att den väntade utvecklingen inom flertalet samhällssektorer ställer ökande krav på en säker energitillförsel. En tillväxt av energiförbrukningen är därför att vänta – om än i långsammare takt än tidigare – och arbetet har i första hand inriktats på att analysera denna energikonsumtionsutveckling.

Utredningen har sett det som en huvuduppgift att presentera ett fylligt material för att ge en mångsidig belysning av energifrågorna. Detaljerade analyser för de tre sektorerna industri, samfärdsel och övrig förbrukning redovisas. Ett stort antal specialstudier kring olika frågeställningar har utförts; de presenteras i form av bilagor.

Utredningen har i olika detaljfrågor gjort en rad bedömningar, vilka naturligtvis i viss mån styrt arbetets inriktning. De viktigaste av dessa bedömningar är:

- tillväxten av energiförbrukningen är i avgörande grad direkt beroende av utvecklingen inom andra samhällssektorer
- energiförsörjningen kan för de kommande 10–12 åren endast baseras på redan nu i stor skala utnyttjade energiformer och teknik, dvs petroleumprodukter, vattenkraft och kärnkraft samt för framtiden eventuellt naturgas och kol
- förbrukningsökningen totalt förväntas i framtiden bli långsammare än den varit under de senaste decennierna.

I *kapitel 2* lämnas en detaljerad redogörelse för utredningsarbetet.

Den prognosverksamhet som EPU bedrivit skall fortsätta inom statens industriverk. Därmed skapas på myndighetsplanet en samlad utrednings- och prognosverksamhet för hela energiområdet inom vilken prognoser och andra studier samt metodutveckling skall äga rum. För denna

verksamhet redogörs i *kapitel 3.*

Utredningen har initierat utarbetandet av en energiprognosmodell. En del av detta arbete redovisas i bilaga 9. Modellen skall utvidgas att omfatta hela energisektorn och väntas föreligga i en första samlad version till juni 1975. Modellen, som är uppbyggd av flera delar beskriver efterfrågan och utbudet av energi i olika former. Ambitionen med denna prognosmodell är att man för varje uppsättning antaganden om bränslepriser, energiomvandlingsteknologi och energipolitik skall kunna utarbeta en långsiktig prognos för det svenska energisystemet.

De allmänna förutsättningarna beträffande internationella förhållanden och prisutvecklingen på energi behandlas i *kapitel 4.* En intensiv utredningsverksamhet beträffande energifrågor pågår, bl a inom OECD där en bedömning av utvecklingen fram till 1985 håller på att utarbetas. Flera länder har till följd av den senaste tidens utveckling på energiområdet reviderat sina energipolitiska program. Inom EG har nyligen ett förslag till samlad lösning för gemenskapens energipolitik på lång sikt presenterats. Ett genomgående drag i dessa revideringar är dels en strävan bort från ett stort importberoende av olja, vilket innebär att stora satsningar görs beträffande andra bränslen (naturgas, kol) och kärnkraft, dels en strävan att begränsa energikonsumtionen.

De höjda råoljepriserna har medfört en allmän höjning av prisnivån för energi, vilket i sin tur påverkar konsumtionsutvecklingen. Ett råoljepris som ligger ungefär på nivån från sommaren 1974, dvs $ 9–11 per fat, har bedömts vara en rimlig utgångspunkt för prognoserna. Elpriserna bestäms av de långsiktiga marginalkostnaderna för produktion och distribution. Detta antas komma att gälla även fortsättningsvis och utredningen har ingående diskuterat hur anläggnings- och driftkostnader för elanläggningar kan komma att utvecklas. Med den väntade prisutvecklingen på

Tabell 1.1 Totalt tillförd energi.

Energiform	1955		1965		1970 "Normalår"		1972 "Normalår"		Ökning % per år		
	Mtoe	%	Mtoe	%	Mtoe	%	Mtoe	%	1955–1965	1965–1970	1970–1972
Oljeprodukter[1]	7,5	46	16,6	64	24,7	71	25,1	72	+8,3	+8,3	+0,8
Kol och koks	4,0	25	2,2	8	2,0	6	1,6	4	–6,1	–2,0	–10,5
Vattenkraft[2]	2,2	14	4,6	18	5,2[3]	15	5,5[3]	16	+7,7	+2,5	+2,8
Kärnkraft	–	–	–	–	–	–	0,4	–	–	–	–
Lutar, ved och vedavfall	2,5	15	2,7	10	3,0	8	2,9	8	+0,5	+2,1	–1,7
Totalt	16,2	100	26,0	100	34,9	100	35,5	100	+4,9	+6,1	+0,9

[1] Av oljeprodukter har för elproduktion förbrukats 1965 0,35 Mtoe; 1970 2,7 Mtoe och 1972 3,0 Mtoe.

[2] Vattenkraften har värderats efter sitt termiska energiinnehåll. Om motsvarande mängd skulle ha producerats i värmekraft skulle oljeförbrukningen härför ha varit 1965 13,5 Mtoe, 1970 15,0 Mtoe och 1972 16,0 Mtoe.

[3] Inklusive netto elimport 1970 0,4 Mtoe; 1972 0,2 Mtoe.

fossila bränslen kommer elproduktionen i kärnkraftverk att leda till ett väsentligt lägre elpris än om elproduktionen sker i fossilbränsleeldade verk. Detta gäller även om avsevärda kostnadshöjningar till följd av särskilda säkerhetsåtgärder i kärnkraftverk medräknas.

Den hittillsvarande utvecklingen i Sverige har inneburit en tillväxt i energikonsumtionen på 4.6 % per år 1955–1972, tabell 1.1. Orsakerna till denna ökning berörs kort i *kapitel 5*. Ökningen beror framför allt på en ökande industriproduktion som trots minskande specifik energikonsumtion gett en ökning av industrins totala energikonsumtion, en ökning av antalet bilar, en förbättrad bostadsstandard och en ökad inomhustemperatur.

Energiförbrukningen 1973 har preliminärt beräknats till ca 38 Mtoe, en ökning med ca 4,5 % från 1972.

Utgångspunkten för EPU:s prognoser är att samhällsutvecklingen i stort bestämmer förbrukningen av energi för olika ändamål. Detta innebär dock inte att det finns entydiga samband mellan energiförbrukningen och den totala ekonomiska aktiviteten (uttryckt t ex som bruttonationalprodukt, BNP). Energiprognoserna har därför i stället baserats på bedömningar eller antaganden om utvecklingen av industriproduktion, transportförsörjning, volym av bostäder och andra byggnader osv. En analys av den specifika åtgången av energi och hur denna påverkas av förändrade priser, teknisk utveckling och andra faktorer har därvid genomförts. Därvid har speciellt fördelningen mellan elenergi och bränslen undersökts under olika förutsättningar. Det kan konstateras att anspråken på energi hänger samman med utvecklingen av vår materiella levnadsstandard. En fortgående ökning av industriproduktionen och en utökad transportvolym innebär således ökade anspråk på energi. Också fördelningen av en höjd levnadsstandard och dess spridning till olika grupper har betydelse.

EPU har utarbetat sina prognoser utifrån fyra alternativa förutsättningar, som valts för att tillsammans ge en bild av tänkbara utvecklingsmöjligheter. Alternativen utgår dels från två energikonsumtionsnivåer som sammanhänger med olikheter i antaganden om den allmänna samhällsutvecklingen, dels från två varianter beträffande produktions- och tillförselsidan vilka sammanhänger med ställningstagandet till ytterligare kärnkraftutbyggnad och till importberoendet för olja.

I *alla alternativ* eftersträvas en säker produktion och tillförsel av energi med beaktande av miljö-, beredskaps- och säkerhetsmässiga förhållanden. Konsumenten kan under givna förutsättningar i princip fritt välja energiform. Den höjda prisnivån på energi består och medför bl a en effektivare energiutnyttjning.

Alternativ 1 innebär en snabbare konsumtionsutveckling till följd av att oförändrade tillväxtmål kan tillgodoses, bl a genom fortsatt kärnkraftutbyggnad.

Alternativ 2 innebär samma ambition beträffande tillväxtmål men energiförsörjningen måste ske utan ytterligare kärnkraftutbyggnad.

Alternativ 3 innebär en lägre ambition beträffande tillväxtmål och en strävan att minska bränsleimporten, bl a genom fortsatt kärnkraftutbyggnad.

Alternativ 4 innebär en lägre ambition beträffande tillväxtmålen och en energiförsörjning utan ytterligare kärnkraftutbyggnad.

Prognosernas uppbyggnad via sektorprognoser innebär att utvecklingen inom olika sektorer måste stämma överens inbördes. Med de allmänna utgångspunkter som därvid tagits i bl a långtidsutredningarna finns ingen anledning att i de presenterade alternativen vänta allvarliga motsägelser.

I *kapitel 6* görs en sektorvis genomgång av energikonsumtionen och dess utveckling.

Industrins utveckling har för tiden fram till 1985 bedömts utifrån 1970 års långtidsutredningsmaterial. Utvecklingen efter 1985 har antagits följa samma mönster. För de mest energiförbrukande branscherna har detaljstudier av delbranscher utförts, t ex för massa- och pappersindustrin och järn- och metallverken som tillsammans svarar för mer än hälften av industrins direkta energikonsumtion.

En genomsnittlig ökning av industriproduktionen med 6 respektive 4 % per år har förutsatts. Liksom tidigare väntas energikonsumtionen öka långsammare än produktionen. Den totala energiförbrukningen bedöms öka 1970–1985 med i genomsnitt 4,6 % per år vid produktionstillväxten 6 % per år och med 3,5 % per år vid 4 % produktionstillväxt.

I alla alternativ väntas en ökande andel elenergi genom att en fortgående rationalisering och automatisering förutses. Med de energipriser som förutses räknas däremot endast i begränsad omfattning med användning av el för processvärmning. Skillnaderna i fördelning mellan el och bränslen mellan de olika alternativen blir därför begränsade.

Samfärdselsektorn förbrukar till helt övervägande del bränslen. När det gäller persontransporter väntas vissa mättnadstendenser både i fråga om biltäthet och körlängd medföra en långsammare förbrukningsökning än tidigare. Godstransportarbetet är relaterat till industriproduktionsutvecklingen och byggnadsverksamheten. Även här väntas en långsammare tillväxt än tidigare.

Totalt väntas energiförbrukningen 1970–1985 inom samfärdselsektorn öka med i medeltal 2,8 respektive 2,3 % per år i de högre resp lägre konsumtionsalternativen. Varken stora omflyttningar av transportarbetet mellan väg och järnväg eller införande av elbilar får mer än en förhållandevis marginell effekt på energiförbrukningen och fördelningen mellan olika energislag.

Inom övrigsektorn, som omfattar uppvärmning av bostäder och andra byggnader samt andra mindre poster, kan betydande förändringar i utvecklingsmönstret förutses. De faktorer som påverkar utvecklingen är utrymmesstandard, utrustningsstandard, värmeisolering och fönster, ventilation och värmeåtervinning, inomhustemperatur, drift och underhåll, kollektiv eller individuell mätning, utnyttjandet av solinstrålning, värmepump och andra system. Dessa faktorers inverkan på energiförbrukningen diskuteras.

Värmestandarden är redan hög och jämn, varför den kraftiga ökning av den specifika förbrukningen, som vi hittills haft, nu kan väntas tämpas. Till detta bidrar då också att de högre energipriserna kan väntas leda till energisnålare byggnadskonstruktioner och rationellare drift av värme- och

ventilationsanläggningar. Den totala förbrukningen för uppvärmning etc. inom övrigsektorn väntas därigenom öka förhållandevis långsamt, med 1,8–2,1 % per år i de högre alternativen och med 0,8–1,1 % per år i de lägre.

Uppvärmning förutses i ökande grad ske med elvärme och fjärrvärme. Valet av uppvärmningsform är starkt beroende på kostnaderna för energi, och den framtida fördelningen mellan el- och fjärrvärme blir därför i hög grad beroende på om elproduktionen kan baseras på kärnkraft eller inte. Inom denna sektor blir därför skillnaderna mellan alternativen stora speciellt beträffande avvägningen mellan el och bränslen. Genom att valet av uppvärmningssystem direkt slår igenom på fördelningen mellan energiformer blir skillnaderna mellan alternativen beträffande el- och bränsleförbrukning påtagliga redan 1985.

I *kapitel 7* redovisas olika produktions- och tillförselmöjligheter. Sveriges energiförsörjning baserades 1972 till 71 % på olja. Även om kostnaderna för oljeförsörjningen har stigit mycket kraftigt – en prisutveckling som innebär en från våren 1974 oförändrad eller sakta stigande prisnivå i fast penningvärde synes vara en relativt allmän bedömning – och osäkerheten dessutom har ökat kraftigt beträffande leveranser och produktion kommer petroleumprodukter under alla förhållanden att vara av avgörande betydelse under lång tid. Mellersta Östern kommer under överskådlig tid att vara det dominerande produktionsområdet men olja från Nordsjön eller andra områden kan ge betydelsefulla bidrag.

Naturgas kan i första hand ersätta tjockolja. Naturgas skulle i princip kunna importeras från Sovjetunionen, från kontinentala Nordvästeuropa eller från Nordsjön via Norge. Betydande kvantiteter måste få avsättning för att det skall bli lönande att bygga rörledningar för denna gasimport. I ett inledningsskede skulle import av flytande naturgas (LNG) kunna bli aktuell. Förutsättningarna för naturgas i Sverige kan i augusti 1974 inte bedömas med någon säkerhet.

Kol finns i stora kvantiteter på flera håll i världen. Kol skulle kunna ersätta tjockolja i stora anläggningar. Brytning, transport och utnyttjande är dock väsentligt besvärligare än för olja och naturgas och erbjuder även större miljöproblem. Detta innebär att kolpriset måste ligga betydligt under tjockoljepriset för att kol skall kunna konkurrera kostnadsmässigt. Möjligheterna att importera kol synes tillräckliga för de kvantiteter som skulle kunna bli aktuella. Kolanvändning i större omfattning än för närvarande i Sverige kräver emellertid nya anläggningar.

Förbränningstekniken för kol utvecklas snabbt men några avancerade nya system, t ex för virvelbäddsförbränning eller kolförgasning, har ännu inte konstruerats för stora anläggningar.

Vattenkraften är nu utbyggd till en normalårsproduktion av 57 TWh per år. Dess betydelse förändras gradvis genom den växande andelen värmekraft och vattenkraftens reglerbarhet utnyttjas för belastningsutjämning. En ny inventering av vattenkraft som utförts under våren 1974 anger 95 TWh per år som utbyggnadsvärd (av en teknisk utbyggbar potential på 128 TWh per år enligt tidigare bedömningar). Av detta är ca

14 TWh per år av olika skäl genom fattade beslut och överenskommelser undandraget utbyggnad.

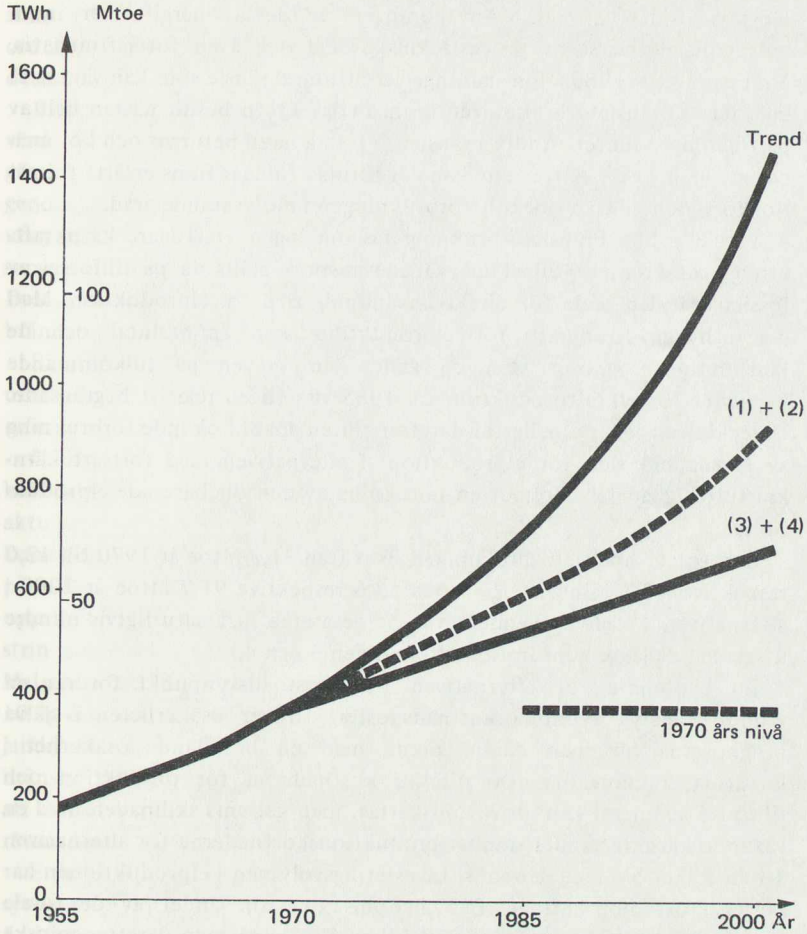
Kärnkraftutbyggnader i Sverige torde under överskådlig tid baseras på lättvattenreaktorer. Tungvattenreaktorer eller gaskylda högtemperaturreaktorer skulle emellertid också kunna bli aktuella under den kommande 15-årsperioden.

Det finns stora inhemska tillgångar av uran i Billingen (Ranstad) och man undersöker för närvarande möjligheterna till uranutvinning i stor skala. Prospektering efter ytterligare uranförekomster sker bl a i Norrland där intressanta spår påträffats. Anrikningstjänster köps för närvarande helt utifrån men utvecklingen av gascentrifugmetoden skulle – under förutsättning att en fortsatt kärnkraftutbyggnad kommer till stånd – kunna möjliggöra en svensk anläggning under 1980-talet.

En rad andra bränslen eller energiformer kan få viss betydelse för energiförsörjningen, men de kan inte ge sådana kvantiteter att landets försörjning kan baseras på dem. Avfall från hushåll, industrier och jordbruk kan tillsammans täcka några procent av landets bränsleförbrukning. Ved och skogsavfall, som tidigare haft stor betydelse för Sveriges energiförsörjning, används däremot nu i stället i ökande grad som fiberråvara. Torv finns i stora kvantiteter men fordrar gynnsamma lokala förutsättningar för att ge en acceptabel ekonomi. En öppnad torvtäkt växer endast långsamt och ger miljöproblem. Den svenska skiffern är oljehaltig men har som mest gett en oljekvantitet motsvarande mindre än en procent av Sveriges nuvarande förbrukning. Utvinning av betydande kvantiteter olja ur skiffer fordrar tekniska lösningar som inte är tillgängliga i dag. Vissa studier har även gjorts beträffande möjligheterna att direkt använda skiffer som bränsle. Vindkraften ger med tillgänglig teknik väsentligt högre produktionskostnader än andra system för elproduktion. Nya tekniska lösningar fordrar ytterligare stora FoU-insatser. Solenergi i form av uppvärmning genom instrålning är redan aktuell, medan solkraftverk synes ligga i en avlägsen framtid. Förutsättningarna för geotermisk energi i Sverige bedöms vara ogynnsamma.

De primära energiformerna måste ofta omvandlas till en för konsumenten bättre lämpad form. El- och fjärrvärmeproduktion behandlas i *kapitel 8*. Elproduktionen sker i vattenkraftverk och i ökande utsträckning i värmekraftverk. En snabb utbyggnad av fjärrvärme sker och ger ökade möjligheter till kombinerad produktion av el och värme i kraftvärmeverk. Dessa verk är nu oljebaserade men i de större tätorterna kan man framdeles även tänka sig kärnkraftvärmeverk. Sådana förslag finns för Stockholm och Malmö. Nya system, t ex bridreaktorer och fusionsenergi, har inte bedömts bli aktuella på grund av de långa tidsperioder som erfordras för att en teknik skall kunna utvecklas till produktionssystem i stor skala.

Med utgångspunkt från de i kapitel 6 behandlade sektorprognoserna och de i kapitlen 7 och 8 behandlade energiformerna och energisystemen har totala energibalanser upprättats, *kapitel 9*. Den totala slutliga förbrukningen ökar i det högre konsumtionsalternativet från 373 TWh år 1970 till ca 600 TWh 1985 och ca 900 TWh år 2000. I det lägre



Figur 1.1 EPU:s prognoser. Figuren anger de två konsumtionsnivåer som utredningen beräknat, samt 1970 års nivå.

alternativet ökar konsumtionen till ca 525 TWh år 1985 och ca 670 år 2000. Den totala tillväxten i energiförbrukningen är i de båda högre konsumtionsalternativen (alternativen 1 och 2) 3,4 % per år 1970–1985 och 2,8 % per år 1985–2000. Motsvarande för de lägre alternativen (alternativen 3 och 4) är 2,4 respektive 1,6 % per år, figur 1.1.

Andelen elenergi har under lång tid ökat och fortsätter att göra detta i alla alternativ. Ökningstakten varierar dock och därmed blir fördelningen mellan el och bränslen olika i de redovisade alternativen. I alternativen 1 och 3, med fortsatt kärnkraftutbyggnad då elpriset blir lågt och elanvändning ekonomiskt attraktivt på många områden, ökar elandelen i förbrukningen från ca 15 % i början av 1970-talet till ca 30 % år 1985 och nära 40 % år 2000. I alternativen 2 och 4 utan fortsatt kärnkraftutbyggnad blir motsvarande andelar knappt 25 % år 1985 och knappt 30 % år 2000. Omvandlingen av oljans värmeenergi till el blir en kostsam omväg och direktförbränningen av olja bibehåller sin marknadsandel.

Kol och koks samt lutar står nu för praktiskt taget all bränsleförbruk-

ning vid sidan av olja. Användningen av dessa energiformer inom industrin motiveras av processtekniska skäl och även fortsättningsvis, åtminstone till 1985, finns här inget ersättningsbränsle som kan väntas få betydelse. Bränsleförbrukningen inom övrigsektorn består nästan helt av petroleumprodukter. Andra bränslen, i första hand naturgas och kol men också avfall, torv, skiffer etc, kan där förutsättningar finns ersätta främst tjockolja och minska tjockoljeförbrukningen i motsvarande grad.

Speciellt hög bränsleförbrukning fås om ingen ytterligare kärnkraftutbyggnad kommer till stånd. Ökade anspråk ställs då på tillförsel av fossila bränslen både för direkt användning och för elproduktion. Med det utbyggnadsprogram för elproduktion som är beslutat och de konsumtionsprognoser som då gäller blir kraven på tillkommande kapacitet för elkraftproduktion till 1985 visserligen relativt begränsade. Utvecklingen leder emellertid därefter till en snabbt ökande förbrukning av fossila bränslen för elproduktion. I alternativen med fortsatt kärnkraftutbyggnad fås däremot en minskning av den oljebaserade elproduktionen.

Den totala bränsleförbrukningen ökar från 31,3 Mtoe år 1970 till 42,0 respektive 47,7 Mtoe år 1985 och 53,6 respektive 91,7 Mtoe år 2000 i alternativen 1 och 2. Tendenserna är desamma fast naturligtvis mindre uttalade i de lägre konsumtionsalternativen 3 och 4.

En bedömning av alternativen från kostnadssynpunkt fordrar en grundlig analys av olika kostnadsposter. Utöver osäkerheten i själva prognoserna får man därvid räkna med en betydande osäkerhet i kostnadsberäkningarna. De direkta kostnaderna för produktion och tillförsel av energi kan grovt uppskattas, men ger små skillnader. Med en växande kärnkraftandel sjunker produktionskostnaderna för alternativen 1 och 3 jämfört med 2 och 4. Investeringsvolymen i elproduktionen har också grovt uppskattats. Den bedöms öka sin andel av de totala investeringarna från ca 5 % 1970 till ca 8 % 1985 men därefter minska något.

Kostnaderna i konsumtionsledet (för utrustning i hushåll, industrier etc) samt kostnader för miljöskydd, beredskap och säkerhet, vilka också måste beaktas i en total kostnadsjämförelse, är däremot mycket svåra att beräkna, och samtidigt föreligger här större kostnadsskillnader än i produktionsledet.

Miljö-, beredskaps- och säkerhetsfrågor måste beaktas i samband med energiförsörjningen. Dessa faktorer har ingen direkt inverkan på prognosutformningen, men väl för den samlade bedömningen av de olika möjligheter som står till buds. Utredningen har dock därvidlag inte gjort någon egen bedömning, utan pekar i *kapitel 10* på aktuella frågeställningar och refererar bedömningar av andra utredningar och myndigheter.

Miljöfrågorna har analyserats av statens naturvårdsverk som därvid gjort en sammanvägning av energiförsörjningens direkta och långtidsmässiga effekter på luft-, land- och vattenmiljön samt behandlat bevarandeaspekter och möjligheterna till kontroll och styrning av negativa miljöeffekter. Den gradering ur miljösynpunkt av olika elkraftproduktionsalternativ som naturvårdsverket därvid gjort anger kärnkraft

som bästa alternativ. Därefter följer fossila bränslen med inbördes ordningen naturgas, olja och kol. Som sista alternativ anges vattenkraft, detta då med hänsyn till bevarandeaspekterna.

Från beredskapssynpunkt är en dämpning av importberoendet önskvärd. Detta kan ske genom utveckling av inhemska energikällor – vilket gör att vattenkraften ur beredskapssynpunkt är ytterst attraktiv – och genom en effektivare energihushållning. En spridning av importkällorna, utnyttjande av alternativ till olja och deltagande i internationellt samarbete kan bidraga till att säkra den nödvändiga energiimporten. Dessutom kan särskilda åtgärder av förberedelsekaraktär, bl a lagring av bränslen och drivmedel, genomföras.

Säkerhetsfrågorna i samband med kärnkraft behandlas av bl a Aka-utredningen och närförläggningsutredningen och EPU återger i korta referat det material som hittills presenterats av dessa utredningar.

Utöver de huvudalternativ för prognoserna som presenteras närmare i betänkandet kan, med varierande förutsättningar, även andra alternativ aktualiseras; detta behandlas något i *kapitel 11*. Sålunda kan andra kombinationer av sektorprognoserna tänkas, liksom stränga restriktioner på valet av energislag. En kraftig insats för förbättrad effektivitet vid uppvärmning och ytterligare minskad specifik förbrukning inom industrin samt utbyggnad av kärnkraftbaserad fjärrvärme i Stockholm och Malmö skulle t ex kunna ge en minskning av energikonsumtionen med ca 10 % jämfört med konsumtionsalternativ 1. Genom intensifierat utnyttjande av inhemska bränslen i maximal omfattning skulle 15–30 % av bränsleförbrukningen år 1985 kunna täckas med inhemska bränslen utan att detta inkräktar på den samtidigt önskvärda användningen av ved som råvara inom industrin.

Erfarenheterna från elransoneringen 1970 och oljekrisen 1973/74 synes indikera att den normala förbrukningen av energi kan minskas 5–10 % utan alltför besvärande konsekvenser. En rad åtgärder kan vidtas, t ex sänkning av rumstemperaturen med någon grad, minskad ventilation, bättre underhåll, lägre hastigheter på vägar, etc.

Valet av uppvärmningsform har stor betydelse för energiförsörjningen. Förslag om införandet av obligatoriska kommunala värmeplaner framfördes av energikommittén. Värmeanläggningsutredningen har utarbetat ett lagförslag, som i huvudsak innebär att kommuner som så önskar kan utforma en värmeplan som efter fastställande ges rättsverkan gentemot konsumenterna. För en samordnad planering fordras dock att värmeplanerna infogas i ett system med fullständiga regionala energiplaner. Detta behöver utredas vidare och energiprognosutredningen föreslår därför att en sådan utredning kommer till stånd.

Det avslutande kapitlet, *kapitel 12,* innehåller en sammanställning av de bedömningar som gjorts i anslutning till detaljbehandlingen i betänkandet. I anslutning till detta görs vissa kommentarer som huvudsakligen berör avvägningar och andra problemställningar som måste beaktas vid utformningen av en energipolitik.

Utredningen konstaterar bl a att energifrågorna griper in i flertalet samhällssektorer och att debatten kring energifrågorna under de senaste

åren influerat den allmänna samhällsdebatten och omvänt. Detta belyser vikten av en säker energiförsörjning.

Mot den just relaterade bakgrunden synes det angeläget att man inte låter mål och medel för åtgärder inom olika sektorer okontrollerat gripa in i varandra. Energisektorn har förhållandevis långa planeringsperspektiv och en uttalad långsiktig energipolitik är mycket angelägen. Vid utbyggnader inom industrin finns t ex en valfrihet mellan energiformer som starkt begränsas i och med att utbyggnaden påbörjas. De långa tidsperioder som inom energisektorn ligger mellan beslut om utbyggnad och färdig produktionskapacitet – oavsett om det gäller kraftverk, raffinaderier, fjärrvärmesystem, tung processindustri eller andra liknande anläggningar – innebär att också ett avstående från beslut kan ge en framtida obalans mellan efterfrågan och utbud på energi.

Investeringar i energiförsörjningssystem är mycket stora och långsiktiga. Omläggningar av energipolitiken måste därför ske under relativt långa övergångstider. Den situation som råder för närvarande innehåller betydande osäkerhetsmoment vilket varit vägledande vid valet av de prognosalternativ utredningen utformat. Beträffande tillgången på energi är osäkerheten till stor del beroende av förhållanden på den internationella energimarknaden vilka endast obetydligt kan påverkas genom åtgärder inom landet. Så erbjuder t ex inhemska bränslen eller vindkraft knappast några storskaliga lösningar. Ett utnyttjande av dessa energikällor synes bli aktuellt endast där antingen speciella lokala förutsättningar finns – såsom sopförbränningsstationer eller torvmossar i anslutning till fjärrvärmesystem – eller där beredskapsskäl gör det motiverat att ha en viss inhemsk energiproduktion.

Fortsatt utbyggnad av kärnkraft i Sverige är ifrågasatt. Även om slutsatserna från de utredningar som behandlat säkerhets- och avfallsfrågorna inte synes ge anledning till ett kärnkraftstopp är frågan inte avgjord. Mycket av argumenteringen och debatten har gällt frågor av en vidare innebörd än säkerhetsmässiga och tekniska.

Energiprognosutredningen vill avslutningsvis framhålla att de globala aspekterna är uppenbara på energiområdet, kanske tydligare här än på många andra områden, och därför måste komma med i en slutlig bedömning. Det framstår som angeläget att de resurser som finns i form av råvaror och tekniskt kunnande utnyttjas för att förbättra levnadsvillkoren för en växande världsbefolkning.

2 Utredningsarbetet

2.1 Direktiv

Efter gemensam beredning med statsrådets övriga ledamöter anförde chefen för industridepartementet, statsrådet Johansson till statsrådsprotokollet den 24 mars 1972 följande:

En hög energiförbrukning både präglar och utgör en förutsättning för det nutida industrisamhället. Beslut i energifrågor gäller ofta stora ekonomiska insatser med verkningar långt in i framtiden. Sådana beslut kan också ha avsevärd betydelse för bl a yttre miljö, naturresurshushållning, och försörjningsberedskap. I Sverige – liksom i andra länder – har samhället därför medel till sitt förfogande för att på önskvärt sätt kunna styra produktion och konsumtion av energi. I fråga om produktion och distribution av elkraft har stat och kommun engagerat sig direkt som ägare. Frågan om ytterligare samhälleliga åtgärder på dessa områden behandlas f n av utredningen rörande eldistributionens och elproduktionens organisation. Vidare kan erinras om statliga insatser i olika former vad gäller forskning och utveckling, miljöskydd, försörjningsberedskap samt säkerhet.

I betänkandet (SOU 1970:13) Sveriges energiförsörjning har energikommittén efter en analys av den förväntade utvecklingen på energiområdet föreslagit nya åtgärder för att tillgodose samhälleliga intressen på detta område. Kommittén förordar sålunda att koncessionslagstiftningen för energiproduktion och energidistribution kompletteras och utvidgas, att krav införs på planer för värmeförsörjningen i tätbebyggda områden, s k värmeplaner, att lagstiftningen till skydd för energikonsumenterna mot eventuell monopolprissättning kompletteras samt att en fortlöpande prognos- och utredningsverksamhet för energisektorn upprättas. Betänkandet har remissbehandlats och fortsatt beredning av ärendet pågår inom industridepartementet. Förslaget om en fortlöpande prognos- och utredningsverksamhet bör emellertid behandlas utan att prövningen av övriga frågor avvaktas.

Den hittills mest genomarbetade framtidsbedömningen rörande den svenska energisektorn i dess helhet har utförts av energikommittén och redovisats i rapporten (Ds Fi 1967:8) Sveriges energiförsörjning 1955–1985. Denna rapport bygger på en analys av utvecklingen under perioden 1955–1965 samt omfattar en prognos för tiden till år 1975 och en energibehovsuppskattning till år 1985. Framför allt på grund av svårigheter att förutse utvecklingen inom uppvärmningssektorn redovisas två alternativ, som skiljer sig sinsemellan vad beträffar relationen mellan förbrukningen av å ena sidan bränsle (olja) och å andra sidan elkraft.

När det gäller förbrukningen av elektrisk energi utför Centrala Driftledningen (CDL) prognoser med jämna mellanrum. Beträffande förbrukningen av bränsle bedrivs även viss prognosverksamhet i begränsad omfattning.

Det är av stor vikt för en gynnsam utveckling på energiområdet att de energipolitiska besluten kan grundas inte endast på god kännedom om det aktuella läget inom området utan även på en kvalificerad framtidsbedömning. Härigenom ökar även möjligheterna att i god tid vidtaga lämpliga åtgärder mot otillfredsställande utvecklingstendenser.

Energikommittén ansåg, som jag nyss antytt, att prognosverksamheten borde utvidgas till att bedrivas fortlöpande och omfatta hela energisektorn. De remissinstanser, som yttrat sig i frågan, har genomgående anslutit sig till denna uppfattning.

Enligt min mening bör – som jag framhållit i årets statsverksproposition (1972:1 bil. 15 s. 14 och 46) – det av energikommittén inledda arbetet med prognoser för hela energisektorn återupptas och i fortsättningen bedrivas löpande. Jag förordar att särskilda sakkunniga tillkallas för denna uppgift.

De sakkunniga bör göra en analys av energikommitténs prognos för utvecklingen till 1975 mot bakgrund av det faktiska utfallet hittills. Med hänsyn till bl a att en uppföljning av 1970 års långtidsutredning kommer att pågå samtidigt bör detta arbete få förtur.

Huvuduppgiften för de sakkunniga blir sedan att utsträcka prognosen fem à tio år, således till 1980–1985. Kommitténs uppskattning av energibehovet för perioden 1975–1985 bör även räknas fram med fem à tio år. De sakkunniga bör dock vara oförhindrade att ändra eller helt frångå uppdelningen mellan prognos och uppskattning.

Som energikommittén har framhållit kan prognosmetoderna förbättras. Bl a bör de sakkunniga i större utsträckning än energikommittén utarbeta alternativa prognoser utifrån olika kombinationer av förutsättningar. Substituerbara former för energiproduktion bör jämföras med varandra och möjligheterna att inom olika områden begränsa energiförbrukningen, bl a genom effektivare användning av den producerade energin bör studeras. Man bör söka värdera sannolikheten för redovisade alternativ och analysera deras samhällsekonomiska och miljömässiga konsekvenser.

En fråga som bör undersökas närmare är hur energimarknaden påverkas av prisutvecklingen för energi jämfört med den allmänna prisnivån och av förändringar i prisrelationerna mellan olika energiformer. De sakkunniga förutsätts undersöka effekterna även av olika regleringar vidtagna i miljövårdssyfte. Inverkan av eventuella särskilda avgifter – som komplement till reglerande åtgärder – för sådan energianvändning som innebär särskilt stor belastning på miljön bör studeras. De sakkunniga bör härvid samråda med – förutom berörda myndigheter – utredningen rörande kostnaderna för miljövården.

De sakkunnigas analyser av olika utvecklingsalternativ för energiförsörjningen bör kunna tjäna som väsentligt underlag för nödvändiga avvägningar vad gäller energisektorns resursutnyttjande i vid mening.

Vid prognosarbetet bör hänsyn tas till tänkbar teknisk utveckling inom eller med anknytning till energiområdet. Härvid bör bl a styrelsen för teknisk utveckling kunna lämna underlag. Även relevanta drag i den ekonomiska utvecklingen måste beaktas liksom de internationella förhållanden som är av vikt med hänsyn till vårt lands beroende av import av fossila bränslen och eventualiteten av kännbara prisstegringar och knapphet på dessa.

Som underlag för totalprognoserna bör kunna läggas tillgängliga delprognoser upprättade av CDL och andra branschorgan. De sakkunniga

måste dock granska och självständigt bedöma detta material samt därvid beakta i vilken mån den belastning på den yttre miljön, som den beräknade energianvändningen innebär, vid en helhetsbedömning kan anses godtagbar ur samhällelig synpunkt. Vid behov bör de sakkunniga utföra egna delprognoser eller andra specialundersökningar.

För att tillgodose behovet av samverkan med bl a annan prognosverksamhet inom och utom energiområdet har energikommittén förordat att en permanent samarbetskommitté av informell karaktär upprättas med företrädare för avnämare, producenter m fl. De sakkunniga bör ta initiativ till ett samarbete av detta slag.

För prognosverksamheten fordras ett omfattande statistiskt underlag. Enligt energikommittén behöver den nuvarande energistatistiken förbättras i vissa avseenden, särskilt beträffande bränsleförbrukningen för uppvärmning och samfärdsel. De sakkunniga bör i samråd med statistiska centralbyrån (SCB) och överstyrelsen för ekonomiskt försvar närmare undersöka behovet av en utvidgad energistatistik. Om så erfordras bör de sakkunniga även göra statistiska undersökningar i speciella frågor rörande energiförbrukningen.

Samarbete i fråga om statistik för elförsörjningen äger f n rum genom en samarbetsnämnd där SCB, CDL, Svenska kraftverksföreningen och Svenska elverksföreningen är representerade. De sakkunniga bör överväga möjligheten att bilda en motsvarande samarbetsnämnd för bränslestatistik med företrädare för SCB, uppgiftslämnare och avnämare.

Som jag nämnt bör de sakkunnigas egentliga prognosarbete inriktas på tiden fram till 1980–1985 varjämte en uppskattning av energibehoven bör företas för tiden till 1990–1995. Av naturliga skäl kommer förutsägelserna att vara osäkra i synnerhet för den senare perioden.

Detta hindrar emellertid inte att det bör vara meningsfullt att diskutera huvuddragen av utvecklingen på energiområdet för ytterligare något decennium framåt. Det är nödvändigt att så sker, bl a därför att ett stort antal av de energiproducerande och energikonsumerande anläggningar som beslutas inom de närmaste åren fortfarande kommer att vara i bruk vid sekelskiftet eller ännu senare. Faktorer som bör beaktas är bl a sannolikheten för nya tekniska lösningar på såväl produktionssidan som användningssidan, ändringar i konsumtionsmönstren och den framtida tillgången på primärenergi. De sakkunniga bör beakta dessa och andra faktorer av betydelse för den långsiktiga utvecklingen på energiområdet även vid den kortsiktigare bedömningen. I detta sammanhang bör även uppmärksammas hur de framtida energipolitiska besluten binder handlingsfriheten på lång sikt.

Behovet av den verksamhet jag nu beskrivit är bestående. Verksamheten låter sig emellertid inte redan nu organiseras i permanenta former eftersom myndighetsorganisationen för de näringspolitiska och energipolitiska uppgifterna f n prövas i anledning av kommerskollegieutredningens förslag i betänkandet (SOU 1971:69) Näringspolitiken – ny verksorganisation.

Utredningen föreslår i betänkandet att nuvarande kommerskollegium omorganiseras till en central myndighet för näringspolitiska uppgifter. Enligt utredningen bör det nya verket omfatta bl a en sektor för energi- och bergsfrågor till vilken prognos- och utredningsverksamheten förläggs. Frågan är f n föremål för beredning. Att nu låta prognos- och utredningsverksamheten börja i kommittéform ger en tidsvinst och torde inte försvåra en mer varaktig lösning. De sakkunniga bör emellertid lägga upp sitt arbete så att en övergång till en mer permanent organisationsform kan ske smidigt. Det sekretariat de sakkunniga får till sitt förfogande bör sedermera kunna införlivas i en ny organisation. En första prognosrapport bör föreligga den 1 juli 1973.

Riksdagen har i anledning av en motion (mot. 1971:1088) hos Kungl Maj:t anhållit om tillsättande av en parlamentariskt sammansatt nämnd för energiförsörjningsfrågor för att utvärdera prognosverksamheten och föreslå avvägningar (NU 1971:42, rskr 1971:286).

Näringsutskottet framhöll med anledning av denna motion vikten av att de ekonomiska och miljömässiga avvägningsproblem som uppstår vid en fortsatt utbyggnad av energiproduktionen beaktas i högre grad än vad hittills varit fallet. Frågor rörande bl a energibehov, möjligheterna att styra energikonsumtionen samt den miljöförstöring, som är förenad med den framtida utbyggnaden av landets energiproduktion, måste därför enligt utskottet tas upp till samlad bedömning under medverkan av ett parlamentariskt sammansatt organ.

I avvaktan på beslut angående omorganisationen av kommerskollegium synes önskemålet om medverkan av ett parlamentariskt sammansatt organ bäst kunna tillgodoses genom att en grupp riksdagsledamöter knyts som experter till den nu föreslagna sakkunnigutredningen. En sådan grupp kan följa själva prognosarbetet redan från början. Härigenom bör det avsedda syftet bli bättre tillgodosett än om de parlamentariska representanterna får del av prognoserna först i färdigt skick.

2.2 Kommitténs ledamöter, experter och sekretariat

Genom beslut den 24 mars 1972 bemyndigade Kungl Maj:t chefen för industridepartementet att tillkalla sakkunniga för att utreda de i ovanstående direktiv angivna energifrågorna. Utredningen, som tillsattes den 1 maj 1972, antog namnet energiprognosutredningen, EPU. I utredningen har som ledamöter deltagit landshövding Bengt Lyberg, tillika ordförande, civilingenjör Rolf Gradin, professor Gunnar Hambraeus, verkställande ledamot Hans Håkansson samt professor Karl G Jungenfelt. Sedan Jungenfelt i mars 1973 anhållit om befrielse från uppdraget förordnades i hans ställe docent Karl-Göran Mäler.

Som experter har från utredningsarbetets början medverkat byråchef N-G Danielson, laborator Ulf Grimås, direktör Carl Hagson, överingenjör Lars Hannervall, direktör Rolf af Klintberg, direktör Claes Lindgren, direktör Bengt Sterne, direktör Torbjörn Waldenby samt, sedan den 1 april 1973, departementssekreterare Suzanne Frigren och sedan den 1 juli 1973 byråchef Nils Lundmark.

Experterna har sammanträtt som grupp under beteckningen EPU:s expertpanel.

Chefen för industridepartementet tillsatte också en grupp riksdagsledamöter att följa utredningsarbetet. Denna grupp, som sammanträtt under beteckningen EPU:s riksdagsmannagrupp, bestod ursprungligen av direktör Rolf Clarkson, elektriker Einar Henningsson, lantbrukare Harald Pettersson, åkeriägare Bernhard Sundelin, planeringsdirektör Jörn Svensson och direktör Rune Ångström. Gruppen har den 1 april 1973 kompletterats med kommunalrådet Sture Holmqvist.

Som huvudsekreterare har tjänstgjort civilingenjör Elias ben Salem fr o m den 1 oktober 1972 t o m 31 december 1973 och avdelningsdirektör Mats Höjeberg fr o m den 15 september 1973. Inom sekretariatet har

i övrigt tjänstgjort byråchef Nils Lundmark, sekreterare fr o m den 1 juli 1972 t o m den 30 juni 1973 varefter han förordnades som expert, byrådirektör Gunilla Boman, bitr sekreterare fr o m 15 maj 1972, byrådirektör Åke Sjöblom, bitr sekreterare fr o m 1 juli 1972, fil lic Carl-Johan Lindblad, bitr sekreterare fr o m 25 mars 1974 t o m 30 juni 1974, och amanuens Björn Sandström, fr o m 25 mars 1974.

Lundmark tjänstgjorde på sekretariatet t o m 15 november 1973 och ben Salem t o m 14 december 1973, då de övergick till den nyinrättade bränslenämnden.

2.3 Utredningsarbetet

2.3.1 *Arbetets uppläggning*

Energiprognosutredningens arbete startade successivt under sommaren och hösten 1972 och inriktades dels på att skaffa fram grundmaterial och göra de analyser som fordrades för utredningens slutliga prognoser, dels sammanställa och behandla material för den första prognosrapporten, som enligt direktiven skulle föreligga den 1 juli 1973.

Redan en preliminär genomgång av utredningens arbetsuppgifter gav emellertid vid handen, att en sådan rapport vid ett så tidigt stadium av utredningsarbetet inte skulle få karaktären av annat än en *lägesrapport*. Dels förutsågs, att åtskilligt av det inventerings- och analysarbete, som skulle kunna bilda underlag för utredningens avvägningar och bedömningar, inte skulle kunna föreligga förrän vid ett senare skede av utredningens arbete, dels bedömdes det som olämpligt att ens i sådana avsnitt, där direkt underlag för ställningstaganden möjligen kunde föreligga, göra uttalanden som kunde tänkas komma att binda utredningen i dess fortsatta överväganden med avseende på hela problemkomplexet.

Utredningen färdigställde under juli 1973 denna lägesrapport (1),[1] som i första hand avsågs vara en faktaredovisning. Den presenterade vissa grundläggande resonemang men innehöll endast ett fåtal egentliga förslag. Det var trots detta angeläget att för det fortsatta arbetet fånga in de reaktioner som lägesrapporten kunde ge upphov till. Därför genomfördes under hösten 1973 en enkätundersökning med sikte på att erhålla konkreta reaktioner på rapportens olika delar. En sammanställning av de erhållna svaren har sedan gjorts och redovisas i bilaga 1. Synpunkter som framkommit i enkätsvaren har beaktats i utredningens fortsatta arbete.

I enlighet med direktiven gjorde energiprognosutredningen våren 1973 en avstämning av de avsnitt i 1970 års långtidsutredning, LU 70 (2), som behandlar energiförsörjningen. Avstämningen baserades på av finansdepartementet givna antaganden beträffande ekonomisk tillväxt och utveckling inom olika näringsgrenar. EPU analyserade därvid energiförsörjningen 1970 och 1972 samt upprättade prognoser för 1975 resp 1977.

[1] Referenser till betänkandets huvudtitel redovisas samlade på s 291. Referenser till bilagorna anges i respektive bilaga.

Resultatet, som i många fall byggde på utredningens egna kompletterande bedömningar av utvecklingen, redovisades i en PM angående energiförsörjningen 1975 och 1977 som i sin helhet återgavs i bilaga 4 till Svensk ekonomi fram till 1977, LU 73 (3), och sammanfattades i lägesrapporten, kapitel 3.

På grund av den planerade energipolitiska propositionen till 1975 års vårriksdag måste energiprognosutredningens slutliga betänkande föreligga i början av hösten 1974. Denna snäva tidsmarginal har dels tvingat EPU:s underutredningar till stark forcering, dels lämnat ett knappt tidsutrymme för utredningens därpå grundade överväganden.

Utredningen har sammanfattningsvis haft i uppdrag att

- utarbeta alternativa prognoser för energikonsumtionsutvecklingen fram till i första hand 1985 men med en översiktlig bedömning för tiden fram till 1995–2000
- inventera och belysa möjligheterna för produktion och tillförsel av energi för att täcka förväntad konsumtion
- med utgångspunkt i konsumtionsprognoser och produktions- och tillförselmöjligheter utforma energibalanser utifrån de alternativa förutsättningar som antagits och bedömts rimliga
- bedöma teknisk, ekonomisk och internationell utveckling som bakgrund till konsumtions- och produktionsprognoserna
- utveckla prognosmetoder
- utvärdera konsekvenserna för samhället av de olika alternativen, särskilt beträffande miljömässiga, beredskapsmässiga och samhällsekonomiska aspekter.

En detaljerad bedömning av energikonsumsumtionen och motiven för denna är av avgörande betydelse för utformningen av en energipolitik. Utredningens arbete har därför i hög grad inriktats på att ta fram ett underlag för denna bedömning och ange hur energikonsumtionen under olika förutsättningar kan väntas utvecklas. Utgångspunkten för denna analys har varit att anspråken på energi väsentligen måste föras tillbaka på målsättningar och ambitioner inom olika samhällsområden, såsom bostadsbyggande, industriproduktion, transportförsörjning, osv.

Det förtjänar att understrykas, att utredningens uppgift primärt varit att lägga fram alternativa prognoser, sammanställa och utvärdera dessa prognosers förutsättningar och konsekvenser samt utarbeta alternativa energibalanser. Uppgiften har däremot inte varit att framlägga förslag till energipolitiska beslut. Inte desto mindre blir utformningen av prognosalternativen i stor utsträckning beroende av bedömningar och värderingar i mer eller mindre väsentliga detaljfrågor såsom genomförbarheten av tänkta konsumtionsbegränsande åtgärder, konsekvenser av olika inskränkningar på produktionssidan, produktionssystemets sammansättning osv.

För att belysa hur olika handlingsmönster som kan aktualiseras påverkar utvecklingen av energiförsörjningen redovisas prognoserna i form av fyra alternativ. Alternativen är utformade så att spridningen dem

emellan avses bli tillräckligt stor för att täcka in de utvecklingslinjer som kan bli aktuella. Valet av alternativ har diskuterats i utredningens båda expertgrupper och därvid bedömts ge en tillräckligt allsidig beskrivning av olika utvecklingsmöjligheter.

Ansvaret för de bedömningar och värderingar som framförs i själva betänkandet ligger på de fem sakkunniga. Beträffande det material som tagits fram på utredningens uppdrag för att tjäna som underlag för bedömningar och slutsatser gäller naturligtvis att respektive författare står för utformning och framförda synpunkter. I många stycken har också detta material kommit att direkt påverka utredningens bedömningar. Det har varit en uttrycklig strävan från de sakkunnigas sida att i största möjliga utsträckning föra det insamlade materialet vidare. Av detta skäl finns ett stort antal rapporter kring skilda delar av utredningsuppdraget redovisade i en till detta betänkande fogad bilagedel.

Vad beträffar de i utredningen ingående experternas medverkan, har båda grupperna – riksdagsmannagruppen och expertpanelen – fortlöpande följt utredningsarbetets förlopp och givit värdefulla informationer i sakfrågor och synpunkter på bedömningar och värderingar. Stora delar av faktaunderlaget har framkommit genom förmedling av experterna, men till den del det ingår i betänkandets huvudtext har det granskats av de sakkunniga, som självklart därigenom övertagit ansvaret för materialet. Vidare har med båda grupperna en ingående diskussion förts om *valet av prognosalternativ,* om vilket alltså föreligger full enighet. Då experternas ansvar för betänkandets innehåll fått denna begränsning, har det för dem inte varit nödvändigt att markera särmeningar i särskilda yttranden. För de experter som funnit det angeläget att ändå ge uttryck för särskilda uppfattningar har något hinder självklart inte funnits. Ett sådant särskilt yttrande finns också avgivet.

2.3.2 *Arbetets utförande*

Utredningen har utfört ett omfattande utredningsarbete för att analysera de faktorer som påverkar utvecklingen inom energiområdet och som kan ha väsentlig inverkan på valet mellan olika prognosalternativ. Detta utredningsarbete har gjorts av de sakkunniga själva, av de till utredningen knutna experterna[1] och av utredningens sekretariat. Jämsides med detta har utredningen uppdragit åt utomstående institutioner, konsulter etc att utföra specialstudier av vissa förhållanden inom energisektorn. Flertalet av dessa studier redovisas i bilagor. En översikt av de olika specialutredningarna ges i det följande.

En studie av *industrisektorns* energiförbrukning har utförts av Industriens Utredningsinstitut, IUI (se bilaga 3). Parallellt med denna studie har ett antal kontakter tagits med flera branschförbund. I några fall har branschförbunden genomfört särskilda studier av de aktualiserade fråge-

[1] Eftersom företrädare för berörda branschorganisationer och myndigheter varit med i EPU:s expertpanel har delprognoser och annat utredningsmaterial från dessa instanser direkt kunnat utnyttjas.

ställningarna beträffande produktionsutveckling, samt specifik och total energiförbrukning. Därutöver har ett seminarium anordnats med representanter för flertalet huvudbranscher vid vilket preliminära resultat och bedömningar diskuterades. Detta material, som också utnyttjats av IUI, har bildat underlag för EPU:s prognoser. IUI har i vissa fall kompleterat med egna bedömningar vilket medför vissa olikheter i resultaten.

En analys av *samfärdselsektorn* har utförts av f d generaldirektören Erik Upmark vid IVA:s Transportforskningskommission. Studien, som redovisas i kort sammandrag[1] i bilaga 4, behandlar den framtida energikonsumtionen inom samfärdselsektorn. För detta behövs en prognos över utvecklingen inom denna sektor sådan den kan antas bli med hänsyn till bl a lokaliseringspolitik, teknisk utveckling i fråga om både terminaler och transportmedel, kvalitets- och kostnadsförändringar samt en bedömning av hur transportefterfrågan kan komma att förskjutas mellan de olika transportmedlen. Vidare har ett försök till bedömning gjorts av energikostnadernas betydelse för transportvolymsutvecklingen och deras effekter på energiförbrukningen.

Den s k *övrigsektorn,* dvs främst uppvärmning av bostäder och av lokaler inom handel och servicenäringar, har behandlats dels av en konsult (Sven Tyrén AB), dels i tre av EPU samlade arbetsgrupper, i vilka ett mycket omfattande underlagsmaterial kring isolering, ventilation och kollektivmätning tagits fram[2]. När det speciellt gäller användningen av el inom övrigsektorn har material som tagits fram av Föreningen för Elektricitetens Rationella Användning (FERA) ställts till utredningens förfogande. Utredningsmaterial beträffande övrigsektorn återfinns i bilagorna 5, 6 och 7.

I detta sammanhang bör också IVA:s utredning angående effektivare energianvändning uppmärksammas. Denna utredning, som arbetat delvis parallellt med EPU, har sammanställt en rapport som nyligen publicerats av IVA (4). EPU:s sekretariat har fortlöpande informerats under hand och kunnat utnyttja det framtagna materialet som underlag för sitt eget arbete.

[1] En fylligare redovisning kommer att ske i en rapport från IVA:s Transportforskningskommission.

[2] I arbetsgruppen för värmeisolering har ingått: professor Bo Adamsson, LTH, civilingenjör Lars Aldrin, Lättbetong AB, docent Claes Bankvall, LTH, byrådirektör John Cederholm, bostadsstyrelsen, professor Folke Petersson, KTH, civilingenjör Ingemar Öhberg, mineralullsfabrikanterna, civilingenjör Alvar Östman, Riksbyggen AB. I arbetsgruppen för ventilation har ingått professor Bo Adamsson, LTH, byrådirektör John Cederholm, bostadsstyrelsen, professor Harriet Ryd, KTH, civilingenjör Stefan Sandesten, VVS-tekniska föreningen, civilingenjör David Södergren, Paul Petterssons konstruktionsbyrå, civilingenjör Allan Wallin, Statens Planverk, civilingenjör Alvar Östman, Riksbyggen AB. I arbetsgruppen för kollektivmätning har ingått byrådirektör John Cederholm, bostadsstyrelsen, civilingenjör Olle Lundström, Byggnads AB L E Lundberg, ombudsman Lars Anderstig, Hyresgästernas Riksförbund, direktör Carl Hagson, Svenska Elverksföreningen, civilingenjör Staffan Engström, Svenska Värmeverksföreningen, civilingenjör Stefan Sandesten, VVS-tekniska föreningen, fil lic Erwin Mildner, installationsbranschutredningen. I alla tre arbetsgrupperna har från EPU deltagit, civilingenjör Rolf Gradin och byrådirektör Gunilla Boman.

Utöver dessa studier som direkt behandlar energikonsumtionen inom de olika sektorerna har ett antal specialutredningar gjorts kring skilda frågeställningar.

För att belysa verkningarna för viktigare samhällsfunktioner av störningar i tillförseln av olja anordnade EPU i juni 1973 i samarbete med överstyrelsen för ekonomiskt försvar, ÖEF, ett *oljespel* med deltagande av ett stort antal representanter för statliga och privata institutioner och organisationer. Resultatet av under det dagslånga symposiet framkomna informationer och bedömningar har, som förutskickades i lägesrapporten, sammanställts i bilaga 2. Denna rapport ger en sammanfattning av de genomförda diskussionerna, varvid inget av det väsentliga innehållet i diskussionerna av sekretesskäl har behövt undanhållas redovisningen, i motsats till vad som förmodades i lägesrapporten.

På EPU:s uppdrag har en studie av förutsättningarna för kol i svensk energiförsörjning utförts av Ångpanneföreningen. Studien redovisas i sin helhet som bilaga 8. Dessutom har EPU delvis stött ett arbete inom Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning om den förbränningstekniska utvecklingen framför allt av kol. Denna studie finns i sin helhet publicerad som en rapport från stiftelsen (5).

En beskrivning av den tekniska utvecklingen inom kärnkraftområdet har för EPUs räkning gjorts av AB Atomenergi. En redogörelse för studien har publicerats i AB Atomenergis rapportserie (6). EPU har baserat sin faktaredovisning bl a på det av AB Atomenergi framtagna materialet.

Den egentliga metodutveckling som utredningen bedrivit har utförts av Ekonomiska forskningsinstitutet vid Handelshögskolan i Stockholm, EFI, genom utarbetandet av en *prognosmodell*. Arbetet pågår med sikte på att till sommaren 1975 ha en för den fortsatta prognosverksamheten användbar modell.

Arbetet med energiprognosmodellen syftar till att utveckla ett instrument som är lämpat för att belysa energins roll i den svenska samhällsekonomin. Således skall modellen kunna ge en bild av hur exempelvis oljeprisförändringar och teknisk utveckling inom energiomvandlingssektorn påverkar priser och verksamheter i olika samhällssektorer. Modellen skall även kunna visa hur efterfrågan på olika energislag påverkas av t ex energi- och miljöpolitiska åtgärder. Modellen diskuteras närmare i avsnitt 3.2.3. En första delredovisning av resultatet från modellarbetet ges i bilaga 9.

En undersökning beträffande *priselasticiteten* har utförts av civilingenjören John Fletcher för att belysa problemet med energiefterfrågans beroende av prisutvecklingen. Arbetet omfattar dels en inventering av tillgängligt informationsmaterial på området, dels en grov uppskattning av efterfråge- och inkomstelasticiteten på kort och lång sikt. Studien har delvis utförts parallellt med ett av Vattenfall beställt liknande arbete beträffande elenergins efterfrågeelasticitet. En redogörelse för arbetet och de framkomna bedömningarna finns i bilaga 10, medan litteraturinventeringen finns redovisad i en rapport från Göteborgs universitet (7).

En inventering av idéer och förslag om hur riklig tillgång på energi –

ett *"högenergialternativ"* – skulle kunna utnyttjas och påverka samhället har också gjorts, vid ett seminarium i februari 1974. En sammanställning av vid seminariet framkomna synpunkter och förslag återfinns i bilaga 11. Redovisningen bör ses som en idékatalog över olika möjligheter att på ett meningsfullt sätt utnyttja en riklig tillgång på energi, men innebär inte – lika litet som andra skissartade beskrivningar av förhållanden som starkt avviker från nuvarande – att någon bedömning gjorts av sannolikheten för en sådan utveckling.

Den allmänna debatten om *lågenergisamhället* förs med stor intensitet. I lägesrapporten anförde utredningen att den begränsat sig till att studera sådana åtgärder att begränsa konsumtionen av energi, som fortfarande är förenliga med en samhällsstruktur av den typ vi redan har i vårt land. Sedan lägesrapporten publicerades har emellertid diskussionen om ett lågenergialternativ tagit ytterligare fart, varvid även genomgripande förändringar av samhället och vårt sätt att leva tagits upp.

Utredningen har känt stor tveksamhet i denna fråga. Att framlägga ett verkligt lågenergialternativ förutsätter nämligen enligt utredningens mening en betydligt allsidigare och mera ingående – och därmed tidskrävande – diskussion och analys än den som utredningen med sina knappa tidsmarginaler och för ändamålet ofullständiga sammansättning kan åstadkomma. Detta betyder långt ifrån att utredningen underskattar värdet av en verkligt ingående studie av ett noll-tillväxtalternativ. Tvärtom är det just den bristfälliga, skissartade karaktär som en på kort tid framtagen teckning av ett sådant lågenergisamhälle med nödvändighet skulle få som varit orsak till betänkligheterna.

Den debatt som förts i frågan har emellertid klargjort att en sådan skiss i all sin ofullkomlighet ändå måste ingå i det material, som skall ligga till grund för de fortsatta energipolitiska övervägandena. Då utredningen därför i sitt betänkande nu ändå kort tagit upp ett noll-tillväxtalternativ, har det skett först sedan utredningen kunnat förvissa sig om att en fördjupad analys av alternativet kommer att företas genom den energipolitiska delegationens försorg. Efter diskussion med energipolitiska delegationen och med det inom statsrådsberedningen verksamma sekretariatet för framtidsstudier har överenskommits att dessa båda organ företar en fördjupning av analysen inom ramen för nu påbörjad framtidsstudie, som beräknas pågå till utgången av 1975.

EPU har därigenom kunnat begränsa sig till att göra en inventering och sammanställning av framförda förslag och analysera de förutsättningar som måste vara uppfyllda och de konsekvenser som måste accepteras vid en utveckling som innebär en snabbt genomförd begränsning av energikonsumtionen till ungefär dagens nivå. För denna uppgift har engagerats Förmedlingscentralen för framtidsstudier vid IVA. Resultatet av studien redovisas i bilaga 12.

De mycket långa tidsperspektiven och ett globalt perspektiv på energi-, miljö- och resursfrågorna har i den allmänna debatten blivit allt vanligare. Utredningen har självfallet beaktat detta i sina bedömningar men fått koncentrera sin framställning till det mer närliggande tidsperspektivet. Ett flertal studier kring olika aspekter av dessa frågeställningar har

publicerats under senare år. En sammanställning och förslag till strukturering av dessa studier och deras samband med mer kortsiktiga överväganden presenteras i bilaga 13.

2.3.3 *Energiprognosutredningens yttranden*

Energiprognosutredningen har yttrat sig över andra utredningars förslag, skrivelser från departement och andra myndigheter etc. Dessa yttranden har i flertalet fall grundats på det vid respektive tillfälle framtagna utredningsmaterialet och en kort redogörelse lämnas här för innehållet i de avgivna remissyttrandena.

I yttrande den 4 april 1973 till riksdagens näringsutskott över en motion om enhetlig taxa för högspänd elkraft uttalar EPU att man inte ser något skäl att utforma högspänningstaxorna för elkraft mer lika än som redan gjorts. I yttrande den 1 oktober 1973 över remisser angående anslagsframställningar från bl a statens vattenfallsverk och AB Atomenergi konstaterar utredningen att insatserna för forskning och utveckling på energiområdet i stor utsträckning måste samordnas och beaktas vid utformningen av en svensk energipolitik. EPU nämner också att man redan i lägesrapporten påpekat behovet av en avsevärd förstärkning av resurserna för samråd, planering och förstudier av forsknings- och utvecklingsarbete för att vi skall kunna möta situationen under 1970- och 80-talen. EPU föreslog i remissyttrandet att en särskild utredning skulle tillsättas för att göra en översyn av forsknings- och utvecklingsinsatserna inom energiområdet och för att föreslå åtgärder för att effektivisera stödet till denna verksamhet. EPU förutsatte också att denna utredning skulle arbeta snabbt och i fortlöpande kontakt med EPU. Som en följd av detta remissyttrande tillkallades i december 1973 energiprogramkommittén (se avsnitt 2.4).

I yttrande den 4 oktober 1973 till riksdagens civilutskott angående en motion om utredning av problemen med värmeförluster vid bostads- och lokaluppvärmning omtalar EPU att utredningen till sig kommer att knyta referensgrupper bl a för att studera isoleringens och ventilationens betydelse (jämför bilaga 6).

Dåvarande civildepartementet begärde i september 1973 EPU:s yttrande angående utbyggnad av BP Raffinaderi AB:s, Rederi och AB Nordstjernans och Shell-Koppartrans anläggningar i Göteborg och Scanraffs anläggningar vid Brofjorden. Utredningen anför i sitt remissyttrande att

> "en utbyggnad av den inhemska oljeraffinaderikapaciteten är nödvändig om man på sikt inte skall bli alltför beroende av andra länders utbyggnadspolitik på detta område. Det är angeläget att raffinaderier i Sverige och den import av oljeprodukter som kommer att vara aktuell tillsammans kan ge en god täckning för de olika produkter som kommer att efterfrågas och att de beredskaps- och miljökrav som måste ställas i samband med energiförsörjningen tillgodoses."

I remissyttrande till universitetskanslersämbetet rörande förslag från UKÄ:s arbetsgrupp för översyn av utbildningen inom kärnkraftområdet anför EPU att det med hänsyn till den gjorda satsningen på kärnkraft i Sverige är angeläget att dimensionera utbildningen så att behovet av väl

utbildad personal kan tillgodoses. Utredningen anser att huvudansvaret för denna utbildning bör ligga hos de tekniska högskolorna.

Som svar på en enkät från OECD beträffande forskningsprojekt inom energiområdet redovisade EPU den 9 januari 1974 utvecklingsarbetet med energiprognosmodellen (avsnitt 3.2.3). De detaljuppgifter som begärdes redovisas i remissvaret.

I maj 1974 yttrade sig EPU över ett par motioner till Nordiska rådet angående gemensamma nordiska projekt på energiområdet. Utredningen betonar det värde som en för de nordiska länderna gemensam utredning kan ha och hänvisar till det projekt som då förbereddes och som avses färdigställas under hösten 1974 (jämför avsnitt 2.4.2). Vidare nämner EPU de då planerade kontakterna med representanter för de andra nordiska länderna i anslutning till en preliminär version av EPU:s slutbetänkande. Dessa kontakter ägde rum i slutet av maj 1974.

Bostadsdepartementet begärde EPU:s yttrande angående lokaliseringsprövning för ett av Statsföretag AB föreslaget oljeraffinaderi på Lysehalvön inom Lysekils kommun. EPU anförde den 30 maj 1974 att den bedömning man gett uttryck för angående utbyggnad av raffinaderier i Göteborg och Brofjorden hösten 1973, fortfarande gällde. Även mot bakgrund av de sänkningar av prognoserna som skett efter det tidigare yttrandet och de tillskott till raffinaderikapaciteten som Scanraff ger bedömer EPU det som sannolikt att avsättningsmöjligheter i Sverige finns för produkter från ytterligare ett raffinaderi, förutsatt att dess produktmix anpassas efter de avsättningsmöjligheter som energiförsörjningen och den petrokemiska industrin tillsammans erbjuder.

2.4 Andra utredningar

Energiprognosutredningens uppdrag omfattar bedömningar av hela energisektorn och de utvecklingstendenser som där kan väntas. Utredningen har inriktat sitt arbete på att bedöma konsumtionsutvecklingen och ange tänkbara försörjningsmöjligheter. Inom energiområdet finns därutöver en hel rad detaljfrågor som behöver en mer ingående behandling. Kring åtskilliga av dessa specialproblem har också annan utredningsverksamhet pågått och pågår. EPU har i största möjliga utsträckning avstått från att närmare behandla de problemställningar som andra utredningar analyserar. Detta innebär dock inte att dessa problemområden lämnats obeaktade, utan utredningen har i görligaste mån försökt tillgodogöra sig material från andra utredningar och inlemma detta i sina bedömningar. Följande redogörelse berör kort de kontakter utredningen haft med andra utredningar.

2.4.1 *Offentliga utredningar*

Forsknings- och utvecklingsinsatserna inom energiområdet behöver som EPU påpekade i lägesrapporten ges ett starkare stöd än de för närvarande har. I samband med remisser under hösten 1973 angående anslagsäskan-

den från AB Atomenergi m fl kunde energiprognosutredningen påvisa en mycket splittrad bidragssituation. Utredningen förslog att en översyn av FoU-insatserna skulle komma till stånd för att dels ge en bättre överblick över den verksamhet som bedrevs, dels ge möjlighet till en samordning och förstärkning av insatserna.

En utredning tillsattes under hösten 1973 med uppdrag att göra en inventering av den forskning och utveckling inom energiområdet som bedrivs och avge förslag till projekt som skall ha betydelse för svensk energiförsörjning. Utredningen, som tog namnet energiprogramkommittén, EPK, har arbetat parallellt med EPU. Utredningarna som också haft vissa gemensamma ledamöter och experter, har haft fortlöpande kontakter och under hand informerat varandra om respektive utredningsarbete. Parallellt har också kontakt hållits med STU:s energitekniska nämnd.

Olika aspekter av kärnkraftens miljö- och säkerhetsfrågor har behandlats av närförläggningsutredningen och utredningen om högaktivt avfall, den s k Aka-utredningen. De slutsatser som dessa utredningar kommit fram till i sina under sommaren avlämnade rapporter, (8) och (9), refereras kort i avsnitt 10.3. Båda utredningarna har berört viktiga speciella frågor i anslutning till kärnkraften. Då dessa inte har haft någon direkt och avgörande inverkan på prognosernas utformning har de kunnat behandlas relativt översiktligt inom energiprognosutredningens arbete.

Beträffande prognoser för oljeförbrukningen och den petrokemiska industrins anspråk på råvaror har ett utbyte av information ägt rum med petroindustriutredningen. Speciellt, beträffande frågor om petroleumprodukternas fördelning inom den totalram som givits av prognoserna har värdefulla diskussioner kunnat föras med petroindustriutredningens sekretariat. Med hänvisning till petroindustriutredningen har speciella frågor i anslutning till raffinaderiutbyggnaden till stor del kunnat lämnas utanför EPU:s arbete. Petroindustriutredningen avlämnade hösten 1975 en lägesrapport (10).

Vattenkraftutbyggnaden i älvar i norra Svealand och södra Norrland har utretts av f d landshövding Sehlstedt, som under våren 1974 avlämnade ett slutbetänkande (11). En motsvarande utredning kring älvarna i norra Norrland tillkallades i juni 1974. EPU har haft kontakter med båda dessa utredningar.

Värmeanläggningsutredningen, VÄU, har i uppdrag att utforma ett lagförslag angående värmeförsörjning med allmänna (kollektiva) värmeanläggningar. VÄU har informerat EPU om sina överväganden och om sitt förslag, som innebär att möjlighet ges för kommuner att upprätta s k värmeplaner, som därvid kan ges rättsverkan i samband med införande av allmänna värmesystem, dvs fjärrvärme, elvärme och gasvärme. Frågan om värmeplaner har direkt anknytning till energiprognosutredningens arbete och behandlas utförligt i avsnitt 11.3. Värmeanläggningsutredningen beräknas komma med ett betänkande under hösten 1974 (12).

Installationsbranschutredningens arbete har följts i anslutning till prognosarbetet inom bostads- och lokaluppvärmningssektorn. Speciellt har detta gällt frågor med avseende på kollektivmätningen. Installations-

branschutredningen har nyligen avgivit sitt betänkande (13).

Miljökostnadsutredningen håller f n på med en detaljerad analys av svavelproblematiken i anslutning till bränsleförsörjningen. Ett betänkande väntas bli avlämnat under hösten 1974. EPU har haft kontakter med utredningen i anslutning till behandlingen av miljöfrågor vid energiförsörjningen.

En framtidsstudie inom energiområdet har under våren påbörjats inom energipolitiska delegationen och sekretariatet för framtidsstudier. Denna studie skall, som omnämnts, bl a omfatta en fördjupad analys av s k lågenergisamhällen. EPU har deltagit i förberedelsearbetet för denna studie och bidragit med visst underlagsmaterial. Denna studie kan också i vissa avseenden ses som ett försök att utvidga det problemområde som EPU analyserat i en mer översiktlig studie.

2.4.2 *Övriga utredningar*

EPU har även haft kontakt med ett flertal utredningar eller arbetsgrupper inom andra offentliga eller enskilda institutioner.

En utredning inom Ingenjörsvetenskapsakademin om effektivare energianvändning har – som redan nämnts – bidragit med värdefullt material till EPU:s arbete. IVA:s utredning publicerades under sommaren 1974 men informella kontakter mellan sekretariaten har tagits vid ett flertal tillfällen under utredningarnas arbete (4). Inom IVA pågår också en studie kring mera långsiktiga, tekniska och miljömässiga frågor kring energiförsörjningen varifrån bl a visst material om solenergi och fusionsenergi erhållits.

På det internationella planet utförs en mängd utredningar. En översikt av den internationella utvecklingen ges i avsnitt 4.1. Inom OECD, den europeiska samarbetsorganisationen för ekonomiska frågor, har under vintern 1973/74 pågått ett flertal utredningar kring olika specialfrågor. Dessa har i många stycken kompletterat den brett upplagda energistudie som OECD startade 1973 och som beräknas vara avslutad under hösten 1974. Representanter för energiprognosutredningen har bl a deltagit i arbetsgrupper kring prognosmetodik och besparingsproblem i anslutning till energiförsörjningen. Dessa studier kommer att redovisas av OECD men det material som där framkommit har på olika sätt kunnat utnyttjas i EPU:s arbete.

I samband med Nordiska rådets session i Stockholm i februari 1974 inbjöds de nordiska länderna till en diskussion kring EPU:s preliminära resultat och bedömningar. Denna diskussion ägde rum i Stockholm i maj 1974. Syftet var framför allt att informera om utredningens arbete men dessa kontakter kommer att föras vidare i samband med en energistudie inom Nordiska rådets ram, vilken skall fullföljas under hösten 1974.

3 Prognosverksamhet inom energiområdet

3.1 Institutionell ram

Inom energisektorns olika delområden finns redan en löpande prognosverksamhet. Detta gäller framför allt på elområdet, där prognoser på omkring tio års sikt med jämna mellanrum utarbetats av Centrala Driftledningen, CDL. Också branschorganisationerna i övrigt utför prognoser på något decenniums sikt inom sina delområden. Överstyrelsen för ekonomiskt försvar, ÖEF, gör prognoser för drivmedels- och bränsleförbrukningen i anslutning till beredskapsplaneringen.

Någon fortlöpande prognosverksamhet för hela energiområdet har däremot inte funnits. De studier och utredningar som gjorts av utvecklingen inom energiområdet har utförts som kommittéuppdrag med vissa mellanrum. Den senaste utredningen, energikommittén (EK), avlämnade 1967 en prognosrapport (16).

Energikommittén, som också behandlade organisatoriska frågor (14), föreslog att en samlad organisation skulle skapas på myndighetsnivå och därvid fogas in så, att riktlinjerna för statens agerande på energisektorn kan utformas i nära samstämmighet med övrig industri- och näringspolitik. Kommittén ansåg det angeläget att man snabbt skapade en permanent organisation som bl a kunde ta ansvaret för uppbyggnaden av utrednings- och prognosverksamhet.

Den slutliga utformningen av en energimyndighet fick anstå i avvaktan på fortsatta överväganden beträffande den näringspolitiska verksorganisationen, bl a på basis av kommerskollegieutredningens slutbetänkande "Näringspolitik – ny verksorganisation" (15). Prognosarbetet inom energiområdet behövde emellertid påbörjas med det snaraste, varför EPU tillkallades våren 1972. Redan i direktiven uttalas dock att utredningens arbete skulle läggas upp "så att en övergång till en mer permanent organisationsform kan ske smidigt".

Sedan kommerskollegieutredningens betänkande färdigbehandlats föreslogs i proposition bildandet av statens industriverk (prop 1973:41). Här uttalas att utarbetandet av samlade energiprognoser som påbörjats av EPU bör få formen av en fortlöpande fast organiserad verksamhet förlagd till industriverkets energienhet. EPU skall emellertid slutföra sitt uppdrag innan ansvaret för prognos- och utredningsarbetet överförs till verket.

I samband med att utredningen nu slutredovisar sitt arbete överförs alltså dess sekretariat till statens industriverk som en sektion inom verkets energibyrå. Därmed erhålls på myndighetsplanet en fortlöpande samlad prognosverksamhet för hela energiområdet.

EPU har initierat ett arbete som syftar till att utforma en energiprognosmodell. Detta arbete har från början planlagts för att kunna slutföras i en första fas under första halvåret 1975, och därefter kunna användas och utvecklas inom ramen för det löpande prognosarbetet inom statens industriverk.

3.2 Metodaspekter

3.2.1 *Allmänt om prognoser*

Syftet med att upprätta energiprognoser är i första hand att ge bästa möjliga underlag för planeringen av de åtgärder, som erfordras för att tillgodose samhällets framtida efterfrågan på energi eller att i god tid påverka efterfrågeutvecklingen. Handlingsberedskapen kan då ökas och mer ekonomiska lösningar åstadkommas och åtgärder kan vidtas i tid för att motverka från miljösynpunkt eller av andra skäl ogynnsamma följder av energiförbrukningen. Eventuellt erforderliga styrningsåtgärder kan utformas och sättas in på ett tidigt stadium. Samtidigt kan prognoserna ses som en form av samhällsservice och ge branschorganisationer och företag bakgrundsmaterial för deras planering.

Prognosmetodiken kan och bör anpassas efter prognosernas syfte, komplexitet, krav på noggrannhet etc. Oavsett vilken prognosteknik som kommer till användning är det nödvändigt att man känner till nuläget och att man analyserar den verkliga utvecklingen under en gången tidsperiod för att kunna utföra en välgrundad prognos. Tillgången på statistiskt underlag är därför av stor betydelse. Beträffande statistikuppgifternas kvalitet och differentiering föreligger fortfarande en del brister. De samarbetsnämnder som finns beträffande både el- och bränslestatistik och i vilka representanter för EPU ingår arbetar dock på att förbättra det statistiska underlaget för framtiden. Anspråken på det statistiska underlaget blir naturligtvis högre ju mera avancerad prognos- och planeringsmetodik som skall användas. I samband med att energiprognosmodellen utvecklas skapas möjligheter till en väsentligt mer detaljerad analys av energisektorn, med åtföljande anspråk på ett differentierat och tillförlitligt siffermaterial (avsnitt 3.2.3).

3.2.2 *Konventionella metoder*

Alla systematiska, kvantitativa prognosmetoder måste bygga på historiska fakta, främst från den period som analyserats statistiskt och utgör bas för prognosen.

En vanlig utgångspunkt för prognoser är att den kommande utvecklingen följer samma mönster som den gångna. Detta är en i många sammanhang observerad lagbundenhet hos faktorer som beskriver

sammansatta system. En viktig förutsättning är dock att de faktorer som påverkar utvecklingen inte utsätts för kraftiga förändringar. En annan viktig förutsättning är att den utveckling som på detta sätt prognoseras motsvaras av en liknande historisk period. Annars föreligger det betydande risker att tillfälliga och kortsiktiga förhållanden ger en prognos som inte svarar mot angivna förutsättningar.

Denna prognosmetod kallas ofta trendframskrivning. Ett okritiskt utnyttjande av trendframskrivningar ger knappast trovärdiga prognoser. Valet av parametrar är av stor betydelse. De parametrar som utnyttjas för trendframskrivningar måste beskriva en utveckling där förloppet enligt den ovan givna beskrivningen kan antas vara trendmässigt.

EPU har *inte* ansett att energiprognoser kan göras genom en enkel trendframskrivning. De parametrar som påverkar utvecklingen är inte tillräckligt stabila. Det räcker med att hänvisa till oljeprishöjningarna och de ändringar av förutsättningarna för förbrukningsutvecklingen dessa medfört. Detta hindrar dock inte att trendframskrivningar kan göras på delområden. Så har t ex delvis skett när det gäller industriproduktionsutvecklingen ehuru de erhållna resultaten studerats av respektive branschorganisationer och därvid godtagits som rimliga bedömningar.

Det finns i många prognossammanhang en påtaglig benägenhet att förutsätta en avtagande ökningstakt på lång sikt. Detta torde när det gäller energiprognoser sammanhänga med att en viss mättnad som regel uppstår för konventionella användningsformer av energi och att nya användningsområden är svåra att förutse. Att kompensera detta genom att tillämpa trendframskrivning av en iakttagen utveckling är en visserligen ofta praktiserad och för en kort tidsperiod acceptabel metod. På längre sikt måste en mättnad i energiförbrukningens tillväxt dock betraktas som trolig inte minst genom att vissa fysiska gränser ändå finns beträffande den energi som kan nyttiggöras. En uppskattning av var denna mättnadsnivå ligger i olika sammanhang är ett problem som i vissa delar aktualiserats redan i samband med de prognoser EPU presenterar i detta betänkande.

Tillväxten av energiförbrukningen beror i hög grad av utvecklingen inom olika sektorer av samhället. De förutsättningar som energiprognoserna måste bygga på borde helst vara framtagna för varje samhällssektor utifrån vissa allmänna förutsättningar beträffande samhällsutvecklingen i stort. Några sådana förutsättningar finns dock inte angivna, och det har inte heller varit möjligt att i tillräcklig omfattning erhålla allmänna sektorprognoser, t ex beträffande industriproduktion, trafikutveckling och bostadsbyggande. Anledningen är bl a den långa framförhållningen som är nödvändig i energiprognoserna.

Konsumtionsutvecklingen har analyserats för de tre huvudsektorerna industri, samfärdsel och övrigt (omfattande hushåll, service m m). Uppdelningen ansluter sig till en traditionell sektorbeskrivning av samhället, men går i sina detaljer tillbaka på den statistiska redovisningen av energiförbrukningen. För varje huvudsektor ges ett par alternativ beträffande konsumtionsnivån. Dessutom görs en differentiering med avseende på tillförda energiformer. Den uppdelning som därvid i första

hand är aktuell gäller mellan el och bränslen. Substitutionsmöjligheterna i befintliga system synes därvid i praktiken vara relativt begränsade åtminstone på kort sikt, medan valmöjligheterna för nytillkommande konsumtion är avsevärt större.

Genom att i här redovisade energiprognoser i görligaste mån uttryckligen ange gjorda förutsättningar och relativt detaljerat redovisa de analyser som leder fram till prognoserna bör möjligheterna vara goda att utifrån det presenterade materialet diskutera rimligheten både i förutsättningar och utfall. Detta öppnar också möjligheter till en känslighetsanalys av de angivna prognoserna. EPU har genom detta tillvägagångssätt försökt ge ett så allsidigt material som möjligt för fortsatta diskussioner.

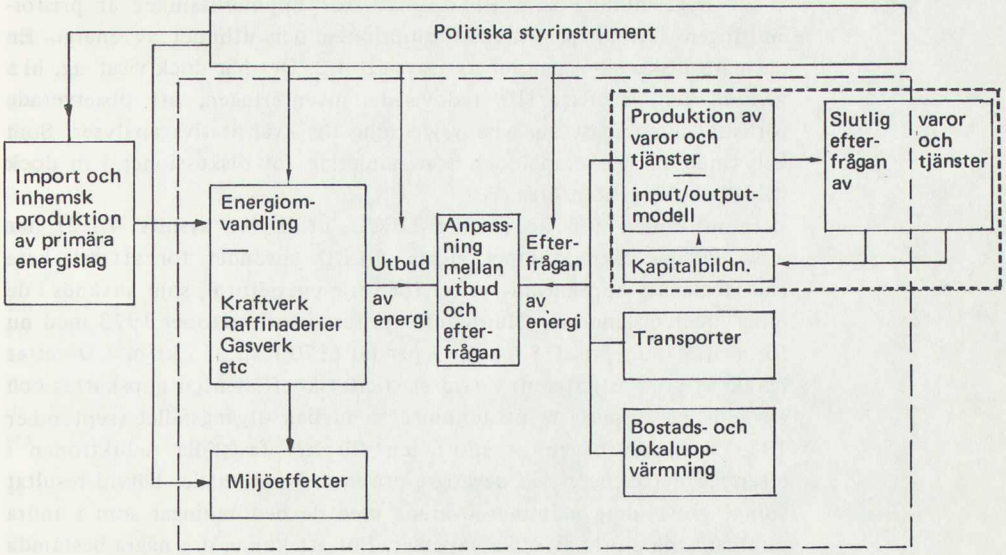
3.2.3 *Prognosmodeller*

Värdet av prognosmodeller består framför allt i att de medger systematisk behandling av ett stort antal faktorer som inbördes är beroende av varandra. Konsekvenserna av ändrade förutsättningar kan snabbt beräknas och alternativa handlingsprogram därigenom utarbetas. Men även med en utarbetad och realistisk prognosmodell kan någon garanti för riktiga prognoser naturligtvis inte erhållas. Många faktorer är beroende av politiska beslut eller eljest av sådan natur att de i en energiprognos måste få karaktär av randvillkor. Varje prognos måste, oavsett hur mycket arbete som nedläggs på den, vara behäftad med en osäkerhet som ökar ju längre tidsperiod prognosen avser. Den enda möjligheten att komma till rätta med dessa problem är att prognosarbetet görs till en kontinuerlig uppgift, dvs att prognosen revideras allteftersom förutsättningarna ändras.

EPU har, som ett led i metodutvecklingen, påbörjat arbetet på en energiprognosmodell. I korthet är ambitionen med denna prognosmodell på sikt att för varje uppsättning antaganden om bränslepriser, energiomvandlingsteknologi och energipolitik kunna utarbeta en långsiktig prognos för det svenska energisystemet. Modellen är uppbyggd för att ge en beskrivning av energins roll i den totala samhällsekonomin. Den kommer därför att ha ett begränsat direkt värde för detaljerad planering av en enskild sektor, t ex av elproduktionen. Däremot kommer den att kunna utnyttjas för att avstämma och knyta ihop olika delar av energisektorn och de delprognoser som där tas fram med olika utgångspunkter.

Energiprognosmodellen, EPM, är uppbyggd av fyra olika block eller submodeller, nämligen

- en utbudsmodell för energi (kraftverk, raffinaderier, oljeimport m m)
- en modell för energiefterfrågan för bostadsuppvärmning
- en modell för energiefterfrågan från det privata bilbeståndet
- en modell för energiefterfrågan inom resten av samhället, dvs huvudsakligen industri och jord- och skogsbruk



— — — = EPM

- - - - - - - - = LU

Figur 3.1 Blockschema för energiprognosmodellen, EPM. Figuren anger hur de olika blocken hänger samman inom modellen och hur utifrån bestämda faktorer kommer in. Figuren anger också i vilken del kopplingar till LU-modellen finns.

Genom den teknik som valts kommer modellen att kunna ge en ganska detaljerad beskrivning av hur energi – både i form av el och bränslen och i form av i olika produkter bunden energi – kommer in i samhällsekonomin. Figur 3.1 illustrerar hur modellens olika delar hänger samman inbördes, och hur de relateras till förhållanden utanför modellen. I figuren anges också omfattningen av långtidsutredningarnas modell i de delar den behandlar samma områden som energiprognosmodellen.

Långtidsutredningarna använder en modell för hela samhällsekonomins utveckling som olika specialmodeller bör kunna relateras till. Denna modell är självklart inte direkt konstruerad för att belysa energipolitiska spörsmål. Det är därför inte möjligt att med hjälp av denna övergripande modell åstadkomma en fullständig prövning av motsägelsefriheten i energiprognoserna. Det är i stället avsikten att energiprognosmodellen skall utvecklas så att en avstämning i alla dessa avseenden skall kunna ske. Detta kan åstadkommas bl a genom att investeringar och sysselsättning i den s k energiomvandlingssektorn (kraftverk, raffinaderier etc), investeringar och sysselsättning för tilläggsisolering etc uttryckligen redovisas tillsammans med investeringarnas kapacitetshöjande effekt inom industrin.

Eftersom det från början stod fullt klart att några prognoser inte kunde beräknas med modellens hjälp inom den tidrymd som EPU har till sitt förfogande, så har själva prognosarbetet gjorts helt oberoende av modellarbetet. Under senvåren 1974 har emellertid modellarbetet lett till att vissa beräkningar av produktionssystemets energiförbrukning kunnat göras. Dessa beräkningar presenteras i bilaga 9.

En frågeställning som EPU ägnat stor uppmärksamhet är prisförändringens effekt på energikonsumtionen och utbudet av energi. En närmare diskussion genomförs i avsnitt 4.2. Det har dock visat sig, bl a genom den i bilaga 10 redovisade inventeringen, att observerade förhållanden endast ger viss vägledning för kvantitativa analyser. Som belysande räkneexempel och som underlag för diskussioner kan dock vissa kalkyler genomföras.

Inom ramen för de studier OECD utför (se avsnitt 4.1.2) har vissa sådana räkneexempel gjorts. OECD använder för att utarbeta energibalanser uppskattade priser för varje energiform, som används i de olika medlemsländerna. Man jämför priserna före oktober 1973 med nu förutsatta råoljepriset $ 6 resp 9 per fat (170 resp 255 kr/m^3). Därefter beräknas priselasticiteten, varvid elasticitetskoefficienten uppskattas och används på de ansatta prishöjningarna mellan utgångsfallet (september 1973) och de bägge prognosfallen för att fastställa reduktionen i efterfrågan på energi vid de högre priserna. Man erhåller härvid resultat som i grova drag stämmer överens med de bedömningar som i andra sammanhang gjorts av olika experter. För att kunna dra några bestämda slutsatser fordras emellertid ytterligare analys av materialet.

3.2.4 *Energislag och energisorter*

Energi är i fysikalisk mening en entydigt definierad storhet. Enligt det systematiskt enhetssystem[1] som enligt internationella överenskommelser skall införas efter hand skall energi mätas i joule, J. I detta enhetssystem ingår också kWh, varvid

1 kWh = 3 600 x 1 000 J = 3,6 MJ

Elektrisk energi mäts av hävd i kWh (eller multiplar därav). Bränslen har i regel mätts i vikt eller volym, vilket från jämförelsesynpunkt är opraktiskt. Värmevärdet, dvs energiinnehållet, är olika för olika bränslekvaliteter. Kvantiteten bränsle har därför ofta angetts genom sitt energiinnehåll i kalorier (eller multiplar därav), eller genom att referera till den kvantitet av ett bränsle som motsvarar samma energiinnehåll, t ex ton ekvivalent olja, toe.

Anm.
Definitionen av toe varierar något. Ibland avses det motsvara 1 ton råolja av en viss kvalitet. I lägesrapporten angavs 1 toe = 11,74 MWh vilket är lika med 10,12 Gcal.

I detta betänkande har den allmänt brukade definitionen 1 toe = 10 Gcal = 11,63 MWh valts. Framförallt överensstämmer detta med den av OECD valda definitionen. Skillnaden spelar för alla praktiska sammanhang ingen roll beträffande prognosvärden, men måste beaktas i redovisning av statistiska uppgifter.

[1] SI-systemet, se SIS handbok 103, Stockholm 1973.

En viktigare fråga ur flera synvinklar är värderingen av elenergi när ett totalmått på energi skall anges. Elenergi är en mer förädlad energiform än bränslen, vilket bl a innebär att elenergi kan med mycket god verkningsgrad omvandlas till mekaniskt arbete. Även för uppvärmningsändamål finns en sådan verkningsgradsskillnad mellan el och bränslen men skillnaden är i regel mindre. Dessa förhållanden gör att en direkt omräkning mellan el och bränsle efter fysikaliskt värmeinnehåll ofta ger en ofullständig bild.

Anm:
Elenergi kan i kraftverk produceras ur bränsle genom att värmeenergin via en s k värmecykel (eller Carnotprocess) omvandlas till elenergi, t ex i en ångturbin där ångan bildas av värmen från fossila bränslen eller kärnbränslen. Verkningsgraden för denna process är f n som högst ca 40 %, dvs för 4 kWh elenergi behövs 10 kWh värme varav 6 kWh ej kan utnyttjas till annat än uppvärmning.

Men elenergi kan också produceras i vattenkraftverk, där ca 85–90 % av energin i det strömmande vattnet övergår i elenergi.

Den primära energi som svarar mot 1 kWh el kan alltså variera mellan 2,5–3 kWh och 1,1–1,15 kWh.

I detta betänkande har mot bakgrund av ovanstående valts att konsekvent särredovisa elenergi och bränslen. Vattenkraft och kärnkraft har därvid tillgodoräknats för den elenergi de producerat. I de summeringar av total energiförbrukning som EPU ändå velat redovisa har relationen 1 toe = 11,63 MWh (1 Mtoe = 11,63 TWh) använts, trots de nackdelar detta har.

Det med hänsyn till aktuella rekommendationer korrekta redovisningssättet hade varit att ange all energi i joule. EPU har bedömt att jämförbarheten med annat material hade försvårats och dubbla sortangivelser hade tyngt framställningen. Trots invändningen att framtida jämförelser i stället försvåras har EPU alltså valt att ange bränslen i toe – eller i vissa fall faktisk kvantitet av respektive bränsle – och elenergi i kWh.

I appendix A ges en omräkningstabell mellan olika energisorter och toe respektive GJ (gigajoule).

4 Allmänna förutsättningar

4.1 Internationell översikt

4.1.1 *Allmänt*

I lägesrapporten (kapitel 4 s 50–77) erinrade EPU om de förändringar som inträtt på energimarknaderna under de närmast föregående åren. Vidare lämnades en relativt ingående redogörelse för energisituationen internationellt och för planeringen i några för Sverige speciellt intressanta länder.

Händelserna i samband med oktoberkriget 1973 och den utdragna oljebojkotten från de oljeproducerande arabstaternas sida under vintern 1973/74 har därefter på ett drastiskt sätt illustrerat hur beroende den industrialiserade världen är av en fungerande oljetillförsel.

Samtidigt skedde en mycket snabb upptrappning av oljepriserna. Från början av oktober 1973 till januari 1974 steg råoljepriset således med mellan 300 och 400 %.

Innebörden av dessa händelser – en osäkerhet om möjligheterna för importländerna att få tillgång till olja och en kraftig prisökning – innebar egentligen inte något nytt och oväntat utan var en logisk konsekvens av bl a de marknadsförändringar som inträffat. Ändå är det inte någon överdrift att säga att oljekrisen vintern 73/74 för de flesta länder blev något av en väckarklocka och att energipolitiska problem, som tidigare legat latenta, i ett slag blev konkreta, dagsaktuella frågor för gemene man.

Det kan vara svårt att nu bedöma vilka effekter – politiska och andra – som 73/74 års oljekris får på längre sikt. Klart är dock att den redan föranlett genomgripande förändringar i bedömningarna och omarbetningar av de energipolitiska programmen i flera länder. Detta belyser väl det behov av utlandsbevakning som påtalades i lägesrapporten.

4.1.2 *OECD:s prognosarbete*

Som nämndes i lägesrapporten startade OECD under 1972 arbetet på en långsiktig global energistudie som skulle föreligga till utgången av 1974. Enligt preliminära uppgifter från OECD:s sekretariat tyder aktuella beräkningar på att totala konsumtionen av primärenergi inom OECD-området som helhet väntas öka från ca 3 500 Mtoe år 1972 till ca 4 800–4 500 Mtoe år 1980, en ökning med i genomsnitt 4,0–3,2 % per

år, och ca 6 000–5 600 Mtoe år 1985, vilket motsvarar en ökning med i genomsnitt 4,6–4,5 % per år mellan 1980 och 1985. Den högre konsumtionssiffran är hänförlig till antagandet om ett råoljepris i Persiska Viken av $[1] 6 per fat (motsvarande ca 170/kr/m^3 och den lägre siffran till antagandet om ett råoljepris av $ 9 per fat (ca 250 kr/m^3).

För enbart europeiska OECD kommer enligt den preliminära prognosen den totala konsumtionen av primärenergi att öka från ca 1 150 Mtoe år 1972 till ca 1 600–1 500 Mtoe år 1980, en ökning med 4,2–3,4 % per år, och ca 2 100–2 000 Mtoe år 1985, en ökning med 5,6–5,9 % per år mellan 1980 och 1985.

Jämfört med de prognoser som hade tagits fram före oktober 1973 innebär dessa resultat stora förändringar. För europeiska OECD, som torde ha störst intresse för svensk del, har man således i det närmaste halverat den tidigare prognosen för oljeimport till området år 1985. I stället väntas kol och gas öka i betydelse, både genom ökad inhemsk produktion och genom ökad import.

Produktionen av kärnkraft 1985 väntas nu i både 6 och 9 $-fallet öka med 16 % jämfört med prognoserna före oktober 1973. Att ökningen är densamma i båda fallen beror på att kärnkraften förutsätts vara ekonomiskt konkurrenskraftig redan vid råoljepriset 6 $ och att tillgänglig kapacitet för kärnkraftutbyggnad då tas i anspråk fullt ut.

Sammanlagt minskar den totala konsumtionen av primärenergi – jämfört med tidigare prognoser – med 11 % i 9 $-fallet. Oljekonsumtionen 1985 minskar därvid med 35 %. Av de enskilda konsumentgrupperna väntas den största dämpningen av energikonsumtionens ökningstakt inom hushåll, handel m m – en förväntan som också finns i EPU:s prognoser för Sverige. Dämpningen väntas bli relativt minst i transportsektorn.

Sammanfattningsvis räknar OECD enligt dessa preliminära uppgifter således med en överraskande kraftig förändring i totalkonsumtionen för olika länder och länderområden, större övergång är väntat från olja till kol, gas och kärnkraft samt en stark stegring av medlemsländernas egen oljeproduktion.

Som tidigare nämnts (avsnitt 3.2.3) utgår man i OECD:s beräkningar strikt från bl a prisuppskattningar för de olika energiformerna samt antagna priselasticiteter. Som EPU erinrar om i flera sammanhang måste stor försiktighet emellertid iakttas när resultatet av sådana beräkningar används, beroende på att historiska data – utomlands likaväl som i Sverige – endast föreligger för perioder med sjunkande eller oförändrade priser på energi och det är osäkert om då konstaterade samband kan tillämpas på den motsatta utvecklingen.

Inom ramen för den stora OECD-studien har ett antal frågor bearbetats inom särskilda arbetsgrupper. Således har särskilda grupper funnits för el, kol, gas, energitransporter, miljöaspekter och FoU. Dessa grupper har naturligtvis också i hög grad påverkats i sitt arbete av händelserna under den gångna vintern och i många fall även reviderat sina tidigare beräkningar och slutsatser därefter. Av preliminära uppgifter att döma har t ex elgruppen i sina slutsatser framhållit bl a att de väntade oljeprisstegringarna kan antas ytterligare förstärka övergången från olje-

[1] Här avses 1972 års US $.

till elanvändning. Regeringarna skulle, för att minska beroendet av oljeimport, kunna stimulera denna tendens ytterligare t ex genom stöd till utveckling av eldrivna kollektiva färdmedel och genom åtgärder för att göra nya byggnader eluppvärmda. För att täcka den ökade elkonsumtionen rekommenderar arbetsgruppen att utbyggnaden av kärnkraft accelereras så långt är möjligt.

Anm.

De rapporter som ingår i OECD-studien har färdigställts och distribuerats i augusti 1974 sedan EPU:s rapport lämnats till tryckning. Några väsentliga ändringar jämfört med de tidigare preliminära utgåvor, på vilka EPU baserat sina bedömningar, har inte gjorts.

4.1.3 *Övriga internationella studier*

I samband med och efter oljekrisen har verksamheten på energiområdet även i andra internationella sammanhang ökat kraftigt.

Ett exempel på detta är den konferens som hölls i Washington i februari 1974 med regeringsrepresentanter på ministernivå från EG-länderna, Kanada, Förenta Staterna, Japan och Norge. I slutkommunikén framhölls nödvändigheten av ökat internationellt samarbete på energiområdet både med andra konsumentländer och med producentländerna. I kommunikén underströks vidare behovet av samarbete i fråga om bl a energibesparing och efterfrågedämpande åtgärder, internationell oljefördelning i krissituationer, ökad utveckling av (konventionella) energitillgångar samt ökning av forskning och utveckling på energiområdet.

För att närmare bearbeta dessa och andra frågor bildades en energisamordningsgrupp. Denna skulle också förbereda en konferens att hållas snarast möjligt mellan konsument- och producentländer. Tanken på en sådan konferens tycks emellertid därefter ha skjutits på en obestämd framtid. Gruppens arbete väntas nu bli integrerat i OECD-arbetet (17).

Vid världsenergikonferensen i Detroit i september 1974 kommer aktuella energifrågor att behandlas. Därvid lämnas också ett bidrag från EPU (60).

Energifrågorna har under senare år tilldragit sig växande uppmärksamhet även inom det nordiska samarbetet. Enligt beslut av ministerrådet i juni 1974 skall en rapport utarbetas rörande läget i de nordiska länderna i fråga om energiförsörjningen samt behovet av och möjligheterna till en utbyggnad av det nordiska energisamarbetet. Rapporten skall vara färdig i december 1974 och kommer att behandlas av Nordiska rådet i februari 1975.

4.1.4 *Reviderade energipolitiska program*

Den energipolitiska planeringen i olika länder har påverkats och uppgifter börjar nu komma om nya åtgärder och beslut. Genomgående drag tycks därvid vara dels ökad uppmärksamhet på möjligheterna att begränsa

behovet av oljeimport och möjligheterna att åstadkomma effektivare energihushållning och att spara energi, dels ökad satsning på forsknings- och utvecklingsarbete inom energiområdet. Begränsningarna i oljeimporten skall i allmänhet uppnås genom kraftigare satsningar på utnyttjandet av inhemska bränslen – t ex kol – och genom en intensifierad utbyggnad av kärnkraft, dvs i stort sett den utveckling som de ovan redovisade preliminära uppgifterna från OECD antyder.

I några fall har konkreta program redan presenterats. Detta gäller Europeiska Gemenskapen, där kommissionen nyligen lade fram förslag till energistrategi, och även t ex Frankrike, Förenta Staterna och Japan. Av våra nordiska grannländer har Danmark och Norge under våren 1974 presenterat energipolitiska program.

I det följande ges ett kort referat av i början av juni 1974 kända nya planer och program, som kan vara av särskilt intresse för svensk del.

4.1.4.1 Förenta Staterna

Prognoser från våren 1973 och tidigare pekade mot att Förenta Staterna år 1985 skulle behöva importera ca 700 miljoner ton olja, dvs 50 à 60 % av sitt oljebehov. En huvuddel av denna olja måste komma från Mellanöstern och Afrika.

Under intryck av oljekrisen, som ju även omfattade ett oljeembargo mot Förenta Staterna, proklamerades i november 1973 det s k Project Independence. Projektets innebörd var att Förenta Staterna till 1980 skulle göras oberoende av import av energi. Detta mål skulle nås genom en stor satsning på att dels begränsa konsumtionsökningen genom aktiva besparingsåtgärder, dels stimulera utvecklingen av inhemska energikällor, främst kol och kärnkraft.

Fördelningen mellan olika planerade åtgärder för att ersätta det tidigare väntade importbehovet 1980 är följande (19):

tidigare prognostiserad import	600 Mtoe
utökad inhemsk produktion:	
av fossila bränslen	290 Mtoe
av icke-fossila bränslen	75 Mtoe
besparing – tekniska förbättringar och minskad efterfrågan	235 Mtoe

Åtgärderna för att öka den inhemska energiproduktionen är dels av generell natur och avsedda att öka lönsamheten vid exploatering av landets resurser, dels specialinriktade på att öka utbudet av vissa energislag.

De mest omfattande åtgärderna avser kolet. För att öka utbudet av kol avser man att

– släppa priskontrollen
– påskynda utvecklingen av metoder för kolgasifiering
– temporärt sänka luftföroreningsgränserna
– bygga ut transportnätet
– låta elkraftverk återgå till koleldning.

För olja och naturgas innehåller projektet åtgärder av motsvarande karaktär. Särskilt ekonomiskt stöd samt slopande av vissa miljövårdskrav skall stimulera till oljeproduktion från skiffer.

Produktionen av kärnkraft hinner inte höjas till 1980, pga de långa byggnadstiderna. Åtgärder för att förkorta byggnadstiden och påskynda den i lag föreskrivna prövningen i samband med tillståndsgivningen för förläggning av kärnkraftverk ingår dock i projektet.

Genom besparingsåtgärder avser man samtidigt att hålla energikonsumtionens ökning nere vid 2 % per år i stället för tidigare prognostiserade 3,6 % per år. De åtgärder som föreslås är bättre värmeisolering av byggnader, ökad kollektivtrafik, bensinsnålare bilar m m.

En central roll i Project Independence spelar forsknings- och utvecklingsfrågorna. Här finns ett programförslag som atomenergikommissionen, AEC, lade fram i december 1973. Programmet föreslår federala forsknings- och utvecklingsinsatser om sammanlagt $ 10 miljarder under en femårsperiod. Av beloppet avser drygt 40 % kärnkraftutveckling, drygt 20 % utnyttjande av kol, knappt 20 % nya energiformer, ca 15 % hushållnings- och besparingsinsatser och ca 5 % olje- och naturgasproduktion.

Möjligheterna att realisera målen i Project Independence redan till 1980 har ifrågasatts från olika håll. Det framhålls därvid bl a att de enorma FoU-satsningar som nu genomförs inte räcker för att ens till 1985 nå ett oberoende av energiimport.

Som exempel kan nämnas en studie av National Academy of Engineering's (NAE) Task Force on Energy, publicerad i maj 1974 (20). Enligt denna utredning innebär de åtgärder som krävs för att nå fullständig självförsörjning år 1985 en nationell satsning av nästan samma omfattning som att sätta landet på krigsfot. Det skulle t ex behövas en direkt kapitalinvestering på $ 500–600 miljarder, dvs i genomsnitt $ 50–60 miljarder per år fram till år 1985 eller en fördubbling av energiindustrins nuvarande årliga investeringar. Antalet ingenjörer inom energiindustrin skulle behöva öka med 30 000 före år 1980 eller med 40 %.

NAE finner att följande förutsättningar måste uppfyllas för att tillfredsställa även en begränsad efterfrågan med inhemsk energiproduktion:

– kolproduktionen måste fördubblas
– kärnkraften måste expandera till en tredjedel av elproduktionen
– olje- och gasproduktionen måste öka med 25 %

Slutsatserna är inte optimistiska beträffande möjligheterna för Förenta Staterna att uppnå den eftersträvade självförsörjningen med energi. Även om det mot förmodan visar sig möjligt att med en kraftansträngning nå målet 1985 har man bara köpt sig en kort respit. NAE:s slutomdöme är att på lång sikt måste Förenta Staterna förutse energiknapphet, om inte radikalt nya vägar öppnar sig för att spara energi och ny teknik ökar utbudet väsentligt.

4.1.4.2 Europeiska gemenskapen (EG)

Någon gemensam energipolitik för EG har hittills inte kunnat förverkligas, även om förslag till en sådan har förelegat (EPU:s lägesrapport, s 66–67). Vid sitt möte i Köpenhamn i december 1973 beslöt dock medlemsstaterna att ett förslag skulle utarbetas till samlad lösning för gemenskapens energipolitik på lång sikt. I början av juni 1974 presenterade sedan EG-kommissionen ett sådant förslag (18). Förslaget har tagits fram efter diskussion inom gemenskapens nyinrättade energikommitté.

Innebörden av förslaget är följande:

Gemenskapen bör eftersträva en enhetlig energimarknad och ökad säkerhet i energiförsörjningen. En särskild forskningspolitik på energiområdet behöver därvid utvecklas, och förslag om en sådan är under utarbetande.

Målet på lång sikt – fram till sekelskiftet – bör vara att gemenskapens energiförsörjning i huvudsak skall bygga på två komponenter, i första hand kärnenergi, i andra hand gas.

På kortare sikt – till mitten av 1980-talet – föreslår kommissionen ett omfattande handlingsprogram, se tabell 4.1.

Energikonsumtionen föreslås bli minskad med 10 % i förhållande till tidigare prognoser för 1985. Elanvändningen skall ökas, jämsides med att kärnkraften byggs ut, så att el år 1985 svarar för 35 % av energikonsumtionen. 50 % av elbehovet bör år 1985 täckas med kärnkraft. Beroendet

Tabell 4.1. EG:s totalbehov av primärenergi år 1973 samt år 1985, dels enligt tidigare beräkningar (jan 1973), dels enligt kommissionens nya målförslag.

	1973		1985, tidigare beräkning		1985, mål	
	Mtoe	%	Mtoe	%	Mtoe	%
Kol (inkl brunkol)	227	22,6	175	10	250	16
Olja	617	61,4	1 160	64	655	41
Naturgas	117	11,6	265	15	375	24
Vattenkraft m m	30	3,0	40	2	35	2
Kärnenergi	14	1,4	160	9	260	17
Summa	1 005	100	1 800	100	1 575	100

Tabell 4.2. Förändring i EG:s importberoende genom den av kommissionen föreslagna satsningen.

	1973		1985, tidigare beräkning		1985, mål	
	Mtoe	%	Mtoe	%	Mtoe	%
Egen produktion	370	37	640	36	915	58
Import	635	63	1 160	64	660	42
Summa	1 005	100	1 800	100	1 575	100

av tredje land skall begränsas till omkring 40 % och oljans andel i energibalansen skall begränsas från nuvarande 60 % till 40 %, se tabell 4.2.

Den importerade oljans andel skall sänkas från nuvarande 98 % till 75 %. Nuvarande kolproduktion bör bibehållas och kolimporten ökas så att kolet år 1985 kan svara för 15 % av energibalansen. Gasförsörjningen skall ökas från nuvarande 12 % till 25 % genom att EG-länderna fördubblar sin produktion och ökar importen. Avslutningsvis innehåller förslaget en del anvisningar om behovet av styrinstrument och nya organisatoriska åtgärder.

4.1.4.3 Frankrike

I början av mars 1974 presenterade den franska regeringen sin reviderade energiplan (21), omfattande dels ett antal åtgärder för att spara energi, dels åtgärder för att trygga försörjningen.

På besparingssidan kan nämnas att en lag skall utarbetas beträffande isoleringskrav i bostadshus, att begränsningar införs i rätten att under sommarhalvåret elda i bostadshus, att möjligheterna skall undersökas att ersätta oljedrivna handelsfartyg med kärnkraftdrivna och att investeringar i kollektiva färdmedel skall ges prioritet. När det gäller försörjningssidan fastslås att energikällorna skall diversifieras och att självförsörjning skall uppnås 1980. Kärnkraftutbyggnaden skall intensifieras. Sammanlagt 30 kärnkraftaggregat, ca hälften av dem i storleksordningen 900–1 000 MW skall stå produktionsklara 1980, och ytterligare ett 30-tal skall tillkomma under perioden 1980–85. Nya gasimportkontrakt skall tecknas. Tidsschemat för brytningen i franska kolgruvor skall förlängas och kolimporten skall ökas, främst från Italien, Förenta Staterna och Östeuropa. Slutligen förutskickas en forskningsplan avseende nya energislag.

Av de forskningsprojekt som nu är i gång i Frankrike kan nämnas en satsning på att utnyttja solenergi och geotermisk energi i stor skala, experiment med vindkraft och utveckling av tekniken för att utvinna olja och ta tillvara oljeskiffrar. Fusionsforskning bedrivs med sikte på först en försöksanläggning och sedan – vid mitten av 1990-talet – en prototypanläggning för elproduktion. Arbetet bedrivs i nära samarbete med Euratom.

4.1.4.4 Storbritannien

De nyinrättade brittiska energiministeriet presenterade en energiplan i juli 1974. Av fackpressuppgifter framgår (22) att planen bl a tar sikte på ökad socialisering av energiproduktionen och en fortsatt kärnkraftutbyggnad. Beställningar på 4 000 MW kärnkraft avses läggas ut under de närmaste 18 månaderna. Med avsteg från elproducenternas förslag innebär planen dock att en övergång skall ske till kärnkraftreaktorer av tungvattentyp och att kärnkraftens andel i elförsörjningen skall öka långsammare. När det gäller Nordsjöoljan skall (fortfarande enligt pressuppgifter) maximiproduktionen vara 150 miljoner ton per år tills nya

undersökningar gett en klarare uppfattning om fyndigheternas storlek och karaktär. Vid sidan härav kommer en intensiv satsning att ske på kol.

4.1.4.5 Västtyskland

Det energipolitiska program som lades fram i Västtyskland i början av oktober 1973 har i januari 1974 kompletterats med ett program för energiforskning för perioden 1974–77 (23). Tyndpunkten – 2/3 av de sammanlagt ca 1 500 miljoner D-mark som programmet omfattar – ligger på utveckling av metoder för att ersätta olja med kol eller kolprodukter. Därvid skall dels eftersträvas utvecklingen av metoderna för omvandling av kol till syntetisk olja eller gas, dels insatser göras för att förbättra tekniken för kolbrytning i gruvorna så att effektiviteten höjs samtidigt som en god arbetsmiljö uppnås.

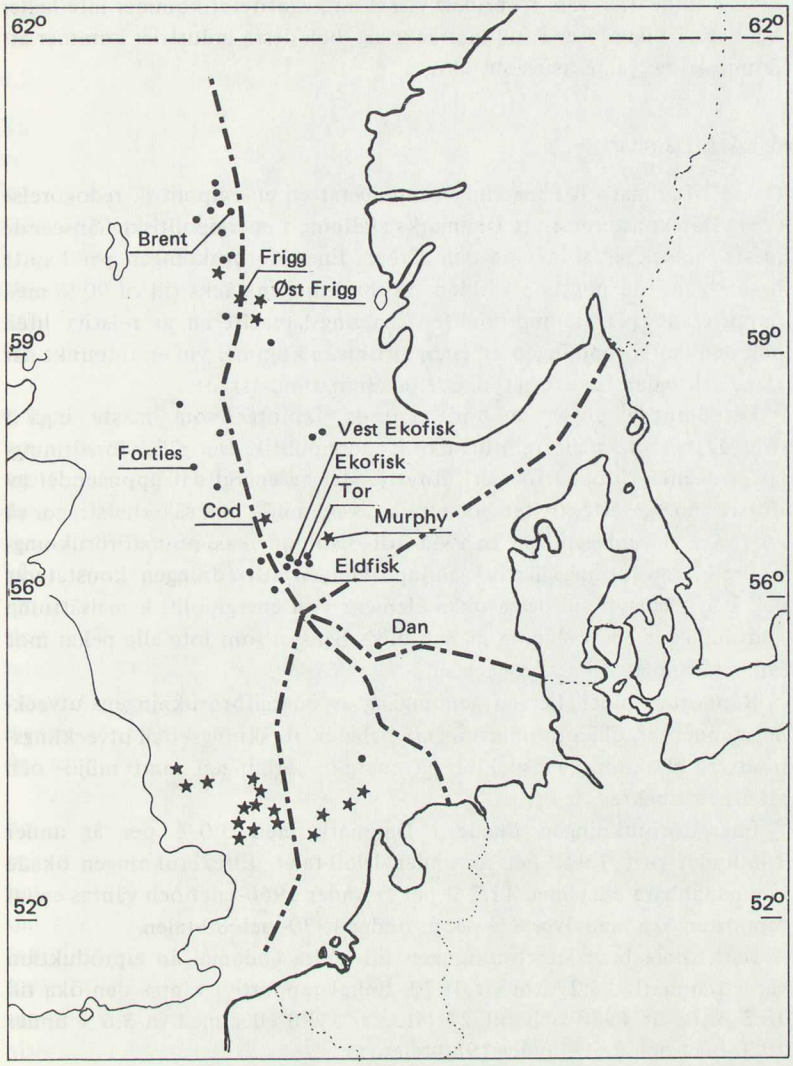
Andra punkter i forskningsprogrammet avser tekniken för prospektering och utvinning av olje- och gasfyndigheter, metoder för omvandling, transport och lagring av energi samt teknik för att förverkliga en rationell energianvändning.

4.1.4.6 Norge

I Norge har under våren framlagts flera propositioner som berör olika delar av energiförsörjningssituationen (24). Norge står inför en delvis ny situation. Energipolitiken i Norge har hittills i stor utsträckning omfattat endast elenergin, som utgör mer än hälften av landets energibalans. Norges resterande outnyttjade vattenkrafttillgångar kan emellertid på lång sikt inte täcka den ökande elkonsumtionen. I stället har Norge genom olje- och gasfyndigheterna på kontinentalsockeln fått en ny betydande energiresurs. Figur 4.1 visar de under våren 1974 kända fyndigheterna. Utnyttjandet av denna resurs är emellertid långtifrån problemfritt. Bl a innebär den s k norska rännan att det är väsentligt enklare att exportera oljan och gasen än att föra den i land i Norge. Detta leder till att energiknapphet kan uppstå även i Norge, trots landets stora egna energitillgångar. Den norska energipolitiken måste därför i ökande utsträckning omfatta samtliga energikällor.

En i mitten på maj framlagd principproposition behandlar den norska energiförsörjningen i framtiden i allmänhet. Norges energiförbrukning 1973 var 19,3 Mtoe. Den bedömning av tillväxttakten i energiförbrukningen som görs i propositionen är 3,3–3,4 % per år för tiden fram till 1985. Elförbrukningen, som år 1974 beräknas vara 72 TWh väntas öka till 112 TWh år 1985, dvs med 4,1 % per år.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen, NVE, den norska motsvarigheten till statens vattenfallsverk, har angivit en elenergibalans som utgår från att vattenkraften skulle täcka större delen av de tillkommande elbehoven. Under första halvan av 1980-talet har man planerat att bygga ett första kärnkraftverk, som skulle följas av ytterligare ett fyra år senare och ett tredje omkring 1990.



Figur 4.1 Olje- och gasfyndigheter i Nordsjön.

Teckenförklaring:
• = Oljefyndighet
★ = Gasfyndighet

I fråga om dessa planer uttalas i propositionen att kärnkraften är en energiresurs som på längre sikt också kan bli aktuell för Norges del. I utbyggnadsprogrammet för perioden 1974–85 har regeringen inte lagt in något kärnkraftverk. Under perioden avser man att dels bygga ut vattenkraften ytterligare något och även komplettera med konventionell värmekraft, eventuellt i samarbete med övriga nordiska länder, dels betydligt begränsa elkonsumtionens ökning. Bl a anses det inte vara möjligt att under de närmaste fem åren tillåta en övergång från olja till elektricitet för bostadsuppvärmning. Den ökande efterfrågan på el från

sådana industrier som förbrukar el i stora kvantiteter kommer inte heller att kunna tillgodoses i full utsträckning, och dessa industrier kommer att få minska ner sin expansionstakt.

4.1.4.7 Danmark

Också i Danmark har regeringen publicerat en energipolitisk redogörelse (25). Där konstateras att Danmarks ställning i energipolitiskt hänseende måste betecknas som svag och sårbar. Energiförbrukningen per kapita ligger bland de högsta i världen. Förbrukningen täcks till ca 90 % med importerade petroleumprodukter. Lagringskapaciteten är relativt liten och den starka höjningen av energiprisnivån kommer vid en tidpunkt när Danmark redan har ett betydande betalningsunderskott.

Utredningen anger en rad centrala faktorer som måste ingå i övervägandena om en framtida dansk energipolitik. Det gäller försörjningen med energi i olika former, utnyttjandet av energi där uppnåendet av största möjliga effektivitet bör eftersträvas, miljö- och säkerhetsfrågor så att risker vid anläggningar och vid drift kan undvikas, resursförbrukningen och i anslutning härtill valutaproblemen. Utredningen konstaterar också att hänsyn till dessa olika element i en energipolitisk målsättning nödvändiggör en avvägning mellan olika hänsyn som inte alla pekar mot samma lösning.

Rapporten innehåller en genomgång av energiförbrukningens utvecklingstendenser, olika produktionsmöjligheter, forsknings- och utvecklingsinsatser, ekonomiska aspekter på energiförsörjningen samt miljö- och säkerhetsaspekter.

Energiförbrukningen ökade i Danmark med 3,0 % per år under 1950-talet och 7,9 % per år under 1960-talet. Elförbrukningen ökade ännu snabbare eller med 11,2 % per år under 1960-talet och väntas enligt rapporten öka med över 8 % per år under 1970- och 80-talen.

Den totala bränsleförbrukningen till andra ändamål än elproduktion var i Danmark 13,2 Mtoe år 1970. Enligt rapporten väntas den öka till 18,8 Mtoe år 1980 och till 24 Mtoe år 1990 eller med ca 3,6 % under 1970-talet och 2,5 % under 1980-talet.

4.1.4.8 Övriga nordiska länder

I Finland[1] och på Island har några energiutredningar inte publicerats efter oljekrisen. Emellertid kommer energifrågorna att bli föremål för en gemensam nordisk utredning under hösten 1974 (jämför avsnitt 4.1.3) och inom ramen för denna utredning kommer jämförelser och sammanställningar av bedömningar från de olika nordiska länderna att redovisas.

[1] Kraftverksområdeskommissionens betänkande (1974:57) offentliggjordes först i slutet på augusti 1974.

4.2 Prisutvecklingen

4.2.1 *Prisutveckling och priselasticitet*

Kunskaperna om prisets effekt på förbrukningen av energi och valet av energiform är generellt sett inte stor. En mängd studier har gjorts och en inventering som utförts för EPU presenteras i bilaga 10. Dessa frågor har också som framgått av avsnitt 4.1.4 diskuterats inom OECD. Tillförlitliga kvantitativa slutsatser är svåra att dra. Orsaken till detta är framför allt att energikostnaderna för konsumenterna tidigare varit relativt sett låga och att priserna varit förhållandevis stabila eller till och med sjunkande i fast penningvärde under de senaste decennierna.

Den utredning om priselasticiteten som EPU låtit utföra har haft till syfte att sammanställa och bedöma inverkan av prisförändringen på totalkonsumtion och fördelning mellan energiformer. De resultat som erhållits representerar bedömningar och uppskattningar. Kvantitativa beskrivningar av observerade samband har av ovan angivna skäl varit möjliga att genomföra endast i mycket begränsad omfattning. De baseras dessutom på relativt små förändringar och är svåra eller kanske omöjliga att omsätta i bedömningar av reaktioner på en mycket kraftig och av många skäl att döma kvarstående prishöjning. EPU har därför inte ansett det möjligt att basera prognosarbetet på några kvantitativa slutsatser från elasticitetsstudier beträffande vare sig totalförbrukning eller avvägning mellan olika energiformer. Däremot kan i flera fall kvalitativa överväganden om effekten av prisvariationer göras och ge viss ledning.

Parallellt med EPU:s studie av priselasticiteten på energi i alla former har en studie av elenergins priselasticitet gjorts (26). Den visar bl a att priselasticiteten för elenergi inte kan studeras oberoende av prisutvecklingen för andra bränslen. Elasticiteten bedöms också vara olika för olika stora prisändringar vilket innebär att effekterna av en prishöjning inte behöver vara proportionell mot dess storlek. Vissa överslagsmässiga kalkyler har gjorts under antagandet att oljepriset gått upp 100 % och elpriset 50 % jämfört med nivån före september 1973. Dessa kalkyler visar att industrins elenergiförbrukning är så gott som oförändrad genom kombinerad effekt av en konsumtionsminskning till följd av prisnivåns höjning och en överflyttning till el till följd av relativprisförändringen. Den erhållna förändringen motsvarar en höjning av förbrukningen 1985 med ca 0,2 % eller 0,2 TWh jämfört med CDL-studien 1972.

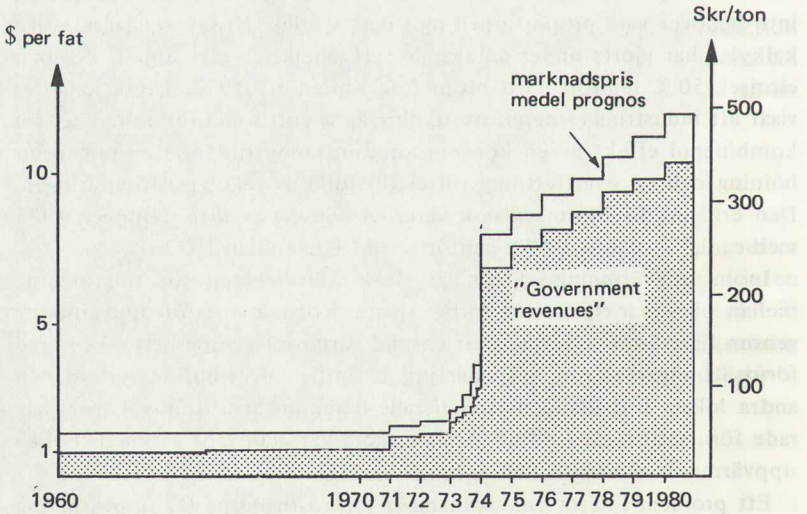
Inom uppvärmningssektorn är dock känsligheten för relationerna mellan olje- och elpriser väsentligt större. Kostnaderna för uppvärmning genom fjärrvärme, elvärme eller enskild värmeanläggning beror på en rad förutsättningar såsom byggnadstyp, befintliga distributionssystem och andra lokala förhållanden. Detaljerade beräkningar utifrån väl specificerade förutsättningar fordras för att avgöra var gränserna går mellan olika uppvärmningsalternativ i en optimal lösning.

Ett problem i detta sammanhang är att kostnaderna för uppvärmning tas ut på många olika sätt. Detta komplicerar en analys av hur kostnadsförändringarna verkar på konsumtionen. Med de system som nu

finns för att bära värmekostnaderna saknar den slutliga konsumenten incitament att påverka både sin energiförbrukning och därigenom sin kostnad.

Prognoser över prisutvecklingen är, som framgår av kommande avsnitt, mycket osäkra. I den mån energiprognosernas känslighet för förändringar i priset eller prisrelationer är stora måste kraven ställas högt när det gäller att analysera en väntad prisutveckling. Med undantag möjligen för bostads- och lokaluppvärmning är emellertid inverkan på prognoserna av förändrade prisnivåer knappast större än att en anpassning till nya priser sker över långa tidsperioder. De omedelbara förändringar som prishöjningarna föranleder är inte av den omfattningen att förbrukningsutvecklingen bryts på något år, men genom gradvisa förbättringar sker på längre sikt en inte oväsentlig reduktion av den förbrukning som eljest skulle ha väntats.

Beräkningar i samband med prognosmodellarbetet har gjorts för att belysa genomslaget av oljeprishöjningarna på produkter och tjänster. Det visar sig därvid att genomslaget blir måttligt, vilket är naturligt med hänsyn till att kostnaden för energin är en liten del – generellt sett – av produktpriserna. Det visar sig också att prisgenomslaget blir olika inom olika branscher, och det finns alltså skäl att vänta att långsiktiga förändringar i branschstruktur och produktsammansättning kan orsakas av oljeprishöjningarna. En redovisning av de genomförda beräkningarna ges i bilaga 9.

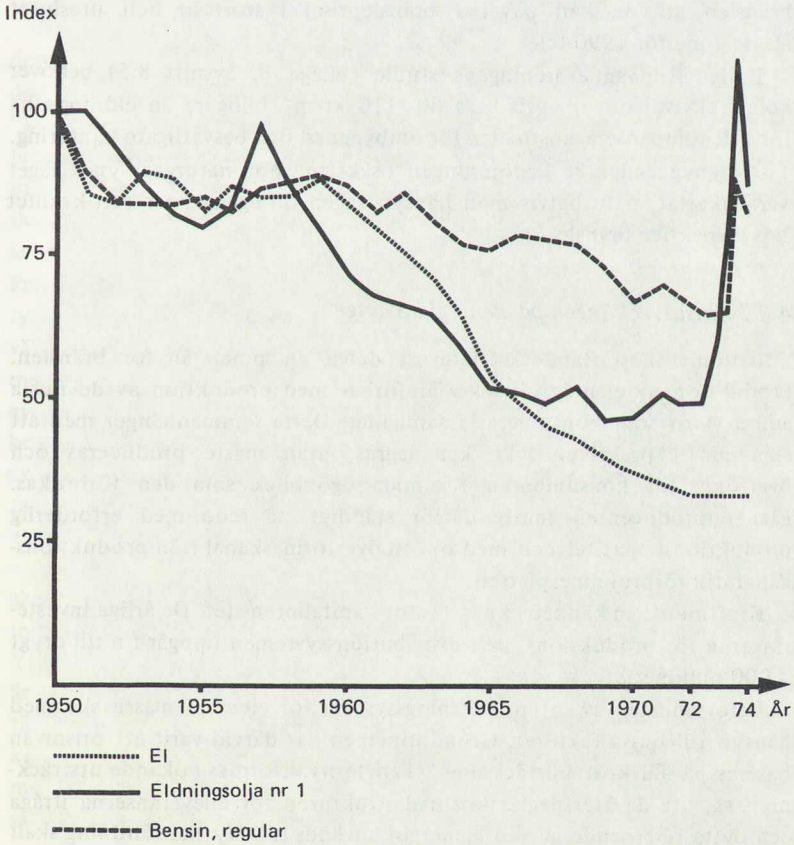


Figur 4.2 Prisutvecklingen på råolja i löpande priser enligt en bedömning av Världsbanken i januari 1974. "Government revenues" är producentlandets intäkt.

4.2.2 *Prisutveckling på bränslen*

Prisutvecklingen på olja diskuteras närmare i avsnitt 7.2.5. Världsbankens bedömning från januari 1974 av oljeprisutvecklingen illustreras i figur 4.2. Det förefaller som en prisnivå på råolja som ligger vid ungefär dagens nivå – $ 9–11 per fat vilket är tre à fyra gånger högre än 60-talets – är en rimlig utgångspunkt för prognoserna.

Frågan om oljeprisutvecklingen har i samband med OECD:s tidigare nämnda energistudie diskuterats ingående. Någon entydig slutsats kan naturligtvis inte dras, men man har stannat för alternativa antaganden om ett råoljepris i Persiska Viken som innebär $ 9 per fat resp $ 6 per fat (ca 250 kr/m^3 resp ca 170 kr/m^3).



Figur 4.3 Prisutvecklingen i fast penningvärde för elenergi, tunn eldningsolja och bensin. Priset anges i relation till värdet 1950. Priset avser konsumentens pris och inkluderar skatter och andra pålagor.

Prisutvecklingen på petroleumprodukter bedöms i hög grad påverka prisbildningen på andra energislag. Utredningen bedömer det inte som sannolikt att prisrelationer förändras så kraftigt att andra importerade bränslens konkurrensläge i Sverige blir avsevärt bättre från ren ekonomisk synpunkt. Däremot synes möjligheterna att använda alternativa bränslen komma att tas tillvara bättre för att minska känsligheten för störningar i bränsleleveranser. Det kanske också förtjänar framhållas att först i och med prislyftet vid årsskiftet oljepriset kom upp på en nivå, som motsvarar den allmänna prisutvecklingen i västerlandet sedan 60-talets ingång. Figur 4.3 visar prisutvecklingen för elenergi och eldningsolja från 1950 till våren 1974.

Både kol och naturgas ersätter i första hand tjock eldningsolja. Naturgas kan dock också ersätta tunn eldningsolja. Priset på bränslen bestäms av samspelet mellan det globala utbudet och den globala efterfrågan på energi. Detta bedöms medföra en i huvudsak gemensam prisnivå för alla bränslen med beaktande av deras kvalitet och egenskaper.

För att inhemska bränslen skall kunna bli aktuella måste de kunna erhållas till priser som kan konkurrera med priserna på petroleumprodukter. Utvinnings- och förädlingskostnaderna blir i det sammanhanget avgörande och de lokala förutsättningarna betydelsefulla för ett eventuellt utnyttjande. En sådan volym på användningen av inhemska bränslen att de kan påverka bränslepriset i stort är helt uteslutet åtminstone för 1990-talet.

Enligt Ångpanneföreningens studie (bilaga 8, avsnitt 8.5) behöver kolets ekvivalenta oljepris vara 60–110 kr/m^3 billigare än eldningsolja för att kompensera kostnader för ombyggnad och besvärligare hantering. För nybyggnader är bedömningen osäkrare. För naturgas synes läget vara likartat, naturligtvis med hänsyn tagen till egenskaper och kvalitet hos respektive bränsle.

4.2.3 *Prisutvecklingen på elenergi i Sverige*

Situationen beträffande elenergi är delvis en annan än för bränslen. Produktion av elenergi är icke jämförbar med produktion av de flesta andra varor som konsumeras i samhället. Detta sammanhänger med att elenergin i praktiken icke kan lagras, utan måste produceras och överföras till konsumenten i samma ögonblick som den förbrukas. Elenergiproducenten måste därför ständigt stå redo med erforderlig produktionskapacitet och med öppen överföringskanal från produktionskällan till förbrukningsplatsen.

Kraftindustrin kännetecknas av stor kapitalintensitet. De årliga investeringarna för produktions- och distributionssystemen uppgår f n till drygt 4 000 miljoner kr.

Utformningen av ett prissättningssystem för elenergi måste ske med hänsyn till dessa faktorer. Grundprincipen har därvid varit att prisnivån baseras på självkostnadstäckning.[1] Tarifferna utformas i ökande utsträckning så, att de återspeglar kostnadsstrukturen för elleveranserna ifråga och detta oberoende av vad elenergin används till. Ny elanvändning skall

[1] De verkliga kapitalkostnaderna på kapitalmarknaden beaktas därvid också i statens vattenfallsverks taxor, trots att finansieringen sker på annat sätt.

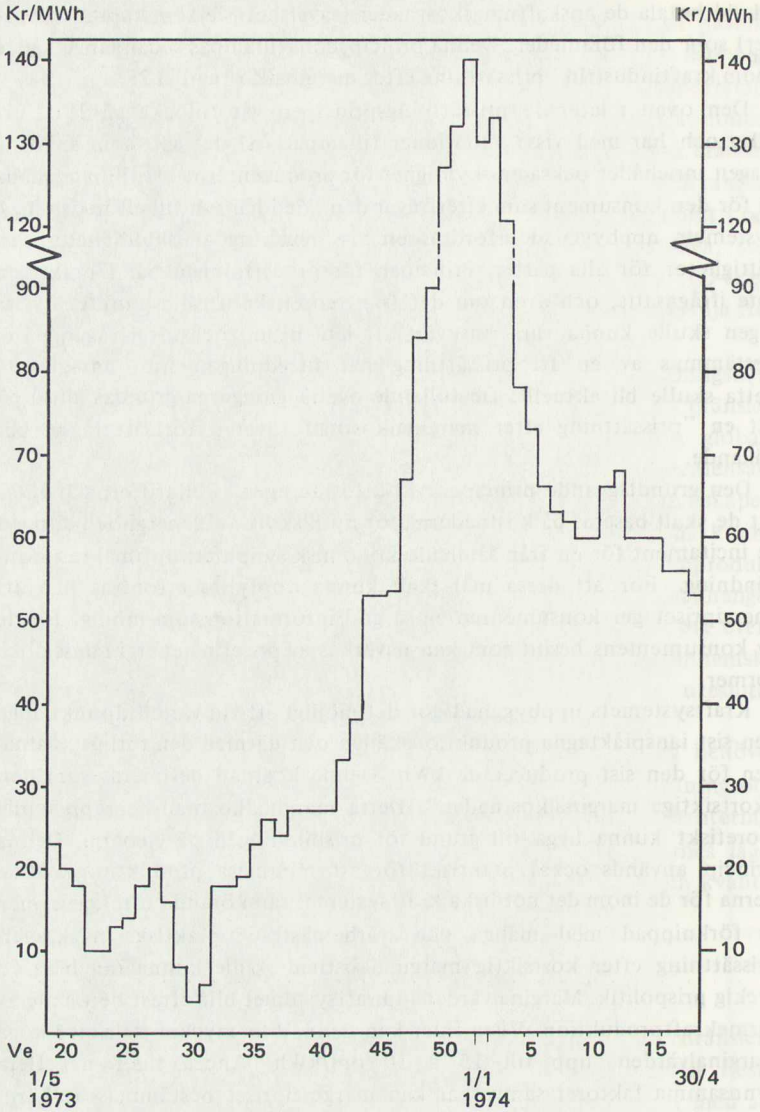
därvid betala de anskaffningskostnader (såväl bränsle som kapitalkostnader) som den föranleder. Denna princip, som tillämpas sedan länge kallas inom kraftindustrin "prissättning efter marginalkostnad" (27).

Den ovan relaterade prissättningsprincipen går tillbaka på 1902 års ellag och har med vissa variationer tillämpats på det sätt som angivits. Lagen innehåller också en skyldighet för producenterna att tillhandahålla el för den konsument som efterfrågar den. Med hänsyn till elförsörjningssystemets uppbyggnad erfordras en viss reglering av skyldigheter och rättigheter för alla parter. Principen för prissättningen har i praktiken inte ifrågasatts, och även om det från teoretiska utgångspunkter i vissa lägen skulle kunna vara önskvärt att låta utbud och efterfrågan på el bestämmas av en fri prissättning har utredningen inte antagit att detta skulle bli aktuellt. De följande överläggningarna grundas alltså på att en "prissättning efter marginalkostnad" även i fortsättningen blir gällande.

Den grundläggande principen vid utformningen av eltarifferna är alltså att de skall baseras på kostnaderna för nytillskott av elenergi och därmed ge incitament för en från samhällsekonomisk synpunkt optimal resursanvändning. För att dessa mål skall kunna uppfyllas erfordras bl a att energipriset ger konsumenten en så god information som möjligt för de av konsumentens beslut som kan påverkas av priset på energi i dess olika former.

Kraftsystemets uppbyggnad gör det möjligt att vid varje tidpunkt ange den sist ianspråktagna produktionskällan och därmed den rörliga kostnaden för den sist producerade kWh. Denna kostnad definieras som den "kortsiktiga marginalkostnaden". Detta marginalkostnadsbegrepp skulle teoretiskt kunna ligga till grund för prisbildningen på elenergi. Denna princip används också praktiskt för att minimera produktionskostnaderna för de inom det nordiska kraftsystemet samkörande företagen, men är förknippad med många och svårbemästrade praktiska nackdelar. Prissättning efter kostsiktig marginalkostnad skulle kunna innebära en ryckig prispolitik. Marginalvärdena i kraftsystemet blir oftast beroende av värmekraftproduktion. Vissa tider kan denna blir mycket stor med höga marginalvärden, upp till 15 à 20 öre/kWh. Andra tider när flera gynnsamma faktorer samverkar kan marginalpriset bestämmas av kärnkraft och blir då så lågt som 1,0 öre/kWh. Dessa kraftiga variationer kan exemplifieras med den i figur 4.4 redovisade kurvan över de rörliga marginalpriserna inom det svenska samkörningsnätet. (I figuren anges elpriset i kr/MWh; 10 kr/MWh är lika med 1 öre/kWh).

En prissättning som baseras på den kortsiktiga marginalkostnaden skulle innebära ett snabbt fluktuerande pris och ställa krav på ett informationssystem som knappast är möjligt att förverkliga i praktiken. Ytterligare en svårighet med den kortsiktiga marginalkostnadsprincipen är att kraftleverantören förutom produktionskostnaderna även måste få täckning för sina distributionskostnader. Om den kortsiktiga marginalkostnaden tillämpas även för distributionssystemen skulle elpriset variera med distributionsnätets aktuella överföringskapacitet och variera kraftigt såväl geografiskt som med tiden. På grund av dessa svårbemästrade



Figur 4.4 Vattenfalls marginella produktionskostnader under dagtid 1/5 1973–30/4 1974.

nackdelar har kraftföretagen i stället valt att basera prissättningen på den "långsiktiga marginalkostnaden".

Vid prissättning efter den "långsiktiga marginalkostnadsprincipen" sätts priserna för all försäljning så att totalnivån motsvarar den kostnad som uppkommer för att tillgodose den under närmaste 5 à 10-årsperioden tillkommande förbrukningen. I kostnaderna ingår då såväl rörlig

kostnad som kapitalkostnad. Tidsperioden 5 à 10 år är den tid det tar att bygga de tillkommande kraftstationerna. Eftersom kostnaden för de nya kraftkällorna i huvudsak kan bedömas redan vid beslutstillfället finns möjligheter att beräkna totalkostnaden för den närmaste perioden.

Den totala kostnaden uppdelas sedan i effekt- och energikostnad. Energiavgiften baseras härvid på i det verkliga kraftsystemet förväntade marginella energikostnader under de närmaste åren vid statistiska medelförhållanden avseende tillrinning till älvarna och tillgänglighet hos kraftaggregaten. I själva verket är detta inget annat än att man använder sig av ett utjämnat värde under olika delar av dygnet eller året av de statistiskt förväntade kortsiktiga rörliga kostnaderna. Effektivagiften baserar sig på den marginella kostnaden för effekt. Ett ökat effektanspråk utan väsentligt ökat energiuttag tillgodoses billigast via en toppkraftanläggning exempelvis gasturbin eller ytterligare installation av aggregat i befintliga vattenkraftstationer. Den marginella effektkostnaden är således kostnaden för toppkraftanläggningen och det är denna kostnad som läggs till grund för tariffens effektavgift. Sedan produktionskostnaderna sålunda har fastställts adderas till dessa de långsiktiga marginella distributionskostnaderna för de olika spänningssystemen. Sedan hänsyn tagits till överföringsförluster och sammanlagring mellan olika konsumenter erhålls en för varje spänningsnivå karaktäristisk självkostnad som utgör grundvalen för tariffbildningen. Då intäkterna, som en tariffansats byggd på dessa självkostnader, är beroende enbart av konsumentens uttagna effekt och energi så måste kraftföretaget kontrollera att man även får täckning för företagets totala kostnader, varvid bl a rimliga krav på avkastning och självfinansiering beaktas.

Om kraftsystemet icke är optimalt utformat på grund av oförutsedda förändringar av t ex kostnader för anläggningar eller bränslen, ger icke de på detta sätt bestämda marginella energi- och effektkostnaderna samtidigt exakt kostnadstäckning. En positiv eller negativ differens uppkommer.

Den situation som råder idag karaktäriseras av att kraftsystemet till följd av de höjda oljepriserna plötsligt blivit från ekonomisk synpunkt feloptimerat. Ett i förhållande till ett sålunda optimerat system alltför stor oljeandel bestämmer marginalvärdena i kraftsystemet och blir därmed bestämmande för den kortsiktiga marginalkostnaden. Dagens marginalvärden är mycket höga som framgår av figur 4.4.

Av de bedömningar av kostnadsutvecklingen på bränslen och anläggningar som redovisas senare i detta avsnitt följer att de för energiavgiften bestämmande marginalvärdena kommer att bli lägre om ca 10 år då kraftsystemet erhållit en relativt sett lägre oljekraftandel – förutsatt att en fortsatt kärnkraftutbyggnad får komma till stånd.

Med de här utvecklade principerna för taxesättningen som tillämpas i svensk kraftindustri gäller att priset på elenergi bestäms av anläggnings- och driftkostnader i produktionsanläggningar och distributionssystem. Både bränslepriset och anläggningskostnaderna är olika i kärnkraftverk och fossileldade kraftverk, vilket gör att utbyggnaden av ett produktionssystem måste ske genom att med hänsyn till kostnadsstrukturen för olika

anläggningar kombinera olika kraftverkstyper så att den under både dygnet och året varierande efterfrågan kan tillgodoses till minsta kostnad (naturligtvis med hänsyn tagen till de restriktioner beträffande t ex kärnkraft som kan bli aktuella).

Under en introduktionsperiod är det naturligt att anläggningar modifieras efter hand som erfarenheter dras och utvecklingsarbete leder till ytterligare förbättringar. Detta har gällt för kärnkraftanläggningar och inneburit att möjligheterna att göra kostnadsbesparingar genom uppläggning av serieproduktion varit mycket begränsade. Genom en ökad standardisering av aggregatutformningen kan sådana kostnadsbesparingar göras, och det synes finnas ett gemensamt intresse för detta hos kraftproducenter och reaktortillverkare i Sverige.

En säker beräkning av nuvarande anläggningskostnader för kärnkraftverk fordrar att aktuella offerter finns. Sådana har dock ej funnits under utredningens arbete. 1972 angavs kostnaderna av CDL till 1 300–1 350 kr/kW. Den bedömning som kraftbolagen f n gör pekar mot en kostnad för nya kärnkraftverk på ca 2 300 kr/kW, vilket innebär en kostnadsökning av ca 75 % sedan 1972. Liknande ökningar av anläggningskostnaderna har också drabbat fossileldade kraftverk.

Åtskilliga komponenter i en kärnkraftanläggning är i huvudsak identiska med en fossileldad anläggnings. De största prishöjningarna har gjorts på turbinanläggningar. Åtskilliga av de kostnadshöjningar som kan inträffa drabbar både kärnkraftanläggningar och fossileldade kraftanläggningar, vilket innebär att relationerna mellan anläggningskostnaderna inte synes bli påtagligt förändrade.

Oljeprishöjningarna medför både en direkt kostnadshöjning (genom prisgenomslag och indexpåverkan) och en indirekt genom att ett utrymme skapas för prishöjningar också på kärnkraftutrustning.

Den specifika reaktorutrustningen tillverkas av ett relativt fåtal företag. Det innebär att på förhållandevis kort sikt kan en efterfrågeprissättning, som skulle driva upp priserna på vissa komponenter, kunna ske. Inverkan av dessa faktorer på anläggningskostnaderna är naturligtvis svårbedömd. Det är känt att lönsamheten för reaktortillverkningen tidigare varit svag, varför en ambition att höja priserna torde finnas hos flertalet reaktortillverkare. Det utrymme som marknaden ger för prishöjningar på anläggningar torde utnyttjas av tillverkare, men knappast medföra att konkurrensförmågan hos kärnkraftanläggningar påtagligt försvagas.

Kärnbränslekostnaden svarar endast för en mindre del av produktionskostnaden i ett kärnkraftverk. Även stora höjningar på detta bränsle slår därför igenom mycket måttligt i kärnkraftproduktionen. Fossileldade kraftverk har däremot en relativt stor rörlig kostnad. Det förefallet helt klart att de speciella höjningar av anläggningskostnaderna för kärnkraftverk, som kan bli aktuella, inte kommer att ge en höjning av produktionskostnaden för el i kärnkraftverk som motsvarar oljeprishöjningarna.

Utvecklingen av elpriserna på längre sikt beror i hög grad på om fortsatt kärnkraftutbyggnad kommer att tillåtas eller ej. Elprisutvecklingen kan, genom den knytning till produktionskostnaderna som beskrivits

tidigare i detta avsnitt, beräknas utifrån antagen utveckling av anläggningskostnaderna. Med anläggningskostnader om ca 2 300 kr/kW för kärnkraft, ca 1 500 kr/kW för oljekondens och ett råoljepris på ca 250 kr/m^3, allt räknat i 1974 års penningvärde – kan produktionskostnaden för elenergi uppskattas till 5,5–6,0 öre/kWh med fortsatt kärnkraftubyggnad och till 9–10 öre/kWh för enbart fossilbränslebaserad elproduktion.

Inverkan av faktorer som ibland anges som ytterligare skäl för kostnadshöjningar för kärnkraftanläggningar, bedöms inte påtagligt förändra kostnadsbilden. Det gäller extra kostnader för bergförläggning av vissa kärnkraftverk och säkerhetskrav som förs väsentligt längre än vad som f n gäller.

Underjordsförläggning av kärnkraftverk har studerats av CDL med hänsyn till behovet av krigsskyddad elenergiproduktion. De anläggningstekniska möjligheterna och kostnaderna redovisades i en i juni 1974 färdig utredning. Den visar att anläggningstekniska hinder för underjordsförläggning av kärnkraftaggregat inte föreligger, att merkostnaderna för underjordsförläggning i 1974 års prisnivå motsvarar ca 300 Mkr per aggregat om ca 1 000 MW (vilket motsvarar 10–15 % av den totala anläggningskostnaden) och att byggnadstiden förlängs med ca 1 år jämfört med ovanjordsförläggning.

I ett krigsläge blir elförbrukningen väsentligt lägre än under normala förhållanden. Till och med 1980-talet kommer därför endast någon eller ett fåtal kärnkraftreaktorer att behöva vara i drift i ett krigsläge. Den kostnadshöjning som skulle bli följden av ett fåtal bergförlagda reaktorer skulle endast ge en måttlig elprishöjning.

Närförläggningsutredningen har redovisat omfattande beräkningar som grund för en bedömning att säkerhetskrav som drivs väsentligt längre än vad nuvarande regler innebär inte synes vara motiverade. De ytterligare säkerhetskrav, inklusive krav på avfallshanteringen, som kan aktualiseras i samband med en fortsatt kärnkraftutbyggnad torde medföra en prishöjning motsvarande högst 0,5 öre/kWh.

Ett genomslag av dessa faktorer synes maximalt kunna ge en produktionskostnad för elenergi motsvarande ca 7 öre/kWh. Från tekniska och ekonomiska utgångspunkter synes alltså elproduktion i kärnkraftanläggningar vara att föredra framför fossilbränslebaserad produktion.

Detta förändrar inte situationen beträffande konsumtionsprognoserna på något avgörande sätt. Om ett utbyggnadsstopp för kärnkraft aktualiseras torde det ske från sådana utgångspunkter att ekonomiska bedömningar av olika produktionsalternativ inte är relevanta. – I de prognosalternativ där ett kärnkraftstopp antas blir därför elpriset bestämt av bränslepris och anläggningskostnader i kraftverk för fossila bränslen.

5 Prognossituationen

5.1 Inledning

5.1.1 *Hittillsvarande utveckling*

Sveriges energipolitik sådan den hittills utformats har varit inriktad på att ge en säker och billig försörjning med både elenergi och bränslen och att lämna konsumenterna fritt val mellan olika energiformer. Sverige har därvid haft en fördel av vattenkraft som gett elenergi till låga kostnader och med stor leveranssäkerhet.

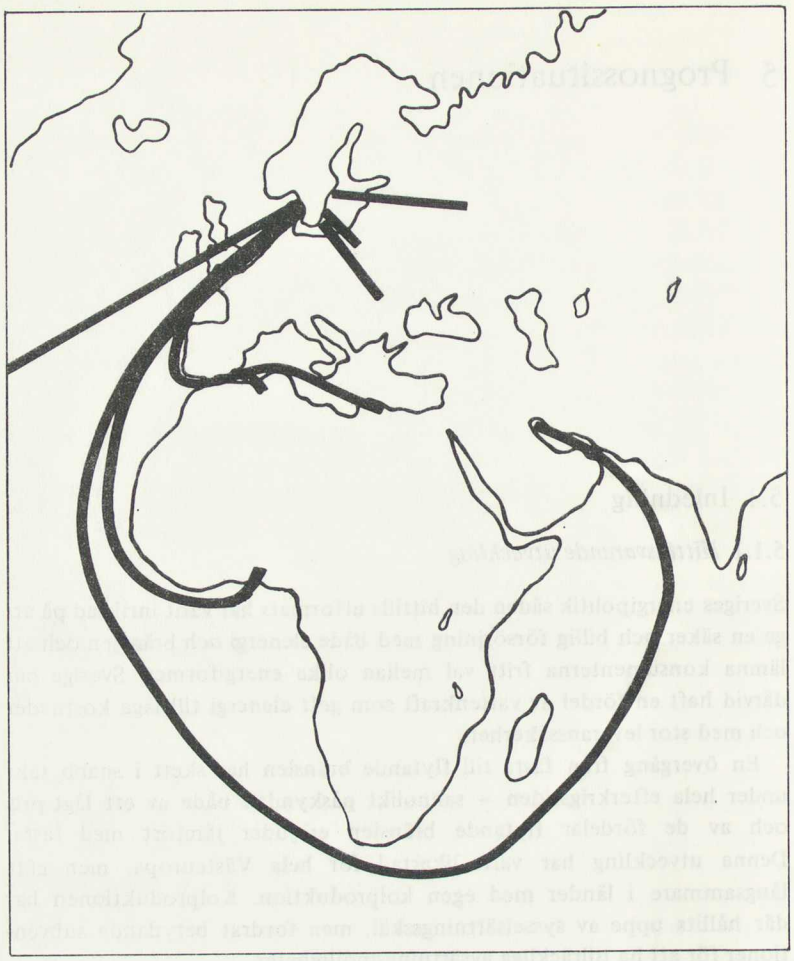
En övergång från fasta till flytande bränslen har skett i snabb takt under hela efterkrigstiden – sannolikt påskyndad både av ett lågt pris och av de fördelar flytande bränslen erbjuder jämfört med fasta. Denna utveckling har varit likartad för hela Västeuropa, men gått långsammare i länder med egen kolproduktion. Kolproduktionen har där hållits uppe av sysselsättningsskäl, men fordrat betydande subventioner för att ha tillräckliga avsättningsmöjligheter.

Sverige importerade år 1973 ca 80 % av förbrukad energi, och av importen utgjordes ca 90 % av råolja eller petroleumprodukter. Tillförselvägarna för olja illustreras i figur 5.1. Detta innebär att förhållandena på den internationella energimarknaden, och då i första hand oljemarknaden, har en omedelbar betydelse för Sverige, utan att vi i någon nämndvärd omfattning kan påverka den. Av världens totala energiförbrukning svarar Sverige endast för ca 0,7 %, medan andelen av förbrukningen av petroleumprodukter är ca 1,1 % och av elenergi ca 1,3 % (28).

Beträffande bränsleimporten påverkas Sverige alltså direkt av internationella marknadsförhållanden. Elförsörjningen är däremot till stor del ännu oberoende av import. Den nu utbyggda vattenkraften ger under normalår en elproduktion av ca 57 TWh/år[1]. Landets totala elförbrukning var 1973 ca 78 TWh, vilket innebär att vattenkraften svarade för ca 75 % av elförsörjningen.

Totala översikter av Sveriges energiförsörjning har tidigare redovisats av energikommittén (EK), som i Rapport rörande Sveriges energiförsörjning 1955–1985 (16) även gav en prognos för 1975 och en uppskattning av

[1] 1973 var vattenkraftproduktionen 60 TWh till följd av större vattentillrinning än normalt.



Figur 5.1 Tillförselvägarna för olja till Sverige. 49 % av petroleumprodukterna kom 1970 från Rotterdam. Den råolja som tillförts raffinaderierna har i figuren fördelats på ursprungsländerna. Den resulterande fördelningen anges också i figuren. Siffrorna gäller 1970.

Sveriges oljeförsörjning

39 %	från	Mellersta Östern
14 %	"	Nordafrika (Libyen och Algeriet)
17 %	"	Venezuela
14 %	"	Nigeria
16 %	"	Östblocket (Sovjet, Polen, Rumänien)

utvecklingen till i mitten av 1980-talet. Beräkningarna grundades i princip på samma förutsättningar som 1965 års långtidsutredning (LU 65) tillämpade för sina bedömningar av den ekonomiska utvecklingen.

Tabell 5.1. Totalt tillförd energi.

Energiform	1955		1965		1970 "Normalår"		1972 "Normalår"		Ökning % per år		
	Mtoe	%	Mtoe	%	Mtoe	%	Mtoe	%	1955–1965	1965–1970	1970–1972
Oljeprodukter[1]	7,5	46	16,6	64	24,7	71	25,1	72	+8,3	+8,3	+0,8
Kol och koks	4,0	25	2,2	8	2,0	6	1,6	4	–6,1	–2,0	–10,5
Vattenkraft[2]	2,2	14	4,6	18	5,2[3]	15	5,5[3]	16	+7,7	+2,5	+2,8
Kärnkraft	–	–	–	–	–	–	0,4	–	–	–	–
Lutar, ved och vedavfall	2,5	15	2,7	10	3,0	8	2,9	8	+0,5	+2,1	–1,7
Totalt	16,2	100	26,0	100	34,9	100	35,5	100	+4,9	+6,1	+0,9

[1] Av oljeprodukter har för elproduktion förbrukats 1965 0,35 Mtoe; 1970 2,7 Mtoe och 1972 3,0 Mtoe.

[2] Vattenkraften har värderats efter sitt termiska energiinnehåll. Om motsvarande mängd skulle ha producerats i värmekraft skulle oljeförbrukningen härför ha varit 1965 13,5 Mtoe, 1970 15,0 Mtoe och 1972 16,0 Mtoe.

[3] Inklusive netto elimport 1970 0,4 Mtoe; 1972 0,2 Mtoe.

Energiförsörjningen har därefter år 1970 varit föremål för en mera summarisk studie i samband med 1970 års långtidsutredning, LU 70 (2). Härvid konstaterades att utvecklingen när det gäller drivmedel och bränslen under de gångna åren i stort sett överensstämde med prognosen, medan den kraftigt ökade efterfrågan på elkraft, bl a på grund av elvärmens starka uppsving i både permanenta bostäder och fritidshus, föranledde en uppjustering av den tidigare beräknade totala elförbrukningen (inkl distributionsförluster) för 1975 från 90 TWh till 100 TWh. Denna uppjustering baserades på CDL:s elprognos från 1970 (29).

EPU gjorde, som tidigare nämnts, under våren 1973 en avstämning av LU 70 (se s 29). Härvid kunde den faktiska utvecklingen fram t o m år 1972 analyseras.

Sveriges energiförbrukning har under de senaste decennierna ökat snabbt. Under hela perioden 1955–1972 var ökningstakten i genomsnitt 4,6 % per år. Fördelningen av denna förbrukning framgår av tabell 5.1.

En preliminär energibalans, tabell 5.2, har framtagits för 1973. Den visar en ökning av den förbrukade energin på ca 4,5 %. Händelserna i slutet av 1973 torde avspeglas i förbrukningen först år 1974, men någon tillförlitlig uppskattning kan f n inte göras.

En detaljerad analys av orsakerna till denna förbrukningsökning fordrar ett studium av många olika samhällssektorer. Detta har gjorts i anslutning till prognosarbetet, men främst tagit sikte på sådana förändringar som kan väntas. Det kan konstateras att anspråken på energi hänger samman med utvecklingen av vår materiella levnadsstandard. En fortgående ökning av industriproduktionen och en utökad transport-

Tabell 5.2. Sveriges energibalans 1973 (preliminär, lager- och temperaturkorrigerad).

	Tillförd energi			Omvandlad energi				Industri			
	Kalorital	$10^3 m^3$ 10^3 ton	10^6 Gcal	Brutto resp enhet	Verkn grad %	Netto 10^6 Gcal	Netto TWh	Brutto resp enhet	Verkn grad %	Netto 10^6 Gcal	Brutto 10^6 Gcal
Tunn eldningsolja	8 500	9 610	81.4	45	47	13.2	15.3	1 111	65	6.1	9.4
Tjock eldningsolja	9 300	13 686	127.3	2 963				6 129	75	42.7	57.0
Motorbrännolja	8 500	2 234	19.0	–	–	–	–	–			
Motorbensin	7 500	4 258	31.9	–	–	–	–	–			
Övriga oljeprodukter	10 000	478	4.8	122	75	1.0		179	75	1.4	1.8
Summa oljeprodukter			264.7								
Kol och koks	6 700	2 513	16.8					2 413	70	11.3	16.1
Inhemska bränslen (ekv stenkol)	6 500	4 435	28.9					3 900	75	19.0	25.4
Stadsgas $10^6 m^3$	4 000	273		–	–	–	–	33	90	0.1	0.1
Kärnkraft			6.0		30[3]	1.8	2.1				
Vattenkraft	860		60.6	61.3	85[2]	52.1	59.9				
Import (saldo)	860		0.7				0.7				
Förbrukad prima								38.7	95	31.6	33.3
Elpannor								0.3	99	0.3	0.3
Totalt för landet			377.7			68.1	78.0		78	112.5	143.
Andelar											
Olja			264.7			14.2	15.3			50.2	
Kol och koks			16.8							11.3	
Inhemska bränslen			28.9							19.0	
Stadsgas			1.1[5]							0.1	
Vattenkraft (-export)			61.3			52.1	60.6				
Oljekraft			28,0[5]								
Kärnkraft			6.0			1.8	2.1				

	Tillfört bränsle				Levererad el/gas		
	Brutto $10^3 m^3$	10^6 Gcal	Brutto 10^6 Gcal	%	Netto 10^6 Gcal	TWh	$10^6 m^3$
Kondenskraft, olja	2 213	20.6	20.6	37	7.7	8.9	
Mottryck, olja	750	7.0	7.0	78	5.5	6.3	
Gasturbin, olja	45	0.4	0.4	25	0.1	0.1	
Gasverk, olja	148	1.5	1.5	70	1.1		273

volym innebär således ökade anspråk på energi. Också fördelningen av en höjd levnadsstandard och dess spridning till olika grupper har betydelse. När allt fler får goda bostäder, tillgång till bil och ett ökat utbud av produkter ökar också användningen av energi.

Detta kan belysas med några exempel över utvecklingen under 1960-talet. Den totala energikonsumtionen var 1960 ca 19,3 Mtoe och 1970 32,0 Mtoe, dvs den ökade med 5,2 % per år eller med 66 % på tio år. Fördelningen på de olika konsumtionssektorerna framgår av tabell 5.3.

En jämförelse med utvecklingen i andra avseenden än beträffande energikonsumtionen för de olika sektorerna ger en belysning av vad som

Samfärdsel				Övrigt				Nyttiggjord energi		
Brutto resp enhet	Verkn grad %	Netto 10^6 Gcal	Brutto 10^6 Gcal	Brutto resp enhet	Verkn grad %	Netto 10^6 Gcal	Brutto 10^6 Gcal	10^6 Gcal	Verkn grad %	Andel %
64	25	0.1	0.5	8 390	60	42.8	71.3	49.0	60.3	21.9
19	30	0.1	0.2	4 575	70	29.8	42.5	72.6	72.8	32.5
2 234	25	4.8	19.0	–			–	4.8	25.0	2.1
4 258	15	4.8	31.9	–			–	4.8	15.0	2.1
26	20	0.1	0.3	151	70	1.1	1.5	2.6	72.2	1.2
–	–	–	–	100	50	0.3	0.7	11.7	69.0	5.2
–	–	–	–	535	40	1.4	3.5	20.4	70.6	9.1
–	–	–	–	240	90	0.9	1.0	1.0		0.5
2.0	90	1.5	1.7	28.5	95	23.3	24.5	56.7	83.3[4]	25.4
	21	11.4	53.6		69	99.6	145.0	223.5	65.4[1]	100
		9.9				73.7		148.0[6]	55.9	
						0.3		11.6	69.0	
						1.4		20.4	70.6	
						0.9		1.0		

[1] Beräknad exkl omvandlingar.
[2] 15 % förluster i vattenkraftstation.
[3] 70 % förluster i processer från uran till elkraft.
[4] Beräknad på total producerad kraft.
[5] Denna post del av annan förbrukning.
[6] Inkl omvandling.

orsakat den ökade energiförbrukningen. Beträffande övrigsektorn är den förbättrade bostadsstandarden den mest påtagliga förändringen och inom samfärdselsektorn det ökade bilbeståndet. Denna förbättrade standard har möjliggjorts av en produktionsutveckling inom industrin som kunnat ske med ett minskande energiutnyttjande per produktionsvolym.

Industriproduktionen ökade under 1960-talet med 6,9 % per år,

Tabell 5.3. Energikonsumtionen under 1960-talet.

	1960 Mtoe	1970 Mtoe	Ökning under 1960-talet		
			Mtoe	%	%/år
Industri	8,0	13,3	5,3	65	5,1
Samfärdsel	4,0	6,2	2,2	55	4,5
Övrigt	7,3	12,5	5,2	71	5,5
Total slutlig förbrukning	19,3	32,0	12,7	66	5,2

medan energiförbrukningen ökade med 5,1 % per år, se tabell 5.3. Den ökande industriproduktionen har alltså kunnat byggas ut så att den specifika energiåtgången blivit mindre trots att energipriserna varit låga och en fortgående omstrukturering skett där dock de energitunga branscherna bibehållit sina andelar av den totala produktionen.

Inom samfärdselsektorn kan över hälften av den ökade energiförbrukningen förklaras av ökad personbilstäthet. Förbättrade prestanda hos bilarna motverkas av en ökande vikt och starkare motorer. Den genomsnittliga bensinförbrukningen per bil synes ha varit relativt konstant sedan 1950-talet.

Inom övrigsektorn är det svårt att finna säkra relationer mellan energiförbrukningen och andra faktorer, och de uppskattningar som kan göras är skäligen grova. I sina huvuddrag belyser de ändå olika faktorers betydelse för energiförbrukningen i samband med uppvärmning.

– Den totala bostadsvolymen (mätt i antal rumsenheter) ökade under 1960-talet med ca 2,4 % per år. Med hänsyn till att energiförbrukningen för uppvärmning naturligtvis påverkas av ytan av ytterväggar, grund och yttertak motsvaras detta av en energiförbrukningsökning för uppvärmningen av ca 1,4 % per år.

– En ökad inomhustemperatur ger enligt mätningar hos Riksbyggen en ökad bränsleförbrukning med 5 % per grad genomsnittlig temperaturhöjning. En ökning av 0,3°C per år har också observerats av Riksbyggen. Skulle detta gälla för hela landet och för hela 60-talet skulle det motsvara förbrukningsökning av ca 1,2 Mtoe under 1960-talet, eller ca 1,5 % per år.

Enbart den förbättrade utrymmes- och värmestandarden skulle alltså motsvara drygt 50 % av övrigsektorns förbrukningsökning.

En lugn industriell utveckling medför att den ekonomiska tillväxten sker på ett förhållandevis likformigt sätt, men några fasta samband som skulle möjliggöra att basera detaljerade prognoser synes svåra att peka ut. I avsnitt 3.2.2 diskuteras också principerna för utnyttjandet av sådana samband. Det kan på nytt påpekas att utredningen *inte* ansett att samband mellan BNP och energiförbrukning ger någon tillförlitlig utgångspunkt för energiprognoser och därför heller inte grundat prognoserna på sådana samband.

5.1.2 *Debatten kring energifrågorna*

Diskussionen om oljeförsörjningens osäkerhet fick ökad intensitet hösten 1972. Ungefär vid samma tidpunkt började kärnkraftutbygganden ifrågasättas. Under våren 1973 pågick en allt intensivare diskussion som i maj 1973 ledde till att riksdagen (med näringsutskottets formulering) ansåg "att det långsiktiga utbyggnadsprogram för atomkraften som har framlagts av kraftindustrin och som redovisas i statsverkspropositionen inte bör fastläggas". Riksdagen uttalar vidare: "Inga beslut att bygga ut kärnkraften ytterligare bör fattas förrän ett nytt, allsidigt beslutsunderlag, innefattande bl a information om forskningsresultat och utvecklings-

tendenser, har förelagts riksdagen."

Riksdagens uttalande ledde till en mycket livlig debatt om energifrågor i allmänhet och kärnkraftfrågor i synnerhet. Debatten kom också att gälla mer allmänna frågor om "tillväxtens gränser" och villkoren för människans fortlevnad, men genom energifrågornas aktualitet har debatten delvis centrerats kring villkoren för och effekterna av ett lågenergisamhälle.

I ett läge med en verklig, omfattande brist på energi, då ingen fri valsituation föreligger, kan naturligtvis tvångsmässigt genomförda konsumtionsbegränsningar erfordras och bli accepterade, även om de skulle innebära mycket drastiska ingrepp i vårt samhälles struktur och vårt sätt att leva.

Energiprognosutredningen ansåg i lägesrapporten inte att det var realistiskt att räkna med en *spontan* samhällsutveckling av detta slag. Utredningen ansåg inte heller att fakta på energimarknaden, vare sig när det gällde tillgången på energi eller hänsyn t ex miljö, var sådana att det var nödvändigt eller (med hänsyn till konsekvenserna) möjligt att anpassa samhället till en sådan utveckling. Utredningen undersökte därför inte möjligheterna till och konsekvenserna av ett lågenergialternativ som innebar en icketillväxande energikonsumtion, utan begränsade sig till att studera sådana åtgärder att begränsa konsumtionen av energi som kunde anses förenliga med den samhällsstruktur vi redan har.

Önskemålen om en närmare belysning av ett s k lågenergisamhälle har emellertid kvarstått. För att närmare analysera de mycket svårbedömda, sammansatta och värderingsberoende problemen kring ett lågenergisamhälle fordras som redan konstaterats ett mycket omfattande utredningsarbete med utnyttjande av experter från alla samhällssektorer. En sådan utredning skulle med nödvändighet bli mycket omfattande för att ge ett resultat som skulle kunna tjäna som underlag för konkreta beslut om långtgående åtgärder för att snabbt minska eller eliminera ökningen i energiförbrukningen. EPU har inte haft vare sig tid eller andra resurser att utföra en omfattande studie av ett lågenergisamhälle. Utredningen har emellertid ansett det värdefullt att försöka inventera, sammanställa och översiktligt analysera de mer eller mindre utarbetade beskrivningar av lågenergisamhällen som presenterats i den allmänna debatten och som diskuterats med en växande intensitet under de senaste åren. En sådan studie har för utredningens räkning utförts av Förmedlingscentralen för framtidsstudier AB vid Ingenjörsvetenskapsakademin. Redovisningen av detta arbete sker i bilaga 12.

Någon entydig definition av innebörden i begreppet lågenergisamhälle är svår att ge. Motiven för ett lågenergisamhälle är inte heller entydiga. Åtminstone delvis beror detta på att en mångfald av idéer, förslag och ansatser till analyser samlats in under ett gemensamt begrepp. Ett försök till ett par alternativa preciseringar av begreppet lågenergisamhälle som ansluter till den förda debatten kunde utformas på följande sätt:

– Den totala energiförbrukningen i Sverige får efter en viss övergångstid (10–20 år) – under vilken tid energiförbrukningen till följd av den

tidigare utvecklingen fortsätter att öka – inte överstiga en given nivå (t ex dagens eller 1960 års). Den fortsatta samhällsutvecklingen måste anpassas efter detta både genom konsumtionsbegränsningar och lämplig inriktning av produktionssystemet.

– Den samlade energiförbrukningen i Sverige får inte vara större än att anspråken på de resurser som utnyttjas kan tillfredsställas under lång tid (i ett fortvarighetstillstånd). Det innebär att kontinuerliga energikällor som vattenkraft, solenergi, vindkraft, växande bränslen (ved, halm), avfall etc skall stå för energitillförseln, och att tillåten konsumtionsnivå blir beroende på hur effektivt dessa energiformer på sikt kan utnyttjas.

En genomgång som den EPU låtit göra kan naturligtvis inte bli fullständig eller uttömmande. Den analys som görs kan sannolikt inte heller analyseras beträffande sin rimlighet i traditionella ekonomiska termer. Den slutsats som kan dragas är dock att den omställning av hela samhället, som fordras för att åstadkomma en utveckling mot ett lågenergisamhälle fordrar ingrepp och centralstyrning av ett slag som inte förekommit i svensk politik åtminstone under hela 1900-talet. Diskussionerna om lågenergisamhällen har hittills i hög grad inriktats mot en beskrivning av deras utformning och egenskaper. Frågan om vilka medel som skall användas för att styra samhällsutvecklingen i föreslagen riktning har inte kommit att i samma utsträckning diskuteras. Det torde därför vara önskvärt att föra analysen vidare och fördjupa den kring vissa frågeställningar i anslutning till föreslagna lågenergisamhällen. En sådan analys har redan inletts inom ramen för den energiframtidsstudie som påbörjats under våren 1974 av energipolitiska delegationen och sekretariatet för framtidsstudier vid statsrådsberedningen. När resultaten av denna studie föreligger torde det finnas bättre förutsättningar att närmare diskutera detaljerna i det komplex av frågeställningar som finns i anslutning till ett lågenergisamhälle.

Den osäkerhet och ofullständighet som ovan beskrivits i anslutning till diskussionen om ett lågenergisamhälle finns naturligtvis i analysen av alla förhållanden som avviker kraftigt från dagens. Det har ändå av utredningen bedömts som värdefullt att genomföra ytterligare några studier av denna översiktliga karaktär.

En utveckling som innebär en kraftig satsning på utbyggnad av produktionsresurser för energi skulle ge förutsättningar för ett högenergisamhälle, dvs ett samhälle med en mycket hög energiförbrukning. Möjligheterna att på ett meningsfullt sätt utnyttja ett rikligt utbud av energi har utredningen försökt belysa i bilaga 11.

Den tidrymd som tillåter en någorlunda detaljerad och kvantitativ analys av ett utvecklingsförlopp är förhållandevis begränsad. Redan för perioden efter 1985 är osäkerheten i gjorda bedömningar i många avseenden betydande. Likafullt finns det möjligheter att utifrån vissa principiella överväganden belysa avlägsna framtider för att därigenom söka identifiera faktorer som kan behöva beaktas redan i nu aktuell planering. Ett flertal relationer, villkor och begränsningar bestämmer en ram för den möjliga framtida utvecklingen som man genom systematiska

framtidsstudier söker belysa och beskriva. En omfattande debatt förekommer beträffande dessa frågor både i Sverige och internationellt. Ett försök att belysa energifrågorna i ett mycket långsiktigt perspektiv med utgångspunkt i förekommande litteratur redovisas i bilaga 13.

5.2 Utgångspunkt för prognoserna

Samhällsutvecklingen hittills – med förbättrad bostadsstandard, ökat bilinnehav, fortgående produktionsutveckling inom industrin osv. – har medfört en stigande förbrukning av energi för olika ändamål. Någon nämnvärd reaktion mot en sådan utveckling har inte förekommit, och expansionen av olika energiformer har fått fortgå i huvudsak utan restriktioner. Den konkurrens mellan olika energiformer detta medgivit har bidragit till att konsumenterna kunnat dra nytta av låga energipriser, vilket knappast stimulerat till återhållsamhet med energianvändningen.

Ett rikligt utbud av energi har lett till låga priser och ett intensivt utnyttjande av energi. Detta är i huvudsak karaktäristiskt för den utveckling som ägt rum under 1950- och 60-talen. God tillgång på energi har betraktats som självskriven, och kortare störningar av tillförseln, t ex i samband med Suezkriserna år 1956 och 1967 och vid elransoneringen 1970, har inte väsentligt förändrat denna bedömning.

Den i början på 1970-talet gradvis skärpta hållningen från OPEC-länderna, som kulminerade i krisen under vintern 1973/74, har dock förändrat förutsättningarna. Energi kan numera inte betraktas som en obegränsat tillgänglig resurs. Även om den fysiska tillgången på energi torde räcka för överskådlig tid har de höga priserna och kvarstående riskerna för avbrott i tillförseln medfört att en förhållandevis kraftig stimulans åstadkommits för en bättre hushållning med tillförd energi och mer noggranna överväganden i samband med val av energiform.

En diskussion av energins betydelse i ett industrisamhälle som ger en ytterligare belysning av de ovan berörda frågorna förs i lägesrapportens kapitel 4 (s 50–56) och 8 (s 155–161).

Som framgår av tabell 5.1 har utvecklingen de senaste åren (1970–1972) något avvikit från tidigare mönster. 1970 påverkades landets energiförbrukning av en onormalt kall vinter samt av att elproduktionen på grund av mycket dålig vattentillgång var otillräcklig vilket under våren 1970 ledde till en elransonering. Den under senare delen av 1970 begynnande konjunkturförsämringen synes inte märkbart ha påverkat energiförbrukningen förrän 1971. Sannolikt har inneliggande orderstock bidragit till att produktionen under hela året kunde upprätthållas på en relativt hög nivå. Den konjunkturnedgång som började i slutet av 1970 accentuerades under 1971 och fortsatte under hela året. Industriproduktionen sjönk något från 1970 års nivå, för att 1972 åter öka, dock endast med ett par procent. Från 1970 till 1972 steg den totala industriproduktionen med ca 2 %. Detta, jämte milda vintrar, medförde också en

långsam energiförbrukningsökning (se den sista kolumnen i tabell 5.1).

De akuta försörjningssvårigheter beträffande petroleumprodukter som inträffade vintern 1973/74 har också klart belyst de problem som en störd energiförsörjning medför för samhället. Redan i det "oljespel" som EPU och ÖEF arrangerade i juni 1973 togs denna fråga upp till diskussion (se bilaga 2). Vinterns händelser har gett anledning till fördjupade analyser av dessa försörjningsfrågor. Olika försök att kvantitativt analysera dessa förhållanden har gjorts men har i regel varit inriktade på kortsiktiga verkningar. En utredning utfördes bl a av statens industriverk i januari 1974 om sysselsättningseffekterna av en nedskuren oljetillförsel (57).

De senaste åren har alltså medfört att restriktionerna på produktion och tillförsel av energi blivit både mer uttalade och mer kännbara. Vattenkraften betraktas som i stor utsträckning färdigutbyggd, även om ett inte oväsentligt tillskott kan motiveras från tekniska och ekonomiska utgångspunkter. Oljeförsörjningen kan drabbas av leveransstörningar. Även om någon fysisk brist på olja knappast kan sägas föreligga är produktions- och tillförselförhållandena osäkrare än tidigare.

Därutöver har en rad andra restriktioner, som kort berörts i avsnitt 5.1 blivit aktuella, såsom kärnkraftens säkerhets- och avfallshanteringsfrågor, miljöeffekterna från energianvändning, beredskapshänsyn och frågor om naturresursernas utnyttjande och uthållighet både nationellt och internationellt.

5.3 Valet och utformningen av prognosalternativ

5.3.1 *Allmänt*

Ett oförändrat utvecklingsmönster inom energisektorn synes inte vara sannolikt. Redan de förhöjda energipriserna innebär att incitamenten för att åstadkomma en bättre hushållning med energi sannolikt är starkare än någonsin. Det har därför som påpekats tidigare, inte varit rimligt att utgå från det tidigare utvecklingsmönstret i stort vad gäller energiförbrukningen. Utredningen har i stället undersökt detaljerna i energikonsumtionen och från bedömningar av dessa byggt upp prognoserna. Den detaljanalys som därvid gjorts ger vid handen att utvecklingen inom olika sektorer varierar så pass mycket att något enhetligt mönster beträffande totala åtgången inte förefaller sannolikt. Framskrivningar av ett historiskt utvecklingsförlopp för energiförbrukningen, oavsett hur detta approximeras, synes ge ett osäkert resultat. En dämpning av efterfrågeutvecklingen jämfört med tidigare prognoser bedöms också som trolig i flertalet industriländer (jfr avsnitt 4.1). Problemet för EPU har gällt att bedöma hur mycket lägre tillväxttakt som kan väntas i Sverige.

EPU har inventerat vilka möjligheter att effektivare utnyttja givna energiresurser som varit mindre beaktade eller utnyttjade endast i begränsad omfattning. En redovisning av detta sker för varje konsum-

tionsområde för sig. Åtskilliga tekniska möjligheter finns, men de är ofta förknippade med extra kostnader som inte kunnat motiveras så länge energipriset var så lågt som det tidigare varit. Genom att lönsamhetsgränserna för olika åtgärder nu förändrats har redan den genomförda prishöjningen i många fall inneburit att sådana energibesparande åtgärder blivit lönsamma.

Prishöjningarna och det stora aktuella intresset för energifrågor kan medföra ett snabbt genomslag beträffande utnyttjandet av olika hushållningsåtgärder, vilket skulle kunna leda till en relativ minskning av energiförbrukningen. Å andra sidan finns en betydande tröghet när det gäller att i stor skala införa ny teknik. Ett snabbt genomslag för olika besparingsåtgärder som är betingade av en krissituation torde inte ge upphov till en stor kvarliggande effekt. En sådan uthållighet när det gäller att begränsa konsumtion fordrar att en betydligt ökad grad av styrning tillgrips när förhållandena åter blir normala.

Vidare finns en rad mättnadsfenomen i form av rena fysiska begränsningar som torde få betydelse. Som exempel kan nämnas inomhustemperatur, biltäthet, tillväxten i skogen m fl. Detta innebär, som påpekats vid flera tidigare tillfällen, att inget av de presenterade alternativen motsvarar en framskrivning av tidigare energiförbrukningsutveckling.

Det är i detta sammanhang nödvändigt att beakta de många kopplingar som finns mellan olika sektorer i ett samhälle. Förändringar som genomförs i en sektor får direkta och indirekta återverkningar inom många andra sektorer. "Internleveranser" av varor och tjänster inom ett samhälle knyter ihop hela samhällsstrukturen så att mycket kraftiga åtgärder i en sektor i regel leder till konsekvenser på andra håll som kan stå i mer eller mindre uppenbar strid med de ambitioner eller målsättningar som ligger bakom den ursprungliga åtgärden. Redan att identifiera de målkonflikter som i sådana fall uppstår och göra en grov bedömning av deras karaktär och omfattning är ett vanskligt problem, där tillgängligt utredningsmaterial är förhållandevis ofullständigt. De problem som hänger samman med att kombinera sektorprognoser till totalprognoser behandlas senare i detta kapitel (avsnitt 5.3.4).

Möjligheterna att dämpa energiförbrukningens ökningstakt hänger samman med vilka möjligheter det finns att effektivare hushålla med givna energiresurser och i vilken utsträckning konsumenterna är beredda att avstå från energiförbrukande verksamheter. Beträffande den senare aspekten har vissa skönsmässiga bedömningar gjorts av effekten av prishöjningarna. Många åtgärder kan motiveras utifrån rena lönsamhetsaspekter. Den tidigare omtalade bristen på kvantitativa uppgifter har icke gjort det möjligt och meningsfullt försöka renodla inverkan från prishöjningarna på energikonsumtionen. Utöver de allmänna antaganden som redovisas nedan har dock utgångspunkten för EPU varit att konsumentens utnyttjande av energi inte begränsas tvångsmässigt annat än när det uttryckligen anges som förutsättning för beräkningarna.

Med hänsyn till den rådande situationen har utredningen – som tidigare antytts – utformat fyra prognosalternativ, dels uppdelade på två

skilda energikonsumtionsnivåer, dels uppdelade efter olika fördelning mellan elenergi och bränsle.

Utredningens självklara utgångspunkt har varit att utvecklingen inom så gott som alla samhällssektorer i allt väsentligt bestäms av andra faktorer än energiförsörjningen. Endast i vissa fall är energiförsörjningsaspekten, framför allt med hänsyn till försörjningstryggheten, så pass betydelsefull att hänsyn till detta kan få betydande konsekvenser för den allmänna inriktningen av utvecklingsambitionerna. Utvecklingen leder till anspråk på energi, vars volym och fördelning det har varit EPU:s sak att beräkna.

Det har varit utredningens ambition att hämta prognoser för olika sektorers utveckling från berörda myndigheter och organisationer eller andra utredningar. Detta har som tidigare angivits (avsnitt 2.4) inte varit möjligt i alla lägen. Det förhållandevis långa prognosperspektivet har medfört att utredningen tvingats specificera antaganden om utvecklingen också utanför energiområdet. Det gäller t ex beträffande bostads- och lokalbeståndet samt industriproduktionen. I görligaste mån har utredningens antaganden avstämts mot bedömningar hos berörda myndigheter och organisationer eller hos andra utredningar. Prognoserna har utformats så att de lätt skall kunna räknas om med förändrade antaganden.

5.3.2 *Huvudalternativen*

De fyra huvudalternativen har utformats så att de tillsammans avses ge en bild av tänkbara utvecklingsmöjligheter. Variationsrikedomen beträffande tänkbar utformning av energipolitiken är i princip stor. Ur denna mångfald av möjligheter måste ett begränsat antal utväljas och läggas till grund för utredningens bedömningar av det framtida energiförsörjningssystemet. De alternativa prognoser som blir resultat av dessa bedömningar och kalkyler redovisas som energibalanser i kapitel 9 efter genomgången av konsumtionsprognoserna i kapitel 6 och produktions- och tillförselmöjligheterna i kapitlen 7 och 8.

Alternativen har uppdelats dels från konsumtionssidan i en högre och en lägre energikonsumtionsprognos, dels från produktions- och tillförselsidan i en variant med och en utan ytterligare utbyggnad av kärnkraft. Alternativen är numrerade enligt följande schema.

Energikonsumtions-utveckling:	Fortsatt kärnkraftutbyggnad accepteras	stoppas
Snabbare	1	2
Långsammare	3	4

De framräknade konsumtionsnivåerna för 1985 och 2000 visar sig motsvara årliga ökningstakter av ca 3,4–2,7 % resp 2,4–1,6 % (jfr figur 1.1).

En schematisk precisering av alternativens utformning kan göras.

För *alla alternativ* gäller följande:

- Insatser från statens sida görs i syfte att säkra produktion och tillförsel av energi
- Samhället har att beakta miljö-, beredskaps- och säkerhetsmässiga förhållanden och ange de restriktioner beträffande konsumentens val av energiform som dessa föranleder
- Konsumenternas anspråk i övrigt på en under givna förutsättningar säker energiförsörjning tillgodoses. Valet av energiform sker i huvudsak fritt
- Den höjda prisnivån på bränslen består, vilket bl a medför en ökad effektivisering av energiutnyttjandet
- Redan beslutade kärnkraftverk utnyttjas.

Därutöver gäller för de olika alternativen följande:

Alternativ 1 (snabbare konsumtionsutveckling, fortsatt kärnkraftutbyggnad):

Målsättning:
- Ambitionsgraden för den ekonomiska politiken beträffande tillväxtmål blir oförändrad.
- En snabb utveckling av industriproduktionen eftersträvas.

Övriga antaganden:
- Fortsatt kärnkraftutbyggnad accepteras.
- FoU-insatser, både enskilda och statliga, blir oförändrade eller ökade.

Kommentar:

En allmän teknisk utveckling och förbättring av utrustning finns medtagen i den bedömningar och beräkningar som redovisas. Tillkommande satsningar på nya områden blir inte så stora att de hinner ge resultat som väsentligt kommer att påverka energiförsörjningen under kommande 10–15 årsperiod. Den högre prisnivån leder till en rad åtgärder för att begränsa energiförbrukningen. Vidare antas nya produktionslinjer och liknande finnas med i prognosen för industrin liksom förändrade transportmönster. Inom övrigsektorn har förändringar inom nuvarande förbrukningsområden förutsatts, medan nya mer betydande förbrukningsobjekt (uppvärmda vägar och andra trafikleder, stora klimatreglerande byggnader för t ex rekreation och fritidsaktiviteter m m) ej antagits bli aktuella.

Alternativ 2 (snabbare konsumtionsutveckling, ingen ytterligare kärnkraftutbyggnad):

Målsättning:
- Ambitionsgraden för den ekonomiska politiken beträffande tillväxtmål

blir oförändrad.
– En snabb utveckling av industriproduktionen eftersträvas.

Övriga antaganden:
– Ingen ytterligare kärnkraft kommer till stånd, vilket innebär högre elpriser.
– FoU-insatser inriktas på att förbättra möjligheterna att utnyttja fossila bränslen.

Kommentar:

Utbyggnaden av elproduktionen måste baseras på fossila bränslen, vilket innebär att bostadsuppvärmning med el blir endast aktuellt i begränsad omfattning. En allmän teknisk utveckling finns medtagen i beräkningarna. Tillkommande satsningar på nya områden blir inte så stora att de hinner ge resultat som väsentligt kommer att påverka energiförsörjningen under kommande 10–15 årsperiod. Någon allmän dämpning av efterfrågan förutses inte ske, men ökade ansträngningar att erhålla kol och naturgas som substitut till olja görs. En betydande importökning av fossila bränslen måste bli följden.

Alternativ 3 (långsammare konsumtionsutveckling, fortsatt kärnkraftutbyggnad):

Målsättning:
– Ambitionsgraden för den ekonomiska politiken beträffande tillväxtmål sänks – eller måste av tvingande skäl sänkas.
– En långsammare utveckling sker på flertalet områden, såväl beträffande industriproduktion och samfärdsel som beträffande den privata och offentliga konsumtionen.
– En kraftig minskning av bränsleimporten eftersträvas.

Övriga antaganden:
– Fortsatt utbyggnad av kärnkraft accepteras.
– FoU-insatser, både enskilda och statliga, inriktas på möjligheterna att effektivisera utnyttjandet av energi.
– Direkta och/eller indirekta efterfrågedämpande åtgärder vidtas.

Kommentar:

Med de antaganden som här formuleras blir den långsammare konsumtionsutvecklingen en följd av inom olika områden vidtagna åtgärder. Denna efterfrågedämpning kan åstadkommas på flera sätt, t ex genom en lägre produktionstillväxt inom industrin, en snabbare förbättring av den specifika energiförbrukningen (vilket torde kräva en ökad FoU-insats), en lägre ökningstakt för transportutvecklingen (vilket torde fordra ett större kapacitetsutnyttjande eller dämpning av efterfrågan på transportarbete), en stimulerad användning av energibesparande utrust-

ning i bostäder och lokaler (bättre isolering, värmeåtervinning, minskad ventilation etc). De effektiviseringsåtgärder som ligger i en sådan utveckling av energikonsumtionen måste vidare antas påskyndade (hänsyn har tagits till detta också i de höga prognoserna), vilket i flera fall kräver extra investeringar eller andra kostnader (t ex mer omfattande transportplanering).

Alternativ 4 (långsammare konsumtionsutveckling, ingen ytterligare kärnkraftutbyggnad):

Målsättning:
- Ambitionsgraden för den ekonomiska politiken beträffande tillväxtmål sänks – eller måste av tvingande skäl sänkas.
- En långsammare utveckling sker på flertalet områden, såväl beträffande industriproduktion och samfärdsel som beträffande den privata och offentliga konsumtionen.

Övriga antaganden:
- Ingen ytterligare kärnkraft kommer till stånd, vilket innebär högre elpriser.
- FoU-insatser, både enskilda och statliga, inriktas på möjligheterna att effektivisera utnyttjandet av bränslen.
- Direkta och/eller indirekta efterfrågedämpande åtgärder vidtas.

Kommentar:

Samma som i alternativ 3, förutom att kompletterande åtgärder för att minska efterfrågan på el torde bli aktuella.

5.3.3 *Diskussion av huvudalternativen*

En snabb produktionsutveckling skapar större utrymme för bl a konsumtion – både privat och offentlig. Varutransporter och produktionsutveckling torde i huvudsak utvecklas parallellt. En snabb förnyelse av produktionsmedlen med åtföljande möjligheter till snabb förbättring av specifik energiförbrukning kan mycket väl ge en relativt sett långsammare energikonsumtionstillväxt, även om den totala tillväxten är snabbare.

Det synes vara tekniskt möjligt att dämpa konsumtionsutvecklingen för energi genom att i stor utsträckning införa effektiviseringsåtgärder. En detaljerad beräkning av den samlade kostnaden för att åstadkomma en viss angiven efterfrågedämpning har inte kunnat genomföras, men vissa uppskattningar har gjorts och redovisas i anslutning till konsumtionsprognoserna i kapitel 6.

Innebörden av den uppdelning av olika prognosalternativ som gjorts blir att konsumtionsprognoserna formulerats i en "elvariant" (motsvarad av en strävan att uppnå ett minskat oljeberoende) och en "bränslevariant" (motsvarad av att ingen ytterligare kärnkraft byggs ut). Detta

har gjorts med beaktande av de substitutionsmöjligheter mellan framför allt el och bränslen som finns inom de olika konsumtionsområdena. Substitutionsmöjligheter är beroende av förhållanden inom respektive sektor och behandlas därför i anslutning till konsumtionsprognoserna.

Statens åtgärder inom energiområdet har hittills legat i linje med förutsättningarna i alternativ 1. Den energipolitik som utformades under 1950-talet har i regel karakteriserats på detta sätt, och en fortsättning på denna energipolitik, som då också inrymmer åtgärder som föranleds av förändrade förhållanden beträffande priser och utbudsförhållanden internationellt, en höjd miljö- och beredskapsmässig ambition och en viss strävan att hushålla med energi synes svara mot alternativ 1.

De båda alternativen 2 och 4 svarar mot en stoppad kärnkraftutbyggnad efter nu beslutade elva aggregat. Ett sådant stopp måste följas av direkta åtgärder för att minska tillväxten av elförbrukningen. För åtskilliga verksamheter både inom hushållen och industrin finns knappast några alternativa energiformer till el. Det gäller i hög grad automatiseringen och rationaliseringen inom industrin liksom den höjning av utrustningsstandarden i hushållen som fortgått under lång tid. Skillnaden i förbrukningsmönster måste därför hänföra sig främst till utebliven nyanvändning av el. Sålunda bedöms nyinstallationer av elvärme ske endast i starkt begränsad omfattning efter ett kärnkraftutbyggnadsstopp.

På sikt erbjuder uppvärmningssektorn stora latenta möjligheter för besparingar. Det är i första hand inom denna som åtgärder från det allmännas sida kan åstadkomma besparingar. Åtgärder som förstärkt isolering, minskad ventilation och temperatursänkning m m kommer främst att påverka användningen av fossila bränslen, som dominerar den direkta uppvärmningssektorn. En planering inom industrin med skärpt inriktning mot energisnålare processer kan ge vissa resultat som inryms i utredningens prognoser i den utsträckning de bedömts vara motiverade med hänsyn till de angivna prognosförutsättningarna. Ökade insatser på forskning och utveckling från samhällets sida kan påverka energiåtgången såväl genom minskade förluster i energiproduktionen som minskade förluster i transporterna och i varuproduktionen. Detta innebär en forcering och breddning av ett arbete, som kontinuerligt bedrivs inom olika delar av samhället och näringslivet. Ökade insatser ger bättre resultat men det finns inte anledning att vänta radikala förändringar. Därtill är fältet för väl bevakat.

Olika uppskattningar kan göras av hur en planmässig energibesparingspolitik kan verka. De beräkningarna måste dock bli osäkrare än prognoserna för en utveckling utan aktiva besparingsåtgärder. Man kan svårligen prognostisera politiska beslut. Uppskattningarna blir beroende av vilka åtgärder samhället begagnar sig av – antingen genom information, stöd åt bättre isolering m m i byggnader, stöd åt forskning och utveckling, skatteavvägningar som gynnar energisnålare förfaranden etc eller direkta regleringar av typ förbud, etableringskontroll etc. Det synes tveksamt om åtgärder av det förstnämnda slaget är tillräckliga för att erhålla en konsumtionsutveckling som anges i alternativen 3 och 4.

5.3.4 *Kombinationer av sektorprognoser*

Konstumtionsprognoserna som redovisas i kapitel 6 är i huvudsak utarbetade som sektorprognoser. Det innebär att några självklara ömsesidiga kopplingar mellan de olika sektorprognosalternativen inte finns. Det finns emellertid en rad indirekta kopplingar till faktorer som inte direkt påverkar energikonsumtionen inom den behandlade sektorn men är av betydelse för utvecklingen inom en annan sektor, och därigenom får effekter också på energiförbrukningen.

Vid utarbetandet av totalprognoser måste därför de frågor som berör kopplingen mellan olika sektorer särskilt beaktas. Direkta kopplingar finns framför allt mellan industri- och samfärdselsektorerna, medan övrigsektorn inte på samma direkta sätt påverkas.

Energiförbrukningen har ökat i långsammare takt än industriproduktionen, vilket innebär att den specifika förbrukningen sjunker. Denna tendens torde fortsätta. Utredningens bedömning av möjligheterna att uppnå en sänkning av den specifika energiförbrukningen kan synas försiktiga. Det beror dels på att incitament i den riktningen funnits redan tidigare och inte därför är ett nytt moment, dels att stora förändringar förutsätter en genomgripande modernisering av hela produktionsutrustningen, vilket tar tid. Den angivna tidsserien för den specifika energiförbrukningen är gemensam för båda industriproduktionsalternativen, men en snabbare utveckling av denna innebär gynnsammare förutsättningar för en snabbare sänkning av den specifika förbrukningen och vice versa. En viss överskattning av energiförbrukningen skulle alltså kunna vara inbyggd i alternativ 1 och 2 för industrisektorn.

Utvecklingen inom industrin med de två alternativen för produktionsutveckling som anges i avsnitt 6.2 har legat till grund för godstransportprognoserna i avsnitt 6.3. Denna koppling medför att godstransportarbetet följer de olika prognosalternativen beträffande industriproduktionsutvecklingen.

Kopplingen mellan det privata bilåkandet och utvecklingen inom industrisektorn är mindre uppenbar, men utredningen har ansett det rimligt att utgå från att utvecklingen beträffande person- och godstransporter följer ett likartat mönster.

Beträffande övrigsektorn kan inte heller några naturliga samband med industriproduktionstillväxten anges. Allmänt ökar utrymmet för privat konsumtion, men hur detta utnyttjas bygger på mycket osäkra bedömningar. I alternativen 1 och 2 förutsätts inte att någon uttalad inriktning mot besparingsåtgärder sker – utöver den som följer av det högre energipriset. På detta område finns emellertid möjligheter att via både bestämmelser och avgifter styra utvecklingen mot en bättre energihushållning. Hur utfallet från energiförbrukningssynpunkt blir beror naturligtvis på vilka åtgärder som kan aktualiseras. I det här presenterade materialet belyses detta på åtskilliga delområden, och genom ändringar av gjorda antaganden kan nya värden framräknas. Alla alternativ förutsätter en bättre hushållning med energi, men ytterligare besparingar torde kunna göras.

Generellt sett gäller alltså att all konsumtionsutveckling blir snabbare om den ekonomiska aktiviteten i samhället är större. Omvänt får en långsammare produktionstillväxt en återhållande effekt på övriga konsumtionssektorer.

Genom att en mångfald faktorer alltså är beroende av varandra inom samhällsekonomin är det inte självklart att prognoserna är gentemot varandra motsägelsefria. För att åstadkomma en meningsfull prövning av detta krävs emellertid en utvecklad modell av energiförsörjningens roll i den svenska ekonomin. Arbetet med utvecklandet av en energiprognosmodell avser bl a att ge möjlighet till sådan prövning i kommande prognosarbeten. Arbetet med denna modell är, som framgått av avsnitt 3.2.3, planlagt för att ge en användbar modell under våren 1975. EPU har därför inte haft möjligheter att utnyttja denna modell för att genomföra en kvantitativ prövning av det inbördes sambandet mellan de olika delprognoserna. Det finns därför anledning att göra en kvalitativ analys av de problem som kan uppstå.

Prognoserna för industrins efterfrågan på energi bygger på prognoser för de olika industribranschernas produktionsvolym. Dessa har baserats på den analys som IUI presenterat i bilaga 3, kontakter med olika branscher och material som presenterats av LU 70, LU 73 och olika branschutredningar.

En stor del av de olika branschernas bruttoproduktion används som halvfabrikat i andra branscher. En ökning av produktionen inom en bransch kräver således en ökning av produktionen inom andra branscher. En ökning av byggnadsverksamheten kräver t ex en ökning av produktionen av verkstadsprodukter, antalet transporter etc. Olika branschers produktion är således intimt kopplade till varandra genom dessa internleveranser inom produktionssystemet. Prognoser uppgjorda för olika branscher oberoende av varandra behöver självfallet inte vara motsägelsefria i denna mening, även om bedömningar grundade på ett tidigare utvecklingsmönster i och för sig inte torde leda till allvarligare problem i det kortare tidsperspektiv (fram till 1980–85) där en mer detaljerad prövning av friheten från motsägelser kan ge ett tillförlitligt resultat.

Standardmetoden för att pröva de inbördes sammanhangen är den s k input-output-analysen. Genom en "input-output-tabell" kan det inbördes beroendet mellan de olika sektorerna kartläggas och det är möjligt att utan mer invecklade beräkningar kontrollera samstämmigheten i de separata prognoserna. Den branschindelning som EPU valt att arbeta med är nära knuten till den branschindelning långtidsutredningen arbetar med. De input-output-tabeller finansdepartementet utarbetet och beräknat fram till 1977 skulle kunna användas för en prövning av motsägelsefriheten. (Tabellerna publiceras av LU, senast i ref (3)).

En översiktlig sådan prövning har gjorts för produktionssektorn på basis av 1977 års input-output-tabeller. Dessa beräkningar på EPU:s prognoser beträffande produktionsvolymen ger rimliga resultat utifrån kravet på motsägelsefrihet dels inom produktionssektorn, dels i relation till andra delar av ekonomin. Beräkningarna var av överslagskaraktär, och

utfördes på följande sätt.

De sektorer som använts i finansdepartementets input-output-tabeller sammanfördes för att svara mot EPU:s sektorindelning. Vidare antogs att bruttoproduktionen inom de sektorer som ej analyserats av EPU, främst skogs- och jordbruk samt fiske, utvecklas i samma takt som industrin i genomsnitt antagits göra. På basis av de framtagna förväntade input-output-koefficienterna beräknades så åtgången av olika insatsvaror inom industrin, varefter utrymme för s k slutlig efterfrågan, dvs export, offentlig konsumtion, privat konsumtion och investeringar kunde bestämmas. Slutligen jämfördes den på detta vis beräknade slutliga efterfrågan med den observerade för 1971. Denna jämförelse gav vid handen att de framtagna industriproduktionsprognoserna varken krävde en radikalt ändrad sammansättning av den slutliga efterfrågan eller en radikal ökning av importen av någon sektorprodukt för att vara sinsemellan motsägelsefria.

Förutom det test av internleveranser inom produktionssystemet som diskuterats ovan, existerar ett betydligt större problem beträffande motsägelsefriheten i stort av de gjorda antagandena. De antaganden som gjorts beträffande industrins produktionsvolymsutveckling innebär också en viss kapitalbildningstakt inom industrin. Samtidigt medför de förutsatta utbyggnaderna av kraftindustrin stora investeringar, liksom energibesparande åtgärder när det gäller transporter, fastighetsuppvärmning, etc. Totalt leder de olika utvecklingsalternativen således till stora krav på årliga investeringar i ekonomin som helhet. Detta har medfört en viss tveksamhet till möjligheterna för en utveckling av det slag som motsvaras åtminstone av de högre energikonsumtionsalternativen. Huruvida dessa totala investeringar svarar mot det sparande som kan förväntas under de olika utvecklingsförloppen har inte kunnat detaljprövas inom den tidsram som gällt. De överslagsmässiga beräkningar som gjorts antyder dock att inga orimliga krav ställs på kapitalmarknaden.

Den sysselsättningsbild som de olika utvecklingsförloppen förutsätter har inte heller avstämts mot förväntad arbetskraftstillgång. För att åstadkomma en rimlighetsprövning av denna makrotyp fordras en utbyggd modell över svensk ekonomi. De gjorda prognoserna har emellertid baserats på finansdepartementets långtidsutredningar, vilka prövats i detta avseende. Det är därför trots allt sannolikt att EPU:s prognoser för industrisektorn uppvisar den önskade motsägelsefriheten.

För de energikonsumtionsnivåer som beräknats utifrån gjorda antaganden har en uppdelning mellan olika energiformer gjorts mot bakgrund av de utbyggnader av försörjningssystemet som EPU bedömt rimliga att belysa. Dessa innebär dels att oljans andel i svensk energiförsörjning minskas, dels att kärnkraftutbyggnaden förses med betydande restriktioner. Dessa alternativ har ingen nödvändig eller logisk koppling som varandra kompletterande och/eller uteslutande alternativ, utan ansluter närmast till den allmänna diskussion kring energiförsörjningen som förs och har förts i Sverige sedan någon tid.

Prognosalternativen är kopplade till antaganden om målsättningar och andra förutsättningar som påverkar energisystemets utveckling och

utformning. Dessa förutsättningar innebär i olika grad att styråtgärder sätts in. Utformningen av dessa specificeras inte eftersom flera olika möjligheter kan tänkas. Det är dock nödvändigt att ha dessa förutsättningar aktuella vid diskussion av de olika prognosalternativen. Det tidigare behandlade kraven på inbördes motsägelsefrihet i prognosalternativen innebär också att olika kombinationer av sektorprognosalternativ måste förses med en uppsättning förutsättningar för att närmare kunna analyseras.

6 Konsumtionsprognoser

6.1 Inledning

6.1.1 *Sektorindelning*

Energikonsumtionen redovisas uppdelad på tre huvudgrupper: industri, samfärdsel och övrigt.

Till industrisektorn räknas egentlig industri, dvs de ca 13 500 företag med minst fem anställda som ingående statistiskt behandlas i SCB:s industriberättelse. Som basår har huvudsakligen använts 1970, men i flera fall har också senare uppgifter utnyttjats. Industrin svarar för ca 30 % av BNP, dess förädlingsvärde var 1970 ca 49 miljarder kronor och den sysselsatte direkt nära en miljon människor.

Industrisektorn utgörs alltså av näringsgrenarna gruvor och mineralbrott samt tillverkningsindustri och omfattar de nedan angivna grupperna i SCB:s årligen publicerade industriberättelse. Byggnads- och anläggningsverksamhet redovisas enligt SCB:s normer ej i industrisektorn utan ingår i övrigsektorn. Den s k småindustrin redovisas – med något smärre undantag – inte i industriberättelsen. I elstatistiken ingår den som industri och dess elförbrukning redovisas där i klump. I det följande anges särskilt när småindustrin ingår i redovisningen vilket i princip endast sker i sammanställningstabellerna. I fråga om småindustrins förbrukning av bränslen saknas statistik helt. Dess bränsleförbrukning – som till alldeles övervägande del torde åtgå för lokaluppvärmning – ingår i övriga lokaler inom övriggruppen.

Den branschindelning som används är baserad på svensk näringsgrensindelning (SNI-klassificeringen). Branscherna har brutits ner i mindre delar för de "energitunga" branscherna.

De tio branscher som omfattas av redovisningen är följande:

SNI	Benämning
2	Gruvindustri
31	Livsmedelsindustri
32	Textilindustri
33	Trävaruindustri
34	Massa- och pappersindustri
35	Kemisk industri
36	Jord- och stenvaruindustri

37 Järn- och metallverk
38 Verkstadsindustri
39 Annan tillverkningsindustri

Samfärdselsektorn omfattar energiförbrukning för biltransporter, flygtrafik, järn- och spårvägar, busstrafik men även drivmedel för inrikes sjöfart inklusive fritidsbåtar, jordbruksmaskiner både inom egentligt jordbruk och i samband med fritidsverksamhet och motsvarande, etc. Något försök att ur drivmedelsförbrukning skilja ut sådant som avser uppvärmning eller andra ändamål har inte gjorts, eftersom det torde utgöra en mycket liten del. Beträffande fartygsbunker och flygdrivmedel gäller att de uppgivits separat i konsumtionsprognoserna och inkluderats i sammanfattningarna (till skillnad från lägesrapporten).

Till övrigsektorn räknas all energiförbrukning som inte redovisas under industri och samfärdsel. Detta innebär energiförbrukning för bostads- och lokaluppvärmning, hushållsdrift, handel, gatu- och vägbelysning, bank- och försäkringsverksamhet, offentliga myndigheter, skolor, sjukhus, fritidshus m m. Elenergin som erfordras inom jordbruk, skogsbruk o d redovisas också inom övrigsektorn, medan bränselåtgången för dessa fördelas på alla sektorer, beroende på hur den redovisats.

El- och gasverk behandlas såsom energiomvandlingsanläggningar, vars förbrukning redovisas som omvandlingsförluster. I förlustposten inräknas vidare schablonmässigt reningsverk och vattenverk.

De energikvantiteter, vars klassificering enligt ovan inte är helt självklara, är förhållandevis små och påverkar inte prognosbedömningarna nämnvärt. En precisering av den statistiska redovisningen, speciellt på bränslesidan, pågår med deltagande bl a från EPU i de s k el- och bränslestatistiknämnderna.

6.1.2 *Beräkningsprinciper*

SOS Industri behöver i vissa avseenden kompletteras för att ge en fullständig redovisning av energiförbrukningen. Industriberättelsen redovisar endast inköpt bränsle. Följande tillägg har därför gjorts.

1. Den elenergi som avsatts i elpannor räknas ej till primaförbrukningen. Då den emellertid ersätter andra bränslen skall den läggas till bränsleförbrukningen varvid antas att 1 MWh motsvarar 0,11 toe (se s 14 i ref (16)). 1970 förbrukades följande energimängder i elpannor: gruvindustri 3 GWh, massa- och pappersindustri 61 GWh, kemisk industri 5 GWh, järn- och metallverk 28 GWh och övrig industri 3 GWh, eller totalt 100 GWh.

2. Massaindustrins lutar beräknas 1970 motsvara 2 068 ktoe. Kvantiteten är beräknad på följande sätt (enligt modell angiven av Ångpanneföreningen): All sulfatlut indunstas. Den har värmevärdet 0,30 toe/ton massa. Sulfitlut har 0,25 toe/ton massa. Indunstningen ökar sakta och uppgick 1970 till 70 %. Pannverkningsgraden antas till 80 %. Beräkningar gjorda av Svenska Cellulosa- och Pappersbruksföreningen 1974 ger möjlighet att ytterligare förfina kalkylen. Detaljberäkningarna redovisas i

anslutning till prognoserna.

3. Träavfall avser träindustrins egen förbrukning av träavfall. Statistik saknas. Skillnaden mellan produktion och leveranser av träavfall antas utgöra egenförbrukning. 1970 motsvarade den 146 ktoe.

4. Gasolförbrukningen uppgick 1970 till 138 ktoe, varav 96 ktoe i industrin fördelad på följande industrigrupper: Jord- och stenvaruindustri 34 ktoe, järn- och metallverk 30 ktoe, verkstäder 16 ktoe och livsmedelsindustrin 16 ktoe. Denna fördelning är baserad på uppskattningar gjorda av ÖEF och Svenska Petroleum Institutet.

5. Inom jord- och stenvaruindustrin har 1970 skiffrar motsvarande 23 ktoe tillagts.

Dessa korrigeringar är marginella och påverkar bortsett från massaindustrins lutar inte prognoserna. De fem punkterna beaktas därför i redovisningen av historisk förbrukning, men endast lutar och vedavfall bedöms särskilt i prognossammanhangen.

Långtidsutredningarna arbetar med en annan sektorindelning. Tabell 6.2 innehåller en nyckel för att jämföra de två sektormodellerna. De beräkningar med energiprognosmodellen som redovisas i bilaga 9 baseras på SCB:s input-outputmodell. Denna ger en ännu mer detaljerad uppdelning som på sikt kommer att användas också i energiprognoserna. I detta betänkande och i IUI:s analys (bilaga 3) används dock genomgående SNI-klassificeringen.

EPU redovisar bruttoförbrukning i konsumtionsledet. Detta innebär bl a att massalutar inkluderas i bränsleförbrukningen. Detta har betydelse för de värden som anges för massa- och pappersindustrin, medan det för andra branscher har marginell betydelse. Energiåtgången för uppvärmning av industrins egna lokaler inkluderas i industrisektorns förbrukningssiffror.

Den redovisning IUI gör för industrin ger en nettoredovisning av energiförbrukningen. Det innebär bl a att massalutarna ej medräknats. En viss försiktighet bör alltså iakttagas vid sifferjämförelser. Påpekanden görs i följande text där skillnaderna är betydelsefulla.

För jord- och skogsbruk gäller att elförbrukningen i dessa jämte anslutna hushåll var 1970 ca 1,75 TWh.

Uppvärmning av bostäder inom jordbruket med annan energi än el uppskattas till 400 ktoe, motsvarande ca 4 TWh.

Jordbruket förbrukar i drivmedel ca 330 ktoe enligt EPU:s lägesrapport sid 88, tabell 5:3.

Som basår för prognoserna har använts 1970 och 1972 beroende på tillgången av samlad statistik. I de olika detaljgenomgångerna har dock senast tillgängliga uppgifter utnyttjas. De olika sektorerna får därför varierande basår. Ur prognossynpunkt har detta mycket liten betydelse, och jämförelser för olika år kan göras med hjälp av utförliga energibalanser som redovisas i bilaga 4 till LU 73 (3).

6.2 Industrins energiförbrukning

6.2.1 *Förutsättningar*

Prognoserna för industrins energiförbrukning baseras på dels en bedömning av branschernas produktionsvolymsutveckling – för hela branschen och i vissa fall, speciellt inom de "energitunga" branscherna, också uppdelad på delbranscher, dels en bedömning av specifik förbrukning av elenergi och bränslen inom varje bransch.

6.2.1.1 Produktionsutvecklingen

En bedömning av i vilken takt industriproduktionen kommer att växa i framtiden skulle idealt baseras på en totalbedömning av den ekonomiska utvecklingen. Några direkta sådana bedömningar för hela den svenska ekonomins tillväxt fram till 1985 finns för närvarande inte. Bästa utgångspunkt för överväganden beträffande den långsiktiga ekonomiska utvecklingen torde därför vara 1970 års långtidsutredning (2) och dess uppföljning 1973 (3). Till LU 70 fogades ett antal bilagor, varav en speciellt behandlade industrins utveckling (30). Översiktliga bedömningar och kalkyler redovisas i dessa arbeten.

Tabell 6.1 Sammanfattning av LU 70:s kalkyler av den ekonomiska utvecklingen. Procentuella årliga förändringar

	1970–1975	1975–1980	Alt. II A[4] 1980–1990
Arbetstimmar	–0,8	–0,4	–0,5
Produktivitet[1]	4,6	4,7	4,1
BNP	3,8	4,3	3,6
Privat konsumtion	3,3	4,1	3,6
Offentlig konsumtion	4,5	4,5	4,1[2]
Investeringar	3,5	5,4	3,3
Import	6,2	6,7	5,3
Export	7,3	6,5	5,3
Jordbruk, skogsbruk	0,7	0,4	–0,9
Industri och övrig varuproduktion	4,8	4,8	3,8[3]
Summa varuproduktion	4,4	4,5	3,5
Samfärdsel	4,8	4,1	3,1
Övriga privata tjänster	3,6	4,2	3,8
Offentliga tjänster	3,6	3,5	3,6
Summa tjänster	3,8	4,0	3,7
Totalt	4,1	4,3	3,6

[1] Den sektorvisa tillväxttakten enligt 60-talets trend. Förskjutning mot tjänster 1980–1990.
[2] 1,14 x BNP-ökningen.
[3] Innehåller också byggnadsverksamhet m m.
[4] Beteckningen anger ett av sex beräkningsalternativ.

En sammanfattning av LU 70:s långsiktiga kalkyler ges i tabell 6.1. Den har givit en utgångspunkt för bedömningar, som närmare utvecklas i bilaga 3, kapitel 2.

Mot bakgrund av de analyser som gjordes i LU 70 och LU 73 har det bedömts rimligt att utgå från en produktionstillväxt inom industrin i dess helhet som ligger mellan 4 och 6 % per år. Detta skulle motsvara en BNP tillväxt på ca 3–4 % per år, vilket ansluter till andra bedömningar beträffande val av utgångspunkt för långsiktiga prognoser.

Tabell 6.2 ger produktionsvolymutvecklingen inom olika industribranscher så som den ingått i EPU:s kalkyler. För flera branscher har dock en mer detaljerad analys gjorts, och redovisas i resp. branschavsnitt.

Industrins produktionsutveckling under perioden 1959–1972 var i genomsnitt 6,2 % per år. De enkäter som genomfördes till LU 73 angav för perioden 1972–77 6,5 % per år för hela industrin. Även om en viss avmattning väntas under 1980-talet bedöms en produktionsvolymutveckling motsvarande ca 6 % per år vara en rimlig utgångspunkt för ett högre tillväxtalternativ. En tillväxt på ca 4 % per år ger på motsvarande sätt en utgångspunkt för en lägre produktionsvolymutveckling.

I enlighet med den utformning av EPU:s prognosalternativ som behandlats i avsnitt 5.3 har utredningen bedömt det som rimligt att välja alternativen ca 6 resp 4 % per år som total produktionstillväxt inom

Tabell 6.2 Produktionsvolymens utveckling inom olika industribranscher i procent per år

SNI		LU-sektor		1955–1960	1960–1965	1965–1970	Tidstrend 1959–1972[3]	LU 70[1] 1970–1975	IUI 1973[2] 1972–1977
	2	3	Gruvor och mineralbrott	4,1	6,2	4,8	5,5	6	4,6
	31	4, 5, 6	Livsmedels- dryckesvaruindustri	2,2	4,5	2,9	3,5	3	3,0
	32	7	Textil- och beklädnadsindustri	1,8	4,9	–0,2	1,7	1,5	6,1
	33, 341	8	Trävaru-, massa- och pappersindustri	6,0	8,5	7,3	7,3	4,5	6,1
	342	9	Grafisk industri	8,7	5,6	0,8	3,0	3	4,2
	355	10	Gummivaruindustri	5,0	14,4	7,0	9,3	6,5	7,9
35	351, 252, 356	11	Kemisk industri	1,2	9,6	12,1	9,8	8	8,4
	353, 354	12	Petroleum- och kolindustri	7,6	8,2	18,8	12,4	10	9,8
	36	13	Jord- och stenvaruindustri	1,4	9,2	3,3	4,5	3,5	3,5
	37	14	Järn- stål- och metallverk	9,3	12,8	3,5	6,8	5,5	7,3
38	38 utom 3841	15	Verkstadsindustri	7,9	10,3	7,2	7,8	6	7,1
	3841	16	Varvsindustri	2,9	5,0	4,3	4,1	3,5	9,7
	39	17	Övrig tillverkningsindustri	5,9	15,0	10,5	12,3	–	–
		3–17	Hela industrin	5,3	8,2	5,6	6,2	5,1	6,5

[1] Anger värden från uppföljningen 1973 av LU-70.
[2] Produktionsvolym enligt företagens planer som de framkommit av IUI:s enkät till LU 73 (se SOU 1973:21, sid 252).
[3] Den period som LU baserat sina kalkyler på.

industrisektorn som utgångspunkt för prognoserna.

De olika branschernas andelar av dels den totala industriproduktionen, dels industrisektorns totala elenergi- och bränsleförbrukning anges i tabell 6.3.

Utifrån dessa grundförutsättningar har en branschvis genomgång gjorts dels av IUI, dels av EPU.

Fördelningen av den totala industriproduktionstillväxten på de olika branscherna har gjorts något olika. IUI har baserat sin analys på de olika branschernas tillväxttakt relativt hela industrin under en tjugoårsperiod (1954–1973), EPU har med utgångspunkt i liknande tidsserier sökt ange ett rimligt värde med hänsyn till gjorda bedömningar av branschernas framtida utveckling. Översiktliga avstämningar har gjorts under utredningens gång mellan IUI och EPU:s sekretariat.

EPU:s bedömningar har baserats på material från flera olika branschföreträdare och tillgängligt offentligt utredningsmaterial men också på diskussioner med företrädare för organisationer och företag. Samlade bedömningar av hela industrisektorns utvecklingsmönster har skett i samråd med Industriförbundet (58). Preliminära prognoser har diskuterats vid ett seminarium med företrädare för flertalet större

Tabell 6.3 Industribranschernas andelar av den totala industriproduktionen 1955–1977 i procent. Industriproduktionen beräknas i fast förädlingsvärde. De två sista kolumnerna ger motsvarande andelar beträffande el- och bränsleförbrukningen 1970

SNI	LU-sektor		Faktisk utveckling				LU 73		Andel 1970	
			1955	1960	1965	1970	1975	1977	el	bränsle
2	3	Gruvor och mineralbrott	3,7	3,5	3,2	3,1	2,5	2,2	4.9	2.8
31	4, 5, 6	Livsmedels- dryckes-varuind	15,5	13,4	11,2	9,8	9,0	8,8	3.2	4.9
32	7	Textil- och beklädnads-industri	9,7	8,1	7,0	5,3	4,8	4,8	1.2	1.9
33, 341	8	Trävaru-, massa- och pappersindustri	13,1	13,4	13,6	14,8	14,5	14,3	36.4	46.1[1]
342	9	Grafisk industri	8,8	10,3	9,1	7,3	7,8	7,6	0.6	0.5
35	10	Gummivaruindustri	1,0	1,0	1,3	1,4	1,5	1,6	0.7	0.8
	11	Kemisk industri	5,8	4,7	5,0	6,8	6,3	6,6	14.3	4.3[2]
	12	Petroleum- och kol-industri	0,4	0,5	0,5	0,9	0,7	0,7	0.6	0.4
36	13	Jord- och stenvaruindustri	5,6	4,7	4,7	4,2	3,5	3,3	3.9	10.0
37	14	Järn-, stål- och metall-verk	4,2	5,1	6,2	5,7	5,8	5,7	23.3	20.2
38	15	Verkstadsindustri	27,9	31,4	34,7	37,3	39,8	40,8	10.1	7.3
	16	Varvsindustri	4,0	3,6	3,1	2,9	3,2	2,9	0.7	0.7
39	17	Övrig tillverknings-industri	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0.1	0.1
	3–17	Hela industrin	100	100	100	100	100	100	100	100

[1] Inkluderar lutar och avfallsved.
[2] Petroleumprodukter som används som råvara medräknas ej.

branscher i april 1974. Syftet med detta seminarium var bl a att få industrins egen reaktion på den långsiktiga utvecklingen som skisserats av EPU med utgångspunkt i långtidsutredningen 1970 och dess uppföljning 1973. Detta material har sedan utgjort underlag för bedömning av energikonsumtionen inom industrisektorn för tiden fram till år 1985 och 2000.

Tabell 6.4 ger EPU:s två alternativa industriproduktionsprognoser. Analyserna har av naturliga skäl koncentrerats till perioden fram till 1985. Utvecklingen därefter har antagits följa i huvudsak samma mönster. Beträffande produktionsprognoserna fram till 1985 har inga avgörande avvikande bedömningar från de här angivna prognoserna framkommit. Figur 6.1 illustrerar de antagna produktionsalternativen.

För massa- och pappersindustrin och för järn- och stålindustrin har energikonsumtionsprognoserna helt baserats på produktionsprognoser angivna i vikt (av massa och papper respektive handels- och specialstål). Dessa prognoser sammanfattas i tabell 6.5.

En jämförelse mellan IUI:s och EPU:s alternativ ges i tabell 6.6. Överensstämmelsen mellan bedömningarna av produktionsutvecklingen är god, och skillnaderna torde helt falla inom gränserna för osäkerheten i bedömningarna.

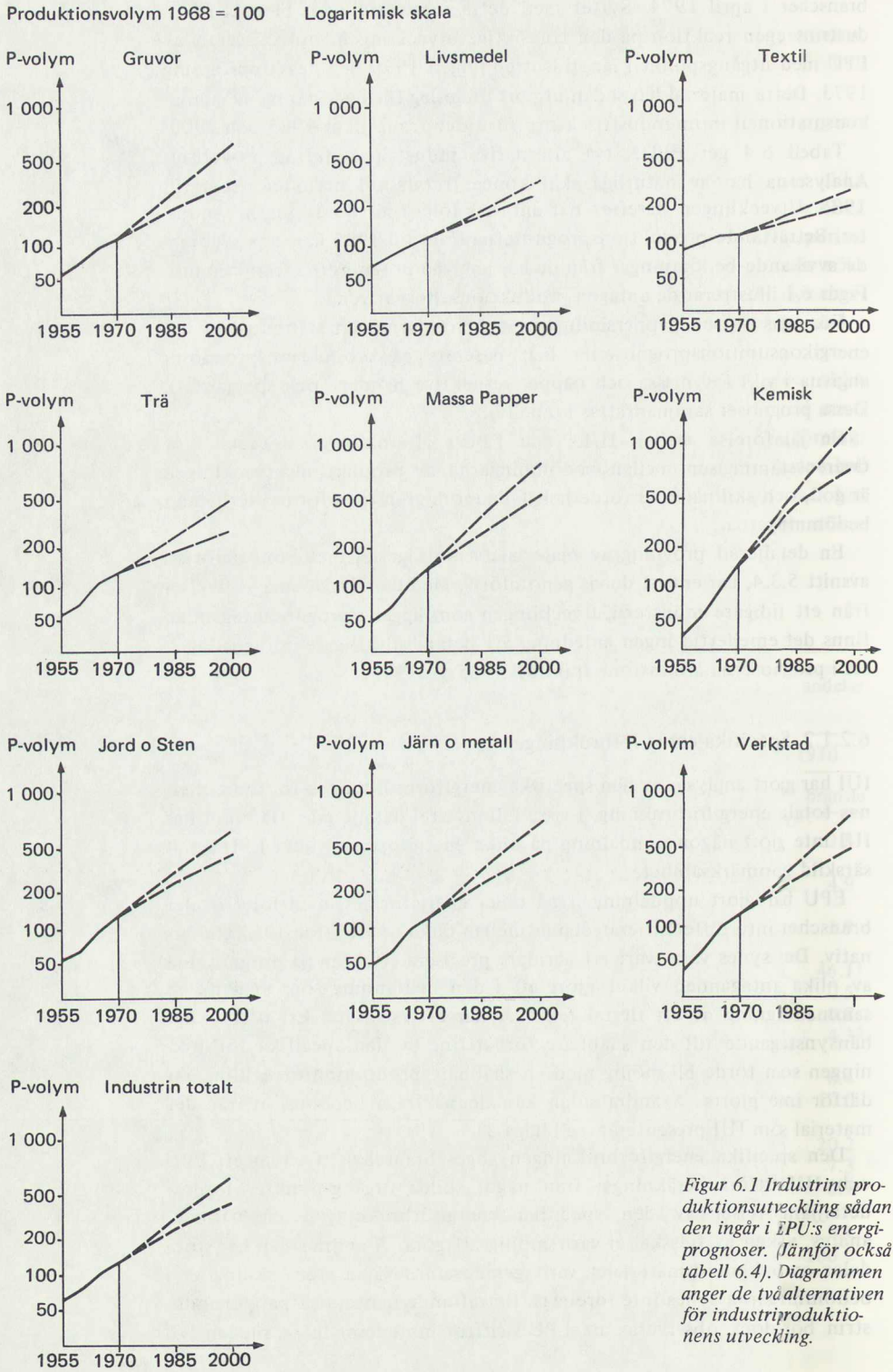
En detaljerad prövning av materialets motsägelsefrihet, som berörts i avsnitt 5.3.4, har endast delvis genomförts. Med de relativt små avvikelser från ett tidigare mönster i utvecklingen som ligger i prognosantaganden finns det emellertid ingen anledning att befara allvarligare inre motsägelser i prognoserna åtminstone fram till 1985.

6.2.1.2 Specifika energiförbrukningen

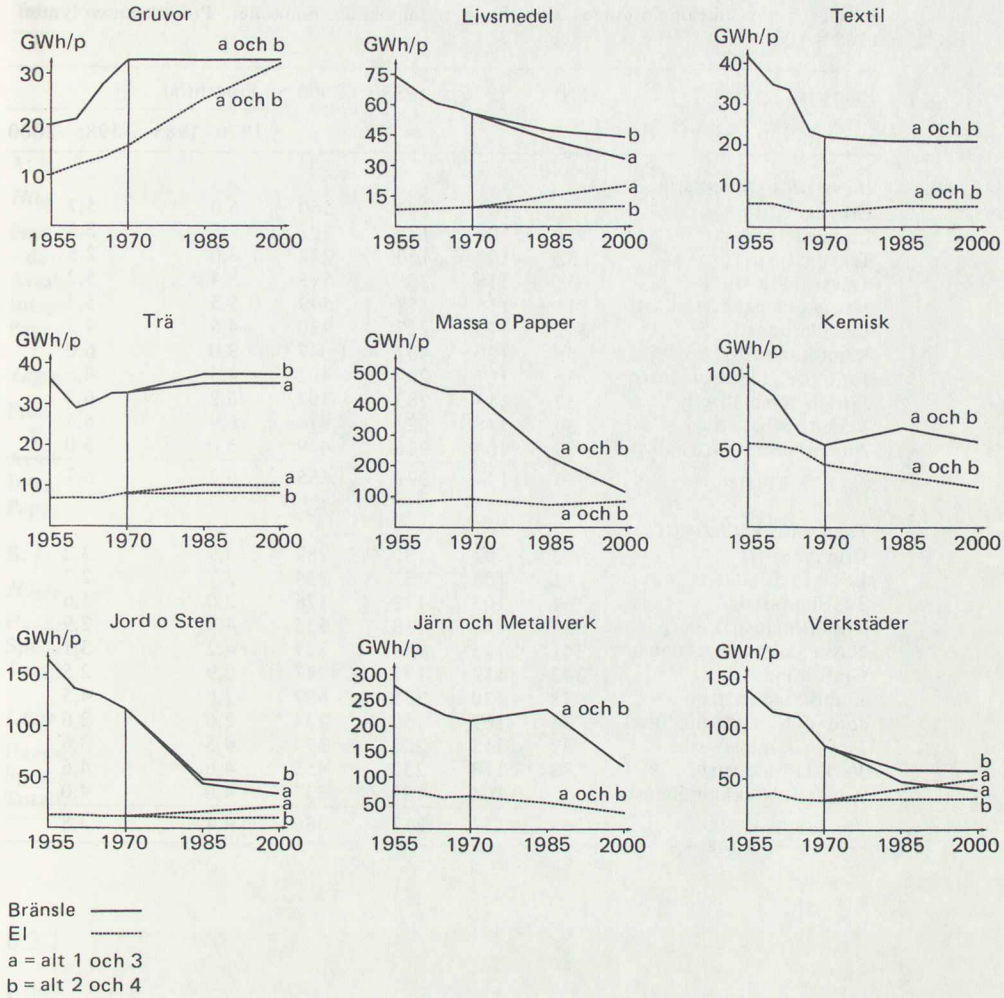
IUI har gjort analyser av den specifika energiförbrukningen för branschernas totala energiförbrukning, i vissa fall mycket detaljerade. Däremot har IUI inte gjort någon uppdelning på olika energiformer, vilket EPU ägnat särskild uppmärksamhet.

EPU har gjort uppdelningen på olika energiformer, men för flertalet branscher inte differentierat denna mellan olika produktionstillväxtalternativ. Det synes vara svårt att närmare precisera effekten på prognoserna av olika antaganden vilket gjort att i den bedömning som angivits en sammanvägning av ett flertal faktorer har eftersträvats. Ett uttryckligt hänsynstagande till den snabbare förbättring av den specifika förbrukningen som torde bli möjlig med en snabbare produktionsutveckling har därför inte gjorts. Å andra sidan kan denna fråga bedömas utifrån det material som IUI presenterat (se bilaga 3).

Den specifika energiförbrukningen anges branschvis. Genom att EPU och IUI utfört beräkningar från något skilda utgångspunkter fordrar detaljjämförelser av den specifika energiförbrukningen en närmare analys, vilken av tidsskäl ej varit möjlig att göra. Å andra sidan har stora delar av bakgrundsmaterialet varit gemensamt. Några stora skillnader i bedömningarna synes inte föreligga. Beträffande massa- och pappersindustrin bör dock observeras att EPU:s siffror inkluderar lutar, medan IUI



Figur 6.1 Industrins produktionsutveckling sådan den ingår i EPU:s energiprognoser. (Jämför också tabell 6.4). Diagrammen anger de två alternativen för industriproduktionens utveckling.



Figur 6.2 Den specifika energiförbrukningen i olika industribranscher. I figuren anges el- respektive bränsleförbrukningen i gemensam enhet. Bränsleförbrukningen är för närvarande större i samtliga branscher, men en övergång till el sker, och väntas fortsätta. Alternativa bedömningar anges i de branscher där en sådan varit sannolik.

även här valt nettoredovisning. Lutarna har dock beaktats även i IUI:s kalkyler.

Den specifika förbrukningen har beräknats från 1955 – ca 1972 (1973 års preliminära värden på elförbrukningen har också medtagits). Den nuvarande branschindelningen har använts och korrigeringar gjorts för de förändringar i branschindelningen som genomfördes 1968. Dessa korrige-

Tabell 6.4 Produktionsvolymens utveckling inom skilda branscher. Produktionsvolymen 1968 = 100

Bransch	SNI	1970	1985	2000	Procent/år 1970–1985	Procent/år 1985–2000
Högre tillväxtalternativ						
Gruvindustri	2	102	244	560	6,0	5,7
Livsmedelsindustri	31	106	177	297	3,5	3,5
Textilindustri	32	103	160	232	3,0	2,5
Trävaruindustri	33	116	255	545	5,4	5,2
Massa- och pappersindustri	341	115	257	549	5,5	5,2
Grafisk industri	342	112	217	420	4,5	4,5
Kemisk industri	35	120	437	1 047	9,0	6,0
Jord- och stenvaruindustri	36	107	207	401	4,5	4,5
Järn- och metallverk	37	115	283	707	6,2	6,2
Verkstadsindustri	38	118	321	814	6,9	6,4
Annan tillverkningsindustri	39	104	216	449	5,0	5,0
Totalt	2+3	114	273	655	6,2	5,7
Lägre tillväxtalternativ						
Gruvindustri	2	102	180	289	3,9	3,2
Livsmedelsindustri	31	106	157	234	2,7	2,7
Textilindustri	32	103	139	176	2,0	1,6
Trävaruindustri	33	116	218	335	4,3	2,9
Massa- och pappersindustri	341	115	214	339	4,2	3,1
Grafisk industri	342	112	171	247	2,9	2,5
Kemisk industri	35	120	355	687	7,6	4,5
Jord- och stenvaruindustri	36	107	159	234	2,6	2,6
Järn- och metallverk	37	115	223	379	4,5	3,6
Verkstadsindustri	38	118	232	455	4,6	4,6
Annan tillverkningsindustri	39	104	187	337	4,0	4,0
Totalt	2+3	114	217	380	4,4	3,8

ringar går inte utan omfattande beräkningar att göra fullständiga. Vissa skillnader kan därför kvarstå framför allt beträffande kemisk industri och verkstadsindustri vilka resulterar i att värdena fram t o m 1967 och fr o m 1968 inte är helt jämförbara.

Produktionsvolymen anges som förädlingsvärde i fast penningvärde (med 1968 års värde = 100). Detta gäller även i flertalet enskilda branscher där produktionen kan vara mycket mångskiftande. För de från energisynpunkt viktigaste branscherna går det emellertid ofta att ange produktionen i volym eller vikt (fysiska mått). Bedömningen av kapacitets- och produktionsutveckling sker ofta säkrare utifrån fysiska mått, eftersom de ger mer entydiga och lättolkade bedömningsgrunder (de blir bl a oberoende av prisvariationer på produkterna). Om inget annat uttryckligen skrivs anges produktionsvolymen dock som förädlingsvärde i fast penningvärde.

Tabell 6.5 Produktionsprognoser för vissa branscher i miljoner ton

	1970	1985	2000	Årlig ökning i %	
				1970–1985	1985–2000
A: Massa- och pappersindustrin					
Högre tillväxtalternativ:					
Prod av massa tot.	8,14	13,0	17,5	3,2	2,0
därav mekanisk	1,54	3,5	5,5	5,6	3,1
Avsalu	4,39	5,0	5,0	0,9	0,0
Integrerat	3,75	8,0	12,5	5,2	3,0
Papper	4,36	8,5	13,0	4,6	2,9
Lägre tillväxtalternativ:					
Prod av massa tot.	8,14	11,5	13,5	2,3	1,1
därav mekanisk	1,54	3,5	4,3	5,6	1,4
Avsalu	4,39	4,5	3,9	0,2	–0,9
Integrerat	3,75	7,0	9,6	4,2	2,1
Papper	4,36	7,5	10,5	3,7	2,3
B: Järn- och stålindustrin					
Högre tillväxtalternativ:					
Handelsstål	3,0	9,1	12,5	7,7	2,1
Specialstål	0,9	1,9	3,5	5,1	4,2
Totalt	3,9	11,0	16,0	7,2	2,5
Lägre tillväxtalternativ:					
Handelsstål	3,0	8,1	10,5	6,8	1,7
Specialstål	0,9	1,9	3,5	5,1	4,2
Totalt	3,9	10,0	14,0	6,5	2,3

6.2.2 *Branschgenomgång*

I detta avsnitt ges en relativt utförlig redogörelse för de förutsättningar, beräkningar och resultat som gäller för energiprognoserna beträffande industrin (32).

Branscherna behandlas i den ordning som ges av SNI-klassificeringen.

Den produktionstillväxt som anges i tabellerna 6.4 och 6.5 har antagits gälla i alla fall där produktionsutvecklingen inte särskilt diskuteras. Då bedömningar gjorts för vissa delbranscher har dessa använts. Överensstämmelsen med tabell 6.4 har kontrollerats och i den mån skillnaderna inte kunnat förklaras av skilda beräkningssätt (i tabell 6.4 används förädlingsvärde i fast penningvärde som volymmått, medan branschbedömningar gjorts i vikt eller volym) har en avstämning gjorts.

Den specifika energiförbrukningen anges i slutet av varje avsnitt liksom de framräknade prognoserna. I tabellerna för specifik energiförbrukning används begreppet produktionsvolymenhet (pve) som är lika med en enhet i indexskalan. Bränsleförbrukningen är angiven dels i ktoe, dels i GWh (1 ktoe = 11,63 GWh).

Tabell 6.6 Produktionsvolymens tillväxt i procent per år 1970–1985

SNI	Branscher	IUI:s alternativ				EPU:s alternativ	
		Lägre	Vägt medelvärde	Högre	Vägt medelvärde	Lägre	Högre
23	Malmgruvor	3,2	3,2	4,8	4,8	3,9	6,0
	Järnmalmsgruvor	3,4		5,1			
31	Livsmedels-, dryckesvaru- o. tobaksindustri	2,0		2,9		2,7	3,5
32	Textil-, beklädnads- och läderindustri	0,6		0,7		2,0	3,0
33	Trävaruindustri	3,5		5,1		4,3	5,4
34111	Massa- och pappersindustri	3,5	3,9	5,1	5,7	4,2	5,5
3412–9	Övrig pappers och pappvaru-industri	5,8		8,5			
342	Grafisk industri	2,5		3,7		2,9	4,5
351–52, 356	Egentlig kemisk och plast-industri	6,7	6,3	9,9	9,3	7,6	9,0
353–54	Petroleum- o. kolprodukt-industri	5,7		8,4			
355	Gummiindustri	4,3		6,3			
36, 29	Jord- o. stenvaruindustri samt andra gruvor o. mineralbrott	3,3	3,2	4,8	4,7	2,6	4,5
36921	Cementindustri	2,3		3,4			
371	Järn-, stål- och ferro-legeringsverk	4,5	4,4	6,7	6,5	4,5	6,2
372	Icke-järnmetallverk	3,8		5,6			
381	Metallvaruindustri	4,4	4,6	6,5	6,9	4,6	6,9
382	Maskinindustri	4,8		7,2			
383	Elektroindustri	4,6		6,8			
3842–9	Övrig transportmedelsindustri	5,0		7,3			
3841	Varv och båtbyggeri	3,2		4,8			
385, 39	Övrig industri	3,8		5,7		4,0	5,0
	Hela industrin	4,0		6,0		4,4	6,2

6.2.2.1 Gruvindustri

Gruvindustrin sysselsatte 1970 nära 14 000 personer vid 80 företag. Förädlingsvärdet uppgick till 1,44 miljarder kr och exporten, som är mycket omfattande och uppgick till ca 80 % av den inhemska produktionen, till 1,47 miljarder kr. Härav svarade järnmalm för ca 85 % och icke-järnmalmerna för 10 %. Exportvärdet var 1970 ungefär 4 % av landets totala export. Under 1960-talet har exporten mätt i fast penningvärde ökat med ca 3 % per år.

De från energisynpunkt dominerande delarna av gruvindustrin är brytning och förädling av järnmalm och sulfidmalm. Järnmalm finns i

Norrbotten och i mellersta Sverige, varav den norrländska till alldeles övervägande del exporteras, medan den mellansvenska malmen till stor del används inom landet. Exporten av järnmalm utgjorde 19,9 miljoner ton 1960 och 28,4 miljoner ton 1970.

Produktionen av järnmalm ökade volymmässigt med 4 % per år under 1960-talet samtidigt som andelen förädlade produkter successivt ökat. Från mitten av 1960-talet till början av 1970-talet har andelen sinter och briketter ökat från ca 25 % till ca 40 %. Under 1960-talet försämrades den svenska malmens konkurrenskraft genom tillkomsten av nya gruvor i bl a Afrika, Kanada, Sydamerika. Malmen bryts i dessa fält i dagbrott, dvs till ganska låga produktionskostnader och kan genom låga sjöfrakter konkurrera med svensk malm även på den västeuropeiska marknaden.

Produktionen av sulfidmalmer – svavelkis, kopparmalm, zinkmalm m fl – ökade under 1960-talet något långsammare än järnmalmsproduktionen. Sedan slutet av 1960-talet har dock en stark produktionsökning skett beroende på att en ny gruva togs i drift 1968. Produktionen uppgick 1970 till 0,96 miljoner ton. För resten av 1970-talet kan en fortsatt snabb ökning förväntas.

Tillgången på järnmalm utgör ingen begränsande faktor för produktionstillväxten hos järnmalmsgruvorna. Expansionsmöjligheterna beror snarare på den svenska malmens förmåga att konkurrera på världsmarknaden.

Flera skäl samverkar mot ökande specifik energiförbrukning:

- järnhalten sjunker, vilket innebär ökande mängder brytmassa
- slutprodukterna görs mer högvärdiga, vilket bl a innebär att malmen mals finare
- successivt skärpta miljökrav.

En stor del av energin förbrukas i malningen, men när denna drivs längre går mindre energi åt i smältningen.

Produktionen av kulsinter var 1970 nära 5 miljoner ton. En snabb kapacitetsökning i sinterverk med sikte på export kan väntas.

Energiförbrukningen vid borrning kan minska till ca 1/3 per borrad meter under en 10-årsperiod. Men allmänt sett förefaller det svårt att rationalisera energiförbrukningen i ren gruvdrift.

Transporterna i gruvorna visar en tendens mot ökad truckdrift. Mer dieselavgaser ger större ventilationsbehov, vilket kräver el. Hur avvägningen mellan el och bränslen kommer att bli är osäkert.

Elkonsumtionen är beroende av två faktorer, dels om brytningen sker i dagbrott eller under jord, dels förädlingsgraden, dvs fördelningen mellan styckemalm, slig och pellets.

Under jord ökar elförbrukningen per ton malm med tilltagande djup beroende på ökad uppfordringshöjd och progressivt ökad vattenuppfordring.

Under de närmaste 5–10 åren kommer specifika oljeförbrukningen att minska till fördel för el för drift av fläktar och transportörer. Mera långsiktigt väntas även elförbrukningen sjunka för lika malmtyper be-

roende på minskad nedmalningsgrad i anrikningsverk och åtgärder i sinterugnar som medför lägre fläkteffekt.

Behovet av eldningsoljor bestäms i huvudsak av processuppvärmning och till en mindre del för lokaluppvärmning och gruvventilation. På processidan väntas en minskning av oljebehovet på grund av omläggning i processerna.

Eldningsoljorna är i viss utsträckning substituerbara mot kol. Därvid är kolåtgången 10–20 % högre på grund av distributions- och eventuella förgasningsprocesser som måste föregå förbränningen.

Speciellt för nya malmfattiga gruvor kommer dagbrottstekniken att användas med stor bergbrytningsvolym. Detta medför per ton malm

Tabell 6.7 Gruvindustrins energiförbrukning
Specifik förbrukning

	El	Bränslen	
	GWh/pve[2]	ktoe/pve[2]	GWh/pve[1,2]
1955	10,4	1,8	20,9
1960	11,9	1,8	20,9
1965	13,5	2,4	27,9
1967	14,2	2,7	31,4
1968	13,7	2,6	30,2
1969	14,4	2,7	31,4
1970	15,5	2,8	32,6
1971	16,7	2,8	32,6
1972	17,2		
1973	18,0		
	alla alt	alla alt	alla alt
1985	25	2,8	32,6
2000	32	2,8	32,6

[1] Omräkning av föregående kolumn, 1 ktoe = 11,63 GWh.
[2] pve = produktionsvolymsenhet, se s 96.

Total förbrukning

	År	Enhet	Alternativ	
			1 2	3 4
Produktionsvolym	1970	index	102	102
	1985		244	180
	2000		560	289
El	1970	TWh	1,554	
	1985		6,1	4,5
	2000		17,9	9,2
Bränsle	1970	Mtoe	0,29	
	1985		0,68	0,50
	2000		1,57	0,81

räknat en ökning i oljeförbrukningen på grund av att större truckar används och att även stora borrmaskiner kommer att drivas med dieselmotorer i stället för tryckluft.

6.2.2.2 Livsmedelsindustri

Till livsmedelsindustrin räknas här dryckesvaru- och tobaksindustri. Sammanlagt sysselsätts ca 75 000 personer eller ca 8 % av antalet anställda inom industrin. År 1970 uppgick saluvärdet till 16,9 miljarder kronor och förädlingsvärdet till 4,8 miljarder kronor vilket innebär relativa andelar på 16 resp 10 % för industrin totalt. Energiförbrukningen är låg och uppgick 1970 till 1,0 TWh el och 0,5 Mtoe bränslen, vilket motsvarar 5,4 % av industrins energiförbrukning. Kostnaden för energiförbrukningen utgjorde 1,0 % av saluvärdet.

Livsmedelsindustrin är starkt inriktad på hemmamarknaden vilket nära sammanhänger med den förda jordbrukspolitiken. Exportandelen är låg, ca 4 % och importen 13 % av saluvärdet. Livsmedelsprodukterna exporte-

Tabell 6.8 Livsmedelsindustrins energiförbrukning
Specifik förbrukning

	El		Bränslen			
	GWh/pve		ktoe/pve		GWh/pve	
1965	9,5		4,7		54,7	
1967	9,6		5,04		58,6	
1968	9,6		5,04		58,6	
1969	9,6		4,96		57,7	
1970	9,6		4,76		55,4	
	alt 1/3	alt 2/4	alt 1/3	alt 2/4	alt 1/3	alt 2/4
1985	15	10	3,7	4,1	43,0	47,7
2000	20	10	2,9	3,8	33,7	44,2

Total förbrukning

	År	Enhet	Alternativ			
			1	2	3	4
Produktionsvolym	1970	index	106			106
	1985		177			157
	2000		297			234
El	1970	TWh	1,015			
	1985		2,7	1,8	2,4	1,6
	2000		5,9	3,0	4,7	2,3
Bränsle	1970	Mtoe	0,504			
	1985		0,66	0,73	0,58	0,64
	2000		0,86	1,13	0,68	0,89

ras till övervägande del till de nordiska länderna. Möjligheterna att utöka exporten till övriga Europa och Förenta Staterna begränsas av tullrestriktioner och handelslagar. Det förefaller inte troligt att utvecklingen av livsmedelsindustrin kommer att avvika från tidigare mönster. Vissa mättnadstendenser kan iakttas i fråga om industriellt färdigställda matvaror. Branschen kommer även framdeles att utvecklas mot en alltmer utpräglad förädlingsindustri och torde komma att utnyttja alltmer avancerad processteknik.

6.2.2.3 Textilindustri

Textilindustrin uppdelas i egentlig textilindustri, dvs tillverkning av halvfabrikat som garner och vävnader, färdigvaror som gardiner, mattor m m samt beklädnadsindustri som omfattar tillverkning av färdigkonfektion. I branschen ingår också bl a garverier, lädervaruindustri och skoindustri. Branschens totala förädlingsvärde uppgick 1970 till 2,75 miljarder kronor, varav textilindustrin svarade för 1,35, beklädnadsindustrin för 1,05 medan återstoden fördelas jämnt mellan skoindustri och övriga grenar. Samtliga grenar inom textilindustrin har, speciellt under 1960-talet, utsatts för stark konkurrens från länder med avsevärt lägre lönenivå än den svenska. Då de – speciellt textil- och konfektionsindustrierna – traditionellt var hemmamarknadsinriktade och konsumtionen inte ökade i takt med importen drabbades den inhemska produktionen hårt. Importen av textilier steg under 1960-talet med drygt 5 % per år och utgjorde 1970 över 1,9 miljarder kr. Antalet sysselsatta minskade mellan 1965 och 1973 med 16 000 eller 5,7 % per år. Exporten ökade mycket starkt, över 11 % per år 1965–1972, delvis beroende på statliga stödåtgärder.

Under 1960-talet var ökningen i produktionsvolymen ungefär 2 % per år. Detta innebär en starkt ökad produktivitet. För beklädnadsindustrin har omställningen – som varit lika omfattande som för textilindustrin – inneburit en halvering av antalet anställda mellan 1965 och 1973. En gynnsam utveckling av exporten, också här åstadkommen genom stimulansåtgärder från statens sida, har inte kunnat hindra denna utveckling. År 1970 uppgick exporten till 420 miljoner kr och importen till 1 384 miljoner kr. I läder- och skoindustrin är utvecklingsmönstret detsamma, importen har trängt undan den inhemska produktionen med nedläggning av produktionsenheter och kraftigt minskad sysselsättning som följd.

Textil- och konfektionsindustrin har karakteriserats av att produktionen varit spridd på ett mycket stort antal små företag där successivt de ekonomiskt svaga företagen med låg produktivitet måst nedläggas. Sedan denna strukturomvandling nu genomförts kan man emotse en något gynnsammare produktionsutveckling. På längre sikt kan sannolikt konkurrensförmågan gentemot utlandet förbättras (33).

EPU har för branschen i dess helhet räknat med en årlig tillväxt till 1985 med 3 % resp 2 % i de två alternativen.

Tabell 6.9 Textilindustrins energiförbrukning
Specifik förbrukning

	El	Bränslen	
	GWh/pve	ktoe/pve	GWh/pve
1965	4,0	1,70	19,8
1967	4,3	1,96	22,8
1968	4,1	1,91	22,2
1969	4,0	1,90	22,1
1970	3,8	1,86	21,6
	alla alt	alla alt	alla alt
1985	5,0	1,8	20,9
2000	5,0	1,8	20,9

Total förbrukning

	År	Enhet	Alternativ	
			1 2	3 4
Produktionsvolym	1970	index	103	103
	1985		160	139
	2000		232	176
El	1970	TWh	0,391	
	1985		0,80	0,70
	2000		1,2	0,9
Bränsle	1970	Mtoe	0,192	
	1985		0,29	0,25
	2000		0,42	0,32

6.2.2.4 Trävaruindustri

Produktionen av sågade trävaror uppgick 1970 till 11,4 miljoner m^3. Exporten uppgick samtidigt till 6,9 miljoner m^3 till ett värde av 2,1 miljarder kronor. Inom branschen sysselsattes 1970 nära 80 000 personer och förädlingsvärdet uppgick till 3,7 miljarder kronor.

Av det totala virkesuttaget går 45 % till trävaruindustrin, och denna andel väntas bestå. Omkring 1/3 härav går vidare till massaindustrin.

Med tanke på väntad råvarubrist för skogsindustrin är det sannolikt att det vedavfall som nu bränns i framtiden i stället kommer att användas i produktionen. Det vedavfall som bränns utgörs dock främst av bark, ibland med någon tillsats av spån. Användningen av bark som bränsle kommer under de närmaste åren att öka. Bark deponeras nu ofta i naturen.

Råvarutillgången verkar, liksom för massa- och pappersindustrin, begränsande för en framtida alltför stark produktionsökning av sågade och hyvlade produkter. En framtida expansion i branschen måste därför ske genom ökad förädling av produkterna. EPU har i sina alternativ räknat

Tabell 6.10 Trävaruindustrins energiförbrukning
Specifik förbrukning

	El		Bränslen			
	GWh/pve		ktoe/pve		GWh/pve	
1965	7,0		1,8		20,9	
1967	7,9		2,8		32,6	
1968	8,0		2,7		31,4	
1969	7,6		2,7		31,4	
1970	8,2		2,8		32,6	
	alt 1/3	alt 2/4	alt 1/3	alt 2/4	alt 1/3	alt 2/4
1985	10,0	8,0	3,0	3,2	34,9	37,2
2000	10,0	8,0	3,0	3,2	34,9	37,2

Total förbrukning

	År	Enhet	Alternativ			
			1	2	3	4
Produktionsvolym	1970	index	116			116
	1985		255			218
	2000		545			335
El	1970	TWh	0,950			
	1985		2,6	2,0	2,2	1,7
	2000		5,5	4,4	3,4	2,7
Bränsle	1970	Mtoe	0,323			
	1985		0,77	0,82	0,65	0,70
	2000		1,6	1,7	1,0	1,1

med en årlig tillväxt med drygt 5 % resp 4 %. Med hänsyn till att den ökade förädlingsgraden erfordrar relativt litet energi har de specifika energiåtgångstalen antagits ändras endast obetydligt.

6.2.2.5 Massa- och pappersindustri

Inom massa- och pappersindustrin uppgick förädlingsvärdet 1970 till 3,6 miljarder kr. Antalet anställda har sedan 1965 minskat med 1,5 % per år och utgjorde 1970 nära 48 000. Produktionsvolymen har under 1960-talet ökat något snabbare än i industrin i sin helhet. Produktionen per timme har ökat snabbare än i de flesta andra branscher vilket sammanhänger med en koncentration till stora och moderna anläggningar.

Massa- och pappersindustrin är Sveriges största nettoexportör. Exporten uppgick 1973 till ca 8 miljarder kr. medan importen stannade vid 0,4 miljarder kr varför nettoexporten blev 7,6 miljarder kr.

Branschen stod 1970 för 33 % av industrins elförbrukning och 43 % av bränsleförbrukningen, varav dock drygt hälften bestod av interna bränslen i form av lut och bark, som för närvarande inte har annan

Tabell 6.11 Produktion av massa och papper i miljoner ton

	1969	1970	1971	1972	1973	1985		2000	
						Hög	Låg	Hög	Låg
Total massa	7.63	8.14	7.83	8.31	9.46	13.0	11.5	17.5	13.5
Avsalumassa	4.18	4.38	4.12	4.23	5.00	5.0	4.5	5.0	3.9
Integrerad massa	3.45	3.76	3.71	4.08	4.46	8.0	7.0	12.5	9.6
Papper och papp	4.11	4.36	4.24	4.56	5.20	8.5	7.5	13.0	10.5

användning.

Enerikonsumtionsprognosen baserar sig på de prognoser för produktionen som anges i tabell 6.11.

"Integrerad" massa är sådan fiber som oftast pumpas direkt till pappers- eller kartongmaskinen. "Avsalumassa" tillverkas i fristående eller partiellt integrerade bruk och levereras på export och till mindre del till icke-integrerade pappersbruk m fl inom landet. Skillnaden mellan kvantiteten papper/papp och mängden integrerad massa utgörs av massa som inköps från annat företag, av mäld från returpapper samt fyllnads- och bestrykningsmedel m m.

Tillväxten i Sveriges skogar är för närvarande föremål för utredning. Den bedömning som tills vidare kan göras är att tillväxten är 70 à 75 miljoner skogskubikmeter per år. Nuvarande uttag beräknas till ca 70 miljoner skogskubikmeter per år. De prognostiserade produktionssiffrorna förutsätter väsentliga och systematiska insatser i skogsbruket för ökning av årsavkastningen. Vidare fordras att man utnyttjar skogsområden som f n icke är ekonomiskt tillgängliga samt att råvaruresurser i form av klenvirke från gallringar, hyggesavfall (grenar och toppar) och stubbar tillvaratas. Detta fordrar utveckling av nya tekniska metoder både i fråga om hopsamling, transport och upparbetning till massa.

Av virkesuttaget är 50 % massaved och 45 % sågtimmer. Av den senare delen går ca 1/3 vidare i form av flis och sågverksavfall till massaindustrin. Andelen sågtimmer väntas ej minska.

Den väntade råvaruknappheten kommer med all sannolikhet att leda till modifieringar i processtekniken, som möjliggör ett högre utbyte, dvs mer färdigprodukt per m^3 skogsråvara. Härigenom minskar dock utfallet av lut som internt bränsle, vilket från energisynpunkt medför ett ökat behov av utifrån tillfört bränsle (framför allt olja).

De mekaniska massaprocesserna arbetar med ett vedutbyte nära 100 % och avkastar följaktligen icke något internt bränsle; de är å andra sidan starkt elkraftkonsumerande. Det antas att andelen mekanisk massa i totala massatillverkningen kommer att stiga till 1985 från för närvarande knappt 1/5 till över 1/4; i absoluta tal från 1,8 miljoner ton 1973 till 3,5 miljoner ton 1985 i båda produktionsalternativen.

Av producerad massa går f n något mer än hälften till vidareförädling till papper/papp inom landet, väsentligen inom integrerade bruk. Denna

del väntas växa till omkring två tredjedelar i båda produktionsalternativen, framför allt genom att nya pappersmaskiner byggs i anslutning till befintliga massafabriker. I det lägre produktionsalternativet antas vidareförädlingen expandera snabbare än tillväxten i integrerad massa, varvid volymen avsalumassa beräknas sjunka, medan det högre alternativet förutser att kvantiteten avsalumassa skulle kunna upprätthållas på 1973 års nivå.

En höjning av den andel av pappersförbrukningen, som insamlas för återanvändning i pappersindustrin, torde kunna uppnås. Insamlingsandelen är för närvarande 28 % av den återvinningsbara förbrukningen i Sverige varav huvuddelen – motsvarande ca 330 000 ton 1973 – används inom landet, medan resten exporteras. Återvinningen anses bl a genom organiserad insamling från hushåll och kontor kunna höjas till inemot 50 % och då komma att omfatta proportionsvis mer tidnings- och annat papper, som innehåller huvudsakligen mekanisk massa. Den specifika elförbrukningen för upparbetning (upplösning och de-inking) av returpapper är endast ca 1/4 av motsvarande för tillverkning av slipmassa. I de fall returpapper ersätter mekanisk massa i mälden blir elförbrukningen låg för den merproduktion av papper som återvinningen medger. Däremot inträder ingen nettobesparing av energi – snarare är det fråga om en mindre ökning – vid tillverkning av produkter i vilka returpappret ersätter kemisk massa.

Massa- och pappersindustrin täcker mer än hälften – 1973 ca 58 % – av sitt bränslebehov med interna bränslen. Dessa består av lut (50 %) samt bark (8 %). Luten erhålls som biprodukt vid framställning av kemiska massor (sulfat- och sulfitmassa) för vilka vedutbytet är omkring 50 %. De interna bränslena består alltså av vedsubstanser och minskar den i produkten nyttiggjorda delen av vedråvaran. Mekanisk massa utnyttjar veden nästan fullständigt men ger inget förbränningsbart avfall. Mellan dessa ytterligheter förekommer olika slag av högutbytesmassa och halvkemisk massa.

Som exempel på konflikten energi- och råvaruutnyttjning kan nämnas tillverkning av fiberråvara för å ena sidan tidningspapper (bestående av huvudsakligen mekanisk massa) och å den andra ett papper av uteslutande kemisk massa. Om man i energijämförelsen mellan dessa produkter medräknar energiinnehållet i vedråvara (som ju har en tänkbar alternativ användning som bränsle) och adderar tillsatsen av externt bränsle och elkraft framkommer för båda produktslagen ett totalt energibehov, som är i det närmaste lika stort per ton slutprodukt. Detta beror på att vedförbrukningen för den kemiska massan är dubbelt så stor som för den mekaniska masan. Vad skillnaden i vedförbrukning representerar i energi tillvaratas i den kemiska processen som bränsle, medan vedråvaran i den mekaniska processen i stället nästan helt ingår i slutprodukten. Detta medför å andra sidan att den externa energiförbrukningen är högre för mekanisk massa.

Avvägningen mellan tillverkning av den ena eller andra produkttypen bör ej bestämmas utifrån vare sig total energiförbrukning (som ovan) eller

som nettoförbrukning utan i stället bedöms mot bakgrund av virkestillgången och vad som ger största nationalekonomiska utbyte.

I prognosen redovisas bränsleförbrukningen dels brutto, dvs total bränsleförbrukning inkl interna bränslen, dels netto, dvs exkl interna bränslen. Bruttoredovisningen av bränsleförbrukningen kan, som nämnts, variera beroende på processval m m. Med dagens vedkostnad är lutens ekvivalenta oljepris – indunstningskostnad oräknad – över 600 kr/m^3. Miljövårdshänsyn kräver vidare att praktiskt taget all lut omhändertas.

Tekniken för energihanteringen i massa- och pappersindustrin är genomgående väl utvecklad till följd av det intresse som industrin har haft att hålla nere den betydande kostnadspost som energin utgör. Industrierna utnyttjar sedan länge den primärförbrukade energin i flera omgångar så långt energi kan utvinnas med tanke på tillgängliga temperaturnivåer hos sekundärvärmet. All energi som förbrukas avgår slutligen ur systemet i form av värme i avloppsvatten och i fuktig varmluft från torkpartier, slipstolar m m. Temperaturerna har hittills varit låga och energipotentialen därmed liten. Bl a miljövårdskraven på avloppsvattenrening har emellertid framtvingat en minskning av vattenflödet genom fabrikerna. Detta får som följd höjda temperaturer flerstädes i processystemet, vilket har medfört att sekundärvärmet blir tillgängligt vid högre temperaturer. Undersökningar pågår om förutsättningarna på olika orter att ta vara på sekundärvärmet för bl a bostaduppvärmning, vilket skulle innebära en förbättrad energihushållning sett från samhällets synpunkt.

En trend mot högre andel el i totala energiförbrukningen torde vara ofrånkomlig av olika skäl, bl a ökad mekanisering och automatik samt stegrade krav på miljövård. Man kan lättare spara värme, t ex genom värmeväxling av sekundärvärme, än nedbringa elförbrukningen. Omvänt kan el substituera externa bränslen överallt där energi används för uppvärmning. För närvarande sker ånggenerering med hjälp av el bara tillfälligt under perioder då överskottskraft är tillgänglig till lågt pris.

En detaljerad studie av massa- och pappersindustrins energiförbrukning 1973 har gjorts av Svenska Cellulosa- och Pappersbruksföreningen i samarbete med Svenska Träforskningsinstitutet (34). Preliminära resultat från denna studie ligger till grund för i prognosen använda specifika energiåtgångstal. I prognosen för 1985 har med stöd härav antagits att den specifika förbrukningen sjunker med ungefär 2/3 av skillnaden mellan nuvarande medelvärden och lägsta värden. För mekanisk massa antas emellertid att den specifika elförbrukningen har stigit över dagens nivå. Anledningen är att sådan massa 1985 till större del torde tillverkas enligt raffinör- eller termomekanisk metod vilka har en betydligt högre elkonsumtion per ton massa än den f n tillämpade slipmetoden.

Fördelningen av produktionen 1985 mellan olika kemiska massakvaliteter har antagits icke undergå några större förändringar medan, som nämnts, andelen mekanisk massa väntas stiga. På denna punkt skiljer sig prognosen från IUI:s beräkningar (se bilaga 3), som antar oförändrade andelar mellan alla massaslag och antar en sänkning av specifika energiförbrukningen så att den 1985 i medeltal motsvarar dagens bästa

Tabell 6.12 Massa- och pappersindustrins energiförbrukning

	El	Bränslen		
		Totalt (inkl interna bränslen)		Netto (exkl interna bränslen)
	TWh	Mtoe	TWh	TWh
1985: Högre produktionsalternativ				
Avsalumassa	4,3	2,1	24,3	3,5
Integrerad massa	8,3	1,5	17,2	1,7
Papper	6,2	1,4	15,9	15,9
Totalt massa o papper	18,8	5,0	57,4	21,1
Övrigt	0,7	0,2	2,0	2,0
Totalt hela branschen	19,5	5,2	59,4	23,1
1985: Lägre produktionsalternativ				
Avsalumassa	3,9	1,85	21,6	3,15
Integrerad massa	7,8	1,20	13,9	1,35
Papper	5,5	1,25	14,4	14,40
Totalt massa o papper	17,2	4,30	48,9	18,90
Övrigt	0,7	0,20	2,0	2,00
Totalt hela branschen	17,9	4,50	50,9	20,90
2000: Högre produktionsalternativ				
Avsalumassa	4,9	1,7	19,9	2,3
Integrerad massa	12,6	2,15	24,8	2,6
Papper	9,8	1,55	17,8	17,8
Totalt massa o papper	27,3	5,4	62,5	22,7
Övrigt	0,8	0,2	2,1	2,1
Totalt hela branschen	28,1	5,6	64,6	24,8
2000: Lägre produktionsalternativ				
Avsalumassa	3,4	1,45	16,6	1,7
Integrerad massa	10,2	1,55	18,1	1,9
Papper	7,9	1,30	15,0	15,0
Totalt massa o papper	21,5	4,30	49,7	18,6
Övrigt	0,8	0,20	2,1	2,1
Totalt hela branschen	22,3	4,50	51,8	20,7

värden.

Vid Svenska Pappers- och Cellulosaingenjörsföreningens årsmöte 1974 angavs att mottryckskraftproduktionen kunde ökas från nuvarande ca 3,5 TWh/år till ca 8 TWh/år. Denna höga elproduktion synes dock ligga långt fram i tiden. Det är här inte fråga om en teknisk utan en ekonomisk avvägning, där knapphet på investeringskapital och konkurrens från andra investeringsobjekt påverkar bedömningarna.

För år 2000 antas den specifika bränsleförbrukningen för såväl massa- som papperstillverkning minska med 10 % av 1985 års medelförbrukning medan den specifika elförbrukningen antas bli oförändrad.

För produktionen av träfiberplattor åtgick 1970 ca 0,5 TWh el och bränslen motsvarande 140 ktoe. Produktionen – av vilken ungefär hälften exporteras – och energiförbrukningen har under en följd av år varit i stort sett oförändrade. För närvarande finns inget som tyder på någon nämnvärd förändring i detta mönster åtminstone för den närmaste framtiden.

I denna bransch ingår dessutom pappers- och pappförpackningsindustri och övrig pappersindustri. Energiförbrukningen 1970 utgjorde för dessa 113 GWh och 27 ktoe. Denna förbrukning väntas öka till 200 GWh och 30 ktoe 1985 resp 300 GWh och 40 ktoe år 2000.

Energiförbrukningen vid massa- och papperstillverkning sammanfattas i tabell 6.12.

6.2.2.6 Grafisk industri

Den grafiska industrin består till stor del av småföretag. Endast 12 företag hade 1970 fler anställda än 500. Totalt var 46 000 personer sysselsatta inom branschen, vars förädlingsvärde 1972 uppgick till 2,9 miljarder kr eller ca 5 % av den totala industriproduktionen. Utvecklingen av produktionsvolymen var under 1960-talet knappt 4 % per år, vilket är

Tabell 6.13 Grafiska industrins energiförbrukning

	År	Enhet	Alternativ	
			1 2	3 4
Produktionsvolym	1970	index	112	112
	1985		217	171
	2000		420	247
El	1970	TWh	0,203	
	1985		0,39	0,31
	2000		0,76	0,45
Bränsle	1970	Mtoe	0,048	
	1985		0,09	0,07
	2000		0,18	0,11

under genomsnittet för industrin i sin helhet. De antagna ökningstakterna till 1985 avviker endast obetydligt från tidigare trend.

Energiförbrukningen är liten och har antagits vara proportionell mot produktionsvolymen.

6.2.2.7 Kemisk industri

Kemisk industri består förutom av den egentliga kemiska industrin av oljeraffinaderier, gummivaruindustri och plastbearbetande industri. Antalet anställda utgjorde 1970 drygt 40 000 och förädlingsvärdet uppgick till 3,1 miljarder kronor. Produktionsvolymen ökade under 1960-talet nära dubbelt så snabbt som för industrin i sin helhet. Branschen är i produkthänseende heterogen och uppvisar i ökningstakt betydande skillnader mellan olika delbranscher. Importandelen av tillförseln till den svenska marknaden utgör en dryg tredjedel medan exportandelen är lägre eller endast 20 %. Såväl import som export har ökat starkt under andra hälften av 1960-talet. Från energisynpunkt klart dominerande är den egentliga kemiska industrin. Kemikontoret har för EPU gjort en bedömning av utvecklingen fram till åren 1985 och 2000 (35).

Oorganiska produkter: Produktionen av oorganiska produkter bedöms bli fördubblad mellan 1970–1985 vilket motsvarar en årlig tillväxttakt av 5 %. För 1985–2000 väntas den årliga ökningstakten sjunka till 2 % främst beroende på de då helt stagnerade produktgrupperna klor/alkali och gödselmedel. Klor/alkalitillverkningen bedöms år 1985 till hälften komma att ske i diafragmaceller och till hälften i kvicksilverceller. Alla elektrolysanläggningar antas vid denna tidpunkt ha försetts med dimensionsstabila anoder. År 2000 väntas enbart diafragmaceller användas. Den specifika energiförbrukningen bedöms utveckla sig på följande sätt:

	1970		1985		2000	
	El kWh/ton	toe/ton	El kWh/ton	Bränsle toe/ton	El kWh/ton	Bränsle toe/ton
Hg-celler	3 800	0,03	3 500	0,03	–	–
Diafragmaceller	–	–	3 100	0,20	2 800–3 100	0,2
Medeltal	3 800	0,03	3 300	0,2	3 000	0,2

Övergången till diafragmametoden – som huvudsakligen är betingad av miljöskäl – medför sålunda en lägre elförbrukning men en högre bränsleförbrukning för indunstning av den mer lågkoncentrerade natronlut som metoden ger.

Energiförbrukningen för andra oorganiska produkter – de "stora" syrorna, fosfater, sulfater, ammoniak etc – betraktas med hänsyn till osäkerheten i den framtida inhemska ammoniakproduktionen som mer svårbedömd. Beträffande ammoniak talar beredskapsskäl för att en viss

grundförsörjning måste säkras av för jordbruket oundgängliga kvävegödselmedel.

Organiska produkter: För organiska produktgrupper förutses en sexfaldigad produktionsvolym, motsvarande en ökning av 12,5 % per år, till 1985 och därefter ytterligare en fördubbling av produktionsvolymen fram till år 2000. De energimässigt helt dominerande produkterna är här de petrokemiska. Övrig organisk tillverkning är i avseende på förbrukning av bränsle marginell.

Råvaran nafta för krackning 1985 skulle utgöra en betydande del av branschens totala energiförbrukning om denna råvara angavs som bränsle, vilket icke gjorts.

Beträffande den specifika energiförbrukningen för tillverkning av organiska kemikalier – till övervägande delen monomerer för vidareförädling till basplaster – anses endast en mindre sänkning möjlig. Avgörande för den bedömningen är att de petrokemiska processerna redan är väl utvecklade och relativt energiekonomiska. Någon radikalt ny teknik som t ex katalytisk naftakrackning vid låga tryck och temperaturer är nu inte i sikte. Inte heller synes man kunna räkna med att andra råvaror än nafta (och ev gaskondensat) blir aktuella för svensk petrokemisk industri före 1985. Möjligen kan före år 2000 krackning av råolja eller oljefraktioner tyngre än nafta komma att spela en viss roll.

Tillverkningen av basplaster beräknas växa från 0,3 miljoner ton 1970 till 1,4 miljoner ton 1985 motsvarande en årlig ökning av ca 10 %. För den följande femtonårsperioden förutses en fördubbling av produktionen

Tabell 6.14 Energiförbrukningen i några kemiska processindustrier. Lägre tillväxtalternativet

	1970			1985			2000		
	Fossila bränslen ktoe	Energirika råvaror ktoe	El GWh	Fossila bränslen ktoe	Energirika råvaror ktoe	El GWh	Fossila bränslen ktoe	Energirika råvaror ktoe	El GWh
I. *Oorganiska produkter*	120	100	2 873	290	160	5 000	340	200	5 600
varav Gödselmedel	40	–	450	55	–	570	65	–	630
Klor	10	–	1 220	120	–	2 000	130	–	1 950
II. *Organiska produkter*	150	400[2]	512	850	2 500[2]	2 900	1 500	4 700[2]	5 500
varav Eten, Propen, Butadien	100	250[2]	..	600	1 500[2]	..	1 025	2 900[2]	..
BTX	–	–	–	50	500	..	75	1 000	..
Syntesgas	–	–	–	–	–	–	(..)		(..)
III. *Basplaster*	100	80	675	325	240	2 320	550	400	4 500
IV. *Syntetgummi*	–	–	–	5	–	30	10	–	50
V. *Övr kem produkter*[1]	120	..	302	300	..	850	450	..	1 650
Totalt	490	750	4 362	1 770	3 300	11 100	2 850	6 000	17 300

[1] Energiförbrukningsdata omfattar här också basplasternas vidarebearbetning till halvfabrikat (SNI-grupp 35132).

[2] Här inkluderas nafta för krackning minus den del som efter processen återgår till bränslepoolen (eldningsolja, aromatnafta, gasol).

vilket motsvarar en ökningstakt av ca 5 % per år.

En anläggning för syntetgummi förutses vara i drift före 1985. Produktionen beräknas 1985 vara 100 000 ton och fördubblas till år 2000.

Övriga kemiska produkter omfattar tillverkning av tvål och tvättmedel, färger, bekämpningsmedel, läkemedel, tändstickor och sprängämnen.

Med den utveckling som ovan prognostiserats för delbranscherna skulle den kemiska industrin volymmässigt komma att trefaldigas 1970–1985, innebärande en årlig genomsnittlig ökningstakt av 7,6 %. För 1985–2000 blir expansionen nära en fördubbling eller 4,5 % per år.

Den beräknade energiförbrukningen 1970, 1985 och år 2000 inklusive energirika råvaror framgår av tabell 6.14.

Övriga delar av kemisk industri omfattar petroleumraffinaderier, smörjmedels- asfalt- och kolproduktindustri, gummivaruindustri och plastvaruindustri. Av dessa behandlas raffinaderierna separat. Återstående grupper – gummivaruindustri och plastvaruindustri – förbrukade 1970 386 GWh el och 109 ktoe. Gummivaruindustrins produktion har ökat starkt sedan mitten av 1960-talet. Förädlingsvärdet uppgick 1970 till 668 miljoner kr och antalet anställda var 15 000. De största produktgrupperna är gummidäck och industrigummi.

Plastvaruindustrin tillverkar färdigvaror av plast. Produktionens förädlingsvärde har stigit mycket snabbt under senare år. Den största delbranschen är plastförpackningsindustrin och andra snabbt expanderande produktionsområden är hushållsartiklar samt varor för byggnadsindustrin. Produktionstillväxten för dessa grupper tillsammans bedöms öka ca 7 % per år i det högre alternativet och ca 5 % per år i det lägre alternativet.

I Sverige finns f n fem raffinaderier – Nynäs Petroleum i Nynäshamn, Göteborg och Malmö, Shell-Koppartrans samt BP, bägge i Göteborg – med en total kapacitet på 12,8 miljoner ton råolja. Ett raffinaderi är under byggnad, nämligen Scanraff i Lysekil som får en kapacitet på 8,3 miljoner ton. För driften erfordrades 1970 182 GWh el och 40 ktoe

Tabell 6.15 Kemiska industrins energiförbrukning fördelad på delbranscher

	1970		1985		2000	
	ktoe	GWh	ktoe	GWh	ktoe	GWh
Egentlig kemisk industri	490[1]	4 362	1 770	11 100	2 850	17 300
Smörjmedel	15	25	25	40	40	60
Gummivaror	80	219	160	430	300	600
Plastvaror	14	142	30	300	60	540
Raffinaderier	40	182	[2]	[2]	..[2]	..[2]
Kemisk industri totalt	639	4 930	1 985	11 870	3 250	18 500
Högre prognosalt			2 440	14 600	4 950	28 200

[1] SOS Industri ger här 398 ktoe.
[2] Utelämnat, se texten.

Tabell 6.16 Kemiska industrins samlade energiförbrukning
Specifik förbrukning

	El	Bränslen	
	GWh/pve	ktoe/pve	GWh/pve
1955	54,5	8,4	97,7
1960	53,5	7,4	86,1
1965	50,3	5,3	61,6
1967	48,3	5,1	59,3
1968	43,6	4,9	57,0
1969	41,8	4,6	53,5
1970	41,1	5,3	61,6
1971	41,4	4,2	48,8
1972	39,2		
1973	40,6		
	alla alt	alla alt	alla alt
1985	33,4	5,6	65,1
2000	26,9	4,8	55,9

Total förbrukning

	År	Enhet	Alternativ	
			1 2	3 4
Produktionsvolym	1970	index	120	120
	1985		437	355
	2000		1 047	687
El	1970	TWh	4,93	
	1985		14,6	11,9
	2000		28,2	18,5
Bränsle	1970	Mtoe	0,64	
	1985		2,44	2,0
	2000		5,0	3,3

bränslen. Förutsättningarna för raffinaderiutbyggnaderna i Sverige utreds f n av petroindustriutredningen (10).

Energiförbrukningen inom kemisk industri sammanfattas i tabell 6.15.

Prognosen är baserad på en volymmässig ökningstakt av 7,6 % per år 1970–1985 och 4,5 % per år 1985–2000. Den kemiska industrins andel av industrin totalt var 1970 omkring 6 % medan motsvarande andel i de stora industriländerna är ungefär dubbelt så stor. Under 1960-talet ökade kemisk industri nära 11 % per år eller ungefär dubbelt så snabbt som industrin i sin helhet. Framdeles väntas kemisk industri fortsätta att öka snabbare än industrin totalt och möjligheter finns för en ännu snabbare tillväxt än prognosticerade 7,6 resp 4,5 % per år. En ökning med 9 resp 6 % mellan 1970 och 1985 samt 1985 och 2000 är under vissa betingelser inte osannolik. EPU har därför valt att räkna med en sådan utveckling som högre alternativ. Energiförbrukningen skulle härigenom stiga till 2,44 Mtoe och 14,6 TWh 1985 samt 4,95 Mtoe och 28,2 TWh år 2000.

Prognoserna för kemiindustrin är framtagna från delbranscherna. Hela

branschen är heterogent sammansatt och dess struktur har ändrats, samtidigt som en snabb expansion äger rum. För branschen som helhet kan dock tidsserien för den specifika förbrukningen beräknas (omläggningen av branschindelningen mellan 1967 och 1968 synes här ge utslag, vilket inte är oväntat). Tidsserien anges i tabellen 6.16 och är lika för alla alternativ.

6.2.2.8 Jord- och stenvaruindustri

Antalet sysselsatta inom jord- och stenvaruindustrin uppgick 1970 till nästan 40 000 personer och förädlingsvärdet till 2,1 miljarder kr. Produktionsvolymen ökade under 1960-talet med i genomsnitt 6 % per år men betydligt snabbare i början än mot slutet av decenniet bl a beroende på avtagande aktivitet i byggnadssektorn.

Jord- och stenvaruindustrin förbrukade 1970 ca 1 Mtoe bränslen och 1,2 TWh el. Detta motsvarar ungefär 10 % av industrins bränsleförbrukning och 4 % av elförbrukningen. Från energisynpunkt dominerar cementindustrin som svarar för ungefär hälften av branschens energiförbrukning. För prognoserna uppdelas branschen därför i två grupper, cementindustri och övrig jord- och stenvaruindustri. Produktionen av cement uppgick 1970 till 4 miljoner ton. Framdeles väntas produktionen öka ganska långsamt eller ungefär 1 % per år vilket för 1985 innebär 4,8 miljoner ton och för år 2000 5,5 miljoner ton. Elkonsumtionen stiger ungefär proportionellt mot produktionen medan den specifika bränsleförbrukningen kommer att sjunka genom övergång till den s k torra tillverkningsmetoden. Härigenom sjunker den specifika bränsleförbrukningen från ca 0,115 toe/ton till 0,080 toe/ton under den närmaste tioårsperioden. Detta innebär att bränsleförbrukningen. 1985 väntas bli lägre än 1970 – 385 ktoe mot nuvarande 475 ktoe.

Huvudparten av energiförbrukningen sker i den process där kalkstenen torkas, kalcineras och torkas till cementklinker. En fördel för cementindustrin är valfriheten mellan olika ugnsbränslen. En växling mellan olja, kol och gas går från processynpunkt lätt att genomföra. Investeringsbehovet ökar emellertid om man önskar valfrihet. F n används huvudsakligen olja men en omställning till kol för ungefär 50 % av produktionen kan ske med kort varsel.

Cementindustrin kan använda bränsle med hög svavelhalt då svavlet till övervägande del binds av kalken som ingår i processen.

Cementindustrin har tidigare ansetts vara en utpräglad hemmamarknadsindustri. Den tekniska utvecklingen med stora kustlokaliserade fabriker i kombination med utvecklingen av sjötransporterna har emellertid förändrat situationen. En ökande utrikeshandel kan därmed bli möjlig, varför cementindustrins expansionstakt blir beroende av hur energipriset i Sverige utvecklas i förhållande till andra länder.

Den skisserade utvecklingen innebär i avseende på den specifika energiförbrukningen följande förändringar:

	Fossila bränslen, toe/ton	El MWh/ton
1970	0,12	0,115
1985	0,08	0,120
2000	0,08	0,120

Sammantaget erhålls följande energiförbrukning för cementindustrin.

	1970	1985	2000
El, GWh	450	575	660
Bränslen, ktoe	475	385	440

Övrig jord- och stenvaruindustri: Resten av branschen, som består av tillverkning av glas, porslin och tegel m m, hade 1970 en energiförbrukning av 786 GWh el och 567 ktoe bränslen. Den specifika förbrukningen var för el 7,3 GWh/pve och för bränslen 5,3 ktoe/pve och för 1985 och år 2000 antas följande värden:

	El, GWh/pve		Bränslen, ktoe/pve	
	alt 1/3	alt 2/4	alt 1/3	alt 2/4
1970	7,3		5,3	
1985	10,0	6,0	7,7	8,0
2000	13,0	5,0	9,3	10,0

Branschens totala energiförbrukning ges i tabell 6.17.

Tabell 6.17 Jord- och stenvaruindustrins totala energiförbrukning

	År	Enhet	Alternativ 1	2	3	4
Produktionsvolym	1970	Index		107		107
	1985			207		159
	2000			401		234
El	1970	TWh	1,236			
	1985		2,65	1,82	2,17	1,53
	2000		5,9	2,7	3,7	1,8
Bränsle	1970	Mtoe	1,042			
	1985		1,98	2,04	1,61	1,66
	2000		4,2	4,5	2,6	2,8

6.2.2.9 Järn- och metallverk

Järn- och stålindustrin är starkt energikrävande och svarade 1970 för ca en femtedel av industrins totala energibehov. Av energiförbrukningen utgjorde fasta bränslen i form av koks som reduktionsmedel en betydande del. Branschen är starkt koncentrerad och omfattar ett begränsat antal stora anläggningar. Den är mycket kapitalintensiv och dess realkapitalvärde uppgår till ca 15 % av industrin totalt. Realkapitalet per sysselsatt är ungefär dubbelt så högt som för industrin i genomsnitt.

Inklusive de till järnverken nära anknutna ferrolegeringsverken uppgick 1970 antalet anställda till ca 56 000 och förädlingsvärdet till 3,6 miljarder kr.

År 1970 producerades 3,9 miljoner ton handelsfärdigt järn, importen uppgick till 1,7 miljoner ton och exporten till 1,4 miljoner ton. Den inhemska marknaden tillfördes således 4,2 miljoner ton.

Under hela efterkrigstiden har järn- och stålindustrin volymmässigt utvecklats mycket gynnsamt. Den totala industriproduktionen ökade 1960–1970 med i genomsnitt drygt 6 % per år, samtidigt som verkstäder och varv ökade ännu snabbare. Då järnverkens produkter till alldeles övervägande del går som insatsvaror till dessa industribranscher skapades förutsättningar för en snabbt stigande stålefterfrågan och under 1960-talet ökade produktionen ca 7 % per år. Den inhemska förbrukningen av handelsfärdigt järn uppvisar även vid en internationell jämförelse hög ökningstakt – sedan 1950 omkring 6 % per år. Samtidigt har den svenska produktionen ökat ännu snabbare vilket sammanhänger med att stålindustrin väl hävdat sig mot utländsk konkurrens och lyckats både öka sin inhemska marknadsandel och i väsentlig grad öka exporten. Exporten, huvudsakligen specialstål och högförädlat handelsstål, har under 1960-talet ökat med nära 10 % per år. Importen domineras av enklare handelsstål. Importvolymen har under 1960-talet volymmässigt ökat med ca 4 % per år i genomsnitt.

Stålindustrins produktionsled är tre: tillverkning av råjärn, järnsvamp eller järnpulver dvs stålråvara ur malmprodukt, tillverkning av råstål samt tillverkning av handelsfärdigt järn och stål genom valsning och smidning.

Framställning av råjärn i blästermasugn är den vanligaste metoden. I Sverige utgörs ungefär 95 % av den ur malm framställda stålråvaran av råjärn från masugn. Processen är det mest energikrävande ledet i kedjan. Beskickningen utgörs av järnmalm – i Sverige vanligen i form av sinter – koks och kalk. I masugnen reduceras järnmalmen vid samtidig oxidation av koksen till koloxid resp koldioxid och vid så hög temperatur att järnet erhålls i flytande form. Koksförbrukningen uppgår till 500–550 kg per ton råjärn. Det är numera vanligt att koksen till en mindre del ersätts av olja som reduktionsmedel.

Råjärn kan också produceras i elektrisk masugn varvid energiförbrukningen utgör ca 400 kg koks och ca 2 500 kWh/ton. Dessa ugnar är emellertid ej konkurrenskraftiga i förhållande till blästermasugnar annat än under speciella förhållanden. Produktionen av eltackjärn har därför gått snabbt tillbaka.

En mindre del av malmjärnet utgörs av järnsvamp dvs järn som reduceras vid låg temperatur ur malm med koks, kol eller naturgas m m som reduktionsmedel. I Sverige används enbart koks. Produktionen av järnsvamp uppgick 1970 till 185 000 ton.

Nästa processled framställer råstål genom raffinering av flytande råjärn genom smältning av kallt råjärn och skrot. Detta sker i någon av följande ugnstyper martinugnar, konvertrar för pneumatiska processer – thomas,[1] bessemer[1] LD, Kaldo – samt elstålugnar. Martinugnarna är oljeeldade. Insatsen utgörs av skrot och kallt eller flytande tackjärn i varierande mängder. I syrgaskonverterprocesserna – LD, Kaldo och OBM – behandlas råjärnet med ren syrgas så att stål erhålls. Insatsen utgörs av flytande råjärn och beroende på typ av process 25–40 % skrot. Kombinationen masugn/syrgaskonverter svarar idag för över hälften av världens stålproduktion. Denna andel väntas öka kraftigt. I första hand kommer den i fråga vid tillverkning av ordinärt stål i stora tonnage och då även sådan av hög kvalitet. Kompletterad med en efterbehandling i en skänk eller skänkugn kommer den med största sannolikhet att användas i ökad omfattning även för specialstål.

Elstål tillverkas huvudsakligen av skrot och en mindre del råjärn. Erforderlig värme tillförs i form av el. I växande grad används elstålprocessen vid tillverkning av ordinärt stål särskilt i s k ministålverk och därvid ersättande martinprocessen. Den främsta användningen av elstålprocessen är dock vid framställning av specialstål vilket sammanhänger med dess flexibilitet.

Energiåtgången – olja och el – för råstålsproduktionen utgör omkring 15 % av järn- och stålverkens totala förbrukning. Den varierar dock mellan processerna beroende på om man utgår från varmt flytande eller kallt råjärn samt på hur stor del av det tillförda materialet som utgörs av råjärn.

Slutprodukten i råstålstillverkningen är göt, gjutna ämnen och stålgjutgods. Av dessa betraktas stålgjutgods – som dock endast utgör 1–2 % av produktionen – som färdigprodukt. Göt och ämnen förädlas till handelsfärdigt järn och stål genom valsning och smidning. Valsning är den vanligaste metoden för förädling, endast ca 2 % av det handelsfärdiga järnet utgörs av smidesprodukter.

Den vanligaste metoden för tillverkning av gjutna ämnen är stränggjutning, varvid stålet, direkt efter stålugnen, gjuts i form av en sträng som efter stelnandet kapas till ämnen. Metoden spar ett processled jämfört med den hittills använda metoden där stålet gjuts till göt i kokiller varefter göten utvalsas till ämnen. Materialutbytet från stålugnen till handelsfärdig valsad produkt förbättras väsentligt och detta tillsammans med eliminerandet av götvalsningen ger en aktningsvärd energibesparing. Metoden är på stark frammarsch – 1965 stränggöts knappt 1 % av råstålet medan andelen för närvarande uppgår till ca 20 %.

[1] Thomas- och bessemerprocesserna som tidigare förekom i landet används numera inte.

Tabell 6.18 Järn- och stålindustrins energiförbrukning

	1985			2000		
	Prod kton	El GWh	Bränsle ktoe	Prod kton	El GWh	Bränsle ktoe
Sinter	9 367	281	389	14 892	400	555
Råjärn	5 510	386	1 956	8 760	550	2 800
Råstål	9 210	2 011	239	14 030	2 700	280
Handelsfärdiga prod	7 000	1 884	476	11 000	2 850	620
Summa		4 562	3 060		6 500	4 255
Högre prognos		5 200	3 490		8 100	5 170
Stålverk 80	4 000	1 000	1 820	4 000	1 000	1 900

Energiförbrukning 1985 och år 2000. Jernkontoret har för EPU gjort en uppskattning av järn- och stålproduktionen 1985 och 2000 och på hur denna fördelas på olika stålprocesser och stålprodukter. Då utbytet varierar mellan olika processer i tillverkningskedjan måste en energiprognos framtas med utgångspunkt i slutprodukten. Enligt föreliggande kalkyl uppgår produktionen av handelsfärdigt järn och stål 1985 till 7 miljoner ton och år 2000 till 11 miljoner ton. Härför erfordras 9,2 resp 14,0 miljoner ton götstål samt 5,5 resp 8,8 miljoner ton råjärn 1985 resp år 2000.

De olika produktionsleden – tillverkning av sinter, råjärn, götstål och handelsfärdiga produkter – bildar en sammanhängande processkedja. Den sammantagna energiförbrukningen i de olika leden redovisas i tabell 6.18.

Utbyggnaden av Stålverk 80 vid NJA som numera är beslutad har här inte medräknats. Produktionen vid detta verk är beräknad till 4 miljoner ton ämnen per år, bränsleförbrukningen beräknas till 2,7–2,8 miljoner ton kol och elförbrukningen till 1 TWh. Ämnena avses dels exporteras, dels förädlas vid andra verk inom landet. Erforderlig energi för den kvantitet som förädlas inom landet skall inte adderas till prognoserna med hänsyn till att dessa ämnen eljest skulle ha tillverkats av annat verk inom landet. Det har antagits att tillskottet genom Stålverk 80 motsvarar 3 miljoner ton ämnen per år både 1985 och 2000. En eventuell andra utbyggnadsetapp får anses inkluderad i totalprognosen.

Ovanstående beräkningar är baserade på en kalkyl utan Stålverk 80. Den beräknade produktionen av handelsfärdigt järn och stål på 7 resp 11 miljoner ton 1985 och 2000 bedömdes som låg och innebär en tillväxttakt av produktionen med endast 4 % per år 1970–1985. En något snabbare utveckling som innebär att ytterligare 1 miljon ton 1985 och 2 miljoner ton år 2000 kan komma att produceras har därför antagits motsvara den antagna snabbare produktionsutvecklingen. Om denna ökning sker jämnt över hela branschen blir energiökningen proportionell mot produktionsökningen, dvs en ökning 1985 med 14 % och år 2000

Tabell 6.19 Järn- och metallverkens energiförbrukning

	1970		1985		2000	
	El GWh	Bränslen ktoe	El GWh	Bränslen ktoe	El GWh	Bränslen ktoe
Högre produktionstillväxt (alt 1 och 2)						
Stålverk 80	–	–	1 000	1 820	1 000	1 820
Övriga järn- och stålverk (inkl gjuterier)	4 243	1 897	5 500	3 590	8 100	5 170
Ferrolegeringsverk	1 290	65	2 565	137	4 425	248
Ickejärnmetallverk	1 829	100	5 250	170	8 900	235
	7 362	2 062	14 315	5 717	22 425	7 473
Lägre produktionstillväxt (alt 3 och 4)						
Stålverk 80	–	–	1 000	1 820	1 000	1 820
Övriga järn- och stålverk (inkl gjuterier)	4 243	1 897	4 862	3 160	6 900	4 405
Ferrolegeringsverk	1 290	65	2 250	120	3 750	210
Ickejärnmetallverk	1 829	100	4 250	140	6 400	190
	7 362	2 062	12 362	5 240	18 050	6 625

med 18 %. Den alternativa energiförbrukningen anges i tabell 6.19 som högre prognos.

För beräkning av energibehoven 1985 och år 2000 har använts samma specifika förbrukningstal. Dessa har med hänsyn till väntad teknisk utveckling satts lägre än nuvarande verkliga värden. Genom ytterligare tekniska förbättringar 1985–2000 bör man enligt Jernkontorets uppskattningar räkna med ca 10 % sänkning i genomsnitt mellan 1985 och år 2000. Energiprognosen för år 2000 har därför sänkts i motsvarande grad.

En osäkerhet som påverkar den specifika energiförbrukningen är tillgången på skrot. Skrot svarar idag för ungefär 50 % av råjärntillförseln, varav ca hälften är importvara som till alldels övervägande del består av olegerat stålskrot. År 1970 uppgick nettoimporten av skrot till 465 000 ton och energivärdet kan uppskattas motsvara 0,2 Mtoe. Främst USA har hittills varit en stor skrotexportör men Sverige har också tillfälligt importerat från andra länder. Den internationella handeln med skrot väntas nu avta och framdeles kan svårigheter uppstå att utifrån erhålla tillräckliga mängder skrot. För att täcka denna skrotbrist bör man räkna med ökad produktion av tackjärn och järnsvamp motsvarande 3–4 TWh 1985 och 5–6 TWh år 2000.

Ferrolegeringsverk: Ferrolegeringar är legeringar innehållande järn och en eller flera andra metaller, kisel, krom, mangan, volfram m fl. De används i järn- och stålproduktionen för att ge järnet de egenskaper som olika användningsområden kräver. Framför allt erfordras för rostfritt stål, verktygsstål och konstruktionsstål stora mängder ferrolegeringar medan

vanligt handelsstål innehåller endast 1–2 % legeringsämnen.

Produktionen av ferrolegeringar uppgick 1972 till 0,25 miljoner ton. Framställningen sker genom reduktion av malmen med kol eller koks som reduktionsmedel. Den kemiska reaktionen kräver hög temperatur och nästan enbart elugnar används. Den specifika elförbrukningen är hög och varierar mellan olika legeringar. Den är högst för kiselmetall som erfordrar 13 500 kWh/ton inklusive hjälputrustning medan den är 3 000 kWh/ton för ferromangan. Totalt förbrukade ferrolegeringsverken 1972 1,25 TWh el och 0,11 Mtoe bränslen. Av bränslena utgör kol huvudparten.

Av den totala produktionen 1972 var 181 000 ton för avsalu medan återstående 73 000 ton förbrukades av ferrolegeringsverken själva.

Av de volymmässigt mera betydande ferrolegeringarna förekommer både en stor import och export. Nickel, som har mycket hög specifik elförbrukning, tillverkas inte alls i Sverige utan hela det inhemska behovet täcks av import.

Beträffande den framtida utvecklingen bedöms nu produktionen 1985 och år 2000 bli 0,45 resp 0,75 miljoner ton motsvarande en årlig ökningstakt av 4,5 % per år 1972–1985 och 3,5 % per år 1985–2000. Den specifika bränsleförbrukningen kan inte nämnvärt ändras då den erforderliga mängden bränsle bestäms av viktproportionerna i den kemiska reaktionen. Inte heller specifika elförbrukningen väntas undergå någon större förändring. Förbättringar i utrustning och processer ger sannolikt endast marginella elbesparingar som uppvägs av bl a miljövårdande åtgärder. Om järn- och stålproduktionen kommer att ytterligare öka med 1 miljon ton 1985 och 2 miljoner ton år 2000 bör produktionen av ferrolegeringar öka i samma takt. Som alternativ, högre prognos har EPU räknat med att energiförbrukningen i detta fall ökar med 14 % 1985 och 18 % år 2000.

En väsentlig energibesparing kan uppnås genom värmeåtervinning på samma sätt som nu sker i Vargön där smältverket levererar processånga till pappersbruket, f n motsvarande 20 000–25 000 ton olja per år. Per ton metall kan 2 till 7 ton ånga utvinnas och genom samlokalisering av legeringsverk och värmebehövande processindustri kan högtrycksånga från smältverket användas i processindustrin och därmed minska dess behov av bränsle. Detta kräver dock att processerna anpassas till varandra. Prognoserna anges i tabell 6.20.

Icke järnmetaller: Inom denna bransch framställs icke-järnmetaller ur malm och skrot. De volymmässigt viktigaste är aluminium, koppar och bly. Till branschen räknas också vidareförädling av metallerna genom valsning, dragning och gjutning. Antalet anställda var 1970 ca 10 500 och förädlingsvärdet 800 miljoner kr.

Aluminium: Framställning av aluminiummetall ur aluminiumoxid sker som regel i förbrukarländerna och är i omfattande utsträckning koncentrerad till länder med riklig tillgång på billig elenergi.

Framställning av aluminiummetall i Sverige förekommer endast vid smältverket i Sundsvall. Produktionskapaciteten är f n ca 85 000 ton per år. Den specifika elförbrukningen är ca 17 000 kWh/ton aluminium

vartill kommer 500–800 kWh/ton för drift av reningsanläggningar och betjäningsmaskiner.

Produktionskapaciteten i smältverket i Sundsvall kan byggas ut till storleksordningen 150 000 ton/år och f n planeras en utbyggnad med 60 000 ton/år i tre steg fram till 1980–1981. Begränsande faktorer är främst tillgång på el till rimlig kostnad samt fluoridemissioner till omgivningen.

Vid den planerade utbyggnaden av produktionskapaciteten förutses en övergång till förbrända anoder som kan ge energibesparingar på ca 1 000 kWh/ton aluminium jämfört med hittills använda kontinuerliga anoder. Med övriga inbyggda förbättringar beräknas den specifika förbrukningen sjunka till ca 15 000 kWh/ton.

Den inhemska produktionen täcker f n omkring 60 % av förbrukningen. Med den konsumtionsökning av aluminium som väntas kommer utbyggnaden i Sundsvall ungefärligen att bibehålla denna täckningsgrad en bit in på 1980-talet.

I prognosen för år 2000 har medtagits en produktion utanför Sundsvall om 150 000 ton/år eller sammanlagd inhemsk produktion av 300 000 ton/år.

Energibehoven för denna produktion kan sammanfattas enligt följande:

	El, GWh	Bränslen, ktoe
1970	1 150	40
1985	2 980	90
2000	4 550	120

Denna prognos förutsätter att den svenska självförsörjningsgraden bibehålls på ungefär 65 % nivå. Den senaste tidens diskussion har visat att självförsörjningsgraden kan komma att väljas högre. Som komplement till ovanstående uppgifter bör därför anges att om självförsörjningsgraden sätts till 90 % kommer elförbrukningen att öka med ca 1 TWh 1985 och ca 2,5 TWh år 2000 och bränsleförbrukningen med 30 resp 45 ktoe. Aluminiumproduktionen skulle således erfordra 4,0 TWh och 120 ktoe bränslen 1985. För år 2000 blir motsvarande värden 7,1 TWh och 185 ktoe bränslen.

Under 1973 offentliggjordes två nya metoder för aluminiumframställning, Tothmetoden och Alcoametoden.

Tothmetodens väsentliga fördel ligger i att framställning av aluminiumoxid kan slopas och att man inte är beroende av att använda bauxit. Vidare påstås att energiförbrukningen kan reduceras till 10 % av den energi som åtgår vid elektrolysprocessen och att kapital- och driftkostnaden för framställning av aluminiummetall kan reduceras till hälften jämfört med nuvarande metod.

Flera av de stora utländska aluminiumproducenterna har tidigare experimenterat med direktprocesser, dvs eliminering av aluminiumoxid-

steget. Svårigheten i processen ligger framför allt i att få reaktionen mellan mangan och aluminiumklorid att fortgå med tillräckligt utbyte och dessutom att skilja reaktionskomponenterna åt. I bästa fall kan man få metallisk aluminium legerad med flera procentandelar mangan vilket i betydande grad nedsätter slutproduktens användningsområde. Experter på området bedömer emellertid att svårighetsgraden för direktframställning av aluminiummetall enligt Tothmetoden är så hög att man inte bör räkna med att den kan bli något alternativ till nuvarande metod inom de närmaste femton åren.

För ungefär ett år sedan offentliggjorde ett av de stora företagen i branschen, Alcoa, att man utexperimenterat en alternativ framställningsprocess för aluminiummetall. Processen anges vara helt sluten och därmed mer miljövänlig än nuvarande metod. En pilotanläggning uppges vara beslutad för drifttagning 1975. Elförbrukningen väntas uppgå till 11 500 kWh per ton, således en väsentligt lägre förbrukning än nuvarande metod.

Koppar och bly: Produktionen av koppar och bly uppgick 1970 till 51 000 resp 43 000 ton. För produktionen användes väl etablerade smält- och elektrolysprocesser. Några revolutionerande nya processer synes man knappast kunna räkna med. Den specifika förbrukningen av el och bränslen väntas utvecklas enligt nedan.

	1970		1985		2000	
	El kWh/ton	Bränslen toe/ton	El kWh/ton	Bränslen toe/ton	El kWh/ton	Bränslen toe/ton
Koppar	9130	0,31	8700	0,28	8300	0,25
Bly	2800	0,11	2650	0,10	2500	0,10

Tabell 6.20 Metallverkens energiförbrukning

	1970		1985		2000	
	El GWh	Bränslen ktoe	El GWh	Bränslen ktoe	El GWh	Bränslen ktoe
Totalförbrukning, lägre alternativ						
Icke järnmetaller	1 900	75	4 250	140	6 400	190
varav: aluminium	1 150	40	2 980	90	4 550	120
koppar	475	20	870	30	1 250	40
bly	120	5	150	5	200	10
övrigt	155	10	250	15	400	20
Ferrolegeringar	1 290	65	2 250	120	3 750	210
Högre alternativ (se text):						
Icke järnmetaller	1 900	75	5 250	170	8 900	235
Ferrolegeringar	1 290	65	2 565	137	4 425	248

Framdeles väntas produktionen av koppar fördubblas till 1985 och trefaldigas till år 2000 jämfört med 1970. Produktionen av bly väntas öka något långsammare och år 2000 uppgå till 80 000 ton.

6.2.2.10 Verkstadsindustri

Verkstadsindustrin är en stor och heterogen bransch. Den kräver förhållandevis litet energi men åtgången varierar mellan delbranscherna. Av energiförbrukningen går ungefär hälften till processer och hälften till uppvärmning. El dominerar på processidan medan huvudparten av uppvärmningsenergin består av olja. Grovt räknat åtgår omkring 2/3 av oljeförbrukningen för uppvärmning. Den specifika energiförbrukningen visar en betydande stabilitet.

Verkstadsindustrin kan uppdelas i fem undergrupper: metallvaruindustri, maskinindustri, elindustri, transportmedelsindustri inkl varv och industri för instrument, foto- och optikvaror.

Metallvaruindustrin hade 1970 83 000 anställda och dess förädlingsvärde var 4 miljader kr. Andelen av den totala verkstadsindustrins produktion var en femtedel. Produktionen består huvudsakligen av insatsvaror för verkstadsindustrin och byggnadssektorn. Produktionen är hemmamarknadsbetonad, endast ca 17 % exporteras och nästan lika stor andel av marknadstillförseln har importen. Under 1960-talet utvecklades metallvaruindustrin i takt med verkstadsindustrin i sin helhet.

Maskinindustrins produktion består av ofta avancerad maskinell utrustning som används inom industri, jord- och skogsbruk, byggnadssektorn etc. Maskinindustrin är den största industribranschen och svarade 1970 för 13 % av både produktion och sysselsättning. Antalet anställda var 1970 drygt 128 000 och förädlingsvärdet 6,1 miljarder kr. Maskinindustrin är en utpräglad exportindustri och exportandelen är ca hälften av produktionen. Importen av maskiner är av samma storleksordning men till stor del skild från exporten i fråga om produktgrupper.

Elektroindustrins förädlingsvärde var 1970 3,2 miljarder kr. och antalet anställda utgjorde samma år över 71 000. Branschen domineras av storföretag och nära hälften av sysselsättningen faller på företag med fler än 1 000 anställda. Elektroindustrin fördubblade sin produktion under 1960-talet vilket motsvarar en årlig ökningstakt av ca 7 %. Utrikeshandeln är betydande, exportandelen är ca 45 % och av tillförseln på den svenska marknaden svarar importen för ungefär hälften. Exporten – 2,6 miljarder kr 1970 – ökade mycket snabbt under 1960-talet och nådde i genomsnitt 16 % per år. Den består till drygt en tredjedel av produkter från teleindustri. Importen uppgick 1970 till 2,9 miljarder kr, dess ökning under 1960-talet var något lägre än exportens eller ca 12 % per år.

Transportmedelsindustrin domineras av storföretag som svarar för fyra femtedelar av produktion och sysselsättning. Den största delbranschen är bil- och bilmotorindustri med drygt 60 % av produktion och sysselsättning. Förädlingsvärdet var 1970 ca 3,6 miljarder kr. och antalet sysselsatta nära 74 000. Branschen är starkt expansiv och produktionsvolymen ökade med i genomsnitt 7 % per år under 1960-talet. Branschen är starkt

inriktad på export och exportandelen är omkring 40 %. För enbart bilindustrin är andelen väsentligt högre, ca 70 %. Även importen är omfattande och av den totala marknadstillförseln 1972 var importandelen 30 % för branschen totalt och betydligt högre för bilar. Antalet anställda ökade 1965–1973 med ca 15 000 personer eller i medeltal 2,7 % per år.

Varvsindustrin ingår som del av transportmedelsindustrin men brukar vanligtvis på grund av sin egenart särskiljas. Varven kan i sin tur uppdelas i två delar, varav den första omfattar de fyra storvarven och den andra omfattar de mindre varven, som oftast endast bedriver reparationsverksamhet. Den förra delen dominerar i fråga om sysselsättning och produktion. Totalt var antalet anställda 1970 nära 29 000 och produktionsförädlingsvärdet 1,15 miljarder kr. Sedan mitten av 1950-talet har ca 80 % av dess produktion gått på export.

Tabell 6.21 Verkstadsindustrins energiförbrukning
Specifik förbrukning

	El		Bränslen			
	GWh/pve		ktoe/pve		GWh/pve	
1955	34,3		11,9		138,4	
1960	36,1		9,9		115,1	
1965	29,8		9,5		110,5	
1967	28,8		7,4		86,1	
1968	29,7		7,4		86,1	
1969	30,4		7,4		86,1	
1970	28,8		7,1		82,6	
1971	29,2		6,6		76,8	
1972	29,1					
1973	29,6					
	alt 1/3	alt 2/4	alt 1/3	alt 2/4	alt 1/3	alt 2/4
1985	40	30	4,1	5,0	48	58
2000	50	30	3,3	5,0	38	58

Total förbrukning

	År	Enhet	Alternativ			
			1	2	3	4
Produktionsvolym	1970	index	118			118
	1985		321			232
	2000		814			455
El	1970	TWh	3,4			
	1985		12,8	9,6	9,3	7,0
	2000		40,7	24,4	22,8	13,7
Bränsle	1970	Mtoe	0,843			
	1985		1,32	1,61	0,95	1,16
	2000		2,69	4,07	1,50	2,28

Under hela efterkrigstiden har konjunkturen trots vissa variationer varit gynnsam för varvsindustrin. Det är främst den ökande världshandeln och industriländernas ökande oljebehov som legat bakom det snabbt stegrade tonnagebehovet. Denna efterfrågan återspeglas i en snabb produktionsökning även för svensk varvsindustri. Under 1960-talet steg produktionen med 7,4 % per år. Enligt de bedömningar som nu föreligger synes en fortsatt gynnsam utveckling vara att emotse åtminstone för de närmaste åren.

Verkstadsindustrin totalt har sedan lång tid tillbaka haft en mycket stark utveckling i fråga om produktionen. Genomsnittligt har ökningen sedan 1955 varit nära 8 % per år, vilket är omkring två procentenheter mer än för industrin i sin helhet.

Verkstadsindustrin antas även i fortsättningen utvecklas något snabbare än industrin i dess helhet. För EPU:s kalkyler antas ökningen i det högre fallet till 1985 bli 6,9 % per år och i det lägre fallet 4,6 % per år.

Prognoserna sammanfattas i tabell 6.21.

6.2.2.11 Annan tillverkningsindustri

Denna industrigrupp är den minsta av den egentliga industrins branscher i fråga om antal sysselsatta, förädlingsvärde och energiförbrukning. Antalet anställda uppgår till endast 6 000 och förädlingsvärdet 1970 var 257 miljoner kr. Undergrupper är bl a tillverkning av guld- och silverarbeten, musikinstrument och sportartiklar.

Energiförbrukningen är liten och har antagits vara proportionell mot produktionsvolymen.

6.2.2.12 Övrig industri

För småindustri etc har i sammanfattningstabellen en uppskattning av elförbrukningen inkluderats medan bränsleförbrukningen inräknas i övrigsektorn. (se också avsnitt 6.1.1).

Tabell 6.22 Annan tillverkningsindustris energiförbrukning

	År	Enhet	Alternativ	
			1 2	3 4
Produktionsvolym	1970	index	104	104
	1985		216	187
	2000		449	337
El	1970	TWh	0,024	
	1985		0,05	0,05
	2000		0,1	0,09
Bränsle	1970	Mtoe	0,007	
	1985		0,015	0,014
	2000		0,04	0,03

6.2.3 *Import och export av el och bränsle genom utrikeshandeln med varor*

Utöver den direkta utrikeshandeln med olja, kol och andra bränslen, sker ett utbyte av energi i form av bunden energi i varor. Sveriges exportindustri domineras av tunga industrigrenar baserade på malm och skog. De kräver relativt sett mycket energi och exporten är stor. Detta medför att Sverige sannolikt har en nettoexport av energi via varuhandeln. Energikommittén gjorde överslagsberäkningar för åren 1955 och 1963, och EPU har på motsvarande sätt gjort beräkningar för år 1970. För att göra denna undersökning måste flera grova schematiseringar göras. Resultaten blir därför inte helt rättvisande. Som källmaterial har använts den officiella statistiken över industri och handel. Specifika åtgångstal, som ställs till förfogande av branscher, har i vissa fall använts. Importerade och svensktillverkade varor har åsatts samma specifika åtgångstal. Hänsyn har heller inte tagits till att olika anläggningar p g a modernitet, storlek, utnyttjningsgrad, har olika specifik förbrukning vid produktion av samma varor. Lagerförändringar har inte kunnat beaktas. Beräkningarna avser endast energi som exporteras via varor från den aktuella branschen. Hänsyn tas ej till den energi som förbrukats i ett tidigare produktionsled. Detta kan snedvrida resultaten i en bransch om nettoimporten eller nettoexporten överväger. Undersökningen kan därför endast betraktas som en överslagsberäkning, för att beräkna storleken av den indirekta exporten och importen av energi.

För de olika industrigrupperna har följande beräkningsmetoder använts:

Gruvindustrin är uppdelad på järnmalmsgruvor, andra gruvor, stenbrott och övrigt. Exportandelen för järnmalm är 90 %. Fördelning har gjorts med hjälp av kvantitetsuppgifter beträffande vikt.

Livsmedelsindustrin och dryckesvaruindustrin har högt saluvärde (16 miljarder kr). Exporten utgjorde värdemässigt ca 3 % medan importen utgjorde 12 % av salutillverkningsvärdet. Fördelning har gjorts enligt värdebasis, dvs exportvärdet och importvärdet jämförs med saluvärdet.

Textilindustrin, i vilken ingår skoindustri. Fördelning gjord enligt värdebasis. Importen ca 3 gånger större än exporten.

Trävaruindustrin är uppdelad på sågverk, trähus, byggnadssnickerier som en grupp och i övrigt i den andra gruppen. Sågverksindustrin exporterar 1/3 av produktionen. Fördelning gjord enligt värdebasis.

Massa- och pappersindustrin är genom sin karaktär av utpräglad exportindustri också en betydande energiexportör. Erforderliga data rörande produktion, export och import finns. Den specifika energiförbrukningen för olika massa- och papperssorter har använts vid beräknandet av energibytet. För massaindustrin har lutarna medräknats som energikälla.

Kemiska industrin är fördelad enligt värdebasis. Här ingår petroleum-, gummivaru-, plast-, och plastvaruindustrin. Många produkter inom den elektrokemiska industrin har en mycket hög specifik förbrukning. Importen är värdemässigt dubbelt så stor som exporten.

Tabell 6.23 Import- och exportleveranser av i produkter bunden energi
Förklaring av beräkningarna ges i texten. El anges i GWh, bränsle i ktoe

	1955				1963				1970			
	Utförsel		Införsel		Utförsel		Införsel		Utförsel		Införsel	
	El	Bränsle	El	Bränsle	El	Bränsle	El	Bränsle	El	Bränsle	El	Bränsle
Gruvindustri												
järnmalmsgruvor	306	76	–	–	572	116	–	–	982	243	5	1
andra gruvor	40	2	80	4	73	3	118	5	119	5	111	5
stenbrott	–	–	–	–	–	–	–	–	25	6	35	8
övrigt	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	9	2
Livsmedelsindustri	3	2	30	22	6	3	50	9	30	15	122	60
Textilindustri	15	10	119	74	33	18	126	67	75	37	248	120
Trävaruindustri												
sågverk, trähus, byggn.snick.	204	88	14	7	210	85	25	10	277	96	50	18
övrigt	15	6	4	2	16	5	9	3	24	7	13	4
Massa- och pappersindustri												
massa	1 478		–	–	2 427		5		3 323	1 615	21	11
papper	1 074	1 437	21	11	2 664	2 314	51	24	4 955	1 571	126	43
träfiberplattor	156		–	–	252		–		257	70	–	–
Kemisk industri	240	37	535	83	420	55	1 020	134	1 699	169	4 038	431
Jord- o stenvaruindustri												
cementindustri	37	40	–	–	20	7	–	–	1	1	3	4
övrigt	21	24	63	72	54	45	133	111	76	46	151	92
Järn- o metallverk												
handelsfärdigt stål									1 497	716	1 839	880
ferrolegeringar	690	172	882	670	1 400	423	1 490	637	484	22	626	34
bly, aluminium, koppar									1 040	213	1 775	359
Verkstadsindustri	280	96	344	117	670	195	570	169	1 404	339	1 096	265
Läder-, hår- o gummiindustri	15	9	36	22	45	21	80	38	–	–	–	–
Grafisk industri	–	–	–	–	–	–	–	–	30	9	46	14
Summa	4 574	1 999	2 128	1 084	8 862	3 290	3 677	1 227	16 300	5180	10 314	2 351
Andel av industrin totalt %	35	36	16	20	43	44	18	16	49	50	31	23
Nettoexport	2 446	915			5 185	2 063			5 986	2 829		
Nettoexportens andelar av industrins totala förbrukning %	19	17			25	27			18	27		

Jord- och stenvaruindustri är uppdelad i cementindustri och övrigt. Cementindustrins energiutbyte är fördelad enligt viktkvantitetsuppgifter och jord- och stenvaruindustrin utom cement enligt värdebasis. Exporten är värdemässigt hälften så stor som importen. Export och import för cementindustrin är i förhållande till produktionen liten.

Järn- och metallverken är uppdelad i tre undergrupper. Fördelning har gjorts med hjälp av specifik energiförbrukning för ferrolegeringar resp. bly, koppar och aluminium. För handelsstål har kvantitetsuppgifter använts.

Verkstadsindustrins import och export av energi har beräknats på basis av värdet av importen och exporten jämfört med salutillverkningsvärdet. Saldot blev ganska ringa, då import och export värdemässigt är 32 resp 41 % av produktionen.

Resultaten sammanfattas i tabellen 6.23. Av tabellen framgår att nettoexporten av el ökade från 19 % 1955 av industrins totala förbrukning till 25 % 1963. Motsvarande siffror för bränsle är 17 % resp 27 %.

Från år 1963 till 1970 minskade nettoexporten av el i procent av industrins totala förbrukning från 25 % till 18 %. Nettoexporten av bränsle var båda åren 27 % av industrins totala bränsleförbrukning. Om man räknar medelökningen per år av nettoexporten av el och bränsle "bundet" i varor får man följande:

1955–1963		1963–1970	
El	Bränsle	El	Bränsle
9,9 %	10,7 %	2,1 %	4,6 %

6.2.4 *Sammanfattning av prognoserna*

Industrins totala energiförbrukning var 1970 153,6 TWh (13,21 Mtoe) fördelat på 33,2 TWh el och 10,4 Mtoe bränslen. Detta motsvarade 41 % av den totala slutliga förbrukningen av energi. Denna andel har under lång tid varit relativt konstant.

Under perioden 1955–1970 ökade industrins produktionsvolym med i genomsnitt 6,4 % per år (se tabell 6.2). Industrins energiförbrukning ökade under samma period i medeltal 4,9 % per år. Den genomsnittliga ökningstakten för el var 6,2 % och för bränslen 4,3 % per år.

1985 förväntas den totala energiförbrukningen i de högre tillväxtalternativen bli ca 300 TWh, vilket motsvarar en årlig ökningstakt av 4,6 %. De lägre tillväxtalternativen motsvarar ca 260 TWh, vilket innebär en årlig ökningstakt av 3,5 %. För år 2000 erhålls konsumtionsnivåerna 510 TWh respektive 360 TWh, vilket betyder ökningstakter i genomsnitt för perioden 1985–2000 på 3,5 % per år respektive 2,2 % per år. En fortgående sänkning av den specifika energiförbrukningen är alltså att vänta även utan antaganden om extra stimulansåtgärder. En sammanställning av industrins energiförbrukning ges i tabell 6.24. Den totala förbrukningen för de fyra alternativen visas i figur 6.3.

Detaljutformningen av IUI:s och EPU:s prognoser har gjorts i huvudsak oberoende även om utgångspunkterna varit lika. Speciellt har bedöm-

Tabell 6.24 Industrins energiförbrukning

	1970		Högre tillväxttakt								Lägre tillväxttakt							
			1985				2000				1985				2000			
			Alt 1		Alt 2		Alt 1		Alt 2		Alt 3		Alt 4		Alt 3		Alt 4	
	El TWh	Bränsle Mtoe	El TWh	Br Mtoe	El TWh	Br Mtoe	El TWh	Br Mtoe	El TWh	Br Mtoe	El TWh	Br Mtoe	El TWh	Br Mtoe	El TWh	Br Mtoe	El TWh	Br Mtoe
Gruvindustrin	1,554	0,290	6,1	0,7	6,1	0,7	17,9	1,6	17,9	1,6	4,5	0,5	4,5	0,5	9,2	0,8	9,2	0,8
Livsmedelsindustrin	1,015	0,504	2,7	0,7	1,8	0,7	5,9	0,9	3,0	1,1	2,4	0,6	1,6	0,6	4,7	0,7	2,3	0,9
Textilindustrin	0,391	0,192	0,8	0,3	0,8	0,3	1,2	0,4	1,2	0,4	0,7	0,3	0,7	0,3	0,9	0,3	0,9	0,3
Trävaruindustrin	0,950	0,323	2,6	0,8	2,0	0,8	5,5	1,6	4,4	1,7	2,2	0,7	1,7	0,7	3,4	1,0	2,7	1,1
Massa o pappersindustrin	10,549	4,403	19,5	5,2	19,5	5,2	28,1	5,6	28,1	5,6	17,9	4,5	17,9	4,5	22,3	4,5	22,3	4,5
Grafisk industri	0,203	0,048	0,4	0,1	0,4	0,1	0,8	0,2	0,8	0,2	0,3	0,1	0,3	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1
Kemisk industri	4,930	0,639	14,6	2,4	14,6	2,4	28,2	5,0	28,2	5,0	11,9	2,0	11,9	2,0	18,5	3,3	18,5	3,3
Jord- o stenvaruindustri	1,236	1,042	2,7	2,0	1,8	2,0	5,9	4,2	2,7	4,5	2,2	1,6	1,5	1,7	3,7	2,6	1,8	2,8
Järn- o metallverk	7,362	2,062	14,3	5,7	14,3	5,7	22,4	7,5	22,4	7,5	12,4	5,2	12,4	5,2	18,1	6,6	18,1	6,6
Verkstadsindustrin	3,424	0,843	12,8	1,3	9,6	1,6	40,7	2,7	24,4	4,1	9,3	1,0	7,0	1,2	22,8	1,5	13,7	2,3
Annan industri	0,024	0,007	–	–	–	–	0,1	–	0,1	–	–	–	–	–	0,1	–	0,1	–
Småindustri	1,515	–	3,0	–	3,0	–	4,0	–	4,0	–	3,0	–	3,0	–	4,0	–	4,0	–
Industrin totalt	33,153	10,353	79,5	19,2	73,9	19,5	160,7	29,7	137,2	31,7	66,8	16,5	62,5	16,8	108,1	21,4	94,0	22,7

Tabell 6.25 Jämförelse mellan IUI:s och EPU:s prognoser för industrins energiförbrukning 1985

SNI		IUI TWh				EPU TWh			
		hög tillväxt		låg tillväxt		Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4
		hög spec energi-förbr	låg spec energi-förbr	hög spec energi-förbr	låg spec energi-förbr				
2301	Järnmalmsgruvor[1]	7,7	6,9	7,3	6,5	14,0	14,0	10,3	10,3
31	Livsmedelsindustri	8,3	6,8	7,2	5,9	10,4	10,3	9,1	9,0
3411	Massa- och pappersindustri[2]	37,4	28,6	34,2	26,4	39,9	39,9	36,1	36,1
351 + 352	Kemisk industri	41,4	35,9	27,2	23,7	42,5	42,5	35,2	35,2
36921	Cementindustri	6,3	5,7	5,0	4,6	5,1	5,1	5,1	5,1
37101	Järnverk[3]	79,9	70,9	68,2	59,6	68,0	68,0	62,4	62,4
37102	Ferrolegeringsverk	4,9	4,5	3,7	3,5	4,2	4,2	3,6	3,6
372	Icke järnmetallverk	7,2	6,8	5,3	5,9	7,2	7,2	5,9	5,9
	Summa	193,1	166,1	158,1	135,2	191,3	191,2	167,7	167,6
	Övrig industri	65,8	56,4	47,4	40,7	72,2	69,9	58,0	57,3
	Hela industrin	258,9	222,5	205,5	175,9	263,5	261,1	225,7	224,9

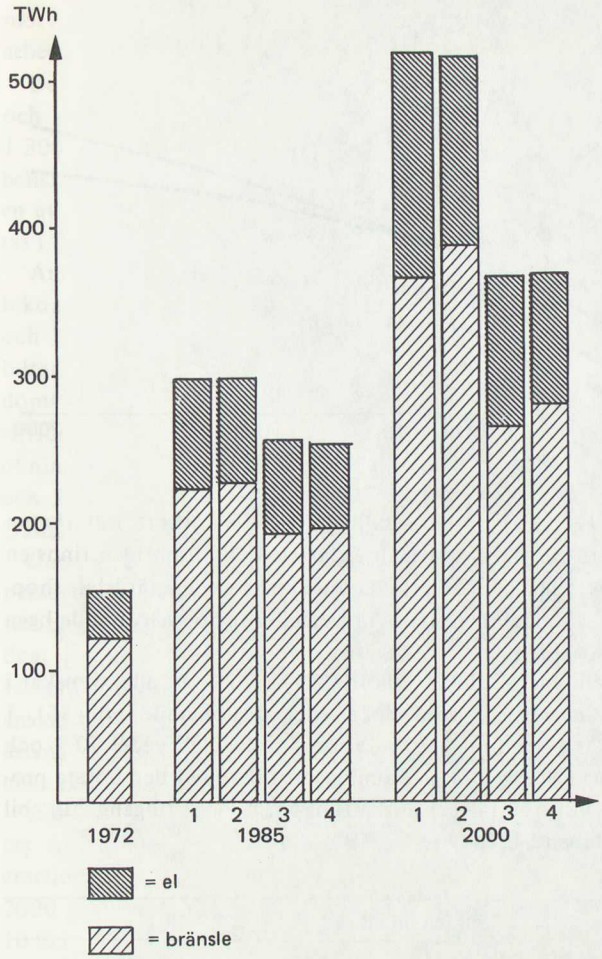
[1] EPU:s värden omfattar hela gruvindustrin medan IUI:s värden endast avser järnmalmsgruvor. Järnmalmsgruvornas andel var 1970 ca 85 % av branschen totalt.
[2] Uppgifterna avser endast externt tillförd energi.
[3] Angivna värden är bruttoförbrukning. IUI anger också nettovärden som är 49,7, 42,6, 39,9 och 33,1 TWh.

ningarna av den specifika energiförbrukningen genomförts oberoende. En jämförelse mellan prognoserna ges i tabell 6.25. En viss försiktighet skall iakttas vid detaljjämförelser eftersom beräkningsgrunderna är något olika. IUI har gjort alternativa bedömningar beträffande den specifika energiförbrukningen som i flera fall innebär en snabbare sänkning än branschernas egna bedömningar. De lägre alternativen grundar sig på ett snabbt genomslag av bästa teknik. Denna sänkning av den specifika förbrukningen torde fordra en snabb modernisering av produktionsutrustningen. IUI har också mot bakgrund av den sänkning som ägt rum beträffande den specifika energiförbrukningen under 1960-talet bedömt att denna tendens kraftigt förstärkts av de nu höjda bränslepriserna. Den skillnad som finns mellan IUI:s och EPU:s prognoser kan huvudsakligen föras tillbaka på den specifika energiförbrukningen.

De alternativa antagandena beträffande den specifika energiförbrukningen hos IUI leder till en förbrukning 1985 av 149,4–228,7 TWh. Det kan vidare observeras att kombinationerna högre produktionstillväxt – lägre specifik energiförbrukning respektive lägre produktionstillväxt – högre specifik energiförbrukning skiljer sig med endast 17 TWh 1985.

EPU:s prognoser för energiförbrukningen 1985 är i det högre fallet 300 TWh och i det lägre 260 TWh. Skillnaden mellan motsvarande alternativen är något mindre hos EPU än hos IUI. Vid jämförelse mellan totalnivåerna i EPU:s och IUI:s prognoser måste beaktas de skilda beräkningsmetoderna.

Det kan vidare noteras, som framgår av kapitel 9, att industrins andel av den totala energiförbrukningen ökar från 41 % 1970 till nära 50 % 1985 och nära 55 % år 2000.



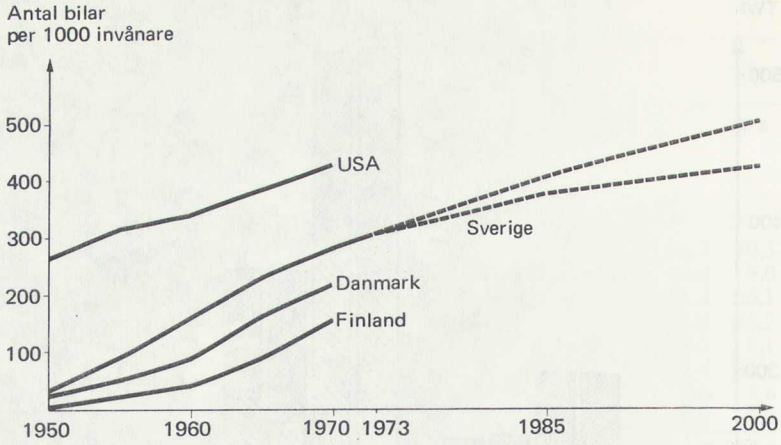
Figur 6.3 Industrins energiförbrukning i de fyra prognosalternativen fördelad på el- och bränsleförbrukning.

6.3 Samfärdsel

Prognoserna för samfärdselsektorn baseras på det av IVA:s Transportforskningskommission utarbetade materialet som sammanfattas i bilaga 4.

6.3.1 *Personbils- och busstransporter*

Totala antalet motorfordon i Sverige var 1970 2 446 483, varav personbilar 93,5 %, lastbilar 5,9 %, bussar 0,6 %. Detta innebär att det 1970 fanns 283 personbilar per 1 000 invånare. Biltätheten ökade mellan åren 1960–1970 med i genomsnitt 6 % per år. I Förenta Staterna är biltätheten för närvarande ca 450. Biltäthetens utveckling i några länder framgår av figur 6.4. Från rent demografiska utgångspunkter kan biltätheten bedömas ha ett tak kring 600 à 650 per 1 000 invånare (resten kan av ålders- eller andra skäl ej köra bil). 62 % av Sveriges befolkning var kör-



Figur 6.4 Personbiltätheten i Förenta Staterna, Danmark och Finland jämfört med Sverige. Den bedömda utvecklingen i Sverige, som varit underlag för bensinprognoserna, anges med streckade linjer.

kortsberättigad 1970. Av befolkningen hade ca 40 % körkort. Biltätheten kan givetvis öka utöver detta om man antar att det i framtiden finns en benägenhet att ha olika bilar för skilda ändamål t ex långfärdsbil, shoppingbil, sportbil, campingbil. Detta synes emellertid för närvarande ligga mycket långt fram i tiden.

Enligt "Bilismen i samhället" tillhörde 1971 75 % av alla svenskar i åldrarna 15–74 år hushåll som ägde eller disponerade bil (36). I storstadsregioner är siffran 65 à 70 %, i norrländska glesbygder 70 % och i övriga glesbygder i Sverige 78 %. Familjer med barn har den högsta procentsiffran, 93. Vad beträffar hushållsinkomst och tillgång till bil gällde följande samband 1971:

Inkomst (kronor)	Tillgång till bil
under 10 000	30 %
20 000–30 000	74 %
över 40 000	91 %

Totala persontransportarbetet har under 1960-talet ökat med i genomsnitt 6 % per år från 43 miljarder personkm år 1960 till 78 år 1970.

Persontransporterna bestod 1970 till 84 % av biltrafik. Det synes därför vara lämpligt att utgå från antalet personbilar. Det är dock inte antalet bilar som är avgörande för bränsleförbrukningen utan användningen av dem. Den specifika förbrukningen per år har visat sig variera inom snäva gränser. Någon entydig tendens är svår att urskilja. En långsam minskning bedöms rimlig i framtiden. Vid prishöjningar på drivmedel har tidigare endast momentana förbrukningsminskningar observerats. I vad mån den senaste tidens prishöjningar påverkar förbrukningen på lång sikt är oklart. Förbrukningen bestäms förutom av det individuella körsättet även av den tekniska utvecklingen. Högre verkningsgrad i motorer och bilar med lägre vikt minskar förbrukningen avsevärt. Bränsleminskningen är i stort sett proportionell mot viktminskningen. Dessa minskningar

motverkas av att en ökad fritid rimligen medför ett större transportarbete.

Den genomsnittliga bensinförbrukningen är nu 1 450 liter per bil och år och väntas minska under prognosperioden till 1 400 liter år 1985 och 1 300 liter år 2000. 5 000 taxibilar förbrukade år 1970 ca 50 000 m^3 bensin. Där förutsätts ej någon ökning i antalet. Den framtida utvecklingen av bilarnas bensinförbrukning sammanfattas i tabell 6.26 och illustreras i figur 6.5.

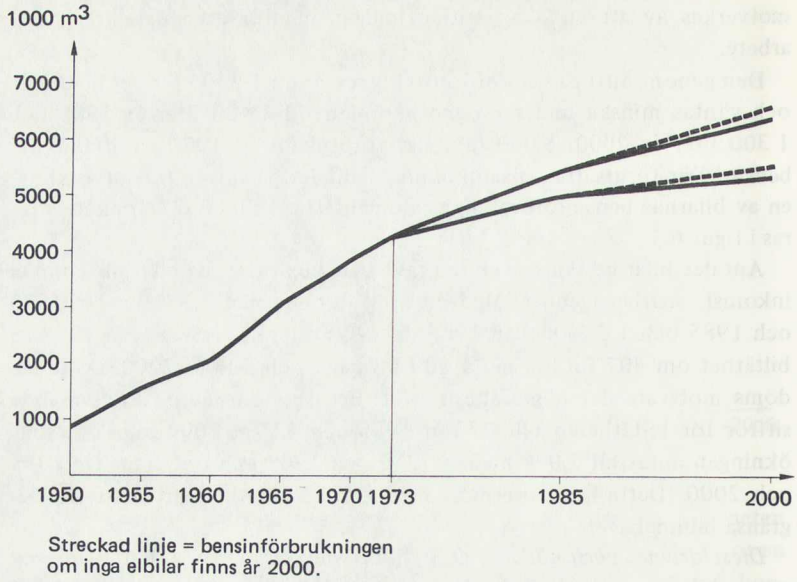
Antalet bilar bestäms av en rad faktorer, t ex priset på bilar, disponibel inkomst, sparbenägenhet. Med en årlig ökning med 2,5 % mellan 1970 och 1985 och 1,5 % mellan 1985 och 2000 uppnås i Sverige år 1985 en biltäthet om 407 fordon per 1 000 invånare och 506 år 2000. Detta bedöms motsvara det högre alternativet. Ett lägre alternativs motsvarande siffror för biltätheten blir 378 år 1985 och 427 år 2000 om den årliga ökningen antas bli 2,0 % mellan 1970 och 1985 och 0,8 % mellan 1985 och 2000. Detta lägre alternativ torde fordra aktiva åtgärder för att begränsa bilinnehavet.

Dieseldrivna personbilar: 1970 fanns det cirka 59 000 dieseldrivna personbilar som totalt förbrukade ca 150 000 m^3 motorbrännolja. 4 500 taxibilar förbrukade ca 37 000 m^3. Andelen dieseldrivna personbilar har ökat från 1,4 % 1966 till 3,1 % 1973. Dieselmotorns verkningsgrad är väsentligt högre än bensinmotorns, men dieselmotorn är också dyrare i anskaffning. Kilometerskattens inverkan på den framtida andelen dieseldrivna personbilar är oviss. Här förutsätts andelen dieseldrivna personbilar vara ca 3 % under prognosperioden.

Elbilarnas utveckling är svår att förutse. Något större antal väntas knappast före 1985. Om en effektiv batterityp utvecklas, kan emellertid situationen ganska snabbt förändras till elbilens fördel. År 2000 kan antalet elbilar uppskattas till 100 000 vilket skulle motsvara ca 10 % av nytillskottet mellan 1985 och 2000. En genomsnittlig elförbrukning av 2 000 kWh skulle innebära en total förbrukning av 0,2 TWh.

Tabell 6.26 Bensinförbrukning för personbilar

	1970	1985	ökning %/år	2000	ökning %/år
Högre alternativ					
Antal bilar/1 000 invånare	283	407	2,5	506	1,5
Totalt antal personbilar 10^6	2,29	3,50		4,5	
Elbilar 10^6				0,1	
Bensinförbrukning personbilar $m^3 \cdot 10^3$	3 280	4 796		5 588	
Lägre alternativ					
Antal bilar/1 000 invånare		378	2,0	427	0,8
Totalt antal personbilar 10^6		3,25		3,8	
Elbilar 10^6				0,1	
Bensinförbrukning personbilar $m^3 \cdot 10^3$		4 460		4 704	



Figur 6.5 Bensinförbrukningen i Sverige. Figuren anger den totala bensinförbrukningen 1950–1973 och de två alternativa prognoserna till år 2000.

(2 000 kWh motsvarar ungefär dagens bränsleförbrukning om hänsyn tas till verkningsgradsskillnader mellan elmotor och explosionsmotor.)

Bensindrivna bussar: År 1970 fanns cirka 5 000 bensindrivna bussar. Dessa bussar är oftast små och få kan ta mer än 20 passagerare. Mer än 2/3 får ta högst 10 passagerare. Bränsleförbrukningen uppskattas till 20 000 m^3 1970. Förbrukningen väntas bli nästan fördubblad till år 2000.

Dieseldrivna bussar: År 1970 fanns 9 000 dieseldrivna bussar, som tillsammans förbrukade ca 140 000 m^3. Antalet har ökat med ca 3 % per år 1962–1970. Charterresor med buss och den kraftiga ökningen av s k veckoslutsturer är en orsak. Den genomsnittliga körlängden var år 1970 5 500 mil/år och ökar långsamt. De dieseldrivna bussarnas förbrukning bedöms därför öka till ca 250 000 m^3 1985 och ca 300 000 m^3 2000.

Framtida utveckling av personbilar. Den sannolika livslängden för personbilar minskade under 1950-talet och i början av 1960-talet från 13 à 14 år till drygt 10 år 1963. Sedan den obligatoriska fordonskontrollen infördes 1965, har livslängden återigen ökat men bara till 12,4 år (1971). Orsaken till detta torde vara en bättre genomsnittlig skötsel av bilarna.

Möjligheter finns att ytterligare öka en bils livslängd. En av de svagare delarna på personbilar är plåten som rostar. Man strävar efter att ersätta stålplåt med aluminium. Härför måste hårdare aluminiumlegeringar utvecklas liksom en ny fogningsteknik.

Viktförhållandet aluminium/stålplåt är ca 1:3. Enligt undersökningar på amerikanska bilar är, som tidigare nämnts, bensinförbrukningen proportionell mot vikten, dvs en halvering av vikten minskar förbrukningen till hälften.

Motorer och transmission är i dagens bilar något överdimensionerade

och man skulle med lättare bilar av aluminium även kunna minska motorstorleken.

Aluminium är cirka tre gånger så energikrävande att framställa som stålplåt, men vid återvinning av aluminium ur skrotade bilar åtgår endast 5 % av den ursprungliga framställningsenergin. Bilproducenter utvecklar för närvarande metoder att ersätta stålplåt med aluminium.

Utan att förändra den konventionella bilmotorn (ottomotorn) kan man blanda in upp till 30 % metanol i bensinen. Vid ytterligare inblandning fordras startbränsle. Tankvolymen måste ökas avsevärt, eftersom metanol har halva bränslevärdet jämfört med bensin. Förbrukningsökningen blir lika stor som inblandningen. Framställning av metanol kan ske petrokemiskt eller ur naturgas. Metanol fås även som biprodukt vid träkolsframställning. Problemen i samband med metanolinblandning är idag lösta såvitt man kan bedöma efter de försök som gjorts. Hur man skall framställa de stora kvantiteter som erfordras till bilar är oklart. Väte – flytande eller som komprimerad gas – bedöms ej bli aktuellt till bilar.

Dieselmotorn, turbinmotorn, ångmotorn, stirlingmotorn och elmotorn är exempel på kraftkällor som kan komma att utvecklas och ersätta ottomotorn. Hos dessa motorer finns både för- och nackdelar. Om transportarbetet i större utsträckning utfördes av dieselmotorer istället för bensinmotorer skulle en energibesparing kunna åstadkommas. Den totala verkningsgraden i dieselmotorn är 20 % högre än i bensinmotorn. En rättvisande jämförelse är dock svår att göra och kräver ytterligare utredning om hänsyn skall tas till alla skillnader i bränslet och dess framställning och motorernas olika egenskaper.

Elmotorn synes av flera skäl vara den bästa motorn. Problemet är batterierna. Man måste fem- till tiofaldiga den specifika energin (Wh/kg) och helst fördubbla den specifika effekten (W/kg) i batterierna för att göra elmotorn konkurrenskraftig.

Stora forskningsansträngningar görs idag för att utveckla nya batterityper. Av olika batterityper förefaller natrium/svavel och litium/svavelbatterierna vara mest lovande. Batterierna arbetar vid 300–400 graders temperatur och hålls vid arbetstemperatur av förlustvärme och genom isolering. Batterier av denna typ bör kunna ge en specifik energi av 200 Wh/kg och en specifik effekt av 200–400 W/kg. Detta medger en god acceleration och en aktionsradie på 30 mil. Batterierna blir dyra och kan vara utvecklade tidigast på 1980-talet. Bränsleceller, som används i rymdprogrammet, kräver en lång utveckling innan de kan användas i bilar (38). Den goda verkningsgraden hos en elmotor innebär att den totala verkningsgraden för en elbil är bättre än för en bil med explosionsmotor av dagens konstruktion även om el produceras i fossileldade värmekraftverk. Ett utbyggt system med laddningsmöjligheter vid bensinstationer skulle göra elbilen attraktiv även för längre resor. Man skulle då snabbt byta det tömda batteripaketet mot ett laddat.

6.3.2 *Godstransporter och övriga transporter*

6.3.2.1 Lastbilstransporter

Godstransportarbetet 1970 har uppskattats till ca 44 miljarder tonkm, fördelade på järnväg 17 miljarder, lastbil 21 miljarder och inrikes sjöfart 6 miljarder tonkm (37).

Lastbilstransporter: 1970 svarade lastbilstrafiken för 21 miljarder tonkm och förbrukade ca 1 000 000 m^3 brännolja. Antalet lastbilar var 150 000 varav drygt hälften dieseldrivna. Andelen lastbilar med en maximilast över 10 ton har ökat från 3 % till 13 % mellan 1963 och 1973. Denna andel torde fortsätta att växa. De ökade drivmedelskostnaderna kommer även att bli ett incitament för att få en lägre bränsleförbrukning per tonkm.

Ökningstakten för lastbilarnas godstransportarbete har under de senaste åren stagnerat bland annat på grund av nybyggnadsverksamhetens kraftiga nedgång. Lastbilstrafiken kommer att påverkas av olika restriktioner betingade av miljö- och trafiksäkerhetsmässiga hänsynstaganden.

Bensindrivna lastbilar, 1970 ca 60 000, används numera främst som varudistributionsbilar för kortare sträckor. Här ingår även en mängd mindre pick-up bilar och firmabilar. Ökningstakten mellan 1961 och 1970 var 1,6 % per år. De bensindrivna lastbilarna bedöms ersättas i stor utsträckning av dieseldrivna. Dessutom kan elbilar komma att användas för visst transportarbete.

6.3.2.2 Sjöfart

Fritidsbåtarnas drivmedelsförbrukning är ej statistiskt känd, men den torde röra sig omkring 110 000 m^3 bensin. På grund av ökad fritid bedöms förbrukningen öka med 2,5 % per år resp drygt 1 % till 1985 i det högre resp lägre alternativet. Den inrikes sjöfarten uppskattades i Regional trafikplanering 1970 till 6 miljarder tonkm och domineras av mineraloljor och oljeprodukter samt transport av grus, sand, singel och cement (37). Förbrukningen uppgår till ca 200 000 m^3 oljeprodukter i huvudsak motorbrännolja. Här förutsätts en ökning av godstransporterna bl a på grund av utbyggnader inom kemiska industrin och järn- och stålindustrin. Fisket förbrukade 66 000 m^3 motorbrännolja 1970. Förbrukningsökningen uppskattas här till ca 1 % per år under prognostiden.

Den förbrukade mängden bunkerolja har under flera år varit förhållandevis konstant. Den var 1970 1,314 Mm^3. En långsam tillväxt på drygt 1 % per år väntas ske under prognosperioden.

6.3.2.3 Järnvägar och spårvägar

Järn- och spårvägar förbrukar för närvarande 40 000 m^3 motorbrännolja per år.

Järn- och spårvägar förbrukade 1970 även 1,9 TWh elenergi och väntas 1985 förbruka 3,0 TWh och år 2000 4,8 TWh. Järnvägens ökning då det gäller transportarbetet beror delvis på en väntad överflyttning av gods

Tabell 6.27 Prognos för drivmedelsförbrukningen i civila luftfarter

År	1970	Ökning %/år	1985	Ökning %/år	2000
Passagerare, milj	4,4	8,5	15,0	3,5	25
Passagerare per landning[1]	45		76		106
Landningar, milj	0,097	5	0,195	1,5	0,235
Energiförbrukning per passagerare, liter	53		50,5		40
Total energiförbrukning milj liter	235	8	760	2	1000

[1] Utgör ett mått på flygplanstorlekar och beläggningsgrader.

I tabellen ingår ej flygvapnets förbrukning av reabensin, som 1970 uppgick till ca 300 000 m^3.

från lastbilar till järnväg. Järnvägens godstransportarbete uppskattas till 25 miljarder tonkm 1985 och 33 miljarder tonkm 2000.

6.3.2.4 Flygtransporter

Två olika typer av bränslen används idag i den civila luftfarten: flygbensin för kolvmotorförsedda flygplan och flygfotogen för turbojet- och jetflygplan. En uppdelning på person- och godstrafik är inte möjlig eftersom huvuddelen av alla flygningar är kombinerade. Att exakt uppskatta energiförbrukningen för inrikes trafik är inte möjligt då SAS flyger både inrikes och utrikes med samma plan. I prognosen ingår det flygdrivmedel som tankas i Sverige och det förutsätts att samma mönster vad gäller tankningar kommer att bibehållas i framtiden. I enbart inrikes trafik åtgår ca 21 % av den totala förbrukningen. En prognos för den framtida energiförbrukningen har gjorts av luftfartsverket. Den sammanfattas i tabell 6.27.

6.3.2.5 Jord- och skogsbruk

Jordbrukets förbrukning av motorbrännolja har ungefär femfaldigats de senaste tjugo åren vilket återspeglar jordbrukets starka mekanisering under denna tid. En fortsatt rationalisering är att vänta men med hänsyn till att fordonsutnyttjandet redan är omfattande bedöms ökningen av förbrukningen av motorbrännolja ske i långsammare takt. Jordbruket förbrukade 1970 även 25 000 m^3 bensin. Här förutsätts en minskning till år 1985 genom en övergång till dieseldrivna traktorer. För år 2000 bedöms förbrukningen bli marginell. 1973 fanns cirka 180 000 traktorer på 145 000 gårdar. 95 % av den odlade arealen skördas med skördetröskor. En utökad torkning med byggtorkar och nya maskiner synes endast komma i fråga i begränsad omfattning. Av den totala förbrukningen i det kombinerade jord- och skogsbruket svarar bondeskogsbruket endast för 10 %. Den ökning som här antagits beror framför allt på en större förbrukning i de bolagsägda skogarna.

Tabell 6.28 Prognos för bensinförbrukningen 1 000 m^3

	1970	1985		2000	
		Högre	Lägre	Högre	Lägre
Bilar	3 280	4 796	4 460	5 588	4 704
Bussar	20	30	28	36	32
Lastbilar	180	160	160	160	160
Fritidsbåtar	110	160	130	210	170
Jord- och skogsbruk	25	10	7	5	3
Övrigt[1]	167	250	200	400	250
Summa	3 782	5 406	4 985	6 399	5 319

[1] Innehåller ospecificerade förbrukarenheter t ex försvar, motorredskap, mopeder, motorcyklar. Denna post antas öka mindre än industriproduktionen.

6.3.3 *Sammanfattning av prognoserna*

Den bedömda utvecklingen beträffande bensin- och motorbrännoljeförbrukningen sammanfattas i tabellerna 6.28 och 6.29. De i tabell 6.29 redovisade kvantiteterna eldningsolja ingår i sammanställningarna som bunkerolja eller under övriga produkter.

Tabellerna 6.30 och 6.31 sammanfattar hela samfärdselsektorns energiförbrukning dels i respektive bränslekvantitet, dels i Mtoe.

Tabell 6.29 Prognoser för motorbrännoljeförbrukningen, 1 000 m^3

	1970	1985		2000	
		Högre	Lägre	Högre	Lägre
Sjöfart utrikes	127	170		200	
(härtill eldningsoljor)	(1187)	(1430)		(1700)	
Sjöfart inrikes	65	80		90	
(härtill eldningsoljor)	(92)	(120)		(160)	
Järnvägar[1]	42	40		50	
Personbilar, taxi, bussar	315	500		600	
Lastbilar	900	2100	1500	3500	2200
Truckar och jordbruksmaskiner	320	350		400	360
Fiske	66	75		90	
Övrig förbrukning	356	425		480	
Summa	2191	3740	3140	5400	4070
(därtill eldningsoljor)	(1279)	(1550)		(1860)	

[1] Tågdrift. Bussar under bussrubriken, tågfärjor under utrikes bunkring.

Tabell 6.30 Drivmedelsförbrukningen för transportsektorn, 1 000 m^3

	1970	1985			2000		
		Högre alt		Lägre alt	Högre alt		Lägre alt
Motorbensin	3782	5406		4985	6399		5319
Motorbrännolja	2191	3740		3140	5410		4070
Bunkerolja	1279		1550			1860	
Flygdrivmedel	235		760			1000	

Tabell 6.31 Energiförbrukning inom samfärdselsektorn, Mtoe

	1970	1985			2000		
		Högre alt		Lägre alt	Högre alt		Lägre alt
Motorbensin	2,84	4,05		3,74	4,80		4,00
Motorbrännolja	1,86	3,18		2,67	4,60		3,50
Bunkerolja	1,19		1,44			1,73	
Flygdrivmedel	0,19		0,62			0,82	
El	0,16		0,26			0,43	
Summa	6,24	9,55		8,73	12,38		10,48

6.4 Energi för uppvärmning och s k övrig energiförbrukning

Energiförbrukningen inom huvudgruppen bostäder och övrigt[1] år 1972 fördelades enligt följande:

			TWh
eldningsolja 1–2	7 560 000	m^3	74,6
eldningsolja 3–5	4 565 000	m^3	49,3
övriga oljeprodukter	138 000	m^3	1,6
kol och koks	160 000	ton	1,3
inhemska bränslen	360 000	ton ekv olja	4,2
stadsgas	240	miljoner m^3	1,2
el	26,5	TWh	26,5
			158,7

Den totala förbrukningen inom denna sektor, 158,7 TWh, utgör 43 % av Sveriges totala energiförbrukning. Stadsgasen används i första hand till lokaluppvärmning och varmvattenberedning (ca 70 %) och i övrigt till matlagning i hem och i restauranger. Olja och fasta bränslen används

[1] Till huvudgruppen bostäder och övrigt räknas all energiförbrukning, som inte redovisas under industri eller samfärdsel.

uteslutande för värmeändamål. Av elförbrukningen används ca 20 % för belysning, ca 10 % för uppvärmning inkl vattenvärmning och återstoden, ca 70 % för andra hushållsändamål, för fastigheters allmänna behov (hissar, fläktar etc) samt inom sjukvård, undervisning, förvaltning, handel etc. Sammantaget innebär detta att energiförbrukningen inom sektorn bostäder och övrigt huvudsakligen avser uppvärmning inkl produktion av varmvatten för tvätt, bad etc (förbrukningsvarmvatten).

I sammanhanget bör observeras att också en stor del av den energi som primärt används för belysning och hushållsändamål i slutskedet övergår till värme. Strängt taget är det bara utomhusbelysning samt energi för hushåll, inomhusbelysning m m under icke eldningssäsong som inte ger sådant värmetillskott som ingår i värmebalansen. En reduktion av energiförbrukningen för belysning och hushållsändamål innebär alltså att förlustvärmen blir mindre vilket i princip måste kompenseras genom ökning av värmetillförseln från värmesystemet.

6.4.1 *Genomförda specialutredningar*

Eftersom uppvärmningen till följd av de klimatologiska förutsättningarna kräver stora mängder energi är det nödvändigt för en bedömning av energikonsumtionens framtida utveckling att närmare studera uppvärmningsfrågorna. EPU har i sitt fortsatta arbete efter lägesrapporten dels följt – och i viss mån initierat – utredningar som bedrivits på annat håll, inom branschföreningarna på energiområdet, byggnadsindustrin, IVA:s kommitté för effektivare energianvändning etc, dels anlitat en konsult, Sven Tyrén AB, för att bl a studera sambandet mellan energipris och energikonsumtion inom uppvärmningssektorn och dels i tre för ändamålet tillsatta arbetsgrupper speciellt analyserat frågor beträffande värmeisolering, ventilation samt kollektivmätning eller individuell mätning av el, värme och varmvatten.

6.4.2 *Övrigsektorns energiförbrukning 1972*

Energiförbrukningen brutto (dvs till konsumenterna levererad energi), 1972 inom huvudgruppen bostäder och övrigt var 158,7 TWh (bränslen 132,2 TWh och el 26,5 TWh). Detta motsvarar netto (dvs nyttiggjord energi) 109,2 TWh, varvid erfarenhetsmässiga värden på verkningsgrader och förluster använts för omräkningen.[1] Den genomsnittliga verkningsgraden är ca 69 %.

Det finns, bortsett från elområdet, inte statistik som medger en direkt uppdelning av nettokonsumtionen på olika användningsområden. Med ledning av statistiska uppgifter om förbrukningen av olika bränslekvaliteter, omfattning av olika byggnadsbestånd m m bedöms nettoförbrukningen emellertid kunna uppdelas enligt följande:

[1] Bl a har den egenförbrukning av energi som sker i energianläggningar, t ex gas- och värmeverk, härvid betraktats såsom förluster.

bostäder[1]	70,2 TWh
övriga lokaler[1]	35,8 TWh
gatubelysning	0,8 TWh
fritidsbostäder	1,8 TWh
jordbruksdrift	0,6 TWh
	109,2 TWh

6.4.3 *Specifik energiförbrukning för uppvärmning i utgångsläget (1972)*

Bristen på detaljerad statistik från uppvärmningssektorn gör att det inte heller är möjligt att göra en direkt uppdelning av energiförbrukningen på olika byggnadstyper. Med ledning av å ena sidan uppdelningen av bruttoförbrukningen på olika bränslekvaliteter och antagna verkningsgrader hos olika typer av värmesystem (jämför energikommitténs motsvarande beräkningar), å andra sidan teoretiska beräkningar av värmebehovet i småhus, lägenheter i flerfamiljshus och vissa typer av övriga lokaler kan man emellertid göra vissa bedömningar av den specifika nettoenergiförbrukningen.

En del av nettoenergin tillförs som förlustenergi från hushållsapparater etc medan resten tillförs via uppvärmningssystemet. EPU har i sina beräkningar förutsatt att tillförd hushållsel etc helt kommer byggnaden tillgodo i form av värme, varvid följande totalsammanställning för bostäderna kan göras:

	Antal, miljoner enheter	Specifik förbrukning kWh/enhet, år totalt	härav hushållsel etc	Total förbrukning, TWh
småhus	1,37	26 900	3 460	36,9
lägenheter i flerfamiljshus	1,90	17 500	2 860[2]	33,3
				70,2

Den specifika förbrukningen för uppvärmning och drift av övriga lokaler 1972 har på motsvarande sätt beräknats till ca 100 kWh per m^3 byggnadsvolym och år.

6.4.4 *Tidigare prognoser för utvecklingen av övrigsektorns energiförbrukning*

Energikommittén (EK) redovisade i sitt betänkande Sveriges energiförsörjning (16) statistik och prognoser för övrigsektorns energiförbrukning.

[1] Energiförbrukningen för byggnadsverksamhet – till stor del för uppvärmning under byggnadstiden – har räknats in under respektive lokalkategori.
[2] Inkl andel i husets gemensamma förbrukning.

1955 var bruttoenergiförbrukningen 68,9 TWh (63,1 TWh bränsle och 5,8 TWh el). 1965 var förbrukningen 115,2 TWh (101,9 TWh bränsle och 13,3 TWh el). Ökningen av bruttoenergiförbrukningen 1955–65 var 5,3 % per år; elförbrukningen ökade något snabbare, 8,7 % per år.

EK gav för 1975 två prognoser: 181 TWh (variant 1, 145 TWh bränsle och 36 TWh el) respektive 189 TWh (variant 2, 157 TWh bränsle och 31 TWh el). Detta motsvarar för perioden 1965–1975 en årlig ökning av totala bruttoenergiförbrukningen med 4,6 respektive 5,1 %; ökningen av elkonsumtionen är 10,3 respektive 8,9 % per år.

Anm:
Den faktiska förbrukningen 1972, 158,7 TWh (132,2 TWh bränsle och 26,5 TWh el) överensstämmer rätt väl med EKs variant 1; variant 1 proportionerad till 1972 ger 157,8 TWh (130,5 TWh bränsle och 27,3 TWh el).

För 1985 angav EK prognoserna 239 TWh (variant 1, 161 TWh bränsle och 78 TWh el) respektive 254 TWh (variant 2, 192 TWh bränsle och 62 TWh el). Detta innebär en årlig ökning av totala bruttoenergiförbrukningen efter 1975 med 2,8 respektive 3,0 %; elkonsumtionen ökar 8,1 respektive 7,1 % per år.

Centrala Driftledningen (CDL) räknade i sin prognos 1970 för elkonsumtionens utveckling med att elkonsumtionen inom övrigsektorn skulle öka från 21,8 TWh år 1970 till 39,0 TWh år 1975 (ökning 12,3 % per år) och till 63,0 TWh år 1980 (ökning 10,1 % per år under tiden 1975–80). I 1972 års CDL-studie av Sveriges elförsörjning antogs att elförbrukningen inom övrigsektorn skulle nå upp till 92 TWh år 1985 och 113 TWh år 1990.

I förarbetet för den fysiska riksplaneringen gav Svenska Petroleum Institutet (SPI) en konsumtionsprognos för oljeförbrukningen i Sverige. Man räknade härvid med att den totala oljeförbrukningen skulle komma att öka med 4,8 % per år under tiden 1969 till 1980 och därefter fram till 2000 med 2,6–2,9 % per år. Detta skulle ge en total konsumtion av 50 miljoner m^3 år 1980 och 83–89 miljoner m^3 år 2000. Av detta utgörs 35 respektive 53 miljoner m^3 av eldningsoljor, som används delvis inom övrigsektorn. Någon vidare uppdelning på förbrukningen inom olika sektorer har ej redovisats men om samma proportionering mellan olika sektorer görs som i EK:s prognos blir oljekonsumtionen inom övrigsektorn 21 miljoner m^3 (210 TWh) år 1980.

För att få ett utgångsmaterial för diskussionen beträffande utvecklingen av energikonsumtionen inom övrigsektorn gjorde EPU i ett tidigt skede en beräkning, som närmast kan karakteriseras som en anpassad trendframskrivning. Med hänsyn till ökade energipriser förutsattes härvid att de nybyggda husen förses med bättre värmeisolering och att även andra möjligheter att begränsa energikonsumtionen tas till vara. Dessutom utgick man från att äldre hus i viss utsträckning tilläggsisoleras.

Mot denna bakgrund blir tidigare snabba ökning av den specifika energiförbrukningen för uppvärmning[1] inte längre bestående. Den speci-

[1] Se EK:s rapport rörande Sveriges energiförsörjning 1955–1985 (16), s 99 ff.

Tabell 6.32 Utgångsprognos för övrigsektorns förbrukning av el och bränsle, TWh.

	1972	1985	2000
bostäder	101,1	115,8	131,7
övriga lokaler	53,8	77,1	128,8
gatubelysning	0,8	1,6	3,2
fritidshus	2,4	5,8	11,5
jordbruksdrift	0,6	1,4	2,9
summa	158,7	ca 200	ca 280
härav			
bränsle	132,2	137	160
el	26,5	63	120

fika förbrukningen förutsattes öka 1,2 % per år under tiden 1972–1985 och 0,6 % per år 1985–2000.

Specifika hushållsförbrukningen av el, som länge ökat med 5 % per år beroende på kontinuerlig höjning av bostadsstandarden, förutsattes i fortsättningen öka med endast 3 % per år, beroende dels på ökade energipriser och dels på vissa mättnadstendenser i de svenska hushållen. Det förhållandet att hushållselen ökar snabbare än den totala konsumtionen innebär att energiförbrukningen för uppvärmning behöver öka endast obetydligt.

Även för övriga lokaler antogs ökande energipriser m m medföra "naturliga" begränsningar av förbrukningen genom t ex bättre isolering, högre verkningsgrad på belysningen och ökat tillvaratagande av förlustvärme. Den specifika förbrukningen förutsattes emellertid, bl a genom ökad användning av luftkonditionering fortsätta att öka, fast i lugnare takt, med 2,3 % per år mellan 1972–1985 och 2,6 % per år mellan åren 1985–2000.

För gatubelysning, fritidshus och jordbruk gjordes på grund av dessa sektorers marginella betydelse endast schablonmässiga antaganden om utvecklingen.

På basis av de gjorda antagandena uppställde EPU en utgångsprognos för bruttoförbrukningen, tabell 6.32.

6.4.5 *Tillgängliga prognoser för befolkning, bostadsbyggande etc*

6.4.5.1 Prognoser för befolkningsutvecklingen

Statistiska centralbyrån (SCB) gör sedan 1968 årligen befolkningsprognoser avseende hela rikets befolkning fram till år 2000. Prognoserna baseras på antaganden om fruktsamhet, dödlighet och immigration. I SCB:s prognos 1972 (39) antogs ett trendvärde på 20 000 årligen i nettoimmigration. Detta innebar en total befolkning 1985 på 8,7 miljoner och år 2000 9,3 miljoner. Denna prognos refererades i EPU:s lägesrapport och har legat till grund för det fortsatta arbetet.

Anm:

Med anledning av utvecklingen under 1971 och 1972 har SCB funnit skäl att revidera trendvärdet för den årliga nettoimmigrationen till 15 000. SCB redovisade 1973 en ny prognos för den totala befolkningen:

	1950	1972	1985	2000
folkmängd, miljoner	7,04	8,15	8,6	8,9

6.4.5.2 Prognoser för bostadsbeståndet

Någon officiell prognos för byggnadsbeståndets utveckling på lång sikt finns inte att läggas till grund för en beräkning av energiförbrukningen för uppvärmningsändamål. När det gäller bostadsbeståndets utveckling finns en del bedömningar, åtminstone på kort sikt, gjorda bl a av bostadsstyrelsen och av byggnadsindustrins organisationer. När det däremot gäller andra byggnader, t ex kontor, skolor, vårdlokaler, är underlaget för bedömningar även på kort sikt mycket bristfälligt.

För att kunna föra en meningsfull diskussion om uppvärmningsbehovet har EPU nödsakats göra vissa antaganden. Utredningen har därvid valt att arbeta med samma antaganden om byggandet som gjordes 1972 i en inom byggnadsindustrin pågående utredning för civilförsvarets räkning om bostads- och fastighetsbeståndet.[1] Enligt denna utredning räknar man med följande utveckling:

	1950	1972	1985	2000
totalt antal bostäder, 10^6	2,15	3,27	3,70	4,2
härav i småhus, 10^6	1,05	1,37	1,65	2,0
härav i flerfamiljshus, 10^6	1,10	1,90	2,05	2,2
rumsenheter/person	0,92	1,52	1,72	2,0

Nyproduktion av småhus beräknas till 0,59 miljoner 1972–1985 och 0,68 miljoner 1985–2000. Detta innebär att av småhusbeståndet 1985 har ca 35 % byggts 1972–1985. År 2000 har ca 64 % av beståndet byggts åren 1972–2000. Rivningarna – och i viss mån omvandlingen till fritidshus – som företrädesvis avser det äldsta småhusbeståndet, utgör med dessa antaganden 0,31 miljoner under perioden 1972–1985 och 0,33 miljoner under perioden 1985–2000.

Nyproduktion av lägenheter i flerfamiljshus har antagits vara lika stor som för småhus. Detta innebär att ca 29 % av lägenhetsbeståndet 1985 har byggts 1972–1985. År 2000 har ca 58 % av lägenheterna byggts efter 1972, dvs 42 % av lägenheterna i flerfamiljshus är byggda före 1972.

[1] Bostadsprognosen är densamma som angavs i EPU:s lägesrapport och korresponderar med den befolkningsprognos som SCB presenterade 1972. Den sänkning av befolkningsprognosen som SCB gjorde 1973 leder, eftersom bostadsprognosen inte ändrats, till ett något ökat antal rumsenheter per person, dvs en höjd utrymmesstandard.

Rivningarna – och i viss mån kontorisering – betyder en avgång av 0,44 miljoner lägenheter under perioden 1972–1985 och 0,53 miljoner lägenheter under perioden 1985–2000.

En tveksam punkt är fördelningen mellan småhus och flerfamiljshus. Man kan naturligtvis tänka sig en annan utveckling av bostadsbyggandet av småhus och lägenheter i flerfamiljshus och konsekvenserna från energisynpunkt av en annan fördelning kommer att belysas senare.

6.4.5.3 Prognoser för övriga lokaler

I begreppet övriga lokaler inräknas:

- 80 % av lokaler för handel, bank, försäkring och hantverk[1]
- 50 % av lokaler för samfärdsel, post och tele[1]
- samtliga lokaler för offentlig förvaltning
- samtliga skolor
- samtliga sjukhus samt lokaler för socialvård etc
- militära lokaler

Underlaget för bedömningar av utvecklingen av lokalbeståndet är mycket bristfälligt. I byggnadsindustrins utredning för civilförsvarets räkning har en antagen utveckling framräknats med ledning av statistiken över investerade medel. Vissa beräknade och erfarenhetsmässiga à-priser har därvid använts för att ur investeringarna räkna fram beståndet av lokaler (mätt i miljoner m^3 byggnadsvolym):

	1950	1965	1972	1985	2000
handel, bank försäkring	96	132	144	168	192
samfärdsel, post tele	25	35	37	42	50
offentlig förvaltning	20	30	35	40	50
skolor	35	45	55	60	70
sjukhus, socialvård	55	75	85	90	105
militära lokaler	20	20	20	20	20
totalt	251	337	376	420	487

Anm:

Våren 1974 gjordes en mer genomgripande inventering av lokalbeståndet. Denna inventering visade god överensstämmelse med tidigare antaganden från 1972. Volymen av militära anläggningar som uppskattas till 20 milj m^3 fanns emellertid inte med i den tidigare utredningen. Den nya inventeringen visade en lokalvolym på 373 ± 7 milj m^3 (inkl militära lokaler) i december 1973. Den tidigare uppskattningen från 1972 kan, om militära lokaler tilläggs, därför behållas.

[1] Eftersom utredningen avser energiförbrukningen har endast uppvärmda lokaler medtagits. Ej uppvärmda förråd, lager, etc ingår alltså inte.

6.4.6 *Alternativa prognoser för övrigsektorn*

Med utgångspunkt i det utredningsmaterial som framtagits och som i huvudsak belyser möjligheterna att i större eller mindre utsträckning minska energikonsumtionen inom övrigsektorn kan alternativa prognoser nu uppställas och analyseras. Två alternativa konsumtionsprognoser, en högre och en lägre, och för vardera av dessa konsumtionsivåer två alternativ för hur konsumtionen skall täckas har utformats utifrån de förutsättningar som anges i avsnitt 5.3.

Högre energipris i framtiden kommer otvetydigt att leda till att energikonsumtionen för uppvärmningsändamål kommer att bli lägre än vad den skulle blivit om tidigare låga energipriser blivit bestående. En sådan förväntad spontan utveckling mot bättre värmeisolering, ökad användning av värmeåtervinning, bättre regleringsmetoder och kanske också viss reduktion av inomhustemperaturen kan läggas till grund för en konsumtionsprognos. Det finns, såsom visats i de utförda specialutredningarna, goda möjligheter att begränsa energikonsumtionen ännu mer genom ytterligare och mera djupgående åtgärder och framför allt genom ett snabbare förverkligande av dessa åtgärder. En sådan utveckling kräver emellertid, eftersom alla erforderliga åtgärder inte längre är ekonomiskt motiverade ens vid ett förhållandevis högt energipris, att direkt styrande åtgärder vidtas. En sådan, hårdare begränsad utveckling, kan läggas till grund för en alternativ lägre konsumtionsprognos.

6.4.6.1 Faktorer som påverkar utvecklingen

Utrymmesstandard

Avvecklingen av trångboddheten kräver byggande av större bostäder. Å andra sidan finns en tendens till ökning av antalet små hushåll, vilket kommer att öka efterfrågan på små bostäder.

Det genomsnittliga antalet rumsenheter per lägenhet är i dag 3,8, fördelat på 3,2 för flerfamiljshus och 4,5 för småhus. Antalet rumsenheter per person är 1,52. Enligt den utredning som byggnadsindustrin gjort för civilförsvarets räkning (se s. 145) kommer antalet rumsenheter per person att öka till 1,72 år 1985 och till 2,0 år 2000.

EPU har funnit att förhållandena på energiområdet under normala betingelser blir inte och bör inte bli styrande för utvecklingen på bostadsmarknaden. Den successiva höjningen av utrymmesstandarden i bostäderna kan därför väntas fortsätta, och utredningen har valt att basera energiprognoserna på den av byggnadsindustrin angivna prognosen för byggandet.

Vid ökad utrymmesstandard ökar energiförbrukningen för ventilation proportionellt mot antalet m^2 lägenhetsyta (egentligen lägenhetsvolymen), transmissionsförlusterna ökar proportionellt mot m^2 ytterytor och varmvattenförbrukningen påverkas inte. Energiförbrukningen för uppvärmning fördelas i stort sett med vardera en tredjedel på transmission, ventilation och varmvatten. Detta medför att om utrymmesstandarden

ökar med 10 % så ökar värmeförbrukningen med 6 %.

Med de i underlagsprognosen beträffande bostadsutvecklingen angivna siffrorna få följande ökningar av energiförbrukningen till följd av förväntad ökning av utrymmesstandarden:

		Ökning av energikonsumtionen		Ökning av energikonsumtionen	
	1972	% per år	1985	% per år	2000
rumsenheter/person	1,52	0,6	1,72	0,6	2,0

Bostädernas vvs-standard

När det gäller bostädernas utrustning för uppvärmning och hygien så har man enligt boendeutredningen ((40) tabell 1.5) haft följande utveckling:

År	1 000-tal lägenheter	Därav i % tillhörande kvalitetsgrupp				
		1–2	3	4–6	7	okänd
1960	2 675	51	12	24	10	1
1965	2 875	65	11	17	6	1
1970	3 181	77	10	9	3	1

Kvalitetsgrupperna är därvid definierade på följande sätt:

1: lägenheter med vatten, avlopp, centralvärme, wc och bad- eller duschrum, byggda efter år 1955
2: lägenheter med vatten, avlopp, centralvärme, wc och bad- eller duschrum, byggda år 1955 eller tidigare
3: lägenheter med vatten, avlopp, centralvärme och wc
4–6: lägenheter med vatten, avlopp och i vissa fall centralvärme eller wc
7: lägenheter utan vatten och/eller avlopp

Standardutvecklingen framgår speciellt av följande jämförelse:

	1960	1970
andel lägenheter med centralvärme	74 %	91 %
andel lägenheter med bad- eller duschrum	54 %	78 %

Boende- och bostadsfinansieringsutredningarna anger i betänkandet Solidarisk bostadspolitik (41) att

"bristerna i det omoderna och halvmoderna lägenhetsbeståndet måste undanröjas genom rivning eller ombyggnad. Ansträngningarna bör inriktas på att klara denna uppgift inom en tioårsperiod."

Energiprognosutredningen har i sina beräkningar av det framtida energibehovet räknat med att samtliga bostäder år 1985 uppfyller kraven på modernitet. Detta orsakar naturligtvis en viss ökning av energikonsum-

tionen. Någon explicit siffra för ökningen kan emellertid inte anges eftersom standardförbättringen till stor del uppnås genom rivningar av äldre bostadsbestånd och nybyggnader av välisolerade, rationella enheter.

Belysning och elapparater

Höjningen av belysningsstandarden på arbetsplatserna det senaste årtiondet har fört med sig en höjning av belysningsnivån även i våra bostäder. I bostäderna har dock höjningen varit väsentligt lägre än på arbetsplatserna. Svårare synuppgifter, högre krav på arbetsprestation och säkerhet m m har motiverat en kraftig ökning av belysningsstyrkan i arbetslokalerna medan synuppgifterna i hemmet ej förändrats i motsvarande grad.

EPU räknar med att belysningsnivån i kök, arbetsrum och vissa ekonomiutrymmen där kvalificerade arbeten utförs kommer att fortsätta att öka samtidigt som belysningen utförs mer flexibel. Även i andra delar av bostaden får man räkna med en viss men mera begränsad ökning av belysningsnivån. Den kvantitativa ökningen av belysningsnivån inomhus beräknas medföra en 10 %-ig ökning av energiuttaget – per m^2 bostadsyta – fram till år 1985 och 10 % ytterligare ökning fram till år 2000. Alternativt begränsas ökningen till 5 % för vardera perioden.

För utomhusbelysningen, som f n svarar för 10–12 % av bostädernas belysningsenergi kan betydligt större ökning förväntas. Belysning av trädgårdar, promenadvägar m m kommer förmodligen att öka energiuttaget för ytterbelysningen till det dubbla år 1985 med ytterligare fördubbling fram till år 2000. Alternativt kan ökningen bli något mindre, ca 60 respektive 30 %.

Det ökade energiuttaget för ytterbelysning förorsakas mera av en ökning av utnyttjningstiden än en ökning av effekten. En övergång till mer låghusbebyggelse även för hyreshus medför ett större behov av belysning för entréer, gångvägar, parkeringsplatser m m. En ökning av säkerhetsbelysning kan också väntas.

När det gäller hushållsapparater räknar EPU med att täckningsgraden ökar. Följande antagande har gjorts:

	Hushållstäckningsgrad i Sverige, %		
	1969	1985	2000
kylskåp	93	100	100
frysskåp/box	45	80	100
spis (el eller gas)	92	100	100
diskmaskin	5	30	60
tvättmaskin	38[1]	74	100
dammsugare	89	115	140

[1] Avser innehav av maskin.

Man får sannolikt också räkna med en viss ökning av apparaternas storlek, särskilt när det gäller kyl och frys.

Bastu är idag en åtrådd bekvämlighet för småhusägare och installeras inte sällan även i gemensamhetsutrymmen i flerfamiljshus. EPU räknar med en ökad installation av bastuaggregat.

EPU observerar även användningen av elektriska motor- och kupévärmare. 1973 uppskattas antalet installerade motorvärmare till 1,0 miljon och antalet kupévärmare till 0,2 miljoner. Energibehovet anges för norrlandsklimat där de flesta värmare finns till 400 kWh per år resp 600 kWh per år. Nuvarande totala elförbrukning, ca 500 GWh per år, redovisas huvudsakligen som en del av hushållsförbrukningen av el eller som en del av fastigheternas allmänna förbrukning av el.

EPU förutsätter i den högre prognosvarianten en ökad användning av motor- och kupévärmare enligt följande:

	Antal motor-värmare	Antal kupé-värmare	Energiför-brukning TWh/år
1973	1 000 000	200 000	0,5
1985	1 500 000	500 000	0,9
2000	2 000 000	700 000	1,2

I den lägre prognosvarianten har endast en obetydlig ökning av antalet motor- och kupévärmare förutsatts. Dessutom har ökad användning av automatisk in- och urkoppling av värmarna förutsatts, vilket innebär att någon ökning av energiuttaget utöver 1973 års nivå inte behöver ske.

Detta leder sammantaget till en fortsatt ökning av elkonsumtionen i våra bostäder. Två alternativ för utvecklingen av den specifika hushållsförbrukningen av el, kWh per hushåll och år, har uppställts, tabell 6.33.

Värmeisolering

För nya hus kan man genom att vid dimensioneringen välja en högre isoleringsstandard än den som förekommer idag få lägre transmissionsför-

Tabell 6.33 Hushållens specifika elförbrukning, kWh per hushåll och år

	1972	ökn % per år	1985	ökn % per år	2000
Högre alternativ:					
småhus	3 460	4	5 800	3	9 000
lägenheter i flerfamiljshus	2 860	4	4 800	3	7 500
Lägre alternativ:					
småhus	3 460	3	5 000	3	7 800
lägenheter i flerfamiljshus	2 860	3	4 200	3	6 500

luster genom omslutande ytor. I ett beräkningsexempel, se bilaga 6, har verkan av och kostnaderna för fem olika nivåer av förstärkt värmeisolering hos nybyggnationen av bostäder under ett år bestämts.

De totala transmissionsförlusterna, 878 GWh/år i ett års nyproduktion vid dagens isoleringsstandard, minskar:

- vid en isoleringsstandard som innebär t ex att man i vindsbjälklaget har 200 mm mineralull (jämfört med dagens 150 mm), med 202 GWh/år (23 %); merinvestering 88 miljoner kronor
- vid en isoleringsstandard som innebär t ex 250 mm mineralull i vindsbjälklaget, med 335 GWh/år (38 %); merinvestering 190 miljoner kronor
- vid en isoleringsstandard som innebär t ex 350 mm mineralull i vindsbjälklaget, med 458 GWh/år (52 %); merinvestering 370 miljoner kronor
- vid en isoleringsstandard som innebär t ex 550 mm mineralull i vindsbjälklaget, med 595 GWh/år (68 %); merinvestering 750 miljoner kronor.

Det angivna exemplet illustreras i figur 6.6.

För det befintliga bostadsbeståndet har på motsvarande sätt effekten av och kostnaderna för olika grad av tilläggsisolering beräknats. De totala transmissionsförlusterna, 21,2 TWh/år vid nuvarande utförande, kan genom tilläggsisolering med t ex ca 50 mm mineralull (obs genomsnittligt värde varierar mellan olika byggnadsdelar) minskas med 1,2 TWh/år (5,7 %); investeringskostnaden för denna begränsade tilläggsisolering uppgår till ca 630 miljoner kronor. Genom tilläggsisolering med genomsnittligt ca 400 mm mineralull sparas 17,1 TWh/år (81 %); investeringskostnaden blir därvid ca 24 miljarder kronor.

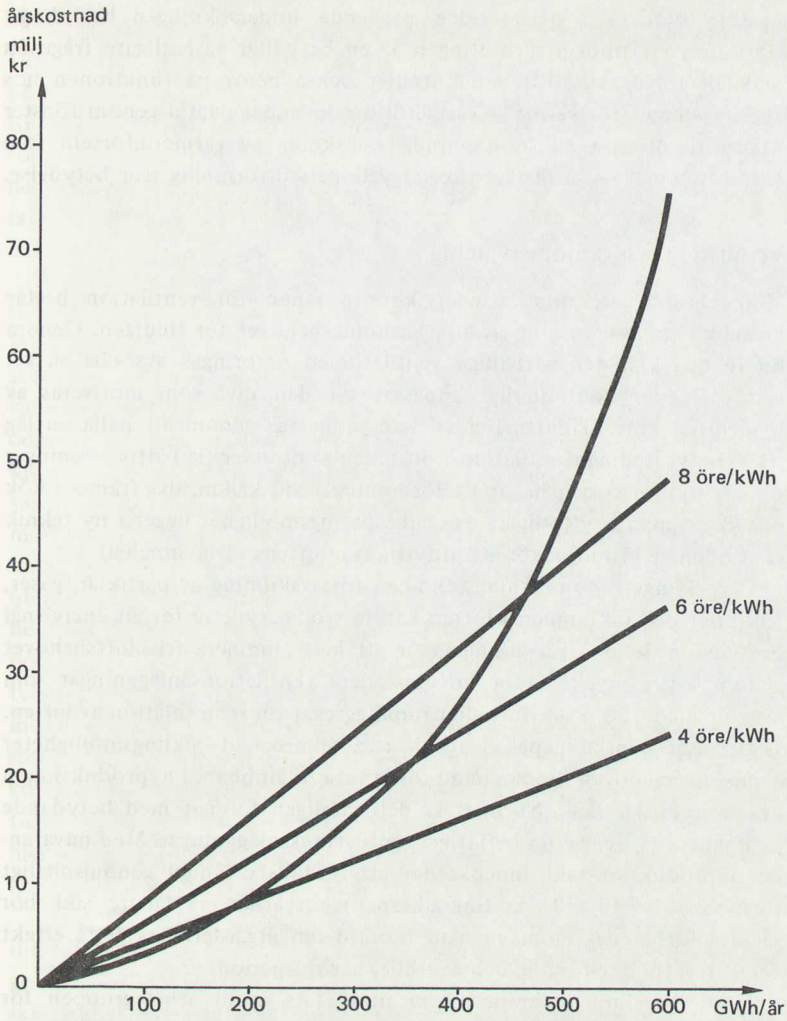
Fönster

En övergång till treglasfönster ger i jämförelse med motsvarande tvåglaskonstruktioner en energivinst som uppgår till mellan 1–2 MWh/bostad och år. Den lägre siffran gäller för en normallägenhet i flerfamiljshus och den högre siffran för ett enfamiljshus.

Ett beräkningsexempel[1] ger vid handen att om alla befintliga småhus försågs med ett tredje glas skulle energikonsumtionen minska med 2,7 TWh/år. Kostnaderna för åtgärden blir i hög grad beroende av hur den vidtas. Om det tredje glaset sätts in successivt, i alla nybyggnader och i befintliga hus när nya fönster installeras i samband med genomgripande ombyggnader så att endast marginella merkostnader uppstår, så kan investeringen uppskattas till drygt 1 miljard kronor. Om ett organiserat utbyte av i och för sig funktionsdugliga fönster skulle ske på kort tid så blir kostnaderna avsevärt högre, i vissa fall tiofaldiga.

I samband med diskussioner om värmeisolering framhålls ofta att

[1] Professor Bo Adamsson i föredraget Byggnadsuppvärmning vid energiknapphet vid Svenska Elverksföreningens årsmöte 1974.



Figur 6.6 Årskostnad för tilläggsisolering i ett års nyproduktion och värdet av motsvarande energibesparing vid olika energipris.

fönster har en betydligt sämre värmeisolering än omgivande väggytor och att byggnader med mindre andel fönsterytor därför kräver mindre energi för uppvärmning. Genom sin skenbara självklarhet accepteras sådana uttalanden ofta okritiskt. För en fullständig bedömning av frågan fordras emellertid att man även tar hänsyn till den större tillförseln av värme genom solinstrålning som sker genom fönsterytorna. Vid institutionen för byggnadskonstruktionslära vid Lunds tekniska högskola pågår med anslag från statens råd för byggnadsforskning ett studium av energitransporter genom glaspartier. Hittills utförda beräkningar har visat att två- och treglasfönster åt söder har ett negativt k-värde, dvs mer solvärme tillförs rummet än som sedan leds bort genom fönstret. Österfönster med treglasfönster ger ungefär samma effektiva k-värde som en vägg. Norrfönster ger högre k-värde.

EPU som tagit del av den pågående undersökningen har dragit slutsatsen att fönsterorienteringen är en betydligt väsentligare fråga än andelen fönsteryta. Eftersom utfallet också beror på funktionen hos reglersystemet för värme – värmetillförseln under dagtid genom fönster måste resultera i en motsvarande minskning av värmetillförseln från värmesystemet – så får även reglersystemets utformning stor betydelse.

Ventilation och värmeåtervinning

Möjligheterna att minska energikonsumtionen för ventilation består primärt i en begränsning av uppvärmningsbehovet för tilluften. Genom tätare hus kan den ofrivilliga ventilationen nerbringas avsevärt så att tilluftmängder kontinuerligt anpassas till den nivå som motiveras av hygieniska krav. Tilluftmängden kan reduceras genom att hålla en låg (fläkt) styrd allmänventilation i bostaden samt utveckla bättre lösningar för att uppfånga och behandla föroreningar vid källan, dvs främst i kök och badrum. En ytterligare energibesparingsmöjlighet ligger i ny teknik eller billigare lösningar för att utnyttja frånluftens värmeinnehåll.

Utvecklingen inom reningstekniken för avskiljning av partiklar, gaser, bakterier och luktämnen i luften kan få stor betydelse för en energisnål bostadsventilation. En möjlighet är att helt eliminera friskluftsbehovet genom att i mycket täta hus installera ventilationsanläggningar som arbetar med 100 % återluft eller rumsaggregat för recirkulation av luften.

Det bör kanske påpekas att de nya tekniska utvecklingsmöjligheter som skisserats ovan i första hand torde vara tillämpbara i nyproduktionen av ekonomiska skäl. Normalt är det nämligen förenat med betydande kostnader att bygga om befintliga ventilationsanläggningar. Med nuvarande nyproduktionstakt innebär det att bostadsbeståndet genomsnittligt förnyas vart 40–50 år. Energibesparingsåtgärder på längre sikt bör således förberedas inom en nära framtid om åtgärderna skall få effekt totalt sett inom en rimlig och överblickbar tidsperiod.

I ett beräkningsexempel, som utarbetats inom arbetsgruppen för ventilation (jämför bilaga 6), har möjligheterna att minska energikonsumtionen i övriga lokaler genom användning av ventilationsvärmeväxlare behandlats. Om man förutsätter att 10 % av befintligt (1972) lokalbestånd och 50 % av nyproduktionen förses med värmeväxlare fram till år 1985 så skulle då en energibesparing med 2,9 TWh per år uppnås. Kostnaderna för den erforderliga installationen kan om den förutsätts avse endast en komplettering av redan av andra skäl befintliga (eller beslutade) tvåkanalsystem, beräknas uppgå till storleksordningen 100 miljoner kronor.

Exemplet visar att insatser beträffande värmeåtervinning ur byggnaders ventilationsluft bör koncentreras till lokalsektorn, där behovet av luftomsättning (friskluftförsel) under alla förhållanden är relativt starkt under större delen av dygnet. En fullständigt genomförd värmeåtervinningsteknik för ventilationssystem för lokaler skulle år 2000 kunna ge en betydande minskning av energikonsumtionen.

Eftersom en sådan fullständig övergång till värmeåtervinning kräver tvåkanalsystem i alla lokaler blir kostnaderna emellertid höga.

Innetemperaturen

Det är sannolikt att en bättre temperaturreglering ger en lägre innetemperatur särskilt i flerfamiljshusen, där tendenser till övertemperaturer har förmärkts sedan åtskilliga år tillbaka. Indicier på denna övertemperatur är för övrigt de höga förbrukningssiffror som är vanliga och de observationer av vädringsvanor i flerfamiljshus som gjorts. En stor del av den rationalisering som en förbättring av temperaturregleringen innebär torde ingå i den "naturliga" tekniska utvecklingen.

Vad som däremot kan diskuteras är en i så hög grad förbättrad temperaturreglering att människans fysiologiska krav på en varierande innetemperatur i enlighet med aktivitetsnivå och beklädnad kan tillfredsställas. Med idag vanlig inomhusklädsel (kjol och blus, skjorta och byxor) varierar det normala temperaturbehovet (globtemperatur) mellan ca 16 och 28° beroende på sysselsättning. Kravet på 28° uppstår då en lätt klädd människa vill vila en längre stund i sittande eller liggande ställning. En rejäl yllekofta sänker behovet till 23 à 25° – underkroppen har ofta mer värmeisolerande klädsel än överkroppen, varför motsvarande påklädning inte behövs. Nuvarande höga innetemperatur behövs alltså nästan uteslutande vid vila, medan den är till nackdel vid arbete eller lek i hemmet. Vanligt hushållsarbete i köket kräver 21 à 23° vid lätt beklädnad, men hushållsarbete brukar medföra användning av spis, tvättmaskin, torkskåp, diskmaskin, strykjärn e d, som höjer temperaturen med någon eller några grader, varför bastemperaturen i hemmen under större delen av all tid skulle kunna ligga under 20° under förutsättning att komfortabel temperatur, dvs 23–25° kan åstadkommas snabbt under de tider och i de utrymmen när och då familjemedlemmar önskar vila eller har stillasittande sysselsättning. Det kan nog förutsättas att en extra kofta inte då betraktas som ett oacceptabelt villkor för komfort.

Om en blygsammare besparingseffekt eftersträvas – säg en sänkning av innetemperaturen från 23 till 21° – borde den kunna uppnås med generellt verkande medel av olika slag. Ett 50 %-igt genomslag till år 1985 skulle innebära en besparing av 4 TWh. Om en kraftigare besparingseffekt eftersträvas är det troligt att snabbreglerande system för temporär höjning av rumstemperaturen exempelvis i vardagsrum och vissa andra rum måste kunna ordnas. En så väsentligt lägre rumstemperatur som 18 à 19° accepteras säkert inte utan vidare.

Vid all diskussion om innetemperatur måste observeras att vissa grupper, t ex åldringar och invalider, har ett verkligt behov av högre temperatur. Om eventuella generella temperatursänkande åtgärder vidtas måste undantag göras för dessa grupper.

Drift och underhåll

För att hålla energiförbrukningen på så låg nivå som möjligt fordras för en byggnad att värme- och ventilationsanläggningen är rätt inreglerad och rätt skött.

Bränsleförbrukningen kan genom inreglering av värmesystemet mins-

kas betydligt; fall där så stora minskningar som 10 % erhållits är inte ovanliga (se bilaga 6).

Många vvs-anläggningar körs idag oekonomiskt och "energislösande", ofta helt enkelt beroende på att maskinisten inte känner till hur den aktuella anläggningen är avsedd att fungera. Den moderna tekniken har blivit allt mer komplicerad och svår för en icke specialist att handskas med. Det är därför möjligt att minska energiförbrukningen genom förbättrad utbildning för maskinister och fastighetsskötare och än viktigare genom att en skriftlig drifts- och skötselinstruktion upprättas för varje vvs-anläggning. I Svensk Byggnorm, SBN 67, krävs en sådan för alla ventilationsanläggningar men det skulle behövas även för värmeanläggningar.

Kollektivmätning eller individuell mätning

Energi, i form av värme, varmvatten och el, kan mätas och debiteras individuellt för varje förbrukare (bostad) eller kollektivt, t ex för samtliga hyresgäster i ett flerfamiljshus. För friliggande småhus har individuell mätning varit (och är) det normala även om på senare tid kollektivmätning i några fall införts för grupper av hus. I flerfamiljshus har värme och varmvatten normalt debiterats kollektivt, medan elförbrukningen inom lägenhetens väggar debiterats individuellt (allmän elförbrukning i trappor, för hissar etc har däremot debiterats kollektivt). Under 1950- och 1960-talen infördes individuell mätning av värme och varmvatten i ca 200 000 lägenheter men i ca hälften av dessa har man nu övergivit denna mätning och återgått till kollektivmätning. När det gäller el har, efter önskemål från bl a byggnadsindustrin och bostadsförvaltarna, en viss övergång skett, speciellt i slutet av 1960-talet, till kollektivmätning i hyreshus. 1972 fanns, enligt Svenska Elverksföreningens statistik, 2 650 kollektivleveranser av el omfattande ca 97 500 slutliga förbrukare (bostadslägenheter).

Motiven för kollektiv mätning är väsentliga besparingar för installationerna och minskade avläsnings- och debiteringskostnader. Man får naturligtvis räkna med att det vid kollektivmätning, då konsumenten inte direkt debiteras för den energi han själv konsumerar, uppstår en minskad benägenhet att spara på energi. Debatten om detta senare har, särskilt under senaste tid, blivit mycket omfattande. En allvarlig nackdel med den kollektiva mätningen är också att man inte kan införa registrering av den enskilda förbrukningen, t ex vid ransonering i en bristsituation.

EPU har funnit att några klara, entydiga resultat om merförbrukningen vid kollektivmätning inte finns, jämför bilaga 7. När det gäller värme kan man egentligen inte slösa på annat sätt än genom ovarsam vädring. Även om merförbrukningen i det enskilda fallet kan vara betydande – särskilt vid olämpligt utformade och dåligt injusterade reglersystem – så blir den genomsnittliga merförbrukningen kanske inte så stor. Med moderna och noggrant injusterade reglersystem, då övertemperaturer som behöver vädras bort inte förekommer, så minskar merförbrukningen vid kollektivmätning. När det gäller varmvatten föreligger bestämt en inte oansenlig

merförbrukning; exempel på en nära fördubbling av varmvattenförbrukningen finns men också uppmätta fall där merförbrukningen varit mindre, ca 25 %. När det slutligen gäller el så är återigen möjligheterna att slösa begränsade, och uppgifterna om beräknad merförbrukning varierar från + 30 % till ingen alls (42).

Det kan i vissa fall resas principiella invändningar mot införandet av individuell mätning. Detta är t ex fallet med värmemätning i de fall där värmetransmission sker mellan olika, mätta objekt, t ex mellan lägenheterna i ett flerfamiljshus, och möjligheter till värmestöld därför föreligger.

EPU hänvisar för en närmare diskussion av dessa frågor till det arbete som gjorts i den speciellt tillsatta arbetsgruppen för kollektivmätning, bilaga 7. EPU har själv ur det tillgängliga materialet dragit slutsatsen att man i praktiken, när man tar hänsyn till de tekniska svårigheter som föreligger, inte kan göra så stor energibesparing genom att påbjuda en obligatorisk övergång till individuell mätning. Detta bekräftas också av de beräkningar som gjorts inom IVA:s kommitté för studier av effektivare energianvändning inom samhället (4). Skillnaden i energiförbrukning 1985 mellan ett fall med rationell användning av kollektivmätning och ett fall där kollektivmätning inte förekommer är inte större än 1–2 TWh/år inom värmesektorn och 0,5–1 TWh/år för elförbrukningen i hushållen. Trots det begränsade resultatet vill EPU emellertid, av principiella skäl, föreslå att möjligheterna till individuell mätning tillvaratas där så kan ske utan väsentliga olägenheter.

Solenergi för byggnadsuppvärmning

Solenergikraftverk är ännu på experimentstadiet (jämför kapitel 7). Däremot är direkt användning av solenergi för uppvärmning redan en realitet. Solinstrålningen ger alltid, även på våra breddgrader ett bidrag till husens värmebalans och försök pågår att med olika medel öka detta bidrag. Projekt finns där man hoppas kunna täcka hela värmebehovet med instrålande solenergi (43).

En anläggning för uppvärmning med solenergi består väsentligen av en solfångare. I denna absorberas och transporteras sedan energi till en reservoar för värmelagring via något värmetransportmedium som vatten eller luft.

Ett fönster orienterat mot söder är en solfångare med hög verkningsgrad. Solinstrålning genom fönster kan och bör därför utnyttjas för att skapa värmebalans i byggnader. Detta förutsätter dock god byggnadsplanering, temperaturreglering i varje rum samt en lämplig avvägning av byggnadsdelarnas värmemotstånd och kapacitet. Fönstrets värmebalans kan ytterligare förbättras om man använder isolerande luckor under dygnets mörka timmar. Skydd över södervända fönster hindrar den höga sommarsolen att ge överhettning. Intensifierat studium av det termiska samspelet mellan fönster och byggnaden med dess installationer – där både byggnadens och installationernas olika delar utgör komponenter i samma dynamiska, termiska system bör på sikt ge stora vinster i form av

bättre inomhusmiljö och lägre energikostnader.

Plana solfångare byggs i princip som en skyddande, isolerad låda med utvändig glasning av 1–3 glas som släpper igenom solstrålningen. Denna fångas upp av en absorbator. Solfångare kan också byggas koncentrerande, t ex med paraboliska speglar. Värmelagring kan ske med hjälp av isolerade vattentankar eller av annat material med hög värmekapacitet, t ex sten.

Med hänsyn till bl a att en stor del av strålningen vintertid i Sverige sker i form av diffus strålning är koncentrerade solfångare inte lämpliga. Därmed måste systemen här bli väsentligt annorlunda än t ex i Sahara och Arizona. Temperaturkraven för byggnaders uppvärmning är emellertid måttliga. Därför bör man kunna uppfylla kraven bäst med relativt enkla och billiga plana solfångare som fungerar även mulna dagar. Solfångarna bör orienteras mot söder och placeras (nära nog) vertikalt. En rad praktiska fördelar uppkommer om plana solfångare ersätter eller integreras med konventionella konstruktionselement som ytterväggar. Solfångarna behöver inte bli något påfallande inslag i stadsbildens arkitektur.

Långtidslagringen av solenergi är ett särskilt väsentligt problem för Sveriges del. Det är ännu inte löst. Däremot kan man redan nu med känd teknik och kända material göra en korttidslagring av solenergi i separata system för varje enskilt hus. Vi måste dock f n räkna med att använda ersättningsenergi ända upp till 100 % under solfattiga perioder. Lämpligaste formen synes vara nattström för inmatning i värmereservoar, eftersom el ändå behövs för belysning, elapparater etc. Man kan naturligtvis även tänka sig uppladdning med energi från vindgeneratorer.

Genom en successiv utveckling av byggnadstekniken kan en alltmer ökande andel av värmebehovet tillgodoses med solenergi. Det krävs dock ett långsiktigt utvecklingsarbete och en omfattande försöksverksamhet. Kostnadsaspekterna torde bli sådana att man endast i undantagsfall förverkligar "nollenergihus", dvs byggnader där solenergin ensam är tillräcklig, men fram mot seklets slut kan man säkert räkna med en på detta sätt åstadkommen påtaglig sänkning av den specifika energikonsumtionen i nybyggda hus. Redan en smula större uppmärksamhet på solenergins betydelse för husens värmebalans från arkitekt-, byggnads- och installationsteknikersidan kan ge märkbara reduktioner av energibehovet för uppvärmning.

Det framhålls ibland att man genom en tidsomställning (införandet av sommartid) skulle kunna utnyttja solljuset bättre och därmed minska energiförbrukningen för belysning. Överslagsberäkningar beträffande detta har nyligen presenterats i en utredning för Nordiska rådets räkning (44). Eftersom solinstrålningen emellertid har en väsentligt större inverkan på byggnadernas värmebalans är det dock än viktigare att dessa förhållanden vid en eventuell tidsomställning analyseras, något som hittills inte tycks ha uppmärksammats i tillräcklig omfattning.

Med hänsyn till byggnadernas värmetröghet kan man i stort sett bortse från eventuella skillnader i transmissionsförluster. Däremot får man direkt påvisbara skillnader i energiförbrukningen för ventilation, särskilt

om man har schemastyrd ventilation. Eftersom uteluften har sin maximala temperatur vid 14-tiden (och ej maximum kl 12 som solljuset) så innebär sommartid att energiförbrukningen för ventilation minskar om energin används för kylning men ökar om energin används för uppvärmning. Dessa frågor har belysts i en undersökning vid KTH, Institutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik (45).

I vårt klimat med förhållandevis litet kylbehov kan sommartid under sommarmånaderna ge en mycket obetydlig energibesparing. När värmebehov föreligger ger sommartid en väsentlig merförbrukning av energi och sommartid under vintermånaderna är därför inte ett medel att minska energiförbrukningen, särskilt inte om man också tar hänsyn till att även belysningsenergin ingår i byggnadernas energibalans och att en minskning av inomhusbelysningen måste kompenseras med ökad tillförsel av värme från värmesystemet.

Värmepump

Värmepumpen är till funktionen identisk med en kylanläggning. I båda fallen "pumpar" man värme från en låg temperatur till en högre. Vid värmepumpsdrift, t ex för uppvärmning av bostäder, pumpas värme från ett kallare medium (uteluft, vattendrag etc) till det varmare inomhusklimatet. Vid kyldrift, vilket kan bli aktuellt i bostäder varma sommardagar, pumpas värme från bostäderna som därigenom hålls svala, ut till omgivningen.

Bland värmepumpar för husuppvärmning är uteluft och/eller frånluft praktiskt taget allenarådande som värmekälla. Detta beror på att det är besvärligt att göra sjövatten tillgängligt över större områden. Även på något tiotal meters djup är temperaturen på vintern i svenska vatten obetydligt över noll, vilket medför behov av stora flöden och dessutom frysrisk i förångaren. Att använda vattenledningsvatten, som även det håller ett par graders temperatur på vintern, är uteslutet av ekonomiska skäl. Tillgången på grundvattenflöden är begränsade. Markvärme som värmekälla tycks ha gett upphov till alltför dyra lösningar där de prövats. Energiflödet är av storleksordningen 2 kW per 1 000 m^2, dvs en ordinär villatomt räcker ej för att försörja ett normalt hus. I och för sig kan man frysa ned hela tomten, men det är säkerligen inte acceptabelt av andra skäl. Solvärme har inte prövats.

Värmepumpen för uppvärmning av småhus har i huvudsak utvecklats i Förenta Staterna, där den blivit ekonomisk genom kombinationen med luftkonditionering (kylning) under sommaren. I stora delar av Förenta Staterna – och Sydeuropa – är kylning nära nog nödvändig på sommaren. Åtminstone vad gäller bostadshus är detta inte fallet i Skandinavien. I kontorshus och varuhus ställer däremot den stora effektavgivningen från främst belysningen i kombination med den låga värmekapaciteten i byggnaden ofta krav på kylning. De fåtal försök med värmepump för uppvärmning som gjorts i Sverige är därför koncentrerade till sådana objekt.[1]

[1] Värmepump används bl a i några av KF:s varuhus och kontorshus.

Värmepumpen har den stora nackdelen att den ger sämst effekt när man bäst behöver den, dvs när det blir kallt. Det är orimligt att dimensionera den och det matande elnätet för de värsta köldknäpparna och därför fordras någon form av tillsatsvärme. Eftersom värmepumpens kompressor vanligen drivs av en elmotor ligger det nära till hands att utnyttja elvärme som tillsats. De kraftiga effekttoppar som uppstår i elnätet om man därvid utnyttjar direktverkande elvärme gör en sådan lösning dyr och försök pågår därför med ackumulerande elvärme. En annan möjlighet är att generera tillsatsvärme med t ex en gasolbrännare.

Värmepumpen kommer med säkerhet att bli aktuell i framtidens värmesystem, i första hand då för lokaler men så småningom också för bostäder. Det fordras emellertid ett tekniskt utvecklingsarbete och även drifterfarenheter för att den skall kunna anpassas till de i Sverige rådande klimatförhållandena. Sådant arbete pågår men någon utbredd användning av värmepump hinner inte komma till stånd till 1985.

6.4.6.2 Kostnader för energibesparing – ett optimeringsproblem

Åtgärder med syfte att spara energi måste i en marknadsekonomi betinga en årskostnad som är i stort sett densamma som kostnaden för den energi som inbesparas. En lägre kostnad skulle indikera otillräckliga värmebesparingsåtgärder. Högre kostnader kan i och för sig accepteras eller t o m vara berättigade beroende på en hel del sekundära energikostnader som samhället tar på sig i form av negativa miljöeffekter när det gäller normal energiproduktion. En energibesparing eliminerar även dessa negativa effekter samt har för övrigt även hygieniska fördelar, t ex i form av ett bättre inomhusklimat, vilket gör att det betalbara priset bör kunna öka, kanske i avsevärd grad.

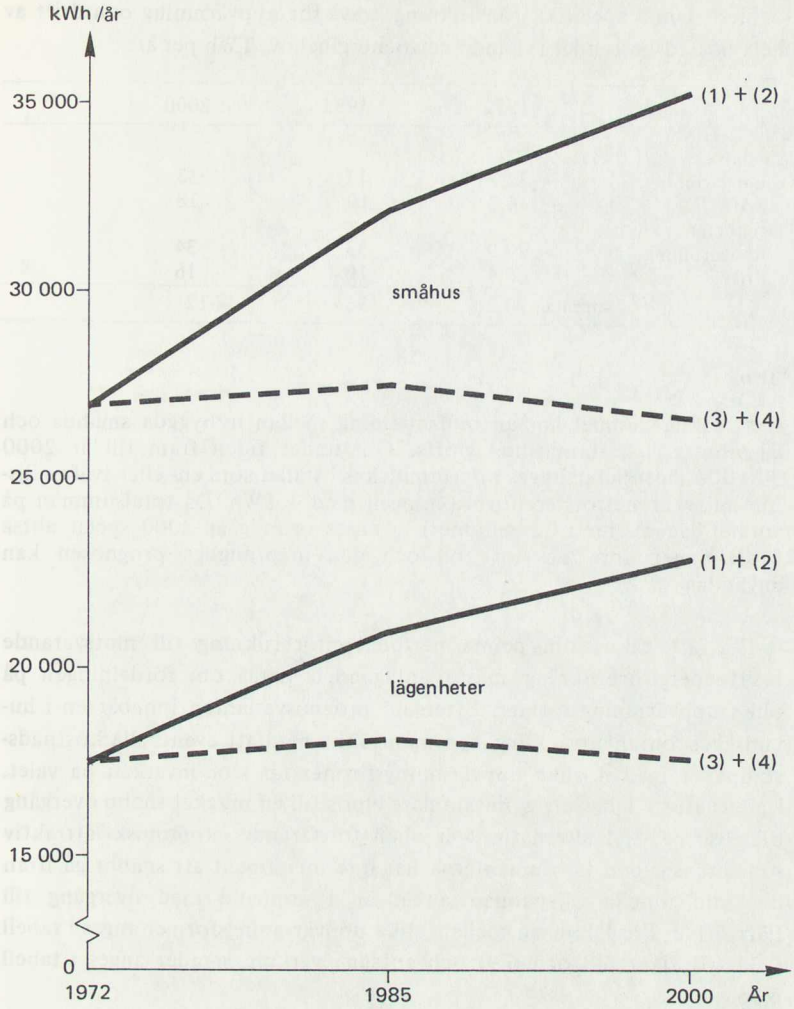
En av de viktigaste frågorna blir därför kostnaden för samhället att åstadkomma en viss energibesparing för fastighetsuppvärmning. Rent generellt kommer prisläget att bestämma var konsumenterna lägger sig med sin energiförbrukning, eftersom de eftersträvar minsta möjliga totala kostnad. Därmed är frågan till stor del besvarad.

Strävar man däremot efter ännu kraftigare reduktioner fordras tvångs- och kontrollåtgärder som åtminstone vid drastiska förändringar knappast är gångbara annat än vid akuta krislägen.

6.4.6.3 Prognosalternativen 1 och 2 (högre konsumtionsprognos)

Bostäder

Med utgångspunkt från den högre prognosen för elkonsumtionens utveckling och med ledning av beräkningsexempel för olika typer av bostadshus – med antagandet dels att man vid alla nybyggnader i stor utsträckning anpassar värmeisolering, systemval etc till en förväntad högre energiprisnivå, dels att man i samband med renoveringar av befintliga hus förstärker värmeisoleringen i alla de fall där den är exceptionellt dålig – kan en prognosvariant för konsumtionsutvecklingen anges.



Figur 6.7 Förutsatt utveckling av den specifika energiförbrukningen i småhus och lägenheter vid den högre (1 och 2) och vid den lägre konsumtionsprognosen (3 och 4).

Specifika förbrukningen, med hänsyn tagen till antagen ökning av utrymmesstandarden, blir med de givna förutsättningarna följande, fördelat på uppvärmning och drift, kWh per år (jfr även figur 6.7):

	1972	1985	2000
småhus			
uppvärmning	23 440	26 360	26 300
drift	3 460	5 800	9 000
lägenheter			
uppvärmning	14 640	16 100	15 400
drift	2 860	4 800	7 500

Med denna specifika förbrukning krävs för uppvärmning och drift av hela bostadsbeståndet följande nettoenergibehov, TWh per år:

	1972	1985	2000
småhus			
uppvärmning	32,2	43	53
drift	4,7	10	18
lägenheter			
uppvärmning	27,9	33	34
drift	5,4	10	16
summa	70,2	96	121

Anm:

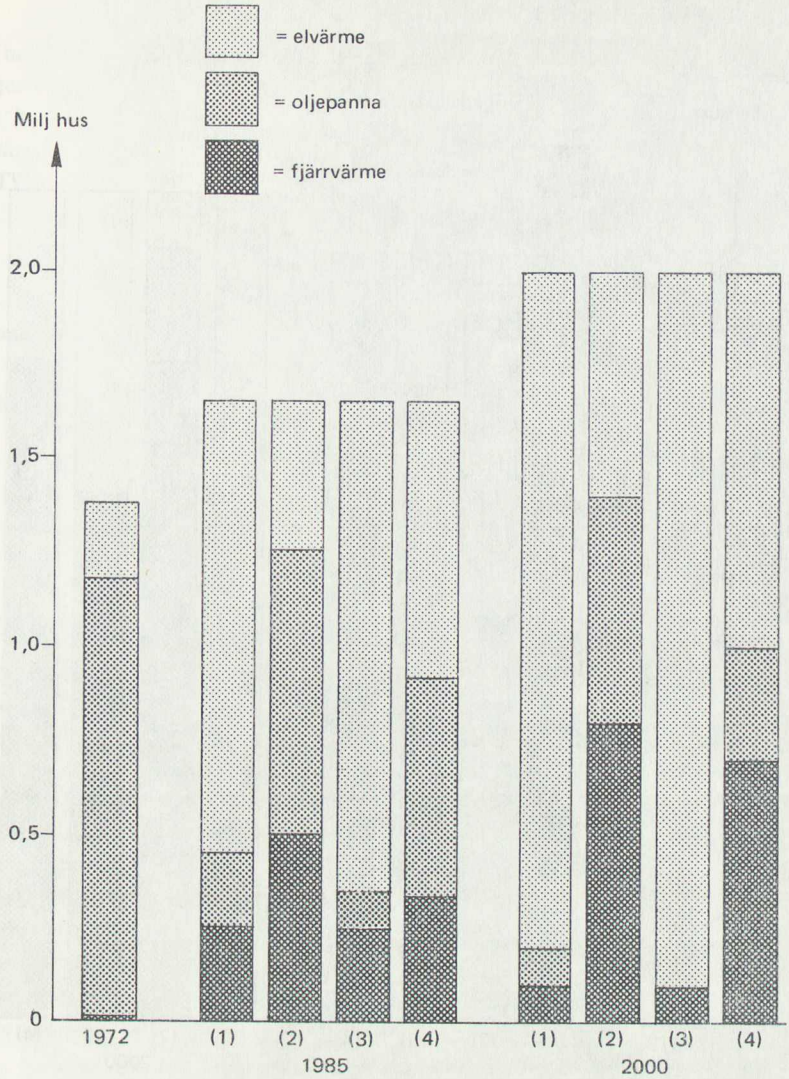
I ett räkneexempel har en omfördelning mellan nybyggda småhus och lägenheter i flerfamiljshus gjorts. Om under tiden fram till år 2000 340 000 lägenheter byggs i flerfamiljshus i stället som en- eller tvåfamiljshus minskar nettoenergiförbrukningen med 4 TWh. Då totalsumman på antalet lägenheter (4,2 miljoner) ej anses orimlig år 2000 spelar alltså fördelningen inte så stor roll och den ursprungliga prognosen kan användas.

För att räkna om denna nettoenergiförbrukning till motsvarande bruttoenergiförbrukning måste antaganden göras om fördelningen på olika uppvärmningsformer. Eftersom prognosvarianten innebär en i huvudsak spontan utveckling kan man räkna med att eventuella kostnadsskillnader mellan olika uppvärmningsformer får stor inverkan på valet. I alternativ 1 leder ett gynnsammare elpris till en mycket snabb övergång till elvärme. – I alternativ 2 är oljan fortfarande ekonomiskt attraktiv som bränsle och konsumenterna har inte incitament att snabbt gå ifrån den individuella oljepannan annat än i samband med övergång till fjärrvärme. Fördelningen mellan olika uppvärmningsformer anges i tabell 6.34 (jfr figur 6.8 och 6.9) och antagna verkningsgrader anges i tabell 6.35.

Tabell 6.34 Förutsatt fördelning i den högre konsumtionsprognosen mellan olika uppvärmningsformer, miljoner bostadsenheter

	1972	1985		2000	
		alt 1	alt 2	alt 1	alt 2
småhus	1,37	1,65	1,65	2,00	2,00
fjärrvärme[1,2]	0,01	0,25	0,50	0,10	0,80
oljepanna[3]	1,16	0,20	0,75	0,10	0,60
elvärme[2]	0,20	1,20	0,40	1,80	0,60
lägenheter i flerfamiljshus	1,90	2,05	2,05	2,20	2,20
fjärrvärme	0,60	1,05	1,37	1,10	1,75
oljepanna	1,27	0,60	0,60	0,30	0,30
elvärme	0,03	0,40	0,08	0,80	0,15

[1] En del av denna fjärrvärme kan år 2000 vara kärnkraftbaserad.
[2] Fjärrvärme från elpannor har här klassificerats som elvärme.
[3] För 1972 ingår även viss del fasta bränslen.

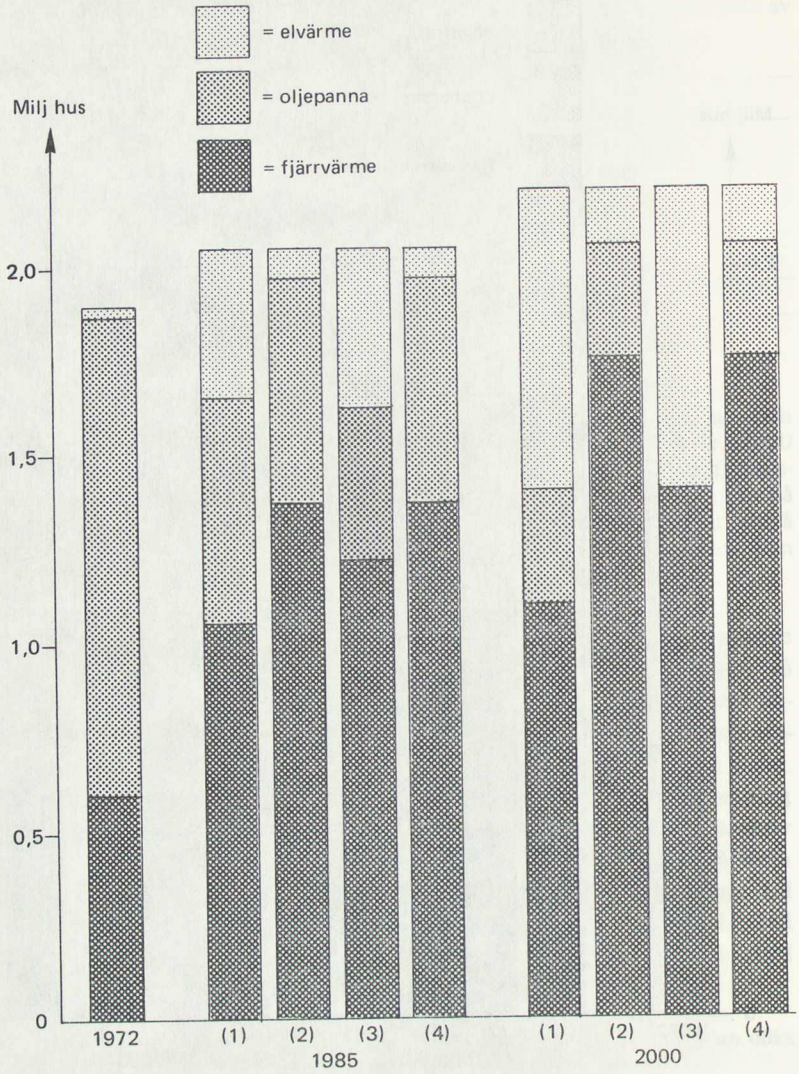


Figur 6.8 Förutsatt fördelning 1972, 1985 och 2000 av småhus på olika uppvärmningsformer.

Tabell 6.35 Verkningsgrader[1] för de olika uppvärmningsformerna

	1972	1985	2000
fjärrvärme	85 %	85 %	90 %
oljepanna, småhus	58 %	65 %	70 %
oljepanna, flerfamiljshus	65 %	70 %	75 %
elvärme	100 %	100 %	100 %

[1] Verkningsgraderna är härvid angivna för leveranspunkten för olja resp el. Verkningsgraden för elproduktion berörs på s 45.



Figur 6.9 Förutsatt fördelning 1972, 1985 och 2000 av lägenheter i flerfamiljshus på olika uppvärmningsformer.

Tabell 6.36 Energiförbrukning för bostäder i alternativen 1 och 2, TWh per år

	1972	1985		2000	
		alt 1	alt 2	alt 1	alt 2
småhus	56,4	57	66	72	80
lägenheter i flerfamiljshus	44,7	50	51	54	55
totalt	101,1	107	117	126	135
härav					
bränslen	–	50	86	32	82
el	–	57	31	94	53

Med dessa antaganden fås den totala energiförbrukningen i bostäder (bruttoenergiförbrukning) och den fördelning på el och bränsle[1] som anges i tabell 6.36.

För att bedöma elvärmens omfattning är en uppdelning av elförbrukningen på värme- och övriga ändamål (drift) nödvändig. Uppdelningen är, TWh:

	1985		2000	
	alt 1	alt 2	alt 1	alt 2
småhus				
elvärme	31	10	47	16
drift	10	10	18	18
lägenheter i flerfamiljshus				
elvärme	6	1	12	2
drift	10	10	17	17
totalt	57	31	94	53

Övriga lokaler

Den tekniska utvecklingen och de ökade kraven på komfort m m medför å ena sidan en ökad energiförbrukning för exempelvis kylning, befuktning, belysning etc. Samtidigt kommer med all sannolikhet ökande energipriser och en ökad medvetenhet om nödvändigheten av att hushålla med energi att medföra en hel rad "naturliga" begränsningar av förbrukningen, som exempelvis mindre glasytor och därmed mindre både kyl- och värmebehov, högre verkningsgrad på belysningen, tillvaratagande av belysningsvärme i frånluftarmaturer, programstyrning av temperaturen för optimal energiutnyttjning, exempelvis med avseende på värmningen nattetid m m. Dessutom tillkommer kravet på rationaliserad skötsel och förbättrade driftinstruktioner m m i samband med all uppvärmning och ventilation.

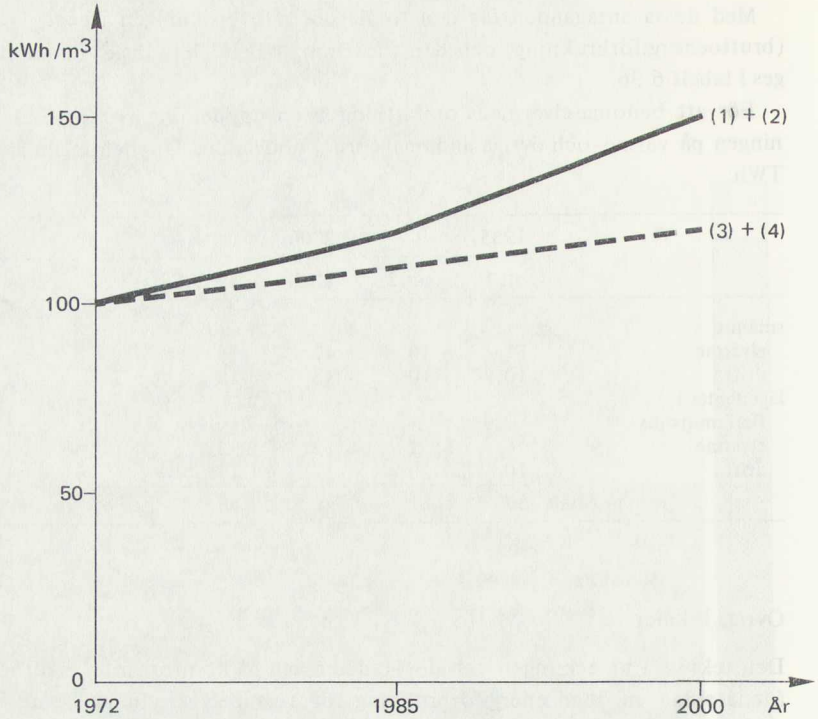
I den högre prognosvarianten har förutsatts att åtgärder vidtas så att den specifika förbrukningen för uppvärmning (och kylning) av lokaler inte ökar så snabbt, utan på följande sätt (jfr figur 6.10):

	1972	1985	2000
kWh/m^3 byggnadsvolym	100	120	150

Detta ger för hela beståndet av lokaler följande utveckling av nettoenergiförbrukningen, TWh per år:

1972	1985	2000
35,8	50	73

[1] Här förutsätts därvid endast oljebaserad fjärrvärme. Tänkbar utveckling av kärnkraftbaserad fjärrvärme behandlas senare.



Figur 6.10 Förutsatt utveckling av den specifika energiförbrukningen i lokaler vid den högre (1 och 2) och vid den lägre konsumtionsprognosen (3 och 4).

Även här finns det anledning att räkna med olika alternativ för totalandelen el beroende bl a på elvärmens procentuella ökning:

	1972	1985	2000
alternativ 1	25 %	40 %	55 %
alternativ 2	25 %	30 %	35 %

Med dessa antaganden fås den totala energiförbrukningen för övriga lokaler och den fördelning på el och bränsle som anges i tabell 6.37.

Tabell 6.37 Energiförbrukning i övriga lokaler i alternativen 1 och 2, TWh per år

	1972	1985		2000	
		alt 1	alt 2	alt 1	alt 2
Total förbrukning[1]	53,8	72	72	102	102
härav					
bränslen	–	43	50	46	66
el	–	29	22	56	36

[1] Här har räknats med samma verkningsgradsförbättring, oberoende av hur fördelningen mellan elvärme och oljevärme utvecklas. Detta bör vara approximativt riktigt, eftersom man i alternativ 2 torde få räkna med en mycket snabb övergång till fjärrvärmeförsörjning.

Gatubelysning

Elförbrukningen för gatu- och vägbelysning ökade 1965–1972 från 399 GWh till 828 GWh dvs med 11 % per år. Man får för framtiden räkna med en fortsatt ökning av gatubelysningen i våra tätorter men framför allt av vägbelysningen, bl a som ett effektivt medel att förbättra trafiksäkerheten (46).

EPU har för den högre prognosvarianten gjort följande bedömning. Elförbrukningen 1972 för vad som då var företrädesvis gatubelysning 828 GWh, ger för våra tätorter med ca 5,7 miljoner invånare en specifik förbrukning av 145 kWh per invånare och år. I Norge var elförbrukningen för gatu- och vägbelysning redan 1968 så stor som ca 500 kWh per invånare (totalt, även utanför tätorterna). Förutsätts att vi i Sverige når upp till denna standard till 1985 blir elförbrukningen för gatu- och vägbelysning 4,3 TWh detta år. Denna kraftiga ökning, 13,5 % per år motiveras därvid i hög grad av trafikmiljöskäl. För den fortsatta utvecklingen fram till år 2000 räknas med en något lägre ökningstakt, 10 % per år, eftersom gatubelysningen nått viss mättnad och ökningen huvudsakligen ligger på vägbelysningen. Förbrukningen år 2000 för gatu- och vägbelysning blir med detta antagande 18 TWh.

Fritidsbostäder

Fritidshusen är i detta sammanhang intressanta huvudsakligen från uppvärmningssynpunkt. Belysning, matlagning, TV-tittande o d sker ju knappast på två ställen samtidigt, i varje fall inte i någon större omfattning.

Den totala bruttoenergiförbrukningen (el och bränslen) i totalt 500 000 fritidshus uppgick 1972 till 2,4 TWh.

Redan nu är en betydande del av fritidshusbeståndet av året-runt-standard. Den övervägande delen av detta bestånd torde också vara försedd med elvärme, huvudsakligen av typ direktverkande radiatorer eller konvektorer. Det finns anledning anta att de närmaste årens tillskott av fritidshus kommer att i mycket stor utsträckning vara vinterbonade, dvs av året-runt-standard och försedda med elkraft både för uppvärmning och hushållsändamål. Det finns också anledning anta att en stor del av det äldre beståndet kommer att konverteras till elvärme, främst sådana som nu värms upp sporadiskt med hjälp av vedkaminer och vedspisar, öppna spisar, gasolanläggningar o d. Man får räkna med att även elspisar samt kyl-frysskåp kommer att tillhöra normalstandarden i de nytillkommande fritidshusen.

I elvärmda fritidshus som utnyttjas mer eller mindre regelbundet året runt har man oftast grundvärme om +5 – + 10° påkopplad. Detta torde komma att vara förhållandet i framtiden bl a från fryssynpunkt, även om man installerar mera snabbverkande uppvärmningsanordningar.

Med antagandet om att antalet fritidshus ökar till 800 000 år 1985 och till 1 200 000 år 2000 och med antagande om en jämfört med dagens förhållanden fördubblad värmestandard till år 2000 erhålls följande bruttoenergiförbrukning, TWh per år:

1972	1985	2000
2,4	6	12

Jordbruksdrift

1970 var jordbrukets elbehov för drift 0,6 TWh. Elförbrukningen kan förutsättas öka med 7 % per år fram till år 1985 och därefter med 5 % per år. Detta innebär att elförbrukningen för jordbruksdrift blir, TWh per år:

1972	1985	2000
0,6	1,4	3

6.4.6.4 Prognosalternativen 3 och 4 (lägre konsumtionsprognos)

Bostäder

Alternativt kan förutsättas att den totala specifika nettoenergiförbrukningen i framtiden trots ökad bostadsstandard inte ökar alls på grund av förbättrad värmeisolering, ökad användning av värmeåtervinning, sänkt inomhustemperatur etc. Ett flertal beräkningar har genomförts (jämför bilaga 5) avseende summan av resultatet av mera långtgående besparingsmöjligheter. Om sådana möjligheter helt tillvaratas vid nybyggnad och i stor utsträckning vid ombyggnad av ca 40 000 bostäder per år kan den totala specifika nettoenergiförbrukningen för bostäder vid antagen ökning av utrymmesstandarden förutsättas bli, kWh per år (jfr figur 6.7):

	1972	1985	2000
småhus	26 900	27 500	26 600
lägenheter i flerfamiljshus	17 500	18 100	17 600

Anm:

Enligt 1965 års bostadsräkning hade drygt hälften av småhusbeståndet och 1/3 av flerfamiljshusbeståndet en genomsnittlig isolering som var sämre än motsvarande k = 0,6 W/m^2, °C. Detta skall här tolkas så att såväl väggar som vindsisolering hade genomsnittligen denna isolering. Omräknas hela detta lägenhetsbestånds isolering till k = 0,35 W/m^2, °C erhålls en övre gräns för vad isoleringsförbättring av det nuvarande lägenhetsbeståndet kan ge i total energibesparing. Om åtgärderna börjar att på allvar ta fart fr o m ingången av år 1975 kommer i så fall mellan 17 och 18 % av besparingarna att ha uppnåtts år 1985 enbart genom förnyelsen av bostadsbeståndet. På motsvarande sätt kommer måhända 45 à 50 % av detta äldre lägenhetsbestånd att ha ersatts av nyare år 2000.

Det mesta man rimligen kan förutsätta att ombyggnadsverksamheten berör är ca 40 000 bostäder per år. Därvid inräknas inte bara de ombyggnader som görs med hjälp av entreprenörer utan även det till

Tabell 6.38 Förutsatt fördelning i den lägre konsumtionsprognosen mellan olika uppvärmningsformer, miljoner bostadsenheter

	1985		2000	
	alt 3	alt 4	alt 3	alt 4
småhus	1,65	1,65	2,00	2,00
fjärrvärme	0,25	0,33	0,10	0,70
oljepanna	0,10	0,58	0	0,30
elvärme	1,30	0,74	1,90	1,00
lägenheter i flerfamiljshus	2,05	2,05	2,20	2,20
fjärrvärme	1,22	1,37	1,40	1,75
oljepanna	0,40	0,60	0	0,30
elvärme	0,43	0,08	0,80	0,15

omfattningen sannolikt stora renoveringsarbete som utförs av småhusägare själva. Till år 1985 bör alltså 0,4 miljoner bostäder vara berörda av detta och fram till år 2000 närmare 1 miljon.

Totala nettoenergiförbrukningen för bostäder, TWh per år, blir:

	1972	1985	2000
småhus	36,9	45	53
lägenheter i flerfamiljshus	33,3	37	39
summa	70,2	82	92

För omräkningen till bruttoenergiförbrukning görs antaganden om fördelningen mellan olika uppvärmningsformer, tabell 6.38 (jfr figur 6.8 och 6.9). Härvid förutsätts i alternativ 3 att man i hög grad strävar efter att minska oljeberoendet genom att stimulera övergången till elvärme.

Med samma antaganden om verkningsgrader som tidigare, tabell 6.35, fås den bruttoenergiförbrukning för bostäder, TWh, per år och den fördelning på el och bränslen som anges i tabell 6.39:

Tabell 6.39 Energiförbrukning för bostäder i alternativen 3 och 4, TWh per år

	1972	1985		2000	
		alt 3	alt 4	alt 3	alt 4
småhus	56,4	48	54	53	57
lägenheter i flerfamiljshus	44,7	43	45	41	43
totalt	101,1	91	99	94	100
härav					
bränslen		41	68	24	61
el		50	31	70	39

Elbehovet för bostäder fördelas enligt följande, TWh per år:

	1985		2000	
	alt 3	alt 4	alt 3	alt 4
småhus				
elvärme	30	17	43	22
drift	7	7	8	8
lägenhet i flerfamiljshus				
elvärme	7	1	12	2
drift	6	6	7	7
totalt	50	31	70	39

Övriga lokaler

Här bedöms inverkan av besparingsåtgärder kunna bli avsevärd. Mindre fönster, bättre reglering, eventuellt utnyttjande av termoelektrisk reglering av värmen på så sätt att värme kan flyttas från regioner med för hög temperatur till andra med lägre, återluft med rening eller värmeåtervinning med hög verkningsgrad kan komma att drastiskt skära ner förbrukningen. EPU gör bedömningen att hela nyproduktionen mellan 1972–1985 trots ökad standard får en specifik förbrukning av 100 kWh/m^3 och att befintliga lokaler kan moderniseras i hög utsträckning. Nyproduktionen efter 1985 kan bedömas bli ännu mer avancerad än tidigare och specifika förbrukningstal på 80 kWh/m^3 borde vara uppnåeliga.

Då erhålls följande genomsnittliga specifika förbrukning (jfr figur 6.10):

	1972	1985	2000
kWh/m^3 byggnadsvolym	100	110	120

Med utgångspunkt från detta erhålles med angivna antaganden om elvärmens andel följande energikonsumtion för uppvärmning av lokaler, TWh per år:

	1972	1985		2000	
		alt 3	alt 4	alt 3	alt 4
elvärmens andel, %	25,0	40	30	55	35
nettoenergiförbrukning	35,8	46	46	58	58
bruttoenergiförbrukning	53,8	66	66	81	81
elförbrukning	13,5	26	20	45	28
bränsleförbrukning	40,3	40	46	36	53

Gatubelysning

I denna lägre prognosvariant räknar EPU med en lugnare utveckling av gatubelysningen och framför allt av vägbelysningen. En årlig ökning av elkonsumtionen med 5 % ger följande konsumtion, TWh per år:

1972	1985	2000
0,83	1,60	3,2

Fritidshus

Även när det gäller energikonsumtionen i fritidshus förutsätts i den lägre prognosvarianten en lägre ökningstakt. Antalet fritidshus, som styrs av den allmänna ekonomiska utvecklingen antas även i detta alternativ öka till 800 000 år 1985 och till 1 200 000 år 2000, men däremot förutsätts inte någon väsentlig ökning av fritidshusens värmestandard.

Med dessa antaganden fås följande utveckling av energikonsumtionen, TWh per år:

1972	1985	2000
2,4	4,0	7,0

Jordbruksdrift

Utvecklingen av jordbruket styrs helt av faktorer utanför energisektorn. Någon speciell lägre prognosvariant finns därför inte anledning att räkna med, utan EPU förutsätter även i detta alternativ en ökning av elförbrukningen för jordbruksdrift till 1,4 TWh år 1985 och 2,9 TWh år 2000.

6.4.7 *Sammanfattning av prognoserna*

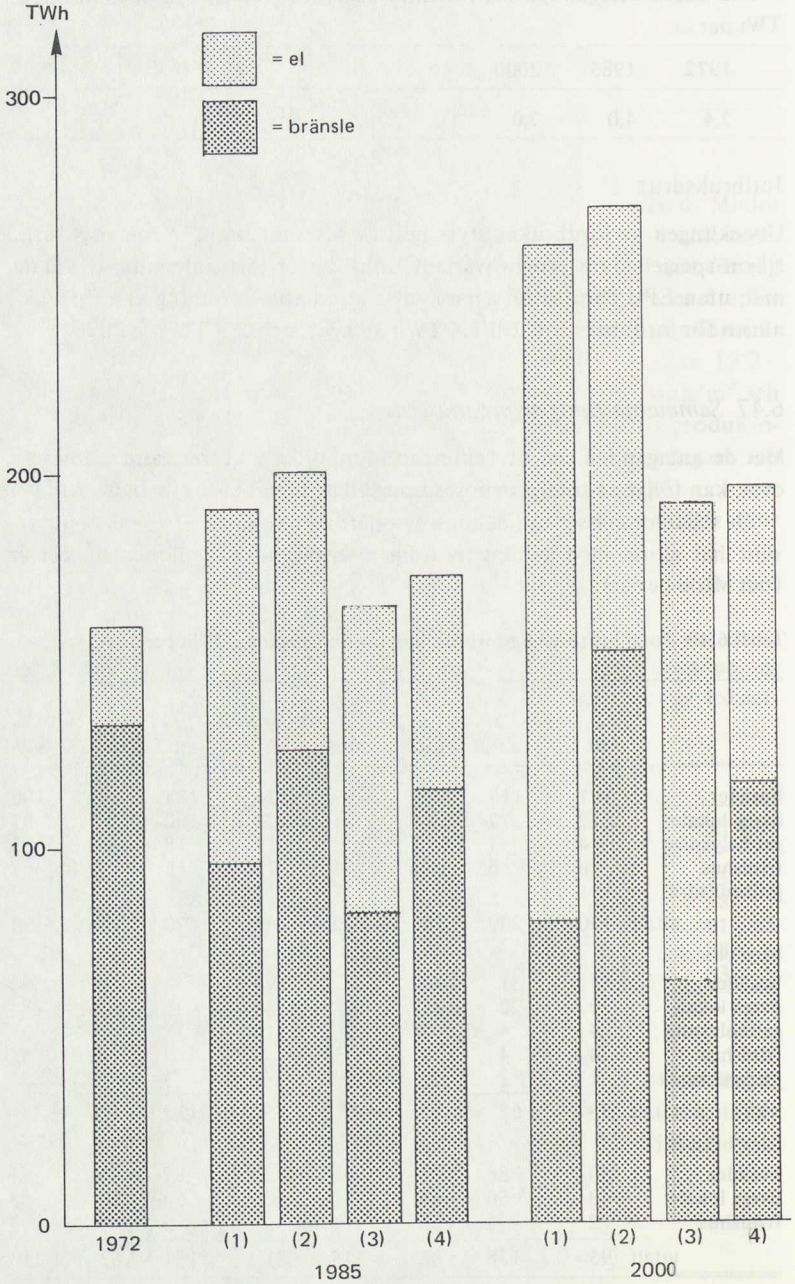
Med de antaganden om utvecklingen inom olika sektorer, som redovisats ovan, kan följande totalprognoser uppställas, tabell 6.40 (jfr figur 6.11):

En schablonmässig uppdelning av oljeförbrukningen på tunga och lätta oljor har gjorts med ledning av tidigare antaganden, miljoner m^3 per år (och Mtoe per år):

Tabell 6.40 Total bruttoenergiförbrukning för övrigsektorn, TWh per år

	1985				2000			
	alt 1	alt 2	alt 3	alt 4	alt 1	alt 2	alt 3	alt 4
bostäder	107	117	91	99	126	135	94	100
övriga lokaler	72	72	66	66	102	102	81	81
gatubelysning	4	4	2	2	18	18	3	3
fritidshus	6	6	4	4	12	12	7	7
jordbruksdrift	1	1	1	1	3	3	3	3
totalt	190	200	164	172	261	270	188	194
härav el i								
bostäder	57	31	50	31	94	53	70	39
övriga lokaler	29	22	26	20	56	36	45	28
gatubelysning	4	4	2	2	18	18	3	3
fritidshus	4	4	3	3	9	9	5	5
jordbruksdrift	1	1	1	1	3	3	3	3
totalt	95	62	82	57	180	119	126	78
härav bränsle i								
bostäder	50	86	41	68	32	82	24	61
övriga lokaler	43	50	40	46	46	66	36	53
fritidshus	2	2	1	1	3	3	2	2
totalt	95	138	82	115	81	151	62	116

	1985				2000			
	alt 1	alt 2	alt 3	alt 4	alt 1	alt 2	alt 3	alt 4
eo 1–2 Mm³/år	3,6	6,0	2,7	4,8	2,6	5,1	1,2	3,2
Mtoe/år	3,1	5,1	2,3	4,1	2,2	4,3	1,0	2,7
eo 3–5 Mm³/år	5,5	7,3	5,2	6,2	5,1	9,4	4,6	7,8
Mtoe/år	5,1	6,8	4,8	5,8	4,7	8,7	4,3	7,3



Figur 6.11 Total energiförbrukning för övrigsektorn i de fyra prognosalternativen.

7 Produktionsmöjligheter

7.1 Inledning

Sverige har en betydande inhemsk energikälla – vattenkraften. Till en del utnyttjas vidare bränslen från skogen, till övervägande del i form av avfallslutar i massaindustrin. Någon produktion av fossila bränslen förekommer för närvarande ej. Prospektering efter olja och naturgas pågår på Gotland och i Östersjön och vissa förslag till utnyttjande av torv i liten skala finns. I vissa städer sker en avfallsförbränning i anslutning till fjärrvärmesystem.

En stor uranfyndighet finns i Billingen i Västergötland, men den har låg uranhalt. Denna fyndighet representerar Sveriges största kända möjlighet till produktion av råenergi och planer på en utbyggnad av uranbrytning diskuteras.

De bränslen för vilka en världsmarknad kan sägas vara etablerad är olja, kol och uran. Naturgas är regionalt av betydelse – i Förenta Staterna, Väst- och Östeuropa, Sovjetunionen – och en ökande internationell handel dels genom en utbyggnad av rörledningssystem, dels genom fartygstransporter av kondenserad naturgas (LNG) kan väntas.

Andra bränslen – som torv, ved, avfall m fl – kan bli intressanta när de lokala förutsättningarna gör det gynnsamt att, med hänsyn tagen till tillgänglig teknik och andra lokala energipriser, använda dem.

I detta kapitel görs en översiktlig genomgång av de energiformer som för närvarande är eller synes kunna bli aktuella för svensk energiförsörjning.

I kapitel 8 behandlas sedan möjligheterna att producera elenergi och hetvatten för bostads- och lokaluppvärmningsändamål.

7.2 Olja

Sveriges energiförsörjning baserades 1972 till 71 % på petroleumprodukter. Dessa kommer under lång tid att spela en avgörande roll för svensk energiförsörjning. Med hänsyn till att världens oljeförsörjning i så hög grad sker från Mellersta Östern där den politiska utvecklingen är vansklig att förutse och att oljan kommit att användas som politiskt påtryckningsmedel är det uppenbart att bedömningar av den framtida oljeförsörjnings-

situationen måste bli osäkrare än för många andra bränslen. Genom oljans betydelse spelar det samtidigt en avgörande roll för många avväganden inom energiområdet hur utvecklingen för oljeförsörjningen bedöms.

De olika leden i oljans väg från utvinning till slutlig konsumtion analyseras i det följande var för sig.

7.2.1 *Produktion*

Utvinningskostnaderna för olja varierar kraftigt beroende på var produktionen sker. Våren 1974 angavs de till följande:

i Saud-Arabien	2.3 kr/m^3	(c 8 per fat)
i Nordamerika:	56.5 kr/m^3	($ 2 per fat)
i Nordsjön:	56.5–70.6 kr/m^3	($ 2,00–2,50 per fat)

Dessa kostnadsangivelser avspeglar i huvudsak kapitalkostnaderna, vilka bedöms till de i tabell 7.1 angivna värdena.

De olika kostnadsposterna för råoljan anges i tabell 7.2. Det framgår av denna att utvinningskostnaderna för råolja är väsentligt lägre än försäljningspriset från producentländerna (fob-priset). Försäljningspriserna

Tabell 7.1 Investering för utvinning av 1 ton råolja per år i 1970 års dollar

	Mellersta Östern	Nordsjön
Prospektering	2	12
Produktion	4	50

Tabell 7.2 Förändringar i oljepriset för råoljekvaliteten Arabian light 34° i kr/m^3 ($ per fat = 28.30 kr/^{3})

	1973–10–01		1973–10–16		1974–01–01	
A. Posted price		85.21		144.61		329.72
B. Royalty	10.64		18.08		41.20	
C. Produktionskostn	3.11		3.11		3.11	
D. A–B–C		71.46		123.42		285.41
E. Skatt, 55 % av D		39.30		67.88		156.98
F. Producentlandets intäkt (B + E)		49.94		85.96		198.18
G. Oljebolagens kostn (B + C + E)		53.05		89.07		201.29
H. Marknadspris				103.30		235.46

Posted price: Förhandlingspris som används för beräkning av producentlandets skatter och royalties.
Royalty: 12,5 % av posted price.
Skatt: 55 % av posted price minskat med produktionskostnader och royalty.
Marknadspris: Marknadsvärde bestämt av producentländer. Uppgick i mars 1974 till posted price/1,4.
(Källa: AB Svenska Shell)

varierar av naturliga skäl beroende på kvalitet och produktionsområde men låg i maj 1974 omkring $ 9–10 per fat (265 kr/m^3) i Persiska Viken.

Det förefaller inte sannolikt att oljepriset i framtiden kommer att nära relateras till produktionskostnaden. Utbudet bedöms bli så måttligt att oljepriset kommer att ligga på den nivå konsumenterna är villiga att betala. Dessutom bedöms det som sannolikt att de producerande länderna skulle minska produktionen om priserna tenderade att falla under en viss miniminivå.

Den hastiga förändring i situationen på oljemarknaden under de senaste åren synes huvudsakligen bero på följande faktorer:

Förenta Staternas råoljeproduktion stagnerade i början av 1970-talet, vilket medförde en mycket snabbt ökande import som måste hämtas från Mellersta Östern och Afrika.

Producentländerna började genom OPEC i början av 1970-talet begära bättre ersättning för utvunnen råolja och större inflytande över produktionen. OPEC hade vidare byggts upp till en allt starkare förhandlingsorganisation och producentländerna enades om en handlingslinje.

Genom Förenta Staternas intåg på marknaden i Mellersta Östern blev anspråken på produktionshöjningar mycket stora särskilt som både Västeuropas och Japans efterfrågan fortsatte att öka. Kraftiga prishöjningar genomfördes redan 1972 och fortsatte under 1973. En prisutveckling som i slutet av 1970-talet skulle ha lett till en två- eller tredubbling av priset diskuterades, liksom riskerna för avbrutna oljeleveranser. Kriget mellan Israel och Egypten–Syrien i oktober 1973 kom sannolikt att innebära ett snabbt genomförande av åtgärder som annars skett i en långsammare takt. OPEC höjde priserna på råolja till de nivåer man tidigare betraktat som en framtida risk. OPEC har sedan under våren 1974 hållit fast vid det pris som bestämdes i december 1973. Försäljningspriset har dock under våren sjunkit något, men ligger som angivits åtskilligt högre än i september 1973.

Inom OPEC finns företrädare för olika linjer beträffande prispolitiken. Iran önskar enligt uttalanden i samband med oljeprishöjningarna i december 1973 hålla priset så högt att importländerna på allvar börjar utveckla alternativa bränslen (oljeskiffer, tjärsand, förgasning av kol etc). Saud-Arabien å andra sidan har uttryckt farhågor för den påfrestning på importländernas ekonomi som redan nuvarande pris innebär.

Iran och Saud-Arabien är de länder kring Persiska Viken som har den ojämförligt största produktionen. Genom att reglera produktionen synes dessa länder kunna ensamma påverka utbudsförhållandena och därmed världsmarknadspriset om de så önskar. Saud-Arabien, liksom flertalet övriga oljeproducerande arabländer, har dock liten befolkning och små möjligheter att inom sina länder absorbera ökade oljeintäkter. För Iran gäller motsatsen.

Inga andra producentområden än de nuvarande kan ge tillräckliga kvantiteter för att före 1985 påverka världsmarknadspriset.

Denna bedömning gäller dock under förutsättning att OPEC håller vilket av flertalet bedömare anses sannolikt. De enskilda medlemsländer-

na har knappast någon fördel av att splittra OPEC utan har med organisationen sammanfallande egna intressen. OPEC:s agerande skulle i så fall inte vara kontroversiellt inom organisationen, vilket talar för en stabilitet hos denna. En bedömning av detta slag synes ligga bakom Världsbankens oljeprisprognos som angavs i figur 4.2.

En höjning av prisnivån betydligt över $ 8–9 per fat (ca 250 kr/m^3) synes innebära en kraftig stimulans till utveckling av andra energiformer. På lång sikt förefaller det därför inte sannolikt att OPEC kommer att föra en sådan prispolitik. Olika metoder att av kol göra flytande eller gasformiga bränslen bedöms bli lönsamma vid ett pris motsvarande ca $ 8–10 per fat (230–280 kr/m^3) i 1974 års penningvärde. De stora oljebolagen deltar i sådant utvecklingsarbete. Dessa substitutionsmöjligheter har sannolikt en återhållande inverkan på prisutvecklingen. Det dröjer dock länge innan betydande produktionskapacitet finns för substitutionsbränslen.

Det pågår för närvarande en livlig verksamhet för att främja ett samarbete mellan konsumentländer och producentländer i syfte att erhålla stabila förhållanden beträffande oljeförsörjningen. Denna verksamhet bedrivs både inom internationella organisationer som OECD och genom bilaterala förhandlingar. Resultaten av dessa ansträngningar är för närvarande svåra att bedöma, men det torde ligga i mångas intresse att erhålla stabila oljepriser. En stabilisering av råoljepriset på ungefär dagens nivå förefaller därför inte osannolikt, och stämmer med innebörden både för Världsbankens prognos och de antaganden som görs inom OECD:s utredningar på energiområdet.

En form för dessa samarbetssträvanden är handelsutbyten och teknisk utvecklingshjälp. Tekniska utvecklingsprojekt i de oljeproducerande länderna kommer att ske med hjälp av stora insatser från konsumentländerna. Japan har här redan inlett en omfattande verksamhet, som bland annat innebär att ge de producerande länderna hjälp att sälja produkter direkt på den japanska marknaden.

En ökande industrialisering av de oljeproducerande länderna måste under åtskilliga år ske med produkter och utrustning från importländerna. Genom de enorma valutatillgångar som flutit in till producentländerna skapas förutsättningar för en vidgad internationell handel.

Å andra sidan synes handeln med olja kunna komma att minska, åtminstone relativt sett. Förenta Staternas import av råolja kommer att minska kraftigt. De oljeproducerande länderna kommer i framtiden att själva konsumera en större andel av sin produktion. Detta kan innebära att den mycket omfattande internationella oljehandeln i framtiden kommer att minska volymmässigt. Som ett exempel kan nämnas Venezuelas produktion som idag uppgår till ca 175 miljoner ton per år varav landet konsumerar ca 10 %. På 1980-talet bedöms produktionen ha minskat till omkring 160 miljoner ton per år, men då kommer landet att för egen del konsumera omkring 40 % av detta. Konsumtionen inom landet ökar alltså från 15 miljoner ton per år till 60 miljoner ton per år.

Ett likartat mönster anges för EG som svar på de höjda oljepriserna (se tabell 4.1). Genom den kraftiga satsningen på kärnkraft, naturgas och i

viss mån kol, samt produktion av olja i Nordsjön skulle EG – enligt den preliminära studie som gjorts under våren 1974 – kunna minska sin oljeimport från Mellersta Östern. Huruvida denna minskade efterfrågan kan leda till påtagliga prissänkningar kan diskuteras men av skäl som ovan angivits synes få bedömare betrakta ett kraftigt prisfall som sannolikt.

Efterfrågan från u-länder som inte producerar olja bedöms inte bli tillräckligt stor för att inverka på råoljepriset. Det diskuteras för närvarande bl a inom OPEC att bilda en fond för att hjälpa icke oljeproducerande u-länder ur de svårigheter som de höga oljepriserna har medfört för dem.

7.2.2 *Transporter*

De största tankfartygen i drift är för närvarande på ca 500 000 dödviktston. Fartyg på över 600 000 dödviktston är beställda och tankerstorlekar upp till 1 miljon dödviktston har diskuterats i fackpress. En förutsägelse av efterfrågan på tanktonnage tycks vara speciellt vanskligt efter händelserna på oljemarknaden vintern 1973/74, men mycket påtagliga revideringar av bedömningar från 1973 pågår.

Den framtida efterfrågan på tanktonnage påverkas av

om Förenta Staterna uppnår sin ambition att bli självförsörjande på energi under 1970-talet,

om Suez-kanalen kan bli tillgänglig för trafik,

att det uppstår ett kvantitetsbortfall i efterfrågan på olja till följd av prishöjningarna,

att producentländerna själva vill raffinera en större del av oljan än förut.

Alla dessa faktorer verkar dämpande på tonnagebehovet, i första hand för råoljetransporter. Därför kan under senare delen av 1970-talet en viss överkapacitet bli följden. Med större transportavstånd för färdigprodukter skulle produkttonnaget kunna bli knappt. En ändring av proportionerna mellan båtstorlekar och mellan råoljefartyg och produktfartyg kan förväntas på sikt.

De producerande länderna kommer att förvärva egna tankfartygsflottor. Detta kan komma att innebära att de fordrar att köparna använder producentlandets fartyg för leveranser av olja. Fraktmarknaden skulle i så fall dras in i producentkartellen och kunna medföra att fraktsatserna sätts i en monopolsituation. Kampen om de återstående frakterna skulle minska kostnaderna för dessa och två fraktsatsmarknader kunna uppstå. Det förefaller dessutom finnas en tendens mot att sluta allt färre långsiktiga kontrakt. Den samlade effekten av en sådan situation på importpriserna är svårbedömd.

Rörledningar till östra Medelhavet och på andra ställen spelar en mycket liten roll för fraktkostnaderna. Effekten av rörledningarna blir dock att fraktkostnaderna minskar något.

7.2.3 *Raffinering*

Frågan om ytterligare utbyggnad av svensk raffinaderikapacitet utreds av petroindustriutredningen, som väntas avlämna en rapport under hösten

1974. Här skall därför endast ges en kort översikt av den internationella raffinaderisituationen.

Förändringen inom den internationella oljehandeln under efterkrigstiden, med en kraftig förbrukningsökning i Västeuropa och Japan som blivit tillgodosedd i huvudsak med leveranser från Mellersta Östern och Afrika, åskådliggörs i tablå:

	1950 M ton	1972 M ton
Förbrukning i Västeuropa	61	704
Förbrukning i Japan	2	237
Produktion i Mellersta Östern	68	895
Produktion i Afrika	–	282

Under efterkrigstiden har behovet av raffinaderikapacitet för Europa täckts genom utbyggnad i konsumentländerna. 1973 var den fulla kapaciteten vid Europas raffinaderier 926 milj ton (47).

Om hänsyn tas till raffinaderiernas egen förbrukning av ca 5 % och ett kapacitetsutnyttjande på 90 % (som anses vara högt) skulle en normal raffineringsvolym motsvara en kapacitet på ca 795 miljoner ton. Förbrukningen var 1973 ca 750 milj ton. En viss överkapacitet har alltså förelegat, vilket medfört att bl a Sverige kunnat köpa produkter relativt billigt.

Lokalisering av raffinaderier i anslutning till förbrukningen har i huvudsak motiverats med följande tre skäl:

1. Transporten av råolja sker av distributionsekonomiska skäl normalt med större tonnage än transporter av produkter. Raffinaderierna är stora mottagare av råolja. Frakt från Mellersta Östern till Europa av produkter skulle som mellanled kräva ett antal stora omlastningshamnar.
2. Konsumentländerna anses få en bättre försörjningstrygghet genom att de politiska riskerna för avbrott i oljetillförseln kan spridas över ett större antal länder.
3. Produktkvaliteten – som t ex stelningspunkt för länder med kallare klimat, viskositet med hänsyn till sammansättningen av konsumentgrupper och oktantalsbehov för bensin – kan anpassas bättre till respektive lands marknadsförhållanden.

Det står emellertid klart att nya oljeraffinaderier kommer att uppföras vid Persiska Viken och i andra oljeproduktionsområden. Mycket stora mängder naturgas har gått och går fortfarande till spillo vid oljeutvinningen i Mellersta Östern. Genom en utbyggnad av raffinaderier och petrokemisk industri i området beräknas denna kunna utnyttjas. Tidigare planer att bygga ut raffinaderikapacitet i importländerna torde därför komma att prövas på nytt. Mycket synes tala för att den utbyggnad av raffineringskapaciteten, som kan komma till stånd för vissa europeiska länders anspråk under återstoden av 1970-talet, i huvudsak tillförs genom utbyggnad i anslutning till befintliga raffinaderier.

Den nuvarande bilden av världens oljeproduktion med tyngdpunkten kring Persiska Viken kan för Nordeuropas del något ändras. Oljetillgångarna i Nordsjön beräknas komma att utnyttjas i stor skala från och med slutet av 1970-talet. Nordvästeuropa väntas därmed i framtiden få en ökande andel av sitt oljebehov täckt från Nordsjön. Det finns redan tillräcklig raffinaderikapacitet i nordsjöområdet för att ta hand om där producerad råolja.

Skandinaviens raffinaderier beräknas med nu pågående byggnationer få en kapacitet under 1975 av 45 milj ton. Skandinaviens förbrukning beräknas bli 60–80 milj ton 1980.

Skandinavien har hittills varit underförsörjt med raffinaderikapacitet. Förklaringen är främst att under hela 1960-talet god tillgång till billiga petroleumprodukter fanns för import från andra raffinaderier inom Europa.

7.2.4 *Distribution och lagring*

Dessa frågor undersöks också för närvarande av petroindustriutredningen och behandlas här endast kort.

Aktuella kostnadssamband visar att båttransporter för närvarande är billigast och rörtransporter dyrast. Beträffande landsvägs- och järnvägstransporter gäller att för en transportlängd på upp till ungefär 250 à 300 km är biltransporter billigare än järnvägstransporter. Löneandelen, som för tågtransporter uppgår till ca 70 % och för bil- och båttransporter till ca 45 %, gör att tågets relativa konkurrenssituation gentemot övriga transportsätt kommer att försämras och i framtiden kan man därför räkna med en relativ minskning av järnvägstransporterna.

Produkttransporter med rörledning kommer inte, enligt de bedömningar man kan göra idag, att bli aktuella för Sverige inom de närmaste decennierna.

Fraktekonomin förbättras åtskilligt med större tonnage. Därför får man räkna med att produktfartyg kommer att bli större i framtiden. Denna utveckling påverkar även distributionsnätets struktur. Depåerna blir större, men färre. För att kunna utnyttja stordriftsfördelar i transporter och depådrift, kan man även förvänta viss specialisering med ett snävare varusortiment per depå som följd.

Utvecklingen mot större tonnage för produkttransporter och ett mindre antal depåer, innebär att transportarbetet, mätt i ton km, tenderar att öka snabbare än förbrukningen av oljeprodukter.

Tendensen till övergång till allt större depåer, förstärks också av att lagringsutrymmen, då förutsättningar finns, byggs i bergrum och inte ovan jord som tidigare. Övergången till lagring i bergrum sker både av försvars- och ekonomiska skäl. För att rationalisera driften av depåer sker en snabb automatisering. Obemannade depåer eller depåer som bara under vissa delar av dygnet är bemannade, bli allt vanligare.

Under senare år har försöksverksamhet bedrivits med containerdistribution av oljeprodukter. Resultatet från denna verksamhet har visat att sådan distribution av oljeprodukter kan medföra kostnadsbesparingar i de

fall då marknadens regionala spridning är stor och det varusortiment som skall distribueras också är ganska brett.

7.2.5 *Prisutvecklingen*

Prisutvecklingen på råolja har berörts helt kort i avsnitt 5.2.2. Den snabba utvecklingen som (hittills) kulminerade under hösten 1973 illustreras av diagrammet i figur 4.2. Figuren anger prisutvecklingen i löpande priser. Omräknad i fasta priser motsvarar det en prishöjning av ca 1 %/år till $ 8,6 per fat (ca 245 kr/m^3) i god överensstämmelse med det tidigare omnämnda högre OECD-alternativet. Diagrammet, som är sammanställt på basis av material från Världsbanken, anger oljeproducentländernas uttag av skatter och royalty (s k government take) för råolja från Persiska Viken. Under 1960-talet låg detta uttag under $ 1 per fat (ca 30 kr/m^3) och tendensen var snarast fallande.

OPEC:s växande styrka medförde från början på 70-talet en omsvängning som kulminerade i samband med oktoberkriget 1973. Den 1 januari 1974 steg "government take" (jämför tabell 7.2) till $ 7 per fat (ca 200 kr/m^3). Under krismånaderna kring årsskiftet 1973–74 låg marknadspriset väsentligt högre, ända uppemot det dubbla. För närvarande har en viss stabilisering ägt rum och Rotterdamnoteringarna för färdigprodukter kan i genomsnitt sägas motsvara ett råoljepris i Persiska Viken om $ 8,50–9 per fat. Det innebär att produktionskostnader och "government take" i stora drag svarar för ungefär 3/4 av det pris vi betalar för färdigprodukter på den europeiska marknaden. Det ger ett råoljepris i Västeuropa som ligger tre à fyra gånger högre än 60-talet.

Produktionskostnaderna i Mellersta Östern och Afrika utgör endast en bråkdel av råoljans marknadspris. De framtagna reserverna skulle i och för sig räcka för att tillgodose en fortsatt ökande efterfrågan i varje fall för några decennier framöver. Det kunde tala för en återgång till priser, som ligger närmare produktions- och transportkostnaderna och därmed närmare 60-talets prisnivå än den nu rådande, men det torde i så fall innebära att OPEC som producentkartell inte kan hålla samman.

Å andra sidan är de ekonomiska skälen för att bibehålla kartellpolitiken ovanligt starka. Flertalet av kartellens medlemmar anser, att ett tillbakahållande av utbudet är motiverat även med hänsyn till deras intresse av att bevara lättillgängliga oljetillgångar för framtida generationer. De enskilda länderna inom OPEC synes var för sig ha ett intresse av att hålla råoljepriserna uppe. Europeiska producentländer är därvid inget undantag. Härtill kommer att ersättningsvaror – exempelvis i form av syntetisk olja från kol eller olja från skiffer – när de kan börja göra sig gällande i stor skala om 10–15 år, väntas ligga på en kostnadsnivå väl jämförlig med nuvarande råoljepriser.

Den dominerande andelen i priset på petroleumprodukter är råoljepriset i utskeppningshamnen (fob-priset). Mot bakgrund av vad som tidigare sagts bedöms råolja där komma att kosta ca $ 9 per fat (ca 265 kr/m^3 i fast penningvärde). Till detta skall läggas en transportkostnad som på grund av förväntad överkapacitet också kan väntas bli i huvudsak

oförändrad, dvs ca 30 kr/m^3 från Persiska Viken till Europa. Raffineringskostnaden synes förbli 20–40 kr/m^3, medan avsvavlingskostnaden anges till ca 15 kr/m^3 och procentenhet minskat svavelinnehåll.

Enligt petroindustriutredningens lägesrapport synes de totala kostnaderna för råoljetransport, raffinering och produkttransport till regiondepå vara ca 70 kr/m^3 i genomsnitt. Ett genomsnittligt produktpris på över 300 kr/m^3 synes sannolikt för tiden fram till 1985. För tiden efter 1985 måste bedömningar grundas i överväganden om framtida utvecklingsmöjligheter beträffande bl a kolförgasning, naturgasintroduktion.

7.3 Naturgas

Naturgas substituerar väsentligen petroleumprodukter. Priset på naturgas i Europa är i ökande grad relaterat till priserna på petroleumprodukter och i flera fall även till andra energipriser. Tidigare har försäljning skett till relativt fasta priser.

Naturgaspriset har hittills bestämts av marknadssituationen i Västeuropa. De leveranskontrakt som finns eller förväntas gäller för tidsperioder på 20 år eller mer. Det förefaller sannolikt att försäljning av naturgas även fortsättningsvis sker på långa kontrakt. Priset i Sverige beror på fyndighetens läge och vilka avräkningar som kan bli aktuella. Generellt tycks detta innebära att gaspriset ligger över tjockoljepriset. De använda prisklausulerna i de långa gasavtalen medför som regel, att de ofta mycket snabba variationerna i oljepriserna utjämnas, så att prisvariationerna för gasen får ett betydligt lugnare förlopp. Vid import i rör av naturgas måste stora leveranser utnyttjas för att slå ut de höga fasta kostnaderna i ett nytt rörledningssystem med kringutrustning. Från prognossynpunkt kan dock olja och naturgas tillsvidare ses som ett bränsle, och fördelningen kan diskuteras senare när importvillkoren är bättre kända. En naturgasintroduktion i Sverige kan innebära att naturgas får en betydande andel i energibalansen.

I "Naturgas i Sverige" (48) bedömdes den möjliga naturgasavsättningen i Sverige – koncentrerad till ett band från Stockholmsområdet över Bergslagen, förbi Vänern–Vättern, ner längs västkusten till Skåne – kunna bli ca 8 Gm^3/år i slutet av 1970-talet förutsatt ett gentemot tjockolja konkurrenskraftigt pris. Detta skulle enligt EPU:s prognoser innebära 15–20 % av den då aktuella oljeförbrukningen.

Under 1973 har en naturgasledning från Sovjet byggts till förbrukningscentra i sydöstra delen av Finland. Naturgasleveranserna har kommit igång, och det är troligt att denna naturgastransport senare kommer att utökas och förlängas.

Genom de undersökningar, som det svenska halvstatliga bolaget Östgas AB utfört under 1973, har konstaterats att det är fullt tekniskt möjligt att föra naturgas mellan Finland och Sverige i en stålrörledning på havsbotten i Bottenhavet norr om Åland. Förberedelser har därför gjorts för att uppta kommersiella förhandlingar med Sovjet.

Inom den norska sektorn av Nordsjöns kontinentalsockel fortsätter prospekteringen efter olja och gas. Ytterligare naturgasfynd har gjorts i området kring det stora Friggfältet. En rörledning till Västtyskland för naturgas från gas- och oljefälten kring Ekofisk är under byggnad. Vidare kommer naturgas från Friggfältet att föras i rörledning till Skottland. I samband därmed har lämnats option för en kvantitet på upp till 2,5 Gm^3 Frigg-gas per år till norska fastlandet via klenare rörledning över djupränna. Det är troligt att man senare också skall kunna lägga grova rörledningar i rännan. Det finns också goda förhoppningar om nya fyndigheter, när havsområdet längs norska kusten norr om 62:a breddgraden börjar prospekteras. Här avtar djupvattenrännan, och ilandföring och transport genom Norge torde bli något mindre komplicerade än längre söderut. Stora kvantiteter skulle då kunna föras till Sverige via Norge och eventuellt även transiteras till Danmark och kontinenten.

På danska kontinentalsockeln i Nordsjön har påträffats naturgas i de s k Danfälten. Planer föreligger att under andra hälften av 1970-talet starta en begränsad produktion och ilandföring till Danmark eller direkt till kontinenten.

Import av naturgas till Sverige i flytande form, LNG, kan komma i fråga i ett inledningsskede för att bygga upp en marknad och senare för komplettering och belastningsutjämning av rörbunden import. Minsta importkvantitet för LNG är väsentligt lägre än vid rörtransport eller av storleksordningen 0,5–1,0 Gm^3/år. Tänkbara marknader för LNG förbrukning finns i och kring de största städerna, Stockholm, Göteborg och Malmö. För regionen Malmö–Helsingborg har detta studerats mera ingående, då ett samarbete med Danmark är möjligt. Utredningen har gjorts i samarbete mellan Sydkraft och kommunerna Malmö, Lund och Helsingborg i regi av det gemensamma AB Sydgas. LNG förutsätts kunna användas till uppvärmning av bostäder och andra lokaler och som substitut för lätta eldningsoljor inom mindre industrier. Undersökningar har påbörjats beträffande leveransmöjligheterna från tänkbara LNG-exportörer, och lokaliseringsplatser för en mottagningsstation för LNG i Öresundsregionen har utretts i samarbete med Danmark.

I samband med frågan om ett svenskt naturgassystem bör också andra möjligheter till gasframställning beaktas, antingen ur importerat kol eller genom att utnyttja sådana inhemska energiråvaror, som för närvarande ej tillvaratas. De därvid framställda gaserna bör helst vara substituerbara med naturgas, dvs utgöra s k SNG (syntetisk naturgas). Utvecklingen av den gaskylda högtemperaturreaktorn kan i framtiden också öppna möjlighet för vätgasproduktion och -distribution.

Det föreligger ännu inte någon möjlighet att bedöma utsikterna för att påträffa en naturgaskälla av kommersiell betydelse på svenskt område. Skulle detta inträffa, vore det givetvis en stor fördel, om ett distributionsnät för naturgas därvid redan funnes i Sverige.

På kontinenten och i Storbritannien finns utbyggda rörsystem för transport av mycket stora naturgaskvantiteter. Konkurrensen om tillgängliga importkällor är därför stor. I våra skandinaviska grannländer synes nu också naturgasen komma in i energibilden. Det är därför ännu en öppen

fråga om Sverige skall bli ett vakuum eller en knutpunkt i det omfattande internationella rörsystem för naturgashandeln, som är under uppbyggnad i Nordeuropa.

7.4 Kol

Ångpanneföreningen har på EPU:s uppdrag sammanställt ett underlagsmaterial för en bedömning av kolets tänkbara roll i Sveriges energiförsörjning. Studien finns i sin helhet som bilaga 8, och sammanfattas kort i avsnitt 7.4.1. En studie av olika metoder att utnyttja kol i värme- och värmekraftanläggningar har utförts av Stiftelsen för värmeteknisk forskning, delvis för EPU:s räkning. Denna studie finns publicerad som rapport från Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning (5).

7.4.1 *Möjligheter att importera kol*

Uppskattningar av världens energireserver och jämförelser mellan olika bedömningar är besvärliga genom att olika beräkningsmetoder används i olika branscher och olika länder. Koltillgångar kan i princip bestämmas med stor noggrannhet, men en viss spridning mellan olika bedömningar föreligger. The Coal Exporters Association of the United States anger i "World Coal Trade" för 1972 de totala kolresurserna till nära 6 700 miljarder ton (motsvarande ca 4 500 000 Mtoe) fördelade på viktigare kvaliteter enligt tabell 7.3.

Skillnaderna i angivna värden beror sannolikt på hur tillgångarna definieras. Det kan konstateras att världens koltillgångar är mycket stora i jämförelse med de kända oljereserverna. Kolreserven framstår såsom världens mest betydelsefulla fossila energireserv även om endast en mindre del av de beräknade totaltillgångarna kan räknas som ekonomiskt brytbara. De viktigaste europeiska tillgångarna framgår av tabell 7.4.

Världens kolproduktion ökade från 2 191 Mton 1960 till 2 408 Mton

Tabell 7.3 Världens beräknade koltillgångar

	Antracit och bituminösa kol		Lignit och brunkol		Totalt		Totalt enl bil 8
	Miljarder ton	%	Miljarder ton	%	Miljarder ton	%	Miljarder ton
Asien	2 299	43.1	228	17.2	2 527	37.9	6 300
Nordamerika	2 362	44.3	948	71.3	3 310	49.6	1 600
Europa	557	10.5	107	8.1	664	10.0	560
Afrika	77	1.4	–	–	77	1.2	72
Australien	19	0.3	46	3.4	65	1.0	54
Syd- och Centralamerika	20	0.4	1	0.0	21	0.3	18
Totalt	5 334	100.0	1 330	100.0	6 664	100.0	8 600

(Källa: World Coal Trade, 1972)

Tabell 7.4 De viktigaste europeiska koltillgångarna

	Miljarder ton Uppmätta	Troliga	Totalt
Polen	61	65	126
Västtyskland	70	160	230
Storbritannien	128	42	170

1970 enligt FN vilket motsvarar 0,9 % per år. De högvärdiga stenkolen dominerar produktionsbilden. År 1970 var fördelningen ca 90 % högvärdiga kol och 10 % lågvärdiga. Av de högvärdiga kolkvaliteterna, 2 170 miljoner ton, användes något mera än 20 % eller ca 500 miljoner ton kokskol för produktion av 350 miljoner ton koks.

En översikt av stenkolsproduktionen och total export i världen ges av tabell 7.5.

Det kan observeras att världshandeln med kol endast omfattar ca 5 % av produktionen medan motsvarande siffra för olja är över 50 %.

Det låga oljepriset medförde att kolproduktionen i Västeuropa sjönk kraftigt under 1960-talet:

	1956	1971
Västeuropas kolproduktion, Mt/år	481	315
Antal arbetare i underjordsgruvor, 1000-tal	1 205	453

Den västeuropeiska kolindustrin blev under 1960-talet förlustbringande och statliga subventioner infördes allmänt.

Kolproduktionskostnaden i några olika länder framgår av tabell 7.6 (se tabell 10 i bilaga 8).

Tabell 7.5 Stenkolsproduktion och kol- och koksexport från vissa länder i miljoner ton per år

	Produktion					Export		
	1955	1965	1971	1972	1973	1968	1972	1973
Världen	1 599	2 050	2 179	2 224				
Förenta Staterna	422	491	509	541		53	53	
Sovjetunionen	277	439	485	500		27	29	
Kina	98		400					
Storbritannien	225	177	147	116	138	4	2	
Polen	95	122	145	151	157	29	35	>37
Västtyskland	149	127	111	102				
Indien	39	70	70					
Sydafrikanska republiken		48	59					
Australien	20	32	49	60	65	16	24	27
Japan		27	33					

Källa: Bilaga 8, tabellerna 1.1 och 1.2.

Tabell 7.6 Kostnad för kolproduktion i kr/ton
(löpande penningvärde uträknat enligt kursangivelser i not i kap 5 i bilaga 8)

År	Väst-tyskland	Polen	Storbri-tannien	Austra-lien	Förenta Staterna
1961	59:92	43:12	50:79	26:99	21:06
1965	59:36	45:88	50:96	24:40	19:60
1970	73:13	46:92	50:14	25:00	25:25

De låga kostnaderna i Australien och Förenta Staterna beror på att brytningen i stor utsträckning sker i dagbrott.

Huvuddelen av alla landtransporter av kol sker med järnväg. I de stora kolländerna har särskilda koltransportvagnar med stor kapacitet utvecklats. Amerikanska kolvagnar kan lasta 100 ton och mer, medan i Polen den maximala vagnkapaciteten är 60 ton. Normalstorlek på koltågen ligger på 4 000–9 000 ton.

Den genomsnittliga fraktkostnaden var 1971 ca 4,5 öre per tonkilometer. Det kol som exporteras från Förenta Staternas östkust till Europa har belastats av transportkostnaden 27,50 kr/ton ($ 6.15/ton) innan det nått utskeppningshamnen.

För Australien och Förenta Staterna, som är två av världens största kolexportörer finns utländska marknader i Europa och Japan. Transporterna till dessa marknader sker med stora bulklastfartyg på upp till 70 000 ton dödvikt. För några transporter till Japan har laster på över 100 000 ton tagits.

Fraktsatser över Atlanten noteras dagligen. De varierade 1971–1973 mellan 10 och 28 kr/ton ($ 2,20–6,20/ton) och var i maj 1974 ca 40 kr/ton ($ 8,90/ton). Motsvarande fraktsatser från Australien till Europa var ungefär dubbelt så höga.

Vid långtidschartring av fartyg för regelbundna koltransporter kan sannolikt de kortsiktiga fluktuationerna i fraktsatserna elimineras. Eftersom fartyget då kommer att gå med gott utnyttjande bör man dessutom kunna erhålla fraktsatser neremot de lägsta som noterats på senare tid. Man torde således kunna räkna med att kunna transportera kol från Förenta Staterna till Sverige för 11–16 kr/ton ($ 2,50–3,50/ton) och från Australien till Sverige för 22–34 kr/ton ($ 5,00–7,50/ton).

Förenta Staterna satsar nu intensivt på kolindustrin. Avsikten med denna satsning är dock i första hand att kunna öka den inhemska kolförbrukningen. Främst gäller satsningen ny teknik (bl a förgasning) som inte kan väntas ge några betydelsefulla resultat före mitten av 1980-talet (se vidare avsnitt 7.4.2).

Redan nu har man svårt att få arbetskraft till Förenta Staternas kolindustri och vissa gruvföretag klarar inte sina leveransförpliktelser. Man får därför räkna med att en ökad inhemsk förbrukning i Förenta Staterna kan komma att tas från exporten som då snarare skulle minska än öka.

Den australiska kolindustrin är starkt expansiv, inte minst när det gäller exporten. Denna uppgår nu till 26 miljoner ton per år men varken

hamnar eller övriga investeringar är fullt utnyttjade. Ytterligare 18 miljoner ton per år skulle kunna börja exporteras bara inom några år.

Nästan hela Australiens nuvarande export går till Japan. Uttalanden som gjorts att man skall anpassa sig till europeisk klassificering måste dock tolkas som att man önskar öka exporten till Europa. Möjligheterna för Sverige att, särskilt på långtidskontrakt, få köpa upp till åtminstone 5 miljoner ton per år med nästan omgående start måste därför bedömas som goda.

Polens starkt ökande produktion och export av kol baseras på dels stora reserver med goda geologiska förutsättningar, dels goda anställningsvillkor för gruvarbetare.

Detta har hittills tillåtit en produktionsökningstakt om 5–6 miljoner ton per år. Exporten beräknas 1975 ha stigit till 40 à 45 miljoner ton från 33 miljoner ton per år 1972. Mot bakgrund av detta bör man kunna betrakta det som fullt möjligt för Polen att kunna sluta långtidsavtal om export till Sverige av flera miljoner ton kol per år.

Kolexporten från Sovjetunionen består främst av antracit och kokskol. Två tredjedelar av exporten går till de socialistiska länderna (ca 16 miljoner ton) medan återstående tredjedel (8 miljoner ton) går till Västeuropa. Möjligheterna för Sverige att importera kol från Sovjetunionen är något sämre än från Polen. Man torde dock kunna räkna med att Sverige på långfristiga kontrakt kan köpa 2–3 miljoner ton per år.

Det förefaller alltså troligt att Sverige från Australien, Polen och Sovjet skulle kunna bygga upp en import av kol som inom 5–10 år kan komma att uppgå till 10 à 20 miljoner ton per år. Större delen torde kunna utgöras av ångkol.

Importen av kol och koks i Sverige har under de senaste åren utvecklats enligt tabell 7.7.

Totalförbrukningen har således varit relativt konstant. En viss strukturförändring kan dock märkas. I statistikserien för gaskol syns således effekten av att den kolbaserade produktionen av stadsgas i Stockholm lades ned 1972. Samma förhållande har 1973 givit utslag i koksimportten. Stockholms gasverk producerade nämligen koks som främst avsattes inom järn- och stålindustrin. Koks och gaskol för inhemsk koksning är helt dominerande när det gäller Sveriges kolförbrukning.

Med den kolimport som blir aktuell till Stålverk 80, närmare 3

Tabell 7.7 Sveriges kolimport i miljoner ton

År	Gaskol	Ångkol	Koks	Totalt
1967	1.27	0.41	1.23	2.91
1969	1.11	0.46	1.10	2.67
1970	1.12	0.54	1.21	2.87
1971	1.02	0.40	1.22	2.64
1972	0.64	0.36	1.15	2.15
1973	0.60	0.42	1.49	2.51

miljoner ton, kan denna förbrukning väntas öka till ca 5 miljoner ton per år omkring 1980.

Kostnaderna för koleldningsutrustning var under våren 1974 svåra att överblicka. På basis av preliminära kalkyler kan dock följande uppgifter lämnas:

Rosteldning – Om man önskar kunna alstra samma ångmängd med stenkol som med olja i en ångpanna, blir denna 100–150 % dyrare än en rent oljeeldad panna. Härtill kommer kostnad för kolförråd och ökade byggnadsutrymmen som beror på kolet, anordningar för asktransport m m. Kostnaden för en rosteldad anläggning (under 50 MW effekt) blir därför oproportionerligt stor.

Kolpulvereldning – Kostnaden för en ångpanna som kan eldas med både kolpulver och olja blir omkring 70–100 % större än för en enbart oljeeldad enhet, vartill kommer kostnader för ökat byggnadsutrymme för bränsle- och askhantering. Kolpulvereldning förutsätter förhållandevis stora enheter. Prisrelationen till en rent oljeeldad panna blir inte lika ogynnsam som i fallet rosteldning.

Om man vid köp av en ny enhet endast vill förbereda pannan för en eventuell framtida koldrift måste man räkna med en fördyring av själva pannaggregatet av ca 35 % jämfört med det enbart oljeeldade alternativet för samma ångkapacitet. Därtill kommer att utrymmen måste förutses redan från början för kolförråd, kvarnar, asktransport m m.

Relationen mellan ett tänkt oljepris och vad man högst kan betala för kol kan anges till följande:

Om oljan kostar	kr/toe	100	200	300	400
så får kolet kosta högst	kr/toe	40	120	200	290

dvs kolet måste vara 60–110 kr/toe billigare än oljan för att det skall vara ekonomiskt att bygga om för koleldning. (Utgångspunkten för kalkylerna är en oljeeldad ångpanneanläggning på 180 ton/h ånga, som modifierats något i fråga om pannkonstruktionen.)

Bedömningar som f n kan göras tyder på att kolpriset följer oljepriset. Även om produktions- och transportkostnader för kol ligger under nuvarande oljepriser synes inget intresse finnas hos kolproducenterna att priskonkurrera med olja.

Beträffande landtransporter av kol i Sverige gäller att samtliga vagntyper som finns tillgängliga redan nu utnyttjas till sin fulla kapacitet, varför nya vagnar måste anskaffas om ett tillkommande transportbehov för kol skulle uppstå.

För transporter till Sverige kan åtminstone för transporter från Polen användas självlossande mindre bulklastfartyg. Storleken av sådana ligger på 5 000–15 000 ton dödvikt. Sådana fartyg kan tas in i de flesta av Sveriges viktigare Östersjöhamnar. Med självlossande fartyg behövs inga särskilda lossningsanläggningar i hamnen, men väl lagerutrymme.

Det finns f n bara tre hamnar i Sverige som är utrustade med moderna och effektiva lossningsanordningar för kol av hög kapacitet, nämligen följande:

Kolhamn	Kolimport 1972	Fartygskapacitet
Luleå	0.4 Mt	40 000 t
Gävle	0.6 Mt	25 000 t
Oxelösund	0.9 Mt	70 000 t

I Luleå byggs kolhamnen nu ut ytterligare. Dessa tre hamnar bör kunna klara en import av tillsammans åtminstone 10 Mton/år utan nämnvärda extra investeringar.

Skall kol användas i stor skala i t ex något eller några kraftverk synes detta kräva förläggning vid kusten med egen hamn. Därigenom undviker man fördyrande järnvägstransporter. Längs svenska kusten finns flera möjligheter att finna lägen med tillräckliga hamndjup.

7.4.2 *Förbränningstekniska möjligheter*

Genom den stagnation som kolindustrin i Västeuropa upplevt under lång tid har utvecklingsinsatserna varit små. De höjda oljepriserna har dock, framför allt i Förenta Staterna, lett till förnyat intresse för koleldning. Inom Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning har en grundlig inventering av den möjliga tekniska utvecklingen på kolområdet genomförts. Den har koncentrerats på de möjligheter som finns att utnyttja kol eller bränslen baserade på kol som alternativt bränsle i värme- och värmekraftanläggningar. Det kan därvid observeras att utvecklingstiderna är långa och att oprövade tekniska lösningar tar lång tid att föra in i faktisk energiproduktion. Endast tekniska system som nu befinner sig på demonstrationsstadiet kan förväntas få någon betydelse före år 1985. System som är vetenskapligt belagda men kräver ytterligare ingenjörsmässig utveckling kan bli betydelsefulla efter 1985, medan de mycket långsiktiga tekniska möjligheterna är svårare att bedöma och inte kan beräknas få betydelse förrän efter år 2000.

Den inventering som här refereras avser i första hand sådana system som finns i demonstrationsskala.

Kol kan utnyttjas dels genom direkt förbränning av kol eller kolpulver, dels genom förgasning av kol. Direkt förbränning av kol kan ske med väl utvecklad teknik. En teknik som är under utveckling och synes erbjuda intressanta fördelar är den s k virvelbäddstekniken. Den bygger på att man låter luft strömma genom en bädd av partiklar och att värmeöverföringen sker genom rör i bädden av partiklar. Det största intresset är inriktat på förbränning under övertryck i kombination med en gasturbin, eventuellt kompletterad med en ångturbin.

Man uppnår genom detta en rad fördelar. Överföringsytan för värmen blir mindre, vilket ger mindre anläggningar och försmutsning och korrosion vid förbränningen minskar. Genom detta erhålls förbättrade ångdata, som i sin tur ger ökad verkningsgrad hos den efterföljande ångturbincykeln. Kraven på kolets kvalitet blir mindre. Man får renare

avgaser, genom att möjligheter finns att i virvelbädden tillsätta kalksten som kraftigt kan reducera svavelutsläppen. Den lägre förbränningstemperaturen medför också minskade utsläpp av kväveoxider. Slutligen erhålls minskade panndimensioner genom den koncentrerade förbränningen och goda värmeöverföringar som gör att eldstadens storlek kan minskas.

Virvelbäddstekniken utvecklas f n både i Storbritannien och Frankrike. Ett franskt företag är det första och hittills enda företaget som för kommersiell drift av kraftverk levererat anläggningar baserade på virvelbäddstekniken. Anläggningen saknar dock rör för värmeöverföringen i virvelbädden, vilket medför att möjligheterna att tillsätta kalk för att ta bort svavelutsläpp bortfaller. Dessutom blir panndimensionerna endast relativt obetydliga.

Förgasning av kol kan ske genom tre huvudkategorier för förädling av bränsle, nämligen pyrolys, hydrering och partiell oxidation.

Pyrolys innebär sönderdelning genom upphettning utan tillförsel av oxidationsmedel. Genom denna process avger bränslet sina flyktiga beståndsdelar som kan ledas bort som en gas och utnyttjas medan en fast rest återstår, t ex koks eller träkol. Denna process används vid produktion av stadsgas eller koksungsgas.

Hydrering innebär att bränslet, dvs i första hand kol, behandlas med vätgas. Därvid bildas kolväten i form av gaser eller eventuellt vätskor som sedan kan användas som bränsle. Sålunda framställda kolväten har egenskaper som är nära besläktade med petroleumprodukter eller naturgas.

Partiell oxidation innefattar alla omvandlingsprocesser vid vilka bränslet tillsammans med fritt eller bundet syre bildar en brännbar gas. Detta förfarande kallas också ofta förgasning. De gasformiga bränslen som därvid bildas kan vara av olika kvalitet beroende på vilken process som används.

De gaser som framställs vid olika förgasningsprocesser kan antingen ha ett högt värmevärde och därvid i många avseenden likna naturgas eller ha ett lägre värmevärde och fordrar därvid speciell förbränningsutrustning. Tekniken för att framställa högvärdiga gaser, s k syntetisk naturgas, fordrar avancerad teknik och ger ett förhållandevis dyrt bränsle. Det torde totalt sett bli mer ekonomiskt att utnyttja mindre förädlade kolgaser och anpassa förbränningsutrustningen till detta.

Amerikanska uppskattningar av ekonomin för de mest avancerade förgasningsprocesserna indikerar att priset på SNG, d v s syntetisk naturgas, skulle bli ungefär detsamma som import till Förenta Staterna av flytande naturgas, LNG, i tankfartyg. Det skall också noteras att SNG-processer ännu ej är utvecklade i industriell skala och att kostnadsuppskattningar av dessa därför är något osäkra.

Förgasningsprocesser som ger en gas med lägre förbränningsvärde finns i dag i industriell skala. De krav som måste ställas på en kolförgasningsprocess som skall kunna kombineras med en befintlig oljeeldad panna är följande:

- Verkningsgraden vid förgasningen måste vara någorlunda hög, även efter eventuell rening av gasen
- Den producerade gasens värmevärde måste vara såpass högt att pannans verkningsgrad inte försämras alltför mycket
- Processen bör vara utprovad och kommersiellt tillgänglig. De flesta av de idag tillgängliga förgasningsenheterna är små
- Totala kostnader för installation och drift av en förgasningsanläggning bör vara lägre än de som erhålls vid nybyggnad av en koleldad panna
- Utrustningen måste kunna följa aktuella belastningsvariationer
- Tillgängligheten hos utrustningen måste vara så hög att den inte kommer att inskränka på hela anläggningens tillgänglighet
- Utrustningen bör kunna klara kontinuerlig drift
- Processen skall ge valfrihet beträffande koltyp. Även askrika och bakande kol bör kunna användas.

Idag finns ingen förgasningsprocess som klarar alla dessa krav. Genom att göra avkall på vissa av de nämnda kraven kan dock ett flertal processer bli aktuella. En beskrivning av de olika aktuella processerna finns i rapporten från Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning.

För samtliga behandlade processer gäller att svavel i bränslegasen finns i form av svavelväte. Avsvavling kan då ske med etablerade metoder. För de anläggningsstorlekar och kolsorter som bedöms aktuella anses dock avsvavling onödig. Detta ger konstruktionsmässiga fördelar i samband med gasleveransen till brännarutrustningen.

Genom den intensiva utveckling som pågår på detta område synes möjligheterna att välja teknisk utformning vara förhållandevis goda. Kolförgasningsanläggningar synes på sikt kunna ge en förbättrad flexibilitet vad beträffar försörjningen av bränsle till värmeanläggningar och kraftverk liksom för större industrier med stora värmebehov.

Kostnadsbedömningar måste ske med utgångspunkt i definierade anläggningar. Generellt kan sägas att anläggnings- och driftskostnader ligger i samma storleksordning som för oljeeldning och att kostnadsutvecklingen på respektive bränsle i många avseenden torde vara direkt avgörande för den totala energiproduktionskostnaden i de olika systemen. I den utsträckning som kol, direkt eller via förgasning, blir aktuellt torde det ersätta framför allt tjock eldningsolja.

7.5 Vattenkraft

7.5.1 *Allmänt*

Vattenkraften representerar den f n utan jämförelse viktigaste inhemska energiresursen. I en utredning gjord 1961 baserad på uppgifter om landets topografi och vattenavrinning beräknades Sveriges naturenergitillgång i vattenkraft till ca 200 TWh i medeltal per år.

Vid utnyttjningen av naturenergin i ett strömfall är det oundvikligt att viss del därav går till spillo genom förluster i maskineri och vattenvägar.

Vid driftstopp och större flöden uppkommer också förluster genom att det då kan bli nödvändigt att släppa viss vattenmängd förbi kraftverket. Totalverkningsgraden vid naturenergins utnyttjning varierar från anläggning till anläggning och framkommer som resultatet av ekonomiska optimeringar vid anläggningarnas utformning. Som ett medelvärde på i praktiken förekommande verkningsgrader kan sättas 0,8. Verkningsgradskoefficienten 0,8 innebär att om all naturenergi i landet kunde utbyggas skulle sålunda erhållas ca 160 TWh elenergi i medeltal per år.

Den tekniskt utbyggnadsbara vattenkraften i landet har tidigare uppskattats till 128 TWh i medeltal per år. Det bör dock noteras att så hög utnyttjning av naturenergin skulle bli förenad med vad man i dag måste anse som helt orealistiska kostnader.

Alla potentiella vattenkrafttillgångar kan alltså icke ekonomiskt utnyttjas. Uppfattningen om hur stor del av tillgångarna som kan anses utbyggnadsvärd har under årens lopp reviderats. Den som utbyggnadsvärd betraktade andelen har successivt ökat genom teknisk utveckling och vunna erfarenheter av utbyggnadsverksamheten. I början av 1960-talet bedömde CDL att en elenergiproduktion om 85 TWh/år[1] skulle kunna utvinnas i rationella anläggningar. En ny bedömning mot bakgrund av de höjda bränslepriserna har under våren 1974 gjorts av Svenska Kraftverksföreningen. Den innebär en höjning av den utbyggnadsvärda vattenkraften till ca 95 TWh/år. (Se vidare avsnitt 7.5.3.)

När pågående och beslutade vattenkraftutbyggnader tagits i drift har av tillgångarna ca 60 TWh/år tagits i anspråk. Beträffande den fortsatta utbyggnaden har CDL i utredning 1972 rörande elkraftförsörjningen 1975–1990 med tanke på rådande motstånd mot vattenkraftutbyggnaden, förutsatt endast ringa ytterligare utbyggnad (1990 utbyggt 65 TWh/år). I utredningen har dock framhållits, att många skäl talar för att den återstående utbyggnadsvärda vattenkraften bör utnyttjas. Förutsättningarna för detta har behandlats i Vattenkraft och miljö (11), angående Kalix älv av statens vattenfallsverk på uppmaning av industridepartementet och av en nyligen tillsatt utredning om älvarna norr om Indalsälven (som behandlas i Vattenkraft och miljö tillsammans med Ljungan, Ljusnan, Dalälven och Klarälven). Enligt direktiven för denna senare utredning skall Vindelälven, Pite älv och Torne älv undantagas från utredningen. Detta skulle innebära att av den utbyggnadsvärda vattenkraften bortgår 11,4 TWh/år. Därutöver har vattenfallsverket i uppgörelse med naturvårdens företrädare förklarat sig vilja avstå från att kräva utbyggnad av olika projekt innebärande ett bortfall av 2,7 TWh/år. Utan hänsyn till det slutliga resultatet av pågående utredningar minskar den utbyggnadsvärda vattenkraften från 95 TWh/år till ca 81 TWh/år.

7.5.2 *Vattenkraftens betydelse i ett framtida kraftsystem*

Fram till mitten av 1960-talet baserades, som framgår av tabell 7.8 elkraftförsörjningen praktiskt taget helt på vattenkraft. (En mer detaljerad beskrivning av elproduktionens fördelning finns i tabell 8.3 och figur 8.4.)

[1] Produktionsvärdena avser medelår. Beroende på vattentillrinningen kan faktisk produktion variera – eller komma att variera – kring det angivna värdet.

Tabell 7.8 Elproduktion 1963–1972 i TWh/år

	Vattenkraft	Oljekraft	Kärnkraft	Total prod
1963	37.9	2.7		40.6
1964	43.1	2.3		45.4
1965	46.4	2.7		49.1
1966	45.5	5.1		50.6
1967	49.3	4.5		53.8
1968	48.8	7.5		56.3
1969	41.9	16.2		58.1
1970	41.5	19.1		60.6
1971	52.0	14.4	0,1	66.5
1972	53.8	15.6	1.4	70.8
1973	59.9	15.4	2.0	77.3

Från mitten av 1960-talet har värmekraften – i första hand oljekraft men under senare tid också kärnkraft – i stigande utsträckning producerats som baskraft så att vattenkraftens andel av den totala kraftproduktionen nu sjunkit till ca 75 %.

Av ekonomiska och andra skäl är det i praktiken uteslutet att bygga kärnkraftverk i sådan omfattning att kärnkraftaggregat kan hållas i beredskap för drift endast under en mindre del av årets timmar. För produktion av sådan elkraft måste oljekraft eller s k korttidsreglerad vattenkraft utnyttjas. Eftersom endast dessa två produktionsmöjligheter står till buds innebär utbyggnad av korttidsreglerad vattenkraft en motsvarande minskning av importen av eldningsolja och andra fossila bränslen. Det bör anmärkas att det kan vara motiverat att producera en viss del av denna korttidsreglerade vattenkraft i pumpkraftverk, som dock inte innebär nettoproduktion av elenergi utan bara en utjämning av förbrukningen i tiden från lågbelastnings- till högbelastningstid.

Vattenkraften är väl lämpad att täcka variationerna i elbehovet genom de i vårt land föreliggande goda förutsättningarna att reglera vattenframrinningen och därmed vattenkraftverkens elproduktion. Vattenkraftens reglerbarhet är även av stort värde för den s k frekvensregleringen, dvs den automatiserade anpassningen av elproduktionen till elförbrukningens ständiga små variationer. Den är också genom sina goda regleringsegenskaper av stort värde vid opåräknade förändringar i elproduktionssystemet såsom bortfall av överföringskapacitet av stamledningarna och haverier i större värmekraftstationer.

7.5.3 *Inventering av utbyggbar vattenkraft*

Som omnämndes i 7.5.1 har flera utredningar färdigställts under året för att belysa utbyggnadsmöjligheterna för ytterligare vattenkraft.

I Vattenkraft och miljö redovisas en utredning om vattenkraftutbyggnad i Klarälven, Dalälven, Ljusnan, Ljungan och Indalsälven.

En liknande utredning pågår om älvarna norr därom med undantag för Vindelälven, Pite älv och Torne älv. Utredningen skall redovisa en preliminär rapport med en översiktlig bedömning under hösten 1974.

Tabell 7.9 Föreslagna utbyggnadsetapper i Kalix älv

	Effekt, MW	Energiproduktion TWh/år	Investering Mkr
Etapp 1	452	2,1	955
Etapp 2	194	1,4	725
Etapp 3	114	0,6	320
För hela älven	760	4,1	2 000

Slutredovisningen sker sedan under 1975.

Statens vattenfallsverk har på regeringens uppdrag utrett möjligheterna att utnyttja vattenkrafttillgångarna i Kalix älv med undantag för Kaitumälven väster om järnvägen Gällivare–Kiruna. Utredningen belyser förutsättningarna för en utbyggnad av älven med avseende på hydrologi, tidsplan, sysselsättning, ekonomi och skadeverkningar. En rapport, som avlämnades under våren 1974, innehåller ett utbyggnadsförslag som omfattar sammanlagt två regleringar och elva kraftstationer med en total årlig produktion av ca 4,1 TWh. Kraftstationer och regleringar beräknas i dagens kostnadsnivå kräva en investering av två miljarder kronor. Vattenfall har delat in utbyggnaden i tre etapper enligt tabell 7.9 vilka avpassats så att de kan genomföras en efter en utan att man därmed binder sig för den efterföljande etappen.

Något ställningstagande till en utbyggnad av Kalix älv har inte gjorts. Det tillskott i energiproduktion om ca 4 TWh/år som en utbyggnad skulle ge motsvarar en oljeförbrukning av ca 1 Mm^3/år, vilket med nu aktuella oljepriser skulle motsvara ca 300 Mkr/år i bränslekostnad.

Svenska Kraftverksföreningen har som tidigare nämnts under våren 1974 gjort en inventering av Sveriges vattenkrafttillgångar.

Hur stor del av Sveriges naturenergi i vattenkraft som från kraftekonomiska synpunkter kan komma ifråga för utbyggnad beror på vilken alternativ kraftproduktion som står till buds och kostnaden för denna. Utbyggnad av ytterligare vattenkraft i den företagna inventeringen har förutsatts medföra minskad utbyggnad av kärnkraft jämte toppeffektkomplettering. Därest fortsatta vattenkraftutbyggnader förutsätts skjuta undan dyrare alternativ än kärnkraft t ex oljeeldad kondenskraft blir den ekonomiska situationen för vattenkraften helt annorlunda.

Den praktiska betydelsen av exakta alternativa kraftkostnader vid bedömning av utbyggnadsvärd vattenkraft är inte så stor. Det hänger samman med att även utbyggnadskostnaderna för en stor del av vattenkrafttillgångarna är mindre väl kända. En rätt god uppfattning om kostnaderna föreligger dock beträffande huvudgrenarna i Torne älv, Kalix älv, Pite älv och Vindelälven samt för många restobjekt i övriga större vattendrag, för vilka det finns mer eller mindre väl bearbetade förslag till utbyggnader. För vattenkrafttillgångarna i smärre biflöden och småälvarna saknas dock i stort sett utbyggnadsförslag och därmed också kostnadsberäkningar. Uppgifter om vad som kan vara utbyggnadsvärt i dessa vattendrag bygger därför på uppskattningar.

En annan faktor, som minskar betydelsen av att mera exakt känna kostnaderna för såväl återstående vattenkrafttillgångar som för alternativa kraftkällor, är den långa tid det skulle ta att bygga ut återstående vattenkraft. Det rör sig om en tidrymd, som vida överskrider den som låter sig överblickas beträffande framtida förutsättningar om elförsörjningens teknik och ekonomi. Ser man tillbaka i tiden, kan man konstatera att förutsättningarna för ekonomiskt tillgodogörande av vattenkraften under de senaste 40 åren successivt förändrats. Detta belyses av följande sammanställning över gjorda inventeringar av utbyggnadsvärd vattenkraft i Sverige.

Inventeringsår	Utbyggnadsvärd vattenkraft i TWh/år
1930	32,5
1940	36
1945	41
1954	80
1961	87
1974	95

Tabell 7.10 Utbyggd och utbyggnadsvärd vattenkraft i GWh/år

	Utbyggd vid slutet av 1973		Utbyggnadsvärd	
Norra Norrland				
Torne älv	4		4 400	
Kalix älv	–		4 400	
Råne älv	–		300	
Lule älv	12 728		17 300	
Pite älv	47		4 100	
Byske älv	–		550	
Skellefte älv	3 530		4 400	
Ume älv	7 021		11 100	
Gide älv	55		400	
Ångermanälven	10 118		11 900	
Övrigt	38	33 541	1 150	60 000
Nedre Norrland och norra Svealand				
Indalsälven	8 975		12 900	
Ljungan	1 486		2 700	
Ljusnan	3 106		5 500	
Dalälven	3 993		6 700	
Klarälven	1 230		2 000	
Övrigt	114	18 904	200	30 000
Övriga Sverige				
Vättern och Motala ström	451			
Lagan	551			
Göta älv	1 295			
Övrigt	2 095	4 392		5 000
Hela landet		*56 837*		*95 000*

Resultatet av 1974 års inventering, som alltså ger en utbyggnadsvärd vattenkraftpotential av i medeltal 95 TWh/år, sammanfattas, fördelad på älvar, i tabell 7.10 i vilken också anges nu utbyggd vattenkraft.

7.6 Kärnkraft och uran

7.6.1 *Inledning*

I detta avsnitt om kärnkraften ges en sammanfattande redogörelse för underlag och aktuella bedömningar av utvecklingen beträffande reaktortyper och kärnbränslecykeln på kortare och längre sikt. I första hand redovisas förhållanden av direkt intresse för Sverige.

AB Atomenergi har på EPU:s begäran sammanställt ett material om kärnkraftens utvecklingsmöjligheter från tekniska och marknadsmässiga utgångspunkter. Detta fylligare material finns i energiprogramkommitténs underlagsmaterial.

Under de senaste 25 åren har fissionsenergin såsom den tillämpas i de s k termiska reaktortyperna och deras bränsle varit föremål för ett brett och djupgående forsknings- och utvecklingsarbete. Till de termiska reaktortyperna hör bl a lättvattenreaktorerna, som nu dominerar världsmarknaden och som utbyggnaden i Sverige f n helt baseras på.

Antalet kärnkraftreaktorer i drift i världen i slutet av 1973 var 139, fördelade på 95 kraftstationer i 17 länder med en total effekt av drygt 45 000 MW. Därutöver fanns vid mitten av 1973 360 forskningsreaktorer för olika ändamål. Nära en tredjedel av dessa finns i Förenta Staterna (49). Den sammanlagda elproduktionen i kärnkraftverken var ca 200 TWh under 1972 mot 144 TWh under 1971. Redan före oljekrisen 1973–74 fanns mycket ambitiösa fortsatta utbyggnadsprogram för kärnkraft i flertalet industriländer. Som framgått av kapitel 4.1 har dessa utbyggnadsprogram under intryck av den allt osäkrare oljeförsörjningen ytterligare skrivits upp.

De befintliga kärnkraftreaktorerna finns i storlekar upp till 1 300 MW. Valet av storlek i det enskilda fallet har genomgående dikterats av ekonomisk optimering och elproduktionsnätets egenskaper.

Kraftiga kostnadshöjningar har för kärnkraftreaktorer liksom för annan kraftproduktionsutrustning inträffat under de senaste åren (se s 64). Erfarenheter från reaktordrift i stor skala börjar nu samlas i betydande omfattning. Därigenom torde efterfrågan på standardiserade konstruktioner bli aktuell i väsentligt större utsträckning än tidigare, vilket kan vara återhållande på kostnadsutvecklingen. Utvecklingen torde vidare bidra till en fortsatt ökning av säkerheten i kärnkraftanläggningar och innebära fördelar ur granskningshänseende i samband med tillståndsgivningen.

Det svenska programmet för 1970-talet är ambitiöst. Enligt planerna skall det 1980 finnas 11 reaktorer med en samlad effekt på 8 300 MW i drift.

Reaktorprogrammet i Sverige är f n helt inriktat på lättvattenreakto-

rer, som finns i två huvudtyper, kokarreaktor (BWR) och tryckvattenreaktor (PWR). Genom Asea-Atom finns tillverkning av lättvattenreaktorer av kokartyp etablerad i Sverige. Asea-Atom tillverkar också bränsleelement. Bortsett från att en anläggning för konvertering av olika uranprodukter (t ex uranhexafluorid till urandioxid) kommer att uppföras, saknas för närvarande möjligheter att utföra övriga led inom kärnbränslecykeln. Frågan om industriell utveckling i Sverige på dessa områden behandlas närmare i avsnitt 7.6.3

De frågor som berör kärnkraftens säkerhetsfrågor behandlas av andra svenska utredningar. De har därför i huvudsak kunnat lämnas utanför EPU:s egna bedömningar.

En kort sammanfattning av resultaten från de utredningar som speciellt studerat säkerhetsaspekterna, framför allt närförläggningsutredningen och den s k Aka-utredningen, ges i avsnitt 10.3.

7.6.2 *Reaktortyper*

Ny kärnkraftkapacitet i stor skala för elproduktion inom den närmaste 15-årsperioden synes komma att huvudsakligen utnyttja lättvattenreaktorer (PWR och BWR) samt i viss mindre utsträckning tungvattenreaktorer (HWR) och gaskylda högtemperaturreaktorer (HTGR) om man ser till den internationella situationen.

Lättvattenreaktorerna torde komma att från ekonomiska och tekniska utgångspunkter förbli representativa för kärnkraftutbyggnaden på tämligen lång sikt. Den fortsatta reaktor- och bränsleutvecklingen får för dessa reaktorer sannolikt sin tyngdpunkt i att ytterligare verifiera och demonstrera säkerhet och miljöegenskaper i stor industriell skala. Kraftanläggningarnas samlade tillförlitlighet i drift beror ju också på de icke nukleära delarna av anläggningar och större industriella insatser för förbättringar av dessa är påkallade. Långtgående krav på standardisering av anläggningsutförandet bedöms bli aktuella. Beträffande tungvattenreaktorer och gaskylda högtemperaturreaktorer är det osäkert i vilken utsträckning de på sikt kommer att utnyttjas för elkraftproduktion på världsmarknaden. Det torde bl a bli avhängigt av utvecklingen för s k snabba bridreaktorer, dvs reaktorer i vilka användbart kärnbränsle bildas från den normalt ej användbara uranisotopen 238, som till över 99 % finns i naturligt uran, i en högre takt än den naturligt användbara uranisotopen 235 förbränns. För de gaskylda reaktorerna beror det också på att betydelsefulla led inom bränslecykeln för dessa reaktorer inte är helt lösta i teknisk-industriell mening.

De utvecklingsinsatser som erfordras i samband med kärnkraftexploateringen är av sådan storlek att ett land som Sverige knappast har resurser att satsa på mer än ett större eget utvecklingsalternativ. Detta har varit och är under den närmaste tiden dominerat av lättvattenreaktorerna. Genom att mycket stora utvecklings- och exploateringsinsatser erfordras för att ta i bruk nya reaktorsystem torde i Sverige endast sådana system bli aktuella som är väl utprovade i andra länder. Detta innebär att innan någon ny reaktortyp introduceras i Sverige måste den ha visat sig

funktionsduglig i fullstor skala i kraftsystem utomlands under någon tid.

De reaktorsystem som för Sverige på medellång sikt synes kunna erbjuda intressanta alternativ är den gaskylda högtemperaturreaktorn vilken utvecklas både i Förenta Staterna och Västtyskland samt den tungvattenreaktor som utvecklats i Kanada. På längre sikt tillkommer den natriumkylda eller gaskylda snabba bridreaktorn. Övriga typer av reaktorer torde endast bli aktuella som andrahandsalternativ.

Den kanadensiska tungvattenreaktorn kan redan anses tillräckligt utprovad för att erbjuda ett alternativ för kraftproduktion (jämför s 53 om Storbritannien.) En station med fyra reaktorer – Pickering – om vardera 500 MW har varit i drift sedan över ett år och uppvisar goda drifterfarenheter. Tungvattenreaktorer kan använda natururanbränsle.

Den gaskylda högtemperaturreaktorn har i Förenta Staterna beställts för flera stora anläggningar för elproduktion med beräknad idrifttagning i början av 1980-talet trots att drifterfarenheter från någon större demonstrationsanläggning inte funnits. Fullföljande av dessa beställningar beror dock på hur driften av en prototypreaktor (Fort St Vrain) kommer att utvecklas. Systemen med högtemperaturreaktor kan alltså f n inte jämföras med lättvattenreaktorsystemen. Intresset för reaktortypen synes internationellt sett vara förhållandevis stort, vilket också markerades genom att Shell sommaren 1973 köpte in sig i det utvecklingsarbete som Gulf bedriver genom sitt dotterbolag Gulf General Atomic.

Den gaskylda högtemperaturreaktorn utnyttjar i sin huvudvariant torium som bränsle. Detta ökar därmed de för kärnkraften tillgängliga råvarureserverna. Reaktortypens användningsmöjligheter är potentiellt stora. Detta gäller framför allt om man lyckas med den långsiktigare utveckling som nu bearbetas och som syftar till att höja temperaturen på den utgående kylgasen till 900–950° C. Den heta kylgasen skulle då kunna utnyttjas som värmekälla för industriella processer, liksom för framställning av gas med högt värmeinnehåll, såsom metan eller vätgas, som sedan skulle kunna transporteras till förbrukare i rörsystem på samma sätt som naturgas. En intressant användning av vätgas, som på allvar diskuterats både i Japan och i Storbritannien, är för reduktion av järnmalm. Denna teknik, som kräver avancerad materialutveckling, synes dock tidigast kunna utvecklas i stor skala mot slutet av 1980-talet, bl a därför att de tidigaste drifterfarenheterna från stora elkraftanläggningar kan föreligga först omkring 1980. Ett ställningstagande i Sverige till huruvida den skall utnyttjas i det svenska elkraftsystemet kan alltså ske tidigast i början av 1980-talet, vilket skulle innebära en introduktion tidigast omkring 1990.

Utöver tungvattenreaktorer och gaskylda högtemperaturreaktorer torde alla andra reaktorsystem under utveckling från svensk synpunkt vara uteslutna ur diskussionen för idrifttagning före 1990. Detta gäller även beträffande snabba bridreaktorer. Fördelen med bridreaktorer är att de utnyttjar uranet väsentligt bättre än de termiska reaktorerna. De har dessutom en bättre termisk verkningsgrad än lättvattenreaktorerna. En halvstor prototyp till en snabb bridreaktor har tagits i drift i Frankrike med till synes goda drifterfarenheter och flera dylika enheter kommer att

följa på olika håll i världen. Det förefaller dock inte sannolikt att erfarenheter av stora bridreaktorer i drift föreligger i sådan omfattning att de kan övervägas för svenskt vidkommande förrän kring mitten av 1980-talet.

I det föregående har utvecklingen av reaktorsystem grundade på fissionsprincipen behandlats. På lång sikt är ett förverkligande av fusionsprincipen av stort intresse, men den samlade bedömningen innebär att fusionsreaktorer inte kan få betydelse för kraftproduktion av någon omfattning förrän efter år 2000. Ett betydande forskningsarbete erfordras fortfarande för att experimentellt verifiera möjligheterna att utvinna energi ur en fusionsprocess.

7.6.3 *Kärnbränsleförsörjningen*

En promemoria om Sveriges försörjning med kärnbränsle utarbetades till december 1971 inom industridepartementet (50).

De olika huvudstegen i kärnbränslecykeln för en reaktoranläggning omfattar uranutvinning med föregående prospektering, isotopanrikning, bränsleelementtillverkning, energiproduktionen i kärnkraftreaktorer och upparbetning av använt bränsle med åtföljande hantering av det radioaktiva avfallet. De centrala leden i cykeln med hänsyn till beroendet av omvärlden utgörs för Sveriges del av tillgång till natururan och anrikningstjänster samt möjlighet till upparbetning av bestrålat bränsle.

För den pågående kärnkraftutbyggnaden i Sverige omfattande ca 8 000 MW har större delen av natururanbehovet täckts fram t o m 1985 genom gjorda upphandlingar. Natururanet kommer, även räknat i fast penningvärde, sannolikt att stiga.

Utvecklingen beträffande efterfrågan på, produktion av och tillgångar av uran följs av OECD och IAEA, som senast redovisade sina beräkningar i augusti 1973 (51). Denna rapport anger att den totala uranproduktionen i världen 1972 var nära 20 000 ton uran och att de säkerställda fyndigheterna som kunde utvinnas till en kostnad av högst ca 100 kr/kg uran ($ 10/lb U_3O_8) var 850 000 ton, vilket jämfört med 1970 års studie innebar en ökning på drygt 200 000 ton. (Ranstadfyndigheten räknas ej in i denna kategori.) Efterfrågan på uran bedömdes dock öka snabbt till följd av utbyggnaden av kärnkraft. Detta har ytterligare accentuerats sedan utredningen publicerades. Marknadsutvecklingen, bl a med hänsyn till förändringar av utbudssituationen från producentländerna måste därför fortlöpande beaktas för att säkra urantillgången.

Uranprospektering bedrivs i Sverige av Sveriges geologiska undersökning. Några brytvärda fyndigheter utöver den kända stora uranfyndigheten i Billingen har dock inte konstaterats, även om vissa intressanta fynd gjorts på olika ställen i Norrland.

Verksamheten i Ranstad på Billingen är f n inriktad på försöks- och utvecklingsarbeten samt förprojektering av en utvinningsanläggning i syfte att verifiera de tekniska och ekonomiska förutsättningarna för exploatering av låghaltig uranskiffer i stor skala. En betydande del av detta program ägnas åt de miljömässiga konsekvenserna av avfallshante-

ringen vid en utvinning i stor skala. Också en utredning av de ekonomiska förutsättningarna för detta pågår f n i samarbete mellan AB Atomenergi och kraft- och gruvföretag.

Beträffande anrikningstjänst har med den amerikanska atomenergikommissionen (AEC) kontrakt tecknats som täcker behoven för de aktuella svenska reaktorerna fram till mitten av 1990-talet. Efter den 1 juli 1974 måste avtal med AEC tecknas minst åtta år före första leverans. Kapaciteten på AEC:s nuvarande anläggningar beräknas vara fullt utnyttjad omkring 1984 även med hänsyn tagen till de förbättringar och produktionshöjande åtgärder som nu vidtas. Motsvarande leveransavtal beräknas vara tecknade före utgången av 1974. Nya stora anläggningar måste därför uppföras och planer på sådana utvecklas både i Förenta Staterna och Västeuropa.

Det franskdominerade bolaget Eurodif, i vilket Belgien, Italien och Spanien ingår som delägare, har nyligen beslutat att bygga en diffusionsanläggning i Frankrike baserad på fransk teknik för idrifttagning 1979/80. Kapaciteten hos denna anläggning har angivits till ca 9 000 ton separativt arbete per år.

I Sovjetunionen finns anrikningskapacitet som på senare tid erbjudits västvärlden, bl a Sverige. Avtal har slutits om leveranser av anrikningstjänster med ett flertal länder.

Alla i drift varande stora anrikningsanläggningar utnyttjar en teknik byggd på gasdiffusion. Diffusionsförfarandet grundar sig på principen att gasen uranhexafluorid (UF_6) med hjälp av kompressorer pressas genom gasgenomsläppliga membraner, varvid molekyler med den lättare uranisotopen U-235 något snabbare går igenom membranen och därmed anrikas på andra sidan. Kompressorarbetet medför en hög elförbrukning, varför elkostnaden mycket starkt påverkar anrikningskostnaden. Gasdiffusionsanläggningar kräver mycket stora anläggningar för att ge en rimlig ekonomi och nya anläggningarna projekteras för kapaciteter om 9 000–12 000 ton separativt arbete per år. Sveriges behov av anrikningstjänster är 1980 ca 1 200 ton separativt arbete per år

En annan anrikningsmetod är under utveckling med stora resursinsatser i Europa, Förenta Staterna och Japan m fl, nämligen gascentrifugmetoden. Elförbrukningen rör sig om 1/10 av förbrukningen vid diffusionsförfarandet. Anrikningen per steg är hög, men produktionen i varje centrifug blir liten och en industriell anläggning får byggas upp av ett stort antal parallella kaskader. Man får emellertid därmed frihet att bygga ut kapaciteten mera successivt än vid diffusionsförfarandet. Fortfarande finns dock en skalfaktor såtillvida att tillverkningen av centrifuger måste ske med massproduktionsteknik för att apparatkostnaden skall bli låg. Ett antal små centrifuganläggningar av olika grad av utveckling har varit i drift i flera år. Dessa experimentanläggningar går nu med en produktion av sammanlagt några tiotal ton anrikat uran per år.

Gascentrifugtekniken bedöms ha en god utvecklingspotential. En mera definitiv värdering av centrifugmetoden synes dock erfordra några års ytterligare insatser. Resultaten från demonstrationsanläggningar som kommer i drift år 1976 i Europa är viktiga för en mer avgörande

bedömning. Västtyskland, Nederländerna och Storbritannien har genom sitt gemensamma anrikningsföretag Urenco annonserat att tillräckligt kundunderlag nu föreligger för att bygga ut 1 200 ton kapacitet till år 1980. Den fortsatta utbyggnaden beror på marknad, finansiering etc.

Möjligheten av en svensk anrikningsanläggning baserad på centrifugmetoden och med idrifttagning i mitten av 1980-talet diskuteras f n. Ställningstaganden till eventuella förslag är naturligtvis avhängiga av det politiska ställningstagandet till förutsättningarna för fortsatt kärnkraftutbyggnad för tiden efter 1980.

Bränsleelementtillverkning sker såsom redan nämnts i anslutning till reaktortillverkningen vid Asea-Atom. En anläggning för konvertering av gasen uranhexafluorid (UF_6) till uranoxid (UO_2) som används i bränslestavarna kommer att uppföras. Återcykling av i lättvattenreaktorerna nybildat plutonium förutses ske via plutoniumberikat bränsle. Till en del kan användningen av sådant bränsle minska urananrikningsbehovet.

Upparbetningen är också direkt kopplad till avfallsbehandlingen och en närmare belysning av denna fråga sker genom aka-utredningen.

7.7 Avfall

7.7.1 *Hushålls- och industriavfall*

Hushållsavfallet – sopor, köksavfall etc och i små mängder även olje- och färgrester o d – tas numera i enlighet med den kommunala renhållningslagen om hand av kommunerna och förutsättningarna för en rationell kvittblivning har därför starkt förbättrats. Naturens egen förmåga att bryta ner avfallsprodukterna är begränsad och kompostering av avfallet sker därför i snabbt minskande utsträckning. Särskilt inom och i närheten av tättbefolkade områden anses det nu nödvändigt att bränna avfallet.

Varje svensk producerar f n 250–300 kg hushållsavfall per år, vilket ger en total mängd av 2,0–2,4 milj ton. Ökningstakten för mängden hushållsavfall har varit 2 à 3 % per år. I framtiden förefaller det dock realistiskt att räkna med en dämpad ökningstakt ca 1 à 2 %. Avfallsmängderna från hushållen varierar kraftigt under veckodagar och även månadsvis. En markant nedgång sker under sommarmånaderna i tätorterna medan semesterorterna under samma tid visar en kraftig ökning. Totalmängden avfall torde vara ungefär lika, men variationerna spelar en stor roll vid projektering av förbränningsanläggningar (61).

Hushållsavfallet innehåller till stor del brännbar substans dvs det har ett energiinnehåll som kan tas tillvara. Innehållet består (1973) av 40–50 % papper, 10–20 % matrester, 6–8 % plast och resten bl a plåt och glas. Pappersandelen har under senare år minskat medan plastandelen har ökat. Detta medför att värmevärdet ökar p g a plastens större energiinnehåll. Ett värmevärde i framtiden överstigande nuvarande 3 kWh/kg avfall verkar troligt.

Av totalmängden hushållsavfall förbränns ca 40 % (990 000 ton) i 25 st anläggningar. Av detta förbränns 580 000 ton i 13 st anläggningar där

man tar tillvara värmen. Värmemängden motsvarar 72 000 m^3 olja. Övrig mängd avfall deponeras eller tippas.

Beräkningar avseende hela landets kommunala avfall – där inte bara hushållsavfall utan också avfall från kontor, handel etc ingår – har gett vid handen att det totala energiinnehållet motsvarar ca 0.5 miljoner m^3 olja per år.

Svenska Värmeverksföreningen har beräknat att man med utbyggnad av anläggningar för 50 Mkr skulle kunna tillvarata värme motsvarande 270 000 m^3 olja. Ca 60 % av hushållsavfallet skulle då vara utnyttjat.

Avfallets värde som bränsle är naturligtvis en positiv faktor. Med hänsyn till de stora kostnader som uppstår för att man skall kunna utföra avfallsförbränningen på ett från miljösynpunkt acceptabelt sätt måste man räkna med att destruktion genom förbränning blir förhållandevis dyrt. Genom att utnyttja energin i avfallet kan dessa höga destruktionskostnader sänkas.

Först vid ett pris av 500 kr/m^3 eldningsolja kan förbränning konkurrera med deponering. Någon undre gräns för en anläggningsstorlek kan ej fastställas, men det torde fordras minst ca 5 ton avfall/timme, vilket kan åstadkommas i orter med minst 50 000 invånare. Hälften av sådana möjliga orter har redan förbränningsanläggningar. Samverkan mellan kommuner kan dock öka behovet av anläggningar. Det är främst de dyra transporterna som måste rationaliseras (62).

Värmen i de utgående rökgaserna i en förbränningsanläggning kan utnyttjas för uppvärmning av vatten eller för ångproduktion i en avgaspanna, som kopplats till en fjärrvärmeanläggning eller turbin för elproduktion. En modern central förbränningsstation har 65–70 % verkningsgrad men låg disponibilitet p g a bl a varierande avfallsmängd och värmevärde i avfallet. Det är svårt att garantera en viss kontinuerlig värmeleverans. Ett kombinat av en industri och en förbränningsanläggning kan avhjälpa detta. Sambränning av bark- och hushållsavfall är en annan möjlighet. Vid skogsavverkning lämnas stora mängder grönflis kvar (toppar, stubbar etc). Här finns stora möjligheter att tillvarata bränsle, som kan användas samtidigt med hushållsavfallet eller som utfyllnad i en sopförbränningsanläggning men grönflis torde efter hand också bli intressant som råvara till massaindustrin (se vidare avsnitt 7.8).

Vid avloppsreningsverk med biologisk rening kan rötgas, som består av 60 % av metangas och 40 % koldioxid, tas tillvara. 80 % av reningsverken tillgodoser sitt interna uppvärmningsbehov genom att använda 60 % av den producerade rötgasen. Vid gasproduktion av 20 liter per person och dygn motsvarar den teoretiska gasmängden i kommunala reningsverk årligen 25 000 m^3 olja. Från energisynpunkt kan rötgasproduktionen bara få viss lokal betydelse för fastighetsuppvärmning och elgenerering.

Det som för närvarande ser mest lovande ut är pyrolys av avfall. Pyrolys innebär att en omvandling av de organiska beståndsdelarna sker genom partiell förbränning utan tillförsel av syre. Vid denna process erhålls gas, tjära och koks, som kan förbrännas i konventionella pannor. Verkningsgraden blir högre och de tekniska ekonomiska möjligheterna attraktiva. Ett utvecklingsarbete av denna metod pågår i landet.

Vad som här sagts om hushållsavfall gäller naturligtvis i princip även för industriellt avfall. Här måste i regel industrin själv svara för kvittblivningen. Industriellt avfall är emellertid ofta mera förorenat än hushållsavfall och ställer därför större krav på en eventuell förbränningsanläggning.

För industrin finns redan incitament att vid högre kostnader bättre ta hand om avfall och spill. Av den totala papp- och pappersförbrukningen 1 728 000 ton (1973) insamlades 415 000 ton, motsvarande 28 %, medan 250 000 ton (takpapp, tapeter, hygienpapper) inte var återvinningsbart.

Avfall innehåller inte bara energi utan även material som kan återvinnas och man måste därför se på vad som är bästa användning för avfallet. Särskilt gäller detta naturligtvis för industriavfall, där spill och kasserat material ofta kan tas tillvara och åter matas in i industriprocessen. Det gäller dock även för hushållsavfallet, där man t ex genom sortering kan ta tillvara pappersavfall och ur detta göra nytt papper. Systematisk insamling av pappersavfall sker redan på åtskilliga kontor.

Materialåtervinning vid centrala anläggningar i kombination med förbrännings- eller pyrolysanläggning förefaller vara den bästa metoden på lång sikt.

7.7.2 *Jordbruksavfall*

Halmen är en betydande del av det samlade avfallet. Det totala värmevärdet i halmen motsvarar ca 1,8 Mtoe/år, men används i stor utsträckning som jordförbättringsmedel antingen i gödsel eller genom nedplöjning. Endast 0,05 Mtoe/år bedöms rimligt att samla in och utnyttja som bränsle.

Genom lämplig hantering kan metangas erhållas ur avfall från kreatursskötsel. En nötkreatursenhet vilket motsvarar t ex en ko eller fem svin kan under gynnsamma förhållanden ge 1,0–1,6 m^3 metangas per dag (52). Totalt i Sverige skulle detta motsvara 450–700 Mm^3/år eller ca 0,5 Mtoe/år. Det är dock endast för mycket stora kreatursbesättningar som framställningskostnaderna blir så pass låga att hanteringen ger ett konkurrensmässigt bränslepris.

7.8 Ved och skogsavfall

I äldre tider var veden en väsentlig energikälla och den svarade ännu så sent som 1935 för mer än en tredjedel av vårt lands totala energiförsörjning. Bortsett från de speciella förhållandena under krigsåren har skogsprodukterna emellertid förlorat alltmer i betydelse som energikälla och de utgör nu inte mer än 6 à 7 % av den totalt förbrukade primärenergin. Denna användning faller dessutom i huvudsak på skogsindustrin, som tar tillvara energiinnehållet i avfallslutar och i bark och annat avfall vid virkets förädling. Skogsprodukter kommer endast i mycket ringa utsträckning till direkt användning som bränsle, nämligen inom det s k bondeskogsbruket. Den årliga skogstillväxten utnyttjas nu i stället för

industriella ändamål.

Om vi i framtiden återigen i större utsträckning skall utnyttja skogsprodukter för energiändamål så måste en avvägning göras mellan användningen som bränsle och som industriråvara.

En fortsatt önskvärd expansion av skogsindustrin för att täcka efterfrågan på massa, papper och sågade trävaror hindras av den begränsade vedråvaran. Med denna råvarusituation kan man vänta sig att skogsindustrin världen över i framtiden kommer att söka sig till allt klenare virkesdimensioner och sannolikt också i stor utsträckning grenar och stubbar.

Den användning av skogsprodukter som bränsle som kan komma ifråga inskränks till sådant direkt avfall som skogsindustrin inte kan utnyttja som råvara. Energitillskottet måste därför betecknas som marginellt.

Av ekonomiska skäl torde man vara hänvisad att ta tillvara det klena skogsavfallet genom att upparbeta det till flis. Skogsmarken får därvid vidkännas näringsförluster eftersom den naturliga gödslingen från avfallet uteblir. Tilläggsgödsling med konstgödsel blir då aktuell.

7.9 Torv

Sverige har stora torvtillgångar. Enligt en kartläggning som gjordes på 1910- och 1920-talen av Sveriges geologiska undersökning (SGU) finns i södra och mellersta Sverige ca 7 500 miljoner ton torv (50 % fuktighetshalt), varav knappt hälften, ca 3 600 miljoner ton, ansågs vara tekniskt möjlig att använda som bränntorv. Det mesta härav faller dock på små myrar.

Någon motsvarande kartläggning av torvförekomsterna i norra Sverige har aldrig gjorts, men enligt en uppskattning av SGU skall torvförråden norr om Dalälven vara ca 5 ggr större än söder därom. (Bränslevärdet skall motsvara ca 3 300 Mtoe resp 570 Mtoe). Totalt räknar man med att det i Sverige finns 6 miljoner hektar torvmark – drygt 12 % av landets totala areal.

Bränsleinnehållet i svenska torvmossar har uppskattats till 3,5–4,0 Gtoe. 0,22 ton eldningsolja motsvarar ca 1 ton frästorv (med 50 % fuktighetshalt). Kostnaderna för torvhanteringen är idag mycket osäkra, både beträffande själva uttaget och transporterna.

Enligt AB Svensk Torvförädling kan frästorv levereras 60 km från ett mossekomplex till en värmecentral inklusive alla kostnader våren 1974 för 100 kr/ton (50 % fuktighetshalt) vilket motsvarar ett oljepris på 310–360 kr/m^3.

Vissa försök har utförts med torvpellets (pressade stavar av torv), vilket ger en volymreduktion till ca 1/5 av ursprunglig volym. I denna form skulle torv kunna utnyttjas i konventionella anläggningar. Material kring dessa projekt kommer att redovisas av EPK.

Även om torv nybildas så sker detta så långsamt att man inte i egentlig mening kan tala om torv som en förnyelsebar tillgång. Den årliga tillväxten av torv uppgår till 0,5 à 1,0 mm per år i södra Sverige och

betydligt mindre i norra Sverige. Totalt kan man för Sveriges myrmarker på 6 miljoner hektar därför räkna med en årlig tillväxt av ca 7,5 miljoner ton torv, vilket i bränslevärde motsvarar ca 2 miljoner ton olja. Det möjliga varaktiga uttaget är dock avsevärt mindre. Som jämförelse kan nämnas att i Sverige 1945 producerades ca 1 Mton bränntorv. Tillväxten sker dock praktiskt taget endast på intakta torvmarker medan lämnade torvtäkter inte läks märkbart. Skogsplantering på nedlagda torvtäkter är dock i regel möjlig.

När det gäller att bedöma i vilken utsträckning torv skulle ekonomiskt kunna användas som bränsle måste man se på transportförhållandena. Man räknar i Finland, där man för närvarande för att skaffa sig drifterfarenheter bygger flera anläggningar för torveldning av kraft- och värmeverk, med att torvtäkten av transportekonomiska skäl måste ligga inom 50 à 100 km avstånd. De exploaterbara tillgångarna begränsas därför starkt. En annan viktig faktor är storleken och mäktigheten av mossen. Ett mossekomplex på 400 ha erfordras för att ge tillräcklig skalekonomi med frästorvmetoden. Det totala investeringsbeloppet i maskiner, mosse, anläggningar och rörelsekapital för en 400 ha mosse ligger enligt uppgift från AB Svensk Torvförädling våren 1974 i storleksordningen 15–20 milj kr och kan först efter drygt 3 års förberedande åtgärder vara i full drift med en årsproduktion av 120 000 ton frästorv (50 % fuktighetshalt).

För att närmare undersöka de tekniska och ekonomiska förutsättningarna för utnyttjande av torv samt bygga upp en kontinuerlig försörjningsberedskap har ÖEF, i samråd med Värmeverksföreningen och AB Svensk Torvförädling, för försök med torveldning valt ut tre orter. På två av dessa platser är fjärrvärmesystem under utbyggnad och enligt ÖEF:s förslag bör den merkostnad som uppstår för både investering och drift jämfört med oljeeldad anläggning med möjlighet till alternativbränsle bli föremål för stöd.

Den transportkapacitet som kommer att krävas blir avsevärd. För en anläggning på 30 MW torde krävas ca 12 ton frästorv per timme eller drygt 100 000 ton/år, med 50 % fuktighetshalt. Vissa inskränkningar att utnyttja torv i stor skala som bränsle under normala importbränsleförhållanden kan emellertid uppstå av miljöskäl. Man framhåller från naturvårdshåll även myrarnas ekologisk-geologiska särprägel och pekar även på deras roll som vildmarkspotential. Antalet från dessa synpunkter skyddsvärda myrar anses vara mycket stort. En inventering av myrarna för att kunna genomföra en skyddsprioritering har föreslagits av statens naturvårdsverk. Den exploatering som ÖEF räknar med från beredskapssynpunkt uppgår endast till 0,6–1,0 milj ha.

Myrarna har betydelse för hydrologin. De tjänstgör som regleringsmekanism i naturens vattenhushållning och magasinerar vattenöverskott, kvarhåller vatten under torrperioden och ger ifrån sig vattnet långsamt så att en uthålligare vattenföring uppstår. Man har också pekat på att stora ingrepp i torvmarken med ökad vattenavledning som följd innebär att onormalt mycket humöst surt vatten svämmar ut i flodsystemet och påverkar dess vattenkemi. Erfarenheter av torvutvinning i stor skala finns

framför allt i Irland, Sovjet och Finland. Förutsättningarna i dessa länder är gynnsamma eftersom man där har tillgång till större sammanhängande torvmarker.

I Sverige finns de från produktionssynpunkt lättillgängliga större högmossekomplexen söder om Dalälven, framför allt i Småland, Västergötland och Närke. SGU (53) gjorde en förteckning på samtliga 101 st mossar i södra Sverige som innehåller mer än 1 milj ton torr torvsubstans.

De ekonomiska förutsättningarna för att använda torv för bränsleändamål torde vara likartade i Sverige och Finland. Även om det i och för sig finns stora torvtillgångar i Sverige får man därför räkna med att torv endast kan få en begränsad betydelse för vår energiförsörjning under fredstid.

7.10 Skiffer

Skiffer utgör den största svenska fossila energireserv som kan tänkas bli använd för kraft- och värmeproduktion.

Enligt Sveriges geologiska undersökning finns ca 20 miljarder ton s k oljeskiffer i Mellansverige – Västergötland, Östergötland, Närke och Öland. Dessa motsvarar ett totalt energiinnehåll på ca 3 000 Mtoe. På flera platser finns dessutom mycket stora tillgångar, men dessa är ofullständigt kända. Den som olja utvinnbara energimängden har angetts till ca 800 miljoner ton i Mellansverige. De bästa svenska oljeskiffrarna ger 50–60 liter olja per ton samt en koksåterstod.

Endast en mindre del av tillgångarna torde vara tillgängliga för dagbrytning. Någon kvalificerad värdering av tillgängligheten har inte gjorts, men med hänsyn till de stora skiffermängder som måste brytas för att hanteringen skall bli av betydelse synes starka begränsningar av tillgängligheten vara sannolika. Den skifferbrytning som ägde rum i Kvarntorp i de bästa svenska skiffrarna gav som mest 120 000 ton olja per år ur 3,4 Mton skiffer per år.

Uraninnehållet i skiffrarna varierar men är oftast så lågt att skiffern enbart torde betraktas som potentiell fossil energiråvara. I Billingen i Västergötland är emellertid uraninnehållet tillräckligt för att göra uranutvinning aktuell. AB Atomenergi utreder f n möjligheterna och projektering för en anläggning med en produktionskapacitet av ca 1 250 ton uran per år är långt framskriden. Den totala urantillgången bedöms vara ca 1 miljon ton uran. Den brytvärda delen är dock väsentligt lägre. Uranhalten är som högst 270–300 ppm (miljondelar) i ett ca 3,5 m tjockt lager.

Skiffern i Billingen ligger i över 20 m tjocka lager varav de överst liggande 6–8 m innehåller organiskt kol till 19 %.

I ett 0,5–1,0 m tjockt bottenlager har skiffern lägre uranhalt och lägre värmevärde. Skiffern på ca 3 m över det uranrika lagret innehåller en uranhalt av upp mot 2/3 av det rika lagrets. Halten organiskt kol är här 15–20 %.

Skiffer har tidigare brutits mycket billigt. År 1960 var i Kvarntorp kostnaden för till skifferverket transporterat gods 3 kr/ton motsvarande

en energikostnad av 20 kr/ton olja. För den selektiva uranskifferbrytningen i Ranstad är dagens uppskattning enligt AB Atomenergi ca 12 kr/ton skiffer, vilket motsvarar ett oljepris på 80 kr/ton i samband med uranframställningen.

Vid en utbyggnad av Ranstad till en uranproduktion av 1 250 ton/år behöver närmare 6 miljoner ton skiffer brytas per år. Ca 5,5 miljoner ton/år ger en lakrest som kan användas för energiproduktion. Ett nästan lika tjockt skikt av den något uranfattigare skiffern skulle kunna brytas och därvid ge totalt ca 10,5 miljoner ton skiffer/år tillgängligt för energiproduktion. Detta belyses närmare av EPK i form av en projektbeskrivning. Vid omvandling till elektrisk energi i en anläggning med verkningsgraden ca 30 % skulle då 6 TWh/år erhållas. Detta motsvarar ett kraftverk med effekten 2 x 600 MWe och utnyttjandetiden 5 000 timmar/år. Helt avgörande för möjligheterna att tillgodogöra sig energiinnehållet i skiffern är hur man lyckas bemästra svavelutsläppen. Modern teknologi för att utnyttja råvaran, där problemen alltså är svavelhalten, finns ej tillgänglig idag. Beroende på den höga svavelhalten och det låga värmevärdet måste ungefär 95 % av det svavel som finns i bränslet hindras från att bli utsläppt med rökgaserna.

En etablerad teknik för att utnyttja skiffer för energiproduktion saknas, som antytts ovan, idag. Den teknik som kan komma att användas och för vilken man har någon erfarenhet f n, dvs primär energiomvandling via förbränning i virvelbädd, innebär i alla fall att en anläggning för kommersiell kraftproduktion knappast kan vara i drift före 1985. Dessutom fordras då åtskilligt med utvecklingsarbete.

Forsknings- och utvecklingsinsatserna som behövs för att utveckla och verifiera en teknik för att utnyttja skiffer i energiproduktion behandlas av energiprogramkommittéen. Det är därvid i första hand fråga om att utnyttja den lakrest som kommer att finnas tillgänglig vid ett utbyggt uranverk i Ranstad, och i andra hand att utnyttja skiffern i Kvarntorp eller på liknande platser.

Mot bakgrunden av ovan refererade faktorer synes det EPU osannolikt att energiproduktion baserad på skiffer kan bli aktuellt i Sverige före 1985.

7.11 Vindkraft

Möjligheterna att utnyttja vinden för energiproduktion har under senare år fått förnyad aktualitet. Möjligheterna har studerats dels av statens vattenfallsverk, dels av styrelsen för teknisk utveckling. Vattenfall har i sin undersökning gjort kalkyler utifrån känd teknik, medan styrelsen för teknisk utveckling bedömt vilka utvecklingsmöjligheter som kan finnas och hur framtida teknik att utnyttja vindens energi skulle kunna utformas. Slutsatsen av studierna synes vara att vindkraften f n icke är ett rimligt alternativ för elkraftproduktion i större skala men att vissa utvecklingsmöjligheter finns som på lång sikt skulle kunna förändra situationen. Det görs f n på många håll satsningar för att närmare studera

vindkraftens möjligheter. I Förenta Staternas forskningsprogram för senare halvan av 1970-talet har 150 miljoner kronor avsatts för utveckling av effektiva vindkraftsystem och man siktar närmast på tre försöksanläggningar, en på 150 kW med konventionell teknik och två på 100 kW resp 1 000 kW med en ny konstruktion. Satsningen på vindkraft är förhållandevis liten vilket torde bero på att man inte har så stort hopp om att vindkraften skall kunna ge några större bidrag till energiförsörjningen. Den allmänna uppfattningen i Förenta Staterna, Frankrike och på andra håll där man gör betydande försök med vindkraft, är att vindgeneratorer kanske kan få en tekniskt-ekonomisk rimlig tillämpning för produktion av små energimängder i speciellt från vindsynpunkt lämpliga områden.

Vattenfall har undersökt möjligheterna och kostnaderna att med tillgänglig teknik bygga vindgeneratorer. I undersökningen har man räknat med ett vindkraftverk på ett 60 m högt torn med en propeller med 57 m diameter. Propellern driver en direktkopplad generator i tornets topp. Maximieffekten blir 2 000 kW vid en vindhastighet av 15 m/sek. Med ledning av 10 års vindstatistik från olika väderstationer har man uppskattat produktionen till 3,4–5,0 GWh/aggregat och år, med ett medelvärde av 4,1 GWh/år. Det skulle alltså krävas 1 500 vindkraftaggregat med denna medelproduktion för att ersätta kärnkraftaggregat på 1 000 MW.

Ett stort problem ur estetisk synvinkel är att placera dessa aggregat, eftersom de måste ha en inbördes minsta avstånd av 500 m. Från aggregaten kommer också luftledningar att krävas för att samla ihop den producerade elenergin.

Varje aggregat i serieproduktion beräknas enligt Vattenfall kosta 6–8 miljoner kronor. Vid mycket stora serier av vindkraftverk kan kostnaderna sannolikt sänkas något. Kostnaden på aggregaten skulle få uppgå till högst ca 2 miljoner kronor för att ge ett elpris jämförbart med värmekraftverk. Produktionskostnaden för vindkraft med konventionell teknik blir ca 15–20 öre/kWh jämfört med 5–10 öre för kärnkraft eller oljebaserad kraft.

Den studie som styrelsen för teknisk utveckling f n håller på att utföra behandlar en mer avancerad teknisk utformning av vindkraftverk. I stället för roterande vanliga propellrar skulle speciellt utformade cirkelformiga vingar – ungefär som på en roterande visp – uppsättas kring en hög mast. Med denna teknik blir man oberoende av vindriktningen, och synes få en teknik som skulle kunna bli billigare i tillverkning. Någon framtagen teknisk utrustning av detta slag finns emellertid inte och utvecklingsinsatsen som fordras torde vara avsevärd.

Det synes därför inte sannolikt att vindkraftverk av denna utformning kan bli aktuella förrän under senare delen av 1980-talet för kraftproduktion.

Det kan dock finnas anledning att följa de utvecklingsinsatser beträffande vindkraften som görs internationellt, speciellt beträffande lösningar där speciella lokala förutsättningar finns för vindkraft, t ex i fjällen eller på öar dit ledningsdragning är kostsam.

7.12 Solenergi

Solstrålningen i rymden utanför atmosfären har en effekttäthet som motsvarar ca 1,40 kW/m^2. På Sveriges breddgrad uppgår den instrålade solenergin till ca 1 000 kWh/år och m^2. Årstidsvariationerna är betydande. Variationen mellan högsta och lägsta värde är ca 1:10. Solrika områden som Sahara eller Arizona i Förenta Staterna har en instrålning på ca 2 300 kWh/år och m^2.

Innan solenergin kommer att kunna utnyttjas som en betydelsefull källa till elenergi krävs det betydande insatser av industriellt utvecklingsarbete och uppbyggande av ett omfattande kunnande beträffande tillverkning och underhåll av solkraftverk. Det pågår ett omfattande utvecklingsarbete på åtskilliga håll för att möjliggöra ett sådant tillvaratagande av solenergin. Utvecklingsstadierna varierar kraftigt för olika typer av projekt.

För uppvärmningsändamål finns mera kortsiktiga möjligheter till solenergiutnyttjande. Uppvärmning av vatten är i mindre skala kommersiellt realiserat i tropikerna medan elproduktion i solkraftverk befinner sig på ett grundläggande forskningsstadium.

Även om insatserna på utveckling av solenergin är förhållandevis stora – Förenta Staterna satsar t ex 1 000 miljoner kronor under perioden 1975-79 medan Japan satsar ca 14 miljoner kronor per år – så räknar man med att solenergin inte förrän tidigast om ca 30 år kan ge mera betydande bidrag till energiförsörjningen. För egentlig energiproduktion får alltså solenergin betraktas som en potentiellt mycket betydelsefull källa men utan stora möjligheter att inom ett fåtal decennier ge betydande bidrag till energiproduktionen.

I ett betydelsefullt avseende bidrar dock solen redan nu till energiförsörjningen. Genom den uppvärmning från solstrålning som sker i byggnader minskar behovet av annan energitillförsel för uppvärmning. Genom lämplig utformning av husen och utnyttjande av avancerad teknik kan detta utnyttjande av solenergin avsevärt förbättras. Genom att denna och annan liknande basenergi, t ex värmeavgivning från personer, finns med i de grundläggande förutsättningarna för dimensionering av hus och deras värmeanläggningar betraktas detta inte som en direkt energikälla. Oavsett om man räknar med denna gratisvärme från solen som en värmekälla så kan man förutse att den tekniska utvecklingen kommer att göra det möjligt att tillvarata ännu mera av solenergin. I försöksbyggnader i bl a Alperna har man genom att montera värmeuppsamlande kollektorer på husens tak och söderfasad kunnat öka solvärmeandelen så att ytterligare uppvärmning inte fordras förrän vid en utetemperatur av -20° C. En närmare behandling av dessa faktorer sker i avsnitt 6.4 (s 155).

Åtskilliga tekniska system med intressanta utvecklingsmöjligheter för att utnyttja solenergin finns. Dessa problem behandlades vid ett sammanträde på Ingenjörsvetenskapsakademin hösten 1973. De föredrag och diskussionsinlägg som vid detta tillfälle hölls finns samlade i en IVA-rapport (54).

7.13 Geotermisk energi

Den geotermiska energin är potentiellt tillräcklig för att klara mänskligheten energiförsörjning för lång framtid. För att kunna utnyttja den fordras dock att berggrunden är genomsläpplig och innehåller tillräckligt mycket vatten för att tjäna som transportör av energin till markytan. Det är vidare nödvändigt att ha betydande överföringsytor mellan berg och vatten för att fånga upp tillräckligt värmeflöde i vattnet. Dessa förutsättningar uppfylls på flera håll längs kontinentalplattornas randområden men troligen ej i Skandinavien.

För att med dagens teknologi vara utnyttjningsbar till produktion av elektricitet fordras att minst 200° C värme finns tillgänglig på högst 3 kilometers djup. Dessa förutsättningar uppfylls inom vissa områden, huvudsakligen på Island, i norra Italien, Kalifornien – där flera tusen MW bedöms kunna utnyttjas – Nya Zeeland och Japan. Däremot är de geologiska förhållandena i Sverige sådana att användbara temperaturer inte synes finnas på djup där de kan nås med nuvarande borrningsteknik.

En viktigare användning för geotermisk energi torde, med hänsyn till den låga verkningsgrad som kan uppnås vid elproduktion, vara för uppvärmningsändamål. Utnyttjandegraden kan därvid ökas avsevärt, och en stor del av uppvärmningen av t ex Reykjavik ske med geotermisk energi. Även för uppvärmningsändamål synes dock förutsättningarna i Sverige vara mycket ogynnsamma.

Borrningstekniken synes komma att göra det möjligt att borra mycket djupa hål till måttliga kostnader. Redan idag kan man borra uppemot 10 km djupa hål. Den mest sannolika tillämpningen för Sveriges del är alltså att det varma vattnet för uppvärmningsändamål kan hämtas ur borrhål från stort djup. Om något vattengenomsläppligt berglager ej påträffas, kan den varma bergmassan spräckas upp hydrauliskt eller genom sprängning. Detta är dock en komplicerad och outvecklad teknik.

Ett exempel på hur geotermisk värme används för uppvärmningsändamål i områden med normala termiska förhållanden kan ges från Frankrike. En förortsstad till Paris uppvärms idag med geotermisk värme från en underjordisk sjö 1 800 m under markytan. Sjöns temperatur är +71° C och genom ett borrhål strömmar vatten till ytan där det uppvärmer 3 300 lägenheter. Det är inte helt uteslutet att liknande underjordiska sjöar kan finnas i Sveriges kalkbergsregion. Även om bidraget från geotermisk energi till vår energiförsörjning endast kan bli mycket marginell fram till 2 000 bör den potentiella möjligheten observeras.

8 El- och värmeproduktion

8.1 Kraftverk

Produktionen av elenergi har hittills dominerats av vattenkraft. Det krympande utrymmet för ytterligare vattenkraftutbyggnad har medfört betydande utbyggnader av värmekraftanläggningar under senare år, i slutet av 1960-talet främst oljebaserade men f n i huvudsak kärnkraftverk. Tabell 8.1 anger produktionskapaciteten för elenergi vid årsskiftet 1973/74 och tabell 8.2 anger de större värmekraftverken. Elproduktionen fördelad på olika produktionsformer anges i tabell 8.3 och figur 8.1.

Vattenkraften är nu utbyggd till en energiproduktion under normalår

Tabell 8.1 Produktionskapacitet för elenergi 1974-01-01

	MW
Vattenkraft	12 250
Oljekondens	3 250
Kraftvärme och industriellt mottryck	2 050
Gasturbiner, dieslar	1 100
Kärnkraft	450
Totalt	19 100

Tabell 8.2 Större värmekraftanläggningar 1974-01-01

	MW netto
Karlshamn	995
Stenungsund	836
Öresundsverket	494
Oskarshamnsverket	440
Västerås Kraftvärmeverk	324
Bråvalla Kraftvärmeverk, Norrköping	240
Hässelbyverket	225
Västeråsverket	187
Karskärs Kraftvärmeverk	168
Hallstavik	122
Linköpings Kraftvärmeverk	92
Värtaverket	88
Nyhamnsverket, Malmö	52

Tabell 8.3 Elproduktion, fördelad på produktionsform, TWh

	Vatten-kraft	Värmekraft		S:a värme-kraft	Total produk-tion	Netto-import (– = ex-port)
		Kärn-kraft	Fossila bränslen			
1961	36,5	–	1,8	1,8	38,3	–1,0
1962	39,1	–	1,5	1,5	40,6	–0,8
1963	37,9	–	2,7	2,7	40,6	–0
1964	43,1	0	2,3	2,3	45,4	–0,2
1965	46,4	0	2,7	2,7	49,1	–0,8
1966	45,5	0	5,1	5,1	50,6	–1,1
1967	49,3	0	4,5	4,5	53,8	–0,6
1968	48,8	0	7,5	7,5	56,3	1,8
1969	41,9	0	16,2	16,2	58,1	3,7
1970	41,5	0	19,1	19,1	60,6	4,1
1971	52,0	0,1	14,4	14,5	66,5	1,6
1972	53,8	1,4	15,6	17,0	70,8	1,3
1973	59,9	2,0	15,4	17,4	77,3	0,7

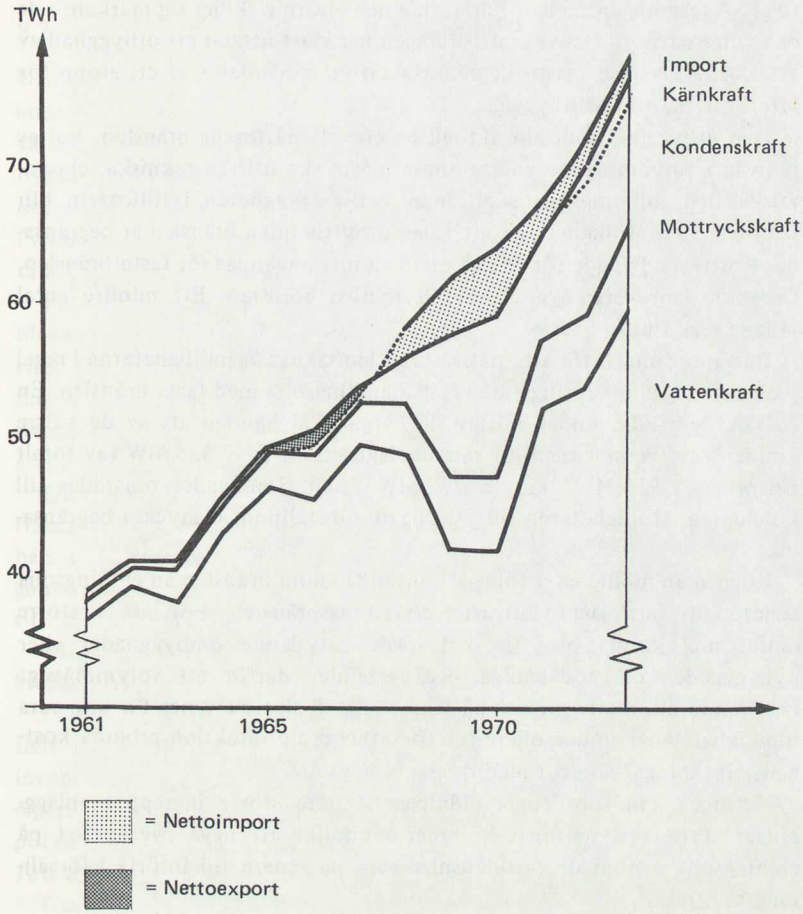
av 57 TWh/år och ytterligare 3 TWh/år är under utbyggnad. Utbyggnadsgränsen angavs 1972 till 65 TWh med hänsyn till bevarandeintressen. Utredningen pågår för att närmare analysera förutsättningarna för en ytterligare utbyggnad. Den möjliga utbyggnad som är teknisk-ekonomiskt motiverad har av Svenska Kraftverksföreningen under våren 1974 bedömts till totalt omkring 95 TWh/år. (Se avsnitt 7.6.)

Genom att den fortsatta utbyggnaden i stor utsträckning måste ske i värmekraftverk och dessa huvudsakligen kommer att ligga i södra delen av landet där också de stora konsumtionsområdena finns blir de samlade anspråken på utökad överföringskapacitet mindre än tidigare. Utveckling pågår för att i början av 1980-talet bygga ett ledningssystem för 800 kV som skall knyta ihop de nuvarande kärnkraftlägena och storstadsregionerna, medan överföringskapaciteten från Norrland inte synes behöva öka ytterligare.

Det första större kärnkraftverket i Sverige, Oskarshamn I på 440 MWe, togs i reguljär drift 1972. Under 1974 beräknas Ringhals I och II samt Oskarshamn II tas i drift, medan Ågestaverket (som endast levererade 10 MWe) togs ur drift sommaren 1974. Därmed skulle kärnkraftkapaciteten i Sverige i slutet av 1974 vara 2 600 MWe.

Kärnkraftprogrammet fram till 1980 med beslutade 11 aggregat ger i mitten av 1980-talet 53 TWh/år. Den fortsatta utbyggnaden skulle enligt CDL-studien 1972 ge totalt 100 TWh 1985, varefter praktiskt taget all tillkommande elproduktion beräknades komma från kärnkraft.

Från tekniska och ekonomiska utgångspunkter var kärnkraft redan före oljeprishöjningarna det mest fördelaktiga alternativet för grundlastproduktion. De bränsleprishöjningar som redan genomförts och den prisnivå som väntas bli bestående har stärkt kraftindustrins önskan att för elproduktionen enbart bygga ut kärnkraft för grundlast. Produktionskostnaden för baslast i kärnkraft bedöms komma att ligga omkring 5–6 öre/kWh medan fossileldade kraftverk väntas ge produktionskostnader på



Figur 8.1 Elproduktionens utveckling 1961–1973 fördelad på produktionsform. Se också tabell 8.3.

8–10 öre/kWh för baslast.

De miljömässiga, beredskapsmässiga och säkerhetsmässiga aspekterna på el- och värmeproduktion behandlas i kapitel 10.

Ett ställningstagande till kärnkraft har avgörande betydelse för utformningen av den framtida elproduktionen. Om den samlade bedömningen av möjligheter och risker ger vid handen att en fortsatt utbyggnad av kärnkraft inte bör ske innebär det från prognossynpunkt att avvägningen mellan el och bränslen blir annorlunda än eljest genom att elpriset blir högre. Därmed påverkas också den efterfrågan som kan väntas. Detta har kommit till uttryck i de konsumtionsalternativ som angetts i kapitel 6.

I de alternativ som innebär att vidare kärnkraftutbyggnad inte tillåts måste användningen av elvärme begränsas kraftigt. Detta torde åtminsto-

ne delvis bli en naturlig följd av ett högre elpris. Detta förhållande har också påverkat utformningen av de olika konsumtionsprognosalternativen. Avvägningen mellan fjärrvärme och elvärme skiljer sig markant i de olika alternativen. Också kraftföretagen har klart uttalat att utbyggnad av ytterligare elvärme måste begränsas kraftigt i händelse av ett stopp för ytterligare kärnkraftutbyggnad.

Den utbyggnad som blir aktuell baseras då på fossila bränslen. Val av bränsle i tillkommande anläggningar måste ske utifrån tekniska, ekonomiska och miljömässiga skäl, men också tryggheten i tillförseln blir betydelsefull. Möjligheterna att i dag utnyttja olika bränslen är begränsade. Kraftverk byggda för enbart olja kan inte användas för fasta bränslen. Däremot kan verk byggas för alternativa bränslen. Ett mindre antal sådana verk finns i Sverige.

Där anordningar för alternativa bränslen saknas är möjligheterna i regel praktiskt taget obefintliga att ersätta eldningsolja med fasta bränslen. En översiktlig studie under hösten 1973 gav vid handen att av de större kondenskraftverken med en sammanlagd effekt på 2 325 MW (av totalt befintliga 2 918 MW) kunde 292 MW inom 3 månader omställas till koleldning. Möjligheterna till ytterligare omställning är mycket begränsade.

I den mån möjligheter finns att använda andra bränslen än eldningsolja synes kol vara det viktigaste ersättningsbränslet. För att i större omfattning kunna utnyttja kol torde betydande ombyggnader eller nybyggnader bli nödvändiga. Kol erbjuder därför ett volymmässigt betydande alternativ endast på längre sikt. Kolpriset synes f n inte vara tillräckligt långt under oljepriset för att vid elproduktion erbjuda kostnadsminskningar jämfört med tjock eldningsolja.

Naturgas kan substituera eldningsolja utan större ingrepp i anläggningar. Priset på naturgas kommer sannolikt att ligga över priset på eldningsolja genom de prisklausuler som på senare tid införts i försäljningskontrakt.

Elproduktionen fordrar långa planeringstider för utbyggnader och detaljstudier både av konsumtionsutveckling och produktionsmöjligheter för att ge ett så effektivt produktionssystem som möjligt. En betydande del av den totala utbyggnadstiden beror på det omfattande prövningsförfarande som sker för anläggningar av denna typ beträffande lokalisering och teknisk utformning och bl a innefattar en detaljerad granskning från miljö- och säkerhetssynpunkt.

Inom kraftföretagen och CDL sker omfattande utredningar och studier för att optimera produktionssystemet på lång sikt. EPU har därför endast givit en översiktlig beskrivning inriktad på att sätta in elenergi i ett totalt energisammanhang.

8.2 Fjärrvärmesystem

8.2.1 *Fjärrvärme baserad på fossila bränslen*

Utbyggnaden av fjärrvärmesystem sker i snabb takt. Den till värmeverk anslutna värmeeffekten uppgick 1973 till ca 6 000 MW. Huvuddelen av värmeproduktionen sker i hetvattencentraler, men större värmeverk byggs också för samtidig elproduktion, kraftvärmeverk. En fortsatt utbyggnad av fjärrvärme väntas och Svenska Värmeverksföreningen (VVF) angav 1972 en prognos för den kommande utbyggnaden (se tabell 8.4).

Fjärrvärmesystemen varierar kraftigt i storlek, från kvarters- eller blockcentraler på några få MW till stora hetvattencentraler på 100 MW eller mer. Det främsta motivet för denna utbyggnad har varit att det från miljösynpunkt erbjuder fördelar. En stor anläggning kan förses med rökgasrening och liknande. Men dessutom erhålls i regel en verkningsgradsvinst genom att skötseln av anläggningen blir av högre kvalitet.

Distributionskostnaderna är höga för hetvatten, varför fjärrvärme främst byggs ut i centrala delar av tätorter där ett stort uppvärmningsbehov finns inom ett begränsat område. En successiv utbyggnad kan ske genom att efter hand koppla ihop mindre områden med fjärrvärmesystem till större.

Ett skäl för sådan hopkoppling är att skapa ett tillräckligt underlag för kraftvärmeverk, dvs verk för samtidig värme- och elproduktion.

Under 1972 utförde Värmeverksföreningen en inventering av potentiell fjärrvärmeutbyggnad i kombination med kraftvärmeverk. Denna inventering angav väsentligt större utbyggnadspotential, speciellt för elproduktion, än den tidigare presenterade prognosen. Utredningen gällde potentiell utbyggnad av fjärrvärme och kraftvärmeverk och omfattade 130 tätorter med över 10 000 invånare.

Utredningen baserades på en enkät till praktiskt taget alla tätorter med mer än 10 000 invånare. Vid beräkningen av fjärrvärmeunderlaget medtogs all befintlig anslutningsbar tätbebyggelse liksom pågående och färdigplanerade projekt. Däremot diskuterades icke den framtida be-

Tabell 8.4 Prognos för fjärrvärmeutbyggnaden

	1971		1980	
Värmeproduktion				
anslutningseffekt	5 677	MW	18 000	MW
energi	11,7	TWh	43	TWh
utnyttjningstid	ca 2 100	tim/år	ca 2 400	tim/år
Mottryckskraft				
effekt	788	MWe	3 000	MWe
energi	2,6	TWh	10	TWh
utnyttjningstid	ca 3 300	tim/år	ca 3 300	tim/år

Källa: Svenska Värmeverksföreningen

byggelsen som kunde förutsättas tillkomma under den period, som en utbyggnad av fjärrvärmesystem och kraftvärmeverk måste komma att fördelas på.

Det framhölls då att den senaste utvecklingen på dieselmotorområdet givit de mindre tätorterna en ny möjlighet att utnyttja fjärrvärmeunderlaget för produktion av elkraft i dieselkraftvärmeverk. Dieselmotorer, som drivs med tjockolja kan kombineras med s k avgaspanna och värmeväxlare som överför energiinnehållet i förbränningsgaserna till fjärrvärmevattnet. Därmed ökas utnyttjandet av bränslets energiinnehåll från ca 40 % vid enbart elproduktion till ca 80 % vid kombination med fjärrvärmedrift.

För de stora och medelstora tätorterna förutsattes att konventionella oljebaserade kraftvärmeverk eller kärnkraftvärmeverk skulle svara för den kombinerade produktionen av elenergi och fjärrvärme.

Av sammanställningarna framgick att av de 130 tätorter utredningen omfattade 93 bedömdes ha förutsättningar för utbyggnad av fjärrvärmesystem med elkraftproduktion. Det sammanlagda värmebehovet för dessa 93 tätorter beräknas till drygt 23 000 MWv, och den möjliga tillkommande installerade eleffekten till 6 660 MWe, vilket skulle ge totalt ca 7 500 MW. Den approximativt beräknade investeringen för det möjliga utbyggnadsprogrammet fördelar sig med ca 6 500 Mkr för kombinerade produktionsanläggningar för elkraft och värme, med 1 000 Mkr för hetvattencentraler och med 2 600 Mkr för fjärrvärmeledningar eller totalt ca 10 000 Mkr i 1972 års kostnadsläge. I VVF:s regi pågår nu en mer detaljerad analys av förutsättningarna för fjärrvärme, utifrån de bedömningar som kan göras efter oljeprishöjningarna. Resultatet från denna beräknas dock inte föreligga förrän 1975.

Produktionskapaciteten för el skulle enligt EPU:s alternativ 1 behöva öka med ca 26 000 MW mellan 1973 och 1985. Den potentiella elproduktionen från mottrycksverk enligt Värmeverksföreningens inventering skulle vara ca 7 500 MW eller 2,5 ggr den av VVF tidigare under 1972 prognostiserade utbyggnaden 1980 på 3 000 MW, som relativt väl överensstämde med den av CDL 1972 angivna mottryckskapaciteten för 1980 på ca 2 500 MW.

För att utreda frågan om utbyggnaden av kraftvärmeverken har Värmeverksföreningen och CDL tillsatt en gemensam utredningsgrupp. Några preliminära bedömningar från denna utredning finns ej tillgängliga och synes inte kunna väntas förrän mot slutet av 1974.

Lönsamheten för kraftproduktionen är kraftigt beroende på utnyttjningstiden, liksom fördelningen mellan el och värme beträffande fasta och rörliga kostnader. Någon enhetlig värderingsgrund finns f n inte, och i avvaktan på att den för Värmeverksföreningen och CDL gemensamma utredningen slutförs behandlas dessa frågor endast översiktligt av EPU i avsnitt 11.3.

Utöver de kommunala kraftvärmeverken förekommer en mottrycksproduktion av elenergi också inom industrin, främst i samband med massa- och pappersproduktion. Denna uppgår f n till större belopp än i kommunala kraftvärmeverk, vilket framgår av tabell 8.5. Potentiella

Tabell 8.5 Mottrycksproduktion av elenergi i TWh/år

	Industri	Kommuner	Övriga
1971	2,722	2,438	–
1972	2,872	2,542	0,057
1973	3,517	2,783	0,072

Den installerade effekten inom industrin är i maj 1974 1 125 MWe

möjligheter finns att öka denna produktion avsevärt (se s 109), men takten i en sådan utbyggnad synes bli relativt måttlig.

I flera fall finns också potentiella möjligheter att leverera värmeenergi från processindustrier till näraliggande tätorter. Detta fordrar dock att en anpassning kan ske mellan uppvärmningssystemets efterfrågestruktur och processindustrins utbud av värme för uppvärmning av bostäder och lokaler. Sådana möjligheter torde finnas och undersöks f n på åtminstone några orter.

Värmeverken drivs huvudsakligen med eldningsolja. Möjligheter finns dock på flera håll att använda andra bränslen.

Värmeverksföreningen har inventerat möjligheterna att i värmeverk över 50 MW använda annat bränsle än eldningsolja. Av en totalt installerad effekt på ca 9 900 MW går 3 650 MW ej att konvertera. Resterande 6 250 MW kan genom större eller mindre omställningar utnyttja andra bränslen – kol, avfall, träflis eller bark m m – men detta medför en effektreduktion till ca 3 800 MW, eller ca 60 % av effekten vid oljeeldning.

8.2.2 *Fjärrvärme från kärnkraftverk*

Kombinerad produktion av el och fjärrvärme baserad på kärnenergi har demonstrerats i Ågesta. Under 10 år har detta kärnkraftvärmeverk försörjt stadsdelen Farsta i Stockholm med huvuddelen av dess uppvärmning. Anläggningen, som är den första och hittills enda av sitt slag i världen, hade dock för liten effekt, 10 MW el och 65 MW värme, för att vara kommersiellt attraktiv. Den avvecklades under sommaren 1974 i och med att forsknings- och utbildningsprogrammet genomförts.

Kärnkraftverken är förenade med stora fasta, av kapaciteten oberoende, kostnader. Av bl a denna anledning är det motiverat att bygga stora enheter, för närvarande minst 600 MWe, vilket motsvarar en värmeeffekt hos reaktorn av ca 1 700 MW. Även anordningarna för avtappning av värme från turbinen och överföring av denna till ett fjärrvärmenät är förenade med betydande fasta kostnader. Detta medför att en befolkning om något eller några hundratusen personer behövs för att skapa underlag för kärnkraft baserad fjärrvärme. Detta innebär att sådan endast har betraktats som möjlig i Stockholm, Göteborg och Malmö. Möjligen skulle

också Norrköping–Linköpingsområdet och Västerås–Eskilstuna erbjuda tillräckligt värmeunderlag. En utbyggnad av kärnkraftvärmeverk i storstadsregionerna bör kunna realiseras till mitten av 1980-talet. Med denna omfattning som för närvarande bedöms rimlig skulle dessa anläggningar kunna begränsa användningen av olja (eller andra konventionella bränslen) med 1,5–2,0 miljoner m^3 eldningsolja per år mot slutet av 1980-talet.

Utbyggnaden av kärnkraftvärme kan i huvudsak utföras med etablerad teknik. Reaktorn planeras bli exakt lik den i våra stora kärnkraftverk. Turbinen blir även den i stort sett av samma utförande, men vissa utvecklingsinsatser krävs för att den skall kunna utnyttjas för produktion av hetvatten. Storskalig överföring av hetvatten baseras även på konventionell teknik men viss teknisk utveckling är motiverad. De utvecklingsarbeten som erfordras har redan påbörjats.

I områden där ledningen för värmeöverföringen ej kan läggas i bergtunnlar studeras tre alternativa lösningar, nämligen (1) förläggning på plintar ovan markytan, (2) försänkt förläggning i diken eventuellt med tillhörande längsgående vallar, samt (3) kulvertförläggning. Ovanjordsförläggningen torde i allmänhet innebära större påverkan på landskapsbilden än övriga alternativ. Å andra sidan är kulvertförläggningen väsentligt dyrare samtidigt som den från underhållssynpunkt m m är en tekniskt sämre lösning.

Beträffande miljö- och beredskapsaspekter skiljer sig kärnkraftvärmeverk inte från vanliga kärnkraftverk, utom att kylvattenanspråken blir mindre genom att värmen utnyttjas i fjärrvärmesystemet.

Från säkerhetssynpunkt skiljer sig kärnkraftvärmeverken ej från vanliga kärnkraftverk. I Malmöregionen planeras lokalisering till det befintliga kärnkraftverket i Barsebäck. Även det i Haninge utanför Stockholm föreslagna kärnkraftverket avses ej bli placerat närmare tätbebyggelse än vad som redan skett i såväl Sverige som utomlands. Tack vare kraftvärmeprincipen kan värmen produceras utan att den totala mängden radioaktivt avfall i landet ökas nämnvärt.

Stockholm

En förläggning av ett kärnkraftvärmeverk i Värtan som tidigare (1968) föreslagits försörja Stockholms fjärrvärmenät är nu inte längre aktuell. Stockholms Kraftgrupp AB, SKG, har undersökt förutsättningarna för fem andra förläggningsplatser i Stockholmsområdet, varvid Haninge bedömts som mest gynnsam. Haningeläget har därvid ansetts likvärdigt med andra redan accepterade förläggningsplatser.

Förutsättningarna för förläggning av större kärnkraftverk i eller i omedelbar närhet av tätorter har, som direkt följd av detta förslag, utretts av närförläggningsutredningen som publicerade sitt slutbetänkande i augusti 1974. (Jämför avsnitt 10.3).

Från ekonomisk synpunkt är kärnkraftvärmeverk vid aktuella oljepriser och med rimliga värmeöverföringsavstånd väl motiverade. Värmekostnaden vid verket blir väsentligt lägre än vid värmeproduktionen baserad

på olja. Överföringsledningarna för hetvattnet från kärnkraftvärmeverket medför dock en så avsevärd kostnad att placeringen måste ske på måttligt avstånd från tätorten. Som exempel kan nämnas att investeringen för hetvattenledningar i Storstockholm beräknas bli 500 à 600 Mkr högre med än utan kärnkraftvärme. Totalt blir investeringen i detta fall 4 à 5 miljarder kronor för kärnkraftvärmeverk omfattande el- och värmeproduktion, fjärrvärmenät och kompletterande oljeeldade produktionsanläggningar. Detta kan jämföras med de totala samhällsinvesteringarna i regionen, som beräknats till inemot 85 miljarder fram till år 1985.

Inom Storstockholmsområdet beräknas totala uppvärmningsbehovet 1985 till 7 000–8 000 MW för en befolkning på 1,6–1,85 miljoner. Den anslutna fjärrvärmelasten bedöms 1985 svara för 40–45 % av det totala uppvärmningsbehovet, vilket motsvarar 2 800–3 500 MW. År 2000 bedöms belastningen till 5 000–6 500 MW.

Enligt de förutsättningar som gällde för SKG:s studie, som slutfördes våren 1973, skulle ett kärnkraftvärmeverk i Haninge kunna tagas i drift 1983. Dess termiska effekt förutsattes vara ca 2 700 MW, vilket vid full kondenskörning skulle ge en elektrisk effekt på ca 860 MWe och vid full mottrycksproduktion 500 MWe resp 2 140 MWv. Sedan utredningen genomfördes har de ekonomiska förutsättningarna för projektet blivit gynnsammare.

Göteborg

För 3–4 år sedan undersöktes möjligheterna att bygga ett kärnkraftvärmeverk i Göteborgstrakten. Det avsågs leverera cirka 1 300 MW fjärrvärme.

Inträdande stagnation i tätortens tillväxt och svårigheter att bedöma lokaliseringsmöjligheterna medförde dock ett återupptagande av undersökningarna för ett kraftvärmeverk baserat på konventionella bränslen. På sikt och inte minst mot bakgrund av den senaste oljekrisen är dock kärnkraftvärme fortfarande av intresse.

Den anslutna fjärrvärmeeffekten är nu av storleksordningen 1 000 MW. I senare hälften av 1980-talet kan den möjligen ha växt tillräckligt för att ge underlag för cirka 1 000 MW kärnvärme dvs ett aggregat av samma storleksordning som planeras för Malmöområdet i Barsebäck.

En nylokalisering i Göteborgstrakten förefaller mest rimlig. Om en sådan inte kan ske kvarstår ändå med de kostnadsförhållanden som råder efter den kraftiga oljeprishöjningen anledning att undersöka om värme kan överföras från Ringhals som redan är ett etablerat kärnkraftläge. Nuvarande teknik gör en sådan lösning beroende av möjligheterna att utbygga det femte aggregatet i stationen. Avståndet 60 km medför avsevärda kostnader för värmeöverföringen.

Malmö

Utvecklingen av fjärrvärmeanslutningen i Malmö ökar enligt prognoserna från 968 MW 1973 till 1 500 MWv 1980 och 2 000 MWv 1990. Den

nuvarande utbyggnaden med fossileldade kraftverk sker i avvaktan på en framtida anslutning till kärnkraftverket i Barsebäck i samband med en regional lösning som innebär att Malmö och Lund ansluts till Barsebäcks tredje aggregat. Anslutningsvärdet i Lund bedöms 1990 till närmare 500 MW. Av detta skulle i Malmö 700 MW och i Lund 250 MW kunna erhållas genom anslutning till Barsebäcks tredje aggregat. På sikt skulle även Landskrona och Helsingborg kunna omfattas av ett regionalt fjärrvärmesystem, och en utredning av dessa möjligheter har just påbörjats.

Ett förberedande utredningsarbete, gemensamt för Tekniska Verken i Lund, Industriverken i Malmö och Sydkraft, pågår omfattande kraftverk (Barsebäck 3), alternativa sträckningar av överföringsledningar samt mottagningsstationer i Lund och Malmö. Avsikten är att få underlag för bedömning av projektets tekniska och ekonomiska genomförbarhet. Preliminära bedömningar utvisar att lönsamhetsgränsen för projektet ligger vid ett oljepris som är 10–20 % lägre än dagens. Om definitivt beslut kan fattas 1976 skulle det medge färdigställande tidigast 1982.

Avståndet från Barsebäck till Lund är 16 km och till Malmö 26 km.

Den totala anslutningseffekten till fjärrvärme i Stockholms- och Malmöområdena är 1985 minst ca 4 500 MW. Med de aggregatstorlekar som anges ovan skulle 1985 ca 3 100 MW kunna vara kärnkraftbaserad fjärrvärme.

Med en genomsnittlig utnyttjandetid av 3 000 tim/år motsvarar ovanstående ca 9,5 TWh/år. Detta skulle ersätta ca 1,5 Mtoe eldningsolja vid mitten av 1980-talet.

Barsebäcks tredje aggregat skulle enligt CDL-studien 1972 tas i drift 1983. Varken detta eller Haningeverket hör till de nu beslutade kärnkraftverken. Ombyggnad av Barsebäck 1 eller 2 för fjärrvärmeavtappning är på nuvarande stadium icke realistiskt.

8.3 Framtida system

Nya system eller metoder för energiproduktion kräver att en rad utvecklingssteg passeras. Detta fordrar i regel betydande insatser av FoU och därmed tid. Energiprogramkommittén har i uppdrag att inventera behov av FoU och ange förslag till projekt som har betydelse för den framtida energiförsörjningen.

Fyra steg i utvecklingen av ny teknik för att producera energi kan urskiljas: identifieringen av den principiella möjligheten att utvinna energi, påvisandet av den fysikaliska utförbarheten av den föreslagna tekniken, utvecklandet av en ingenjörsteknisk lösning som kan fungera under förekommande driftförhållanden samt slutligen framställandet av en utrustning eller metod som kan ge en energiproduktion till konkurrenskraftigt pris.

För de produktionsmöjligheter som behandlas i kapitel 7 och tidigare i detta kapitel är den fysikaliska utförbarheten påvisad och i flertalet fall

finns ingenjörstekniska lösningar. Kostnaderna för produktion i system som inte etablerats är dock i flera fall väsentligt högre än i de använda systemen.

Stora anläggningar för el- och värmeproduktion har långa planerings- och projekteringstider. Det rör sig om 5–8 år, vilket innebär en tröghetsfaktor vad gäller införande av nya produktionssystem. I stora system innebär införande av ny och oprövad teknik ett betydande osäkerhetsmoment. Detta talar för en relativt långsam introduktion även av system och anläggningar som i princip är kända och för vilka prov i begränsad skala har gjorts. Sådana system torde knappast ge något bidrag till energiförsörjningen 1985.

Ett exempel på detta är bridreaktorer, som funnits i små försöksanläggningar sedan 1950-talet, men som först under det senaste året kunnat prövas i större anläggningar. En reaktor, Phénix på 250 MWe, finns i drift i Frankrike sedan 1973. Det synes i hög grad sannolikt att en eventuell introduktion i Sverige av bridreaktorer inte blir aktuell förrän en betydande drifterfarenhet finns från andra länder (jämför kapitel 7.6).

Situationen torde vara likartad för åtskilliga andra system kring vilka stora utvecklingsinsatser görs på annat håll t ex beträffande produktion av flytande eller gasformiga bränslen från kol. Sålunda skulle en framgångsrik utveckling av teknik att framställa flytande bränslen ur kol innebära för Sverige att anläggningar för petroleumprodukter skulle kunna utnyttjas även om oljeutbudet minskades. Sverige skulle därvid kunna importera konstgjorda flytande bränslen, vilka rimligen torde komma att produceras i nära anslutning till kolfyndigheter.

Utöver de ovan berörda systemen, kring vilka en betydande utvecklingsinsats görs på flera håll, finns andra metoder för bränsle- och/eller elproduktion som är i princip kända och påvisade, och vilkas användning i större omfattning kan bli aktuell inom en 25-årsperiod. Bland dessa kan nämnas metanolframställning ur naturgas eller kol, vätgasframställning ur vatten med hjälp av elektrolys eller sönderdelning vid hög temperatur, MHD-generatorer för elproduktion antingen med fossila bränslen eller i anslutning till kärnreaktorer, gaskylda högtemperaturreaktorer eventuellt av bridreaktortyp, solenergi för elproduktion eller annat utnyttjande utöver strålningsuppvärmning, fusionsenergi etc.

Beträffande dessa system gäller att beprövade tekniska lösningar i stor skala saknas. För fusion, som erbjuder en principiellt mycket tilltalande långsiktig lösning på energiförsörjningsproblemen, har något laboratoriemässigt påvisande av den principiella utförbarheten ännu inte genomförts.

En ekonomisk bedömning av systemen är naturligtvis under sådana förhållanden omöjlig. Utredningen har avstått från att nu söka göra en bedömning av när en eventuell introduktion av dessa system skulle bli aktuell i Sverige. En översiktlig beskrivning av olika produktionsmöjligheter finns i bilaga 13. I vissa delar torde systemen behandlas av EPK, bl a för att bedöma omfattningen av de FoU-insatser som kan vara rimliga från svensk sida. I den mån de kan bedömas bli aktuella före

80-talets slut har de närmare behandlats i anslutning till produktionsmöjligheterna. Däremot har på grund av tidsknapphet ingen detaljerad analys gjorts av produktionssystemet år 2000. Den utformning som anges i balanserna bygger på samma antaganden som för år 1985.

9 Energibalanser

I detta kapitel sammanställs de tidigare framtagna delresultaten till fyra totala energibalanser för vardera åren 1985 och 2000. Dessa balanser beskriver det energiförsörjningssystem som bedöms bli följden av de i tidigare kapitel angivna förutsättningarna och gjorda antagandena beträffande efterfrågeutveckling och utbudsförhållanden för energi av olika slag.

9.1 Utformningen av prognosalternativen

Detaljer i analyserna redovisas inte här på nytt. En kort sammanfattande kommentar till konsumtionsprognosalternativen och avvägningen mellan olika energiformer ges i avsnitt 9.1.1. Därefter anges i avsnitt 9.1.2 principerna för utformningen av produktions- och tillförselsidan.

9.1.1 *Avvägningen mellan olika energiformer*

Inom industrin synes det vara huvudsakligen den ökande mekaniseringen som medför en ökning av den specifika elförbrukningen. För detta ändamål har elenergin så påtagliga fördelar att något gott substitut knappast existerar. Vissa moment kan naturligtvis utföras genom rent mekaniska system, men verkningsgraden för motordrift är inte väsentligt bättre än för elproduktion, varför till och med lokal elgenerering torde kunna aktualiseras för att tillgodose anspråk på el till mekanisering och automatisering inom produktionen. Denna tendens mot ökad mekanisering drivs fram av krav på bättre arbetsmiljö och fortsatt ökad produktivitet och är till sin karaktär endast måttligt påverkad av de olika energislagens relativpriser.

Beträffande industrins processvärme är situationen annorlunda. Med de priser som rått under våren 1974 synes bedömningarna mycket samstämmiga: Prisrelationen mellan elenergi och bränslen har inte förändrats så drastiskt att el av kostnadsskäl blivit aktuellt för processvärmning i avsevärt större omfattning än tidigare.

Inom branscher där processvärmning endast står för en mindre del av energiförbrukningen kan elenergi erbjuda en lätthanterlighet, t ex för små ugnar, som gör att den blir konkurrenskraftig gentemot bränslen (dvs

främst eldningsolja) även för uppvärmning. Detta synes gälla inom t ex livsmedels-, trävaru- och verkstadsindustrin. För järn- och metallverken kan variationer i processval (bl a beroende på skrottillgången) medföra en ganska stor variation mellan hög och låg elförbrukning. Dessa förhållanden indikerar att avvägningen mellan el och bränslen för industrins vidkommande är förhållandevis stabil och endast marginellt påverkas av prisvariationer mellan el och olja. Detta präglar också konsumtionsprognoserna för industrisektorn.

Från tekniska utgångspunkter går elenergi att använda för så gott som all energiförsörjning till stationära anläggningar. Möjligheterna till överflyttningar är alltså mycket stora, och kostnaderna för energi blir avgörande för i vilken utsträckning sådan överflyttning sker. En övergång från el till bränslen skulle däremot snabbt medföra svårlösta tekniska problem. Lokal produktion av den elenergi som erfordras för driften är sannolikt den enklaste lösningen på många sådana problem.

Inom samfärdselsektorn torde de flytande bränslena under hela prognosperioden förbli helt dominerande. Det pågår visserligen ett intensifierat utvecklingsarbete beträffande elbilar, men ett volymmässigt betydelsefullt inflytande förefaller inte sannolikt före 1985. Överföringar av långväga transporter från väg till järnväg får även om de blir stora, mycket måttlig effekt på energiåtgången. Ingen uppdelning i el- och bränslealternativ har därför gjorts.

För både industri- och samfärdselsektorn kan avvägningen mellan olika bränslen variera betydligt mer än mellan elenergi och bränslen. I viss utsträckning kan avvägningen komma att bestämmas av de aktuella bränslepriserna och därför variera i tiden. Denna möjlighet att välja är för närvarande mycket begränsad men kan förmodas öka. Vid nyinstallationer av förbränningsutrustning kommer möjligheterna att använda alternativa bränslen att tas tillvara i större utsträckning än tidigare.

Inom övrigsektorn kan betydande skillnader i fördelningen mellan energiformerna bli följden av val av uppvärmningssystem. Detta val kan vidare komma att bestämmas från beräkningar för större eller mindre områden av hur en optimal utformning skall göras, vilket innebär att variationen mellan olika alternativ blir betydande. En övergång till fjärrvärme eller elvärme synes mycket sannolik, men valet mellan fjärrvärme och elvärme varierar beroende på de lokala förutsättningarna och på systemens tekniska och ekonomiska egenskaper (jfr avsnitt 8.2). Den uppdelning som här gjorts representerar fördelningar som ligger förhållandevis långt åt vardera sidan.

Beträffande konsumtionen för hushållsutrustning och liknande bedöms några volymmässigt betydande alternativ till el som osannolika.

Det ovan sagda innebär att en stor del av den skillnad som finns mellan el- och bränslealternativen kan förklaras av elvärmens omfattning. Detta innebär också att val av uppvärmningssystem blir nära kopplat till produktionssystemets utbyggnad. Detta problem diskuteras särskilt i avsnitt 11.3.

Tabell 9.1 Tillförd energi[1] 1972

	Resp. kvantitet	TWh
tunn eldningsolja (eo 1–2)	8,72 Mm^3	86,2
tjock eldningsolja (eo 3–5)	13,42 Mm^3	145,1
motorbrännolja	2,04 Mm^3	20,2
motorbensin	4,02 Mm^3	35,1
andra oljeprodukter	0,62 Mm^3	6,7
S:a oljeprodukter	28,82 Mm^3	293,3
varav för omvandling till elenergi	3,42 Mm^3	37,0
kol och koks	2,40 Mton	18,7
inhemska bränslen	2,95 Mtoe	34,3
vattenkraft	53,7 TWh	53,7
kärnkraft	1,4 TWh	1,4
elimport	1,3 TWh	1,3

[1] Tabellen omfattar ej:
– oljeprodukter som råvara (nafta m m)
– oljeprodukter som ej utnyttjas för energiändamål (asfalt m m)
– raffinaderibränslen

9.1.2 *Utformningen av tillförsel- och produktionssystem*

Den totala tillförseln av energi 1972 fördelades enligt tabell 9.1. Den redovisning som ges i tabellen omfattar ej petroleumprodukter som används dels som råvara i kemisk industri, dels för andra ändamål än energiförsörjning (dvs som asfalt m m). Vidare har raffinaderibränslen undantagits.

Av bränslen står oljeprodukter för ca 86 %, inhemska bränslen för ca 9 % och kol och koks för ca 5 %. De inhemska bränslena består till ca 90 % av massaindustrins lutar. Kol och koks förbrukas huvudsakligen i järn- och stålverken.

Inom industrin begränsar processtekniska hänsyn möjligheterna att välja bränsle. Som ovan antytts kan dock ökade insatser göras för att förbättra möjligheterna till val av alternativa bränslen i samband med uppvärmning.

Kol som reduktionsmedel inom järn- och stålindustrin har på kort sikt inget egentligt substitut. På lång sikt kan vätgas erbjuda ett intressant alternativ. Före 1985 kan detta dock knappast bli aktuellt.

Massaindustrins lutar har idag ingen bättre användning än som bränsle, och ett fortsatt utnyttjande synes tämligen givet.

En ökad beredvillighet tycks finnas inom industrin att av hänsyn till försörjningstryggheten för bränslen acceptera extra kostnader för möjligheten att genom extra utrustning förbättra flexibiliteten i anläggningarna så att alternativa bränslen kan utnyttjas. Med hänsyn till omgivning, arbetsplatsmiljö och genom sin lätthanterlighet torde naturgas och oljeprodukter ha vissa fördelar framför kol eller andra fasta bränslen.

Under överskådlig tid torde petroleumprodukter förbli dominerande fordonsbränslen. Inblandning av metanol i drivmedel diskuteras, och kan möjligen aktualiseras på relativt kort sikt. Enbart metanol kan driva

explosionsmotorer men det torde kräva betydligt större omställning och bedöms därför kunna inverka endast på lång sikt. Metanol tillverkas enklast från olja eller naturgas. En forcerad övergång till andra bränslen för fordonsdrift synes heller inte motiverad av resursuttömningsskäl. Med hänsyn till de omfattande detaljdistributionssystem och stora bilbestånd som finns torde också förändringar beträffande drivmedelsförsörjningen ske förhållandevis långsamt.

Metanol kan också göras från kol eller andra organiska ämnen. Tillgängligheten på dessa råvaror och nödvändig produktionsteknik erbjuder dock inga kortsiktiga lösningar. Vätgas (framställd genom elektrolys eller genom sönderdelning av vatten vid hög temperatur) bedöms knappast bli aktuellt som allmänt fordonsbränsle ens på längre sikt. Däremot kan det möjligen bli det som flygbränsle och för bränsleceller.

Torv, avfall, skiffer och andra bränslen torde fordra lokala förutsättningar som i något avseende är gynnsamma för att bli aktuella.

Valet av bränsle är en fråga om kostnader, miljöeffekter och leveranstrygghet. Tekniska möjligheter för substitution mellan bränslen finns framtagna – åtminstone i liten skala. I den mån utbytet mellan bränslen sker i stor skala torde det i första hand komma att gälla för uppvärmningsändamål, varvid kalorikostnaden blir avgörande för valet i den mån som substitutionsmöjligheter för olja alls existerar. Storleken av denna substitution kan diskuteras med utgångspunkt i en formulering av balanserna som förhållandevis renodlade alternativ med el och olja som här givits.

Beträffande fördelningen mellan olika bränslen har för *industrin* följande antaganden gjorts:

- Järn- och stålindustrin förbrukade 1970 ca 85 % av allt kol och koks. För Stålverk 80 (NJA:s utbyggnad i Luleå) beräknas kolförbrukningen till 2,8 Mton (1,8 Mtoe). För att få industrins totala kolkonsumtion antas att övrig förbrukning 1985 och 2000 blir ca 10 % av järn- och stålindustrins. Hänsyn har då inte tagits till de ökade möjligheter att utnyttja kol som kan aktualiseras.
- Massaindustrins lutar står för 90 % av inhemska bränslen.
- Resterande bränsleförbrukning består av petroleumprodukter vilkas fördelning antas vara lika med 1970 års värden, dvs ca 14 % eo 1–2, ca 85 % eo 3–5 och ca 2 % övriga oljeprodukter (bensin, gasol etc). En viss övergång från tunn till tjock eldningsolja är sannolik, men skulle inte förändra prognoserna påtagligt.
- Den kemiska industrins råvaror och raffinaderibränslen är ej inräknade.

För de övriga branscherna har fördelningen redovisats i tidigare avsnitt.

Balanserna har renodlats till att omfatta huvudsaklig elenergi och petroleumprodukter. Utbytesmöjligheterna diskuteras närmare i avsnitt 9.3. Följande huvudantaganden har gjorts och torde möjliggöra en uppskattning av utbytesmöjligheterna:

- För tunna eldningsoljor för uppvärmningsändamål är substitutionsmöjligheten främst antingen övergång till fjärrvärme eller elvärme. I

någon mån kan här naturgas också komma in. Fasta bränslen torde få en minskande andel för direktuppvärmning.

- För tjock eldningsolja är substituten naturgas, kol eller inhemska bränslen – torv, sopor, vedavfall, skiffer etc. Möjligheterna att använda alternativa bränslen torde bli tillvaratagna i ökande utsträckning.
- För motordrivmedel finns små substitutionsmöjligheter till 1985, även om viss inblandning av metanol kan bli aktuellt.

9.2 Energibalanser

Några entydigt givna kombinationer beträffande prognoser från olika sektorer kan inte ges utan att antaganden görs beträffande de avvägningar mellan sektorerna som de politiska instanserna kommer att göra. Energiprognosalternativen är en del av underlagsmaterialet för dessa överväganden. Det har därför bedömts lämpligt att kombinera sektoralternativ så att de ger en vid spridning av både förutsättningar och utfall.

De frågeställningar som aktualiseras i samband med kombinationer av prognosalternativ inom olika sektorer diskuteras i avsnitt 5.3.4.

En detaljerad redogörelse för de olika konsumtionsprognoserna ges i kapitel 6.

Utformningen av produktions- och tillförselsystemet behandlas kort i avsnitt 9.1.2 och en redogörelse för de olika produktionsmöjligheterna ges i kapitlen 7 och 8.

Tabellerna 9.2 – 5 innehåller en sammanställning av prognoserna för de olika alternativen. För åren 1970, 1985 och 2000 anges elförbrukningen (i TWh), bränsleförbrukningen (i Mtoe) och den totala förbrukningen (i TWh) i de olika sektorerna och totalt. Den totala slutliga förbrukningen av el inkluderar ej överföringsförluster, och den slutliga bränsleförbrukningen inkluderar ej sådant bränsle som omvandlas till annan energi, exempelvis i fossileldade kraftverk. För att erhålla den totala volymen av tillförd energi måste därför förlusterna läggas till den totala elförbrukningen. Det bränsle som åtgår för elproduktion anges också i tabellerna. Den samlade tillförseln av energi till det svenska försörjningssystemet omfattar då bränsleförbrukningen, samt elenergi från vattenkraft och kärnkraft. Dessa poster redovisas särskilt i tabellerna 9.2 – 5.

I tabellerna anges också för de olika sektorerna den genomsnittliga, årliga förändringen i respektive period. Den är i de högre konsumtionsalternativen 3,3–3,4 % per år respektive 2,8 % per år för de två perioderna 1970–1985 respektive 1985–2000. Motsvarande siffror i de lägre konsumtionsalternativen är 2,3 – 2,4 % per år respektive 1,6 % per år.

I tabell 9.6 sammanfattas de fyra alternativen för de tre konsumtionshuvudgrupperna. Energiförbrukningen anges dels för el och bränslen var för sig, dels för el och bränslen sammanslagna.

Skillnaden mellan de båda högre respektive lägre alternativen är liten både 1985 och 2000 när man ser till den totala energiförbrukningen men,

Tabell 9.2 Prognosalternativ 1: Snabbare konsumtionsutveckling, fortsatt kärnkraftutbyggnad

	1970		1985		2000		Ändring i % per år 1970–1985		Ändring i % per år 1985–2000	
	El TWh	Bränsle Mtoe	El TWh	Bränsle Mtoe	El TWh	Bränsle Mtoe	El	Bränsle	El	Bränsle
Industri	33,2	10,4	80	18,9	161	29,7	6,0	4,1	4,8	3,1
Summa, TWh	154		300		506		4,6		3,5	
Samfärdsel	1,9	6,1	3	9,3	5	12,0	3,1	2,9	3,5	1,7
Summa,TWh	73		111		144		2,8		1,8	
Övrigt	22,2	10,6	95	8,2	180	6,9	10,2	–1,7	4,4	–1,1
varav elvärme	2,5	–	38	–	60	–	19,9	–	3,1	–
Summa, TWh	146		190		260		1,8		2,1	
Totalt	57,3	27,1	178	36,4	346	48,6	7,8	2,0	4,5	1,9
Total slutlig förbrukning, TWh	373		601		910		3,3		2,8	
Elförbrukning inkl överföringsförluster	64,3		205		395		8,0		4,5	
Elproduktion: vatten- och kärnkraft resp bränsleförbrukning i värmekraft	45,6	4,2	163	5,6	355	5,0	8,9	1,9	5,3	–0,8
Total bränsleförbrukning		31,3		42,0		53,6		2,0		1,6

Tabell 9.3 Prognosalternativ 2: Snabbare konsumtionsutveckling, ingen ytterligare kärnkraftutbyggnad

	1970		1985		2000		Ändring i % per år 1970–1985		Ändring i % per år 1985–2000	
	El TWh	Bränsle Mtoe	El TWh	Bränsle Mtoe	El TWh	Bränsle Mtoe	El	Bränsle	El	Bränsle
Industri	33,2	10,4	74	19,5	137	31,7	5,5	4,3	4,2	3,3
Summa, TWh	154		301		506		4,6		3,5	
Samfärdsel	1,9	6,1	3	9,3	5	12,0	3,1	2,9	3,5	1,7
Summa, TWh	73		111		144		2,8		1,8	
Övrigt	22,2	10,6	62	11,9	119	13,0	7,1	0,8	4,4	0,6
varav elvärme	2,5	–	12	–	18	–	11,0	–	2,7	–
Summa, TWh	146		200		270		2,1		2,0	
Totalt	57,3	27,1	139	40,7	261	56,7	6,1	2,7	4,3	2,2
Total slutlig förbrukning, TWh	373		612		920		3,4		2,8	
Elförbrukning inkl överföringsförluster	64,3		160		300		6,3		4,3	
Elproduktion: vatten- och kärnkraft resp bränsleförbrukning i värmekraft	45,6	4,2	117	7,0	120	35,0	6,5	3,5	0,2	11,3
Total bränsleförbrukning		31,3		47,7		91,7		2,8		4,5

Tabell 9.4 Prognosalternativ 3: Långsammare konsumtionsutveckling, fortsatt kärnkraftutbyggnad

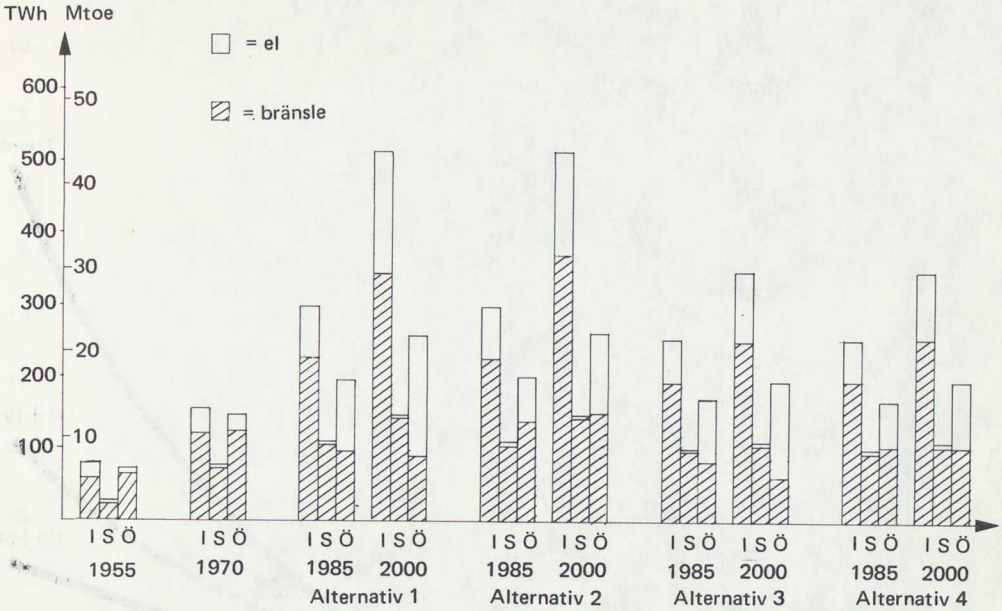
	1970		1985		2000		Ändring i % per år 1970–1985		Ändring i % per år 1985–2000	
	El TWh	Bränsle Mtoe	El TWh	Bränsle Mtoe	El TWh	Bränsle Mtoe	El	Bränsle	El	Bränsle
Industri	33,2	10,4	67	16,5	108	21,4	4,8	3,1	3,2	1,7
Summa, TWh	154		259		357		3,5		2,2	
Samfärdsel	1,9	6,1	3	8,5	5	10,1	3,1	2,2	3,5	1,2
Summa, TWh	73		102		122		2,3		1,2	
Övrigt	22,2	10,6	82	7,1	126	5,3	9,1	–2,6	2,9	–1,9
varav elvärme	2,5	–	37	–	56	–	19,7	–	2,8	–
Summa, TWh	146		164		188		0,8		0,9	
Totalt	57,3	27,1	152	32,1	239	36,8	6,7	1,1	3,1	0,9
Total slutlig förbrukning, TWh	373		525		667		2,3		1,6	
Elförbrukning inkl överföringsförluster	64,3		175		275		6,9		3,1	
Elproduktion: vatten- och kärnkraft resp bränsleförbrukning i värmekraft	45,6	4,2	136	4,2	236	3,6	7,6	0	3,7	–1,0
Total bränsleförbrukning		31,3		36,3		40,4		1,0		0,7

Tabell 9.5 Prognosalternativ 4: Långsammare konsumtionsutveckling, ingen ytterligare kärnkraft

	1970		1985		2000		Ändring i % per år 1970–1985		Ändring i % per år 1985–2000	
	El TWh	Bränsle Mtoe	El TWh	Bränsle Mtoe	El TWh	Bränsle Mtoe	El	Bränsle	El	Bränsle
Industri	33,2	10,4	63	16,8	94	22,7	4,4	3,2	2,7	2,0
Summa, TWh	154		258		358		3,5		2,2	
Samfärdsel	1,9	6,1	3	8,5	5	10,1	3,1	2,2	3,5	1,2
Summa, TWh	73		102		122		2,3		1,2	
Övrigt	22,2	10,6	57	9,9	78	10,0	6,5	–0,5	2,1	0,1
varav elvärme	2,5	–	19	–	25	–	14,5	–	1,8	–
Summa, TWh	146		172		194		1,1		0,8	
Totalt	57,3	27,1	123	35,2	177	42,8	5,2	1,8	2,5	1,3
Total slutlig förbrukning, TWh	373		532		674		2,4		1,6	
Elförbrukning inkl överföringsförluster	64,3		140		205		5,3		2,6	
Elproduktion: vatten- och kärnkraft resp bränsleförbrukning i värmekraft	45,6	4,2	117	3,9	118	15,2	6,5	–0,5	0,1	9,5
Total bränsleförbrukning		31,3		39,1		58,0		1,5		2,7

Tabell 9.6 Sammanställning av konsumtionsprognoserna

		1970			1985			2000			Ändring i % per år 1970–1985			Ändring i % per år 1985–2000		
	Alternativ	El TWh	Br Mtoe	Tot TWh	El TWh	Br Mtoe	Tot TWh	El TWh	Br Mtoe	Tot TWh	El	Br	Tot	El	Br	Tot
Industri	1	33,2	10,4	154	80	18,9	300	161	29,7	510	6,0	4,1	4,6	4,8	3,1	3,5
	2				74	19,5	300	137	31,7	510	5,5	4,3	4,6	4,2	3,3	3,5
	3				67	16,5	260	108	21,4	360	4,8	3,1	3,5	3,2	1,7	2,2
	4				63	16,8	260	94	22,7	360	4,4	3,2	3,5	2,7	2,0	2,2
Samfärdsel	1	1,9	6,1	73	3	9,3	110	5	12,0	140	3,1	2,9	2,8	3,5	1,7	1,8
	2				3	9,3	110	5	12,0	140	3,1	2,9	2,8	3,5	1,7	1,8
	3				3	8,5	100	5	10,1	120	3,1	2,2	2,3	3,5	1,2	1,2
	4				3	8,5	100	5	10,1	120	3,1	2,2	2,3	3,5	1,2	1,2
Övrigt	1	22,2	10,6	146	95	8,2	190	180	6,9	260	10,2	–1,7	1,8	4,4	–1,1	2,1
	2				62	11,9	200	119	13,0	270	7,1	0,8	2,1	4,4	0,6	2,0
	3				82	7,1	160	126	5,3	190	9,1	–2,6	0,8	2,9	–1,9	0,9
	4				57	9,9	170	78	10,0	190	6,5	–0,5	1,1	2,1	0,1	0,8
Total slutlig förbrukning	1	57,3	27,1	373	178	36,4	600	346	48,6	910	7,8	2,0	3,3	4,5	1,9	2,8
	2				139	40,7	610	261	56,7	920	6,1	2,7	3,4	4,3	2,2	2,8
	3				152	32,1	525	239	36,8	670	6,7	1,1	2,3	3,1	0,9	1,6
	4				123	35,2	530	177	42,8	670	5,2	1,8	2,4	2,5	1,3	1,6



Figur 9.1 Konsumtionsalternativen fördelade på huvudsektorerna. Figuren anger faktisk konsumtion 1955 och 1970 samt de fyra alternativen för 1985 och 2000 enligt kapitel 6. I = industri, S = samfärdsel och Ö = övrigsektorn.

i enlighet med förutsättningarna, betydande när man ser till el och bränslen var för sig.

Av tabell 9.6 och figur 9.1 framgår att både 1955 och 1970 den totala energiförbrukningen i industri- och i övrigsektorn var ungefär lika stor. Med de förutsättningar som gäller för prognoserna för 1985 och 2000 kommer industrisektorn att öka snabbare än övrigsektorn och industrins andel av den totala energiförbrukningen kommer därför i alla alternativ att successivt öka. År 1970 var industrins andel av den totala energiförbrukningen 41 % och kommer 1985 att utgöra ca 50 % i alla alternativen.

De olika konsumtionsnivåerna skiljer sig beträffande fördelningen mellan el och bränslen, vilket diskuteras närmare nedan i avsnitt 9.3.

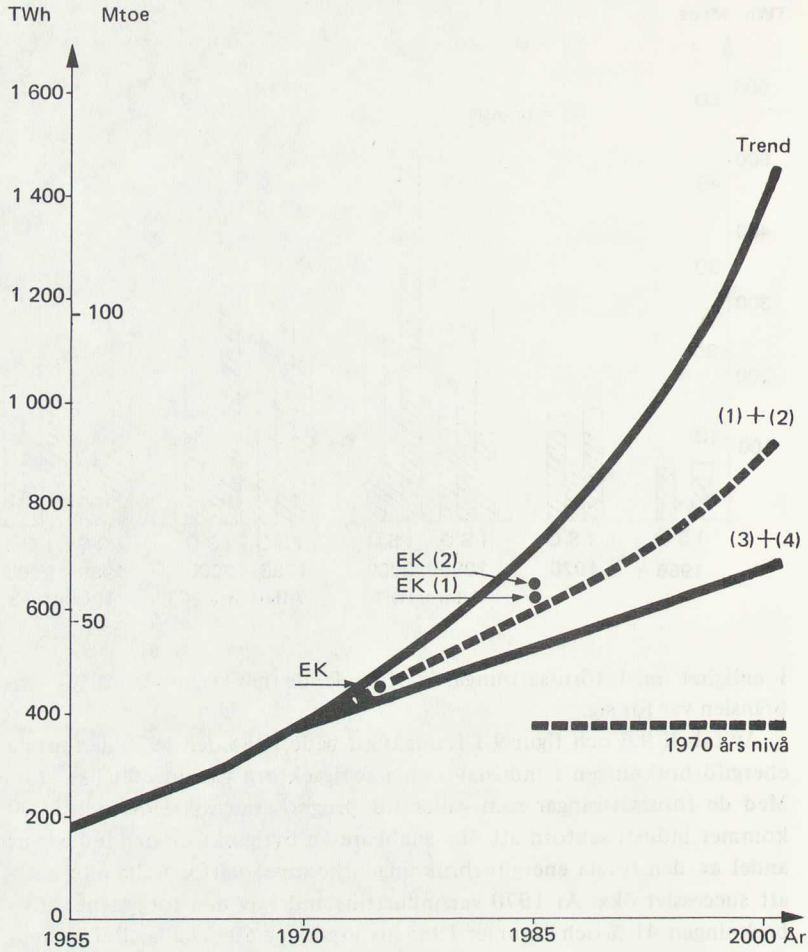
I figur 9.2 åskådliggörs prognoserna. De två konsumtionsnivåerna är som synes betydligt lägre än en framskrivning av tidigare trend. Energikommittén förutsatte i sina prognoser (finns inlagda som punkter i figuren) en något snabbare konsumtionsutveckling till 1985 än EPU.

9.3 El- och bränsleprognoser

9.3.1 *Tidigare prognoser*

Prognoser för elförbrukningen görs regelbundet av CDL (29). Tidsperspektivet för dessa prognoser är relativt långt – åtminstone en tioårsperiod – beroende på de långa projekterings- och byggnadstider som är förknippade med elkraftproduktionen.

CDL:s prognoser har regelmässigt gett förhållandevis goda förutsägelser, vilket kan illustreras av figur 9.3. Under 1970-talets första år har

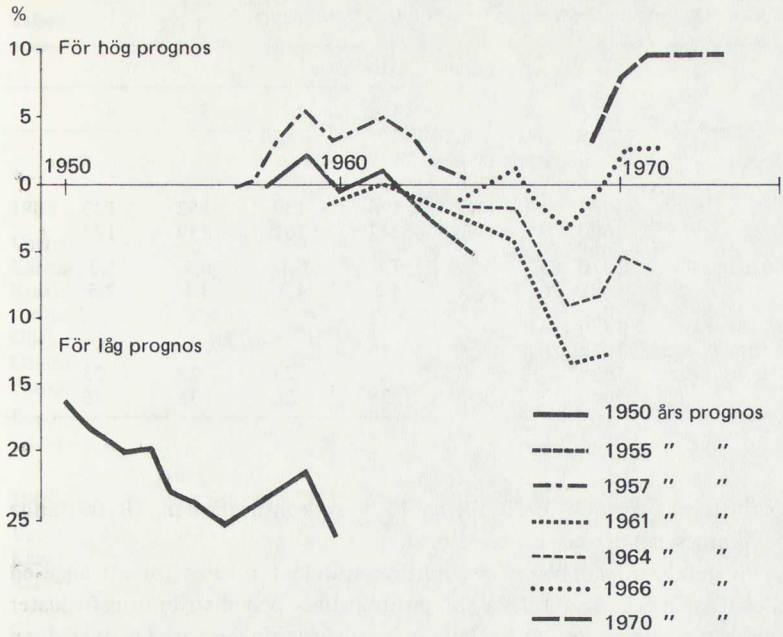


Figur 9.2 EPU:s prognosalternativ jämförda med energikommitténs. Figuren anger den totala konsumtionen.

emellertid konsumtionen kommit att ligga betydligt lägre än prognosen från 1970.

Som framgår av figur 9.3 låg konsumtionen 1972 och 1973 ca 10 % lägre än väntat. En anledning till detta torde vara dels de besparingskampanjer som genomfördes våren 1970 och vintern 1973/74, dels den lågkonjunktur som då rådde. Under våren 1974 har de betydande prisstegringarna på olja medfört en kraftigt ökad efterfrågan på elvärme vilket dock inte hunnit påverka konsumtionssiffror ännu.

Prognoserna över oljeförbrukningen har världen över reviderats kraftigt under 1974. I "Hushållning med mark och vatten" som publicerades 1972 (31) redovisades Svenska Petroleum Institutets bedömning av oljeförbrukningen 1980. Denna prognos ligger, som framgår av tabell 9.7, högre än samtliga EPU:s prognosalternativ för 1985, alltså fem år längre fram i tiden, och belyser de förändrade bedömningar beträffande framtida oljeförbrukning som på senare tid gjorts. En jämförelse för de olika



Figur 9.3 CDL:s prognoser jämförda med faktisk konsumtion av elenergi. Figuren anger avvikelsen från olika prognoser av faktisk utveckling.

Tabell 9.7 Sveriges oljeförbrukning 1980, 1985

	1980[1]		1985[2]
	Mm^3	Mtoe	Mtoe
Motorbensin	5,6	4,2	3,7– 4,1
Motorbrännolja	3,1	2,6	2,7– 3,2
Eldningsoljor	35,0	29,8	21,5–31,3
Flygdrivmedel	1,2	0,9	1,0– 1,1
Övriga prod (exkl gasbensin och asfalt)	1,0	0,8	
Summa	47,1	38,3	28,9–39,7

[1] Enligt Svenska Petroleum Institutet 1972.
[2] Enligt EPU, tabell 9.12

produkterna visar att drivmedelsförbrukningen har påverkats måttligt, medan en påtaglig sänkning gjorts av förbrukningen av eldningsoljor. De höjda priserna och försörjningsläget är naturligtvis anledning till detta. Denna nedskrivning av tidigare prognoser har gjorts i flera länder (se avsnitt 4.1).

9.3.2 *Elprognoser*

Prognoserna för elkonsumtionen i de olika alternativen finns angiven i tabellerna i avsnitt 9.6. En sammanfattning av elförbrukningen inklusive överföringsförluster och andelen av totalförbrukningen ges i tabell 9.8.

Tabell 9.8 Prognoser över elkonsumtion (exkl. förluster)

		Enhet	Alternativ			
			1	2	3	4
Totalt:	1970	TWh	57			
	1973	TWh	69			
	1985	TWh	178	139	152	123
	2000	TWh	342	261	239	177
Ökningstakt:	1970–85	%/år	7,8	6,1	6,7	5,2
	1985–2000	%/år	4,4	4,3	3,1	2,5
Andel el av total energi-konsumtion	1970	%	15			
	1973	%	16			
	1985	%	29	23	29	23
	2000	%	38	28	36	26

Förlusterna uppgick 1973 till ca 15 % av konsumtionen. (Beträffande beräkningsgrunderna, se avsnitt 6.1).

En detaljerad analys av produktionssystemet fordras för att ange en elkraftbalans. Utöver tillägg för produktions- och distributionsförluster behöver prognoser göras av hur energiförbrukningen varierar över dygn och år, samt kostnaderna för olika produktionsalternativ anges. Utifrån antagandet att fördelningen av förbrukning över dygn och år är oförändrad har CDL angivit optimala produktionssystem utifrån de förutsättningar som angetts av EPU. Dessa gäller framför allt den prognostiserade konsumtionen. Bränslekostnaderna har antagits till 280 kr/m^3 (ca 300 kr/toe), anläggningskostnaderna enligt följande tablå:

Kärnkraft	2 300	kr/kW
Kraftvärmeverk	1 700	kr/kW
Industriellt mottryck	1 500	kr/kW
Oljekondens	1 500	kr/kW
Kolkondens	1 950	kr/kW
Gasturbiner	750	kr/kW
Pumpkraftverk	750	kr/kW
Vattenkraft, nyanläggning	1 500–3 000	kr/kW
effektutbyggnad i befintliga anläggningar	500–1 200	kr/kW

Kostnaderna anges i 1974 års penningvärde, kalkylräntan har satts till 8 % och avskrivningstiden för värmekraftanläggningar till 25 år. Utbyggnaden av vattenkraft begränsas till 65 TWh/år. Produktionssystemet har inte kommit att innehålla koleldade kraftverk, eftersom dessa ger högre produktionskostnader enligt de antaganden som gjorts om kolpriser (250 kr/toe, motsvarande ca 170 kr/ton kol). En mer detaljerad analys torde dock behövas i samband med eventuella val av utformning av kommande kraftverk. Skillnaden mellan kol- och oljeeldning är inte större än att något andra bedömningar av prisutvecklingen kan ge andra resultat.

Tabell 9.9 sammanfattar de olika alternativen. Av tabellen framgår att skillnaden i förbrukningen mellan de olika alternativen fram till 1985 i huvudsak motsvarar de kärnkraftverk som skulle påverkas av ett

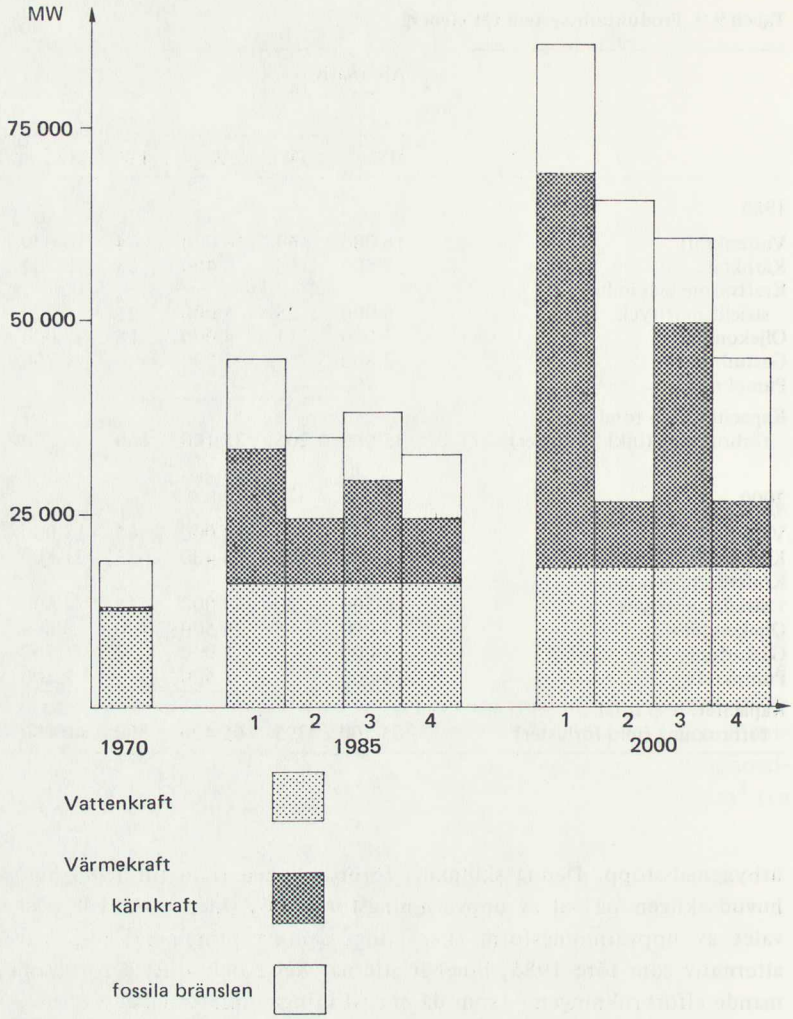
Tabell 9.9 Produktionssystem för elenergi

	Alternativ							
	1		2		3		4	
	MW	TWh	MW	TWh	MW	TWh	MW	TWh
1985								
Vattenkraft	16 000	64	16 000	64	16 000	64	16 000	64
Kärnkraft	17 500	105	8 400	53	13 500	82	8 400	53
Kraftvärme och industriellt mottryck	5 000	25	5 000	25	4 000	20	3 500	16
Oljekondens	3 000	11	4 000	18	3 000	9	3 000	7
Gasturbiner	2 800	–	1 700	–	1 700	–	1 700	–
Pumpkraft	700	–	–	–	–	–	–	–
Kapacitet, resp total förbrukning (inkl. förluster)	45 000	205	35 100	160	38 200	175	32 600	140
2000								
Vattenkraft	18 000	65	18 000	65	18 000	65	18 000	65
Kärnkraft	51 000	295	8 400	55	31 500	185	8 400	53
Kraftvärme och industriellt mottryck	6 500	30	9 000	48	4 500	20	7 500	39
Oljekondens	3 000	5	26 500	130	3 000	5	9 000	45
Gasturbiner	3 000	–	2 000	2	1 700	–	2 000	3
Pumpkraft	4 000	–	1 500	–	1 500	–	–	–
Kapacitet, resp total förbrukning (inkl förluster)	85 500	395	65 400	300	60 200	275	44 900	205

utbyggnadsstopp. Denna skillnad i förbrukningen fram till 1985 beror huvudsakligen på val av uppvärmningsform. För tiden efter 1985, där valet av uppvärmningsform sker enligt samma principer i respektive alternativ som före 1985, innebär alternativen 2 och 4 att den tillkommande elförbrukningen – som då endast i ringa omfattning är elvärme – måste täckas från fossileldade kraftverk, varvid en mycket snabb ökning av bränsleförbrukningen sker. Denna kan i alternativen 1 och 3, där kärnkraftutbyggnaden fortsätter, i stället minskas. De olika utbyggnadsalternativen illustreras i figur 9.4.

Tabell 9.10 Bränsleförbrukning i elproduktion, Mtoe

	Alternativ			
	1	2	3	4
1970	4,2	–	–	–
1972	3,2	–	–	–
1985	5,6	7,0	4,2	3,9
2000	5,0	35,0	3,6	15,2



Figur 9.4 Installerad effekt för elproduktion. (Jämför tabell 9.9.)

De olika produktionsalternativens bränsleförbrukning anges i tabell 9.10. Det framgår dels att någon större skillnad inte finns mellan de olika alternativen för respektive konsumtionsnivå 1985, dels att en mycket kraftig ökning av bränsleförbrukningen äger rum efter 1985 om fortsatt kärnkraftutbyggnad inte tillåts.

Den långa planerings- och byggnadstiden vid utbyggnaden av elproduktionen gör att bortfallet av en planerad utbyggnad under 1980-talets första hälft självfallet kan kompenseras endast genom en sänkning av efterfrågan. Detta synes framför allt vara möjligt inom bostads- och lokaluppvärmningen genom att snabbt begränsa ny elvärmeinstallation. Tabell 9.11 visar elvärmens utveckling i de olika alternativen. En begränsning av elvärmen enligt alternativ 2 innebär en sänkning av tillväxten för den totala elförbrukningen från 7,8 %/år till 6,1 %/år i de högre konsumtionsalternativen. Denna sänkning innebär då att produk-

Tabell 9.11 Elenergiförbrukning för elvärme i bostäder

			Alternativ			
			1	2	3	4
Totalt:	1970	TWh	2,5	–	–	–
	1972	TWh	5,1	–	–	–
	1985	TWh	38	12	37	19
	2000	TWh	60	18	56	25
Ökningstakt:	1972–85	%/år	16,7	6,8	16,5	10,6
	1985–2000	%/år	3,1	2,7	2,8	1,8
Andel av total elkonsumtion (exkl förluster)	1970	%	4	–	–	–
	1972	%	8	–	–	–
	1985	%	21	9	24	15
	2000	%	18	7	23	14

tionskapaciteten som planerats räcker för att tillgodose den minskade efterfrågan till mitten av 1980-talet trots bortfallet i utbyggnaden. Men omkring 1985 har efterfrågeutvecklingen hunnit ikapp produktionskapaciteten och fordrar en fortsatt utbyggnad, som då måste baseras på fossila bränslen. Detta avspeglar sig dels i en ökande bränsleförbrukning, dels i en högre produktionskostnad för el.

Den långsiktiga marginalkostnaden, som definierats i avsnitt 4.2.3, för den fortsatta utbyggnaden blir i alternativen med kärnkraft (alt 1 och 3) 5,5–6,0 öre/kWh räknat på perioden 1985–2000. Motsvarande för alternativen utan ytterligare kärnkraft efter Oskarshamnsverkets tredje aggregat (alt 2 och 4) blir 9–10 öre/kWh. Någon detaljbedömning av möjligheterna att bygga ut mottrycksproduktionen är svår att göra innan Värmeverksföreningens och CDL:s utredning är avslutad (se avsnitt 11.3). De angivna andelarna i alternativen utan kärnkraft är uppskattade mot bakgrunden att kraftvärmeverken under dessa förhållanden byggs ut i största möjliga utsträckning.

Med hänsyn till att den potentiellt utbyggbara vattenkraften är ca

Tabell 9.12 Bränsleprognoser, Mtoe

Bränsleslag	1970	1985			
		Alternativ 1	2	3	4
tunn eldningsolja	7,08	4,6	6,7	3,6	5,4
tjock eldningsolja	14,36	21,1	24,6	17,9	18,9
motorbrännolja	1,75	3,2	3,2	2,7	2,7
motorbensin	2,84	4,1	4,1	3,7	3,7
övriga petr prod	0,46	1,0	1,1	1,0	1,0
Summa petroleumprodukter	26,49	34,0	39,7	28,9	31,7
kol och koks	1,94	4,6	4,6	4,2	4,2
inhemska bränslen	2,90	3,4	3,4	3,2	3,2
Total bränsleförbrukning	31,33	42,0	47,7	36,3	39,1

Tabell 9.13 Prognoser för förbrukningen av petroleumprodukter fördelad på sektorer 1985, Mtoe I = industri S = samfärdsel Ö = övrigt

	Alternativ 1			2			3			4		
	I	S	Ö	I	S	Ö	I	S	Ö	I	S	Ö
Tunn eldningsolja	1,5		3,1	1,6		5,1	1,3		2,3	1,3		4,1
Tjock eldningsolja	9,0	1,4	5,1	9,4	1,4	6,8	7,4	1,5	4,8	7,7	1,5	5,8
Motorbrännolja		3,2			3,2			2,7			2,7	
Motorbensin		4,1			4,1			3,7			3,7	
Övriga produkter	0,4	0,6		0,5	0,6		0,4	0,6		0,4	0,6	
Totalt	10,9	9,3	8,2	11,5	9,3	11,9	9,1	8,5	7,1	9,4	8,5	9,9

95 TWh/år skulle i första hand i alternativen 2 och 4 en ökad utbyggnad av vattenkraft kunna aktualiseras. Dess betydelse framgår av att om 80 TWh/år väljs som utbyggnadstak i stället för 65 TWh/år, dvs en ökning av knappt 25 % och denna utbyggnad helt skulle ersätta kondenskörning av oljekraftverk, så skulle oljeförbrukningen år 2000 minska med 3,5–4 Mton/år. De överenskommelser som finns beträffande utbyggbar vattenkraft som skall undantas från utbyggnad skulle medge en medelårsproduktion av ca 80 TWh/år (jämför avsnitt 7.5).

9.3.3 *Bränsleprognoser*

Prognoserna för bränsleåtgången har beräknats enligt den mall som anges i avsnitt 9.1. Den på detta sätt erhållna fördelningen mellan olika bränslen framgår av tabellerna 9.12 och 9.13. Prognoserna omfattar all förbrukning för energiändamål i landet, dvs även flygdrivmedel och fartygsbunkers, vilka exkluderades i lägesrapporten.

Raffinaderiproduktionen i Sverige var 1973 ca 13 Mton. Scanraff som tas i drift 1974 ger en kapacitetsökning av ca 8,3 Mton. Detta planeras öka till 10 Mton, en utbyggnad för vilken koncession sökts. Koncessionsansökningar omfattande en utbyggnad av raffinaderier till en kapacitet över 40 Mton finns inlämnade, men är ej slutligt prövade. Redan en kapacitetsökning i Scanraff och ytterligare ett lika stort raffinaderi skulle ge en kapacitet 1980 på ca 33 Mton. Detta skulle kunna nödvändiggöra en export av motorbensin och lätt eldningsolja omkring 1980.

Med hänsyn till den petrokemiska industrins anspråk på råvaror och möjligheter till omställning av produktmixen för högre utbyte av gasbensin (nafta) på bekostnad av främst bensin minskar dock riskerna för en överproduktion av vissa produkter. En etenproduktion av 1 Mm^3 per

år – som ungefär motsvarar de expansionsplaner som finns inom svensk petrokemisk industri för närvarande – skulle kräva ca 3 Mm^3 per år av gasbensin och i motsvarande grad ge ett minskat utrymme för motorbensin.

Förutsättningarna för en utbyggnad av raffinaderier i Sverige utreds i detalj av petroindustriutredningen, som under hösten 1974 väntas avge ett delbetänkande. I dess överväganden ingår också bedömningar av den petrokemiska industrins råvarubehov.

Andelen tjocka eldningsoljor i bränsleförbrukningen ökar. Vid en introduktion av naturgas substitueras huvudsakligen tjock eldningsolja. Om naturgas alls introduceras bedöms åtminstone en tillförsel av 2,5–3 Gm^3 per år, motsvarande 2,9–3,5 Mm^3 eo/år, bli aktuell. Den potentiella avsättningen för naturgas i Sverige bedömdes i "Naturgas i Sverige" (48) till ca 8 Gm^3 per år, med någon säker bedömning av möjligheterna att i Sverige erhålla naturgas går f n inte att göra.

Kol synes endast kunna bli aktuellt som ersättning för petroleumprodukter i större anläggningar, dvs i kraftindustri och processindustri. Den otrygghet i oljeförsörjningen som bedöms kvarstå efter vintern 1973–74 kan leda till en större benägenhet att utforma anläggningar så att både tjockolja och kol skall kunna utnyttjas. Avvägningen mellan bränslena torde i ett sådant fall komma att bero på relativt kortsiktiga bedömningar av utbuds- och kostnadsförhållanden. Möjligheterna till utnyttjande av kol behandlas i avsnitt 7.4.

Inom elproduktionen torde fossila bränslen för baslast inte bli aktuella om kärnkraft får byggas ut. Utan ytterligare kärnkraft synes det inte osannolikt att åtminstone några verk kan byggas för koleldning.. Detta fordrar dock insatser både för att möjliggöra en kolhantering och skapa ett skydd för miljöpåverkan. De ekonomiska förutsättningarna för utnyttjande av kol beror i hög grad på kolprisutvecklingen relativt tjockolja. Någon betydande ekonomisk besparing synes dock inte vara att vänta genom utnyttjandet av kol. En anpassning av bränslepriser till en gemensam nivå sker på världsmarknaden.

Industrins förbrukning av kol motsvarade 1972 ca 1,4 Mtoe, främst i järn- och stålindustrin. Som framgår av tabell 9.12 ökar den, till följd av framför allt järn- och stålindustrins tillväxt, till ca 5 Mtoe i mitten av 1980-talet. Förbrukningen av tjock eldningsolja ökar från 5,2 Mtoe 1972 till som mest ca 9 Mtoe 1985 och ca 17–18 Mtoe 2000. Det har tidigare framhållits att ökade möjligheter att bränna kol torde skapas inom industrin. Om detta skulle motsvara ca hälften av ökningen av tjockoljeförbrukningen innebär en ökning av kolförbrukningen till 1985 med ca 2 Mtoe (eller ca 3 Mton kol). Av existerande industrier är det endast cementindustrin som kan gå över från olja till kol i någon nämnvärd omfattning. Möjligheterna till koleldning inom massaindustrin underströs också.

Värmeverkens möjligheter att elda med fasta bränslen berörs i avsnitt 8.2. Koleldningens andel i framtiden kan där möjligen ökas. Den totala ökningen av tjockoljeförbrukningen till 1985 väntas dock högst bli ca 3 Mtoe utan och ca 1 Mtoe med fortsatt kärnkraftutbyggnad till 1985.

Andra bränslen – kol, torv, hushållsavfall, skogsavfall m m – ersätter också tjocka eldningsoljor i den utsträckning de kommer till användning. Vid sidan av kol synes dock endast mindre volymer vara aktuella, motsvarande ca 0,5–1 Mtoe. De på kort sikt bästa möjligheterna synes gälla hushållsavfallet, men ett mycket långt drivet tillvaratagande av värmeinnehållet för sopor motsvarar endast ca 0,5 Mtoe.

9.4 Ekonomisk värdering av alternativen

9.4.1 *Kostnader för el- och oljeförsörjningen*

En fullständig samhällsekonomisk värdering av de olika prognosalternativen skulle bli mycket omfattande och sannolikt under inga förhållanden kunna göras på ett odiskutabelt sätt. Utredningen har bara haft möjlighet att ge en belysning av problemställningen. Avsikten är endast att på ett grovt och summariskt sätt beräkna väsentliga delar av de totala samhällsekonomiska kostnaderna för energiförsörjningen som uppkommer i de olika prognosalternativen. Vidare kommer de totala årliga investeringarna i framför allt elenergisystemet att skattas för att ge en uppfattning om de finansieringsbehov som den framtida energiförsörjningen kan ge upphov till.

Det är naturligtvis här nödvändigt att inskränka sig till en parvis jämförelse mellan alternativen för att jämförelser skall bli någorlunda rättvisande. Med de förutsättningar som gällt för prognoserna har alternativen 1 och 2 motsvarats av en snabbare industriproduktionstillväxt än 3 och 4. Den ekonomiska tillväxten i alternativen 1 och 2 har då också antagits vara snabbare än i alternativen 3 och 4. De båda alternativen 1 och 2 är alltså i detta sammanhang inte jämförbara med 3 och 4.

När det gäller samhällsekonomiska kostnadsberäkningar är det väsentligt att observera att kostnaden uppstår i det ögonblick reala resurser tas i anspråk. Detta innebär att kapitalkostnaderna för redan uppförda anläggningar ej påverkar de framtida kostnaderna för energiförsörjningen. Kostnadskalkylerna skall alltså baseras på de totala kostnaderna för nytillkommande energiproduktionskapacitet samt underhålls-, drifts- och bränslekostnader för den totala försörjningen av elenergi och petroleumprodukter. Applicerat på kraftsystemet innebär detta att utredningen beräknat de totala kostnaderna för tillskottet av elproduktionen från 1973 till 1985 resp 2000, samt underhålls-, drifts- och bränslekostnader för den el som produceras i anläggningar som existerade 1973. På motsvarande sätt har bränsleförsörjningen analyserats.

Försörjningssystemet blir i de båda alternativa utformningarna av produktionssystemet något olika. Den jämförelse som nedan görs utgår från att söka uppskatta större delen av kostnaderna för konsumenterna av den energi som förbrukas. Därvid diskuteras, utifrån de överväganden som gjorts i kapitel 4, de genomsnittliga kostnaderna som konsumenten har för elenergi och bränslen. Kostnaderna är beräknade

för 1985 och 2000 utifrån antaganden som specificeras närmare i det följande. Någon egentlig bedömning av rimligheten i antaganden för år 2000 kan dock inte göras, och dessa värden medtas närmast som illustration av vad oförändrade förutsättningar skulle innebära. För 1985 synes bedömningarna kunna göras säkrare och de gjorda antagandena relateras nedan till diskussionen i kapitel 4.

Bränslekostnaden består till större delen av kostnaderna för petroleumprodukter, och dessa varierar mellan olika kvaliteter. Något försök att variera priset efter olika produkter är knappast meningsfullt. Det har heller inte gjorts, dels eftersom produktfördelningen kan varieras för att anpassas till efterfrågan, dels för att det är de totala råolje-, raffinerings- och transportkostnaderna som måste täckas. Vidare har vid jämförelserna kostnaderna för kol och inhemska bränslen dragits bort eftersom de, som de tagits upp i energibalanserna, på grund av processtekniska skäl saknar substitut och inte skiljer sig mellan alternativen parvis. Kol som substitut för tjockolja antas medföra samma kostnad och kan därför anses vara inbegripet i kostnadsjämförelserna i övrigt. Detta innebär att den totala kostnaden för energiförsörjningen är något större än den framräknade. Eftersom el och petroleumprodukter svarar för den övervägande andelen av energiförsörjningen och det dessutom i första hand är en jämförelse mellan alternativ som eftersträvas är denna inskränkning inte avgörande för det förda resonemanget.

De totala kostnaderna för petroleumprodukter består av poster för råolja, råoljetransport, raffinering, produkttransporter till depåer och vidare till konsumenterna. Att i detalj beräkna kostnader, eller kostnadsförändringar i samband med utbyggnad av raffinaderier och/eller regiondepåer torde vara en i det närmaste omöjlig uppgift. För de tidigare leden; dvs kostnaderna för råoljetransport, raffinering och produkttransporter, har petroindustriutredningen i sin lägesrapport presenterat beräkningar som grundas på en detaljerad modell av alternativa framtida produktions- och distributionssytem. Dessa beräkningar syftar till att bestämma det billigaste av alternativa utbyggnadsmöjligheter av i första hand raffinaderier. De skillnader som uppstår mellan olika alternativ motsvarar endast några få procent (högst 3 % mellan beräknade alternativ). Den framräknade genomsnittkostnaden är 78–80 kr per ton. Till detta skall endast läggas råoljekostnaden för att erhålla den totala kostnaden för petroleumprodukter vid regiondepåer.

För det slutliga ledet från regiondepå till slutlig konsument sker transporter för storkonsumenterna med fartyg eller järnväg, och för övriga till största delen med tankbil. Om den genomsnittliga transporten från en regiondepå antas vara ca 200 km kan kostnaden uppskattas till ca 20 kr per ton. (ref. (10), figur 4:2, s 177).

En överslagsmässig kalkyl av kostnaderna för oljeförsörjningen synes alltså kunna baseras på ett råoljepris av 250 kr/m^3 (motsvarar $ 9 per fat) eller ca 300 kr/toe och en total övrig kostnad av ca 100 kr/toe. En medelkostnad för bränsleförsörjningen skulle då bli ca 400 kr/toe. Denna kostnad innefattar då också kapitalkostnaden för befintliga raffinaderier och distributionsanläggningar i Sverige, vilka inte skall medräknas enligt

vad som ovan påpekats.

Raffineringskostnaden bedöms vara 30–40 kr/toe, vilket till större delen är en kapitalkostnad. Sveriges raffinaderikapacitet 1973 var ca 13 miljoner ton, vilket motsvarar mellan hälften och en tredjedel av förbrukningen 1985. Med hänsyn till att detta inte påverkar den nytillkommande konsumtionen kan den i kalkylen använda medelkostnaden därigenom reduceras med ca 10 kr/toe. Övriga led bedöms kunna leda till en sänkning av motsvarande storlek. Genom att dessa justeringar är väsentligt mindre än osäkerheten i bedömningen av råoljepriset faller de helt inom den osäkerhetsbredd som måste antas med hänsyn till råoljeprisbedömningen. Skatter, andra avgifter (som hamnavgifter, lagringsavgifter och liknande) och avsvavlingskostnader inkluderas ej.

Kostnaderna för elförsörjningen består dels av produktionskostnader, dels av överförings- och distributionskostnader. Produktionskostnaden beror på lång sikt på om kärnkraft inkluderas eller ej. Däremot påverkas den genomsnittliga utbyggnadskostnaden mindre för perioden fram till 1985. Skillnaden i elförbrukningen mellan alternativen medför i dessa fall huvudsakligen att utbyggnadsvolymen för kärnkraften påverkas under 80-talets första hälft. Produktionskostnaderna för perioden 1973–1985 med de antaganden som angivits som underlag för elkraftbalanserna i tabell 9.9 blir i alternativen 1 och 2 ca 5,5 öre/kWh och något lägre i alternativen 3 och 4.

Med de anläggningskostnader som anges på s 234 blir produktionskostnaden i under perioden 1985–2000 tillkommande anläggningar i alternativen 1 och 3 (med kärnkraft) ca 5,5–6,0 öre/kWh och i alternativen 2 och 4 (utan ytterligare kärnkraft) ca 9–10 öre/kWh. Bränslepriset har i samtliga alternativ antagits vara 300 kr/toe (30 kr/Gcal) tjockolja vid ett genomsnittspris på 400 kr/toe och proportionerats vid de lägre bränsleprisexemplen. (Tjockolja är normalt billigare än övriga petroleumprodukter, och fraktas dessutom till kraftverken till lägre kostnad än genomsnittligt, vilket motiverar det relativt låga priset.) De angivna produktionskostnaderna inkluderar då också kapitalkostnaderna för kraftverken, varvid avskrivningstiderna för kraftverken har beräknats till 25 år och kalkylräntan till 8 %.

En höjning av kalkylräntan från 8 till 10 % betyder en höjning med ca 0,5 öre/kWh i alternativen 1 och 3 (med kärnkraft) och en mindre höjning också i alternativen 2 och 4 (utan ytterligare kärnkraft). En höjning av anläggningskostnaderna för kärnkraft med 15 %, dvs till ca 2 650 kr/kW, skulle också öka produktionskostnaden i alternativen 1 och 3 med ca 0,5 öre/kWh.

Den rörliga kostnaden är till helt övervägande del bränslekostnaden. Den har för kärnkraft bedömts till 1,0 öre/kWh och för fossilbränslebaserade kraftverk beräknats med hänsyn till verkningsgrad och det antagna bränslepriset.

Skillnaden mellan alternativen 1 och 2 resp 3 och 4 kan i huvudsak föras tillbaka på skillnader i fastighetsuppvärmning. Därvid spelar distributionskostnaderna en avgörande roll. Ett underlag för bedömningar saknas i detta avseende, vilket närmare diskuterats i avsnitt 11.3. Vid den

här genomförda överslagsmässiga beräkningen utelämnas därför detta led. Jämförelsen gäller därför endast produktions- och bränsletillförselledet, medan kostnaderna i distributions- och konsumtionsleden lämnas åt sidan. Likaså lämnas tillkommande kostnader för miljöskydd, olikheter i kostnader för uppvärmningssystem och för beredskapslagring och liknande åt sidan. Endast mycket stora skillnader i de framräknade kostnaderna enligt denna mall kan ge någon grund för slutsatser beträffande olika alternativs samhällsekonomiska kostnader.

De på detta sätt beräknade totala direkta kostnaderna för energiproduktionen ligger för de högre konsumtionsalternativen 1985 mellan 18 och 19 miljarder kronor för både alternativen 1 och 2. År 2000 blir kostnaden ca 34 miljarder för alternativ 1 och ca 37 miljarder för alternativ 2. För alternativ 3 och 4 blir kostnaderna för 1985 i båda fallen 15–16 miljarder kronor och år 2000 ca 23 miljarder kronor.

Det bör framhållas att man icke kan vänta sig någon signifikativ kostnadsskillnad år 1985 mellan alternativen 1 och 2 resp 3 och 4. Skillnaden mellan alternativen består i att andelen kärnkraft och andelen bränsle varierar. Kärnkraftandelen är emellertid i samtliga alternativ liten år 1985 (17, 8, 15 resp 10 %) och kan icke förväntas ge något märkbart utslag i de ekonomiska kalkylerna över kostnaderna för den totala energiförsörjningen. Först efterhand som kärnkraftandelen ökar kan väsentliga skillnader mellan alternativens kostnader väntas.

9.4.2 *Investeringar i energiproduktion*

För att studera de eventuella finansieringsproblem som kan uppkomma i samband med energiförsörjningen och för att få en grov bild av huruvida

Tabell 9.14 Direkta investeringar i elproduktion i 1970 års penningvärde[1]

År	Uppskattad ackumulerad investering i 10^9 kr	Installerad effekt vid årets slut (GWe)	Genomsnittlig effektökning under senaste period (%/år)	Genomsnittlig kostnads för senast tillkommande effekt (medelvärde över perioden) kr/kW
1950	4,7	4,0		
1955	8,6	6,2	9,1	1 770
1960	15,3	8,9	7,5	2 480
1965	20,9	12,0	6,3	1 800
1970	24,3	15,3	4,9	1 030
1985				
alt 1	65	45	7,5	1 370
2	48	35	5,7	1 200
3	56	38	6,3	1 400
4	45	33	5,3	1 170
2000				
alt 1	133	86	4,4	1 660
2	83	65	4,2	1 170
3	91	50	3,1	1 590
4	59	45	2,1	1 170

[1] Detta innebär att kostnadsangivelserna i tablån på s 234 skall reduceras med ca 24 % vid jämförelser.

de olika prognosalternativen passar in i den totala ekonomiska utvecklingen har de årliga investeringarna inom energisektorn skattats. Av naturliga skäl måste en sådan skattning bli mycket grov och det har inte varit möjligt att fånga in samtliga investeringar som förorsakas av en utbyggnad av energiförsörjningen.

Den genomsnittliga direkta investeringen för kapacitetsutbyggnaden för elproduktion har under 1960-talet sjunkit, vilket framgår av tabell 9.14. Under 1970-talet har kapitalkostnaderna emellertid ökat och motsvarar under tiden fram till 1985 med de tidigare angivna antagandena ca 1 800 kr/kW (i 1974 års kostnadsnivå). Den årliga investeringen i kraftsystemet år 1985 som denna effektkostnad medför anges i tabell 9.15. Elproduktionssystemen som kalkylerna är baserade på anges i tabeli 9.9.

I tabell 9.15 har även angetts skattade värden på BNP och de totala bruttoinvesteringarna för år 1985 för de olika alternativen. Dessa skattningar är gjorda helt schablonmässigt och grundade på LU 70 och har enbart tillkommit som en illustration. Det framgår av tabellen att investeringarna i kraftproduktions- och distributionsanläggningar i alternativ 1 kommer att uppgå till ca 8 % av de totala bruttoinvesteringarna 1985. Motsvarande andel 1970 bedömdes av LU 70 till ca 5 %. Oavsett osäkerheten i det underliggande materialet kan man alltså slå fast att i alternativ 1 kommer investeringsanspråken från elkraftsystemet att växa kraftigt under de närmaste tio åren. Den väsentligaste förklaringen till detta ligger i kostnadsstegringar inom kärnkraftsområdet. 1970 angavs anläggningskostnaden för kärnkraft till 800 kr/kW (löpande priser) medan man 1974 kalkylerar med ca 2 000 kr/kW och på längre sikt bedömer att de blir ca 2 300 kr/kW (i 1974 års priser). Denna ökning innebär mer än en fördubbling i fast penningvärde på fyra år, och det är då självklart att alternativ 1, som är klart kärnkraftinriktat, innebär att en större andel av de totala investeringarna 1985 går till elproduktion än vad som var fallet 1970.

Tabell 9.15 Investeringar i elenergiproduktion i miljarder kronor i 1970 års penningvärde.

	Alternativ			
	1	2	3	4
Investering i elproduktions- o distributionsanläggningar 1985	6,3	3,3	4,6	2,8
Andel av bruttoinvestering, %	8	4	7	4
Total bruttoinvestering 1985 (skattning)	85	85	66	66
BNP 1985 (skattning)	350	350	275	275

Not: Total investering 1973 i produktions- och distributionsanläggningar var ca 4 miljarder kr varav distributionens andel är ca 30 %. Samma förhållande antages för 1985. Bruttoinvesteringarna totalt 1973 i löpande priser utgjorde 47 miljarder kr.

Denna omstrukturering av de totala bruttoinvesteringarna som är förknippad med alternativ 1 kan skapa finansieringsproblem för kraftindustrin. Å andra sidan innebär de stegrade kärnkraftskostnaderna högre eltaxor enligt de principer som gäller för taxesättningar och som utvecklades i avsnitt 4.2.3. Detta kommer förmodligen att ge ett visst överskott över kapitalkostnaderna för existerande anläggningar. Man kan därför räkna med ökade möjligheter till självfinansiering.

Energiprognosutredningen har emellertid ej haft möjlighet att i detalj studera vare sig de finansieringsproblem som kan uppstå eller de kapitalmarknadseffekter som kan bli följden av prognosalternativ 1. I samtliga andra alternativ kommer som tabell 9.15 visar dessa effekter att bli betydligt mindre.

Utredningen vill emellertid peka på behovet av en samlad finansiell analys av den framtida energiförsörjningen. Frågan torde bli behandlad betydligt utförligare än tidigare i nästa långtidsutredning.

På längre sikt synes, för samtliga alternativ, en långsammare utveckling komma. Enligt prognosalternativ 1 behöver effektutbyggnaden bli högst ca 4 % efter 1985 och om kärnkraftskostnaderna inte fortsätter att stiga i samma takt som tidigare, kommer därför kraftindustrins investeringar att få ett lugnare utvecklingsförlopp.

Någon motsvarande kalkyl för investeringskraven från bränslesidan har ej utförts. Vad som i första hand kommer i fråga är en utbyggnad av raffinaderikapaciteten. Utredningen har emellertid ej haft att ta ställning till storleken av den erforderliga inhemska raffinaderikapaciteten. Hela frågan om raffinaderiutbyggnaden analyseras f n av petroindustriutredningen, som väntas avge ett delbetänkande som behandlar denna fråga under hösten 1974. Det har därför inte funnits anledning för EPU att närmare behandla raffinaderiutbyggnaden.

Försörjningssystem för fossila bränslen ställer även andra krav på investeringar av betydande omfattning. Naturgasintroduktion förutsätter uppbyggnad av ett rörledningssystem, vars anläggningskostnad är betydande. Kolanvändning fordrar likaså stora nyanläggningar. En säker försörjning torde dessutom kräva avsevärda kapitalinsatser i försörjningsanläggningar utomlands, antingen genom direkt svenskt engagemang eller genom att krediter lämnas till exportländerna. Storleken av dessa kapitalbehov kan dock inte uppskattas med ens den försiktiga ambition som gäller för elproduktionen ovan.

10 Samhällsaspekter på energiförsörjningen

Det i slutet på föregående kapitel gjorda försöket att ekonomiskt värdera de olika prognosalternativen var, som omsorgsfullt påpekades, i väsentliga avseenden ofullständigt. Endast de viktigaste *direkta* kostnaderna för energiförsörjningen uppskattades, och den skillnad som beräknades visades vara starkt beroende av de gjorda antagandena om bränslepriser och anläggningskostnader.

En mer fullständig analys skulle, förutom att mera detaljerat beräkna de direkta kostnaderna, också beakta de för- och nackdelar med olika försörjningssystem som gäller från miljö-, beredskaps- och säkerhetssynpunkt. Dessa är i väsentliga avseenden svåra, kanske omöjliga, att värdera ekonomiskt på ett allmänt accepterat sätt. En kvalitativ bedömning går dock att göra. Den analys och de bedömningar som här refereras har betydelse för den samlade bedömningen av alternativa utvecklingsvägar men har ingen direkt inverkan på prognosernas utformning. Den beskrivning av de förhållanden som måste beaktas och den redogörelse för hur berörda myndigheter och utredningar ser på frågorna som refereras i detta kapitel baseras på material från statens naturvårdsverk, överstyrelsen för ekonomiskt försvar samt närförläggningsutredningen och Aka-utredningen. EPU har inte gjort någon samlad bedömning av hur de olika frågorna skall vägas samman.

10.1 Miljöaspekter

10.1.1 *Inledning*

Statens naturvårdsverk har behandlat frågor med anknytning till energiprognosutredningens betänkande. De problem, som främst har berörts, gäller energiproduktionens miljöeffekter. Naturvårdsverket har därvid gjort en översiktlig bedömning beträffande de olika alternativen och givit en inbördes gradering mellan produktionsmedel med avseende på miljöeffekter. Den översiktliga sammanställning av naturvårdsverkets ställningstaganden som refereras i det följande är inte fullständig. En detaljanalys av dessa komplexa frågor har inte kunnat genomföras inom den tidsram, som stått till förfogande. Vissa synpunkter kan dock

framhållas rörande de olika problemområdena. Här tas endast upp de förhållanden som direkt berör Sverige.

10.1.2 *Energiproduktion*

Kunskapen om energiproduktionens effekter på miljön är i flera hänseenden bristfälliga. Erfarenheterna begränsar sig huvudsakligen till miljöstörningar i direkt anslutning till produktionsanläggningen och till bränslehanteringen. Orsaken till detta är övertydligheten av effekterna i närområdet och den direkta inverkan på människans betingelser, som kan upplevas i detta närområde.

Först under senare årtionden har förståelsen ökat för regionala effekter och verkningar i långtidsperspektiv. Uppmärksamheten har skärpts när det gäller spridningsvägar mellan kontinenter eller globalt för ett flertal ämnen med negativa verkningar från miljösynpunkt. Dessa ämnen måste i många fall spåras genom en analys av effekterna i stort i ekosystemen eller genom anrikning hos människan eller andra organismer, eftersom koncentrationen i transportledet kan ligga under mätbara nivåer. Möjligheten att detektera och definiera såväl anrikning som transportvägar ökar successivt genom utveckling och förfining av mätmetoder. Men trots detta måste teoretiska modeller och antaganden i många fall ersätta observationer eller direkta mätningar.

Exempel på detta utgör koncentration och spridning av radioaktiva ämnen, där ytterst små mängder av enstaka radioaktiva ämnen kan detekteras och mängden av dem bestämmas och uppmätas i organismer och organ men där koncentrationerna i många faser under spridningen endast tillåter teoretiska antaganden.

En likartad analys av storskaliga spridningsförhållanden genomförs beträffande avfallsprodukter från förbränning av fossila ämnen. Även i detta fall föreligger svårigheter att i detalj ange spridningsvägar och transportmekanismer. Detektionen av effekter bygger här sällan på enskilda organismer utan måste baseras på analyser av reaktionerna hos ekosystemem i stort eller, för ett begränsat närområde, antaganden om direkta hälsoeffekter på människan, underbyggda av statistiska beräkningar.

Vattenregleringarnas effekter utanför älvsystemen har, med undantag för vandringsfisk, först under senare år uppmärksammats. Den årstidsmässiga förändringen i vattenföring i älvarna påverkar inte endast älvarnas mynningsområden utan kustlinjerna i stort beträffande salthalter, temperatur och skiktningsförhållanden. En sammanställning inom SMHI av observationer, som för vissa stationer går tillbaka till 1940, visar att salthalten successivt ökar i Bottniska havet under vår och sommar, medan däremot en utsötning sker under vinterperioden. Verkningarna av dessa effekter på vattenutbytet i Östersjön i stort och på organismer och fiske i brackvattensområdet är helt outredda.

Dessa kunskapsluckor till trots kan, med ledning av dagens vetande, en avvägning göras mellan olika former för energiproduktion sett från miljövårdssynpunkt. Vissa av de tillgängliga energikällor, som diskuterats

av energiprognosutredningen, synes under överblickbar framtid ge varierande men små bidrag till energiförsörjningen. Detta gäller ved och skogsavfall, hushålls- och industriavfall, torv, vindkraft eller ett direkt utnyttjande av solenergin. Miljöeffekterna för dessa behandlas i respektive avsnitt i kapitel 7. Den stora skiljelinjen mellan alternativa utvecklingslinjer synes gå mellan kärnkraft och fossila bränslen samt i viss mån vidare utbyggnad av vattenkraft.

Vägledande för naturvårdsverkets ställningstagande har varit erfarenheterna beträffande de direkta eller långtidsmässiga effekterna i när- och regionalområden för luft-, land- och vattenmiljön, bevarandeaspekter, problem i samband med transporter samt samhällets möjlighet till kontroll och styrning av negativa effekter. Härvid har hänsyn huvudsakligen tagits till miljöeffekter under normal drift. Bedömningar av säkerhetsfrågor i samband med olika former av haverier refereras i avsnitt 10.3.

Analysen av de olika produktionsmöjligheterna ger enligt naturvårdsverkets bedömning följande inbördes ordning från miljövårdssynpunkt:

Kärnkraft	begränsade effekter med möjlighet till kontroll och styrning
Fossila bränslen	
naturgas	små effekter
olja	allvarliga effekter, som endast delvis kan kontrolleras eller styras genom förordningar
kol	stora och i dagens läge svårhanterliga effekter
Vattenkraft	effekter, som endast delvis kan kompenseras. Bevarandeaspekten avgörande.

I energiprognosutredningens lägesrapport presenterades en översikt över de olika produktionsmedlens anspråk på miljön. Problematiken kring kärnkraft och vattenkraft har under senare år varit föremål för utredningar. Beträffande miljövårdsfrågor för fossila bränslen hänvisas till materialet i ref (55). Följande framställning sammanfattar effekterna på luft, land och vatten.

Luft: För de olika energiråvarorna gäller att vattenkraften och kärnkraften inte åstadkommer luftvårdsproblem. Däremot kan allvarliga problem uppkomma genom eldning av fossila bränslen. Bland dessa ger naturgas betydligt mindre luftföroreningar än olja. Koleldning ger större utsläpp än oljeeldningen av samtliga aktuella luftföroreningar. Hantering av avfall från avsvavling, slagg och aska, har direkt anknytning också till luftvårdsproblemen. Vidare bör noteras utsläppen av luktande ämnen som svavelväte, merkaptaner, etc vid sidan av svaveldioxiden samt bullerproblemen i samband med raffinaderier.

Land: Anspråk på landområden liksom effekter på dessa kommer framför allt från vattenkraftutbyggnader. Negativa effekter på landmiljön, t ex vegetation, kan konstateras i närområden till förbränningen

av fossila bränslen. Regionalt medverkar utsläppen till en försurning av markerna. Debatt pågår och en omfattande utredning erfordras beträffande indirekta effekter på bl a skogsproduktionen. Svårigheter att registrera produktionssänkningar beror på att endast omkring en fjärdedels skogsgeneration ännu kan anses påverkad. Föreligger sådana negativa effekter måste fossila bränslen tillskrivas betydande skadeverkningar för landmiljön. Ett specifikt problem i samband med koleldning utgör omhändertagandet av aska. Vissa effekter på landmiljön är gemensamma för alla kraftformer, dvs även kärnkraft- och fossilbränslebaserade kraftverk. Det gäller t ex behovet av markområden för kraftledningsgator.

Vatten: Samtliga kraftslag påverkar vattenmiljön. De allvarligaste problemen tillskriver naturvårdsverket vattenregleringarna och avfallsprodukterna från fossila bränslen. Vattenregleringar förändrar de hydrologiska förhållandena och det biologiska livet i älvsystemen. Verkningarna torde sträcka sig till utanförliggande kustområden och öppet hav med direkta effekter på det biologiska systemet och fiskemöjligheterna.

Försurning av vattendrag och sjöar genom luftburet svavel är klart fastslaget. Detta bedöms också av naturvårdsverket ha effekter på organismvärlden. En detaljerad analys av svavelproblematiken, innefattande både effekter av utsläpp och medel för att begränsa dessa, liksom kostnaderna för olika ambitionsgrader beträffande svavelhalter i petroleumprodukter pågår inom miljökostnadsutredningen (se nedan).

De direkta utsläppen av kemikalier till vatten är större vid oljeeldade kraftverk än vid kärnkraftverk. Raffinaderierna bidrar med bl a oljefenoler och syreförbrukande ämnen. Riskerna för oljespill är i samtliga fall stora. Gemensamt för oljeeldade kraftverk och kärnkraft är utsläppen av överskottsvärme i samband med produktion av elenergi. Värmeutsläppen kan förutsättas bli mer omfattande genom kärnkraft, beroende på större produktionsenheter och en något sämre termisk verkningsgrad. En gemensam bedömning från länder inom samma geografiska region är att de kyliga kustvattnen, som får betraktas som en naturresurs, medger en hantering av problemen genom väl avvägd lokalisering och anpassning av teknik vid hantering av kylvatten. De allvarligaste problemen synes vara kombinationseffekter mellan värme och olika former av gifter. I Sverige arbetas f n på möjligheten att med hjälp av energin hos kylvattnet förbättra situationen i redan förorenade områden.

Transporter: Beträffande transporter kan fossila bränslen bedömas skapa de största problemen från miljösynpunkt. Kontinuerliga transporter av bränsle, inklusive en oljehantering, sker även till kärnkraftverk, men i förhållandevis liten omfattning. Vattenkraften erfordrar transportsystem främst under byggnadstiden, men detta är gemensamt för samtliga kraftslag.

Bevarandeaspekter: Det svenska landskapet är till största delen ett kulturpåverkat landskap, där bevarandesynpunkter kan läggas på kvaliteter av skiftande slag från enstaka objekt till hela landskapsbilder. Speciell tyngd måste enligt naturvårdsverket tillmätas bevarandeaspekter när ett viktigt avsnitt av svensk natur till väsentliga delar berörs.

En fortsatt expansion av vattenkraften kan enligt naturvårdsverket förutsättas komma i konflikt med de sammantagna intressena från miljö- och bevarandesynpunkt. Vissa av dessa miljövårdens argument kan inte uttryckas i ekonomiska termer. För andra gäller enligt utredningar och ekonomiska analyser en snabb ökning av efterfrågan. Framför allt gäller detta de vetenskapliga intressena och anspråken på rekreationsmöjligheter genom vilka en ökad prioritering av friluftsliv, fritidsfiske, etc sker i samhällsplaneringen.

Naturvårdsverket anser att orörda älvsystem eller outbyggda delar av källflöden och sidovattendrag måste bevaras för framtiden liksom dokumenterat värdefulla och outbyggda delar av reglerade älvar. I andra system, som till stor del är utbyggda och reglerade, bör kompletterande utbyggnad i princip kunna accepteras för att bästa möjliga hushållning av vattenkraften skall kunna uppnås. Nya kraftaggregat och bättre utnyttjande av givna resurser får då förutsättas ske inom för miljövården rimliga gränser enligt naturvårdsverkets åsikt.

Kontroll och styrning: En av utgångspunkterna för det fortsatta miljövårdsarbetet synes vara att så långt möjligt begränsa utsläppen i luft och vatten vid källan. Detta fordrar en samhällelig kontroll och styrning som inriktas mot såväl kärnkraft som fossileldade kraftkällor.

Kärnkraft och oljebaserad kraft har i flera hänseenden gemensamma nämnare. Båda kraftslagen kan utnyttjas för fjärrvärme eller produktion av elenergi och för båda gäller likartade utsläpp av värme till recipienterna i samband med elproduktion. För båda kraftslagen fordras även omhändertagande av restprodukter och förebyggande av utsläpp av ämnen med negativa miljöverkningar.

Den teknik, som utvecklats för att förhindra spridning av skadliga produkter talar till förmån för kärnkraft. Detta hänger till en del samman med utsläppens karaktär. För kärnkraft kan dessa betecknas som punktutsläpp, medan de för oljekraft måste betecknas som diffusa utsläpp, trots utvecklingen mot allt större produktionsenheter.

Direkta jämförelser mellan utsläpp av radioaktiva ämnen och utsläpp av svaveldioxid, nitrösa gaser, sot och metaller, är svåra att kvantifiera från konsekvenssynpunkt. Utvecklingen av normer och kontrollsystem för utsläpp har drivits längre och givits en starkare internationell förankring i samband med kärnkraft än i flertalet andra miljöskyddssammanhang.

Dessa stränga åtgärder har till syfte att bibehålla möjligheterna att behärska den framtida situationen och är inte i första hand föranledda av nuläget. Enligt strålskyddsinstitutets uppskattningar kan den genomsnittliga stråldosen för Sveriges befolkning till följd av användningen av kärnkraft inom och utom landet i början av 2000-talet förväntas ligga under 0,01 rad per år. Som jämförelse kan nämnas att den naturliga bakgrundsstrålningen varierar mellan 0,1 och 0,2 rad per år. Den långsiktiga planeringen, för att värdet 0,01 inte skall överskridas, grundar sig på en begränsning av dosen till befolkningen från varje reaktor. Denna begränsning gäller alla delar av kärnkraftindustrin med undantag för stråldoserna till den direkt berörda personalen. Även

gruvdrift, upparbetning av använt bränsle och avfallslagringen skall täckas av villkoret.

Utvecklingen av mätmetoder tillåter en förhållandevis detaljerad analys och kartläggning av strålningens påverkan på människan. En ökad stråldos genom födoämnen eller olika verksamheter kan således kvantifieras och speciellt kritiska befolkningsgrupper utpekas, vilket i vissa fall kan bli bestämmande för vilka utsläppsmängder som tillåts. Avgörande är emellertid att kontroll och styrning av utsläppen är möjlig redan vid källan på så sätt att dosgränser för befolkningen i dess helhet inte överstiger acceptabla värden.

Möjligheter till kontroll och styrning utvecklas även beträffande avfallsprodukter från eldning av fossila bränslen. Utgångspunkten från naturvårdsverkets synpunkt är därvid förslaget till fortsatt nedtrappning av svavelhalt i eldningsolja, syftande till maximalt 1,0 och 0,1 procent svavel i tjock- respektive tunnolja år 1980. Beslut har fattats att delvis genomföra detta förslag under hösten 1974. Målsättningen för dessa åtgärder är att nedbringa de totala utsläppen i landet till nivån i början av 1970-talet.

En illustration av effekterna av ett genomförande av dessa förslag ges i tabellerna 10.1 och 10.2 som beräknats på de bränsleprognoser som angivits i avsnitt 9.3.

Den totala emissionen av svaveldioxid och bly har beräknats med ledning av utredningens prognoser beträffande framtida förbrukning av oljeprodukter 1985 och 2000. Beräkningarna utgår dels från de nuvarande begränsningarna i svavel- och blyhalter (tabell 10.1), dels på ytterligare begränsningar, som föreslagits av statens naturvårdsverk (tabell 10.2). I beräkningarna ingår tunna och tjocka eldningsoljor, motorbrännoljor samt bensin. Användningen av övriga oljeprodukter, som bunkringsolja, flygbensin, fotogen, gasol ger marginella ökningar i utsläpp inom landet. Tabell 10.3 ger de använda gränsvärdena.

Naturvårdsverkets svavelpolitik grundar sig på en strävan att bemästra två olika problem, dels de lokalt höjda svaveldioxidhalterna, dels den regionala försurningen. Det lokala problemet behandlas genom uppsättande av riktlinjer för svaveldioxidhalt i utomhusluft samt planering av uppvärmningsförhållanden, krav på skorstenshöjder, immissionsbegränsningar etc för att uppnå dessa riktlinjer. Försurningsproblemets lösning ligger i en reduktion av de totala svavelutsläppen enligt ovan nämnda nedtrappningsprogram. Valet mellan kärnkraft, olja eller kol får naturligtvis återverkningar på de åtgärder, som erfordras för att uppnå målsättningen för de totala utsläppen av svavel.

Frågan om begränsningar av svavelhalt i eldningsolja behandlas även i miljöskyddsärenden. Förutom det normala yrkandet att svavelhalten skall begränsas med hänsyn till lokala förhållanden kan dessutom begränsningar av utsläpp komma att krävas vid risk för lokal försurning genom nederbörd.

Programmet för begränsningen av svavelutsläppen fordrar att ökande kvantiteter lågsvavliga tjockoljor kan tillföras den svenska marknaden. Den totala efterfrågan på lågsvavlig olja har emellertid ökat kraftigt och

Tabell 10.1 Svaveldioxid- och blyemission i kiloton per år med nuvarande emissionsbegränsningar: 0,4 g bly/l bensin, 0,25 % svavel i motorbrännolja, 0,5 % svavel i tunn eldningsolja, 2,0 % svavel i tjock eldningsolja.

	Prognosalternativ			
	1	2	3	4
1985				
Tunn eldningsolja, 1–2	46	67	36	54
Tjock eldningsolja, 3–5	844	984	716	756
Motorbrännolja	16	16	14	14
Total svaveldioxid	906	1 067	766	824
Bensin, dvs totalmängd bly	2,1	2,1	2,0	2,0

inneburit betydande svårigheter att erhålla de ökande kvantiteter som erfordras. Avsvavlingsanläggningar i stor skala har tagit längre tid än beräknat att utveckla. Dessutom synes effekterna av svavelutfallet variera relativt kraftigt beroende på både lokala och regionala förhållanden. Värderingen av vilka ekonomiska uppoffringar som är motiverade med hänsyn till de resultat som uppnås av ett ambitiöst program för att begränsa svavelutsläppen varierar därför kraftigt. Med hänsyn till den stora betydelse denna fråga har synes en fördjupad analys önskvärd, och en sådan pågår också inom miljökostnadsutredningen, som under hösten 1974 väntas avlämna ett betänkande.

Dispenser och undantag från bestämmelser om högsta svavelhalt i eldningsolja m m har redan medgivits i lägen där försörjningsläget för flytande bränsle skärpts med avseende på svavelfattig olja.

Emissionsgränsen för stoft uppsätts normalt i förhållande till de teknisk-ekonomiska möjligheterna att reducera utsläppen. Beträffande utsläpp av kväveoxider finns f n inga begränsningar för fasta energianläggningar. Emissionsgränser för nya anläggningar kommer sannolikt så småningom.

Tabell 10.2 Svaveldioxid- och blyemission i kiloton per år med föreslagna emissionsbegränsningar: 0,15 g bly/l bensin, 0,1 % svavel i motorbrännolja, 0,25 % svavel i tunn eldningsolja, 1,0 % svavel i tjock eldningsolja.

	Prognosalternativ			
	1	2	3	4
1985				
Tunn eldningsolja, 1–2	23	34	18	27
Tjock eldningsolja, 3–5	422	492	358	378
Motorbrännolja	6	6	5	5
Totalmängd svaveldioxid	451	532	381	410
Bensin, dvs totalmängd bly	0,8	0,8	0,7	0,7

Tabell 10.3 Emissionsbegränsningar rörande svavel- och blyhalter i oljeprodukter

	Nuvarande	Föreslagna
Motorbrännolja, svavel i %	0,25	0,10
Tunn eldningsolja, svavel i %	0,50	0,25
Tjock eldningsolja, svavel i %	2,5	1,0
Bensin, g bly/liter	0,4	0,15

10.1.3 *Energikonsumtion*

Inom industrin har miljökraven skärpts successivt. Effekten har i vissa fall blivit en ökad energiförbrukning genom tillkommande utrustning, som drar energi eller leder till nyttoeffektförluster. I andra fall leder åtgärderna till minskad energiförbrukning, t ex genom att processer av miljövårdsskäl sluts och därmed bl a leder till minskad värmeavgång. Hur nettoeffekten på energiförbrukningen av miljövårdande åtgärder faller ut fordrar en närmare analys.

Beträffande husuppvärmning finns sedan 1968 bestämmelser om bl a svavelhalt. Det långsiktiga program, som naturvårdsverket presenterade 1971, har till målsättning att bl a nedbringa svavelutsläppen i landet 1980 till en nivå under 1970 års värde. Med hänsyn till att effekten av denna ambition dels på kostnaderna, dels beträffande miljöförbättringen är omtvistad har den ifrågasatts av energiproducenterna. Bestämmelserna om svavelutsläppen torde påverka valet av uppvärmningsform och bidrar sannolikt till att minskningen av antalet enskilt bränsleuppvärmda fastigheter fortsätter genom övergång till fjärrvärme och elvärme.

Inom samfärdselsektorn finns knappast några substitut till explosionsmotorn, som på kort sikt (till 1985) kan få stor betydelse. Avgasutsläppen från bilar måste därför lösas genom avgasrenare och/eller förbättrade motor- och bränsleegenskaper. De hittills genomförda åtgärderna på avgassidan har lett till lägre bensinförbrukning. Genom de strängare krav, som genomförs 1976, torde förbrukningen åter öka. Variationerna är emellertid marginella och en utveckling mot tyngre bilar och automatiska växellådor kan ge större problem än avgasreningen.

Kostnaderna för miljövårdande åtgärder inom olika sektorer analyseras av miljökostnadsutredningen. Även om en detaljerad beräkning av balansen vinst/förlust ännu saknas kan några siffror anges som illustration.

I ansökningar för miljövårdande åtgärder inom industrin har under perioden 1970–74 bidragsunderlaget uppgivits till ca 1 700 miljoner kronor, varav beslutade statsbidrag uppgår till ca 666 miljoner kronor. Effekten av dessa åtgärder beträffande vatten- och luftföroreningar framgår av naturvårdsverkets årsbok 1973 (56).

Ökningen av energiförbrukningen inom olika sektorer beroende på miljövårdande åtgärder synes enligt preliminära utredningar vara blygsam. En sammanställning rörande pappers- och massaindustrin samt järn- och

stålindustrin anger enstaka procents ökning i energikonsumtionen. Dessa förluster balanseras ofta genom energibesparingar, räknat per producerad enhet, t ex per ton massa, genom ändrade tillverkningsprocesser. Vinsterna genom en fortgående centralisering av husuppvärmning är odiskutabla, såväl vad gäller energiförbrukning som miljövård.

Beträffande hanteringen av kommunalt avfall kräver dagens miljövårdsbestämmelser uppskattningsvis några hundradels procent av den totala energiförbrukningen i landet, varav huvuddelen faller på transporter. Det sammanlagda energibehovet för att driva biologisk-kemiska reningsverk för hela den svenska befolkningen är mindre än 0,1 procent av landets totala förbrukning, En utnyttjning av rötgas ur slammet från dessa reningsverk sker redan i stor utsträckning (se avsnitt 7.7).

De efter hand skärpta miljökrav, som kan följa på en ökad energiförbrukning torde således i första hand innebära förebyggande åtgärder och inverka på investeringar i utrustning och processteknik. De marginella ökningarna i energiförbrukning, som miljökraven ställer, kan knappast uppfattas som begränsande för utvecklingen.

10.2 Beredskapsaspekter

10.2.1 *Allmänt*

Störningar i energiförsörjningen inverkar negativt – direkt eller indirekt – på praktiskt taget varje samhällsaktivitet. Det har vi påtagligt upplevt senast under energikrisen hösten – vintern 1973–74. Det är därför av central betydelse att skapa förutsättningar för en säker och varaktig försörjning med energi i sådan omfattning, att det tillfredsställer den samlade efterfrågan i samhället. Vårt lands starka beroende av energitillförsel från omvärlden – vårt importberoende överstiger tre fjärdedelar av normalkonsumtionen – gör att trygghetsaspekterna måste beaktas omsorgsfullt vid utformningen av en svensk energipolitik. Störningar i energitillförseln måste på olika sätt kunna mötas av åtgärder som kan vara påkallade av de krav folkhushållet och försvarshänsynen ställer. Kraven på försörjningsberedskap kan då komma i konflikt med andra samhällsintressen.

Energipolitiska ställningstaganden har betydelse för en sund och gentemot omvärlden konkurrenskraftig utveckling inom näringslivet liksom för den allmänna livsföringen under normala förhållanden och bör utformas med beaktande av i första hand dessa förhållanden. I vissa konfliktsituationer kan dock beredskapsaspekterna tillmätas större vikt och avvägningen alltså bli en annan.

Energiprognosutredningen har inte haft möjlighet att konkret behandla alla särskilda avvägningsfall. Vid utformningen av en energipolitik i såväl kortare som längre perspektiv bör dock för de olika alternativ, som kan komma att övervägas, konsekvenserna för energiberedskapen noga undersökas och behovet av särskilda åtgärder för att åstadkomma och upprätthålla den försörjningstrygghet, som statsmakterna vill ställa krav

på, klarläggas och beaktas. Konsekvenserna för energiförsörjningen av åtgärder inom andra samhällsområden måste också observeras.

De risker vår energiförsörjning löper genom det stora importberoendet är väl kända. För de fall att tillförseln utsätts för störningar och inskränkningar – varvid man inte kan bortse från riskerna för längre eller kortare totalavbrott – krävs att särskilda beredskapsåtgärder vidtas. Under sådana krisförhållanden måste en nöjaktig försörjning kunna upprätthållas till de samhällsändamål, som det beroende på krissituationen framstår som angeläget att kunna tillgodose.

Importberoendet kan dämpas på två vägar

- genom att utveckla inhemska energiresurser och
- genom en effektiverad energihushållning.

Åtgärder för att säkra den nödvändiga energiimporten är bl a

- spridning av importkällorna
- alternativ till olja
- aktivt deltagande i det internationella arbetet på energiområdet.

Särskilda beredskapsåtgärder hänför sig bl a till följande områden

- förberedelser för handels- och konsumtionsregleringar för olika krisfall
- förberedelser för aktivering av inhemsk energiproduktion, närmast av bränsen och drivmedel
- beredskapslagring av importbränslen och importdrivmedel

10.2.2 *Dämpning av importberoendet*

Den outbyggda vattenkraften och uranfyndigheterna erbjuder f. n. de främsta möjligheterna att dämpa importberoendet.

Vattenkraft är en driftsäker energikälla, helt under nationell kontroll. Men även vid en mycket generös utbyggnadspolitik beträffande vattenkraften kommer den värmekraftsbaserade elkraftproduktionen att kraftigt öka. Kärnkraften erbjuder i jämförelse med elkraft från fossileldade verk försörjningsmässiga fördelar redan genom den i kärnkraftverken inbyggda produktionsuthålligheten, dvs att bränslehärden endast byts till en del varje år, och att den genom omflyttningar av bränsleelement kan utnyttjas ett driftår utan bränslebyte. Våra betydande inhemska urantillgångar och utvecklingen beträffande centrifugmetoden för anrikning av uran erbjuder möjligheter att i betydande grad minska utlandsberoendet vad gäller energiförsörjningen. En utbyggnad av kärnkraftproduktionen kan därigenom ge en ökad försörjningstrygghet.

Den ofrånkomliga koncentrationen av produktionsanläggningarna inom ett kärnkraftsystem till ett begränsat antal platser gör emellertid systemet sårbart för krigshandlingar och sabotage. Med hänsyn till det elbehov som bedöms föreligga i ett krigsfall synes det enligt av CDL utförda studier kunna bli aktuellt att bergförlägga eller att på annat sätt skydda något fåtal kärnkraftverk under 1980-talet.

I ett beredskapsmässigt välbalanserat kraftförsörjningssystem bör

också mer lokalt och regionalt inriktade produktionsresurser ingå, bl a som reserv för haverier vid större kraftverk eller överföringsledningarna från dessa. Fortsatt utbyggnad av fossilbränslebaserad mottryckskraft i kombination med värmeproduktion i den utsträckning de ekonomiska betingelserna härför är gynnsamma är från denna synpunkt önskvärd. Det är därvid dock angeläget att produktionsanläggningarna så långt möjligt utformas så att omställning till eldning med inhemska bränslen kan ske vid behov.

Ett viktigt led i strävandena att dämpa importberoendet är att åstadkomma effektivaste möjliga energihushållning. Åtgärder som befordrar ett förbättrat utnyttjande av den tillförda primärenergien bör även från denna synpunkt ges en framträdande plats. Detta kräver insatser för teknisk utveckling i många sammanhang som också berörts i tidigare avsnitt angående de olika konsumtionssektorerna. De speciella FoU-insatser som erfordras är ett av de problemområden som EPK analyserat. En i sammanhanget viktig aspekt är också utbildning av yrkesverksam personal och upplysningsverksamhet till allmänheten. De insatser, som ett hushållningsprogram ställer krav på kan i vissa fall vara ringa i förhållande till de fördelar från beredskapssynpunkt som står att vinna. Insatser i energibesparande syfte kan inte göra sig märkbara förrän på längre sikt, men bidrar ändå till en ökad trygghet för vår framtida energiförsörjning. Möjligheterna att begränsa energikonsumtionen behandlas mer detaljerat dels i kapitel 6, dels sammanfattningsvis i avsnitt 11.2.

10.2.3 *Ökad leveranstrygghet*

Även ett långtgående utnyttjande av möjligheterna att effektivisera energiutnyttjandet kan inte göra oss oberoende av energitillförsel utifrån. Under överskådlig tid kommer Sverige som tidigare framhållits, att i betydande omfattning vara beroende av import av bränslen och drivmedel. Åtgärder som kan bidra till att säkra denna nödvändiga energiimport är därför av stor betydelse och det är därvid viktigt att utnyttja kontakter med oljeproducerande länder i syfte att uppnå uppgörelser om oljetillförsel från dessa. Gemensamma ekonomiska engagemang kan bidra till att ge en säkrare oljetillförsel också i händelse av framtida krissituationer. En anknytning till flera oljeproducerande länder ger en geografisk spridning som innebär en förbättrad försörjningstrygghet, särskilt om tillförseln sker genom rörtransport. Därvid tilldrar sig olje- och naturgasförekomsterna i Nordsjön och områdena norr därom i första hand intresse, bl a genom direkt deltagande i prospektering och exploatering. Strävandena att geografiskt sprida oljeimporten bör också kompletteras med att i ökad utsträckning utnyttja fasta fossila importbränslen och naturgasen.

De risker för energiförsörjningen, som det stora beroendet av ett fåtal producentländer vad gäller oljetillförseln inneburit, har sedan länge föranlett västvärldens länder att inom ramen för OECD etablera och utveckla former för samarbete ifråga om oljeförsörjningen i krislägen. Planer har bl a utarbetats och godkänts för att mellan medlemsländerna

fördela de oljetillgångar, som kan komma att stå till förfogande i krissituationer. Redan i ett tidigt skede av det krisläge, som under hösten 1973 uppkom i samband med oktoberkriget mellan Egypten/Syrien och Israel, visade det sig att reella förutsättningar för att tillämpa det överenskomna fördelningssystemet saknades. En följd av detta är bl a att strävandena ökats från enskilda länder att etablera bilaterala överenskommelser med enskilda producentländer.

En period av relativt begränsad aktivitet på det internationella samarbetsplanet uppstod under vintern 1973/74. Denna har nu ersatts med förnyade insatser bl a i syfte att uppnå ett till de förändrade förhållandena på världsmarknaden anpassat och hållbarare fördelningssystem inför eventuella nya krissituationer. Ett från försörjningsberedskapssynpunkt viktigt moment i vår energipolitik är att fortsätta att aktivt deltaga i det internationella arbetet på energiområdet.

10.2.4 *Särskilda beredskapsåtgärder*

De krisfall för vilka åtgärder för att trygga energiförsörjningen måste vidtagas, är följande:

- krigsfallet, då Sverige är invecklat i krig
- avspärrningsfallet, då Sverige utan att vara invecklat i krig blir helt eller i väsentlig grad avskuret från möjligheter att importera energi
- fredskrisfallet, då under i övrigt normala förhållanden enbart energitillförseln utsätts för störningar, dvs en situation som den som rått under hösten/vintern 1973/74.

Energiprognosutredningen har närmare behandlat dessa olika krisfall i lägesrapporten. Där betonades också vikten av en god försörjningsberedskap inför de olika krisfallen inte minst med hänsyn till trovärdigheten av vår utrikespolitik – alliansfrihet i fred syftande till neutralitet i krig. Utredningen behandlade också i lägesrapporten de särskilda beredskapsåtgärder som försörjningstryggheten ställer krav på. Det räcker därför att här understryka den stora betydelsen av en god beredskap för snabbt införande av handels- och konsumtionsreglerande åtgärder vid olika krissituationer. Angelägenheten av fortsatt utbyggnad av reservlagringen av importbränslen och drivmedel kvarstår naturligtvis också.

För försörjningen under krisfall med längre varaktighet och främst i avspärrnings- och krigsfallen är det av stor betydelse att kunna disponera inhemska substitutbränslen och -drivmedel, närmast skogs- och torvprodukter. Förutsättningarna för substitutbränslens utnyttjande i krislägen ökas och kan t ex i fråga om torv vara beroende av en viss användning även under fredstid. Det är också betydelsefullt att förbränningsutrustningen är så anordnad, att eldning med de aktuella ersättningsbränslena över huvud taget blir möjlig.

De här behandlade särskilda åtgärderna – ransoneringsberedskap, reservlagring av importbränslen och förberedelser för aktivering av framställning av inhemska bränsle- och drivmedelssubstitut – är liksom en rad ytterligare åtgärder av ren beredskapskaraktär. Ett säkerställande

av energidistributionen inom landet i händelse av krig måste också beaktas. De olika distributionsformer som därvid finns – luftledning, kabel eller rörledning och fordon – erbjuder här olika lösningsmöjligheter.

10.3 Säkerhetsfrågor

Det har inte ingått i EPU:s uppdrag att göra någon bedömning av säkerhetsfrågorna i samband med kärnkraften. En rad utredningar, bl a närförläggningsutredningen, utredningen om radioaktivt avfall – den s k Aka-utredningen, utredningar om sabotageriskerna vid kärnkraftverk etc har behandlat olika aspekter av kärnkraftens säkerhetsfrågor. Någon bedömning av de säkerhetsmässiga aspekterna på kärnkraften ligger alltså inte bakom de olika prognosalternativ som EPU presenterar. Dessa bör i stället ses som alternativ som valts för att ge en allsidig belysning av de utvecklingsmöjligheter som finns inom energiområdet.

Både närförläggningsutredningen och Aka-utredningen har under sommaren 1974 avlämnat betänkanden.

10.3.1 *Aka-utredningen*

I den lägesrapport (8) som i juni 1974 överlämnades till industriministern, har Aka-utredningen redovisat ett så fullständigt och aktuellt material som möjligt för att ge en bakgrund till kommande förslag från utredningen angående förberedelser för det fall att Sverige framledes skulle bli tvunget att förvara det högaktiva avfallet inom landets gränser. Vissa delar av materialet kring de problem som uppstår vid kärnkraftverken vid upparbetning av använt kärnbränsle samt vid behandling och förvaring av högaktivt avfall är preliminära, och föremål för Aka-utredningens fortsatta överväganden.

Rapporten innehåller i starkt koncentrat resultatet av det kartläggningsarbete som hittills hunnits med. Den innehåller bl a en översiktlig och sammanfattande genomgång av problemen kring kärnkraftens högaktiva avfall. Det högaktiva avfallets uppkomst, egenskaper och hantering beskrivs. Likaså ägnas ett särskilt kapitel åt en redogörelse för de biologiska strålningsriskerna. I det sammanhanget konstaterar kommittén, att med hänsyn till riskerna med högaktivt avfall och plutonium är det uppenbart att säkerhetsfrågorna i samband med hantering, transport och förvaring måste tillmätas en avgörande betydelse.

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har i särskild bilaga till rapporten lämnat synpunkter på möjligheterna att finna säkra lagringsplatser i Sverige.

Aka-utredningen har till lägesrapportens inledningskapitel fogat följande kommentar:

"Föreliggande lägesrapport redovisar en genomgång av olika aspekter på hanteringen av det högaktiva avfallet. Kommittén har därvid inte funnit något som talar mot att avfallsproblemen är tekniskt och

säkerhetsmässigt möjliga att lösa. I sitt vidare arbete har kommittén för avsikt att ingående studera lösningar som kan utgöra underlag för kommitténs ställningstagande och förslag."

10.3.2 *Närförläggningsutredningen*

Närförläggningsutredningen avlämnade i augusti 1974 sitt slutbetänkande (9).

Behovet av en utredning rörande säkerhetsfrågorna vid förläggning av kärnkraftverk i eller nära större tätorter aktualiserades i samband med Stockholms Elverks ansökan år 1968 om tillstånd att uppföra ett kärnkraftvärmeverk vid Värtan endast några kilometer från Stockholms centrum. Säkerhetsmyndigheternas granskning av Värtan-projektet ledde fram till uppfattningen att det krävdes ytterligare teoretiskt och erfarenhetsmässigt underlag innan man kunde bedöma förläggning av kärnkraftstationer i nära anslutning till tät bostadsbebyggelse. År 1969 inleddes en brett upplagd principiell studie av närförläggningsfrågan som från år 1970 har bedrivits i form av en offentlig utredning. 1971 fick utredningen som tilläggsuppdrag att analysera även vissa andra förläggningstyper än en renodlad tätortslokalisering. Utredningsarbetet fick därmed en mera generell inriktning med avseende på lokalisering av kärnkraftverk.

Närförläggningsutredningens bedömningar och slutsatser bygger på ett mycket stort antal expert- och specialistrapporter över uppdragets olika delfrågor. Materialet har i stor utsträckning tagits fram inom utredningen. Grundläggande information har dock i många fall hämtats från annat håll, och framkomna resultat har där så varit möjligt kontrollerats mot uppgifter från olika utländska källor.

Närförläggningsutredningen har valt att speciellt studera lättvattenreaktorer. Dessa representerar en etablerad teknik som är introducerad i Sverige och utredningen har utgått från att vid en eventuell närförläggning i första hand reaktorer av beprövat utförande blir aktuella. Detaljerade säkerhetsanalyser har utförts utgående från två referenskonstruktioner för de båda typerna av lättvattenreaktor, kokartyp (BWR) respektive tryckvattentyp (PWR). Dessa referensreaktorer har, i likhet med alla nu aktuella reaktorer för elkraftproduktion, omfattande anordningar för skydd mot utsläpp av radioaktivitet både vid normal drift och vid mer eller mindre allvarliga störningar. Som exempel härpå kan nämnas den trycktäta byggnad, inneslutningen, som omger själva reaktorn samt olika system för kylning av härden vid tänkta haverisituationer.

Utvecklingen inom lättvattenreaktortekniken väntas med hänsyn till hittillsvarande erfarenheter knappast bli präglad av ytterligare stora tekniska utvecklingssteg. Huvudinriktningen kommer den närmaste framtiden i stället att läggas på en konsolidering av nuvarande teknik under utnyttjande av de drifterfarenheter som under 1970-talet erhållits i snabbt ökande takt.

Hänsyn till radioaktivitetsutsläppen under normaldrift synes med

nuvarande teknik och gällande dosnormer ej kunna bli en lokaliseringsstyrande faktor. Den aspekt som kommit att dominera de miljömässiga överväganden för kärnkraftverk är frågan om eventuella haveriers betydelse för omgivningens säkerhet. Kraftverkens beteende vid s. k. konstruktionsstyrande haveriförlopp samt dessas konsekvenser skall redovisas ingående för de tillståndsgivande myndigheterna. För att någon ändring i säkerhetsförhållandena vid lägen närmare stora tätorter skall kunna påvisas måste analyser göras av ännu mer osannolika havierförlopp, där en eller flera säkerhetsanordningar satts ur spel. Närförläggningsutredningens analyser har koncentrerats på sådana förlopp.

En analys av de verkningar i omgivningen, som kan orsakas av haverier i kärnkraftverk, kan göras relativ och enbart utnyttjas vid jämförelser mellan olika lägen, anläggningstyper eller utförandeversioner. Den kan också syfta till en jämförelse med andra risker i samhället. Närförläggningsutredningens analyser har givit en ingående belysning av båda dessa aspekter. Utredningen har för analyserna uppskattat sannolikheterna för olika haverityper och fel i funktionssätten hos de för säkerheten väsentliga systemen i en kraftreaktor.

Konsekvenserna vid eventuella svåra haverier i form av frigörelse av aktiviteter ur reaktorhärden, spridning av denna aktivitet till omgivningen samt därav resulterande stråldoser och hälsoeffekter avseende människor har också uppskattats till sin omfattning och sannolikhet. För dessa beräkningar har underlag framtagits beträffande atmosfärisk spridning, geografiska befolkningsfördelningar samt samband mellan luftens halt av radioaktivitet och de stråldoser respektive hälsoeffekter som aktiviteten kan ge upphov till.

För analyserna av närförläggningsfrågan från säkerhetssynpunkt har närförläggningsutredningen jämfört kärnkraftverk med fyra olika lägen i förhållande till en schematiserad miljonstad. Skillnader från säkerhetssynpunkt mellan lägen på olika avstånd framkommer först när man betraktar verkningen av ytterst svåra haverier, där en stor del av reaktorns aktivitetsinnehåll frigörs ur bränslet samtidigt som såväl reaktorns huvudkylsystem som dess inneslutning skadas. Närförläggningsutredningens analyser har därför inriktats på beräkning av sannolikheten för och en bedömning av konsekvensernas omfattning vid sådana svåra haverier. Omfattningen av den värsta tänkbara olyckan befanns beträffande dödsfall vara av högst samma storleksordning som en stor flygolycka. Så stor konsekvens uppträder dock endast i fallet extrem närförläggning, dvs 5 km från en miljonstads centrum med en befolkningsfri skyddszon på endast 500 meters radie. Vid den hittills i Sverige tillämpade skyddszonsradien 2 km skulle 5 km-läget liksom utredningens övriga lägesalternativ, 20, 40 respektive 100 km från centrum ge från något fåtal till ett tiotal dödsfall vid dessa extremt svåra men extremt osannolika haverier. Sannolikheten för att något haveri skall kunna ge några allvarliga akutskador i omgivningen bedöms vara högst 0,1 à 1 per miljon år och reaktor. Så låga sannolikheter beaktas normalt ej i andra verksamheter och är svåra att tolka på ett gripbart sätt. Andra typer av hälsoeffekter, speciellt fall av sköldkörtelstörningar, kan dock förekomma i betydligt

större antal. Det framhålls att hälsoeffekter av typen störd sköldkörtelfunktion i alla andra analyser av haverieffekter bedömts vara så lindriga att de ej medtagits i konsekvensredovisningen.

En ekonomisk och miljömässig jämförelse har gjorts mellan tre alternativa system för fjärrvärmeförsörjning i en storstad. Grundalternativet har antagits vara enbart oljeeldade hetvattencentraler. Av de två övriga alternativen var det ena ett oljeeldat mottrycksverk, det andra ett kärnkraftvärmeverk för samtidig produktion av elkraft och fjärrvärme. Resultatet av analysen innebär att införandet av kärnkraftvärmeverk i omedelbar närhet av stora bebyggelsecentra skulle vara miljömässigt motiverat genom de förbättringar i den allmänna luftföroreningssituationen som erhålls. Även säkerheten mot haverier bedöms vara sådan att haverikonsekvenserna i omgivningen till och med från ett närförlagt kärnkraftverk är små i medeltal över längre tid och för landet som helhet.

Närförläggningsutredningen betonar att presentationen av kärnkraftens haveririsker blir mycket komplicerad och lätt kan resultera i missuppfattning av informationens innebörd. När det gäller problemet att väga säkra fördelar – bättre luft, lägre kostnader, mindre beroende av utlandet – mot en synnerligen liten risk som dock innefattar möjligheten av en stor konsekvens, bortser man vanligen helt från den stora konsekvensen på grund av den låga sannolikheten. Exempel på detta synsätt är byggnaders begränsade säkerhet mot osannolika mycket starka vindar och stora jordskalv, flygtrafik med stora plan över tätbebyggelse, dammbyggnaders och brobyggnaders begränsade säkerhet mot extrema påfrestningar, transporter av farliga kemikalier i tätbebyggelse och mycket annat.

När det gäller betydelsen av stora, osannolika haverier, understryker närförläggningsutredningen vikten av att en bedömning sker med beaktande av att andra slag av risker med säkerhet kan ge konsekvenser av lika stor omfattning som en del beräkningsfall utredningen presenterat. Det är endast analysen på dessa låga sannolikhetsnivåer som saknas för andra verksamheter. Närförläggningsutredningen bedömer att även för de värsta tänkbara haverikonsekvenserna vid närförlagda kärnkraftverk en jämförelse ger vid handen att sådana verk ej inför konsekvenser av hittills okänd storlek. Olika merkostnader vid en utpräglad närförläggning skall vägas mot kostnaderna för förlängning av hetvattenledningarna vid en mer avlägsen förläggning. De ekonomiska motiven för de mest utpräglade närlägena blir därigenom ej särskilt starka. Fördelarna med kärnkraftvärmeverk i storstadsregioner är dock stora och förläggningar även på ca 20 km avstånd från stadscentrum är ekonomiskt intressanta.

Mot bakgrund av den genomförda analysen rekommenderar närförläggningsutredningen "att värmeproduktionen i landets storstadsregioner utnyttjar kärnkraftvärmeverk men att utpräglad närförläggning undviks till dess ytterligare erfarenheter vunnits av anläggningar lokaliserade enligt nuvarande principer".

10.3.3 *Övriga utredningar*

Utöver Aka-utredningen och närförläggningsutredningen pågår inom olika myndigheter och organisationer specialstudier kring ytterligare säkerhetsmässiga aspekter kring kärnkraften, såsom risken för sabotage och otillbörligt tillgripande av plutonium och liknande. Ett tekniskt inriktat utvecklingsarbete kring säkerhetsfrågorna utförs inom den särskilda delegationen för styrning av vissa insatser beträffande forskning och utveckling rörande kärnkraftens miljö- och säkerhetsfrågor (Dsf). Inom myndigheter som statens strålskyddsinstitut och statens kärnkraftinspektion pågår fortlöpande en utveckling av granskningsrutiner i samband med tillståndsgivning för olika typer av kärnkraftanläggningar. EPU finner därför ingen anledning att ytterligare behandla denna fråga.

11 Diskussion av prognosalternativen

11.1 Exempel på ytterligare utvecklingsalternativ

Det finns i princip en stor valfrihet vid utformningen av en energipolitisk handlingslinje. Den valda målsättningen påverkar sedan prognoserna. Dessa är alltså inför en omprövning av den förda energipolitiken villkorliga.

Utifrån de alternativa konsumtionsprognoser och produktionsmöjligheter som behandlats i kapitel 6–9 kan förutom de fyra huvudalternativen åtskilliga andra utformas beroende på vilket primärt syfte en energipolitik skall uppnå.

De presenterade huvudalternativen representerar i och för sig inte mer sannolika alternativ än andra, men avser beskriva en utveckling som under de angivna förutsättningarna bedömts trolig.

Eller mer konkret uttryckt: om de kommande 10–15 åren ger en produktionsutveckling inom industrin med ca 6 % ökning per år och inga särskilda åtgärder sätts in för att begränsa energikonsumtionen förväntas en ökning av energikonsumtionen med ca 3,3 % per år till mitten av 80-talet och därefter under 3 % per år. (Jämför avsnitt 9.2.)

För att tillgodose denna förbrukning skall då ett produktionssystem byggas ut. Därvid kan statsmakterna ange riktlinjer och bestämmelser i den energipolitik som utformas.

Genom att för given konsumtionsnivå och given energipolitisk målsättning minimera kostnaden för energiförsörjningen kan en viss jämförelse mellan de olika alternativen göras. En grov uppskattning av dessa kostnader har gjorts för de fyra prognosalternativen i avsnitt 9.4. Vid faktiska utbyggnadssituationer måste dock de olika möjligheter som finns tillhands noggrant beräknas utifrån de förutsättningar som gäller enligt den fastlagda energipolitiken.

Alla prognosalternativ innebär en snabb ökning av andelen elenergi av den totala energiförbrukningen. Andelen ökar från 15 % 1970 till mellan 29 och 23 % 1985. Även de alternativ där ytterligare kärnkraft inte medges och där alltså elprisets utveckling blir direkt kopplad till bränslepriset innebär fortsatt ökad andel elenergi. Det framgår då av balanserna att en snabb ökning av bränsleåtgången blir följden om anspråken på elenergi skall kunna tillfredställas.

Om en stark styrning av uppvärmningssektorn mot en bättre hushåll-

ning med energi vidtas visar prognosalternativen att den ackumulerade effekten inom uppvärmningssektorn 1985 motsvarar en 10 % lägre förbrukning 1985 och ca 35 % lägre 2000. På den totala förbrukningen skulle detta motsvara ca 8 % lägre värde 2000 än eljest. En sådan besparing synes kunna erhållas utan att produktionssektorn behöver påverkas. Av det totala konsumtionsutrymmet skulle en större andel gå till isolering och bättre ventilationsutrustning i bostäder och lokaler.

Det bör observeras att vid kombination av olika delar i prognosmaterialet måste sammanhanget mellan olika åtgärder och deras följdeffekter beaktas. Vid utformningen av de fyra prognosalternativen har detta översiktligt gjorts såsom beskrivits i avsnitt 5.3. Därför är variationer i detaljsammansättningen av prognoserna och deras delar utan vidare möjliga så länge de allmänna förutsättningarna inte sätts ur spel. Om kraftiga förändringar görs fordras dock en viss försiktighet.

Totalalternativen kan ges varierande utformning. Några enkla räkneexempel genomförs för att belysa hur det presenterade materialet kan användas. De genomförda beräkningarna är dock mycket överslagsmässiga. (De baseras på kapitel 7.)

Exempel A: Kombinationen av sektorprognoser kan, som tidigare diskuterats, göras på flera sätt. En uttalad satsning på att snabbt effektivisera energiutnyttjandet torde kräva dels förhållandevis stora produktionsinsatser, dels åtgärder begräffande bostads- och lokaluppvärmning. En uppskattning av möjlig effekt skulle, mot bakgrund av vad som presenterats i kapitel 6, kunna erhållas genom att koppla samman alternativen 1 eller 2 beträffande industri och samfärdsel med alternativen 3 eller 4 beträffande övrigsektorn. Utvecklingen av industrins specifika energiförbrukning kan minska snabbare om speciella åtgärder vidtas. Som ett räkneexempel antas att 5 % lägre värden kan åstadkommas. Om utnyttjande av kärnkraftbaserad fjärrvärme i Stockholm och Malmö dessutom förutsätts minskar bränsleförbrukningen med ca 1,5 Mtoe (se avsnitt 8.2.2). Förbrukningen 1985 blir:

	El	Bränsle	Minskning (se text)	Resulterande förbrukning		Besparing i förhållande till alt 1	
	TWh	Mtoe		El TWh	Br Mtoe	El TWh	Br Mtoe
Ind. alt 1	80	18,9	5 %	75,5	18,2	4	1,0
Samf. alt 1	3	9,3	–	3,0	9,3	–	–
Övrigt alt 3	82	7,1	1,5 Mtoe	82,0	5,6	13	2,6
	165	35,6		160,5	33,1	17	3,6
						–10 %	–10 %

Man uppnår alltså en minskning av energiförbrukningen på 17 TWh el och 3,6 Mtoe bränslen. Uttryckt i procent minskar både elförbrukningen och bränsleförbrukningen med ca 10 % jämfört med alternativ 1.

Exempel B: Maximalt utnyttjande av inhemska fossila bränslen och

övriga energiformer (men ej kärnbränslen).

Sverige har inga kända olje- eller naturgastillgångar utöver skifferolja. De bästa skiffrarna gav som mest 120 000 ton olja ur 3,4 Mton skiffer (avsnitt 7.10). En brytning av 100 Mton skiffer per år är en mycket stor hantering (i malmfälten bryts endast hälften eller en tredjedel av detta). Denna brytning skulle då ge 3,5–4,0 Mton olja per år.

Kol finns inte i brytvärda mängder i Sverige förutom vissa grafitförekomster i norra Norrland.

Den utbyggnadsvärda vattenkraften uppgår f n till 95 TWh/år. Detta tak kunde sannolikt höjas under särskilda omständigheter. 128 TWh/år anges som gränsen för det tekniskt utbyggbara. Om hälften av skillnaden mellan ekonomiskt och tekniskt utbyggbar vattenkraft tas i bruk ger det ca 115 TWh/år.

Avfallsmängderna är begränsade. Hushållsavfall kan som mest ge 0,5 Mtoe/år. Det totala värmeinnehållet i halm motsvarar ca 1,8 Mtoe/år. Kreatursavfall kan maximalt ge metangas motsvarande 0,5 Mtoe/år. Totalt synes hushålls- och jordbruksavfall som mest kunna ge ca 2 Mtoe/år.

Ved och skogsavfall utnyttjas nu i allt större utsträckning som fiberråvara. Den totala skogsavverkningen i Sverige bedöms motsvara ca 10 Mtoe per år i bränslevärde.

Torv producerades 1945 i ca 1 miljon ton. En tiofaldigad volym skulle ge torv motsvarande högst 2–4 Mtoe/år.

Vind- och solenergi drar mycket stora kostnader om de ska utnyttjas för kraftproduktion. Solenergi kan utnyttjas effektivare som värmekälla och därigenom minska förbrukningen för uppvärmning. Geotermisk energi synes inte kunna utnyttjas i Sverige.

En summering av det möjliga energitillskottet från dessa inhemska källor ger i bästa fall 6–10 Mtoe per år plus den ved som, i stället för som råvara, kan utnyttjas som bränsle. Till detta kommer drygt 100 TWh vattenkraft. Att bygga ut anläggningar för att uppnå den antagna utnyttjandegraden torde knappast gå före mitten av 1980-talet. Kvantiteterna motsvarar ca 6–10 Mtoe/år eller 15–30 % av den prognostiserade bränslekonsumtionen och ungefär det lägsta elkonsumtionsalternativet. Med hänsyn till att priset på energin torde bli avsevärt högre än prognosförutsättningen kan en dämpning av efterfrågan ske, men fortfarande torde 60–70 % av bränslet behöva hämtas utifrån.

Räkneexemplet belyser att oavsett vilka åtgärder som vidtas för att utvinna inhemska fossila bränslen kommer ett betydande importbehov kvarstå.

Ytterligare ett exempel kan ges.

Exempel C: Om inhemska kärnbränslen adderas till exempel B innebär det ett betydande tillskott. I tidigare utredningar angående Ranstadsfyndigheten har en utvinning av 1 250 ton uran per år, vilket motsvarar brytning av ca 6 Mton skiffer, befunnits tekniskt möjlig. En sådan uranutvinning skulle kunna ge en elproduktion av åtminstone 100 TWh/år. Genom att trefaldiga en sådan utvinning och bygga ut övriga led i en kärnbränslecykel (inklusive byggande av kraftverk) samt stimulera

övergång till el skulle en betydande del – kanske hälften av konsumtionen mot slutet av 1980-talet – av energiförsörjningen kunna baseras på inhemska källor.

11.2 Möjligheter att begränsa energikonsumtionen

11.2.1 *Allmänt*

Möjligheter att åstadkomma en nedskärning av normalförbrukningen inom flertalet konsumtionsområden är av naturliga skäl större i samband med en akut försörjningskris än under normala förhållanden. Möjligheterna på längre sikt är svårare att ange eftersom de i hög grad beror på bedömningar av både förutsättningar av tekniskt eller ekonomiskt slag och beredvilligheten hos stora konsumenter och konsumentgrupper att ta på sig frivilliga eller av samhället ålagda uppgifter som syftar till att minska energiförbrukningen.

Besparingskampanjen 1970 genomfördes för att klara elförsörjningen fram till vårfloden och var alltså redan från början begränsad i tiden. Den totala besparingseffekten bedömdes till 1,0 TWh fördelad ungefär lika på industrisektorn och övrig förbrukning. Vissa kvardröjande besparingseffekter kunde observeras, men någon långsiktig betydelse är det mera tveksamt om den medförde.

Situationen under vintern 1973–74 var i flera avseenden mera genomgripande. En leveransstörning av detta slag var när olika besparingsåtgärder beslöts och påbörjades av svårbedömd omfattning. Förutsättningarna för att få stöd för och genomslag av besparingsåtgärder var därför goda.

Betydelsen av de diskussioner kring knappa naturresurser och gränser för tillväxt som förts med stor intensitet under ett par år är också svårbedömd. De fysiska möjligheterna att erhålla energi synes vara så goda att kraftiga ingrepp beträffande energiförsörjningen av hänsyn till fysiska resursbegränsningar knappast finns.

Från allmänna utgångspunkter vad gäller hushållning med de resurser samhället efterfrågar är en förbättrad effektivitet beträffande också energiutnyttjandet en angelägen fråga.

Under intryck av både akuta och långsiktiga energiförsörjningsproblem har en mängd studier kring besparingsmöjligheter utförts. I de följande avsnitten diskuteras dessa problemställningar översiktligt.

11.2.2 *Erfarenheter från oljekrisen*

De besparingar som kunde genomföras under oljekrisen bedöms för eldningsolja ha motsvarat närmare 2 milj m^3 under tiden december 1973 t o m februari 1974, varav närmare hälften beror på besparingarna av elenergi som togs ut genom att oljekondenskraftverken inte kördes. Denna besparing kan förklaras av följande faktorer:

– besparingskampanjer som påbörjades i början av december 1973
– den milda väderleken från mitten av december 1973 och vintern igenom
– ransoneringen
– prishöjningarna som åtminstone under förvåren 1974 började bli kännbara för konsumenterna.

En fortsatt återhållsamhet i förbrukningen har kunnat observeras även senare, men en kvantitativ bedömning är osäker.

Beträffande bensinförbrukningen skedde en minskning med 15 % under första kvartalet 1974 jämfört med motsvarande period året före.

Den besparing som kunde uppnås för elenergi var t o m maj 1974

för industrin	1,0–1,5 TWh
i övrigt	3,0–3,5 "
totalt	4,0–5,0 TWh

Därefter synes förbrukningsmönstret åter ha blivit normalt. En besparing av bortåt 1 Mm^3 eldningsolja hade då åstadkommits.

Vilken kvarstående effekt som kan väntas finns f n (augusti 1974) inga säkra bedömningar av. Fortsätter de tendenser som observerats hela 1974 bedöms den totala förbrukningen av petroleumprodukter bli ungefär lika med 1973 års, kanske t o m något lägre. Åtskilliga energibesparande åtgärder kan ha gjorts under intryck av försörjningssvårigheter och höjda priser. Dessa kan ha effekt både på förbrukningsökningen och vara av engångskaraktär.

Med hänsyn till försörjningstryggheten och oljeprishöjningarna finns det skäl som talar för att en påskyndad övergång från bränslen till el kan komma ifråga om kärnkraftutbyggnaden får fortsätta. Å andra sidan medför ett stopp för ytterligare utbyggnad av kärnkraft ett väsentligt högre pris på elenergi. Långsiktiga beslut där avvägningen mellan el- och bränsleförsörjning är priskänslig torde, med hänsyn till den osäkerhet som för närvarande råder beträffande el- och bränsleförsörjningen, fattas endast där det av andra skäl är nödvändigt. Några klara tendenser kan därför sannolikt inte observeras förrän efter utformningen av en långsiktig energipolitik, i vilken ett ställningstagande till kärnkraftutbyggnaden naturligtvis är en betydelsefull del.

En under alla förhållanden kvarstående effekt av de senaste årens utveckling på energiområdet är en högre energiprisnivå än under de senaste 15–20 åren. Detta innebär i sig en ökad stimulans till energibesparande åtgärder som på sikt torde verka återhållande på förbrukningen, något som också avspeglas i EPU:s prognosalternativ.

11.2.3 *Besparingsmöjligheter*

Det förefaller helt klart att de stora besparingsmöjligheterna finns beträffande lokaluppvärmning. En grads sänkning av inomhustemperaturen motsvarar ca 5 % i bränsleförbrukning under vintern. En ganska betydande besparingseffekt kan uppnås genom små insatser av enskilda förbrukare. Motsvarande besparingseffekter inom samfärdsel- och industrisektorerna kräver mycket mer påtagliga insatser. Den återhållsamhet i energiförbrukningen som initierats av kostnadsskäl har redan tidigare påverkat industrin mot förhållandevis bättre hushållning i energiutnyttjandet.

Flera utredningar har gjorts som visar att industrin totalt sett kortsiktigt kan minska sin energiförbrukning 5–10 % utan att nämnvärt påverka produktionen. Sålunda gjordes under december 1973–januari 1974 en undersökning inom statens industriverk med syfte att belysa sysselsättningseffekterna vid nedskurna oljeleveranser (57). I denna studie gjordes också en uppskattning av hur långt nedskärningen kunde gå innan produktionen skars ned. Denna gräns bedöms nu ligga vid 7–8 % enligt studien. Kostnadsaspekterna i samband med besparingarna analyserades inte närmare.

EPU har i likhet med andra energiutredningar analyserat produktionsledet och inte direkt undersökt hur både produktionen och utnyttjandet av produkterna kan påverka energiförbrukningen. En sådan studie skulle bli mycket omfattande. En långt gående anpassning av produkternas egenskaper och kvalitet till deras användningsområden skulle säkerligen få effekt på energiåtgången, även om den sannolikt är förhållandevis marginell. Som ett exempel kan nämnas aluminiumkarosser i bilar, som skulle leda till större energiåtgång i produktionsledet men – genom den minskade bilvikten – till lägre bränsleförbrukning. Aluminium rostar vidare inte och ger därigenom lång livslängd åt produkter. Analyser av den totala energiåtgången för tillverkning och utnyttjande av en produkt är komplicerade men har börjat utföras för vissa produkter, och ett värdefullt material torde efter hand komma fram.

Det är ett välkänt faktum att den specifika förbrukningen hos olika produktionsenheter inom samma bransch varierar mycket.

En viss vara kan ibland också framställas genom olika metoder som från energisynpunkt starkt skiljer sig från varandra. Kostnaden för energi för industrin som helhet är liten jämfört med andra kostnader och är därför inte primärt styrande på produktionssystemets utformning. Man arbetar emellertid på att förbättra energiutnyttjandet, främst i branscher där den specifika energiförbrukningen är hög. Ändringar av detta slag sker emellertid på relativt lång sikt. Ett kraftigt forcerat program för omläggning av energitunga industribranscher till energisnålare produktionsmetoder bedöms kräva mycket stora investeringar.

En besparingseffekt som kan uppstå är att investeringar som tidigare inte varit lönsamma p g a ett lågt energipris nu blir det. De höjda energipriserna flyttar lönsamhetsgränser och innebär nya optimeringssituationer.

Ett sådant mönster är rimligt att anta från principiella utgångspunkter. En jämförelse, utförd av IUI, mellan svensk, brittisk och västtysk industri som redovisas i bilaga 3 synes också stödja denna hypotes beträffande långsiktiga tendenser. På kort sikt innebär säkerligen den befintliga produktionsutrustningen att några påtagliga strukturförändringar som påverkar energiförbrukningen knappast kan väntas. Den besparing som ligger i anpassningen till en högre prisnivå finns medtagen i prognosalternativen.

I vissa branscher inom industrin utgör uppvärmningen av lokaler av olika slag en betydande del av energiförbrukningen.

Här kan stora besparingar göras genom tilläggsisolering av väggar etc. Mindre kostsamma metoder att spara energi kan också tillgripas i vissa processer, t ex isolering av ugnar och dylikt.

Under intryck av oljekrisen har i åtskilliga länder gjorts inventeringar av möjligheter att minska energiförbrukningen. Omfattande hearings i Förenta Staternas kongress har ägnats besparingsmöjligheter av olika slag. Bland de förslag och bedömningar som där framfördes finns åtskilliga exempel som också är aktuella för svenska förhållanden och som berörts i tidigare kapitel och i lägesrapporten. De gäller värmehushållning i bostäder och andra lokaler (se avsnitt 6.4 och bilagorna 5, 6 och 7), samåkning med privatbilar, hastighetssänkningar för bilar och flyg samt en skärpt verksamhet för de långsiktiga möjligheterna att inom industrin finna energisnålare tillverkningsmetoder.

För att insamla, sammanställa och i viss utsträckning värdera och bearbeta de många studier som gjorts har en arbetsgrupp inom OECD:s oljekommitté under våren studerat dessa besparingsmöjligheter. Gruppens arbete skall slutgiltigt avrapporteras till OECD under hösten 1974, och ingår som en del i den omfattande verksamhet OECD bedriver på energiområdet (se avsnitt 4.1).

Arbetsgruppen skall söka ange vilka åtgärder som måste aktualiseras för att åstadkomma en besparing.

Det har inte varit EPU:s uppgift att analysera de samhällsinsatser som aktualiseras i samband med utformningen av en energipolitik. Däremot skall utredningen enligt direktiven belysa konsekvenserna för den långsiktiga utvecklingen av olika energipolitiska beslut.

Anspråken på energi är en följd av utvecklingen inom samhället i stort och specifika krav beträffande energiförsörjningen bör inte ställas så att de leder till betydande icke önskvärda konsekvenser inom andra sektorer av samhället. Detta är, som tidigare framgått, den utgångspunkt EPU hållit fast vid. Mot denna bakgrund diskuteras i nästa avsnitt översiktligt frågan om energikonsumtionsbegränsande åtgärder.

11.2.4 *Konsumtionsbegränsande åtgärder*

Begränsningar av elproduktionen och bränsletillförseln leder – som tydligt illustrerats vid elransoneringen våren 1970 och under vintern 1973/74 – till betydande störningar av olika samhällsfunktioner.

I ett akut bristläge är ransoneringar och liknande begränsningar nödvändiga, men innebär också betydande svårigheter i samband med fördelning av tillgängliga resurser. Bland de problem som därvid uppstår finns sysselsättningsfrågorna till följd av minskad produktion. En uttalad målsättning under ransoneringen i början av 1974 var att fördela leveranserna av petroleumprodukter så att ransoneringseffekterna fick minsta möjliga konsekvenser för sysselsättningen. Som tidigare omnämnts genomfördes av statens industriverk en studie av efter vilka principer en ransonering av industrins leveranser skulle genomföras. Det visade sig därvid att kopplingarna mellan olika branscher var så pass starka att en differentiering av bränsletilldelningen till olika branscher skulle medföra så små skillnader mot en likformig kvotransonering att en differentiering knappast var motiverad. Det visade sig också att en besparingseffekt på omkring 10 % kunde åstadkommas, åtminstone under en kortare tid och med den intensiva upplysningsverksamhet som samtidigt genomfördes.

Vid en eftergranskning, som gjorts av industriverket, har man dock preliminärt kommit till att en besparing av 7–8 % i genomsnitt skulle kunna åstadkommas utan att produktionen påverkas.

Möjligheterna att genomföra besparingar varierar naturligtvis mellan olika branscher. Processenergi utnyttjas med relativt sett god effektivitet och väsentliga besparingar fordrar nya maskiner och metoder. I samband med lokaluppvärmning och i icke-kontinuerligt drivna tillverkningsled finns en viss besparingspotential. Detta gäller också för transporter. För att utnyttja denna uppstår ofta andra olägenheter och motiven för energibesparingen måste därför vara tillräckligt starka. Ett högt energipris, och det därav följande intresset för energibesparingar, torde här ge en effekt som i huvudsak skall vara uppfångad i prognoserna. Ytterligare besparingar fordrar någon form av offentlig styrning för att komma till stånd. Att i detalj bedöma t ex storleken på det besparingsbidrag eller den energiavgift som måste sättas in för att ge en viss spareffekt fordrar detaljstudier som inte bedömts möjliga inom utredningens tidsram. Några stora besparingseffekter torde det dock inte röra sig om, åtminstone inte på kort sikt.

De insatser från samhällets sida som kan bli aktuella för att stimulera energibesparingar kan i princip grundas på en avgift på energiförbrukning, bidrag till energibesparande åtgärder och informations- och utbildningsverksamhet eller regler och föreskrifter. En detaljerad bedömning av effekterna av olika åtgärder är svår att ge, bland annat för att kedjeeffekter av olika slag alltid blir aktuella.

EPU vill därför endast ge vissa principiella synpunkter på de olika typer av åtgärder som kan aktualiseras.

Regler och föreskrifter är formellt enkla att införa. Det fordras dock att ingreppen kan göras med ett väl definierat syfte och i ett sammanhang där effekterna kan överblickas. Det senare kravet fordrar i regel noggranna analyser av dels de direkta konsekvenserna för en rad skilda verksamheter, dels de indirekta konsekvenserna som kan tillkomma. Krav på byggnader beträffande dimensionering av isolering, ventilation och

värmeåtervinning är exempel på regler av detta slag som har direkta konsekvenser för byggherrar, entrepenörer m fl och indirekta konsekvenser för hyresgäster och husägare. Hastighetsbegränsningar är ett annat motsvarande exempel. Det bör observeras att exemplen anger föreskrifter som endast indirekt påverkar energiförbrukningen och ofta kan ha andra mer omedelbara konsekvenser.

Bidragsbestämmelser synes svåra att ge en utformning som resulterar i avsedda effekter. Avvägningen mellan bidrag till olika verksamheter medför uppenbarligen besvärliga problem, åtminstone inom industrisektorn.

I sammanhang där effekten är mer entydig, som t ex bidrag till isolering eller andra åtgärder för lokaluppvärmning är problemet enklare, utan att därför vara trivialt (jämför avsnitt 6.4 s 150).

Skatter eller avgifter på den förbrukade (eller levererade) energin ger en direkt stimulans att begränsa förbrukningen av energin och är från teoretisk synpunkt att föredra, genom att begränsningen då åstadkommes till lägsta samhällsekonomiska kostnad.

Studier av priselasticiteten för energi och de resultat dessa givit erbjuder dock knappast någon säker grund för en bedömning av utformningen av ett skatte- eller avgiftssystem på energi. Energifrågorna griper in i snart sagt varje verksamhet i samhället, även om de i regel är av relativt underordnad betydelse (så länge en ostörd tillförsel kan upprätthållas). Det har därför varit angeläget för utredningen att i olika sammanhang betona att energipolitiken måste inordnas i ett vidare sammanhang och att energipolitiska åtgärder inte bör användas för andra syften än att påverka energiförsörjningen.

De begränsningar som ovan angetts beträffande kunskapen om energibesparande åtgärders samlade konsekvenser synes dock utredningen närmast leda till slutsatsen att om extra åtgärder för att hålla tillbaka energiförbrukningen skall aktualiseras bör dessa baseras på en avgift eller skatt på energi. Endast med en sådan konstruktion blir åtgärden riktad direkt mot energiförbrukningen.

Utredningen vill dock betona att införandet av ytterligare energiskatter i syfte att begränsa energiförbrukningen måste baseras på ett mer detaljerat stadium av aktuella frågeställningar.

11.3 Val av uppvärmningsform

11.3.1 *Allmänt*

Valet av system för uppvärmning av byggnader är den avvägningsfråga som har störst direkt inverkan på utvecklingen inom energiområdet. Olika delar av detta problemkomplex har berörts tidigare, och här ges en samlad beskrivning utifrån det material som finns redovisat tidigare i betänkandet.

Utredningen har alltså ägnat energivalet för uppvärmningsändamål stor uppmärksamhet. Ett omfattande detaljmaterial med förbruknings- och

kostnadsuppgifter finns framtagna på olika håll, men ger inte underlag för generella bedömningar. Utredningen har således inte kunnat få ett samlat bakgrundsmaterial som varit någorlunda heltäckande och gett en allsidig belysning av frågeställningen. En principstudie grundad på typvärden som i sin tur baserats på uppgifter från aktuella system och anläggningar har färdigställts under sommaren 1974 (59), men inte hunnit bli föremål för utredningens studium.

Mot denna bakgrund finner EPU det inte möjligt att entydigt ange när det ena eller andra systemet är mest lämpat. Avgörandet beror nämligen i hög grad på lokala och speciella förutsättningarna och även på vilken vikt som läggs vid de olika aspekterna på valet. EPU har därför valt att endast ge synpunkter på vilka faktorer som har betydelse för valet samt att peka på vissa förhållanden, där enighet råder om bedömningen.

11.3.2 *Faktorer som påverkar valet*

Uppvärmningen av byggnader sker i dag med individuell oljepanna i varje hus (eventuellt eldas pannan med någon form av fast bränsle), med fjärrvärme där hetvatten produceras i en central anläggning och distribueras via ett fjärrvärmenät till de enskilda byggnaderna eller med elvärme (jämför s 160). I system med individuell oljepanna och i fjärrvärmesystem sker värmedistributionen inom byggnaden i regel som vattenburen värme (vattenradiatorer i varje rum); varmluftsystem, där värmen tillförs via ventilationsluften som i sin tur värms i värmeväxlare som är inkopplade i hetvattensystemet, vinner emellertid utbredning, främst då i lokaler med krav på omfattande, styrd ventilation. Vid elvärme kan ett vattenburet system matas från en elpanna – förekommer oftast vid konverteringar då det befintliga radiatorsystemet kan bibehållas – eller också kan man välja ett direktverkande system, dvs elradiatorer i varje rum. Beredningen av hushållsvarmvatten sker vid vattenburna värmesystem normalt i en värmeväxlare i detta system. Vid direktverkande elvärme installeras en särskild varmvattenberedare.

Alltsedan elvärmen introducerades i större skala i mitten av 1960-talet har energivalet för uppvärmning diskuterats intensivt. Diskussionerna har gällt såväl valet mellan individuell oljepanna och elvärme, där konsumenten – i regel en småhusägare – själv har att träffa valet, och valet mellan fjärrvärme och elvärme för hela bostadsområden, där bostadsföretag, byggnadsentreprenörer och i ökande utsträckning kommunala planeringsorgan gjort erforderliga utredningar och sedan beslutat.

När den enskilda fastighetsägaren vid nybyggnad eller vid en eventuell ombyggnad har att välja uppvärmningsform beaktar han naturligtvis i första hand de rena uppvärmningskostnaderna, dvs kapitalkostnader för värmesystemet och driftkostnaderna, i huvudsak då kostnaderna för bränsle eller el respektive hetvattenleveranserna. I ett något vidare perspektiv tar han även hänsyn till hur byggnadskostnaderna påverkas. Naturligtvis gör han också en värdering av de olika systemen från t ex

komfort- och bekvämlighetssynpunkt. Däremot torde han inte ta hänsyn till övergripande, samhälleliga aspekter, t. ex. beträffande miljö- och beredskapsförsörjning.

När valet av uppvärmningsform görs i ett sammanhang för ett helt bostadsområde och särskilt om det sker såsom ett led i en kommunal planering finns däremot bättre förutsättningar för att även ta hänsyn till de samhälleliga aspekterna. Energikommittén (EK) uttalade i sitt betänkande Sveriges Energiförsörjning 1955–1985 (14) att kommunerna bör åläggas planera värmeförsörjningen inom tättbebyggda områden.

Det finns redan några tätorter i Sverige som har gjort förutsättningslösa utredningar, där man undersökt hur värmeförsörjningen bäst skall ordnas. Dessa utredningar är i några fall offentliga, i andra fall har man betraktat utredningarna som internt arbetsmaterial. Redan de utredningar som EPU haft tillfälle att ta del av visar sådana överensstämmelser att man lätt kan ställa upp en mall för hur en utredning[1] kan göras:

1. Prognos för befolkning och bebyggelse.
2. Behov av värme i bebyggelse av olika slag.
3. Prognos för värmebehovet.
4. Tänkbara försörjningsalternativ (inkl. kombinationer)
5. Anläggningskostnader och investeringsbehov.
6. Miljö- och beredskapseffekter av försörjningsalternativen.
7. Totala årskostnader.
8. Jämförelser mellan försörjningsalternativen.

Tätorternas planering förbättras successivt och nu har man i regel regionplaneskisser för ett par decennier framåt. Det är självklart att stadsplanen återverkar på värmeförsörjningen och hur värmeförsörjningen tänks ordnad kan i sin tur återverka på stadsplanen.

För att kunna beräkna värmebehovet får man först undersöka vilka alternativ för värmeförsörjningen som är tänkbara och framför allt se om värmebehovet skiljer sig mellan dessa alternativ.[2] Här får hänsyn då bl a tas till att den optimala värmeisoleringen inte är densamma och till att olika reglersystem kan ge olika möjligheter att tillvarata solinstrålning och förlustvärme.

Vid beräkningen av investeringskostnaderna är det naturligtvis väsentligt att man inte bara uppmärksammar investeringarna i ett led, t ex hos fastighetsägaren, utan att alla de investeringskostnader som bör beaktas i sammanhanget finns med. Det betyder när man utreder energivalet för en tätort, att man även beaktar de kommunala investeringarna i samman-

[1] Det måste betonas att det hela tiden är fråga bara om en tänkbar uppläggning. Det är självklart att en sådan energiutredning för en tätort alltid måste göras beroende av de lokala förutsättningarna. Det kan finnas vissa faktorer som man i det ena fallet måste ta hänsyn till men som man i andra fall inte behöver beakta.

[2] Samarbetsgruppen för Byggnaders Energiförsörjning gör, bl a med stöd från Statens råd för Byggnadsforskning, mätningar och analyser för att få fram ett basmaterial för jämförelse mellan olika värmesystem. Se t ex Byggforskningsrådets rapport R9:1970.

hanget och hur den tidsmässiga fördelningen av dessa investeringskostnader är.

Vid bestämningen av årskostnaderna för de olika alternativen är det också väsentligt att alla kostnader inkluderas, som t ex skötsel- och underhållskostnader. Dessa kan vara svåra att beräkna men en god uppskattning borde kunna göras. Därefter kan de direkta jämförelserna göras varvid ett basmaterial finns i form av de resultat som framkommit i tidigare beräkningar. Det är i detta skede nödvändigt att diskutera alternativen och försöka ta hänsyn till sådana faktorer som man inte tidigare medtagit. Det gäller t ex att ta hänsyn till säkerheten i förutsättningarna och bedöma vilket alternativ som ställer sig gynnsammast om utvecklingen skulle bli en annan.

11.3.3 *Fjärrvärme och kraftvärmeverk*

När man väljer värmeförsörjningsalternativ så måste naturligtvis även möjligheterna att utnyttja värmefallet och förutsättningarna för mottryckskraftproduktion beaktas. Man måste därför speciellt undersöka om värmeunderlaget är tillräckligt stort för att man skall kunna bygga ett kraftvärmeverk. (Se avsnitt 8.2.)

Den gemensamma utredning om kraftvärmeverkens tekniska och ekonomiska förutsättningar som pågår med Svenska Värmeverksföreningen och Centrala Driftledningen påbörjades 1973, delvis på EPU:s begäran, men har ännu inte kunnat slutföras. bl a beroende på de stora ändringar av förutsättningarna, främst då ifråga om priserna på olja och kärnkraftstationer, som inträffat. EPU har inte ansett det möjligt att innan resultatet av den gemensamma utredningen föreligger dra några definitiva och detaljerade slutsatser om kraftvärmeverkens roll. CDL – VVF-utredningen beräknas bli färdig kring årsskiftet 1974–75.

11.3.4 *Regional värmeplanering (energiplanering)*

Energikommittén anförde beträffande värmeförsörjningen (ref (14), s 111) att det med rådande struktur är svårt att tänka sig att en samordnad planering och utbyggnad av värmeförsörjningen för tätortsbebyggelsen skulle kunna åstadkommas på annat sätt än genom samordnade statliga och kommunala åtgärder. Kommittén diskuterade därefter (s 112) frågan om ett kommunalt ansvar för planering av värmeförsörjningen, upprättande av värmeplan, och om en central energipolitisk bedömning av den fortsatta utbyggnaden av värmeförsörjningen.

Remissinstanserna ställde sig i huvudsak positiva till EK:s förslag att "samtliga kommuner som innehåller stadsplanelagda områden bör åläggas ansvar för att värmeförsörjningen inom tätbebyggelse sker enligt en av kommunen utarbetad plan" men i många svar framhölls att det är mindre välbetänkt att bryta ut energin för uppvärmning ur den totala energibilden och att man därför snarare skall sträva efter en kommunal energiplanering.

Värmeanläggningsutredningen kommer inom kort att framlägga ett förslag till lag om allmänna värmesystem (12). Enligt förslaget skall allmänna värmesystem (el-, fjärr- och gasvärme) inrättas genom fastställandet av en värmeplan och lagen reglerar i övrigt rättsförhållandet mellan kommunen, som är ansvarig för värmeplanen, huvudmannen för aktuellt allmänt värmesystem och konsumenten.

Enligt VÄU:s förslag skall någon skyldighet för kommunen att upprätta värmeplan inte föreligga utan det skall råda valfrihet för kommunen att låta lagen om allmänna värmesystem bli tillämplig på kollektiva värmesystem inom kommunen eller låta ett eller flera av dem falla utanför tillämpningen.

Lagen har byggts upp från förutsättningen att de övergripande energipolitiska frågor som inverkar på inrättandet av kollektiva värmesystem enligt lagen blir avgjorda i annat sammanhang än genom den värmeplanering som regleras i lagen. Den alltmer ökande komplexiteten inom energiområdet förutsätter nämligen att frågor om energi i olika former blir föremål för en samlad bedömning i samverkan mellan statliga myndigheter, kommuner och skilda organisationer för producenter, distributörer och konsumenter. För detta krävs en översiktlig energiplanering. Genomförandet av sådan planering på riksnivå kan, vid sidan av ellagstiftningen eller samordnad med denna, visa sig fordra lagstiftning angående energiproduktion, fjärrtransport av energi m m.

Beträffande den del av denna energiplanering som avser lokal verksamhet synes fråga om en särskild lagstiftning därom kunna få ett nära samband med VÄU:s lagförslag. VÄU kommer, enligt underhandskontakter som EPU haft, att uttala som sin mening att det föreligger behov av en lagstiftning om lokal energiplanering (energiförsörjning).

Om en sådan lagstiftning kommer till stånd synes en däri reglerad energiplanering komma att bilda underlaget för den värmeplanering som VÄU föreslår. Grundläggande energipolitiska frågor bör därmed bli avgjorda genom energiplaneringen. Dit hör spörsmål angående produktion av energi eller tillseende av att energi står till förfogande på annat sätt. Vid energiplaneringen tillses vidare att energiproduktionen anordnas så och att kollektiv uppvärmning planeras få sådan omfattning att miljövårdens intresse av att skapa förbättrad luftvårdsförhållanden beaktas.

EPU, som i denna fråga samrått med VÄU, delar VÄU:s uppfattning att den lokala energiförsörjningen bör ses i ett sammanhang och att värmeplaner bör ingå i fullständiga energiplaner, dvs planer som behandlar produktion och tillförsel av alla energislag för alla konsumtionsändamål. En sådan lokal energiplanering får inte minst betydelse som underlag för den långsiktiga prognosverksamhet, som EPU:s arbete är en inledning till. EPU vill mot denna bakgrund föreslå att samordningen mellan energiplanering på riksnivå och den lokala energiplaneringen utreds och att härvid speciellt beaktas hur värmeplanerna i framtiden kan inordnas i den lokala energiplaneringen.

12 Observationer och bedömningar

12.1 Inledning

Utvecklingen av energiförbrukningen har de senaste decennierna inneburit en tillväxt från 15,0 Mtoe (175 TWh) år 1955, 24,6 Mtoe (287 TWh) år 1965 till 31,9 Mtoe (372 TWh) år 1972. Detta innebär en årlig förbrukningsökning på i medeltal 4,6 % under perioden 1955–1972.

En fortsatt oförändrad ökningstakt skulle år 1985 ge en total förbrukning av 57 Mtoe (665 TWh) och år 2000 drygt 110 Mtoe (ca 1 300 TWh).

Den prognos för 1985 som energikommittén avlämnade 1967 angav för 1985 53,2 Mtoe (620 TWh) resp. 55,8 Mtoe (650 TWh) i sina två alternativ. De olika prognoserna illustreras av figur 9.2, s 232.

Snabba förändringar som får stort genomslag är osannolika av skäl som diskuteras i avsnitt 5.3. Det tidigare mönster för utvecklingen som observerats inom energisektorn kan inte utan vidare väntas bestå, eftersom de förhållanden som påverkar energiförbrukningen ändrats. Det har därför bedömts nödvändigt att gå tillbaka på de bakomliggande faktorer som påverkar energiförbrukningen och som kan väntas ha ett stabilare utvecklingsmönster. Även betydande avvikelser från tidigare utvecklingstakt ger först efter hand en påtaglig effekt. De prognoser som EPU tagit fram innebär dock alla att ökningstakten ligger under – och i det längre tidsperspektivet betydligt under – den tidigare. En efterhand dämpad tillväxttakt är vanlig i prognossammanhang. Den prognostiserade dämpningen har ofta visat sig bli mindre än väntat eller inträffa senare än förutsatt. Emellertid leder de detaljerade studier utredningen genomfört av faktorer som påverkar energiförbrukningen till att en långsammare tillväxt av energikonsumtionen totalt är att vänta. Liknande bedömningar har också gjorts i åtskilliga industriländer.

12.2 Prisutvecklingen

Priserna på energi har höjts under senaste tid. De kraftigaste höjningarna har skett för råolja och som följd därav på petroleumproduk-

ter, men priset på andra bränslen har följt med. Anläggningskostnaderna för elproduktion har stigit kraftigt. Den framtida prisutvecklingen för energi bedöms inte komma att innebära några nämnvärda sänkningar, utom möjligen av kortvarig natur, utan i fasta priser ge en förhållandevis stabil eller sakta ökande prisnivå. Detta innebär att den kommande utvecklingen påverkas av andra förutsättningar än de som tidigare gällt. Det höga energipriset väntas allmänt få en konsumtionsdämpande effekt, men några observationer som ger en säkrare grund för kvantitativa bedömningar har inte kunnat göras.

Energikostnaden är fortfarande i de flesta sammanhang förhållandevis låg, vilket gör att denna kostnad även fortsättningsvis bedöms få en begränsad, om än växande, betydelse när det gäller avvägningar i stort. Den utveckling som sker i samhället – utifrån sociala, ekonomiska och tekniska möjligheter och ambitioner – har alltså inte ändrats av de senaste årens utveckling på energiområdet.

EPU har som utgångspunkt för energibalanserna valt alternativa konsumtionsprognoser. En huvudprincip vid utformningen av prognosalternativens produktions- och tillförselsida har varit att den efterfrågan som tillåts komma fram på marknaden vid gällande priser också skall tillgodoses.

Priset på energi bestäms i huvudsak genom samspelet mellan det globala utbudet av och den globala efterfrågan på energi. Eftersom Sveriges andel av den totala efterfrågan på världsmarknaden är liten, har aktioner i Sverige inte någon nämnvärd effekt på prisbildningen. Endast när det gäller val av energislag kan beslut i Sverige påverka kostnadsläget för energiförsörjningen. Detta hindrar emellertid inte att de priser de slutliga konsumenterna får betala för energi kan avvika från de på världsmarknaden bestämda priserna genom t ex tullar, skatter eller subventioner. Men för hela folkhushållet är prisnivåerna på de olika energislagen i huvudsak fastlagda utanför Sveriges gränser och oberoende av efterfrågan i Sverige. Däremot gäller omvänt att efterfrågan påverkas av priset. I brist på säkert underlag beträffande priselasticiteten kan detta inte kvantitativt behandlas i prognoserna.

Ett gap mellan efterfrågan och utbud i Sverige som av någon anledning ej resulterar i prishöjningar, får mot denna bakgrund mötas genom exempelvis förbud mot nykontrakteringar av elkraft eller allmän ransonering av el och bränslen. Detta kan bli en nödvändighet i en för Sverige opåverkbar nödsituation men kan enligt utredningens bedömning inte utgöra en förutsättning för utformningen av prognoserna utan att bedömningar som ligger klart utanför utredningens uppdrag görs.

De bedömningar som ligger i prognoserna utgör konsekvenser av ett flertal antaganden. Dessa kan kombineras på olika sätt och ge olika utfall, men kopplingen mellan antaganden och utfall måste beaktas vid tolkningen av olika alternativs innebörd. Detta diskuteras utförligare i avsnitt 5.3.4.

12.3 Prognosalternativen

Utvecklingen inom flertalet samhällssektorer innebär ökande anspråk på energi. Prognosalternativen har utformats från denna utgångspunkt. Detta innebär inte att några fasta samband finns mellan olika utvecklingsförlopp och energiförbrukningen, eftersom den tekniska utvecklingen, stimulerad av ekonomiska, miljömässiga och andra krav, i flertalet fall leder till ett allt bättre utnyttjande av den tillförda energin.

De åtgärder som vidtas för att begränsa energikonsumtionen innebär nästan alltid också krav på ingrepp i andra sektorer. Detta illustrerades också tydligt under oljekrisen vintern 1973/74.

Det finns ett nära samband mellan den ekonomiska aktiviteten i ett samhälle och dess energiförbrukning. Utvecklingen av levnadsstandarden så som den traditionellt mäts innebär samtidigt ökande anspråk på energi och andra naturresurser. Detta innebär dock inte att det finns entydiga samband mellan energiförbrukningen och den ekonomiska aktiviteten. En och samma vara kan i allmänhet produceras med hjälp av olika tekniska metoder, som alla har olika specifik energiförbrukning. Vidare innebär produktion av olika varor olika energiförbrukning, varför kvantitativa samband mellan t ex BNP och energiförbrukning är relativt osäkra för de tidsperioder (10–25 år) som behandlas i denna utredning. Utredningen har därför endast mycket sparsamt och försiktigt utnyttjat sådana kvantitativa samband i prognosarbetet.

Den utgångspunkt för kalkylerna beträffande konsumtionsutvecklingen av energi som utredningen har valt att studera är formulerad i avsnitt 5.3. Avsikten har varit att genom valet av alternativ ge en vid spridning av under olika förutsättningar erhållen energiförbrukning. För varje uppsättning av antaganden har sedan förutsatts att lämpliga styrmedel sätts in från samhällets sida.

Alternativen är utformade dels med utgångspunkt i två energikonsumtionsnivåer, dels från alternativa antaganden om produktionssystemets utformning, dvs. en dämpning av oljeimporten främst genom en fortsatt utbyggnad av kärnkraft resp. ingen ytterligare kärnkraftutbyggnad men insatser för att säkra en import av fossila bränslen. Avsikten har därvid primärt varit att ge allsidighet åt prognosövervägandena.

Alternativ 1 har bedömts motsvara en utveckling där åtgärder vidtas till följd av prishöjningar och andra händelser på energimarknaden utan att därför någon mer principiell förändring av samhällets agerande på energiområdet genomförs. I de övriga alternativen tillkommer sådana förändringar dels beträffande konsumtionssidan, dels beträffande produktions- och tillförselsidan. Dessa alternativ är baserade dels på en lägre konsumtionsnivå (alternativ 3 och 4) orsakad av en långsammare efterfrågeutveckling, dels på en förändrad produktionsinriktning som innebär stopp för ytterligare kärnkraftutbyggnad (alternativ 2 och 4). I alternativen 1 och 3 är en konsekvens av oljeförsörjningssituationen och oljeprisets höjning att strävan till minskad andel oljeimport försträkts. Alternativen är valda för att belysa den spridning mellan olika utvecklingslinjer som följer av de angivna förutsättningarna.

Någon totalbedömning av önskvärdheten av det ena eller andra alternativet med beaktande av samtliga skäl, för eller emot, som kan vara aktuella har inte ingått i utredningens uppgifter. Bedömningar av olika delproblem har däremot gjorts och har redovisats i anslutning till respektive avsnitt i betänkandet. Detta gäller t ex de olika produktionsmöjligheterna och deras potentiella betydelse för energiförsörjningen, tekniska och ekonomiska bedömningen av produktions-, distributions- och konsumtionssystem, miljö- och beredskapssynpunkter samt kopplingen mellan förutsättningar för prognoserna och deras konsekvenser.

12.4 Konsumtionsutvecklingen

Utvecklingen av energikonsumtion beror i hög grad på förhållanden inom andra samhällssektorer. Genom de sista årens händelser har dock större hänsyn kommit att tas till energifrågorna, vilket tillsammans med prishöjningarna bedöms resultera i en dämpning av tillväxten i energiförbrukningen utan att detta påverkar samhället i stort.

12.4.1 *Industri*

EPU har, i likhet med andra energiutredningar, analyserat produktionsledet. Studier av den samlade energiförbrukningen för tillverkning och utnyttjande av produkter har i liten skala påbörjats. Dessa studier torde kunna leda till ytterligare rationaliseringar och därmed på sikt en viss sänkning av den specifika energiförbrukningen. Förnyad produktionsutrustning leder efter hand till bättre prestanda också beträffande energiåtgången. Lönsamhetsgränser för energibesparande åtgärder har sannolikt i åtskilliga fall flyttats på grund av de höjda energipriserna. Den direkta energikonsumtionen inom industrin är störst inom skogsindustrin och i järnindustrin. Massa- och pappersindustrin och järn- och stålverken svarar för betydligt över hälften av den direkta energiåtgången inom industrin. (En kalkyl som ger också den indirekta energiförbrukningen presenteras i bilaga 9. Denna beräkning visar att sifferuppgifter om enbart den direkta energiåtgången kan vara vilseledande).

Förändringen i relativpriser mellan el och bränslen har en relativt liten inverkan på industrins energiförbrukningsmönster. För processvärmeändamål är fossila bränslen fortfarande billigare, och torde därför komma att användas även fortsättningsvis åtminstone för större anläggningar. I åtskilliga sammanhang – vid automatisering och annan rationalisering, liksom för att förbättra arbetsmiljön – har elenergin sådana fördelar att ett högt pris inte synes vara återhållande på användningen i någon betydande omfattning.

I samband med nyinvesteringar kan ett ökat införande av utrustning för alternativa bränslen (dvs främst möjligheter att elda kol i stället för olja) väntas. Valet av bränslen sker i sådana fall från ekonomiska utgångspunkter under normala förhållanden.

12.4.2 *Samfärdsel*

Inom transportsektorn är möjligheterna till överflyttning av energikonsumtion från bränsle till el små. Även stora överflyttningar av transportarbete mellan väg- och spårtrafik, där det överhuvudtaget är praktiskt möjligt, får litet genomslag på volym och fördelningen av energiförbrukningen. Någon nämnvärd övergång till eldrift för personbilar väntas inte fram till 1985 och är framdeles huvudsakligen beroende av den tekniska utvecklingen av batterier. Ett snabbt införande av elbilar torde kräva styråtgärder av betydande omfattning.

Möjligheter att minska energiförbrukningen finns genom att överföra persontransportarbetet från privatbilar till kollektiva färdmedel men torde kräva kraftiga styråtgärder för att komma till stånd i större skala.

Stora effekter på drivmedelsförbrukningen fordrar genomgripande förändringar av transportmönster eller väsentliga tekniska förbättringar av metoder. De fördelar vägfordon har genom sin rörlighet synes svåra att uppnå med andra fordon. Olika lösningar för att öka utnyttjandegraden har föreslagits, men inget stort genombrott förutses inom prognosperioden. Beträffande den tekniska utvecklingen av motorer synes elmotorn erbjuda vissa möjligheter, men inte heller här kan snabba förändringar väntas.

12.4.3 *Övrigsektorn*

Utredningens alternativ inom övrigsektorn belyser inverkan av olika uppvärmningsalternativ på energikonsumtionen. Åtskilliga detaljfrågor belyses vidare med delkalkyler beträffande kostnader och andra konsekvenser. Någon totalkalkyl på vilken en fast rekommendation beträffande val av uppvärmningsform under olika förutsättningar kan göras har dock utredningen inte kunnat göra. Detta är emellertid en fråga som närmare skulle behöva utredas, bl a för att kunna fogas in i planeringen av värme- och energiförsörjning på både lokal och central nivå i ett sammanhang.

Uppvärmningen av bostäder och övriga lokaler tar närmare hälften av den samlade energiförbrukningen. Kostnaderna för uppvärmningsformen är samtidigt starkt beroende av energipriserna. Valet av uppvärmningsalternativ får också stora effekter på prognoserna. En rationell utformning av bostads- och lokaluppvärmningen kan alltså få stor betydelse för den fortsatta utbyggnaden av energiförsörjningssystemet. Det är därför önskvärt att totala jämförande kalkyler beträffande valet av uppvärmningsalternativ kan presenteras för större eller mindre områden (delar av, hela eller flera kommuner) som kan beröras av detta.

Den enskilda uppvärmningen genom värmepanna i varje fastighet får allt mindre betydelse vilket framför allt betingats av miljöhänsyn. I stället sker i ökande omfattning en anslutning till fjärrvärme eller införande av elvärme. Detta är också från energihushållningssynpunkt en önskvärd utveckling som bör stimuleras.

De största potentiella besparingarna finns inom övrigsektorn. Dessa beror dock i jämförelsevis ringa mån på fördelningen mellan olika bostadstyper eller lokaler av olika karaktär, varför särskilda insatser för att påverka denna fördelning inte kan motiveras enbart utifrån hänsyn till energiförbrukningen. Oavsett detta finns dock en rad åtgärder som kan ge mer eller mindre betydande minskningar av energiförbrukningen i alla typer av byggnader. Införandet av dessa kan på olika sätt styras, vilket kan ske genom lånebestämmelser, föreskrifter, avgiftsbeläggning eller information. Hur denna styrning skall utformas har utredningen inte närmare undersökt.

Bland de tänkbara åtgärder som diskuterats dels i avsnitt 6.4, dels i bilagorna 5, 6 och 7 kan här nämnas följande:

- krav på förbättrad isolering, eventuellt också tilläggsisolering
- införande av utrustning för värmeåtervinning
- bättre reglering av värmetillförsel
- införande av treglasfönster
- lägre inomhustemperatur
- förbättrad skötsel av värmeutrustning
- krav på fönsterorientering; begränsningar av inomhusklimatisering
- förbud mot varmluftridåer
- maximering av belysningsstandard
- förbud mot vissa energikrävande apparater
- införande av speciell utrustning som t ex värmepump, solfångare.

Generellt gäller också att ett tillvaratagande av de möjligheter att mota den individuella energiförbrukningen som i många fall finns torde ge ökad stimulans till införande av energibesparande åtgärder.

Ett problem som i detta sammanhang bör uppmärksammas är att den besparing som görs verkligen kommer den slutlige konsumenten av energi tillgodo. Med den utformning som avgifts- och lånebestämmelser för närvarande har, kan detta inte åstadkommas. Utredningen vill här inte ange några bestämda rekommendationer till åtgärder. En närmare analys behövs innnan åtgärder för att erhålla en bättre energihushållning kan aktualiseras men goda besparingsmöjligheter finns.

En långsiktig konsumtionsbegränsning måste ske med andra medel och inriktas mot delvis andra områden än en kortsiktig besparingskampanj. Det är för långsiktiga åtgärder också nödvändigt att avväga åtgärder inom olika områden på ett sådant sätt att en balanserad utveckling blir följden.

12.5 Produktion och tillförsel

Genom att en säker energiförsörjning är av avgörande betydelse för funktionerna i samhället kan det finnas anledning att, mot bakgrund av de senaste årens händelser, ytterligare förstärka de faktorer som verkar för en säker tillförsel t ex:

- utnyttja och utveckla inhemska energikällor
- verka för en ytterligare förbättrad hushållning med energi (och andra naturresurser)

– sprida inköpen till fler exportörer och producenter
– öka Sveriges internationella engagemang i utvinning av energi.

En betydelsefull faktor i detta sammanhang är också att effektivt hushålla med de tillgängliga energiresurser som erbjuds.

Den roll av nödvändig, men icke tillräcklig, förutsättning för en fortsatt välståndsutveckling i samhället som en säker energiförsörjning innebär gör att snabba förändringar av strukturen inom energiförsörjningsområdet blir svåra att genomföra utan betydande ingrepp på många områden. En omställning till andra målsättningar för svensk energiförsörjning fordrar därför betydande insatser över lång tid.

Beträffande de olika energiformerna har följande bedömningar gjorts:

– Petroleumprodukter, som nu svarar för ca 70 % av Sveriges energiförsörjning, kommer under lång tid att förbli av avgörande betydelse. En betydande sänkning av deras andel torde kräva både en snabb utbyggnad av kärnkraft och en stor satsning på andra fossila bränslen, i första hand kol och naturgas. Även under sådana förhållanden torde påtagliga effekter på förbrukningen kunna observeras först under 1980-talet.

– Utnyttjande av kol i stor skala kräver en betydande utbyggnad av transportkapacitet och lagringsmöjligheter förutom en utbyggnad av anläggningar för att förbränna kol. Bortsett från järnverken och cementindustrin synes idag möjligheterna vara små att utnyttja kol. En ökad andel kol förutsätter därför att nya anläggningar i stor utsträckning byggs för att använda kol. Det är endast i större anläggningar – kraftverk, processindustrier och motsvarande – som kol synes kunna bli aktuellt, med tanke på de krav på hanteringsutrustning och miljövårdsåtgärder som ställs.

– Naturgas kan utan större svårigheter användas som substitut för petroleumprodukter. En naturgasintroduktion innebär också att en betydande andel av försörjningen flyttas över från petroleumprodukter till naturgas.

– Utvecklingsmöjligheterna för kärnkraften måste från tekniska och ekonomiska utgångspunkter bedömas som mycket stora. Dess miljöpåverkan vid normaldrift gör den till från miljösynpunkt gynnsammast elproduktionsalternativ enligt naturvårdsverkets bedömning. De säkerhetsmässiga aspekterna har behandlats av närförläggningsutredningen, som inte bedömer riskerna för kärnkraft större än för alternativa produktionssystem. Avfallshanteringen utreds f n av Aka-utredningen. Genom uranfyndigheterna i Billingen kan en inhemsk bränsleförsörjning till kärnkraftverk etableras.

– Vattenkraften representerar från tekniska och ekonomiska utgångspunkter en fördelaktig produktionsform. Vattenkraften är lätt att reglera, erbjuder en mycket driftsäker och helt importoberoende kraftkälla. Den kompletterar genom dessa egenskaper utbyggnaden av värmekraft som under alla förhållanden blir den produktionsform som kommer att dominera den framtida utbyggnaden. I ett läge där ytterligare kärnkraft ej kommer ifråga torde vattenkraften få ännu större betydelse för folkhushållet genom möjligheterna att ersätta betydande volymer impor-

terat bränsle.

– Ehuru inhemska energikällor är från olika synpunkter värdefulla att tillvarata synes andra energiformer än de ovan nämnda åtminstone inte före 1985 kunna erbjuda sådana förutsättningar för energiproduktion att de kan få betydelse för energipolitikens utformning i stort.

12.6 Val av uppvärmningssystem

Fjärrvärmesystem med sådan anslutningseffekt att kärnkraftverk kan anslutas erbjuder en från tekniska, ekonomiska och miljömässiga utgångspunkter klart fördelaktig lösning. Sådana system har redan föreslagits i Stockholm och Malmö. Göteborg har också tillräckligt värmeunderlag. De höjda oljepriserna och förbättrad teknik beträffande hetvattenöverföring kan sannolikt skapa förutsättningar för kärnkraftbaserad fjärrvärme också i andra områden, i första hand Linköping–Norrköping och Västerås–Eskilstuna.

Kraftvärmeverk som producerar både el och värme, erbjuder en god bränsleekonomi jämfört med kondenskraftverk för enbart elproduktion. Där de lokala förutsättningarna, framför allt i form av tillräckligt värmeunderlag, så medger bör kraftvärmeverk byggas ut om de kan erbjuda en elproduktion till kostnader som är lägre än för alternativa produktionsanläggningar. Vid ett stopp för ytterligare kärnkraftutbyggnad torde gemensam produktion av elenergi och värme i kraftvärmeverk ske i största möjliga utsträckning.

De här beskrivna exemplen påvisar det samordningsbehov mellan produktion och distribution av energi som finns lokalt och regionalt. Det saknas för närvarande instrument för en sådan samordning. Energikommittén föreslog 1970 att kommunerna skulle åläggas att planera värmeförsörjningen för tätortsbebyggelse genom att utforma s k värmeplaner. Värmeanläggningsutredningen tillsattes våren 1973 som en direkt konsekvens av detta förslag. VÄU anser dock inte att ett krav på obligatoriska värmeplaner kan ställas utan en samlad planering för energiförsörjningen i dess helhet i vilken värmeplaner kan inordnas. Mot bakgrund av den ovan givna beskrivningen bedömer också EPU att det finns ett klart behov av en sådan samlad planering.

Med hänsyn till den komplexa karaktären av både den teknisk-ekonomiska sidan av problemen och den administrativa utformningen torde dock frågan behöva ytterligare utredas innan några detaljer i utformningen av en sådan energiplanering kan anges.

12.7 Samhällsaspekter

Från miljösynpunkt synes kärnkraft tillsammans med naturgas erbjuda de gynnsammaste alternativen för energiproduktion, medan olja och i ännu högre grad kol kan medföra betydande påfrestning på miljön.

Effekterna av svavelutsläpp från förbränning av fossila bränslen är besvärande på kalkfattiga marker, medan kalkrika jordar har en betydligt bättre motståndskraft mot försurning.

Beträffande kol gäller dels att förutom svavelutsläpp betydande askmängder måste omhändertas, dels att kolbrytning generellt sett innebär en farlig och olycksbelastad verksamhet. Emellertid kan förutsättningarna för kol förbättras på någon sikt till följd av de FoU-insatser som nu pågår i åtskilliga länder.

Naturvårdsverket anser med hänsyn till framför allt bevarandeaspekterna att vattenkraftutbyggnad är det minst önskvärda av de mer betydelsefulla produktionsformerna för elenergi.

Från beredskapssynpunkt är inhemska energikällor av stort värde. Förutom vattenkraften erbjuder endast uranfyndigheterna i Billingen nu kända möjligheter till betydande importoberoende energiproduktion. Möjligheterna att i en krissituation försäkra sig om bränsletillförsel beror i väsentlig grad på hur tillförselmönstret ser ut under normala förhållanden. Detta gäller den mottagningskapacitet i form av t ex hamnar, järnvägsvagnar, rörledningar, lagringsutrymmen etc som måste utnyttjas. Det gäller också kontakter med producenter för att få del av ett utbud. Det skulle därför från beredskapssynpunkt vara önskvärt att ha åtminstone en viss produktion av inhemska bränslen (som torv, skiffer) eller vissa anläggningar får sådana importerade bränslen som inte normalt utnyttjas (som i första hand kol). Oberoende av den framtida utformningen av en energipolitik måste beredskapsåtgärder som syftar till en för olika krisfall tillfredsställande försörjningstrygghet beaktas.

12.8 Energipolitiska beslut

Genom att energifrågorna griper in i flertalet samhällssektorer har energidebatten på senare år influerat den allmänna samhällsdebatten och omvänt. Detta synes utredningen värdefullt. Behovet av avgränsningar av olika beslutssituationer blir dock samtidigt angeläget.

En rad åtgärder har, som framgått tidigare, effekter bl a på energiförbrukningen, men diskuteras också utifrån andra utgångspunkter. Det kan gälla åtgärder som har fördelningspolitiska motiveringar (som t ex rättviseskäl i samband med individuell eller kollektiv mätning av värme, el eller gas), bostadspolitiska motiveringar (beträffande t ex avvägningen mellan olika boendeformer), transportpolitiska motiveringar (som t ex krav på järnvägstransporter av långväga frakter), sysselsättningspolitiska motiveringar (som t ex begränsningar av automatisering inom industrin) eller liknande. Utredningen har inte haft anledning att analysera de allmänpolitiska skälen för, eller emot, sådana åtgärder. I åtskilliga sammanhang finns det allmänna eller särskilda motiv för åtgärder som får effekt på energiförsörjningen. Utredningen bedömer att önskade resultat i sådana fall inte kan nås genom att enbart tillgripa energipolitiska styrmedel.

Mot den just relaterade bakgrunden synes det dock angeläget att inte

låta mål och medel för åtgärder inom olika sektorer okontrollerat gripa in i varandra. Energisektorn har förhållandevis långa planeringsperspektiv och en uttalad långsiktig energipolitik är mycket angelägen. Vid utbyggnader inom industrin finns en valfrihet mellan energiformer som starkt begränsas i och med att utbyggnaden påbörjas. Valet av energiform spelar därvid både från företagets och samhällets synpunkt en viss roll och påverkas av hur miljö-, säkerhets- och beredskapsaspekter vägs in i en teknisk-ekonomisk bedömning. Transportutvecklingen är i detta avseende sannolikt anpassningsbar, men har betydelse för bl. a. raffinaderiutbyggnad. Hela uppvärmningssektorn är avgörande känslig för val av produktionsform. De allmänna värmesystemen (dvs främst el- och fjärrvärme) fordrar att en långsiktighet i inriktningen av energipolitiken finns och att de försörjningssystem (hetvattenrörledningar och underjordskablar i tätorter liksom dimensionering av produktions- och överföringsanläggningar) som byggs upp anpassas till denna.

Energikommittén föreslog att krav på planer för värmeförsörjningen i tätbebyggda områden skulle införas. Värmeanläggningsutredningen skall under hösten avlämna ett lagförslag där formerna för detta regleras så att kommunerna, om de så önskar, kan utforma värmeplaner som ges rättsverkan mot konsumenten. Ett obligatorium fordrar enligt VÄU att planer för all energiförsörjning kan upprättas. EPU bedömer i likhet med VÄU att sådana s k värmeplaner måste kompletteras med sådana samlade planer för den lokala energiförsörjningen. Formerna för värmeplanernas inordnande i den lokala energiplaneringen och samordningen mellan den lokala energiplaneringen och energiplanering på riksnivå behöver dock utredas närmare, och EPU föreslår därför att en sådan utredning kommer till stånd.

Den situation som råder för närvarande innebär ett betydande osäkerhetsmoment vilket beaktats vid valet av de prognosalternativ utredningen utformat. Osäkerheten i bedömningarna av energiförbrukningen är framför allt beroende på svårigheten att ange förutsättningar för prognoskalkylerna. Dessa gäller förhållanden inom andra sektorer av samhället, såsom industriproduktionens volym totalt och fördelning mellan branscher, den geografiska fördelningen över landet av olika verksamheter, samt utvecklingen beträffande bostadsstandard och serviceverksamhet. Beträffande produktion och tillförsel är osäkerheten given dels av förhållanden på den internationella energimarknaden vilka endast obetydligt kan påverkas av Sverige, dels av den ovisshet som råder beträffande energipolitikens utformning.

Leveranstryggheten för råolja och petroleumprodukter är osäker. Risken för nya störningar i tillförseln bedöms i flertalet importländer finnas kvar. Produktionen i Nordsjön kan endast till viss del ersätta arabisk olja, men fortsatta diskussioner om leverans från nya fynd av olja och naturgas pågår.

Kärnkraftens fortsatta utbyggnad i Sverige är ifrågasatt. Även om slutsatserna från de utredningar som behandlat säkerhets- och avfallsfrågorna inte synes ge anledning till ett kärnkraftstopp är frågan inte avgjord. Mycket av argumenteringen och debatten har gällt frågor av en

vidare innebörd än säkerhetsmässiga och tekniska.

Nya energiformer kan endast efter hand bli av betydelse. Möjligheterna att erhålla naturgas undersöks för närvarande, men någon bedömning går inte att ge i nuvarande skede. Från miljösynpunkt har naturgasen påtagliga fördelar. En introduktion innebär att tjock eldningsolja i betydande kvantiteter kan ersättas.

Den mest sannolika användningen av kol synes vara i kraftproduktion eller större industrianläggningar. Kol ersätter därvid i huvudsak tjock eldningsolja, men är från miljö- och hanteringssynpunkt besvärligare och fordrar därför ett betydligt lägre pris än tjockolja.

Inhemska bränslen eller vindkraft erbjuder knappast några storskaliga lösningar. Ett utnyttjande av dessa synes bli aktuellt antingen där speciella lokala förutsättningar finns – såsom sopförbränningsstationer eller torvmossar i anslutning till fjärrvärmesystem – eller där beredskapsskäl gör det motiverat att ha en viss produktion i landet.

EPU:s fyra alternativa energiprognoser är avsedda att ge en mångsidig belysning av den kommande utvecklingen beträffande Sveriges energiförsörjning. En huvudlinje i en kommande energipolitik har i prognoserna förutsatts vara att samhället även i framtiden verkar för att trygga energiförsörjningen, medan valet av energiform lämnats öppen inom förhållandevis vida ramar.

Inriktningen av en försörjningspolitik för energi måste naturligtvis anpassas efter rådande förhållanden. De långa tidsperioder som ligger mellan beslut om utbyggnad och färdig produktionskapacitet – oavsett om det gäller kraftverk, raffinaderier, fjärrvärmesystem, tung processindustri eller andra liknande anläggningar – innebär också att ett avstående från beslut kan ge en framtida obalans mellan efterfrågan och utbud.

De analyser av energifrågornas tekniska, ekonomiska, miljö- och resursmässiga aspekter som redovisas i denna utredning kompletteras på flera viktiga punkter genom arbeten inom andra offentliga utredningar.

Energifrågorna har sålunda betydelse för flertalet samhällssektorer. De globala aspekterna är dessutom tydligare här än för många andra områden och måste finnas med i en slutlig bedömning. De resurser i form av råvaror och tekniskt kunnande som vårt land disponerar borde därmed med fördel kunna utnyttjas för att bidra till att förbättra levnadsvillkoren för en växande världsbefolkning.

13 Referenser

1. Lägesrapport från energiprognosutredningen. DS I 1973:2. Stockholm 1973.
2. Svensk ekonomi 1971–1975 med utblick mot 1990. 1970 års långtidsutredning. Huvudrapport. SOU 1970:71. Stockholm 1970.
3. Svensk ekonomi fram till 1977. 1970 års långtidsutredning avstämd och framskriven. SOU 1973:21. Stockholm 1973.
4. Effektivare energianvändning. Rapport från IVA:s kommitté. IVA-meddelande nr 181. Stockholms 1974.
5. B Gustafsson: Alternativa bränslen till brännolja i värme- och värmekraftanläggningar. Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning. Rapport SVF-13.Studsvik Nyköping 1974.
6. Energiforskning. Expertmaterial utarbetat på uppdrag av energiprogramkommittén. Avdelning A. SOU 1974:73. Stockholm 1974.
7. Ulla Törnqvist: Om priselasticitet för energi. FE-rapport 15. Företagsekonomiska institutionen, Göteborgs universitet. Göteborg 1973.
8. Kärnkraftens högaktiva avfall. Lägesrapport från Aka-utredningen DS I 1974:6. Stockholm 1974.
9. Närförläggning av kärnkraftverk. Betänkande av närförläggningsutredningen. SOU 1974:56. Stockholm 1974.
10. Petroindustrin i Sverige. En inventering. Lägesrapport från petroindustriutredningen. DS I 1973:5. Stockholm 1973.
11. Vattenkraft och miljö. Ett betänkande om vattenkraftutbyggnad i Klarälven, Dalälven, Ljusnan, Ljungan och Indalsälven. SOU 1974:22. Stockholm 1974.
12. Värmeförsörjning enligt värmeplan. Betänkande av värmeanläggningsutredningen. SOU 1974:77. Stockholm 1974.
13. Installationssektorn. Betänkande av installationsbranschutredningen. SOU 1974:47. Stockholm 1974.
14. Sveriges energiförsörjning. Energipolitik och organisation. Betänkande av energikommittén. SOU 1970:13. Stockholm 1970.
15. Näringspolitik – ny verksorganisation. Betänkande av kommerskollegieutredningen. SOU 1971:69. Stockholm 1971.
16. Rapport rörande Sveriges energiförsörjning 1955–1985. Avgiven av energikommittén. Finansdepartementet 1967:8. Stockholm 1967.
17. Departement of State Bulletin nr 1810, 4/3 1974.
18. Vers une nouvelle stratégie de politique énergétique pour la communanté. COM (74) 550 final.

19. Energy Emergency Act. Bills to give the President extraordinary power to cope with the energy crisis. November 1973, Washington 1973.
20. Energy Prospects – An Engineering Viewpoint. National Academy of Engineering, Washington 1974.
21. Le problem de l'energie au France à moyen et a long terme, juli 1974, utgiven av le Conseil Economique et Social.
22. Nuclear Engineering International, August 1974, s 613.
23. Rahmenprogram Energieforschung (1974–1977) Bonn, den 8.1.1974
24. a) St. Meld. nr 25 (1973–74) Om petroleumvirksomhetens plass i det norske samfunn.
b) St. prp. nr 85 (1973–74) Statskraftverkenes leveringer – kraftpriser og andre leveringsvilkår.
c) St. meld. nr 30 (1973–74) Virksomheten på den norske kontinentalsokkel m v.
d) St. meld. nr 77 (1973–74) Ilandføring av gass fra Friggområdet.
e) St. meld. nr 100 (1973–74) Energiforsyningen i Norge i fremtiden.
25. Danmarks energiforsyning – mol og midler i energipolitikken. Handelsministeriet, København april 1974.
26. Study of Price Elasticity at the request of the Swedish Power Board. Rapport från Bergman & Co, februari 1974.
27. S Lalander: Kärnkraften behöver nytt taxesystem. A Björgerd: Moderna taxekalkyler. ERA 1972 h l, s. 2–16.
28. United Nation Statistical Yearbook 1972.
29. Sveriges elförsörjning 1975–1980. 1972 års studie. Elkonsumtionen i Sverige. Prognos 1970–1980. Centrala Driftledningen.
30. Svensk industri under 1970-talet med utblick mot 80-talet. LU 70, bilaga 2. SOU 1971:5. Stockholm 1971.
31. Hushållning med mark och vatten. Rapport upprättad inom civildepartementet. SOU 1971:75. Stockholm 1971.
32. Svensk industri. Betänkande från industristrukturutredningen. Delrapport 1–4. SOU 1974:11, SOU 1974:12, SOU 1974:13, och SOU 1974:14. Stockholm 1974.
33 TEKO-industrierna under 1970-talet, DS I 1974:3.
34. Massa- och pappersindustrins energiförbrukning 1973. Rapport från Svenska Cellulosa- och Pappersbruksföreningen och Svenska Träforskningsinstitutet.
35. Kemisk processindustri och framtida energiförbrukning. Kemikontoret. Stencil maj 1974.
36. Bilismen i samhället. Rapport från Svenska vägföreningen 1972.
37. Regional trafikplanering. Stencil. DS K 1972:4. Kommunikationsdepartementet juni 1972.
38. Teknisk tidskrift nr 6, 1974.
39. SCB:s befolkningsprognoser. Statistiskt meddelande från statistiska centralbyrån, 1972:5.
40. Bostäder 1974–76. Bostadsbyggandet de närmaste åren i ett långsik-

tigt perspektiv. Betänkande av boendeutredningen. SOU 1973:50. Stockholm 1973.

41. Solidarisk bostadspolitik. Betänkande av boende- och bostadsfinansieringsutredningarna. SOU 1974:17. Stockholm 1974.
42. Kollektivleveranser av el. Svenska Elverksföreningens handlingar 1973 nr 2.
43. I Höglund: Solenergi som värmekälla i byggnader. Energicentrum KTH, Institutionen för byggnadsteknik. Stockholm, maj 1974.
44. Betænkning om sommertid/ny normaltid i Norden. Rapport till Nordisk ministerråd 8 juli 1974.
45. S Svennberg: Ökning av energibehovet för ventilation vintertid i lokaler med schemastyrd ventilation vid tidigareläggning av arbetstiden med en timme. Instititutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik vid KTH, tekniskt meddelande nr 28. Stockholm 1974.
46. Gatubelysning. En handledning för planering och skötsel av gatu- och vägbelysningsanläggningar. Utarbetad av gatubelysningsingenjör Percy Sandgren på uppdrag av Svenska Elverksföreningen. Stockholm 1971.
47. BP Statistical Review of the World Oil Industry 1973.
48. Naturgas i Sverige. Slutbetänkande avgivet av 1968 års utredning om rörtransport av olja och gas. SOU 1972:25. Stockholm 1972.
49. R Lund: Världens kärnkraft 1977. Elinstallatören 6, 1974.
50. Sveriges försörjning med kärnbränsle. Promemoria utarbetad inom industridepartementet december 1971. DS I 1971:4.
51. Uranium. Resources, production and demand. OECD NEA, IAEA. Paris 1973.
52. Metangasframställning ur gödsel och andra avfallsprodukter. Jordbrukstekniska institutet. JTI-rapport 10. Uppsala 1974.
53. PM med förslag till lagstiftning om torvtäktskoncession. Industridepartementet. DS I 1974:5.
54. Solenergi i Sverige? Föredrag och diskussion inom IVA. IVA-rapport nr 67, Stockholm 1974.
55. a) Statens naturvårdsverks publikationer: Miljövårdsproblem vid petroleumindustri, 1972:12. Anvisningar för kontroll av miljöfarlig verksamhet vid petroleumindustri, 1974:14.

    b) pH-förhållanden i västsvenska sjöar, 1970–1971. Stencil av Kungl fiskeristyrelsen m fl. Juni 1972.

    c) Information från sötvattenlaboratoriet Drottningholm: Försurningens inverkan på fiskbestånd i västkustsjöar av Brodde Almer. Nr 12 1972.

    d) Försurningens inverkan på västkustsjöar. Fytoplankton, zooplankton, diatomeer och kemi av E Hörnström, C Ekström, U Miller och W Dickson. Nr 4 1973.
56. Statens naturvårdsverks årsbok 1973.
57. Energiransonering i industrin. Konsekvenser för sysselsättning och varuförsörjning. Promemoria från statens industriverk. Stockholm 1974. SIND PM 1:1974.
58. Industrins energiförbrukning. Sveriges Industriförbund, Stockholm 1974.

59. Carl-Erik Lind: Jämförelse mellan olika uppvärmningssystem. ERA nr 10, 1974.
60. The Need or Demand for Energy – An Analysis of the Energy Consumption. Bengt Lyberg, Gunnar Hambraeus och Rolf Gradin. Paper 1.2.2. World Energy Conference 1974.
61. Bättre bruk av energin i byggnader och byggd miljö. Statens råd för byggnadsforskning, styrelsen för teknisk utveckling. Stockholm 1974.
62. Avfall som energikälla. Jordbruksdepartementet. Stencil Jo 1974:5.

Appendix A Sortförvandlingstabell

Valet av enheter diskuteras i avsnitt 3.2.4

För att ange multiplar av måttstorheter används prefix.

k (kilo) = tusen	10^3	=	1 000
M (mega) = miljon	10^6	=	1 000 000
G (giga) = miljard	10^9	=	1 000 000 000
T (tera) = tusen miljarder	10^{12}	=	1 000 000 000 000

Elenergi anges i kWh = 3,6 MJ. I vissa fall används tilläggen e resp v för att ange att energi- eller effektangivelse avser el resp värme (t ex kWe, MWv).

Som gemensam sort för olika bränslen har använts toe (ton ekvivalent olja med energiinnehållet 10 000 Mcal/ton = 11,63 MWh/ton). 1 toe = 10 Gcal = 10 000 Mcal = 11,63 MWh = 41,87 GJ.

Angivelser av total energi sker både i kWh och toe (eller multiplar därav).

För omräkningar har nedanstående värden använts.

Omräkningsfaktor för bränsle/kvantitet	till toe	till GJ
Kol, ton	0,65	27,2
Koks, ton	0,67	28,1
Stadsgas, 1 000 m^3	0,40	16,7
Motorbensin, m^3	0,75	31,4
Motorbensin, ton	1,03	43,1
Motorfotogen, m^3	0,835	35,0
Motorfotogen, ton	1,03	43,1
Lys- och eldningsfotogen, m^3	0,80	33,5
Lys- och eldningsfotogen, ton	1,03	43,1
Motorbrännolja, m^3	0,85	35,6
Motorbrännolja, ton	1,02	42,7
Eldningsolja 1–2, m^3	0,85	35,6
Eldningsolja 1–2, ton	1,02	42,7
Eldningsolja 3–5, m^3	0,93	38,9
Eldningsolja 3–5, ton	0,985	41,2
Naturgas, 1 000 m^3	0,80	33,5
Gasol, ton	1,12	46,9
MWh	0,086	3,6

Appendix B Förkortningar

AE	AB Atomenergi
AEC	Förenta Staternas atomenergikommission
Aka	Utredningen rörande radioaktivt avfall
BNP	Bruttonationalprodukt
BP	British Petroleum
CDL	Centrala Driftledningen
ECE	Economic Commission of Europe
EFI	Ekonomiska Forskningsinstitutet vid Handelshögskolan i Stockholm
EG	Europeiska gemenskapen
EK	Energikommittén
EPK	Energiprogramkommittén
EPM	Energiprognosmodellen
FoU	Forskning och utveckling
IAEA	Internationella atomenergiorganet
IUI	Industriens Utredningsinstitut
IVA	Ingenjörsvetenskapsakademin
LNG	flytande naturgas
KTH	Kungl. Tekniska Högskolan
LU	Långtidsutredningarna, utarbetade inom finansdepartementet
NAE	National Academy of Engineering i Förenta Staterna
NJA	Norrbottens Järnverks AB
NVE	Norges Vassdrags og Elektrisitetsvesen
OAPEC	Organization of Arab Petroleum Exporting Countries.
OECD	Organization for Economic Co-Operation and Development
OPEC	Organization of Petroleum Exporting Countries
SCB	Statistiska centralbyrån
SEF	Svenska Elverksföreningen
SGU	Sveriges geologiska undersökning
SIND	Statens industriverk
SKG	Stockholms Kraftgrupp AB
SMHI	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
SNI	Standard för svensk näringsgrensindelning
SNG	syntetisk naturgas
SNV	Statens naturvårdsverk
SOS	Sveriges officiella statistik

SPI	Svenska Petroleum Institutet
STU	Styrelsen för teknisk utveckling
SV	Statens vattenfallsverk
UKÄ	Universitetskanslersämbetet
VVF	Svenska Värmeverksföreningen
VÄU	Värmeanläggningsutredningen
ÅF	Ångpanneföreningen
ÖEF	Överstyrelsen för ekonomiskt försvar

Särskilt yttrande

Av *Einar Henningsson* och *Rolf af Klintberg*

Programmet för nedtrappning av svavel i eldningsoljor har varit baserat på förutsättningen, att växande tillförsel av tjocka eldningsoljor med naturligt låg svavelhalt skulle komma att stå till buds, trots att huvuddelen (närmare 80 %) av världens råoljeresurser är normalsvavliga.

Vid undersökning beträffande den framtida tillförseln av lågsvavliga tjockoljor, som Svenska Petroleum Institutet utförde i maj 1971, bedömde Institutets medlemsföretag utvecklingen under bränslesäsongerna 1971/72–1974/75 på sätt, som framgår av nedanstående sammanställning:

Bränslesäsong	Total tjockoljeförbrukning	Tillförsel av lågsvavliga tjockoljor	Andel lågsvavliga tjockoljor, %
1971/72	14 milj m^3	3,3 milj m^3	24
1972/73	15 ”	4,2 ”	28
1973/74	16 ”	5,2 ”	33
1974/75	17 ”	6,1 ”	36

Som synes ansåg den svenska petroleumindustrien vid denna tidpunkt möjligheterna att tillföra vårt land ökade kvantiteter lågsvavliga tjockoljor som så tillfredsställande, att praktiskt taget hela ökningen av förbrukningen under perioden skulle kunna tillgodoses därmed.

Som framgår av nedanstående sammanställning över utvecklingen under åren 1968–1973 uppnåddes den beräknade tillförseln 1971 och 1972, men därefter har årsvolymen endast kunnat utökas med några 100 000 m^3.

År	Total förbrukning	Därav lågsvavliga	Därav normalsvavliga	Andel lågsvavliga, %
1968	11 765	1 064	10 701	9
1969	13 567	2 018	11 549	15
1970	15 753	3 299	12 454	21
1971	13 837	3 400	10 437	25
1972	14 036	3 547	10 489	25
1973	13 739	3 557	10 182	26

Enhet: 1 000 m^3.

Under åren 1971–73 har i runt tal 25 procent av förbrukningen av tjocka eldningsoljor kunnat tillfredsställas med lågsvavliga kvaliteter. Detta måste emellertid också tillskrivas det förhållandet, att konsumtionsutvecklingen inte överensstämt med prognoserna. För 1973 gäller dessutom, att energikrisen började kasta sin skugga. Redan tidigare har man emellertid kunnat konstatera, att det blivit allt svårare att säkerställa en ökad tillförsel till raffinaderierna av naturligt lågsvavliga råoljor liksom en ökad import av lågsvavliga tjockoljor. Avsvavlingen av tjockoljor vid raffinaderier på olika håll i världen har visat sig vara förenad med väsentligt större svårigheter, än man trodde på 1960-talet. Den tekniska utvecklingen på området fortgår, men optimismen om en snar lösning har tyvärr avtagit. Svårigheterna har sedermera accentuerats till följd av energikrisen. Även om den internationella oljehandeln återgått i mera normala banor, synes inte något ha inträffat, som underlättar tillförseln till vårt land av lågsvavliga produkter. Den snabba produktionsutvecklingen i Libyen, vilken bedömdes som särskilt betydelsefull i fråga om tillförseln av ökade kvantiteter lågsvavlig råolja avsedda för den svenska marknaden, bröts år 1970, då den totalt uppgick till i runt tal 160 miljoner årston. År 1971 sjönk oljeproduktionen i Libyen till 133, år 1972 till 108 och år 1973 till 105 miljoner ton. På sikt kan givetvis förändringar inträffa, när det gäller förutsättningarna för ökad tillförsel av lågsvavliga råoljor från Libyen samt andra etablerade producentländer. Efter hand bör de nya fyndigheterna av råoljor med låg svavelhalt i Nordsjön komma att påverka även den svenska marknaden.

Under tiden har vetenskap och praxis kommit fram till att farhågorna för skador genom svavelutsläpp kan ha överdrivits. Skogsvetenskapliga studier ger vid handen, att åtskilliga trädslag fungerar som effektiva svavelfilter och kan tillgodogöra sig svavel som en stimulans i sin utveckling. Utnyttjande av dessa vetenskapliga rön samt kalkbehandling av sjöar, som riskerar försurning, är utvägar, som synes bör prövas.

Förutom ovannämnda rena försörjningsproblem synes hänsyn också böra tagas till de ekonomiska påfrestningar, folkhushållet utsättes för genom alltför strikta svavelbestämmelser. Prisskillnaden mellan normalsvavlig och lågsvavlig tjockolja kommer på lång sikt att ökas. För ett land som Sverige med stor luftomsättning och klimatiska förutsättningar för snabb utspridning av rökgaser och stoft måste det vara opåkallat att tillämpa hårdare bestämmelser än tätbebyggda industriländer.

På grund av vad sålunda anförts anser vi, att EPU bör framhålla värdet av en mera förutsättningslös forskning i svavelutsläppsfrågan än som hittills varit kutym från ansvariga myndigheters sida samt med hänsyn till svårigheterna att nu bedöma möjligheterna att de närmaste åren tillföra vårt land erforderliga kvantiteter naturligt lågsvavliga eller avsvavlade produkter förorda en fördröjning, när det gäller en fortsatt nedtrappning av svavel i eldningsoljor utom på orter, där skador genom svavelinverkan kan påvisas.

Statens offentliga utredningar 1974

Kronologisk förteckning

1. Orter i regional samverkan. A.
2. Ortsbundna levnadsvillkor. A.
3. Produktionskostnader och regionala produktionssystem. A.
4. Regionala prognoser i planeringens tjänst. A.
5. Boken Litteraturutredningens huvudbetänkande. U.
6. Förenklad konkurs m. m. Ju.
7. Barn- och ungdomsvård. S.
8. Rättegången i arbetstvister. A.
9. Samhälle och trossamfund. Sammanställning av remissyttranden över betänkanden av 1968 års beredning om stat och kyrka. U.
10. Data och näringspolitik. I.
11. Svensk industri. Delrapport 1. I.
12. Svensk industri. Delrapport 2. I
13. Svensk industri. Delrapport 3. I.
14. Svensk industri. Delrapport 4. I.
15. Sänkt pensionsålder m. m. S.
16. Neutral bostadsbeskattning. Fi.
17. Solidarisk bostadspolitik. B.
18. Solidarisk bostadspolitik. Bilagor. B.
19. Högskoleutbildning. Läkarutbildning för sjuksköterskor. U.
20. Förslag till skatteomläggning m. m. Fi.
21. Markanvändning och byggande. B.
22. Vattenkraft och miljö. B.
23. Reklam V. Information i reklamen. U.
24. Förslag till hamnlag. K.
25. Fri sterilisering. Ju.
26. Motorredskap. K.
27. Mindre brott. Ju.
28. Räntelag. Ju.
29. Att utvärdera arbetsmarknadspolitik. A.
30. Jordbruk i samverkan. Jo.
31. Unga lagöverträdare V. Ju.
32. Solidarisk bostadspolitik. Följdfrågor. B.
33. Att översätta Gamla testamentet. U.
34. Grafisk industri i omvandling. I.
35. Spridning av kemiska medel. Jo.
36. Skolan, staten och kommunerna. U.
37. Mut- och bestickningsansvaret. Ju.
38. FFV. Förenade fabriksverken. I.
39. Socialvården. Mål och medel. S.
40. Socialvården. Mål och medel. Sammanfattning. S.
41. Statsbidrag till kommunal färdtjänst, hemhjälp och familjedaghemsverksamhet. Fi.
42. Barns fritid. S.
43. Utställningar. U.
44. Effekter av förpackningsavgiften. Jo.
45. Samordnad traktamentsbeskattning. Fi.
46. Befordringsförfarandet inom krigsmakten. Fö.
47. Installationsbranschen. I.
48. Installationsbranschen. Bilagor. I.
49. Bevissäkringslag för skatte- och avgiftsprocessen. Fi.
50. Information och medverkan i kommunal planering. Rapport. Kn.
51. Utbildning i förvaltning inom försvaret. Del 1. Fö.
52. Utbildning i förvaltning inom försvaret. Del 2. Fö.
53. Skolans arbetsmiljö. U.
54. Vidgad vuxenutbildning. U.
55. Utsökningsrätt XIII. Ju.
56. Närförläggning av kärnkraftverk. I.
57. Lägenhetsreserv. B.
58. Skolans arbetsmiljö. Bilagor. U.
59. Sexual- och samlevnadsundervisning. U.
60. Trafikbuller. Del I. Vägtrafikbuller. K.
61. Trafikbuller. Bilagedel. K.
62. Studiestöd åt vuxna. U.
63. Internationellt patentsamarbete. I. H.
64. Energi 1985 2000. I.

Statens offentliga utredningar 1974

Systematisk förteckning

Justitiedepartementet

Förenklad konkurs m. m. [6]
Fri sterilisering. [25]
Mindre brott. [27]
Räntelag. [28]
Unga lagöverträdare V. [31]
Mut- och bestickningsansvaret. [37]
Utsökningsrätt XIII. [55]

Försvarsdepartementet

Befordringsförfarandet inom krigsmakten. [46]
Krigsmaktens förvaltningsutbildningsutredning. 1. Utbildning i förvaltning inom försvaret. Del. 1. [51]
2. Utbildning i förvaltning inom försvaret. Del 2. [52]

Socialdepartementet

Barn- och ungdomsvård. [7]
Sänkt pensionsålder m. m. [15]
Socialutredningen. 1. Socialvården. Mål och medel. [39]
2. Socialvården. Mål och medel. Sammanfattning. [40]
Barns fritid. [42]

Kommunikationsdepartementet

Förslag till hamnlag. [24]
Motorredskap. [26]
Trafikbullerutredningen. 1. Trafikbuller. Del I. Vägtrafikbuller. [60]
2. Trafikbuller. Bilagedel. [61]

Finansdepartementet

Neutral bostadsbeskattning. [16]
Förslag till skatteomläggning m. m. [20]
Statsbidrag till kommunal färdtjänst, hemhjälp och familjedaghemsverksamhet. [41]
Samordnad traktamentsbeskattning. [45]
Bevissäkringslag för skatte- och avgiftsprocessen. [49]

Utbildningsdepartementet

Boken. Litteraturutredningens huvudbetänkande. [5]
Samhälle och trossamfund. Sammanställning av remissyttranden över betänkanden av 1968 års beredning om stat och kyrka. [9]
Högskoleutbildning. Läkarutbildning för sjuksköterskor. [19]
Reklam V. Information i reklamen. [23]
Att översätta Gamla testamentet. [33]
Skolan, staten och kommunerna. [36]
Utställningar. [43]
Skolans inre arbete. 1. Skolans arbetsmiljö. [53] 2. Skolans arbetsmiljö. Bilagor. [58]
Vidgad vuxenutbildning. [54]
Sexual- och samlevnadsundervisning. [59]
Studiestöd åt vuxna. [62]

Jordbruksdepartementet

Jordbruk i samverkan [30]
Spridning av kemiska medel. [35]
Effekter av förpackningsavgiften. [44]

Handelsdepartementet

.nternationellt patentsamarbete I. [63]

Arbetsmarknadsdepartementet

Expertgruppen för regional utredningsverksamhet. 1. Orter i regional samverkan. [1] 2. Ortsbundna levnadsvillkor. [2] 3. Produktionskostnader och regionala produktionssystem. [3] 4. Regionala prognoser i planeringens tjänst. [4]
Rättegången i arbetstvister. [8]
Att utvärdera arbetsmarknadspolitik. [29]

Bostadsdepartementet

Boende- och bostadsfinansieringsutredningarna. 1. Solidarisk bostadspolitik. [17] 2. Solidarisk bostadspolitik. Bilagor. [18] 3. Solidarisk bostadspolitik. Följdfrågor. [32] 4. Lägenhetsreserv. [57]
Markanvändning och byggande. [21]
Vattenkraft och miljö. [22]

Industridepartementet

Data och näringspolitik. [10]
Industristrukturutredningen. 1. Svensk industri. Delrapport 1. [11]
2. Svensk industri. Delrapport 2. [12] 3. Svensk industri. Delrapport 3. [13] 4. Svensk industri. Delrapport 4. [14]
Grafisk industri i omvandling. [34]
FFV. Förenade fabriksverken. [38]
Installationsbranchutredningen. 1. Installationssektorn. [47] 2. Installationssektorn. Bilagor. [48]
Närförläggande av kärnkraftverk. [56]
Energiprognosutredningen. 1. Energi 1985 2000. [64]

Kommundepartementet

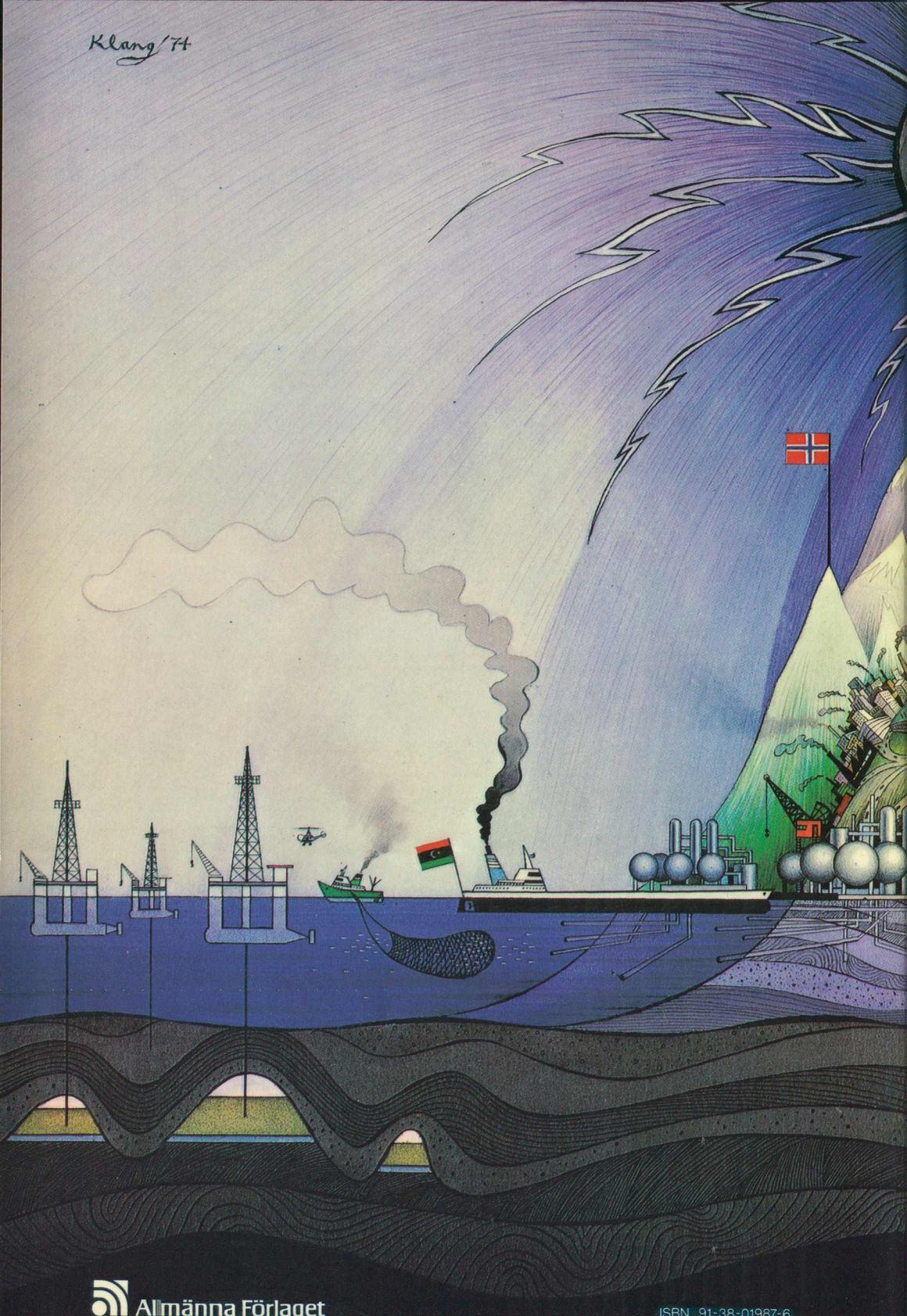
Information och medverkan i kommunal planering. Rapport. [50]

Anm. Siffrorna inom klammer betecknar utredningarnas nummer i den kronologiska förteckningen

Nordisk utredningsserie (Nu) 1974

Kronologisk förteckning

1. Sverigefinnarna och deras organisationer
2. Naturorienterande ämnen i grundskolan i Norden, årskurserna 1–6
3. Förslag till Nordisk tentamensgyldighed
4. Grunnskolen i Norden
5. Spesialundervisning i Norden
6. Færøyene i Norden
7. Høyere utdanning av sykepleiere
8. Äldres integration i samhället
9. Kontrollpolitik och narkotika



Allmänna Förlaget

ISBN 91-38-01987-6