

Industrins energiförbrukning

analys och prognos fram till 1985

Bo Carlsson
Märtha Josefsson



Industrimens utredningsinstitut

Särtryck ur SOU 1974:65

Industrins energiförbrukning – analys och prognos fram till 1985

Bo Carlsson
Märtha Josefsson

Stockholm 1974

Innehåll

<i>Förord</i>	7
1 <i>Inledning</i>	8
2 <i>Industriell utveckling</i>	8
2.1 Problemställning	8
2.2 Sambandet mellan industriproduktion och nationalprodukt ..	9
2.3 Den inhemska industrivaruförbrukningen	13
2.4 BNP-utveckling och efterfrågeinriktning	15
2.5 Branschutveckling	17
2.6 Industriell tillväxt i ett internationellt perspektiv	19
2.6.1 Principdiskussion	19
2.6.2 Statistisk beskrivning	20
3 <i>Energiåtgången i svensk industri – en översikt</i>	25
3.1 Branschernas energiförbrukning 1970	25
3.2 Svensk industris energiförbrukning i internationell jämförelse	28
3.3 Energimport och -export via varuhandel	32
3.4 Utvecklingen av den specifika energiåtgången 1963–1971 ..	34
3.5 Branschstrukturens inverkan på energiförbrukningen	35
3.6 Förändringar i produktionsteknik	37
4 <i>Energiåtgången i järn- och stålverk</i>	39
4.1 Stålets processväg – energiåtgång i olika processled	40
4.2 Energiinnehåll i skrot	41
4.3 Möjligheter att spara energi	43
4.3.1 Masugnsprocessen	44
4.3.2 Råstålsprocessen	46
4.3.3 Gjutning i kokill kontra stränggjutning	47
4.3.4 Valsning	48
4.3.5 Tillvaratagande av lågvärdigt värme	48
4.4 IUI:s bedömning av den specifika energiåtgången 1985	49
4.5 Produktionsvolym 1985	51
4.6 Energiförbrukningen i järn- och stålindustrin 1985 – några räkneexempel	52

5	<i>Energiåtgången i vissa andra energikrävande branscher</i>	56
5.1	Järnmalmgruvor	56
5.2	Livsmedels-, dryckesvaru- och tobaksindustri	61
5.3	Massa- och pappersindustri	62
	5.3.1 Den specifika energiåtgången för olika produkter 1973 och en bedömning för 1985	63
	5.3.2 Faktorer som påverkar det specifika energibehovet	68
	5.3.3 Produktionsvolymutvecklingen till 1985	70
	5.3.4 Den totala energiåtgången i massa- och pappersindustrin 1985	72
5.4	Kemisk industri	73
5.5	Cementindustri	76
	5.5.1 Specifik energiåtgång	76
	5.5.2 Total energiförbrukning 1985	79
5.6	Ferrolegeringsverk och icke-järnmetallverk	79
6	<i>Sammanfattning</i>	81

Figurer

1	Industriproduktion och nationalprodukt 1950–1973	10
2	De viktigaste energiförbrukande branschernas andelar av industrins förädlingsvärde och den direkta energiåtgången 1970	28
3	Schematisk beskrivning av alternativa processvägar för framställning av olegerade stålprodukter (handelsstål)	39
4	Genomsnittlig specifik energiförbrukning i blästermasugnar 1963–1972	45
5	Anläggningar med blästermasugnar rangordnade efter specifik energiåtgång 1965 och 1970	46

Tabeller

1	Industriproduktionens BNP-elasticitet i vissa länder 1950– 1970	12
2	Input-koefficienter för Sverige 1955 och 1970	14
3	Resursfördelning och tillväxt 1980–1990	16
4	Trendmässig förändring av produktionsvolymen i olika branscher 1954–1973	17
5	Tillväxttakt i olika branscher i förhållande till industrins tillväxttakt 1954–1973	18
6	Årlig produktionsutveckling i olika branscher i förhållande till hela industrins årliga produktionsutveckling i vissa länder 1961–1970	21
7	Rangkorrelationskoefficienter för industrins tillväxttakt i vissa länder 1961–1970	22
8	Produktionsvolymens utveckling 1970–1985 i olika branscher i Sverige	24
9	Energiåtgång i svensk industri med fördelning på branscher 1970	26

10	Produktionskostnadernas andel av saluvärdet i olika branscher i Sverige 1970	27
11	Energiåtgång per anställd i industrin i Sverige, Storbritannien och Västtyskland 1970	29
12	Energipriser och lönekostnader i industrin i Sverige och Storbritannien 1955–1970	30
13	Effekterna på den svenska tillverkningsindustrins energiåtgång av en omstrukturerad av branschmönstret	31
14	Sveriges import och export av energi via varuhandel och via handel med energivaror 1955, 1963 och 1970	32
15	Utvecklingen av den specifika energiåtgången i svensk industri 1963–1971	35
16	Strukturumvandlingens effekt på den svenska industrins energiåtgång 1955–1970	36
17	Produktion och produktionsfaktorinsatser i svensk industri 1955–1970	38
18	Energiåtgång för vissa järn- och stålprodukter (handelsstål) . . .	41
19	Energiinnehåll i råstål med och utan hänsyn till energiinnehållet i skrot	43
20	Energiinnehåll i vissa stålprodukter med och utan hänsyn till energiinnehåll i skrot	43
21	IUI:s bedömning av den specifika energiåtgången för vissa handelsstålsprodukter 1985	48
22	Specifik energiåtgång för järn- och stålprodukter i lågenergialternativet 1985	49
23	Specifik energiåtgång för järn- och stålprodukter i högenergialternativet 1985	50
24	Andel stränggjutet stål för olika produkter 1985 och 2000 . . .	50
25	Fördelning på stålprocess för olika produkter 1985 och 2000 .	51
26	Järn- och stålverkens energiförbrukning 1985 (högenergialternativet kombinerat med låg tillväxttakt)	53
27	Energiinnehåll i järn- och stålverkens råvaror 1970	54
28	Järn- och stålverkens energiförbrukning 1985 (lågenergialternativet kombinerat med hög tillväxttakt)	55
29	Energiåtgång i järn- och stålindustrin 1985	56
30	Specifik energiåtgång i olika processled i järnmalmgruvor 1968, 1985 och 2000	57
31	Produktionsvolym och energiåtgång i järnmalmgruvor 1985 .	59
32	Energiförbrukning i livsmedels-, dryckesvaru- och tobaksindustrin 1970	60
33	Fördelning av livsmedels-, dryckesvaru- och tobaksindustrins förädlingsvärde på delbranscher 1967 och 1971	61
34	Specifik energiåtgång vid massatillverkning 1973 och 1985 . . .	64
35	Specifik energiåtgång vid papperstillverkning 1973 och 1985 .	65
36	Produktionsvolym och energiåtgång i massa- och pappersindustrin 1985	71
37	Specifik energiförbrukning i den kemiska industrin och dess delbranscher 1960–1985	73

38	Produktionsutvecklingen i den kemiska industrin 1970–2000 .	74
39	Energiförbrukningens ökningstakt i den kemiska industrin 1970–1985	75
40	Energiförbrukning i den kemiska industrin 1985	76
41	Energiförbrukning i cementindustrin 1963–1973	77
42	Energiförbrukning i cementindustrin 1985	79
43	Energiförbrukningens ökningstakt i ferrolegerings- och icke- järnmetallverk 1970–1985	80
44	Energiförbrukning i ferrolegerings- och icke-järnmetallverk 1985	80
45	Industrins energiförbrukning 1985	83

Bilaga 3 Industrins energiförbrukning – analys och prognos fram till 1985

Förord

Industriens Utredningsinstitut, IUI, arbetar sedan halvtannat år på en studie av energifrågorna. Tonvikten ligger på problemet hur den teknologiska utvecklingen inom energiomvandlingssektorn och vid vissa industribranschens energianvändning påverkas av förändringar i yttre betingelser, t ex förändrade prisrelationer. Studien, som leds av Bo Carlsson, Ph D, sker i samarbete med forskningsinstitut i England och Västtyskland. Det var därför naturligt att institutet på uppdrag av Energiutredningen i mars 1974 påtog sig arbetet att snabbt sammanställa en mindre rapport innehållande dels vissa analyser av industrins energianvändning, dels alternativa prognoser över industrins totala energiförbrukning fram till 1985.

Som underlag till analyserna av de enskilda energikrävande industribranschernas energiförbrukning har legat de utredningar som utarbetats inom branschföreningarna, vilka i dessa bl a presenterat prognoser för energiförbrukning eller energiåtgångstal för år 1985.

Särskilt bör omnämnas det utförliga underlagsmaterial som erhållits från Jernkontoret, Svenska Cellulosa- och Pappersbruksföreningen, Svenska Träforskningsinstitutet, Sveriges Kemiska Industrikontor och LKAB. Vid utarbetandet av kapitlet om järn- och stålverken har värdefull hjälp erhållits från professor Sven Eketorp, Tekniska Högskolan, och från Domnarvets Jernverk. Avsnittet om massa- och pappersindustrin har utformats i samarbete med Svenska Cellulosa- och Pappersbruksföreningen samt Svenska Träforskningsinstitutet. Till alla de personer och organisationer som medverkat får institutet framföra ett varmt tack.

Rapporten har i huvudsak utarbetats av Bo Carlsson, som i första hand svarat för kapitlen 3–5 och fil kand Märtha Josefsson, som främst svarat för kapitel 2. I övrigt har civilingenjör Anders Grufman hjälpt till med tekniska beräkningar och processbeskrivningar. Vissa delavsnitt har skrivits av ekonom Olle Renck och undertecknad.

Stockholm i juli 1974

Lars Wohlin

1. Inledning

Syftet med föreliggande utredning har varit att söka göra en bedömning av den svenska industrins energibehov för år 1985. Ambitionen har varit att försöka prognosticera ett intervall inom vilket industrins energiåtgång med all sannolikhet kommer att ligga 1985. Härvid har fyra alternativa utvecklingsförlopp beräknats, vilka baserats på förutsättningar om en svag respektive stark industritillväxt, kombinerat med förutsättningar om en långsam respektive snabb sänkning av den specifika energiåtgången, dvs energiförbrukningen per producerad enhet.

Eftersom industrins energiförbrukning i hög grad är avhängig av den samhällsekonomiska utvecklingen, och då främst den industriella utvecklingen, utgår kalkylerna ifrån en bedömning av produktionsvolymutvecklingen inom industrisektorn. Denna bedömning görs i kapitel 2. Härvid analyseras frågor som t ex samspelet mellan nationalprodukt och industriproduktion, samt frågor som hänger samman med branschmässiga strukturförändringar. Analysen mynnar sedan ut i bedömningar för vad vi i det följande benämner högtillväxtalternativ samt lågtillväxtalternativ.

Kapitel 3 innehåller en kartläggning av såväl den nuvarande energiåtgången inom industrin som den historiska utvecklingen därutav. Här analyseras också vilken roll förändringar i den svenska branschstrukturen spelat för utvecklingen av den totala energiåtgången samt i vilken mån svensk industri har en mer energikrävande branschstruktur än andra industriländer. Vidare diskuteras substitutionsmöjligheterna mellan energi å ena sidan och arbetskraft och kapital å den andra.

Tyngdpunkten i utredningen ligger på en relativt noggrann genomgång av några mycket energikrävande branschers (järnmalmsgruvors, livsmedels-, massa- och pappers-, kemisk och cementindustris, järn-, stål-, ferrolegerings- samt icke-järnmetallverks) nuvarande och framtida produktionsvolym och specifika energiåtgång. Dessa analyser i kapitlen 4 och 5 bygger på material som tillhandahållits av respektive branschförening.

I kapitel 6 slutligen sammanställs de prognoser som gjorts för de i tidigare kapitel undersökta branscherna. Dessutom behandlas resterande branscher och kapitlet utmynnar i en bedömning av hela industrins framtida energiåtgång.

2. Industriell utveckling

2.1 *Problemställning*

Frågan rörande den framtida industriella tillväxten består dels av sådana problem som kan hänföras till utbudssidan, dels av sådana problem som kan hänföras till efterfrågesidan. För att göra en bedömning av i vilken takt industrin kommer att växa i framtiden skulle idealt en totalmodell över ekonomin behövas. I denna skulle det vara nödvändigt att ta hänsyn till samspelet mellan olika strategiska variabler. Arbetskraftsutbudet är t ex starkt beroende av den allmänna ekonomiska utvecklingen via

immigration, utbildningspolitik, förtidspensionering m m. Något givet arbetskraftsutbud existerar inte utan det är snarare fråga om en elastisk utbudsfunktion. Vidare är t ex den industriella utvecklingen starkt beroende av hur den inhemska efterfrågan på industriprodukter utvecklas, vilken bla bestäms av hur snabbt inkomstnivån i hela ekonomin stiger. Eftersom industriproduktionen utgör en del av nationalprodukten är nationalproduktens utveckling i sin tur beroende av produktivitetsutvecklingen i industrin. I föreliggande rapport har det inte varit möjligt att inom ramen för en totalmodell diskutera alla antaganden som krävs för att göra en prognos för den svenska industrins utveckling. Ambitionen i föreliggande utredning inskränker sig till att för industrin beräkna vad som kan anses rimligt som ett lågtillväxtalternativ respektive högtillväxtalternativ. Hänsyn till de viktigaste sambanden kommer att tas genom mer allmänna överslagskalkyler.

I det följande kommer vi att börja med en diskussion rörande samspelet mellan nationalprodukt och industriproduktion och utifrån den historiskt konstaterade relationen diskutera hur det eventuellt kan tänkas förändras i framtiden. Därefter kommer vi att beräkna ett hög- respektive ett lågtillväxtalternativ för nationalprodukten. Denna beräkning mynnar sedan ut i ett hög- respektive ett lågtillväxtalternativ för industriproduktionen. I sista avsnittet kommer vi slutligen att behandla frågan om branschutvecklingen.

2.2 Sambandet mellan industriproduktion och nationalprodukt

Industriproduktionens och nationalproduktens tillväxttakter betingar varandra ömsesidigt. Å ena sidan påverkar industriproduktionen nationalprodukten på produktionssidan genom att industriproduktionen utgör en del av den totala produktionen i samhället. För närvarande uppgår industrins andel av BNP till ca 30 %. Ju högre industrins tillväxttakt är, desto högre blir vid i övrigt lika förhållanden tillväxttakten i nationalprodukten. Å andra sidan är efterfrågan på industrivaror beroende av nationalproduktens storlek och därför påverkar nationalproduktens tillväxt industriproduktionens tillväxt. Ju mer nationalprodukten ökar, desto mer växer det inhemska avsättningsutrymmet för industrins produkter och desto mer kan industriproduktionen öka.

Relationen mellan industriproduktionens och nationalproduktens tillväxttakter kan ses som en vägd summa av två tillväxttakter: den inhemska industrivaruefterfrågans tillväxt i förhållande till BNP och tillväxten i exportöverskottet av industrivaror i förhållande till BNP. Industriproduktionen (Q) är lika med den inhemska konsumtionen av industrivaror (C_q) och exportöverskottet ($X-M$) $_q$ av industrivaror.

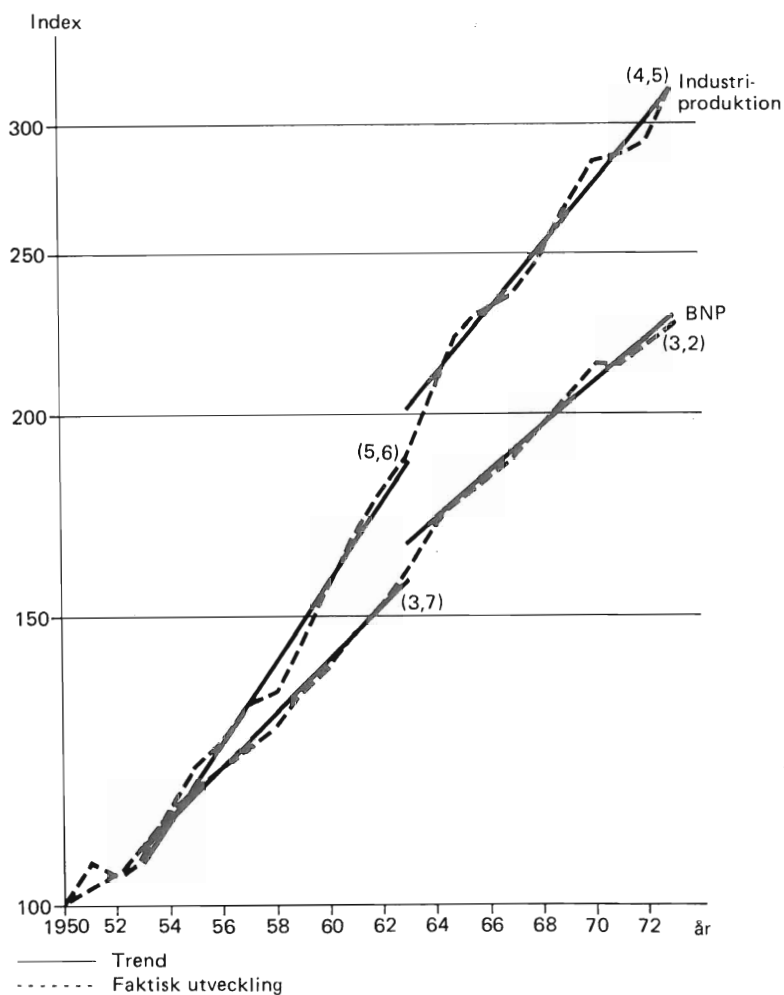
$$Q = C_q + (X-M)_q \quad (1)$$

Genom att derivera ekv 1 med avseende på tiden och dividera med Q erhålls relationerna mellan tillväxttakterna för dessa variabler ($Q^* = \frac{dQ}{dt}$ etc)

$$Q^* = \frac{C_q}{Q} C^*_q + \frac{(X-M)_q}{Q} (X-M)^*_q \quad (2)$$

Genom att dividera tillväxttakterna med tillväxttakten för BNP erhålls elasticiteten för industriproduktionen med avseende på BNP, $(\frac{Q^*}{BNP^*})$, som en vägd summa av elasticiteterna för den inhemska industrivaruefterfrågan, $(\frac{C^*_q}{BNP^*})$, och exportöverskottet för industrivaror med avseende på BNP, $(\frac{(X-M)^*_q}{BNP^*})$, I.

$$\frac{Q^*}{BNP^*} = \frac{C_q}{Q} (\frac{C^*_q}{BNP^*}) + \frac{(X-M)_q}{Q} (\frac{(X-M)^*_q}{BNP^*}) \quad (3)$$



Figur 1. Industriproduktion och nationalprodukt 1950–1973
Index: 1950=100.
Log. skala

Anm.: Siffrorna inom parentes anger den årliga tillväxten i procent.

Källor: SOS Industri. Nationalräkenskaperna.

I figur 1 illustreras den volymmässiga utvecklingen av BNP och industriproduktionen i Sverige mellan 1950 och 1973. Dessutom har trendlinjer anpassats till utvecklingen under de två senaste tioårsperioderna på så sätt att en regressionslinje anpassats till årliga data över de faktiska ökningstakterna. Längden på den tidsperiod för vilken en trendlinje skall anpassas är dock inte självklar. Det synes naturligt att man åtminstone väljer en hel konjunkturcykel, vilken i det närmaste har motsvarat fem år. Här har vi emellertid valt en tioårsperiod, med motiveringen att inflytandet från konjunkturrella variationer på linjens lutning (= tillväxttakten) då blir relativt litet. Siffrorna inom parentes anger de genomsnittliga årliga förändringarna enligt trenderna. Som framgår var under perioden 1954–1963 tillväxttakten för BNP 3,7 % och för industriproduktionen 5,6 %. Motsvarande tal för den senare perioden uppgick till 3,2 % respektive 4,5 %. Motsvarande beräkning för hela tjuugoårsperioden ger för BNP en årlig tillväxttakt på 3,8 % och för industrin på 5,6%.¹ Såväl BNP som industriproduktionen ökade alltså snabbare under den första tioårsperioden än under den senare. Detta hänger givetvis samman med det nyss nämnda ömsesidiga sambandet mellan nationalprodukt och industriproduktion. Förhållandet mellan tillväxttakten i industriproduktionen och tillväxttakten för nationalprodukten, dvs industriproduktionens BNP-elasticitet, blir således för den första perioden 1,5 och för den senare 1,4 %.

Om man kunde utgå ifrån att denna elasticitet inte skulle genomgå några större förändringar i framtiden skulle man med hjälp av olika antaganden om nationalproduktens utveckling också erhålla den framtida industriella expansionen. Att så skulle vara fallet kan vi emellertid inte vara säkra på.

Erfarenheten ger vid handen att industrivaruproduktionens elasticitet med avseende på nationalprodukten är något högre i de mindre utvecklade länderna än i industriländerna.² Det ger en viss antydning om att industriproduktionens elasticitet skulle vara fallande vid stigande BNP.

Utvecklingen i Sverige under efterkrigstiden motsäger visserligen inte detta. Emellertid är skillnaden mellan värdena på industriproduktionens tillväxt i förhållande till BNP, på det sätt vi här mätt, för perioderna 1954–1963 och 1964–1973 alltför liten för att man skall kunna dra slutsatsen att denna elasticitet fallit. Motsvarande relativa konstans för industriproduktionens BNP-elasticitet tycks, som framgår av tabell 1, för övrigt gälla för övriga industriländer. Av denna tabell kan också utläsas att industriproduktionens elasticitet i Sverige är mycket hög internationellt sett.

Vi har även beräknat BNP-elasticiteten för industriproduktionen genom att jämföra glidande femårsmedeltal för industriproduktionens ökning med motsvarande ökningstakter för nationalprodukten. Ej heller denna metod

¹ Anledningen till att nästan exakt samma värden erhålls för 20-årsperioden som för perioden 1954–1963, trots att de trendmässiga förändringarna ligger högre under den första 10-årsperioden än under den senare, är att vid trendberäkningen för 1964–1973 de extremt låga ökningstakterna under 1970-talet kraftigt påverkar regressionslinjen.

² A Maizels, *Industrial Growth and World Trade*, Cambridge 1963.

Tabell 1. Industriproduktionens BNP-elasticitet i vissa länder 1950–1970.

	1950–1965	1961–1970
Kanada	1,2	1,2
USA	1,1	1,2
Belgien	1,2	1,2
Frankrike	1,1	1,0
Västtyskland	1,2	1,2
Italien	1,3	1,2
Nederländerna	1,3	1,3
Norge	1,0	1,1
Sverige	1,4	1,4
Storbritannien	1,2	1,0
Genomsnitt	1,2	1,2

Anm: Elasticiteterna utgör här kvoten mellan genomsnittliga årliga procentuella förändringar för produktionsvolym och BNP.

Källor: 1950–65. T P Hill. The measurement of real product, OECD 1971. 1961–70. The growth of world industry, UN 1971; Yearbook of national account statistics UN 1971.

ger klart utslag för att koefficienten varit avtagande. Emellertid visar det sig här att elasticiteten varierat något på så sätt att relativt höga elasticiteter erhålls under perioder med snabb tillväxt i BNP, medan det motsatta gäller för perioder med långsam BNP-tillväxt, dvs det föreligger helt naturligt ett positivt samband mellan industriproduktionens BNP-elasticitet och BNP:s tillväxttakt.

Att elasticiteten, såväl i vårt land som i övriga industriländer, under hela efterkrigstiden överstigit 1 samtidigt som den inte genomgått några större förändringar kan verka anmärkningsvärt. Bland annat mot bakgrund av att man ofta talar om det post-industriella samhället, i vilket industrins roll i ekonomin avtar samtidigt som servicenäringsarnas betydelse ökar, borde man åtminstone vänta sig att elasticiteten avtagit. Låt oss för att försöka förklara varför så inte varit fallet och för att försöka utröna hur koefficienten kan tänkas förändras i framtiden betrakta de faktorer som påverkar denna koefficient.

För att en förändring av industriproduktionens elasticitet skall komma till stånd måste antingen industrivaruförbrukningens elasticitet med avseende på nationalprodukten förändras eller också måste handelsbalansen för industrivaror – dvs skillnaden mellan exporten och importen av industrivaror – förändras i en takt som avviker från den inhemska industrivaruförbrukningens förändringstakt.

Huruvida utvecklingen av industrivarubalansens saldo skall tendera att höja eller sänka inkomstkoefficienten beror alltså på hur exporten av industrivaror kommer att utvecklas i förhållande till importen.

Vi kan konstatera att för vårt land har industrivarubalansen under 1960-talet visserligen tenderat att få ett växande överskott, om man mäter i fasta priser, men eftersom industrivarubalansens överskott för närvarande är mycket litet, ca 5 % av totala industriproduktionen, i motsats till vad som gäller för en del andra industriländer kan inte

industrivarubalansens utveckling vara någon starkt bidragande förklaring till utvecklingen av industriproduktionens inkomstkoefficient. Detsamma torde även gälla för framtiden, även om den utveckling som gjort sig gällande under 1960-talet, vad gäller industrivarubalansen, också kommer att göra sig gällande i framtiden. För att Sverige i framtiden skall kunna upprätthålla balans i de utrikes betalningarna torde det även i fortsättningen vara nödvändigt att exporten av industrivaror växer något snabbare än importen, förutsatt att underskottet i tjänste- och transfereeringsbalansen fortsätter att växa.

2.3 Den inhemska industrivaruförbrukningen

Avgörande för industriproduktionens BNP-elasticitet är därför utvecklingen av industrivaruförbrukningens elasticitet med avseende på nationalprodukten. Denna bestäms för det första av hur den totala nationalprodukten fördelas på olika slag av slutlig användning (privat och offentlig konsumtion samt bruttoinvesteringar) med varierande industrivaruinnehåll. Således är också förhållandet mellan ökningstakterna för industrivaruintensiv och icke-industrivaruintensiv efterfrågan av avgörande betydelse. Detta innebär att om den icke-industrivaruintensiva efterfrågan ökar snabbare än den industrivaruintensiva, allt annat oförändrat, bör man vänta sig att inkomstkoefficienten avtar. För det andra påverkas den av industrivaruintensiteten inom respektive huvudgrupp av slutlig användning. Här avses både de direkta industrileveransernas andel och de indirekta, dvs industrins leveranser till andra produktionssektorer, eller med andra ord industrivaruintensiteten i andra sektorsers produktion.

Av vad som nu sagts kan det verka förvånansvärt att industriproduktionens elasticitet i vårt land under hela efterkrigstiden varit så pass hög som 1,4. Vi vet nämligen att både den offentliga konsumtionen och bruttoinvesteringarna har ett klart lägre industrivaruinnehåll än den privata konsumtionen samtidigt som de trendmässiga ökningstakterna, som framgår av nedanstående tablå, för såväl offentlig konsumtion som bruttoinvesteringar legat över den privata konsumtionens ökningstakt.

Årlig procentuell förändring
1954–1973

Privat konsumtion	3,2
Offentlig konsumtion	4,4
Bruttoinvesteringar	4,8
BNP	3,8

Förbrukningsmönstret har alltså genomgått en strukturell förändring som medfört att efterfrågan alltmer riktat sig mot produktion från icke-industrisektorer. Att denna omstrukturering av förbrukningsmönstret tenderat att sänka industriproduktionens elasticitet är helt klart. Detta har emellertid helt uppvägs av att industrivaruinnehållet för samtliga efterfrågekomponenter ökat. De direkta leveransernas andel inom respek-

Tabell 2. Input-koefficienter för Sverige 1955 och 1970

	1955		1970	
	Industri	Övriga näringsgrenar	Industri	Övriga näringsgrenar
Industri	0,18	0,13	0,16	0,17
Övriga näringsgrenar	0,27	0,18	0,21	0,18
Import, handelsmarginaler, tullar och indirekta skatter	0,32	0,06	0,31	0,07
Förädlingsvärde	0,23	0,63	0,32	0,59
Summa	1,00	1,00	1,00	1,00

Anm: Tabellen bygger på finansdepartementets input-outputtabeller.

tive huvudsektor av slutlig användning har visserligen varit i stort sett oförändrad. Att så skulle vara fallet kan förefalla anmärkningsvärt, eftersom man ofta talar om att den totala efterfrågan blir alltmer inriktad på tjänster med ett litet industrivaruinnehåll på bekostnad av varor som har ett stort industrivaruinnehåll. Effekten borde därför snarare bli att industrivaruintensiteterna sjunker. Emellertid kan det vara värt att påpeka att vad som då avses i de allra flesta fall är en omfördelning mellan varor och tjänster, mätt i löpande priser, medan vi här är intresserade av industrivaruintensiteter mätta i fasta priser.

Anledningen till att industrivaruintensiteterna ökat, när hänsyn även tas till de indirekta effekterna och när fastprisberäkning används, finns troligen att söka i att priserna på varor och tjänster från icke-industrisektorer ökar snabbare än priserna på industrivaror. Enligt traditionell teori skulle en sådan prisutveckling leda till en viss substitution mellan produktion från industrin och övriga näringar. Detta gäller inte enbart den slutliga förbrukningen, utan även på insatssidan i produktionen, vilket skulle avspegla sig i att de olika produktionssektorerna – industri, handel, offentlig sektor etc – skulle öka sitt industrivaruberoende på så sätt att industrivarornas andel av samtliga insatsvaror skulle komma att öka. Detta är också vad som skett hittills. I tabell 2 illustreras input-outputrelationerna i ekonomin 1955 och 1970, varvid hela ekonomin delats in i två sektorer – industrin och resten av den svenska ekonomin. Koefficienterna anger summan av den direkta och indirekta förbrukningen av varor. Vad gäller icke-industrisektorn kan konstateras att för varje producerad enhet åtgick 1970 0,17 enheter industrivaror. Motsvarande koefficient för år 1955 var 0,13. Samtidigt kan vi konstatera att insatsen av varor och tjänster till industrin från icke-industrisektorer har minskat kraftigt eller med andra ord, förädlingsgraden har ökat från 0,23 till 0,32. Industrins input-koefficient för övriga näringar var 1970, 0,21 mot 0,27 1955. Här är det framför allt leveranserna från jord- och skogsbrukssektorn samt energisektorn som förlorat i betydelse. Detta innebär således att icke-industrisektorer på input-sidan blivit mer beroende av industrin, medan industrin i sin tur minskat sitt beroende av övriga näringar. Det är detta som förklarar varför industriproduktionen expanderat snabbare än

BNP trots en långsam ökning för de delar av slutlig efterfrågan som har högt industrivaruinnehåll.

Det finns skäl att tro att dessa utvecklingstendenser kommer att stå sig. En ökad användning av industriprodukter i tjänstesektorerna är ett sätt att rationalisera tjänsteproduktionen. Den minskande andelen leveranser från icke-industrisektorer är bl a ett uttryck för en längre gående förädling av råvaror inom industrin, minskad energiåtgång per producerad enhet, mindre andel transporttjänster etc. Även i detta avseende finns det knappast skäl att räkna med ett trendbrott.

För en bedömning av industrivaruefterfrågans BNP-elasticitet kvarstår då frågan om hur BNP-efterfrågan kommer att fördela sig på olika huvudgrupper av slutlig efterfrågan, såsom mellan privat och offentlig konsumtion, konsumtion och investeringar etc. Detta diskuteras i nästa avsnitt i samband med diskussionen om BNP-tillväxten, eftersom dessa frågor hänger så nära samman.

2.4 BNP-utveckling och efterfrågeinriktning

Några direkta bedömningar för hela den svenska ekonomins tillväxt fram till 1985 finns för närvarande inte. Som utgångspunkt för den kommande diskussionen väljer vi därför att belysa konsekvenserna av de kalkyler för utvecklingen mellan 1980 och 1990 som med hjälp av en sammanhängande ekonometrisk modell gjordes till 1970 års långtidsutredning¹. Det sätt på vilket modellen fungerade gjorde att antaganden rörande utvecklingen av arbetskraftstillgången, produktiviteten och den offentliga konsumtionen måste betraktas som strategiska. Med hjälp av modellen beräknades konsekvenserna på nationalproduktens tillväxt vid olika antaganden om resursernas fördelning på kapitalbildning, offentlig och privat konsumtion samt olika antaganden om den framtida arbetskraftstillgången. Tabell 3 visar resultaten och förutsättningarna för de sex alternativa kalkyler som redovisades.

Vad gäller antalet personer i arbetskraften, antogs för samtliga alternativ en årlig ökning på 0,5 %, vilket för övrigt i stort sett motsvarar utvecklingen under 1960-talet. Denna kalkyl baserades bl a på ett antagande att arbetskraften via immigrationen skulle tillföras ett antal av 14 000 personer per år, vilket i det närmaste skulle motsvara 75 % av den totala arbetskraftsökningen. Vidare grundades kalkylen på en förväntning om att förvärvsfrekvensen för kvinnor skulle fortsätta att öka, medan förvärvsfrekvensen för män antogs komma att minska, bl a som en följd av förlängd utbildningstid och sänkt pensionsålder. Härtill lades sedan ett antagande om arbetstidsförkortningen. I alternativet II B antogs ingen ytterligare arbetstidsförkortning, varför detta alternativ förefaller orealistiskt. För övriga alternativ antogs däremot att arbetstiden under 1980-talet skulle komma att förkortas i ungefär samma takt som under 1960-talet. Vidare förutsattes i alternativen I och II att arbetskraftens

¹ Svensk ekonomi 1971–1975 med utblick mot 1990 (SOU 1970:71) kapitel 5.

Tabell 3. Resursfördelning och tillväxt 1980–1990

	Trend 1954– 1973	Årlig procentuell förändring 1980–1990					
		I A	I B	II A	II B	III A	III B
Bruttonationalprodukt	3,8	4,2	2,9	3,6	4,6	2,9	4,1
Privat konsumtion	3,2	4,6	2,2	3,6	4,2	3,9	2,6
Offentlig konsumtion	4,4	2,5	5,5	4,1	5,2	3,3	4,7
Bruttoinvesteringar	4,8	4,5	2,5	3,3	5,1	0,1	6,6
Förutsättningar:							
Antal arbetstimmar		–0,5	–0,5	–0,5	0,5	–0,5	–0,5
Offentlig konsumtion		2,5	5,5	1,1 x BNP- ökningen	1,1 x BNP- ökningen	1,1 x BNP- ökningen	1,1 x BNP- ökningen
Arbetskraftsproduktivitet		60-talets trend	60-talets trend	60-talets trend	60-talets trend	ca 1 %- enhet lägre än 60-talets trend	ca 1 %- enhet högre än 60-talets trend

Källa: Svensk ekonomi 1971–1975, SOU 1970:71.

produktivitet skulle öka i samma takt som under 1960-talet. För alternativen III A och III B antogs däremot en produktivitetsökning som var en procentenhet lägre respektive högre än genomsnittet för 1960-talet. De två sistnämnda alternativen konstruerades med avsikt att belysa kapitalbildningens betydelse för ekonomin. Eftersom produktivitet till viss del bestäms av investeringsutvecklingen kombinerades antaganden om en sänkning respektive höjning av investeringskvoten med ovannämnda produktivitetsantaganden.

Vad slutligen gäller den offentliga konsumtionens tillväxttakt infördes i alternativen II och III en förutsättning om att kvoten mellan ökningstakterna för offentlig konsumtion och nationalprodukt skulle motsvara 1,1. I alternativen I A och I B förutsattes däremot en ökningstakt på 2,5 respektive 5,5 % per år för den offentliga konsumtionen. Syftet med dessa två alternativ var just att illustrera effekten på den ekonomiska utvecklingen av förändringar i den offentliga sektorns expansionstakt.

Som framgår av tabellen resulterade kalkylerna i en årlig tillväxttakt för nationalprodukten på mellan 2,9 och 4,2 % (alt II B bortses ifrån). Från kalkylerna kan vi se att de alternativ (I A och III B) som ger en relativt snabb tillväxt också måste vara kombinerade med en snabb industriell tillväxt.

Anledningen är att i alternativ I A den privata konsumtionen antas öka mycket snabbt, medan alternativ III B baseras på en snabb investeringsökning. Enligt den tidigare förda diskussionen skulle en sådan efterfrågeinriktning innebära mycket gynnsamma expansionsbetingelser för industrin.

Vi torde därför, på grundval av dessa beräkningar och på grundval av vad som sagts i tidigare avsnitt, hamna ganska nära sanningen om vi för framtiden antar att den årliga ökningen i BNP kommer att ligga någonstans mellan 2,9 och 4,2 %. Kombineras dessa förändringstakter med en BNP-elasticitet för industriproduktionen på 1,3 respektive 1,4

erhålls att den sannolika industriella tillväxten kommer att ligga mellan i runda tal 4 och 6 % per år. Hur denna tillväxt kan tänkas komma att fördelas på olika branscher diskuteras i nästa avsnitt.

2.5 Branschutveckling

I ett föregående avsnitt visade vi att den svenska industrins produktionsvolym inte vuxit likformigt över tiden. Detsamma gäller även branschutvecklingen. I tabell 4 redovisas de trendmässiga förändringarna av produktionsvolymen 1954–1963, 1964–1973 samt för hela perioden 1954–1973. Förutom skillnader i utvecklingstakt mellan branscherna visar denna tabell dels att för samtliga branscher med undantag av trävaruindustrin och i viss mån petroleumindustrin produktionen växte

Tabell 4. Trendmässig förändring¹ av produktionsvolymen i olika branscher 1954–1973, % ökning per år.

SNI-kod	Bransch	1954–1963	1964–1973	1954–1973
23	Malmgruvor	4,6	4,3	4,9
2301	Järnmalmgruvor	5,1	5,0	5,3 ²
31	Livsmedels-, dryckesvaru- o tobaks-industri	3,1	2,8	3,2
32	Textil-, beklädnads-, läder- och lädervaruindustri	2,4	-0,8	1,2
33	Trävaruindustri	3,2	5,2	5,2
3411	Massa- och pappersindustri	5,1	4,6	5,2
3412-19	Pappers- och pappförpackningsindustri samt övrig pappers- och pappersvaruindustri	8,7	6,8	8,5
342	Grafisk industri	4,6	2,0	3,9
351-52, 356	Egentlig kemisk och plastindustri	9,1	9,0	9,8
353-54	Petroleum- och kolproduktindustri	7,9	8,0	8,4
355	Gummivaruindustri	7,8	4,3	6,4
36, 29	Jord- och stenvaruindustri samt andra gruvor och mineralbrott	5,2	1,9	5,0
36921	Cementindustri	3,6	2,6 ³	3,7 ⁴
371	Järn-, stål- och ferrolegeringsverk	7,9	4,3	6,8
37102	Ferrolegeringsverk	...	4,4	...
372	Icke-järnmetallverk	6,2	4,4	5,7
381	Metallvaruindustri	6,6	4,3	6,6
382	Maskinindustri	7,7	5,7	7,2
383	Elektroindustri	7,1	5,8	6,9
3842-9	Transportmedelsindustri utom skeppsvarv och båtbyggerier	8,5	6,4	7,4
3841	Skeppsvarv och båtbyggerier	5,0	5,0	4,9
385, 39	Övrig industri	5,9	3,8	5,8
	Hela industrin	5,6	4,5	5,6

¹ Förändringstalen är beräknade med hjälp av regressions teknik (jfr not på s 55).

² Avser perioden 1963–1972.

³ Avser perioden 1962–1971.

⁴ Avser perioden 1954–1971.

Källa: Bearbetning av SCB:s industristatistik.

Tabell 5. Tillväxttakt i olika branscher i förhållande till industrins tillväxttakt 1954–1973

SNI-kod	Bransch	1954–1963	1964–1973	1954–1973
23	Malmgruvor	0,82	0,95	0,88
2301	Järnmalmgruvor	0,91	1,1	0,94
31	Livsmedels-, dryckesvaru- o tobaks-industri	0,55	0,61	0,57
32	Textil-, beklädnads-, läder- och lädervaruindustri	0,43	-0,17	0,21
33	Trävaruindustri	0,57	1,16	0,93
3411	Massa- och pappersindustri	0,91	1,02	0,93
3412-19	Pappers- och pappförpackningsindustri samt övrig pappers- och pappersvaruindustri	1,55	1,51	1,52
342	Grafisk industri	0,82	0,44	0,70
351-52, 356	Egentlig kemisk och plastindustri	1,63	2,00	1,75
353-54	Petroleum- och kolproduktindustri	1,40	1,78	1,50
355	Gummivaruindustri	1,40	0,96	1,14
36, 29	Jord- och stenvaruindustri samt andra gruvor och mineralbrott	0,93	0,42	0,89
36921	Cementindustri	0,64	0,58	0,66
371	Järn-, stål- och ferrolegeringsverk	1,41	0,95	1,21
37102	Ferrolegeringsverk	...	0,98	...
372	Icke-järnmetallverk	1,11	0,98	1,02
381	Metallvaruindustri	1,18	0,96	1,18
382	Maskinindustri	1,38	1,27	1,29
383	Elektroindustri	1,27	1,29	1,23
3842-9	Transportmedelsindustri utom skeppsvarv och båtbyggerier	1,52	1,43	1,32
3841	Skeppsvarv och båtbyggerier	0,89	1,11	0,88
385, 39	Övrig industri	1,05	0,83	1,03

Källa: Tabell 4.

snabbare under den första tioårsperioden än under den senare, dels att de strukturella förändringarna, dvs förhållandet mellan branschernas tillväxttakter, varit ungefär likartade under de båda delperioderna.

Som en allmän regel gäller att de branscher som expanderade snabbast under den första tioårsperioden också expanderade snabbast under den senare perioden. Undantag från denna regel gäller emellertid för trävaru- och metallvaruindustrierna samt järn-, stål- och ferrolegeringsverk. De två sistnämnda branscherna hade 1954–1963 en trendmässig tillväxttakt som låg över genomsnittet för industrin, medan förhållandet var det motsatta 1964–1973. För trävaruindustrin gäller däremot att tillväxttakten var högre under den senare perioden än under den tidigare. I tabell 5 har vi beräknat kvoten mellan de olika branschernas trendmässiga tillväxttakt och motsvarande tillväxttakt för hela industrin. Denna kvot kan sägas utgöra ett mått på elasticiteten för produktionen inom de olika branscherna med avseende på industriproduktionen. Som synes har dessa branschelasticiteter varit relativt konstanta.

Vi kan nu fråga oss om industrins branschutveckling under den här betraktade perioden varit specifik för vårt land eller om den varit likartad

i andra länder. Är det så att den kemiska industrin och verkstadsindustrin varit de snabbast expanderande branscherna även i USA, Västtyskland, Storbritannien och andra länder eller har branschutvecklingen där varit helt annorlunda än i vårt land?

2.6 Industriell tillväxt i ett internationellt perspektiv

2.6.1 Principdiskussion

Det sätt på vilket industrin i olika länder förändras kan bero på en mängd faktorer som är delvis länderspecifika, delvis av en mer allmän karaktär. Genom empiriska studier har man kunnat konstatera att de strukturella förskjutningarna av industrivaruförbrukningen vid stigande nationalinkomst i ett land följer ett internationellt sett relativt enhetligt mönster, samt att den industriella tillväxten i stora drag också anpassas efter detta mönster. De mest betydande dragen är en relativt snabb tillväxt i efterfrågan på kapitalvaror, kemiska varor och varaktiga konsumtionsvaror, medan efterfrågan på livsmedel samt textil- och konfektionsvaror växer relativt långsamt, vilket också tar sig uttryck i att branschstrukturen i olika länder samvarierar med inkomstnivån. I utvecklingsländer svarar livsmedelsindustrierna och textilindustrierna för långt större andelar av industrins totala förädlingsvärde än i industriländerna. Det motsatta förhållandet gäller för metall-, verkstads- samt de kemiska industrierna. Allmänt sett gäller att ju högre levnadsstandarden i ett land är, desto mindre är de förstnämnda branschernas andelar av den totala industriproduktionen och desto större är de sistnämnda branschernas andelar.

Sambandet mellan nationalinkomst och branschstruktur kan emellertid störas av många faktorer, varibland förekomsten av utrikeshandel kan nämnas som kanske den viktigaste. Funnes ingen utrikeshandel skulle givetvis produktions- och förbrukningsstrukturen vara identiska. Genom förekomsten av export och import utplånas emellertid denna identitet. Ju större utrikeshandeln är i förhållande till produktionen, desto större avvikelser kan tänkas mellan produktions- och förbrukningsstruktur. I Sverige med vår omfattande utrikeshandel, där drygt 30 % av den totala industriproduktionen exporteras, kan givetvis produktionen och förbrukningen utvecklas väsentligt olika.

Utrikeshandeln innebär en internationell arbetsfördelning, varigenom möjligheter ges för varje land att koncentrera sin produktion på sådana varor, som landet i fråga har speciella förutsättningar för att framställa. Skillnader i produktionsförutsättningar kan, enligt den ekonomiska teorin, diskuteras i termer av komparativa kostnader. Denna princip säger att ett land bör specialisera sig på sådana produkter för vilka produktionskostnaderna i förhållande till produktionskostnaderna för övriga produkter, dvs de komparativa kostnaderna, är relativt låga vid en internationell jämförelse. Skillnader i komparativa kostnader mellan länder kan i sin tur föras tillbaka på den ojämna geografiska fördelningen av produktiva resurser, som är relativt orörliga mellan länder, såsom

arbetskraft, kapital, råvaror, tekniskt kunnande m m.

Förekomsten av utrikeshandel medför därför en allmän tendens till nationell koncentration och specialisering av produktionen. Ju mer utpräglad denna koncentration och specialisering blir, desto större blir avvikelserna mellan produktions- och förbrukningsstrukturerna inom de enskilda länderna. Emellertid kan någon fullständig internationell arbetsfördelning aldrig uppkomma. Häremot finns nämligen en mängd hinder, t ex förekomsten av transportkostnader, tullar och andra handelspolitiska hinder samt vidare en mängd andra förhållanden såsom olikheter i smak, sedvänjor och språk, olikheter i bestämmelser om dimensioner och kvalitet, fördelar med närhet till marknader m m. Allmänt gäller att ju starkare dessa hinder mot internationell arbetsfördelning gör sig gällande, desto större likhet kan man vänta sig mellan produktionsstrukturernas utveckling i olika länder som en följd av en relativt enhetlig utveckling av förbrukningsstrukturen.

2.6.2 Statistisk beskrivning

Under efterkrigstiden har världshandeln med industrivaror, i synnerhet för industriländerna, tenderat att växa snabbare än produktionen. Denna utveckling kan föras tillbaka på ett flertal faktorer. För det första kan utrymmet för internationell produktspecialisering och därmed för det potentiella handelsutbytet ha ökat, bl a till följd av att produktionsteknikens utveckling gjort det möjligt att i större utsträckning utnyttja stordriftsfördelar i tillverkningen. För det andra har de ekonomiska avstånden troligen minskat, bl a beroende på en allmän fortgående minskning av transportkostnadernas relativa betydelse. En tredje faktor, som är mer iögonfallande, är den successiva sänkningen eller elimineringen av en rad handelspolitiska restriktioner, vilka också stimulerat den internationella specialiseringen.

Trots den ökade betydelsen av den internationella handeln karakteriseras branschutvecklingen i industriländerna av en relativt stor likformighet. I tabell 6 ges en illustration av industristrukturens utveckling i olika länder åren 1961–1970. Siffrorna i denna tabell anger för varje bransch den genomsnittliga procentuella förändringen av produktionsvolymen i förhållande till motsvarande förändring för totala industrin. Den sista kolumnen i tabell 6 uttrycker det ovägda genomsnittet av den i de olika länderna beräknade kvoten mellan den branschmässiga ökningstakten och ökningstakten för industrin i genomsnitt. För att få ett enkelt mått på överensstämmelse i branschutvecklingen mellan de olika länderna har vi beräknat rangkorrelationskoefficienter. Korrelationskoefficienter har beräknats dels mot Sverige, dels mot medeltalet. Resultatet visas i tabell 7. Som framgår föreligger ett klart samband mellan länderna, med undantag av Italien och Norge.

De branschgrupper där produktionsvolymen stiger långsammare än genomsnittet är i nästan samtliga länder gruv-, livsmedels-, textil-, skogs- och varvsindustrin samt den grafiska industrin. Snabbt växande branscher är i de flesta länder de som tillverkar kemiska produkter samt branscher

Tabell 6. Årlig produktionsutveckling i olika branscher i förhållande till hela industrins årliga produktionsutveckling i vissa länder 1961–1970

SNI-kod	Bransch	Kanada	USA	Japan	Belgien	Finland	Frankrike	Västtyskland	Italien	Nederländerna	Norge	Sverige	Storbritannien	Medeltal
23	Malmgruvor	0,78	0,51	0,16	–	0,48	–0,30	–1,21	–0,36	–	1,92	0,65	–1,04	0,16
31	Livsmedels-, dryckesvaru- och tobaksindustri	0,74	0,64	0,66	0,71	1,33	0,58	0,66	1,01	0,48	0,73	0,65	0,89	0,75
32	Textil-, beklädnads-, läder- och lädervaruindustri	0,58	0,51	0,63	0,57	0,52	0,37	0,64	1,23	0,23	0,02	0,17	0,10	0,38
33	Trävaruindustri	0,76	0,68	0,35	1,49	0,60	0,98	0,89	0,63	–	1,26	1,13	0,48	0,84
3411	Massa- och pappersindustri	0,73	1,04	–	1,18	0,87	–	0,88	0,72	–	–	0,85	0,93	0,90
3412–19	Pappers- och pappförpackningsindustri samt övrig pappers- och pappersvaruindustri	0,58	0,98	0,78	1,39	0,90	0,77	1,04	1,25	1,03	1,14	0,98	0,86	0,97
342	Grafisk industri	0,48	0,81	–	–	1,13	0,97	1,00	–	0,89	0,90	0,68	1,04	0,88
351	Egentlig kemisk industri	1,53	1,79	1,00	1,53	2,25	1,57	1,98	1,40	2,13	1,56	2,10	3,07	1,83
353-54	Petroleum- och kolproduktindustri	0,78	0,75	1,31	0,61	2,83	2,00	–	2,03	1,66	1,65	1,73	1,71	1,54
355	Gummivaruindustri	1,13	0,91	0,75	0,77	1,41	–	1,18	0,99	0,55	0,98	1,12	1,61	1,03
36, 29	Jord- och stenvaruindustri samt andra gruvor och mineralbrott	1,07	0,58	0,76	0,68	1,22	1,22	0,75	0,96	0,75	1,08	0,92	0,96	0,91
371	Järn-, stål- och ferrolegeringsverk	1,03	0,72	1,06	1,12	1,94	0,55	0,63	1,21	1,47	1,10	1,12	0,54	1,04
372	Icke-järnmetallverk	0,98	1,06	0,93	0,90	1,07	0,73	0,82	0,81	–	1,92	0,93	0,43	0,96
381	Metallvaruindustri	1,06	0,98	1,10	0,88	1,22	0,92	0,80	0,36	0,99	1,12	1,13	0,68	0,94
382	Maskinindustri	1,45	1,30	1,32	1,35	0,61	1,07	0,66	0,75	–	0,98	1,23	1,14	1,08
383	Elektroindustri	1,23	1,11	1,41	1,11	1,17	1,60	1,36	0,15	1,27	1,52	1,18	2,07	1,27
3842-9	Transportmedelsindustri utom skeppsvarv och båtbyggerier	1,73	0,89	1,38	1,32	0,49	1,30	1,32	1,15	–	0,69	1,10	0,79	1,11
3841	Skeppsvarv och båtbyggerier	0,45	0,62	–	0,23	0,77	1,12	0,48	0,84	–	–	0,87	–1,00	0,49
385, 39	Övrig industri	1,36	1,29	0,32	1,30	1,15	1,13	–	0,64	–	0,77	1,08	1,56	1,05

Anm: Branschelasticiteterna har här beräknats med hjälp av de genomsnittliga produktionsförändringarna mellan basår och slutår (jfr tabell 5, där elasticiteterna beräknats med hjälp av regressions teknik).

Källa: The Growth of World Industry, UN 1971.

Tabell 7. Rangkorrelationskoefficienter för industrins tillväxttakt i vissa länder 1961–1970

	Rangkorrelationskoefficienter	
	mot Sverige	mot medeltal
Kanada	0,64	0,74
USA	0,59	0,72
Finland	0,44	0,49
Storbritannien	0,56	0,74
Japan	0,61	0,71
Belgien	0,44	0,45
Frankrike	0,65	0,72
Västtyskland	0,51	0,66
Italien	0,09	0,33
Nederländerna	0,90	0,89
Norge	0,37	0,15
Sverige	–	0,81

Anm: Korrelationskoefficienterna har beräknats enligt $r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$

Källa: Tabell 6.

som utgör undergrupper till verkstadsindustrin med undantag av metallvaruindustrin. Vid jämförelse av de svenska värdena på branschelasticiteterna med genomsnittsvärdena visar det sig att Sverige har haft i stort sett samma strukturomvandlingsmönster som de övriga länderna i genomsnitt. De branscher för vilka elasticiteten är högre än i övriga länder är i stort sett sådana som Sverige har eller haft speciella förutsättningar för, till stor del beroende på tillgång till råvaror, t ex malmgruvor och trävaruindustri. Vad gäller branscher som uppvisar en lägre elasticitet än genomsnittet för övriga länder – t ex livsmedels-, textil- och grafisk industri – karakteriseras dessa av en produktionsteknik som är relativt arbetsintensiv. Eftersom kostnaderna för arbetskraft i relation till kostnaderna för kapital är relativt höga i Sverige vid en internationell jämförelse, dvs de komparativa kostnaderna är i Sverige höga för arbetsintensiv produktion, står även utvecklingen inom dessa branscher i god samklang med teorin för de komparativa kostnaderna.

Motsvarande material för 1950-talet uppvisar ett likartat internationellt branschmönster som det för 1960-talet. Vissa betydelsefulla undantag finns emellertid. Under 1950-talet var t ex järn- och stålverken klart mera expansiva än genomsnittet, medan detta inte gällt för 1960-talet. Vidare låg träindustrin mera markerat under genomsnittet än vad som varit fallet under det senaste decenniet. I stort sett samma förändringar har vi, som tidigare nämnts, kunnat observera för Sverige.

Trots den alltmer ökade betydelsen av den internationella handeln har branschmönstret på den aggregeringsnivå vi här studerar utvecklats på ett likformigt sätt i industriländerna. Detta torde i första hand kunna ses som en följd av likformigheten i förbrukningsstrukturens utveckling. En annan inte oväsentlig faktor torde vara att ett någorlunda likformigt ekonomiskt framåtskridande bland länder på ungefär samma inkomstnivå, vilket i stort sett kan sägas karakterisera industriländerna, inte medför

några större förändringar vad gäller de komparativa kostnaderna, åtminstone inte mellan industriländer och övriga länder. Anledningen är bl a att kostnadsrelationerna mellan olika typer av produktionsresurser, t ex arbetskraft av olika kvaliteter och kapital, i viss utsträckning är beroende av inkomstnivån, bl a på grund av att kunskapsnivån utan tvekan samvarierar med inkomstnivån. Kunskapsnivån utgör ju en restriktion för vilka typer av industrier ett land kan driva på konkurrensmässig basis. Detta innebär att ju mer kunskapsnivån ökar, desto större betydelse får branscher med en komplicerad produktionssteknik, t ex kapitalvaruindustrierna och den kemiska industrin. En annan inte oväsentlig faktor är att hemmamarknadens storlek växer med den fortgående inkomstförbättringen, vilket gör det lättare att utnyttja skalfördelar, vilket t ex är utmärkande för den kemiska industrin. Vad som sagts ovan innebär således att det inte bara är förbrukningsstrukturen som är korrelerad med inkomstnivån utan i viss mån även de komparativa kostnaderna. En ytterligare förklaring till att branscherna trots liberaliseringen av handelshindren utvecklats på ett likartat sätt inom industriländerna är att vi här rör oss på en relativt hög aggregeringsnivå. Det har nämligen visat sig att de specialiseringstendenser som förekommer mellan industriländerna främst sker inom de här använda branschaggregaten och i mindre utsträckning mellan dessa branscher.

Vi kan alltså konstatera att det historiskt sett finns något som i stort sett kan karakteriseras som en normal utveckling av branschstrukturen. Finns det då några faktorer som talar för att branschstrukturen också i fortsättningen kommer att utvecklas efter det hittillsvarande mönstret eller kan vi för någon eller några branscher vänta oss en annorlunda utveckling? Avgörande för denna fråga är för det första huruvida efterfrågan kommer att förändras efter det hittillsvarande mönstret, dvs kommer man även i fortsättningen att få möta en jämförelsevis snabb tillväxt av efterfrågan på varaktiga konsumtionsvaror, kemiska produkter och kapitalvaror, eller kommer den framtida förbrukningen att få ett innehåll som helt eller delvis avviker från den historiska trenden? Den andra avgörande faktorn är i vilken omfattning den svenska industrin kommer att anpassa sig till detta mönster, eller med andra ord, hur kommer industrins specialiseringsmönster att se ut i framtiden?

Det enklaste antagandet är att strukturomvandlingen i framtiden kommer att ske efter i stort sett samma mönster som gällt under efterkrigstiden. I tabell 8 har tillväxttakterna för branscherna vid låg- och högtillväxtalternativen beräknats med användande av de i tabell 6 beräknade branschelasticiteterna. I den sammanfattande prognosen för industribranschernas energiförbrukning har vi brutit ut vissa från energiförbrukningssynpunkt tunga branscher (markerade med kryss) och gjort särskilda produktionsprognoser för dessa, vilka närmare motiveras i branschavsnitten. Den övriga industrin har behandlats mycket summariskt.

En jämförelse mellan tabell 8 och de i sammanfattningskapitlet redovisade hög- och lågtillväxtalternativen för de utvalda branscherna ger vid handen att massa- och pappersindustrins tillväxttakt antagits bli lägre

Tabell 8. Produktionsvolymens utveckling 1970–1985 i olika branscher i Sverige.

SNI-kod	Bransch	Årlig procentuell förändring	
		Lågtillväxt- alternativ	Högtillväxt- alternativ
23	Malmgruvor	3,2	4,8
2301	Järnmalmgruvor ^x	3,4	5,1
31	Livsmedels-, dryckesvaru- och tobaksindustri ^x	2,0	2,9
32	Textil-, beklädnads-, läder- och lädervaruindustri	0,6	0,7
33	Trävaruindustri	3,5	5,1
3411	Massa- och pappersindustri ^x	3,5	5,1
3412-19	Pappers- och pappförpacknings- industri samt övrig pappers- och pappersvaruindustri	5,8	8,5
342	Grafisk industri	2,5	3,7
351-52, 356	Egentlig kemisk och plast- industri ^x	6,7	9,9
353-54	Petroleum- och kolprodukt- industri	5,7	8,4
355	Gummivaruindustri	4,3	6,3
36, 29	Jord- och stenvaruindustri samt andra gruvor och mineralbrott	3,3	4,8
36921	Cementindustri ^x	2,3	3,4
371	Järn-, stål- och ferrolege- ringsverk ^x	4,5	6,7
372	Icke-järnmetallverk ^x	3,8	5,6
381	Metallvaruindustri	4,4	6,5
382	Maskinindustri	4,8	7,2
383	Elektroindustri	4,6	6,8
3842-9	Transportmedelsindustri utom skeppsvarv och båtbyggerier	5,0	7,3
3841	Skeppsvarv och båtbyggerier	3,2	4,8
385, 39	Övrig industri	3,8	5,7
	Hela industrin	4	6

Anm: De branschmässiga tillväxttakterna är beräknade enligt:

$$(1 + g_j)^{15} = \frac{(1 + m e_j)^{15}}{\sum \sigma_j (1 + m e_j)^{15}} \cdot (1 + m)^{15}$$

där g_j = branschmässig tillväxttakt
 m = antagen tillväxttakt för hela industrin
 e_j = branschelasticitet 1954–1973
 σ_j = branschens andel av hela industrins förädlingsvärde 1970.

För branscher markerade med x görs särskilda prognoser i följande kapitel.

än trenden. Detsamma gäller kemisk industri, medan stålindustrins produktionsökning förutsatts bli högre. Malmgruvorna ligger över trenden och för livsmedelsindustrin har vi tagit trendvärdena.

3 Energiåtgången i svensk industri – en översikt

3.1 Branschernas energiförbrukning 1970

Den specifika energiåtgången, här mätt såsom kvoten mellan den totala energiåtgången¹ och produktionsvolymen (dvs förädlingsvärde i fasta priser), varierar kraftigt mellan branscher i svensk industri. 1970 krävdes i datamaskinindustrin (SNI 38251) endast 58 kWh per 1 000 kronor förädlingsvärde, medan det i cementindustrin (SNI 36921) samma år krävdes 30 985 kWh för samma produktionsvolym. Inom hela den svenska tillverkningsindustrin åtgick i genomsnitt 2 528 kWh per 1 000 kronor förädlingsvärde.

En översikt av den specifika energiåtgången i olika branscher ges i tabell 9 och i figur 2. Härav kan bl a beräknas att massa- och pappersindustrin samt järn- och stålverk tillsammans svarar för 48,1 % av den totala energiåtgången i industrin. Tillsammans med järnmalmstuguvor, livsmedels-, kemisk och cementvaruindustri, samt ferrolegeringsverk och icke-järnmetallverk svarar dessa för 73,1 % av industrins energiåtgång och 32,7 % av dess förädlingsvärde. Det är för övrigt också dessa branschernas energiförbrukning som i första hand analyseras i kapitlen 4 och 5. Huvudparten av industrins energiförbrukning är således koncentrerad till ett fåtal branscher. Av tabellen framgår också att den specifika åtgången varierar kraftigt även mellan dessa största energiförbrukare. Man kan också konstatera att det är de extraktiva och råvarunära branscherna som är mest energintensiva. De senare stegen i bearbetningen tenderar att vara mindre energikrävande.

Tabell 10 anger produktionskostnadernas andel av saluvärdet i olika svenska industrigrupper 1970. I tabellen redovisas även löne- och kapitalkostnadsandelarna av saluvärdet. Som synes utgör energikostnaderna endast en mindre del av de totala kostnaderna även i de mest energikrävande branscherna: 7,9 % respektive 6,0 % av saluvärdet i järn- och stål- respektive massa- och pappersindustrin. I cementindustrin uppgick dessa kostnader till 16,4 % av saluvärdet 1970.

¹ Med "total energiåtgång" avses här och i det följande den mängd energi som tillförts via elektricitet och bränslen. Den energimängd som är bunden till olika råvaror beaktas inte här förutom att kol och koks i järn- och stålframställning behandlas som bränsle och inte som råvara. För vissa branscher i kapitlen 4 och 5 görs dock försök att även beakta energiinnehållet i råvaror. I denna studie används kilowattimmar (kWh=10³Wh) som basmått på energi. Följande beteckningar används också: MWh(megawattimmar)=10⁶Wh; GWh(gigawattimmar)=10⁹Wh samt TWh(terawattimmar)=10¹²Wh. Omräkning av olika mått på bränslen till dessa enheter har gjorts enligt de värden som anges i *Sveriges energiförsörjning 1955–85*. Rapport avgiven av Energikommittén. Finansdepartementet 1967:8, s 185. Vid denna omräkning har ingen hänsyn tagits till att el och bränslen är endast begränsat utbytbara mot varandra och att omvandlingen från den *primära* energiformen olja till den *sekundära* energiformen elektricitet medför förluster på mellan 10 och 60 %. IUI har emellertid bedömt de felaktigheter som härigenom uppstår som betydligt mindre viktiga, särskilt med hänsyn till den allmänna osäkerhet som vidlåder industristatistikens uppgifter, än fördelarna av ett enhetligt mått på energi och den därmed förenklade framställningen.

Tabell 9. Energiåtgång i svensk industri med fördelning på branscher 1970.

SNI-kod	Bransch	Förädlingsvärde Mkr	Bränsleåtgång GWh	Elåtgång GWh	Total energiåtgång GWh	Specifik energiåtgång GWh/Mkr förädlingsvärde
23	Malmgruvor	1 287	3 146	1 474	4 620	3,6
2301	Järnmalmgruvor	999	2 953	1 091	4 044	4,0
29	Andra gruvor och mineralbrott	153	218	79	297	1,9
31	Livsmedels-, dryckesvaru- och tobaksindustri	4 783	5 910	1 015	6 925	1,4
32	Textil-, beklädnads-, läder- och lädervaruindustri	2 720	2 241	391	2 632	1,0
33	Trävaruindustri	3 694	2 155	950	3 105	0,8
3411	Massa- och pappersindustri	3 615	28 065 ¹	10 436 ²	38 501 ^{1,2}	10,7
34111-	Massa- och pappersindustri					
34112	(exkl träfiberplattindustri)	3 435	26 030	9 922	35 952	10,5
3412-3419	Pappers- och pappförpackningsindustri samt övrig pappers- och pappersvaruindustri	627	308	113	421	0,7
342	Grafisk industri (exkl förlag)	2 662	486	203	689	0,3
351	Kemikalie-, gödselmedels- och plastindustri	1 200	3 714	4 183	7 897	6,6
352	Annan kemisk industri	1 412	1 076	180	1 256	0,9
353	Petroleumraffinaderier	334	460	182	642	1,9
354	Smörjmedels-, asfalt- och kolproduktindustri	149	175	25	200	1,3
355	Gummivaruindustri	668	931	219	1 150	1,7
356	Plastvaruindustri	480	165	142	307	0,6
36	Jord- och stenvaruindustri	2 105	11 888	1 236	13 124	6,2
3621	Cementindustri	196	5 610	452	6 062	31,0
371	Järn-, stål- och ferrolegeringsverk ³	3 519	22 779	5 533	28 312	8,0
37101	Järn- och stålverk	3 103	20 758	3 984	24 742	8,0
37102	Ferrolegeringsverk	132	983	1 291	2 274	17,2
372	Icke-järnmetallverk	800	1 156	1 828	2 984	3,7
381	Metallvaruindustri	4 022	2 246	900	3 146	0,8
382	Maskinindustri	6 103	3 341	1 120	4 461	0,7
383	Elektroindustri	3 203	1 002	545	1 547	0,5
3841	Skeppsvarv, båtbyggerier	1 150	895	221	1 116	1,0
3842-	Transportmedelsindustri utom					
9	skeppsvarv, båtbyggerier	3 616	2 040	614	2 654	0,7
385	Industri för instrument, foto- och optikvaror	403	60	23	83	0,2
39	Annan tillverkningsindustri	257	85	25	110	0,4
2+3	Gruvor och mineralbrott samt tillverkningsindustri	48 962	94 553	31 637	126 190	2,6

¹ Exklusive lutar och bark.² I siffran ingår den elkraft som genereras inom branschen.

Källa: SOS Industri 1970.

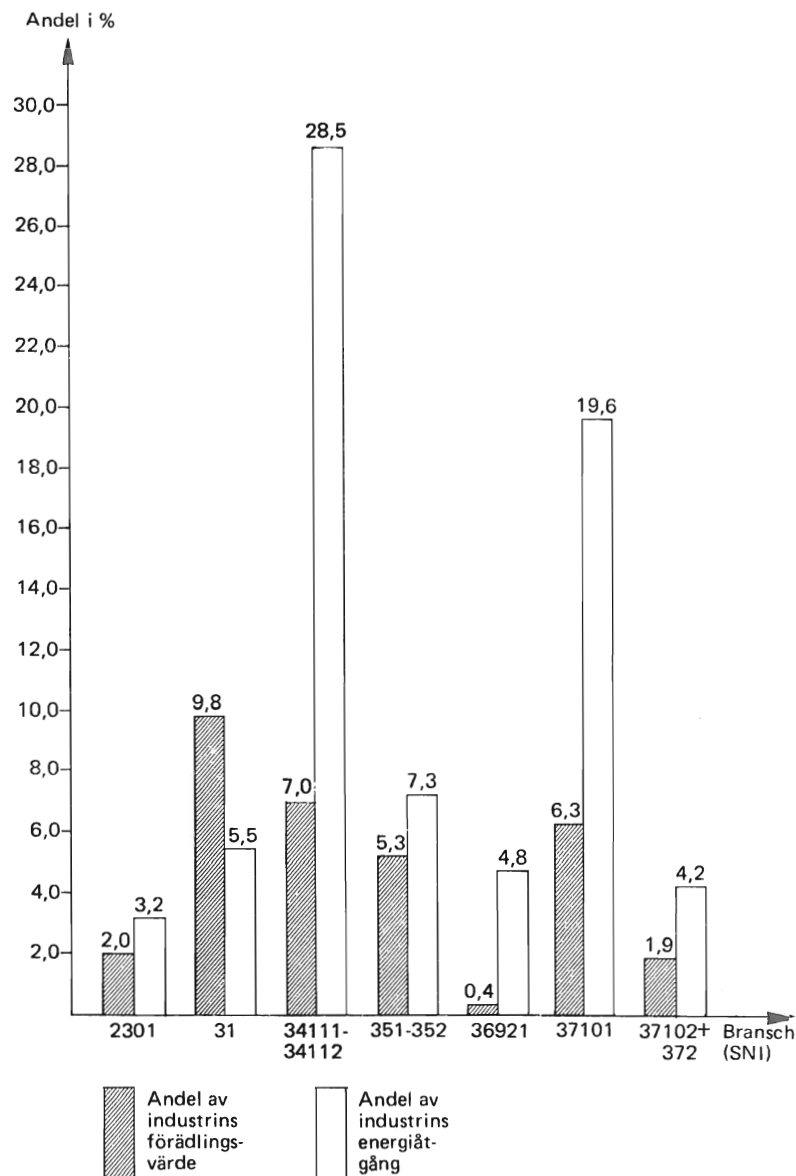
Tabell 10. Produktionskostnadernas andel av saluvärdet i olika branscher i Sverige 1970

SNI-kod	Bransch	Saluvärde Mkr	Bränsle- kostnad % av saluvärde	El. kostnad % av saluvärde	Total energi- kostnad % av saluvärde	Lönekost- nader ¹ % av salu- värde	Kapital- kostna- der ² % av saluvärde
23	Malmgruvor	1 694	2,2	3,2	5,4	24,3	49,7
2301	Järnmalmsgruvor	1 312	2,7	3,1	5,8	22,7	51,4
29	Andra gruvor och mineral- brott	194	1,6	3,1	4,7	35,0	39,5
31	Livsmedels-, dryckesvaru- och tobaksindustri	16 918	0,6	0,4	1,0	13,0	13,6
32	Textil-, beklädnads-, läder- och lädervaruindustri	5 392	0,6	0,6	1,2	36,0	10,4
33	Trävaruindustri	7 702	0,6	1,0	1,6	29,0	16,5
3411	Massa- och pappersindustri	8 308	2,3	3,7	6,0	18,8	23,0
3412- 3419	Pappers- och pappförpack- ningsindustri samt övrig pappers- och pappers- varuindustri	1 334	0,4	0,6	1,0	26,2	17,5
342	Grafisk industri (exkl för- lag)	3 771	0,3	0,4	0,7	44,0	21,6
351	Kemikalie-, gödselmedels- och plastindustri	2 695	1,5	4,9	6,4	20,5	20,9
352	Annan kemisk industri	2 461	0,7	0,5	1,2	29,0	24,2
353	Petroleumraffinaderier	1 363	0,9	0,5	1,4	2,9	19,8
354	Smörjmedels-, asfalt- och kolproduktindustri	435	0,9	0,5	1,4	12,1	20,0
355	Gummivaruindustri	1 192	0,9	1,1	2,0	38,0	13,9
356	Plastvaruindustri	842	0,6	1,2	1,8	33,8	19,0
36	Jord- och stenvaruindustri	3 456	3,5	1,9	5,4	35,1	22,2
36921	Cementindustri	301	10,2	6,2	16,4	23,3	38,3
371	Järn-, stål- och ferro- legeringsverk	7 555	5,1	2,8	7,9	25,7	18,3
37101	Järn- och stålverk	6 718	5,1	2,4	7,5	25,8	17,8
37102	Ferrolegeringsverk	369	5,3	10,1	15,4	14,2	21,1
372	Icke-järnmetallverk	3 136	0,5	1,6	2,1	10,8	13,3
381	Metallvaruindustri	7 393	0,6	0,9	1,5	34,8	15,0
382	Maskinindustri	11 358	0,5	0,7	1,2	37,3	11,9
383	Elektroindustri	5 911	0,3	0,6	0,9	38,7	10,1
3841	Skeppsvarv, båtbyggerier	3 108	0,4	0,5	0,9	34,4	-0,3
3842- 9	Transportmedelsindustri utom skeppsvarv, båt- byggerier	8 458	0,4	0,4	0,8	29,3	9,8
385	Industri för instrument, foto- och optikvaror	634	0,2	0,4	0,6	45,8	12,5
39	Annan tillverkningsindustri	454	0,5	0,6	1,1	36,6	15,0
2+3	Gruvor och mineralbrott samt tillverkningsindustri	105 761	1,1	1,2	2,3	27,5	15,6

¹ Till den i industristatistiken redovisade lönesumman har adderats uppgifter om arbetsgivaravgifter, vilka erhållits från nationalräkenskapsstatistiken.

² Kapitalkostnaderna har beräknats såsom förädlingsvärdet minus de korrigerade lönekostnaderna samt minus vissa mindre kostnadsposter, t ex administrationskostnader, som ej medtas i industristatistiken. Även dessa har erhållits från nationalräkenskapsstatistiken.

Källa: SOS Industri 1970.



Figur 2. De viktigaste energiförbrukande branschernas andelar av industrins förädlingsvärde och den direkta energiåtgången 1970.

Källa: SOS Industri 1970.

3.2 Svensk industris energiförbrukning i internationell jämförelse

Den svenska tillverkningsindustrins energiåtgång är hög i internationell jämförelse. Som framgår av tabell 11 var energiåtgången per anställd i svensk tillverkningsindustri 1970 134 MWh per år, medan motsvarande tal för Västtyskland var 117 och för Storbritannien 77. Detta är också vad man borde vänta sig. Eftersom vi i Sverige har relativt billig tillgång till vissa råvaror (skog och järnmalm) har den svenska industrin i stor utsträckning baserats på dessa råvaror. På grund av att dessa för sin

Tabell 11. Energiåtgång per anställd i industrin i Sverige, Storbritannien och Västtyskland 1970

	Antal an- ställda	Bränsle- åtgång GWh	Elåtgång GWh	Total energi- åtgång GWh	Energiåtgång (i MWh) per anställd
<i>Sverige</i>					
Gruvor och mineralbrott	13 853	3 364	1 553	4 917	355
Tillverkningsindustri	907 725	91 189	30 084	121 273	134
Summa	921 578	94 553	31 637	126 190	137
<i>Storbritannien</i>					
Tillverkningsindustri	8 910 000	610 873	72 756	683 629	77
<i>Västtyskland</i>					
Tillverkningsindustri	8 407 011	862 460	119 148	981 608	117

Källor: Sverige: SOS Industri 1970. Storbritannien: Bränsle- och elåtgång: Department of Trade and Industry, Digest of UK Energy Statistics 1972, HMSO, London 1972 (tabellerna 7 och 9). Antal anställda: UN, The Growth of World Industry, 1971 Vol I (General industrial statistics 1961–1970). New York 1973. Västtyskland: Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 1972, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 1972.

utvinning och bearbetning kräver stora mängder energi och kapital har den svenska industrin kommit att få en relativt energi- och kapitalintensiv struktur. En annan bidragande orsak till denna struktur kan vara att vi i Sverige sedan länge haft låga priser på energi i jämförelse med andra länder, framför allt i jämförelse med kostnaderna för arbetskraft, men även absolut sett.

En grov jämförelse av vissa energipriser och lönekostnader i industrin i Sverige och Storbritannien visas i tabell 12. Då priserna på energi varierar mycket kraftigt med avseende på varans kvalitet, leveransort, leveranstidpunkt, leveransstorlek etc, är exakta jämförelser inte möjliga, men de angivna siffrorna torde påvisa storleksordningen av de skillnader som finns. Man kan således konstatera att de svenska elpriserna legat på ungefär hälften av motsvarande priser i Storbritannien. Liknande data, som dock är preliminära, för Västtyskland visar att det svenska elpriset under 1960-talet legat på ungefär en tredjedel av det västtyska.

Eftersom hela tiden lönekostnaderna i Sverige legat väsentligt över andra länders, har det förelegat vissa incitament för svensk industri att så långt möjligt ersätta arbetskraft med energi, främst i form av elenergi. Detta incitament har blivit starkare under perioden 1955–1970, eftersom lönerna ökat kraftigt medan energipriserna varit i stort sett oförändrade i löpande penningvärde (dvs sjunkit relativt till faktor- och varupriser i allmänhet). Tyvärr har det inte varit möjligt att erhålla liknande data för kapitalpriserna i de tre länderna, men man kan förmoda att de legat på ungefär samma nivå i Sverige som i Storbritannien och Västtyskland.

Det är också intressant att notera att priset per kWh för elektricitet i Sverige har varit ca fyra gånger högre än priserna på olja och kol omräknade

Tabell 12. Energipriser och lönekostnader i industrin i Sverige och Storbritannien 1955–1970

	Elektricitet		Tung eldningsolja		Stenkol		Total lönekostnad i egentlig industri			
	öre/kWh	Index (Sverige= =100)	kr/m ³	öre/kWh	Index (Sverige= =100)	kr/ton	öre/kWh	Index (Sverige= =100)	öre/ arbetad timme	Index (Sverige= =100)
<i>Sverige</i>										
1955	5,8	100	123:-	1,14	100	89:-	1,18	100	..	..
1960	4,3	100	109:-	1,01	100	73:-	0,97	100	681	100
1965	4,3	100	109:-	1,01	100	76:-	1,01	100	1 040	100
1970	4,8	100	135:-	1,25	100	94:-	1,24	100	1 620	100
<i>Storbritannien</i>										
1955	7,1	122	123:-	1,14	100	59:-	0,78	66	..	..
1960	7,6	177	113:-	1,05	104	78:-	1,03	107	523	77
1965	8,6	200	95:-	0,88	87	84:-	1,11	111	720	69
1970	8,2	171	109:-	1,01	81	83:-	1,10	88	970	60

Källor: Sverige: Elektricitet: SOS Industri för respektive år. Priserna avser både hög- och lågspänningsleveranser. Tung eldningsolja: L Pehrson, Oljepriserna fortsätter upp, Affärsvärlden/Finanstidningen, 16, 1973, s 544. Stenkol: SOS Utrikeshandel för respektive år. Priserna avser gas- och kokskol (BTN 27.01.120). Storbritannien: Alla energipriserna erhållna från Department of Trade and Industry, Digest of United Kingdom Energy Statistics 1972, HMSO, London, 1972, tabell 90.

till öre/kWh, medan i Storbritannien och Västtyskland relationen varit respektive cirka 8:1 och 12:1. Incitamenten till att använda el i stället för olja och kol har således varit betydligt starkare i Sverige än i de båda andra länderna.¹ Detta är förmodligen en av de viktigaste orsakerna till att den svenska industrins energiförbrukning till 25 % utgörs av elektricitet (motsvarande 52 % av de totala energikostnaderna), medan motsvarande andelar för Storbritannien och Västtyskland endast är cirka 12 %.²

Under trycket av utländsk konkurrens borde alltså den svenska industrin ha anpassat sig till ovannämnda skillnader i relativa priser på olika produktionsfaktorer så att vi dels fått en mer energikrävande industristruktur än andra västeuropeiska länder, dels vid produktion av varje vara använder mera energi per producerad enhet och per arbetare. I syfte att något belysa den relativa betydelsen av dessa båda anpassnings-

¹ I vissa fall, t ex för belysningsändamål, är naturligtvis substitutionsmöjligheterna mellan elektricitet och bränslen mycket små, medan de är betydande när det gäller t ex uppvärmningsändamål.

² De ovannämnda skillnaderna mellan energislag i priset per kWh kan synas orimligt stora. Med hänsyn till att verkningsgraden i ett oljeeldat kondenskraftverk är ca 40 %, skulle enbart den rörliga kostnaden tyda på ett prisförhållande av 2,5:1 för olja i förhållande till el. Därtill kommer emellertid överföringsförluster (10–12 %) och fasta (anläggnings-) kostnader i storleksordningen 2–3 gånger den rörliga kostnaden. Detta skulle tyda på dels att det verkliga kostnadsförhållandet mellan el och olja skulle vara närmare 8:1 än 4:1, dels att vattenkraftens dominans i den svenska elförsörjningen haft kraftigt prisnedhållande effekter på el.

Tabell 13. Effekterna på den svenska tillverkningsindustrins energiåtgång av en omstrukturering av branschmönstret TWh.

Faktisk energiåtgång inom tillverkningsindustrin 1970	Hypotetisk energiåtgång inom tillverkningsindustrin 1970 med 1970 års specifika energiåtgångstal i respektive bransch och med den branschstruktur som gällde i	
	Västtyskland (1967)	England (1970)
121	100	77

Källor: Förädlingsvärdets fördelning på branschen i Västtyskland har erhållits från Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 1972, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 1972, tabell XII. 3. För England har motsvarande data erhållits från *Annual Abstracts of Statistics 1973*, No. 110. Central Statistical Office, HMSO, London 1973, tabell 167.

mekanismer har följande hypotetiska beräkningar gjorts (jfr tabell 13). Om man utgår från den specifika energiåtgången i svensk tillverkningsindustri 1970 och antar att det totala förädlingsvärdet i denna fördelats på branscher efter samma mönster som i Västtyskland eller Storbritannien i stället för efter det faktiska mönstret, skulle den totala energiåtgången ha varit icke oväsentligt lägre än den faktiska. Enligt tabellen skulle energiåtgången ha minskat från 121 till 100 TWh efter det tyska mönstret och till 77 TWh efter det engelska mönstret. Detta motsvarar en sänkning av den specifika energiåtgången från 2,5 till 2,1 respektive 1,6 MWh per 1 000 kronor förädlingsvärde.

Med utgångspunkt i de sålunda erhållna hypotetiska värdena för den totala energiåtgången kan man även beräkna åtgången per anställd. Den fråga man då söker besvara är "Hur mycket skulle energiåtgången per anställd i svensk industri ha varit, om vi hade haft tysk eller engelsk struktur i fördelningen av industrins totala förädlingsvärde?" Om man antar att den svenska arbetsproduktiviteten (dvs förädlingsvärdet per anställd) i varje bransch skulle ha varit densamma som den faktiska, hade vi för den tyska (engelska) fördelningen av det faktiska svenska förädlingsvärdet i industrin behövt 895 800 (950 600) sysselsatta i industrin (jämfört med det faktiska antalet 907 700).¹ Genom att dividera den hypotetiska energiåtgången i industrin efter tysk (engelsk) industristruktur enligt tabell 13 med respektive antal sysselsatta finner man att energiåtgången per sysselsatt skulle ha varit 112 (81) MWh per år.

I jämförelse med resultaten i tabell 11 (117 respektive 77 MWh) innebär detta att den svenska industrin skulle ha förbrukat något mindre energi per anställd för att framställa den tyska och något mera för den engelska produktmixen än som faktiskt gick åt i dessa länder. Skillnaderna är emellertid inte stora. Det förefaller som om den svenska industrins höga energiåtgång beror mera på valet av branschstruktur än på valet av produktionsteknik.

¹ Man kan således konstatera att enligt denna beräkning skulle sysselsättningen i svensk industri ha varit lägre (högre) än den faktiska med tysk (engelsk) fördelning av industrins förädlingsvärde.

Tabell 14. Sveriges import och export av energi via varuhandel och via handel med energivaror 1955, 1963 och 1970. GWh.

	1955	1963	1970
<i>Via handel med industrivaror</i>			
Införsel	14 735	17 877	37 656
el	2 128	3 677	10 314
bränslen	12 607	14 200	27 342
Utförsel	-27 822	-47 125	-76 543
el	-4 574	-8 862	-16 300
bränslen	-23 248	-38 263	-60 243
<i>Saldo i handel med industrivaror</i>	-13 087	-29 248	-38 887
el	-2 446	-5 185	-5 986
bränslen	-10 641	-24 063	-32 901
<i>Via handel med energivaror</i>			
Införsel	115 885	180 492	272 059
el	282	905	6 613
bränslen	115 603	179 587	265 446
Utförsel	-437	-3 193	-23 461
el	-175	-864	-2 555
bränslen	-262	-2 329	-20 906
<i>Saldo i handel med energivaror</i>	115 448	177 299	248 598
el	107	41	4 058
bränslen	115 341	177 258	244 540
<i>Saldo totalt</i>	102 361	148 051	209 711
el	-2 339	-5 144	-1 938
bränslen	104 700	153 195	211 639

Anm: Tabellen inkluderar ej indirekt energiåtgång, dvs energiåtgång i tidigare processled än den exporterande branschen.

I handel med energi via varuhandeln inkluderar massaindustrins användning av lutar och bark.

Källor: Direkt in- och utförsel: SOS Utrikeshandel.

Indirekt in- och utförsel 1955 och 1963: *Sveriges Energiförsörjning 1955–1985*. Rapport avgiven av Energikommittén. Finansdepartementet 1967:81, s 190. 1970: EPU.

3.3 Energiimport och -export via varuhandel

Om Sverige således har komparativa fördelar på energikrävande produktion, borde detta förhållande reflekteras också i vår import och export av varor. Man förväntar sig alltså att Sverige skulle ha en nettoexport av energi via varuhandeln. Av tabell 14 framgår också att så är fallet. År 1955 var denna nettoexport 13 TWh, 1963 29 TWh och 1970 39 TWh. Båda de sistnämnda åren utgjorde nettoexporten av energi via varuhandeln ungefär en tredjedel av energiåtgången i industrin.¹

Eftersom Sverige har en mycket stor import av energi i form av energivaror (olja, kol, el etc) är det intressant att jämföra denna import

¹ Energiåtgången i industrin avser de siffror som anges i tabell 9. Denna jämförelse är dock något missvisande, eftersom massaindustrins användning av lutar och bark som bränsle inkluderas i energiimport och -export men ej i industrins energiförbrukning i tabellen.

med den nettoexport av energi som går via varuhandeln. En sådan beräkning visas i nedre delen av tabell 14. Nettoimporten av energivaror har ökat från 115 TWh år 1955 till 249 TWh år 1970. Energisaldot i handeln med varor har således varit ganska litet i förhållande till denna nettoimport, men det har ökat från 11 % 1955 till 16 % 1970.

Vissa reservationer beträffande tolkningen av dessa resultat synes emellertid motiverade. För det första är kalkylerna gjorda på en ganska hög aggregeringsnivå. Eftersom beräkningarna är baserade på antagandet att det specifika energiinnehållet är lika stort i importen som i exporten från en viss bransch, kan felskattningar uppstå om importen har en annan fördelning på varor inom varje bransch än exporten. Om den svenska industrin specialiserar sig på energiintensiv produktion inom varje bransch på samma sätt som den gör det totalt sett, skulle nettoexporten av energi via varuhandeln vara underskattad.

För det andra avser beräkningarna endast den energi som exporteras via varor från den exporterande branschen. Den energi som använts i tidigare produktionsled beaktas således ej. Detta kan också leda till underskattningar av den verkliga nettoexporten av energi via varuhandeln. Ett exempel på detta är verkstadsindustrin, där den specifika energiåtgången är relativt låg men där råvarorna (järn- och stålvaror) kräver mycket energi. Felskattningen behöver emellertid inte vara alltför allvarlig ens i denna bransch, som svarar för en mycket stor andel av den totala industrivaruexporten. Importen är nämligen här ungefär lika stor som exporten. Däremot kan det spela en avgörande roll i branscher med stor nettoexport eller -import om man bortser från energiåtgången i tidigare produktionsled.

Med hänsyn till de båda ovannämnda reservationerna har alternativa beräkningar gjorts med användande av ett något mera disaggregerat material som också ger möjlighet att kalkylera både direkt och indirekt energiåtgång.¹ Vad beträffar handel med energi via varuhandel med beaktande av endast direkta åtgångstal (dvs utan hänsyn till tidigare produktionsled) stämmer denna kalkyl väl överens med den som redovisas i tabell 14, förutom i ett avseende. I tabell 14 har hänsyn tagits till massaindustrins användning av energi i form av lutar som erhålls vid massaframställningen och som används som bränsle. Denne energikälla har däremot inte beaktats i den alternativa kalkylen, som för massa- och pappersindustrin redovisar en bruttoenergiexport via varuhandeln som är 22,6 TWh mindre och en bruttoenergiimport som är 1,4 TWh mindre än den som ligger till grund för tabell 14. I den alternativa kalkylen blir då den totala energiexporten via varuhandeln 54,8 TWh i stället för 76,5 som i tabell 14 och den totala energiimporten via varuhandeln 35,7 TWh i stället för 37,7.² Enligt den alternativa kalkylen skulle alltså saldot i handel med energi via varuhandeln vara 19,1 TWh.

Eftersom de siffror avseende industrins energiförbrukning som finns tillgängliga för jämförelser mellan energiinnehåll i varuhandeln och

¹ Bergman. Energianvändning och oljeprisgenomslag i det svenska produktions-systemet. En input-outputstudie. Se bilaga 9, SOU 1974:65.

² Dessa värden avser industrin exklusive petroleum- och kolproduktindustri.

energiåtgång i industrin inte heller beaktar energiinnehållet i massaindustrins lutar, är den alternativa kalkylen mera jämförbar med dessa siffror än kalkylen i tabell 14. Exporten visar sig vara mera energiintensiv än industriproduktionen i genomsnitt: den motsvarar 35 % av produktionsvolymen och 43 % av energiåtgången i industrin. Importen visar sig däremot vara mindre energiintensiv än industrigenomsnittet. Importvolymen motsvarar 35 % av produktionsvolymen, medan energiåtgången för importen utgör endast 28 % av industrins energiförbrukning. Nettoexporten av energi via varuhandeln motsvarar 15 % av industrins energiåtgång. Trots att saldot i själva varuhandeln med industrivaror är obetydligt, sker alltså en nettoexport av energi via denna handel som motsvarar 15 % av energiåtgången i industrin.

Om man i stället använder *totala* energiåtgångstal, dvs om man beaktar även tidigare produktionsled, finner man att den mängd energi (i form av el och bränslen, alltså ej inkluderande lutar) som exporteras via varuhandeln är 131,3 TWh, medan den mängd som importeras via varuhandeln är 99,4 TWh.¹ Nettoexporten av energi via varuhandeln skulle alltså utgöra 31,9 TWh. Det visar sig alltså att om man tar hänsyn till tidigare produktionsled, blir nettoexporten av energi via varuhandeln ca 13 TWh eller mer än 50 % större än om man beaktar endast den exporterande branschens energiåtgång.

3.4 Utvecklingen av den specifika energiåtgången 1963–1971

Ovanstående översikt har bl a visat att den specifika energiåtgången varierar kraftigt mellan olika branscher, att den svenska industrin har ett relativt energikrävande branschmönster, och att incitament funnits att inom varje bransch välja en i jämförelse med utlandet energikrävande produktionsteknik. Med hänsyn till den under 1960- och 1970-talen alltmer ökande liberaliseringen av världshandeln och därmed följande längre gående internationella arbetsfördelningen (under förutsättning av över tiden stabila komparativa fördelar) kunde man kanske vänta sig att den specifika energiåtgången i den svenska industrin hade ökat under denna period.

Emellertid visar tabell 15 på raka motsatsen: under perioden 1963–71 har den specifika energiåtgången i industrin minskat med i genomsnitt 1,1 % om året. Minskningen är störst för bränsleåtgången (1,3 % per år) och betydligt mindre för elåtgången (0,3 % per år).

Som framgår av tabell 15 har utvecklingen varit mycket olikartad i olika branscher inom ramen för en sjunkande specifik energiförbrukning totalt sett inom industrin. Den snabbaste ökningen av den specifika energiåtgången har ägt rum inom icke-järnmetallverken, trävaruindustrin och den grafiska industrin. De branscher som snabbast minskat sin

¹ Det faktum att energiexporten via varuhandeln, mätt på detta sätt, är större än hela industrins energiåtgång förklaras av att de totala åtgångstalen inkluderar den energi som tillförts industrin via varor och tjänster från andra sektorer än industrin, t ex byggnadsindustri, jordbruk, transporttjänster etc.

Tabell 15. Utvecklingen av den specifika energiåtgången i svensk industri 1963–1971

SNI-kod	Bransch	Årlig förändring ¹ av den specifika energiåtgången, %
23	Malmgruvor	2,9
2301	Järnmalmgruvor	3,1
29+36	Andra gruvor och mineralbrott samt jord- och sten- industri	-1,9
36921	Cementindustri	-0,4
31	Livsmedels-, dryckesvaru- och tobaksindustri	-1,7
32	Textil-, beklädnads-, läder- och lädervaruindustri	-2,2
33	Trävaruindustri	4,6
3411	Massa- och pappersindustri	-0,4
3412-	Pappers- och pappförpackningsindustri samt övrig	
3419	pappers- och pappersvaruindustri	-1,5
342	Grafisk industri (exkl förlag)	3,5
351-354,		
356	Kemisk industri utom gummivaruindustri	-4,4
355	Gummivaruindustri	-0,4
371	Järn-, stål- och ferrolegeringsverk (exkl 37103, järn- och stålgiuterier)	-1,5
372	Icke-järnmetallverk (exkl 37204, giuterier för icke-järnmetall)	5,6
381	Metallvaruindustri	-2,1
382	Maskinindustri	-3,4
383	Elektroindustri	-3,7
3841	Skeppsvarv, båtbyggerier	-1,2 ²
3842-9	Transportmedelsindustri utom skeppsvarv, båt- byggerier	1,0
385+	Industri för instrument, foto- och optikvaror, ur	
39	samt annan tillverkningsindustri	0,2
2+3	Gruvor och mineralbrott samt tillverkningsindustri	-1,1

¹ De angivna ökningstakterna är beräknade med hjälp av regressionsteknik.

² Avser trend beräknad på perioden 1963–1970.

Källa: SOS Industri 1963–1971.

specifika energiförbrukning är den kemiska industrin, elektro- och maskinindustrin.

I det följande behandlas två faktorer som kan tänkas påverka den specifika energiåtgången i industrin. Den första är branschstrukturens förändring, den andra är företagets val av produktionsteknik och vad som betingar detta. Diskussionen i kapitel 2 och tidigare i detta kapitel har påvisat några av de viktigaste faktorerna som har styrt den svenska industriella utvecklingen. Frågan är nu om den ovan konstaterade minskade specifika energiåtgången i industrin kan hänföras till förskjutningar mellan branscher, dvs har branschmönstret förskjutits i riktning mot sådana branscher som har en låg specifik energiåtgång?

3.5 Branschstrukturens inverkan på energiförbrukningen

För att besvara frågan om branschstrukturens inverkan på den specifika energiförbrukningen kan följande beräkning göras. Enligt tabell 9 var den

Tabell 16. Strukturomvandlingens effekt på den svenska industrins energiåtgång 1955–1970, TWh

Faktisk energiåtgång inom industrin 1970	Hypotetisk energiåtgång inom industrin 1970 med 1970 års specifika energiåtgångstal i respektive bransch och med den branschstruktur som gällde			
	1955	1960	1963	1965
126	135	133	119	123

Källa: SOS Industri 1955–1970.

totala energiåtgången i den svenska industrin år 1970 126 TWh. Genom att multiplicera den specifika energiåtgången i varje bransch med branschens andel av produktionen ett annat år (multiplicerad med 1970 års faktiska produktionsvärde i industrin totalt) erhåller man en uppskattning av vilken betydelse förskjutningen i branschmönstret haft för den specifika energiåtgången. Högkonjunkturåren 1955, 1960 och 1965 har valts för denna analys. Av tabell 16 framgår att den totala energiförbrukningen skulle ha legat högre 1955 och 1960 än 1970 med den branschstruktur som då gällde. Branschutvecklingen sedan 1965 har dock gått i mer energikrävande riktning. Skillnaden är dock obetydlig. Slutsatsen är att förskjutningen i produktionsinriktningen icke i nämnvärd grad påverkat den specifika energiåtgången i industrin men samtidigt att förskjutningen i branschmönstret under perioden 1963–1971 snarare har motverkat än bidragit till den sänkta specifika energiåtgången i industrin.¹ Den senare torde således förklaras med att valet av produktionsteknik förändrats så att energiåtgången per producerad enhet sänkts.

Detta resultat stämmer väl överens med de resultat som erhållits i en studie av den specifika energiåtgången i västtysk industri.² Under perioden 1950–1960 sjönk den specifika energiåtgången med 4,1 % per år eller med ca en tredjedel samtidigt som den årliga ökningen av industriproduktionen var ca 10 %. De största minskningarna erhöles i kemisk industri och keramikindustri (minskning med 49 respektive 44 % under 10-årsperioden) och de minsta i järn- och stålindustri (18 %) och massa- och pappersindustri (22 %). Endast en liten del av den sänkta specifika energiförbrukningen för hela den västtyska industrin förklaras av förändringar i branschstrukturen. Den största delen av sänkningen beror på förändringar i produktionstekniken inom varje bransch.

Nedgången i den specifika energiåtgången kan även delvis förklaras av en ökad vidareförädling inom respektive bransch. Som framgår av branschanalyserna i det följande är det den kapitalintensiva processindustrin inom respektive bransch som svarar för den dominerande delen av branschens energiförbrukning.

¹ Trenden i specifik energiåtgång är beräknad för åren 1963–1971. År 1963 var ett lågkonjunkturår med en förhållandevis stark uppbromsning av produktionen i basindustrierna. Utgår man från 1963 års branschstruktur har utvecklingen därför gått i klart energikrävande riktning.

² Bernd Schreiber, Der spezifische Energieverbrauch der Industrie: Seine Entwicklung, seine Bestimmungsfaktoren und ihre Auswirkungen 1950–1960. Schriftenreihe des IFO-Instituts für Wirtschaftsforschung Nr 57, Berlin-München 1964.

3.6 Förändringar i produktionsteknik

Låt oss anta att produktionen inom industrin kan representeras av en produktionsfunktion

$$V = F(L, K, E)$$

där V = värdeavkastningen,¹ L = insats av arbetskraft, K = insats av kapital och E = insats av energi.

Problemet är nu först att undersöka vilka förändringar i produktionstekniken, dvs valet av kombinationer av produktionsfaktorer, som har inträffat under den aktuella perioden (1955–1970) och sedan diskutera orsakerna till dessa förändringar.

De fakta vi observerar är följande. Som påpekats tidigare, minskade den specifika energiförbrukningen i industrin med ca 1 % per år under perioden 1963–1971. I syfte att dels eliminera eventuella kortsiktiga (konjunkturella) variationer, dels erhålla data jämförbara med andra variabler har energiåtgången i industrin beräknats för 1955, 1960, 1965 och 1970. Från den senaste långtidsutredningen² har data erhållits avseende insatserna av arbetskraft och kapital samt produktionsvolymen. De genomsnittliga förändringarna i dessa variabler under perioderna 1955–1960, 1960–1965 och 1965–1970 samt för hela perioden 1955–1970 framgår av tabell 17.

Att döma av denna tabell har produktionsvolymen ökat snabbare än insatsen av någon av produktionsfaktorerna. Detta tyder på att någon form av teknologisk förändring har ägt rum; om det bara hade varit fråga om substitution av en produktionsfaktor med en annan, skulle ju insatsen av den senare ha ökat snabbare än produktionsvolymen. Problemet är att undersöka vilken typ av teknologisk förändring som kan ligga bakom denna utveckling.

Av tabellen framgår att arbetskraftsinsatsen är den som minskat mest i förhållande till produktionsvolymen, dvs arbetsproduktiviteten har stigit med 6 % per år 1955–70. Samtidigt som den specifika energi- och kapitalåtgången har minskat (dvs energi- respektive kapitalinsatsen per producerad enhet har minskat) har insatserna av båda dessa faktorer ökat i förhållande till arbetskraftsinsatsen. Däremot är skillnaden mellan tillväxttakterna för insatserna av energi och kapital inte särskilt stor. Över hela 15-årsperioden 1955–70 synes dock energiinsatsen per kapitalenhet ha minskat med ca en procent per år i genomsnitt (4,8–3,8).

Vilka incitament är det då som har lett till dessa förändringar i valet av produktionsteknik? Ett viktigt incitament är naturligtvis de relativa faktorpriserna och förändringar i dessa.

Tidigare visades (jfr tabell 12) att lönekostnaderna i industrin stigit mycket kraftigt under 1960-talet, framför allt i relation till priset för

¹ Här definierat som saluttillverkningsvärde minus råvarukostnader men ej med avdrag för energikostnader som annars är brukligt.

² SOU 1973:21. Bilaga 3, *Svensk Industri 1972–1977*, Lars Wohlin m fl, IUI. Tabell B 3:26.

Tabell 17. Produktion och produktionsfaktorinsatser i svensk industri 1955–1970

	Årlig procentuell förändring			
	Produktion	Kapitalstock	Arbetskraft timmar	Energi- åtgång
1955–1960	5,2	4,8	0,2	3,1
1960–1965	7,4	5,5	0,6	4,3
1965–1970	4,9	4,2	-1,5	4,1
1955–1970	5,8	4,8	-0,2	3,8

Källa: L Wohlin m fl, Svensk Industri 1972–1977. IUI Stockholm 1973. Uppgifter om energiåtgång har hämtats från SOS Industri 1955–1970.

energi. Tyvärr finns inga data över hur priset på kapital har utvecklats, men det är rimligt att anta att det har sjunkit i relation till lönerna. Med all sannolikhet har det dock inte sjunkit lika snabbt som den reala prisnivån på energi. De relativa faktorpristillväxterna skulle då ha lett till en strävan inom industrin att ersätta framför allt arbetskraft men även kapital med energi. I frånvaro av teknologiska förändringar skulle detta ha inneburit att energiintensiteten (E/L och E/K) ökat, att kapitalintensiteten (K/L) hade ökat och att även den specifika energiåtgången (E/V) hade ökat. Detta stämmer emellertid inte med den observerade utvecklingen av E/V och E/K. Det är tydligt att det för att kunna analysera dessa förändringar behövs en produktionsmodell med hjälp av vilken man kan specificera de antaganden som behövs om produktions samband och teknisk utveckling.

Syftet med en produktionsmodell är att analysera vilken effekt förändringar i prisrelationerna mellan olika insatsfaktorer har på deras relativa användning och vilken effekt förändringen i tekniken har haft. Det är av intresse att söka särskilja dessa effekter, eftersom bl a relativpristillväxt mellan energi och andra produktionsfaktorer till viss del är en ekonomisk-politisk handlingsparameter, medan utvecklingen av ny teknik är – från svensk synpunkt – i huvudsak en exogen variabel.

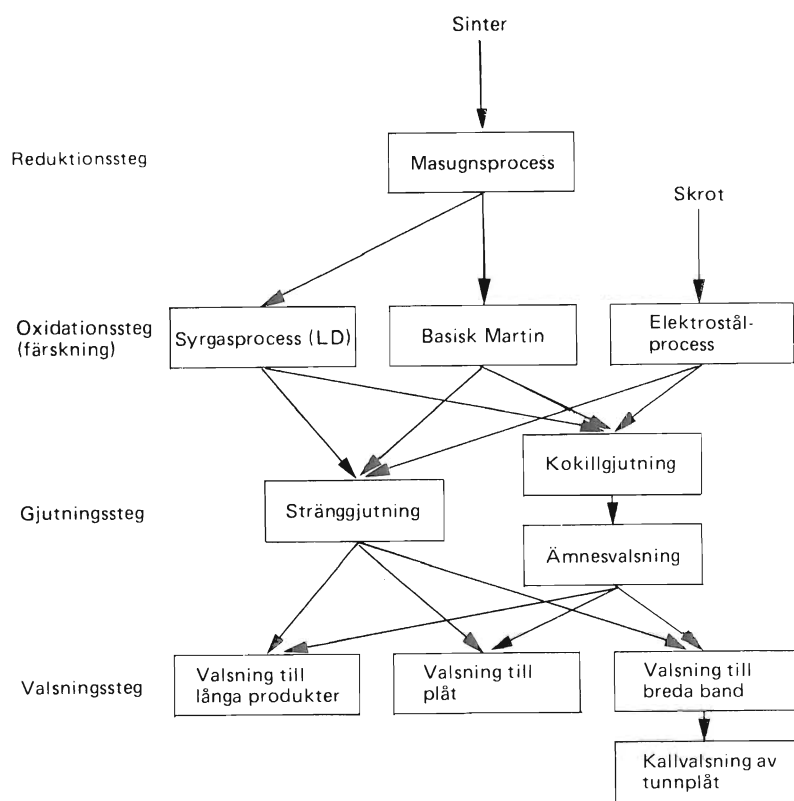
Distinktionen mellan substitution som följd av relativpristillväxt på produktionsfaktorer och karakteriseringen av den tekniska utvecklingen efter dess relativa besparing av olika produktionsfaktorer kan kanske synas artificiell, eftersom det kan hävdas att den tekniska utvecklingsinsatsen tenderar att inriktas på att spara de produktionsfaktorer som blir relativt dyrast. Således kan man vänta att de starkt stigande priserna på energi kommer att leda till ökade FoU-insatser runtom i världen för att finna energibesparande metoder.

Den konstaterade något sjunkande relationen mellan energi och kapital skulle kunna tolkas så att det inte förelegat någon substitutionsmöjlighet mellan kapital och energi. Den sannolikt fallande prisrelationen mellan energi och kapital har därför inte haft någon effekt på kvoten (E/K). Alternativt kan man tolka utvecklingen så att det skett en betydande substitution av energi med kapital med stigande E/K som följd, men att detta mer än motvägts av att den tekniska utvecklingen samtidigt varit relativt mer energibesparande än kapitalbesparande.

Tiden har inte medgivit att vi i denna rapport gått djupare in i dessa frågeställningar. Vi nöjer oss därför här med att konstatera att de alternativa antaganden vi gör för utvecklingen av energiåtgången per producerad enhet är nära beroende av vilka prognoser man gör för relativa prisutvecklingen på energi, kapital och arbetskraft. Lågenergialternativet (snabbare sänkning eller långsammare höjning av den specifika energiåtgången) är förknippat med ett antagande om att relativpriset på energi har stigit kraftigt och att någon snabb återgång till tidigare energipriser inte kommer att ske.

4 Energiåtgången i järn- och stålverk

Järn- och stålverken (SNI 37101) är näst efter massa- och pappersindustrin den mest energiförbrukande branschen i svensk industri. 1970 svarade branschen för 19,6 % av den totala energiåtgången i gruvor och mineralbrott samt tillverkningsindustri. 46 % av branschens totala energiförbrukning utgjordes av koks och kol, 38 % av oljeprodukter och 16 % av elenergi. Kol och koks används framför allt som reduktionsmedel, medan olja används som bränsle.¹



Figur 3. Schematisk beskrivning av alternativa processvägar för framställning av olegerade stålprodukter (handelsstål).

¹ I föreliggande utredning har dock kolets energiinnehåll beräknats som om det användes enbart som bränsle.

Energiåtgången per ton varierar kraftigt mellan olika produkter inom branschen beroende på bl a kol- och legeringshalt samt förädlingsgrad. Specialstålstillverkning kräver t ex högre energiåtgång i stålugn än handelsstål på grund av längre chargetider och mindre ugnar. Men även när man håller förädlingsgrad och produktslag konstanta varierar energiåtgången med de alternativa processvägar som står till buds.

4.1 Stålets processväg – energiåtgång i olika processled

I figur 3 åskådliggörs stålets väg från råvara (mestadels i form av sinter men ibland även i form av slig eller styckemalm) till färdig produkt. Det första steget är masugnprocessen. Här reduceras malmråvaran med kol (dvs syret avlägsnas). I nästa processled, råstålsprocessen, raffinerar och legeras råjärnet. Alternativt kan skrot användas i stället för råjärn i detta processled. Det finns flera alternativa råstålsprocesser, varav tre finns upptagna i figuren: syrgaskonvertrar (främst LD-ugnar), basiska martinugnar samt elektrostålagnar.

Efter råstålsprocessen finns det i princip två alternativa processvägar. Den äldre tekniken är att gjuta stålet till göt, låta det stelna i kokiller, justera temperaturen i varmgropugnar och låta det gå vidare till ett ämnesvalsverk, där man valsar göten till ämnen. Därefter transporteras ämnena sedan de svalnat till lager. Från lagret förs ämnena via uppvärmningsugnar till varmvalsning av breda band, plåt, rör etc. En nyare teknik, så kallad stränggjutning, innebär att man efter stålugnen låter det flytande stålet gjas till ämnen, sedan direkt gå till varmvalsningen. På så vis undviks den energiåtgång som krävs för ovan nämnda temperaturjustering och ämnesvalsningsoperation. Både när det gäller den äldre kokillgjutningstekniken och de nyare stränggjutningstekniken låter man ämnena svalna för kontroll och eventuell ytjustering.

I valsverket valsas stålet först i varmt tillstånd (ca 1 000°) till långa produkter, breda band etc. En hel del produkter säljs i detta tillstånd, t ex fartygsplåt (grovplåt). Andra går vidare till kallvalsning, där de valsas till finare dimensioner. Efter detta steg går en del produkter vidare till ytbehandling (galvanisering, plastbeläggning etc).

Energiåtgången varierar kraftigt mellan olika processled och även mellan alternativa processer i varje led. Detta framgår av tabell 18. Framställning av råjärn i masugnprocessen är det mest energikrävande processledet i branschen.¹ Som framgår av tabellen är den energimängd som åtgår i masugnprocessen flera gånger större än den mängd som åtgår i något annat processled; inte mindre än 47 % av branschens totala energiförbrukning år 1970 hänförs sig till masugnarna.²

Energiåtgången vid råstålsframställning varierar kraftigt mellan processerna och är huvudsakligen beroende av dels huruvida råjärnet måste

¹ I tabellen förutsätts att råvaran är sinter och att denna tillförs utifrån. Därför redovisas ingen energiåtgång för sinterframställning; däremot redovisas den energiåtgång som ackumulerats i tidigare processled (malmbrytning, anrikning och sintring).

² SOS Berghantering 1970, tabellerna 38 och 39.

Tabell 18. Energiåtgång för vissa järn- och stålprodukter (handelsstål), kWh per ton

	Domnarvet 1973 via göt		Jernkontoret 1985 via göt		Jernkontoret 1985 via stränggjutning		IUI cirka 1970	
	Ackumu- lerad energi	Energi- åtgång i resp process	Ackumu- lerad energi	Energi- åtgång i resp process	Ackumu- lerad energi	Energi- åtgång i resp process	Ackumu- lerad energi	Energi- åtgång i resp process
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Sinter ¹	465	–	510	–	510	–	525	–
Råjärn ² (med kreditering för masugns gas)	4 165	3 420	4 300	3 430	4 300	3 430	5 185	4 290
Råstål								
via syrgaskonverter (LD)	4 065	135	3 955	290	3 955	290	..	} 830
via basisk martinugn	..	..	2 755	1 545	2 755	1 545	..	
via sur martinugn	..	..	3 700	1 545	3 700	1 545	..	
via elektrostålugn ³	..	..	1 145	845	1 145	845	..	
<i>Via LD-ugnar:</i>								
Göt ²	4 190	0	4 975	0	–	–	5 515	
Ämnen (slabs)	4 950	365	5 335	365	4 075	0	..	..
Breda band, varmvalsade	5 795	660	6 300	685	4 885	685	..	..
Plåt, kallvalsad	6 840	165 ⁴	7 650	325	6 005	325	..	..
Plåt, belagd	7 750	1 110	8 350	700	6 705	700	..	..

¹ IUI:s siffra avseende sinter är beräknad på material erhållet från LKAB (se kapitel 5).

² IUI:s beräkningar för råjärn och göt baseras på SOS Bergshantering 1970 och avser genomsnitt för hela branschen, dvs ingen uppdelning på olika råstålsprocesser, på handels- och specialstål och på ämnestillverkning via göt och via stränggjutning har gjorts. IUI:s siffror är därför inte direkt jämförbara med de övriga.

³ Utan hänsyn till verkningsgradsförluster vid elframställning.

⁴ Exklusive glödning.

Källor: Domnarvets siffror har beräknats inom IUI på grundval av Sten Forslund, Energihushållning inom industrin: Järn- och stålindustrin. Föredrag vid Industriförbundets energidag, 2 maj 1974.

Jernkontorets uppgifter har omräknats till jämförbar basis inom IUI med hjälp av material som Jernkontoret inlämnat till EPU.

upphettas eller om det matas in i ugnen i flytande form (som i syrgasprocesserna LD, Kaldo etc), dels hur stor del av det tillförda materialet som utgörs av råjärn och hur mycket av skrot. I elektrostål-ugnarna används till helt övervägande delen skrot.

4.2 Energiinnehåll i skrot

I både Domnarvets och Jernkontorets beräkningar har energiinnehållet i skrot antagits vara noll. Detta kan möjligen vara motiverat om skrotet är rent avfall i produktionsprocessen och inte har någon alternativ användning. Skrotfall avspeglar sig då dels i högre energiåtgång per ton i de processer där skrotet produceras, dels i lägre råvaruutbyte än som skulle ha varit möjligt utan skrotfall. Ett alternativt sätt att beräkna energiåtgången vore att kreditera varje process där skrot faller för både råvaruinnehåll och energiinnehåll i skrotet i dess återanvändning i produktionsprocessen, dvs som substitut (och i viss mån komplement) till råjärn. Ett sådant förfaringssätt förefaller motiverat med hänsyn till främst två faktorer. För det första köper stålverken en hel del externt skrot från både Sverige

och utlandet. Den kraftiga prisuppgången på skrot i samband med arabstaternas oljeembargo under hösten och vintern 1973/74 vittnar om att priset på skrot till betydande del bestäms av skrotets egenskap som energibärare. Ett företag kan alltså bringa ned sina direkta energikostnader genom att köpa skrot i stället för koks, olja och elektricitet. Därför är det rimligt att räkna samma energimängd ackumulerad¹ i skrot som i råjärn. För det andra har det från stålbranschen påpekats att tillgången på skrot, framför allt importerat skrot, kan väntas minska drastiskt under 1970- och 1980-talen. Detta skulle innebära att energiåtgången per ton i branschen skulle förefalla att öka, om energiinnehållet i skrotet sattes till noll. För varje ton slutprodukt skulle ju då krävas mera råjärn än nu, vilket skulle öka energiåtgången per ton stål.

I syfte att belysa betydelsen av energiinnehållet i skrot har i tabell 19 gjorts vissa beräkningar där skrotets energiinnehåll antagits motsvara den mängd energi som åtgår för framställning av ett ton råjärn. Den till synes låga energiåtgången i elektrostillugnar då skrotets energiinnehåll satts lika med noll förklaras av den mycket höga skrotinsatsen. Av ännu större intresse är kanske att syrgasprocesserna visar sig vara mest energisnåla av alla råstålsprocesserna om man tar hänsyn till energiinnehållet i skrot, tvärt emot vad fallet var i tabell 18. Detta beror naturligtvis på att energiförbrukningen i själva processen är låg (endast 290 kWh/ton för syrgasframställning, värmning av skänkar etc), vilket sammanhänger med att insatsvaran är flytande och således inte behöver värmas upp samt att energitillförseln sker via kol och kisel i råjärnet. En minimering av energiåtgången vid råstållstillverkning i framtiden torde innebära en ökad övergång till syrgasmetoder. Denna slutsats överensstämmer också med Jernkontorets kalkyler (se nedan). Den ökande andelen syrgasstål förklaras dock inte enbart av dess lägre energiåtgångstal utan kan hänföras även till andra kostnadsfördelar hos processen.

I tabell 20 görs ett försök att belysa konsekvenserna av att ta hänsyn till skrotets energiinnehåll även i senare processled än råstålsprocessen. Eftersom råvaruutbytet hela tiden är mindre än 100 % måste man för att erhålla ett ton produkt sätta in mer än ett ton av råvaran. Därför ökar den i produkten ackumulerade energin. Den del av "överskottet" som blir skrot avräknas från energiförbrukningen i själva processen (varvid skrotet antas innehålla lika mycket energi som motsvarande mängd råjärn). Härigenom blir energiförbrukningen i processen ibland negativ. Detta gäller framför allt kallvalsningssteget.

Sveriges import av energi bunden i skrot är ingalunda obetydlig. År 1970 hade landet en nettoimport av skrot på 465 tusen ton.² Om

¹ Beteckningen energiinnehåll används här i dess ekonomiska betydelse. Beträffande sinter, råjärn, råstål etc avses den ackumulerade energimängd som åtgått i varje processled för att producera ett ton av respektive produkt. Beträffande skrot är betydelsen något annorlunda, emedan med dess energiinnehåll avses den ackumulerade energiåtgång som krävs för att framställa dess substitut: råjärn. Med energiinnehåll avses således inte den nyttiggjorda spaltningseenergi i reduktionsprocessen.

² SOS Utrikeshandel 1970, del 1, tabell 2.

Tabell 19. Energiinnehåll i råstål med och utan hänsyn till energiinnehåll i skrot

	Kg insatsvara per ton tackjärn			Energiinnehåll i råstål kWh/ton	
	Råjärn	Skrot	Summa	utan hänsyn till energiinnehåll i skrot	med hänsyn till energiinnehåll i skrot
Syrgaskonverter (LD etc)	850	270	1 120	3 955	5 115
Basisk martin	280	840	1 120	2 755	6 365
Sur martin	500	600	1 100	3 700	6 280
Elektrostålugn	70	1 030	1 100	1 145	5 575

Källa: Beräkningar gjorda inom IUI på basis av material erhållet från Jernkontoret.

energiinnehållet i skrot antas vara 5 185 kWh/ton, vilket är det beräknade medelvärdet för råjärn år 1970 (jfr kolumn 7 i tabell 18), innebär detta en energiimport motsvarande 2 420 GWh. Detta utgör ca 10 % av energiåtgången i järn- och stålverken enligt tabell 9. Den totala mängden externt skrot (dvs från andra leverantörer än stålverken själva) år 1970 var 1,40 milj ton, utgörande 7 300 GWh.

4.3 Möjligheter att spara energi

Som framgått av tabell 18 ovan torde den ackumulerade processenergin per ton plåt i genomsnitt ligga något över 7 000 kWh per ton. Den kemiskt bundna energin i stålet utgör 2 100 kWh. Mellanskillnaden, ca 5 000 kWh, utgörs av förluster i form av strålningsvärme, brännbara eller varma gaser, kylvatten, varmt järn och slagg. Teoretiskt borde det alltså vara möjligt att väsentligt bringa ned den specifika energiåtgången. Medan

Tabell 20. Energiinnehåll i vissa stålprodukter med och utan hänsyn till energiinnehåll i skrot, kWh/ton

	Enligt Jernkontoret utan hänsyn till energiinnehåll i skrot		Efter omräkning med hänsyn till energiinnehåll i skrot	
	Energi i produkt	Processenergi i resp process	Energi i produkt	Processenergi i resp process
Ämnen	5 335	365	6 330	-90
Breda band, varmvalsade	6 300	685	7 155	490
Plåt, kallvalsad	7 650	325	8 100	-215

Anm: Siffrorna grundar sig på syrgasprocessen i tabell 19 (via göt). I ämnestillverkning har hälften av råvaruförlusterna antagits utgöras av skrot, hälften av avbränna. I valsverket har 10 % av förlusterna antagits vara glödspån, 90 % cirkulationsskrot. Skrotet har antagits innehålla 4 300 kWh/ton.

den nuvarande totalverkningsgraden för malmframställning till färdig stålprodukt således är ca 30 % verkar det inte otänkbart att verkningsgraden så småningom kan fördubblas, dvs den specifika energiåtgången per ton halveras.¹ I stället för att som i traditionella stålverk upphetta materialet flera gånger i masugn, stålugn och vid olika valsningsoperationer borde det vara möjligt att eliminera en hel del av mellanliggande kylförluster genom att använda kontinuerliga processer. Anledningen till att det inte ens på lång sikt är realistiskt att vänta sig verkningsgrader överstigande 60–70 % är att en stor del av förlusterna utgörs av lågvärdigt värme som är mycket svårt (kapitalkrävande) att utnyttja.²

I det följande analyseras de uppgifter som anges i tabell 18. En snabb översikt ger vid handen att Jernkontorets beräkningar ligger något över de beräkningar som gjorts inom Domnarvet.

Nedan redovisas vissa skillnader i de antaganden som ligger till grund för de båda kalkylerna. Men det är dessutom nödvändigt att komma ihåg att Jernkontorets prognos söker ta hänsyn till hela branschen, medan Domnarvets beräkningar representerar endast en av anläggningarna i landet. Domnarvets kalkyl avser en viss produkt, Dobel-plåt, medan Jernkontorets tar hänsyn till hela produktsortimentet. Eftersom Domnarvet är ett av landets största stålverk och kan förmodas höra till de från energisynpunkt mera effektiva torde den specifika energiåtgången där ligga under genomsnittet i branschen idag.

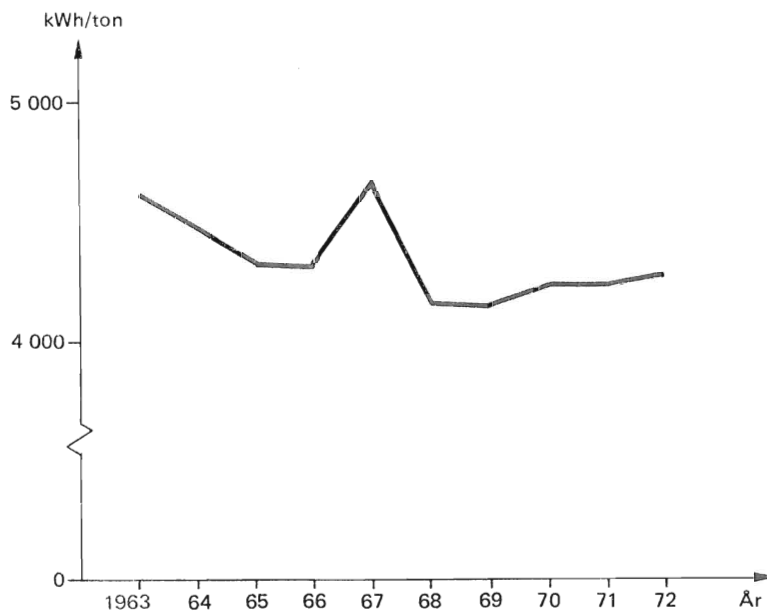
4.3.1 Masugnsprocessen

Som nämnts tidigare är masugnsprocessen den mest energikrävande processen i ståltillverkningen. Samtidigt har den högre verkningsgrad än övriga smältprocesser. Ett studium av den specifika energiåtgången i blästermasugnar under perioden 1963–1972 (se figur 4) visar att åtgången i själva processen fluktuerat mellan 4 600 och 4 200 kWh/ton med en viss förskjutning nedåt. När det gäller bränsleförbrukning har dock en förändring inträffat såtillvida att koksförbrukningen per ton tackjärn gått ned från 560 till 530 kWh och ersatts med andra bränslen, främst olja. Råvaruutbytet verkar inte heller ha förändrats nämnvärt.

Ett studium av de svenska masugnsanläggningarna 1965 och 1970 (se figur 5) visar att den specifika energiförbrukningen i de bästa anläggningarna låg på ca 3 400 kWh/ton, medan genomsnittet låg på 3 900–4 000 kWh/ton. Den bästa tillämpade tekniken gav alltså ca 15 % lägre specifik energiförbrukning än genomsnittet. Den största delen av skillnaden tycks förklaras av den utsträckning i vilken man utnyttjar masugns-

¹ Som senare påpekas utgörs de energibesparingar som är möjliga inom branschen till stor del av tillvaratagande av värme. Även om direkt energitillförsel inte kan minskas till själva processen så kan den del av energiåtgången som debiteras processen minskas om processen fungerar som "exportör" av t ex värme till andra processer. Vi har här följt konventionen att energiåtgång i en process = tillförd energi minus "export" till andra processer.

² Sven Eketorp, Järnindustrins energiproblem. Anförande inför RIFÖ den 3 april 1974.



Källa: SOS Bergshantering 1963–1972.

Figur 4. Genomsnittlig specifik energiförbrukning i blästermasugnar 1963–1972.

gasen. Om ingen hänsyn tas till utnyttjande av masugnsgas i andra processer (eller för avsalu) blir den specifika energiåtgången 3 500–3 600 kWh/ton i de bästa anläggningarna. Detta tyder på att inga större skillnader i den grundläggande teknologin föreligger. Den specifika energiåtgången är visserligen högre (5 000–6 000 kWh/ton) i de minsta anläggningarna, men dels svarar dessa anläggningar för en mycket liten andel av produktionen, dels förklaras även här en stor del av skillnaderna av att ingen anläggning under 100 000 ton årsproduktion tycks ta till vara masugnsgasen. Denna är ju ett relativt lågvärdigt bränsle som är svårt att utnyttja annat än i större, integrerade anläggningar. Av figur 5 framgår också att fördelningen av anläggningarna med avseende på den specifika energiåtgången har förskjutits något nedåt.

Både Domnarvets och Jernkontorets uppskattningar av den specifika energiåtgången i råjärnsprocessen ligger något över 3 400 kWh/ton (jfr kol 2 och 4 i tabell 18). Detta värde är i nivå med ovannämnda värde för de bästa anläggningarna 1970. Domnarvets siffra hänför sig till uppmätta värden år 1973. Domnarvets siffror tycks alltså stämma väl överens med Jernkontorets prognos vad beträffar åtgången av energi i själva masugnprocessen.

De skillnader mellan värdena för energiinnehåll i råjärn som redovisas i tabell 18 beror bl a på de olika antaganden som gjorts beträffande energiinnehållet i sintern. Domnarvet har räknat med 465 kWh per ton sinter. Jernkontoret med 510. Enligt IUI:s beräkningar på basis av LKAB:s material (se kapitel 5) var den genomsnittliga ackumulerade energimängden

4.3.4 Valsning

När det gäller valsning skulle den största energibesparande åtgärden vara att man integrerade hela varm- och kallvalsningen med ämnesvalsverk respektive stränggiutningsanläggning. På så vis skulle man kunna undvika avkylningsförluster. Emellertid verkar inga åtgärder i denna riktning vara att vänta före år 1985, varför den specifika energiåtgången i valsverken inte kan väntas reduceras nämnvärt.

En jämförelse av de två sista raderna i tabell 18 visar att den av Jernkontoret beräknade energiåtgången vid kallvalsning är betydligt högre än den beräknad av Domnarvet. Emellertid är den senare kalkylen gjord för en viss produkt (Dobel-plåt) där glödning av plåten sker i belägningsledet i stället för i kallvalssteget. Enligt uppgift från Domnarvet åtgår för glödning ca 120 kWh/ton.

4.3.5 Tillvaratagande av lågvärdigt värme

Som framgått ovan sker det i nästan varje processled stora förluster av värme i form av varma avgaser och kylvatten. En energibesparande åtgärd av generell karaktär vore därför att söka ta till vara så mycket som möjligt av detta värme. Brännbara gaser, framför allt masugns gas, skulle kunna användas i större utsträckning än hittills som bränsle i olika uppvärmningsprocesser inom stålverken eller för alstring av elektricitet. Hett kylvatten skulle kunna användas för uppvärmning antingen internt eller externt (via fjärrvärme) i större utsträckning än som nu är fallet. En övergång till kontinuerliga processer kompletterat med tillvaratagande av överskottsvärme skulle vara ett gynnsamt alternativ för energibesparing.

Tabell 21. IUI:s bedömning av den specifika energiåtgången för vissa handelsstålsprodukter 1985, kWh/ton.

	Lågenergialternativet		Högenergialternativet	
	Energi- innehåll per ton produkt (1)	Process- energi i resp process (2)	Energi- innehåll per ton produkt (3)	Process- energi i resp process (4)
Sinter	420	–	465	–
Råjärn	4 015	3 300	4 220	3 430
Råstål				
via syrgaskonverter	4 750	250	5 015	290
via basisk martin	6 000	1 500	6 270	1 545
via sur martin	5 915	1 500	6 185	1 545
via elektrostålugn	5 215	800	5 485	845
Ämnen ¹	4 835	–60	5 105	–65
Breda band, varmvalsade ¹	5 340	180	5 870	495
Plåt, kallvalsad ¹	5 890	–320	6 620	–205

¹ Via syrgaskonverter och stränggiutning.

4.4 IUI:s bedömning av den specifika energiåtgången 1985

I föregående avsnitt gjordes dels en analys av vilka energibesparingsmöjligheter som finns inom järn- och stålverken, dels en jämförelse av en kalkyl gjord av Domnarvet för år 1973 och en gjord av Jernkontoret avseende år 1985. Domnarvets siffror befanns då ligga lägre än Jernkontorets. IUI har valt Domnarvets kalkyl såsom representerande den år 1973 bästa tillämpade teknologin inom branschen och använt denna kalkyl som en prognos på den *lägre* specifika energiåtgången år 1985. Jernkontorets kalkyl representerar en något mera pessimistisk syn på den genomsnittliga specifika energiåtgången och har därför valts att ligga till grund för *högenergi*alternativet.

Emellertid har vissa justeringar av det ursprungliga materialet gjorts, se tabell 21. För det första har IUI valt att presentera materialet med hänsyn till energiinnehållet i skrot enligt den metod som redovisats ovan (jfr tabellerna 19 och 20), varvid skrotet antagits innehålla 4 015 kWh/ton i *lägenergi*alternativet och 4 220 kWh/ton i *högenergi*alternativet. Motiveringen att medräkna skrot är att eventuella framtida svårigheter att erhålla skrot inte skall påverka kalkylen av det specifika energiinnehållet i järn- och stålprodukter utan i stället påverka produktionen i gruvor och masugnar. För det andra har både Domnarvets och Jernkontorets uppgifter rörande energiinnehållet i sinter reviderats nedåt. I *lägenergi*alternativet antas sinter innehålla 420 kWh/ton vilket överensstämmer med LKAB:s prognos, medan i *högenergi*alternativet motsvarande siffra är 465 kWh/ton. Den sistnämnda siffran är den som Domnarvet uppger för 1973. Vad beträffar sinter antas således i *lägenergi*alternativet den år 1985 genomsnittliga teknologin vara energisnålare än den år 1973 bästa tillämpade teknologin.

I tabellerna 22 och 23 presenteras det beräknade energiinnehållet i olika produkter år 1985 enligt *läg-* respektive *högenergi*alternativet. Beräk-

Tabell 22. Specifik energiåtgång för järn- och stålprodukter i *lägenergi*alternativet 1985, kWh/ton.

	Handelsstål			Specialstål		
	Syrgasstål	Basisk martin	Elstål	Syrgasstål	Sur martin	Elstål
<i>Via stränggjutning</i>						
Ämnen (slabs)	4 835	6 125	5 315	5 220	6 470	5 720
Långa produkter	5 375	6 765	5 895	6 040	7 495	6 620
Grov- och mediumplåt	5 645	7 170	6 215	6 575	8 240	7 240
Tunnplåt och breda band	5 615	7 085	6 160	6 525	8 110	7 160
<i>Via göt</i>						
Ämnen (slabs)	5 505	7 090	6 095	6 270	7 910	6 925
Långa produkter	6 060	7 790	6 705	6 695	8 350	7 355
Grov- och mediumplåt	6 410	8 270	7 105	7 385	9 315	8 155
Tunnplåt och breda band	6 295	8 095	6 965	8 975	10 890	9 740

Tabell 23. Specifik energiåtgång för järn- och stålprodukter i högenergialternativet 1985, kWh/ton

	Handelsstål			Specialstål		
	Syrgas- stål	Basisk martin	El- stål	Syrgas- stål	Sur martin	El- stål
<i>Via stränggjutning:</i>						
Ämnen	5 105	6 400	5 590	5 535	6 900	6 050
Långa produkter	5 885	7 265	6 400	6 590	8 140	7 175
Grov- och mediumplåt	6 230	7 755	6 800	7 140	8 935	7 815
Tunnplåt och breda band	6 250	7 715	6 795	7 565	9 405	8 260
<i>Via göt:</i>						
Ämnen	6 240	7 820	6 830	7 145	8 920	8 275
Långa produkter	6 770	8 340	7 360	8 080	9 985	9 295
Grov- och mediumplåt	7 480	9 340	8 175	8 650	10 740	9 980
Tunnplåt och breda band	7 535	9 335	8 205	9 280	11 500	10 695

ningarna är gjorda med utgångspunkt i de värden för respektive råstålsprocess som anges i tabell 21 [kolumnerna 1 och 3] och med användande av Jernkontorets metod att beräkna energiinnehåll i olika produkter. Detta innebär att råvaruutbytet i varje processled är detsamma i både låg- och högenergialternativet, medan däremot energiåtgången i olika processled är något olika [jfr kolumnerna 2 och 4 i tabell 21]. Ett alternativt förfaringssätt hade naturligtvis varit att anta högre råvaruutbyte i lågenergialternativet än i högenergialternativet. Men dels skulle en sådan differentiering troligen ge ett mycket begränsat utslag i beräkningarna, eftersom vi krediterar varje process för energiinnehållet i skrotfallet, dels har inte den erforderliga sakkunskapen för att bedöma råvaruutbytet stått till förfogande. Skillnaden mellan värdena i tabell 22 och motsvarande värden i tabell 23 är trots detta så stor som 12 % i genomsnitt.

Ett annat sätt att erhålla större differentiering mellan hög- och lågenergialternativen är att anta en snabbare övergång till stränggjutning och till syrgaskonvertrar i lågenergi- än i högenergialternativet. Sålunda har i lågenergialternativet Jernkontorets prognos avseende andelen stränggjutning för år 2000 använts som prognos för år 1985, se tabell 24.

Tabell 24. Andel stränggjutet stål för olika produkter 1985 och 2000, %

	1985		2000	
	Handels- stål	Special- stål	Handels- stål	Special- stål
Långa produkter	70	50	100	75
Grovplåt och mediumplåt	80	30	100	50
Tunnplåt, breda band	70	30	100	50

Källa: Jernkontoret.

Tabell 25. Fördelning på stålprocess för olika produkter 1985 och 2000, %

	1985			2000		
	Syrgas-konverter	Basisk martinugn	Elektro-stålugn	Syrgas-konverter	Basisk martinugn	Elektro-stålugn
<i>Handelsstål</i>						
Ämnen	100	–	–	100	–	–
Långa produkter	80	10	10	90	–	10
Grovplåt	90	–	10	100	–	0
Varmvalsade band	90	–	10	100	–	0
Tunnplåt (kallvalsade band)	90	–	10	100	–	0
<i>Specialstål</i>						
Ämnen	100	–	–	100	–	–
Långa produkter	5	20	75	10	10	80
Grovplåt	25	–	75	30	–	70
Tunnplåt (kallvalsade band)	25	–	75	30	–	70

Källa: Jernkontoret.

Vidare har Jernkontorets prognos beträffande handelsstålsproduktionens fördelning på olika råstålsprocesser år 2000 på liknande sätt använts för år 1985 i lågenergialternativet, se tabell 25.

4.5 Produktionsvolym 1985

Den kalkyl rörande produktionen i järn- och stålverken år 1985 (och år 2000) som gjorts inom Jernkontoret är uttryckt i ton. Detta faktum underlättar en bedömning av den framtida energiförbrukningen i branschen, eftersom den specifika åtgången ovan beräknats per ton. Emellertid uppstår samtidigt vissa svårigheter att erhålla jämförbarhet av produktionstillväxten i branschen med den i andra branscher, som ju är uttryckt i förädlingsvärde i fasta priser. En omräkning av prognosen för 1985 till förädlingsvärde i järn- och stålbranschen försvåras av brist på dels tillförlitliga prisdata för olika produkter, dels data över internleveranser inom branschen. IUI har därför valt att inte försöka göra någon omräkning av Jernkontorets prognos till värdetermer utan i stället mera överslagsmässigt beräkna produktionens tillväxt i fysiska termer.

Jernkontorets kalkyl för tonnaget i branschen 1985 är 7,0 milj ton. År 1970 uppgick produktionen till 3,9 milj ton. Denna prognos innebär således en genomsnittlig årlig tillväxt tonnagemässigt av 3,9 %. Denna siffra förefaller mycket låg med hänsyn till att den årliga produktionstillväxten under perioden 1950–1969 var ca 7 %.¹ Eftersom kalkylen hade gjorts innan beslutet om att bygga Stålverk 80 fattades inkluderar den inte de 4 milj ton ämnen som beräknas produceras där. Av dessa 4 milj ton ämnen beräknas 3,5 milj produceras på export, varav 0,5 milj ton antas bestå av legerade produkter. Resterande 0,5 milj ton levereras till svenska

¹ Svensk stålindustri 1970–2000. PM utarbetad inom Jernkontoret som underlag för den fysiska riksplaneringen, s 50.

stålverk för vidareförädling. Dessa 0,5 milj ton tänks ersätta ämnen som annars skulle ha producerats i andra svenska stålverk och ingår således i Jernkontorets kalkyl. Med tillägg av 3,5 milj ton skulle alltså produktionsvolymen år 1985 vara 10,5 milj ton. Beräknad på 1970 års produktionsvolym skulle då den årliga tillväxten efter det hänsyn tagits till Stålverk 80 uppgå till 6,8 %. Med hänsyn till den stora satsning på stålindustrin som Stålverk 80 innebär förefaller denna siffra ligga i underkant i jämförelse med tidigare trender. Här används därför Jernkontorets kalkyl, med tillägg av 3,5 miljoner ton ämnen, som det lägre av de båda tillväxtalternativen.

Det är svårt att exakt ange hur stor den värdemässiga ökningstakten motsvarande 6,8 % årlig tonnagemässig ökning skulle vara. Den avgörande faktorn är produktionens förädlingsgrad, dvs främst specialstålets andel av produktionen, eftersom priserna på specialstål är 3–4 gånger högre än priserna på handelsstål. Under 1950- och 1960-talen varierade andelen specialstål i råstålsproduktionen mellan 23 och 27 % med ett genomsnitt av 25 %.¹ I Jernkontorets kalkyler beräknas specialstålsandelen i råstålsproduktionen öka till 33–34 %. Detta innebär att specialstålsandelen i den handelsfärdiga produktionen med undantag av ämnesproduktionen i Stålverk 80 skulle öka från ca 23 % till 27 % 1985. Med hänsyn till att största delen av den planerade ämnestillverkningen i Stålverk 80 förmodligen kommer att vara handelsstål, skulle andelen specialstål i den totala produktionen av handelsfärdigt stål i stället vara ungefär oförändrad. Detta skulle innebära att produktionen mätt i värde skulle öka i ungefär samma takt som produktionen i ton. En värdemässig produktions-tillväxt av 6,8 % förefaller därför rimlig som lågtillväxtalternativ.

Som högtillväxtalternativ har IUI valt en årlig värdemässig tillväxt på 9,0 %. Denna motiveras av dels en tonnagemässig ökning av 5 % per år på andra produkter än ämnen, vilket ger en total tonnagemässig ökningstakt av 7,9 % per år, dels en ökning av specialstålsandelen till 27 % av den handelsfärdiga totala produktionen. Detta innebär att vi i högtillväxtalternativet räknar med en produktion av 12,25 milj ton stål totalt. För att nå denna nivå antas bl a att ämnesproduktionen på 4,0 milj ton kommer att öka med 0,5 milj ton låg- eller olegerade ämnen fram till 1985; en mängd som antas gå på export. Denna ökning kan tänkas ske endera genom upptrimning inom Stålverk 80 eller vid något annat järnverk.

Dessutom väntas förädlingsgraden av andra produkter än ämnen öka (genom bearbetning i form av mera kallvalsade och mera galvaniserade, plastbelagda, sprutmålade, osv produkter).

4.6 *Energiförbrukningen i järn- och stålindustrin 1985 – några räkne-exempel*

I tabell 26 ges ett exempel på de beräkningar som kan göras på grundval av de ovan diskuterade antagandena. De i tabellen angivna värdena har erhållits genom en kombination av tabellerna 23, 24 och 25 och representerar i princip Jernkontorets prognos (högenergialternativet med

¹ Svensk stålindustri inför 1970-talet. En studie av Jernkontorets strukturkommitté. Stockholm 1969, s 49.

låg tillväxttakt). Produktionens fördelning på olika produkter framgår av kolumnerna 1, 3 och 5. Dessa tal har multiplicerats med motsvarande värden avseende den specifika energiåtgången i tabell 23. Enligt tabell 26 skulle i detta alternativ krävas 68,2 TWh för att framställa 10,5 milj ton stålprodukter år 1985. Detta innebär en specifik energiåtgång per ton av 6 490 kWh.

För att jämföra denna specifika åtgång med den för 1970 kan följande beräkning göras. Enligt tabell 9 var den tillförda mängden bränslen och elektricitet till järn- och stålverken 1970 24,7 TWh. Eftersom siffran för 1985 inkluderar inte bara den energi som tillförs branschen via el och bränslen utan också via råvaror (främst i form av skrot och sinter), måste till dessa 24,7 TWh läggas den mängd energi som tillförts genom råvaror. Denna energimängd beräknas i tabell 27. Där har i högenergialternativet den råvaruburna energin år 1970 värderats till samma värde som för 1985 i tabell 26 för att erhålla jämförbarhet av den i själva produktionsprocessen använda energin.

Den sålunda beräknade energimängden tillförd via råvaror uppgår till 7,9 TWh. Den både direkt och indirekt tillförda energimängden blir därför 32,6 TWh. Om man dividerar med produktionsvolymen (3,9 milj ton) erhåller man den genomsnittliga specifika energiåtgången i branschen 1970; 8 360 kWh/ton. Enligt denna beräkning skulle alltså den specifika energiåtgången minska med ca 1 870 kWh/ton mellan 1970 och 1985.

Som jämförelse kan nämnas att om man på liknande sätt som i tabell 26 beräknar den totala energiåtgången enligt lågenergialternativet (dvs med högre stränggjutnings- och syrgaskonverterandelar och lägre specifi-

Tabell 26. Järn- och stålverkens energiförbrukning 1985 (högenergialternativet kombinerat med låg tillväxttakt)

	Handelsstål		Specialstål		Totalt	
	Produk- tions- volym milj ton (1)	Energi- åtgång TWh (2)	Produk- tions- volym milj ton (3)	Energi- åtgång TWh (4)	Produk- tions- volym milj ton (5)	Energi- åtgång TWh (6)
<i>Via stränggjutning:</i>						
Ämnen	3,00	15,3	0,5	2,8	3,5	18,1
Långa produkter	1,05	6,4	0,6	4,4	1,65	10,8
Grov- och mediumplåt	1,88	11,8	0,075	0,6	1,955	12,4
Tunnplåt och breda band	0,88	5,5	0,135	1,1	1,015	6,6
<i>Via göt:</i>						
Ämnen	—	—	—	—	—	—
Långa produkter	0,45	3,1	0,6	5,4	1,05	8,5
Grov- och mediumplåt	0,47	3,5	0,175	1,7	0,645	5,2
Tunnplåt och breda band	0,37	2,8	0,315	3,3	0,685	6,1
Tillägg för ytbeläggning	(0,70)	0,5	—	—	(0,70)	0,5
Summa	8,10	48,4	2,40	19,3	10,5	68,2

Tabell 27. Energiinnehåll i järn- och stålverkens råvaror 1970

Råvaror	milj ton	Energiinnehåll			
		Högenenergialternativet		Lågenenergialternativet	
		kWh/ton	GWh	kWh/ton	GWh
Sinter	4,1	465	1 905	420	1 722
Slig	0,2	200	40	190	38
Styckemalm	0,4	40	16	40	16
Skrot	1,4	4 220	5 908	4 115	5 761
Summa	–	–	7 869	–	7 537
Tillförd energi via el och bränslen			24 742		24 742
Summa tillförd energi			32 611		32 279

Källor: Råvarutillförsel: SOS Bergshantering 1970, tabell 37.
Energiinnehåll i styckemalm, slig och sinter: tabell 30.
Energiinnehåll i skrot: tabell 21.

ka åtgångstal) erhåller man resultatet 59,6 TWh. Detta implicerar en genomsnittlig specifik energiåtgång av 5 680 kWh/ton. Den totalt tillförda energimängden år 1970 enligt lågenenergialternativet är 32,3 TWh, innebärande en genomsnittlig specifik energiåtgång det året av 6 090 kWh/ton. I denna kalkyl erhålls alltså samma resultat som i högenenergialternativet: den genomsnittliga specifika energiåtgången minskar.

Som ytterligare ett räkneexempel visas i tabell 28 den beräknade energiåtgången år 1985 med lågenenergialternativet och den högre tillväxttakten. Ämnesproduktionen är här 0,5 miljoner ton större än i det lägre tillväxtalternativet. Den höga tillväxttakten för övriga produkter har antagits vara sådan att samma inbördes förhållande mellan långa produkter, grovplåt etc erhålls som i lågtillväxtalternativet, dock med en större andel specialstålsprodukter.

Under dessa förutsättningar har den totala energiåtgången i branschen 1985 kalkylerats till 70,9 TWh. Den genomsnittliga specifika energiåtgången i branschen skulle då bli 5 790 kWh/ton, dvs något lägre än år 1970.

För att beräkna hur mycket energi som direkt måste tillföras branschen i form av el och bränslen måste man dra ifrån den energimängd som är bunden i råvarorna. Detta kan göras på följande sätt. Med ett råvaruutbyte av ca 80 % mellan flytande stål och färdiga produkter år 1985 (vilket är ca 10 % högre än 1970) skulle för 12,25 milj ton valsade produkter krävas ca 15 milj ton råstål.

Under 1960- och 1970-talen har för varje ton råstål åtgått ca 500 kg tackjärn och nära 600 kg skrot, varav ca 260 kg skrot köpts utifrån. Emellertid kommer inte dessa proportioner att kunna bibehållas. För det första innebär ett högre råvaruutbyte i processerna att skrotfallet blir mindre i relation till produktionen än hittills, dvs cirkulations-skrotet minskar i relation till produktionen av färdiga produkter. För det andra skulle med de angivna proportionerna för produktion av 15 milj ton

Tabell 28. Järn- och stålverkens energiförbrukning 1985 (lågenergialternativet kombinerat med hög tillväxttakt).

	Handelsstål		Specialstål		Totalt	
	Produktions- volym milj ton (1)	Energi- åtgång TWh (2)	Produktions- volym milj ton (3)	Energi- åtgång TWh (4)	Produktions- volym milj ton (5)	Energi- åtgång TWh (6)
<i>Via stränggjutning</i>						
Ämnen	3,50	16,9	0,50	2,6	4,00	19,5
Långa produkter	1,60	8,7	1,33	8,8	2,93	17,5
Grov- och mediumplåt	2,51	14,2	0,19	1,3	2,70	15,5
Tunnplåt och breda band	1,33	7,5	0,33	2,3	1,66	9,8
<i>Via göt</i>						
Ämnen	–	–	–	–	–	–
Långa produkter	–	–	0,44	3,3	0,44	3,3
Grov- och mediumplåt	–	–	0,19	1,5	0,19	1,5
Tunnplåt och breda band	–	–	0,33	3,1	0,33	3,1
Tillägg för ytbeläggning	(1,0)	0,7	–	–	(1,00)	0,7
Summa	8,94	48,0	3,31	22,9	12,25	70,9

råstål krävas 3,9 milj ton köpskrot. Som jämförelse kan nämnas att Jernkontoret för år 1975 prognosticerat en tillförsel av köpskrot till den svenska marknaden av 1,3 milj ton, varav 0,5 milj ton skulle importeras.¹ Om importen av skrot kommer att bli så begränsad under 1970- och 1980-talen som nu kan förutses förefaller det orimligt att den inhemska skrotmarknaden skulle kunna leverera 3–3,5 milj ton skrot 1985. För det tredje skulle visserligen en ökad produktion så småningom leda till en större volym köpskrot även på den inhemska marknaden, men troligen kommer inte denna ökning att märkas förrän på 1990-talet.

Med hänsyn till dessa faktorer har IUI antagit som basis för nedanstående räkneexempel att skrotimporten år 1985 kommer att vara begränsad till 0,8 milj ton och att det svenska köpskrotet skulle utgöra 1,2 milj ton. Med ett 80 %-igt råvaruutbyte (dvs ca 200 kg skrot per ton färdig produkt) skulle den totala skrottillförseln bli 5,0 milj ton i det högre tillväxtalternativet och 4,75 milj ton i det lägre tillväxtalternativet. Detta skulle betyda en tackjärnsproduktion av 11,5 milj ton i det högre och 10,4 milj ton i det lägre tillväxtalternativet. Eftersom 1,7 ton sinter åtgår för varje ton tackjärn skulle behovet av sinter i det högre alternativet vara 19,6 milj ton och 17,7 milj ton i det lägre.

Dessa antaganden innebär nu att till exempel i det lägre tillväxtalternativet kombinerat med den högre specifika energiförbrukningen skulle den totala energiåtgången av 68,2 TWh reduceras med 8,2 TWh för sinter (17,7 milj ton multiplicerat med den specifika energiåtgången för sinter i det högre alternativet, nämligen 465 kWh/ton) och med 20,1 TWh för

¹ Svensk stålindustri inför 1970-talet. En studie av Jernkontorets strukturkommitté. Stockholm 1969, s. 143.

skrot (4 220 kWh/ton gånger volymen 4,75 milj ton). Den totala "netto"energitillförseln i järn- och stålindustrin i detta alternativ skulle då vara 39,9 TWh. Liknande beräkningar har gjorts även för de övriga alternativen. Slutresultaten redovisas i tabell 29.

5 Energiåtgången i vissa andra energikrävande branscher

5.1 Järnmalmgruvor

Järnmalmgruvorna (SNI 2301) tillhör de branscher som snabbast ökat sin specifika energiförbrukning; denna har trendmässigt ökat med 3,1 % per år 1963–1971. I motsats till de flesta andra branscher har här den specifika bränsleförbrukningen ökat snabbare än elåtgången: 3,5 % per år jämfört med 1,9 % för el.

Det finns huvudsakligen två skäl till att den specifika energiåtgången i branschen ökar. För det första sjunker järnhalten i den malm som bryts, på samma gång som malmen blir mera svårtillgänglig. Detta gör att mängden brytmassa per ton järnmalm ökar och att uppfodrings- och anrikningskostnaderna per ton järnmalm också ökar. För det andra ökar förädlingsgraden av slutprodukten genom att alltmer säljs i form av sinter i stället för slig eller styckemalm. (Medan förädlingsvärdet, mätt i fasta priser, i branschen ökade med 63 % mellan 1963 och 1971, ökade sinterproduktionen från 3,7 till 9,6 miljoner ton, dvs med 159 %.) Eftersom malmförädlingen (i form av anrikning och sintring) har en specifik energiåtgång som är 5 å 10 gånger högre än själva brytningen med krossning och uppfodring, är det den ökade förädlingsgraden som är huvudorsak till den kraftigt ökande specifika energiåtgången i branschen. Det bör emellertid också påpekas att den ökande sintringen i malmgruvorna innebär en i motsvarande mån sjunkande energiåtgång i avnämjarledet, järn- och stålverken.

Ytterligare en faktor som påverkar den specifika energiåtgången i gruvorna är de successivt skärpta kraven på arbetsmiljön, vilka medför ökad energiförbrukning, framför allt i form av el, för ventilation och lokaluppvärmning. Under den närmaste tioårsperioden är det troligt att denna typ av energiförbrukning kommer att öka, men på längre sikt kan

Tabell 29. Energiåtgång i järn- och stålindustrin 1985, TWh

	Låg tillväxttakt		Hög tillväxttakt	
	Låg specifik energiåtgång	Hög specifik energiåtgång	Låg specifik energiåtgång	Hög specifik energiåtgång
Bruttotillförsel inkl via råvaror	59,6	68,2	70,9	79,9
Tillförsel via råvaror	26,5	28,3	28,3	30,2
Nettotillförsel	33,1	39,9	42,6	49,7

man tänka sig ökad användning av elkraft för lastning och transporter under jord, varvid ventilationsbehovet minskar. I den mån man kan ersätta arbetskraften under jord med maskiner minskar naturligtvis ventilations- och uppvärmningsbehovet, på samma gång som energiåtgången för själva borrhningen och de underjordiska transporterna kommer att öka.

Anledningen till att den specifika bränsleförbrukningen har ökat snabbare än den specifika elförbrukningen (3,5 respektive 1,9 % per år) är dels den ökade andelen sinter i produktionen, dels tendensen mot ökad brytning i dagbrott. För sintring åtgår ungefär sex gånger så mycket olja som för anrikning av slig, medan elåtgången endast är dubbelt så stor. I dagbrott är elförbrukningen liten och tenderar att minska än mer, eftersom tryckluft som energimedium ersätts av direktdrivna (diesel) hydrauliska bormaskiner. Ersättandet av pneumatiska med hydrauliska bormaskiner innebär i sig en minskad energiåtgång.

När det gäller prognosvärden för den framtida specifika energiåtgången i branschen har vissa beräkningar gjorts med utgångspunkt i dels IUI:s beräkningar på data från industristatistiken, dels en prognos gjord inom LKAB. Resultaten redovisas i tabell 30. En jämförelse av kolumnerna 1, 2 och 3 i tabellen visar att den specifika energiåtgången vid produktion av styckemalm och slig väntas stiga i framtiden, medan den för sinter väntas sjunka avsevärt. Sänkningen av den specifika energiåtgången vid sintring väntas dock helt och hållet på bränslesidan; elåtgången väntas bli oförändrad. Oljeåtgången vid sintring har redan under 1960-talet sjunkit avsevärt, vilket visas av följande siffror: 1962 var oljeåtgången i nya sinterverk 33 liter/ton sinter; 1965 hade den minskat till 19 liter/ton och 1973 till 10 liter/ton. Prognosen beträffande energiåtgången vid sintring bygger bl a på antagandet att 1973 års lägsta värden kommer att representera genomsnittliga värden 1985.

Den totala produktionen i järnmalmsgruvorna i Sverige 1968 (alltså inte enbart LKAB:s produktion) visas i kolumn 4. Genom att multiplicera denna med LKAB:s specifika energiåtgångstal i kolumn 1 erhålls kolumn 5. Summan av energiåtgången i järnmalmsgruvorna 1968 blir

Tabell 30. Specifik energiåtgång i olika processled i järnmalmsgruvor 1968, 1985 och 2000.

	Specifik energiåtgång i järnmalmsgruvor, kWh/ton			Svensk prod 1968 milj ton	Energiåtgång 1968, GWh (1) x (4)
	Faktisk 1968	Prognos 1985	Prognos 2000		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Styckemalm	29	39	44	26,6	771
Slig	104	152	146	5,8	603
Sinter	390	203	166	6,6	2 574
Summa	—	—	—	39,0	3 948

Källor: Kolumnerna 1–3 enligt LKAB, kolumn 4 enligt SOS Bergshantering 1968

enligt denna beräkning 3 948 GWh. Enligt industristatistiken var den totala energiåtgången i järnmalmgruvor 3 631 GWh. Det förefaller alltså som om LKAB:s siffror för 1968 ligger något över genomsnittet i järnmalmgruvorna, då hänsyn tagits till produktionens sammansättning.

För att erhålla en prognos över den genomsnittliga specifika energiåtgången i branschen fordras även en prognos beträffande produktionens sammansättning år 1985. LKAB:s produktion av styckemalm och slig väntas stiga med endast något över en procent per år, medan produktionen av sinter väntas öka med 10–12 % om året. Med hänsyn till den begränsade volymen styckemalm förefaller det dock osannolikt att sinterproduktionen för *hela branschen* skulle kunna öka mer än cirka 8 % om året. Under dessa antaganden skulle proportionerna mellan huvudprodukterna bli följande: ca 31,5 milj ton styckemalm, ca 7 milj ton slig samt ca 24,5 milj ton sinter. Vid denna fördelning skulle den genomsnittliga specifika energikonsumtionen, beräknad med hjälp av kolumn 2 i tabell 30 i järnmalmgruvorna bli ca 115 kWh per ton slutprodukt år 1985. Motsvarande medeltal för 1968 var 93 kWh per ton.

Om man beräknar den specifika energiåtgången per förädlingsvärdekrona 1985 på grundval av ovanstående produktionssiffror och de specifika energiåtgångstalen i kolumn 2 i tabell 30 samt väger produktionstalen med de priser som gällde på de tre huvudprodukterna 1968 erhåller man en i det närmaste oförändrad specifik energiåtgång mellan 1970 och 1985.¹

Det verkar alltså som om en ren trendframskrivning, dvs en årlig ökning av den specifika energiförbrukningen med 3,1 %, väsentligt skulle överskatta den framtida specifika energiåtgången i branschen. Att den specifika energiåtgången enligt ovanstående kalkyler inte skulle förändras nämnvärt när den specifika energiåtgången beräknas per förädlingsvärdekrona i motsats till vad som blev resultatet när den specifika energiåtgången beräknas per ton beror på förutsättningen att sinterproduktionen, som har ett jämförelsevis högt tonpris, kommer att öka väsentligt snabbare än produktionen av styckemalm och slig.

Denna prognos, som i huvudsak bygger på uppgifter erhållna från LKAB, men som kompletterats med uppgifter från industristatistiken, innebär således en mycket långsam ökning av produktionen av styckemalm (nämligen 1,7 % per år från 1970 års nivå eller 1,0 % per år från

¹ Enligt industristatistiken var priset per ton 1968 26 kr för styckemalm, 32 kr för slig och 58 kr för sinter. Om produktionen antas bli den ovan angivna år 1985 skulle produktionsindex, omräknat till 1968 som basår, bli 196. Om man multiplicerar de i tabell 30 angivna specifika energiåtgångstalen med de antagna produktionssiffrorna (i ton) och jämför den sålunda erhållna totala energiåtgången 1985 (7 267 GWh) med den för 1968 (3 631 GWh), erhålls index 200 för energiåtgången. Index för den specifika energiåtgången 1985 blir då 103. Med hänsyn till att den specifika energiåtgången mellan 1968 och 1970 ökade med sammanlagt 8 % innebär beräkningarna en obetydlig minskning av den specifika energiåtgången mellan 1970 och 1985. Det kan nämnas att den beräknade produktionsvolymökningen (mätt i förädlingsvärde) implicerar en genomsnittlig årlig produktionsökning av 4 % mellan 1968 och 1985 (4,7 % 1970–1985).

1968 års nivå).¹

Med hänsyn till den i jämförelse med tidigare år mycket snabba expansionen av järn- och stålproduktionen (i stor utsträckning sammanhängande med byggandet av Stålverk 80) fram till 1985, synes det också motiverat att räkna med en något högre ökningstakt för malmproduktionen. Med en genomsnittlig årlig ökning av 2,4 % från 1970 års nivå, skulle järnmalmproduktionen år 1985 vara ca 35 milj ton. I överensstämmelse härmed har produktionen av slig antagits öka något (nämligen från 7,4 milj ton 1970 till 8,0 milj ton 1985) i stället för att minska, som i det förra alternativet. Produktionen av sinter bedöms dock inte kunna öka mycket fortare än i det tidigare alternativet. Sinterproduktionen skulle i detta senare alternativ bli 25,0 milj ton 1985.

I samband med en något snabbare ökning av produktionen kan man också vänta sig en något lägre specifik energiåtgång 1985 än i det förra alternativet. När det gäller slig och sinter skulle en snabbare produktionsökning medföra större investeringar och genomsnittligt nyare anläggningar 1985 än vid en långsammare produktionsökning. I enlighet med beskrivningen ovan torde dock en ökning av malmproduktionen leda till en något högre specifik energiåtgång. Som ett lägre alternativ då det gäller den specifika energiåtgången har därför IUI valt LKAB:s prognos för år 2000. Emellertid är detta alternativ rimligt endast under förutsättning av en relativt snabb produktionsökning.

De fyra alternativ beträffande den totala energiförbrukningen i järnmalmgruvorna 1985 som kan framräknas på basis av de antaganden som gjorts rörande den specifika energiåtgången och produktionsvoly-

Tabell 31. Produktionsvolym och energiåtgång i järnmalmgruvor 1985

	Produktions- volym milj ton	Specifik energiför- brukning kWh/ton		Total energiför- brukning GWh	
		Lägre alt	Högre alt	Lägre alt	Högre alt
<i>Lägre tillväxt- alternativ</i>					
Styckemalm	31,5	44	39	1 386	1 229
Slig	7,0	146	152	1 022	1 064
Sinter	24,5	166	203	4 067	4 974
				6 475	7 267
<i>Högre tillväxt- alternativ</i>					
Styckemalm	35,0	44	39	1 540	1 365
Slig	8,0	146	152	1 168	1 216
Sinter	25,0	166	203	4 150	5 075
				6 858	7 656

¹ År 1970 drabbades gruvproduktionen av en omfattande strejk, varför produktionen det året var väsentligt under den maximala kapaciteten. Därför är det rimligt att beräkna den framtida tillväxten från något "normalare" års nivå. Här har 1968 valts. De tillväxttakter som anges i texten avser dock i allmänhet perioden 1970–1985 på grund av önskvärdheten av jämförbarhet med övriga branschavsnitt.

mens utveckling framgår av tabell 31. Spridningen mellan det högsta och det lägsta alternativet är här ca 18 %. Mellan de betydligt rimligare mellersta alternativen är skillnaden ca 6 %. Alla fyra alternativen innebär en ökning av den totala energiförbrukningen från 1970 års nivå (4 044 GWh). De båda extremalternativen skulle ge en ökning av den totala energiförbrukningen på 89 respektive 60 % för hela perioden 1970–1985.

Om man beräknar produktionsvolymen i 1968 års priser skulle man i det lägre tillväxtalternativet erhålla en genomsnittlig årlig ökningstakt av 4,7 % och i det högre alternativet 5,1 %. Emellertid innebär den ännu långsammare ökningen av den totala energiförbrukningen att den specifika energiåtgången kommer att minska. De olika alternativen innebär att den specifika energiåtgången skulle minska med i genomsnitt mellan 0,6 och 1,3 % per år. Detta skulle alltså innebära ett kraftigt trendbrott jämfört med perioden 1963–1971, då den specifika energiåtgången i stället ökade med 3,1 % per år.

Tabell 32. Energiförbrukning i livsmedels-, dryckesvaru- och tobaksindustrin 1970

SNI-kod	Bransch	Total energi- åtgång GWh	Andel av branschens totala energi- åtgång, %	Föräd- lings- värde Mkr	Andel av branschens förädlings- värde, %	Specifik energi- åtgång, MWh/ 1000 kr föräd- lingsvärde
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
31111	Slakterier	612	8,8	637	13,3	1,0
31112	Charkuterier	460	6,6	503	10,5	0,9
31121	Mjölkförädlingsindustri	1 241	17,9	477	10,0	2,6
31122	Glassindustri	46	0,7	95	2,0	0,5
31130	Frukt- och grönsakskonserv- industri	498	7,2	394	8,2	1,3
31140	Fisk- och fiskkonservindustri	101	1,5	131	2,7	0,8
31151	Margarinindustri	85	1,2	69	1,4	1,2
31159	Annan olje- och fettindustri	256	3,7	74	1,5	3,4
31160	Kvarnindustri	177	2,6	266	5,6	0,7
31171	Knäckebrödsindustri	124	1,8	86	1,8	1,4
31179	Annan bageriindustri	631	9,1	687	14,4	0,9
31180	Socketindustri	1 096	15,8	85	1,8	12,8
31190	Choklad- och konfektindustri	253	3,7	204	4,3	1,2
31211	Stärkelseindustri	39	0,6	8	0,2	4,8
31212	Kafferosterier	71	1,0	86	1,8	0,8
31219	Annan livsmedelsindustri	130	1,9	167	3,5	0,8
31220	Fodermedelsindustri	231	3,3	171	3,6	1,4
31311	Potatisbrännerier	45	0,6	3	0,1	15,0
31312	Spritdrycksindustri	58	0,8	12	0,3	4,8
31320	Vinindustri	—	—	—	—	—
31330	Maltdrycksindustri	566	8,2	331	6,9	1,7
31340	Mineralvatten- och läske- drycksindustri	123	1,8	99	2,1	1,2
31400	Tobaksindustri	82	1,2	196	4,1	0,4
31	Livsmedels-, dryckesvaru- och tobaksindustri	6 925	100,0	4 783	100,0	1,4

Källa: SOS Industri 1970.

Tabell 33. Fördelning av livsmedels-, dryckesvaru- och tobaksindustrins förädlingsvärde på delbranscher 1967 och 1971

SNI-kod	Bransch	Förädlingsvärde 1967 Mkr	Andel av branschens förädlingsvärde 1967, %	Förädlingsvärde 1971 Mkr	Andel av branschens förädlingsvärde 1971, %
31111	Slakterier	416	10,8	730	14,0
31112	Charkuterier	365	9,5	619	11,9
31121	Mjölkförädlingsindustri	367	9,6	364	7,0
31122	Glassindustri	83	2,1	104	2,0
31130	Frukt- och grönsaksindustri	291	7,6	393	7,6
31140	Fisk- och fiskkonserverindustri	88	2,3	121	2,3
31151	Margarinindustri	58	1,5	71	1,4
31159	Annan olje- och fettindustri	44	1,1	74	1,4
31160	Kvarnindustri	171	4,4	302	5,8
31171	Knäckebrödsindustri	69	1,8	106	2,0
31179	Annan bageriindustri	589	15,3	721	13,9
31180	Sockerindustri	89	2,3	147	2,8
31190	Choklad- och konfektindustri	177	4,6	247	4,7
31211	Stärkelseindustri	5	0,1	4	0,1
31212	Kafferoosterier	128	3,3	161	3,1
31219	Annan livsmedelsindustri	171	4,5	132	2,5
31220	Fodermedelsindustri	117	3,1	153	2,9
31311	Potatisbrännerier	7	0,2	4	0,1
31312	Spritdrycksindustri	30	0,8	29	0,6
31320	Vinindustri	—	—	—	—
31330	Maltdrycksindustri	310	8,1	419	8,1
31340	Mineralvatten- och läskedrycksindustri	105	2,7	98	1,9
31400	Tobaksindustri	160	4,2	203	3,9
31	Livsmedels-, dryckesvaru- och tobaksindustri	3 842	99,9	5 205	100,0

Källa: SOS Industri 1968 och 1971.

5.2 Livsmedels-, dryckesvaru- och tobaksindustri

Som framgått av tabell 9 har denna bransch (SNI 31) en låg specifik energiåtgång i jämförelse med övrig industri: 1,4 MWh per 1 000 kr förädlingsvärde. Emellertid varierar den specifika energiåtgången nästan lika mycket inom branschen som mellan branscher i hela industrin. Enligt kolumn 5 i tabell 32 är den specifika åtgången högst i potatisbrännerier (15,0 MWh per 1000 kronor förädlingsvärde) och sockerindustri (12,8) och lägst i glassindustri (0,5) och tobaksindustri (0,4). De största delbranscherna med avseende på den totala energiåtgången är mjölkförädlingsindustri (17,9 % av branschens totala energiåtgång) och sockerindustri (15,8 %).

Den specifika energiåtgången i branschen som helhet har minskat med i genomsnitt 1,7 % per år (jfr tabell 15). Den specifika elåtgången har visserligen ökat med 0,2 % per år men den specifika bränsleförbrukningen har minskat desto mer, nämligen med 2,0 % per år. Eftersom den specifika energiåtgången är så olika mellan delbranscher, vore det intressant att veta hur mycket av minskningen för branschen totalt sett som eventuellt beror på förskjutningar mellan delbranscher. För att belysa detta har vissa beräkningar gjorts. På grund av industristatistikens

omläggning 1968 kan inte data erhållas på delbranschnivå längre tillbaka i tiden än till 1967. Enligt tabell 33 har de största absoluta ökningarna vad beträffar delbranschens andel av branschens förädlingsvärde mellan 1967 och 1971 inträffat i slakterier, charkuterier och kvarnindustri, vilka ligger under genomsnittet för den specifika energiåtgången i branschen. De största absoluta minskningarna har ägt rum i mjölkförädlingsindustri, annan bageriindustri, annan livsmedelsindustri samt mineralvatten- och läskedrycksindustri. Av dessa ligger alla utom den förstnämnda under branschgenomsnittet vad beträffar den specifika energiförbrukningen.

Enbart på grundval av tabell 33 kan man således inte dra några slutsatser om vilken effekt förskjutningar mellan delbranscher kan ha haft på den genomsnittliga specifika energiåtgången i branschen. Om man emellertid beräknar vad den totala energiåtgången i branschen skulle ha varit 1970 med detta års energiåtgångstal men med 1967 års delbranschstruktur, finner man att denna skulle ha varit 7 259 GWh i stället för faktiska 6 925 GWh. (Förädlingsvärdet i branschen antas vara detsamma i båda fallen.) Förskjutningar mellan delbranscher har alltså bidragit till att sänka den specifika energiåtgången i branschen.

Man kan även göra en omvänd kalkyl, dvs man beräknar vad 1967 års totala energiåtgång i branschen skulle ha varit med den faktiska fördelningen på delbranscher av förädlingsvärdet men med 1970 års specifika åtgångstal. Då finner man att den totala energiåtgången i branschen skulle ha varit 6 379 GWh i stället för faktiska 6 595 GWh. Detta innebär att den minskade specifika energiåtgången delvis förklaras också av minskningar i de specifika energiåtgångstalen i åtminstone vissa delbranscher.

Tyvärr finns ingen mera detaljerad information om den specifika energiåtgången i branschen tillgänglig. Eftersom branschen svarar för endast 5,5 % (1970) av den totala energiåtgången i industrin och eftersom ingenting tyder på att branschen kommer att utvecklas på ett sätt som avviker i nämnvärd grad från det hittillsvarande, torde en trendframskrivning av utvecklingen av den specifika energiåtgången vara tillräcklig som prognosunderlag. Detta kan betraktas som ett "högenergi-alternativ", eftersom ju trenden bygger på i stort sett sjunkande energipriser. Med höjda energipriser och med hänsyn till att största delen av branschens energiförbrukning är för lokaluppvärmningsändamål, där stora energibesparingar synes möjliga på sikt, torde en ytterligare besparing på ca 20 % fram till år 1985 och 30 % fram till år 2000 vara möjlig.

5.3 *Massa och pappersindustri*¹

Massa- och pappersindustrin (SNI 3411) är den mest energiförbrukande branschen i svensk industri, såväl beträffande bränsle som beträffande elkraft. Branschens energiförbrukning skiljer sig från andra branschers

¹ Detta avsnitt har utformats i samarbete med Svenska Cellulosa- och Pappersbruksföreningen samt Svenska Träforskningsinstitutet, från vilka det siffermaterial erhållits som ligger till grund för prognosen.

så tillvida att en stor del av bränsleförbrukningen täcks genom tillvaratagande av energiinnehållet i avfallet, lutar, bark och sediment, samt att en betydande del av elkraftförbrukningen täcks av mottryckskraftgenerering inom anläggningarna.

Genom användandet av avfall som bränsle och genom den egna mottryckskraftgenereringen reduceras branschens externa energikonsumtion (olja, kol, köpt elkraft etc). Denna benämns i fortsättningen nettoenergiförbrukning. Avfallet utgör dock en del av råvaran som man i och för sig strävar att utnyttja fullständigare (t ex genom ökad framställning av mekanisk massa). Därvid minskar andelen avfall, varigenom nettoenergiebehovet stiger. Det finns alltså på marginalen en viss trade off mellan användandet av vatten som bränsle och dess användande som råvara.

Enligt tabell 9 utgjorde massa- och pappersindustrins (SNI 3411) energiförbrukning 1970 ca 30 % av hela industrins energiförbrukning eller 38,5 TWh; andelen av industrins förbrukning var ungefär densamma för såväl el- som bränsleförbrukningen. Inom SNI 3411 återfinns även fiberskiveindustrin (SNI 34113), som dock icke behandlas i denna text. För massa- och pappersindustrin exklusive fiberskiveindustrin var bränsleåtgången 1970 26,0 TWh och elåtgången 10,0 TWh, eller totalt 36,0 TWh. Av dessa 10,0 TWh elkraft genererades ca en tredjedel eller ca 3,5 TWh inom branschen. I den följande redogörelsen för energiåtgången inom massa- och pappersindustrin redovisas dock total elkraftförbrukning, oavsett att en del genereras internt. Följaktligen medtas ej bränslebehovet för mottryckskraftalstring under posten bränsleförbrukning. Bränsleförbrukningen anges dels som bruttoförbrukning, omfattande summan av extern bränsleförbrukning och internt tillvarataget bränsle (uttryckt i motsvarande mängd olja som härigenom inbesparats), dels som nettoförbrukning omfattande endast extern bränsleförbrukning. År 1973 utgjorde nettobränsleförbrukningen (huvudsakligen tjockolja) ca 42 % av branschens bruttobränsleförbrukning. Ca 58 % av den senare utgjordes således av energi tillvaratagen ur branschens interna bränslen, varav 50 % från lutar och 8 % från bark.

5.3.1 Den specifika energiåtgången för olika produkter 1973 och en bedömning för 1985

Läget under 1973

I tabell 34, kolumnerna 2 och 4, anges den specifika energiåtgången för olika *massakvaliteter* 1973. I kolumn 2 anges den sammanlagda energiåtgången brutto av olja (inkl interna bränslen) och elkraft, omräknade till kWh, medan kolumn 3 redovisar den procentuella fördelningen mellan förbrukningen brutto av bränslen och elkraft. På motsvarande sätt redovisas i kolumnerna 4 och 5 energiåtgången netto, totalt i kWh respektive med fördelning på olja och el, dvs exklusive bidraget från interna bränslen. I tabellen avser massatillverkning för avsalu till helt övervägande del torkad massa, medan massatillverkning i integrerat bruk avser tillverkning av pumpmassa för efterföljande papperstillverkning,

Tabell 34. Specifik energiåtgång vid massatillverkning 1973 och 1985.

	Produktions- volym 1973, milj ton	Specifik energiåtgång 1973, kWh/ton				Specifik energiåtgång 1985, kWh/ton	
		Brutto		Netto		Brutto	Netto
		Medel- värde	Bränsle/el- kraft, %	Medel- värde	Bränsle/el- kraft, %	Medel- värde	Medel- värde
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
<i>Massatillverkning för avsalu</i>							
Sulfat, blekt	2,34	6 900	88/12	2 200	64/36	6 200	1 200
Sulfat, oblekt	0,74	5 550	89/11	1 450	59/41	5 050	950
Sulfit, blekt ¹	1,04	6 400	84/16	3 100	68/32	5 450	1 300
Sulfit, oblekt	0,27	4 850	87/13	2 900	78/22	5 150	1 300
Mekanisk massa	0,49	2 700	37/63	2 550	33/67	2 700	2 600
	4,88	6 050 ²		2 400 ²		5 500 ²	1 350 ²
<i>Massatillverkning i integrerat bruk</i>							
Sulfat, blekt	0,48	5 100	86/14	1 200	42/58	4 700	1 000
Sulfat, oblekt	1,73	4 000	89/11	900	50/50	3 700	850
Sulfit, blekt	0,13	5 500	86/14	2 100	64/36	4 500	600
Sulfit, oblekt	0,44	3 700	84/16	1 500	60/40	3 800	450
Halvkemisk massa	0,32	1 600	78/22	350	0/100	1 600	350
Mekanisk massa	1,28	1 850	11/89	1 650	0/100	1 850	1 650
	4,38	3 350 ²		1 200 ²		3 150 ²	1 050 ²

¹ Dissolvingmassa ingår med ca 0,3 milj ton.

² Med hänsyn till kolumn 1 vägt medelvärde.

Källa: Svenska Cellulosa- och Pappersbruksföreningen och Svenska Träforskningsinstitutet.

vardera med produktionsvolymen angiven som 90 % torr massa.

Nettoenergiförbrukningen fördelade sig 1973 på bränsle och elkraft i stort i proportionerna 65/35 vad gäller cellulosa för avsalu respektive 60/40 vid integrerad användning. Förhållandena är omkastade för mekanisk massa: elkraftandelen är dominerande (inmot 100 %) för integrerad pumpmassa medan värmeinsatsen för torkning av mekanisk avsalumassa ger en oljeandel av 33 %, dvs 67 % elkraft.

Variationerna i energibehov inom samma varugrupp är ofta lika stora som mellan olika massaslag, beroende på viss oenhetlighet i kvalitet och framför allt olika energibehov i anläggningar av olika storlek och modernitet; särskilt storleksfaktorn spelar in och skapar bred spridning kring medelvärdet. Variationen i energiåtgång kan också hänföras till skillnader i verkningsgrad vid omvandlingen från bränsle till ångvärme. Vid pumpmassatillverkning av sulfat och sulfit är processens värmeförbrukning lägre än vad som erhålls från eldningen av lut och bark. I ett integrerat bruk utnyttjas detta värmeöverskott i papperstillverkningsledet, medan det i fristående massafabriker används för torkning av massa. Redovisningstekniskt omräknas värmeöverskottet i integrerad massatillverkning till ekvivalent oljebränslemängd, som senare vid sammanställning av branschens energiförbrukning (tabell 36) tillgodoräknas papperstillverk-

Tabell 35. Specifik energiåtgång vid papperstillverkning 1973 och 1985.

	Produktions- volym 1973, milj ton (1)	Specifik energiåtgång 1973, kWh/ton		Specifik energiåtgång 1985, kWh/ton
		Medel- värde (2)	Bränsle/el- kraft, % (3)	Medel- värde (4)
Tidningspapper	1,16	2 800	79/21	2 500
Journalpapper	0,35	3 650	78/22	3 550
Kraftpapper	1,34	3 800	74/26	3 300
Kartong	0,65	3 400	79/21	2 900
Finpapper	0,45	3 950	78/22	3 500
Mjukpapper	0,17	4 700	75/25	3 600
Liner och fluting	0,86	2 500	80/20	2 500
Övrigt papper	0,20	4 300	74/26	4 300
Totalt	5,18	3 350		3 050

Anm: Tabellen anger energiförbrukningen i papperstillverkningsledet inklusive överskottsvärme från massatillverkningen. Dessa åtgångstal gäller således för både fristående och integrerade pappersbruk.

Källa: Svenska Cellulosa- och Pappersbruksföreningen och Svenska Träforskningsinstitutet.

ningen, vars energiförbrukning alltså anges som resterande nettobehov.

Den specifika medelenergiåtgången 1973 vid *papperstillverkning* anges i tabell 35, kolumn 2. Energiförbrukningen redovisas som summan av bränsle- och elkraftförbrukningen. I bränsleförbrukningen ingår således här utnyttjad överskottsenergi från massatillverkningen vid tillverkning av papper i integrerat bruk. Åtgångstalen är härigenom oberoende av om tillverkningen sker i integrerat eller fristående bruk. Denna överskottsenergi utgjorde i medeltal 20 % av den totala energiförbrukningen 1973 i papperstillverkningsledet, motsvarande 25 % av dess bränsleförbrukning.

Energiåtgångens fördelning på bränsle och elkraft för olika slag av papper/papp var 1973 i medeltal 78 % respektive 22 %. Den mest energikrävande produkten är mjukpapper, medan liner och fluting (för tillverkning av wellpapp) är minst energikrävande. För de flesta produkterna är variationerna i energiåtgång inom en produktgrupp lika stora som mellan olika produkter beroende dels på att kvaliteterna inom en produktgrupp inte är enhetliga, dels på att såväl äldre som moderna produktionsenheter förekommer inom produktgrupperna. Liner och fluting samt tidningspapper uppvisar emellertid mindre spridning i energiåtgång på grund av större enhetlighet och lägre energiåtgång beroende på genomgående stora moderna produktionsenheter. Variationerna i energiåtgång kan till viss del även hänföras till olika ångpanneverkningsgrader.

Den specifika energiåtgången 1985

I tabell 34, kolumn 6 redovisas bedömningen av den specifika medelenergiåtgången 1985 för *massa* av olika slag. Till grund för bedömningen ligger de

lägsta observerade värdena under 1973 inom produktgrupperna. Som lägsta värde redovisas summan av lägsta bränsle- och lägsta elkraftförbrukning, oavsett om de härrör från samma anläggning eller ej. De så erhållna specifika åtgångstalen får härigenom betecknas som de lägsta tänkbara med tillämpning av dagens bästa kända teknik. Samtidigt tas ingen hänsyn till eventuella förbättringar i den idag med avseende på energiåtgången bästa tekniken. Man måste dock räkna med att en sådan teknisk utveckling kan komma till stånd, samtidigt som det inte är säkert att alla anläggningar i branschen år 1985 hunnit anpassa sig till de idag lägsta energiåtgångstalen. Denna anpassningshastighet är beroende av priset på energi i jämförelse med bl a kapitalpriset. Även statliga åtgärder av det slag som tillämpats på miljövårdsområdet kan naturligtvis påverka hastigheten. Tiden har inte här medgivit oss att göra någon mera detaljerad analys av de tekniska möjligheterna att ytterligare sänka energiåtgångstalen från de idag lägsta registrerade värdena. Därför avstår vi i denna bransch från att presentera mer än ett alternativ.

Miljövärdskraven har beaktats såtillvida att alla sulfittasfabriker förutsätts ha industnstning och förbränning av sina avlutar. Bruttoenergiförbrukningen för oblekt sulfit ökar därför fram till 1985 samtidigt som nettoförbrukningen minskar. För halvkemisk massa (NSSC) är nuvarande energiåtgång så låg att en sänkning av det specifika medelenergibehovet bedöms som orealistisk. Beträffande mekanisk massa väntas en ökad övergång från slipmassa till raffinörmassa och termomekanisk massa i och för sig leda till en ökning av den specifika elkraftförbrukningen.¹ Men samtidigt väntas sådana energibesparande teknologiska förändringar att den specifika elkraftförbrukningen år 1985 trots detta skulle vara densamma som den år 1973. Något helt ny teknik för massaframställning, mekanisk eller annan, har dock ej förutsatts.

I kolumn 7, tabell 34 redovisas nettoenergiåtgången vid massatillverkning, dvs externt tillförd energi i form av olja och elkraft. Genom att oljeförbrukningen endast utgör en mindre del av den totala bränsleförbrukningen vid kemisk massatillverkning får en sänkning av den totala bränsleförbrukningen en relativt större effekt på oljeförbrukningen, vilket framgår vid jämförelse mellan kolumnerna 4 och 7. Av nettoenergiförbrukningen för de kemiska massorna för avsalu väntas 50–60 % utgöras av elkraft, medan resten är oljeförbrukning. Tillverkning av integrerad sulfatmassa bedöms förbruka olja endast för mesaombränningen, varvid olja utgör ca 50 % av nettoenergiförbrukningen. Övriga massaslags nettoenergiförbrukning utgörs enbart av elkraft.

Vid oförändrad fördelning mellan produkterna innebär antagandet att 1985 års medelenergiförbrukning motsvarar 1973 års lägsta värden en minskning av den genomsnittliga specifika bruttoenergiförbrukningen med 9,1 % i avsalumassaproduktion och 6,0 % i integrerad produktion, medan motsvarande minskning i specifik nettoenergiförbrukning blir 45 % respektive 13 %.

¹ År 1973 var elåtgången ca 1 700 kWh/ton slipmassa och ca 2 200 kWh/ton raffinörmassa och termomekanisk massa.

Reservationer kan naturligtvis anföras mot att den antagna låga specifika energiåtgången kommer till stånd redan till år 1985. För att denna skall kunna åstadkommas fordras först och främst att den specifika energikonsumtionen är lägre i nytillkommande anläggningar än i genomsnittliga anläggningar 1973, men också under vissa förutsättningar att den specifika energikonsumtionen minskar även i redan existerande anläggningar. Hur mycket energiåtgången i existerande anläggningar behöver sänkas är beroende av dels hur snabbt produktionen kommer att växa, dels hur snabbt gamla anläggningar ersätts av nya.

Om exempelvis den specifika bruttoenergiåtgången i nytillkommande anläggningar utöver redan existerande (dvs inga gamla anläggningar läggs ner eller ersätts av nya) är densamma som i de bästa anläggningarna år 1973, skulle i det högre produktionsalternativet 1985 (se produktionsprognosen tabell 36) den specifika bruttoenergiåtgången i redan existerande anläggningar behöva sänkas med 8,8 % i fristående massafabriker, medan den skulle behöva minska med 5,4 % i existerande integrerade massafabriker. I det lägre produktionsalternativet skulle den specifika bruttoenergiåtgången i existerande integrerade anläggningar behöva sänkas med 6,1 %, medan den i fristående massafabriker skulle behöva minska med 10 %, även om den nedläggning av ca 20 % av existerande kapacitet som förutses i det alternativet skulle avse anläggningar med genomsnittlig specifik energiåtgång. Om i stället de nedlagda anläggningarna skulle ha exempelvis 10 % högre specifik energiåtgång än genomsnittet, skulle åtgången i övriga anläggningar behöva minska med 6,8 %.

I detta exempel förutsätts ingen sänkning av den specifika energiåtgången utöver den som representeras av den år 1973 med avseende på energiåtgången bästa tillämpade teknologin. Om emellertid en ytterligare sänkning på exempelvis 10 % skulle komma till stånd i nytillkommande anläggningar, skulle inte ens i det lägre produktionsstillväxtalternativet någon sänkning alls behöva äga rum i redan existerande integrerade massafabriker.

Sänkningen av den specifika energiåtgången inom ramen för existerande produktionskapacitet kan således ske genom ersättande av gamla med nya anläggningar. För övriga produktionsenheter är minskning i energiåtgång inte möjlig annat än genom modifiering och modernisering av fabriksutrustning, vilket kräver stora investeringar. Branschens kapitaltunga utrustning medför att tekniska förändringar tar tid att slå igenom på grund av att de i stor utsträckning måste komma via nyinvesteringar eller ganska omfattande ombyggnader. Minskad energiåtgång kan vidare motverkas av ökande miljövårdskrav, vilka ofta är energikrävande.

En prognos för specifik energiåtgång i *papperstillverkningen* år 1985 redovisas i tabell 35, kolumn (4) på samma sätt som för *massatillverkningen*. För *liner och fluting* samt för produktgruppen "övrigt papper" förväntas ingen ändring i energiåtgång. Med oförändrad produktionsfördelning innebär antagandet att 1973 års bästa värden är medelvärden 1985 en minskning av pappersproduktionens genomsnittliga specifika energiåtgång med 9 %. Vid oförändrad mängd utnyttjad överskottsenergi från massatillverkningen skulle motsvarande minskning i extern specifik energiåtgång bli 11 %.

5.3.2 Faktorer som påverkar det specifika energibehovet

Tekniken för energihanteringen i massa- och pappersindustrin är i jämförelse med andra branscher väl utvecklad som följd av det intresse som industrin har haft att hålla nere den betydande kostnadspost som energin utgör. De höjda energipriserna kan emellertid förväntas förskjuta optimalpunkterna i övervägandena om ytterligare investeringar för energibesparing och energiåtervinning. Vissa ändringar i processerna får tekniskt-ekonomiska återverkningar på energiåteranvändningen – dit hör systemslutningen för minskning av avloppsvattenmängden. Miljöskydds-betingade åtgärder ökar i stället ofta energikonsumtionen (t ex luftkompressor för biologisk vattenrening). Nedläggning på grund av miljövårdsskäl av en rad gamla massafabriker med hög specifik energiförbrukning medför en allmän reduktion av medelenergiåtgången per ton produkt. Även i fabriker som idag betecknas som moderna kan emellertid forsknings- och utvecklingsarbeten leda till processmodifikationer som reducerar energiåtgången. Å andra sidan gäller att i den mån som förbättringar inom ramen för de olika produktionsmetoderna möjliggör ett högre vedutbyte eller en omställning till kvalitet som ger sådant resultat kommer mängden energi i de interna bränslena (lutar, bark m m) att minska och måste ersättas med externt bränsle.

De faktorer som kan tänkas påverka det framtida energibehovet är vid sidan av produktionsvolymutvecklingen, som tas upp i ett följande avsnitt, följande:

- fullständigare utnyttjande av interna bränslen
- ytterligare genomförd värmeåtervinning
- ökad användning av returpapper
- ökad mottryckskraftgenerering
- strävanden till högre massautbyte ur veden
- substitution av manuellt arbete genom ökad automation.

Lutar och bark svarade 1973 för 50 respektive 8 % av det totala värmebehovet i massa- och pappersindustrin. Idag tillvaratas av miljö-vårdsskäl en betydligt större del av lutarna än som är företagsekonomiskt motiverat med hänsyn till lutarnas innehåll av brännbar substans och återvinningsbara kokkemikalier. Miljövårdskraven framtvingar ytterligare höjningar av urtvättningen, men energiutbytet därur blir negativt, ty luten blir utspädd och energibehovet för indunstning stiger. Vad gäller bark finns däremot ännu en del att göra eftersom icke obetydliga volymer på grund av eftersläpning i eldningskapaciteten ännu går på tipp. Möjlighet torde också flerstädes finnas att ta hand om bark från kringliggande sågverk. Inom branschen pågår FoU-arbete för att lösa de praktiska problemen vid ökad barkanvändning. Sedimentförbränning förblir i princip en destruktion och ger ingen överskottsenergi. Hushållssopor kan komma i fråga som bränsle för skogsindustrin där kommunen inte själv kan nyttiggöra energi-innehållet däri.

De stora kvantiteterna lågvärdigt värme – i form av varmvatten – som framkommer i massafabriker och varav för närvarande en stor del inte kan nyttiggöras, representerar en latent energitillgång av betydande mått.

Det måste dock beaktas att värdet av värme helt beror av vid vilken temperatur det står till förfogande. Kraven på ökad slutning av vattensystemen leder till högre temperaturer inom processystemen så att möjligheter öppnas, där de geografiska förutsättningarna är för handen, att distribuera värme till kringliggande tätortsbebyggelse för bostadsuppvärmning och som varmvatten.

Integrerad papperstillverkning innebär, som konstaterats ovan, en betydligt lägre energiförbrukning än ointegrerad produktion. En ökad vidareförädling inom landet ökar naturligtvis energibehovet i Sverige, men från global synpunkt innebär detta en minskad energiåtgång.

En möjlighet att i betydlig grad begränsa energibehovet i massasektorn utgör naturligtvis ändringar i kvalitetskrav och kvalitetsinriktning, t ex sänkt blekningsgrad eller omläggning av produktionen mot mer oblekt massa. Marknadsutvecklingen har emellertid under en lång följd av år varit entydig för blekt cellulosa och numera även blekt mekanisk massa. För närvarande är den specifika nettoenergiförbrukningen i sulfitindustrin avsevärt större än i sulfatfabrikationen, men genom att moderna sulfatfabriker också arbetar med hög lutåtervinning kommer nettoenergiåtgången i sulfitindustri i framtiden att vara jämförbar med den i sulfatfabriker och därmed begränsa energibehovet i sulfitsektorn (tabell 34). Det allmänt högre vedutbytet vid sulfitkokning ger visserligen per ton massa en mindre torrsubstansmängd i luten för förbränning, men också inom sulfatindustrin har man att räkna med en växande andel för de sk högutbytesmassorna. En sannolikt något stigande andel för mekanisk massa (slip-, raffinör- och termomekanisk massa) av den totala massatillverkningen i landet verkar höjande på branschens totala externa energibehov som följd av dessa kvaliteters höga elkraftförbrukning (upp till ca 2 200 kWh per ton).

En ökad användning av returpapper som råvara för pappers- och papptillverkning möjliggör inom ramen för en viss total massaproduktion endera en ökad pappersproduktion eller en ökad avsalumassamängd, men minskar i och för sig ej energiförbrukningen i papperstillverkningsledet. Skulle återvinningen kunna ökas av hittills ännu outnyttjade resurser, främst bestående av tidningar och tidskrifter i hushållsavfallet, för användning som ersättning för mekanisk massa vid tillverkning av tidningspapper och andra trähaltiga kvaliteter erhålls en minskad specifik nettoenergiförbrukning i dessa sektorer. När returpapper ersätter kemisk massa i integrerade bruk blir däremot den specifika besparingen i nettoenergi liten. Skillnaden beror på olikheten i nettoenergiförbrukning mellan kemisk och mekanisk massa (tabell 34, kolumn 7). Preparering av returpapper som råvara för papperstillverkning förbrukar för övrigt i och för sig energi för upplösning och avsvärtning (de-inking). Huvudargumentet för en ökad recirkulering är naturligtvis att dryga ut fibertillgången.

En ökad mottryckskraftgenerering är förmånlig ur samhällsekonomisk synpunkt, trots att den lokalt kan leda till ökad förbrukning av externt bränsle i den mån den ersätter motsvarande kvantitet kondenskraft, genererad med dubbel eller ännu högre oljeåtgång per kWh. De höjda kraftpriser som följt med oljeprisstegringen har riktat intresset på

möjligheterna till en kraftig utbyggnad av mottrycks krafteffekten, som f n är ca 670 MW. Så länge andra alternativ till billig elkraft inte erbjuder sig måste det vara en riktig utveckling att stimulera till investering i mottrycksturbiner, ehuru det kan motverka strävanden att reducera industrins beroende av externa bränslen.

5.3.3 Produktionsvolymutvecklingen till 1985

Som framgått i kapitel 2 var under perioden 1954–1973 den genomsnittliga årliga tillväxttakten 5,2 % i massa- och pappersindustrin. Detta innebär en något långsammare tillväxttakt än i hela industrin, 5,6 %. Det finns anledning förmoda att massa- och pappersindustrin också under den närmaste tioårsperioden kommer att växa långsammare än industrin i genomsnitt. Anledningen är att avverkningen redan bedöms vara lika stor, ca 75 milj m³ sk per år, som den årliga nettotillgången på virke.¹

På lång sikt kan virkesproduktionen höjas genom förbättrade skogsbruksmetoder, ökad gallring, gödsling av skog, plantering av högavkastande trädslag etc. Vidare finns inom prognosperioden möjligheter att höja utnyttjandet av tillväxten genom att minska andelen på hyggena kvarlämnat virke, tillvarata mer av gallringsvirket och att utnyttja delar av virkesavfallet (framför allt toppar och grenar) för flisning m m. Högre virkespriser kan också möjliggöra uttag från områden som idag icke är ekonomiskt tillgängliga.

Åtgärder av detta slag väntas på lång sikt höja den tillgängliga virkeskvantiteten med avsevärda kvantiteter. Meningarna skiljer sig dock ännu hur stora volymer som med ekonomiskt rimliga insatser kan insamlas från kalhyggen och i gallringsskog respektive tillkomma genom helträdsutnyttjande under prognosperioden; möjligen kan det röra sig om en utvidgning av virkesbasen med 10 %. Ett långsiktigt skogsvårdsprogram ger emellertid möjlighet, inom ramen för ett uthålligt skogsbruk, att öka uttagen utöver tillväxten redan under prognosperioden.

I vilken omfattning åtgärder av här uppräknat slag kommer att vidtas beror i hög grad på den framtida prisnivån på virke och den skogspolitik som statsmakterna kommer att fastställa. Det högre expansionsalternativet i tabell 36 torde förutsätta en gynnsam internationell prisutveckling för pappersprodukter. Även utvecklingen av prisrelationen mellan trävaror och papper kommer att påverka råvarutillgången för massaindustrin genom att den bestämmer massavedens andel av det totala virkesuttaget. Vi förutsätter här ingen större förändring i nuvarande andel.

Även om det således på sikt finns ganska goda expansionsmöjligheter för skogsindustrin med avseende på råvaruförsörjningen är det troligt att råvarutillgången blir en begränsande faktor för massaproduktionens utveckling under den närmaste tioårsperioden. Papperstillverkningen kan expandera genom ökad vidareförädling av massan inom landet. En trend i

¹ Enligt Skogsfakta nr 1 1973 anges "total nettoavverkning" baserad på AVB 69 alt C uppgå till 75 milj m³ sk. Avdrag har där gjorts med ca 9 milj m³ sk för kvarlämnade träd och tveksamma tillgångar.

Tabell 36. Produktionsvolym och energiåtgång i massa- och pappersindustrin 1985.

	Produktionsvolym milj ton		Energiåtgång (netto), TWh	
	Högre alt	Lägre alt	Högre prod volym	Lägre prod volym
Massa för avsalu	5,0	4,0	6,8	5,4
Massa i integrerat bruk	8,0	7,5	8,4	7,9
Papper	9,0	8,5	22,3	21,1
Biprodukter (sprit, tallolja m m)			1,8	1,6
Summa			39,3	36,0
Genomsnittlig årlig förändring i total nettoenergiåtgång 1970–1985 i %			+0,6 %	0,0 %

denna riktning har varit märkbar på senare år. Ju långsammare massaproduktionen växer desto mer torde företagen satsa på vidareförädling till papper. IUI bedömer det därför som rimligt att om massatillverkningen år 1985 kommer att vara begränsad till 11,5 milj ton (innehållande en genomsnittlig årlig ökningstakt av ca 1,7 % mellan 1973 och 1985), så kommer massa för integrerad papperstillverkning att därav utgöra ca 7,5 milj ton (en ökning från 4,4 milj ton 1973). Det betyder att integrationsgraden stiger till 65 % (7,5/11,5) 1985. Resterande massakvantitet (4,0 milj ton för avsalu) produceras i fristående eller partiellt integrerade massafabriker och sjunker med ca 1 milj ton jämfört med 1973 års produktion. I detta lägre alternativ bedöms papperstillverkningen bli ca 8,5 milj ton.

En något mera optimistisk bedömning av den tillgängliga virkesvolymen år 1985, motiverad av bestående högt pris och olika stimulansåtgärder, skulle medge en massaproduktion av 13,0 milj ton (det högre produktionsalternativet). Detta skulle innebära en årlig ökningstakt av ca 2,7 %. I detta alternativ antas hela fibertillskottet disponeras för vidareförädling till papper och papp, varför avsalukvantiteten skulle vara ungefär lika stor som 1973, dvs ca 5 milj ton. Massaproduktionen i integrerade bruk skulle då bli 8 milj ton och pappersproduktionen 9,0 milj ton. Den senare siffran innebär en 4-procentig ökning per år från 1973 års nivå.

Av den återvinningsbara delen av papperskonsumtionen i landet insamlas för närvarande ca 28 %, varav större delen återgår till de svenska pappersbruken. Under 1973 utgjorde den återanvända kvantiteten i runt tal 330 000 ton, motsvarande 6 % av fiberförbrukningen i pappers- och pappbruken. Med hänsyn till väntad virkesknapphet finns incitament att höja återanvändningen betydligt. En kompletterande import av vissa typer av returpapper kan också tänkas. Mängden returpapper kan till 1985 väntas stiga till ca 800 000 ton, motsvarande 9 å 10 % av malden. I produktionsprognosen i tabell 36 har hänsyn tagits till denna förändring av

andelen returpapper genom att den beräknade mängden ny massa som åtgår per ton papper har satts lägre än den är idag.

5.3.4 Den totala energiåtgången i massa- och pappersindustrin 1985

Under de antaganden som gjorts ovan rörande tillväxten i massa- och pappersproduktionen¹ skulle den genomsnittliga tillväxttakten av förädlingsvärdet i fasta priser i branschen bli ca 3,9 % i det högre och ca 3,0 % i det lägre tillväxtalternativet. Räknar man från 1970 års nivå blir tillväxttakterna 1970–1985 i stället 4,2 respektive 3,5 % per år i de olika alternativen. I tabell 36 anges alternativen för den totala nettoenergiåtgången inom massa- och pappersindustrin (SNI 34111, 34112) under uppställda antaganden om produktionsutveckling och specifik energiåtgång. Nettoenergibehoven för pappersproduktionen redovisas med hänsyn tagen till utnyttjad överskottsenergi från massatillverkningens interna bränslen. Utan denna reduktion skulle papperstillverkningsledets energiförbrukning vara 27,4 TWh och 25,9 TWh för det högre respektive det lägre produktionsalternativet. Inom massa- och pappersindustrin förekommer en viss biproduktion som sprittillverkning, talloljedestillation m m, vars energiförbrukning redovisas separat. Denna har antagits variera proportionellt med totala massaproduktionen.

Av tabell 36 framgår att det lägre produktionsalternativet totalt medför en oförändrad nettoenergikonsumtion av 36,0 TWh jämfört med 1970. I branschens totala nettoenergikonsumtion ingår då bränsle med 59 % (21,2 TWh) och elkraft med 41 % (14,8 TWh). I jämförelse med 1970 års elkonsumtion innebär detta en ökning med ca 50 %. Den externa bränsleförbrukningen har däremot minskat med ca 15 %.

I det högre produktionsalternativet ökar den totala nettoenergikonsumtionen till 39,3 TWh, en ökning med ca 9 % från 1970 års nivå. Fördelningen mellan bränsle och elkraft är densamma som för det lägre produktionsalternativet, vilket betyder en ökning av elkraftkonsumtionen med 65 % och en minskning av bränslekonsumtionen med 9 % jämfört med 1970.

Minskas de i tabell 36 angivna årliga förändringstalen (i %) för den totala nettoenergiförbrukningen med tillväxttakten (i %) för produktionsvolymen mätt i förädlingsvärde i fasta priser erhålls den genomsnittliga årliga förändringen i specifik energiåtgång (kWh/kr förädlingsvärde). Nedgången i detta specifika energiåtgångstal blir 3,6 % per år i alternativet med hög produktion (nämligen $+ 0,6 - 4,2 = - 3,6$). Eftersom den årliga minskningen i detta tal under perioden 1963–1971 endast var 0,4 % skulle alltså den antagna utvecklingen innebära ett markerat trendbrott. Bakom detta ligger i sista hand energiprisökningen.

En ändrad produktfördelning kan dock förskjuta bilden och medföra såväl en minskning av de till eldning gående interna bränslena och därmed ett ökat externbränslebehov, som även ett ökat elkraftbehov. Prognosen rymmer alltså ett betydande mått av osäkerhet.

¹ Här avses den trendmässiga utvecklingen av den faktiska produktionen, inte massa- och pappersindustrins kapacitet.

5.4 Kemisk industri

Den kemiska industrin (SNI 351 + 352) hör inte till de största industribranscherna i Sverige eller till de största energiförbrukarna, men är en av de energiintensivaste branscherna. År 1970 svarade den egentliga kemiska industrin för 5,3 % av industrins (SNI 2 + 3) förädlingsvärde och 7,3 % av industrins totala energiåtgång (jfr figur 2). Till detta kan dock läggas att branschen samma år använde råvaror¹ med ett energiinnehåll av i det närmaste samma storlek som branschens energiförbrukning i form av bränsle och el.

Såsom indirekt framgår av de angivna procenttalen ligger branschens specifika energiåtgång (energiåtgången i bränsle och el per krona förädlingsvärde) över den genomsnittliga för hela industrin. Branschens två delar skiljer sig dock på denna punkt. Kemikalie-, gödselmedels- och plastindustri (SNI 351) har en specifik energiåtgång av 6,6 MWh per 1000 kronor förädlingsvärde, vilket placerar branschen på tredje plats bland den svenska industrins delbranscher. Dess specifika energiåtgång överträffas endast av den för massa- och pappersindustrin, cementindustrin samt järn-, stål- och ferrolegeringsverk (10,7, 31,0 respektive 8,4 MWh per 1000 kronor förädlingsvärde). Annan kemisk industri (SNI 352) har däremot en specifik energiåtgång av endast 0,9 MWh per 1000 kronor förädlingsvärde, vilket inte är mer än drygt en tredjedel av genomsnittet för hela industrin, 2,6 MWh per 1000 kronor förädlingsvärde (jfr tabell 9).

Kemikontoret har gjort en studie för Energiprognosutredningen (Kemisk processindustri och framtida energiförbrukning, Stockholm, maj 1974), där man bl a beräknat utvecklingen av den specifika energiförbrukningen i branschens olika delar under 1960-talet och gjort en prognos för utvecklingen 1970–1985, tabell 37. Uppgifterna om 1960-talets utveckling måste dock på grund av det dåliga sifferunderlaget betecknas som osäkra.

Mot siffrorna i tabell 37 för förändringen under 1960-talet kan ställas

Tabell 37. Specifik energiförbrukning i den kemiska industrin och dess delbranscher 1960–1985

	GWh per Mkr produktionsvärde i 1970 års priser			Förändring, % per år	
	1960	1970	1985	1960–70	1970–85
I. Oorganiska produkter	3,75	4,20	4,13	+1,3	0
II. Organiska produkter	2,81	4,82	4,51	+5,5	-0,5
III. Basplaster	3,66	3,18	2,27	-1,5	-2,3
IV. Övriga kemiska produkter	0,57	0,56	0,57	0	0
Totalt, kemisk industri	1,76	1,97	2,13	+1,1	+0,5

Källa: Siffrorna bygger på tabell II i Kemikontorets utredning "Kemisk processindustri och framtida energiförbrukning", Stockholm, maj 1974.

¹ I första hand nafta till den petrokemiska industrin

en trendmässig förändringssiffra, som framräknats inom IUI med ledning av den officiella industristatistikens uppgifter (tabell 15). Den avser branscherna SNI 351–354 och 356 under åren 1963–1971 och visar en årlig minskning med 4,4 %. Den stora skillnaden mellan Kemikontorets och IUI:s siffror är svårförklarlig men torde snarare sammanhånga med osäkerheten i data och med skillnaderna i branschavgränsning än med skillnaden i den analyserade tidsperioden.

Kemikontorets prognos innebär en markant avvikelse från utvecklingen under 1960-talet. Man säger sig ha beaktat ”en förväntad inverkan av skaleffekter, utveckling av mer energiekonomiska processer . . .” och därvid i viss utsträckning även ha beaktat ”de ändringar av den specifika energiförbrukningen som följer av prognosförutsättningen om en ökande relativ kostnad för produktionsfaktorn energi”.

Det mest diskutabla i Kemikontorets prognos synes vara den kraftiga trendändring som förväntas för organiska produkter, nämligen från en ökning med 5,5 % per år till en minskning med 0,5 % per år. Detta gäller framför allt mot bakgrund av att Kemikontoret säger att ”de petrokemiska processerna redan är väl utvecklade och relativt energiekonomiska” och att ”ytterligare skaleffekter av tillkommande anläggningar blir relativt marginella”. ”Någon radikalt ny teknik . . . är inte nu i sikte”, inte heller andra råvaror än de nuvarande. Även om Kemikontoret möjligen räknat med betydande integrationseffekter genom tillbyggnader av existerande anläggningar synes dess prognos på denna punkt vara ett utpräglat lågenergialternativ. Ett realistiskt högenergialternativ är enligt IUI:s uppfattning att räkna med att tillväxttakten för de organiska produkternas specifika energiförbrukning minskas från 5,5 % per år under 1960-talet till 1,5 % per år under perioden 1970–1985. Detta skulle ge en genomsnittlig årlig tillväxt av hela den kemiska industrins specifika energiförbrukning på 1,5 % vid given tillväxttakt för produktionen inom branschens olika delar, vilket kan ställas mot den av Kemikontoret förväntade på 0,5 %.

Kemikontoret har vidare gjort en prognos över produktionsvolymens utveckling. I stort sett ansluter sig denna prognos nära till minimalalternativet i den prognos, som utarbetades 1970 för den fysiska riksplaneringen (Kemisk processindustri och fysisk riksplanering, Kemikontoret, Stockholm, 1970), och som förutsade en expansionstakt av 5,8 å 7,3 % per år. Tillväxten förväntas i båda prognoserna ske betydligt snabbare under

Tabell 38. Produktionsutvecklingen inom den kemiska industrin 1970–2000, % per år

	1970–1985	1985–2000
I. Oorganiska produkter	+ 5	+2
II. Organiska produkter	+12,5	+5
III. Basplaster	+10	+5
IV. Syntetgummi	} + 6,4	} +4,4
V. Övriga kemiska produkter		
Totalt, kemisk industri	+ 7,6	+4,5

Källa: Kemikontoret, Kemisk processindustri och framtida energiförbrukning, Stockholm, maj 1974.

perioden 1970–1985 än under perioden 1985–2000 och väntas dessutom ske med olika takt i olika branschdelar (tabell 38).

Nedjusteringen mellan 1970 och 1974 motiveras i första hand med att de höjda relativa priser på energi och energiråvaror, som 1970 antogs komma under den senare delen av den 30-åriga planperioden, redan blivit ett faktum till en del – ”kanske till större delen”. 1974 års prognos ansluter sig till det historiska mönstret i det avseendet att den snabbaste tillväxten väntas inom den tyngre organiska industrin (i stort sett = petrokemisk industri) och inom plasttillverkning.

Tillväxttakten för *konsumtionen* av organiska produkter och basplaster påverkas givetvis kraftigt av höjda energipriser. Å andra sidan har den förändrade energisituationen skapat väsentligt förbättrade förutsättningar för svensk *produktion* av dessa produkter, eftersom planerad utbyggnad av den inhemska raffinaderikapaciteten och eventuellt statligt engagemang däri skapar inhemska tillgång till cracker-råvaran nafta. Detta i förening med statens påbörjade engagemang inom tyngre petrokemisk industri gör att den av Kemikontoret förväntade produktionstillväxten för organiska produkter och basplaster icke förefaller orealistiskt hög.

IUI:s prognos över industrins energiförbrukning görs under två alternativa förutsättningar beträffande den allmänna tillväxttakten för industriproduktionen – snabb respektive långsam tillväxt, innebärande 6 respektive 4 % årlig tillväxt i produktionsvolymen. De historiska elasticiteterna för den kemiska produktionens (SNI 351 + 352 + 356) tillväxttakt i förhållande till den för hela industriproduktionen var för perioden 1954–1973 1,75 och för perioden 1964–1973 2,0. Dessa siffror torde dock ha påverkats av att 1960-talet var en ”inträngningsperiod” för den då nya svenska petrokemiska industrin, och vidare torde de höjda energipriserna medföra en sänkning av elasticiteten. Å andra sidan torde råvarutillgången för svensk petrokemisk industri, såsom tidigare berörts, bli bättre än hittills. Den sammanlagda effekten av dessa förändringar är svårbedömd, men en elasticitet under perioden 1970–1985 på 1,5 förefaller att vara rimlig. Detta skulle vid 4 respektive 6 % årlig tillväxt för den totala industriproduktionen innebära 6 respektive 9 % årlig tillväxt för den kemiska produktionen. Kemikontorets prognos för perioden 1970–1985 ligger mellan dessa båda alternativ och synes vara väl förenlig med dessa (de specifika förutsättningarna beträffande den allmänna ekonomiska utvecklingen under vilka Kemikontorets prognos utarbetats anges tyvärr inte).

Tabell 39. Energiförbrukningens ökningstakt i den kemiska industrin 1970–1985, % per år

Produktionsvolymens utveckling, % per år	Den specifika energiåtgångens utveckling, % per år	
	+0,5	+ 1,5
+6	+6,5	+ 7,5
+9	+9,5	+10,5

Tabell 40. Energiförbrukning i den kemiska industrin 1985, TWh

Produktionsvolymens utveckling, % per år	Den specifika energiåtgångens utveckling, % per år	
	+0,5	+1,5
+6	23,7	27,2
+9	35,9	41,4

De två alternativa antagandena om den specifika energiåtgångens utveckling och de två antagandena om produktionstillväxten ger fyra möjliga kombinationer, som ger var sin *tillväxttakt för branschens totala energiförbrukning* (tabell 39).

Med utgångspunkt i branschens totala energiförbrukning år 1970, 9,2 TWh, får man fyra alternativ för *branschens totala energiförbrukning år 1985* (tabell 40).

5.5 Cementindustri

Cementindustrin (SNI 36921) är en av de mest energiintensiva branscherna i svensk industri. Som påpekats ovan (kapitel 3) hade denna bransch den högsta energiåtgången per 1 000 kr förädlingsvärde av någon bransch i svensk industri år 1970, nämligen 30 985 kWh, jämfört med ett genomsnitt av 2 528 kWh per 1 000 kr förädlingsvärde för hela industrin. Inte mindre än ca 17 % av saluvärdet i branschen utgjordes av energikostnader. Detta innebär att cementindustrin tillsammans med ferrolegeringsverk är den bransch där energikostnaderna betyder relativt mest och där därför de höjda energipriserna borde få dramatiska effekter på sikt.

5.5.1 Specifik energiåtgång

Den specifika energiförbrukningen i cementindustrin framgår av tabell 41. Av den totala energiåtgången per ton 1973, 1 455 kWh, utgjordes största delen, 1 340 kWh, av bränslen, resten av elkraft. Ca 75 % av branschens energiförbrukning hänförs till klinkerframställning, den process där kalkstenen torkas, kalcineras och sintras i stora roterugnar.

Det finns två huvudsakliga metoder att tillverka cement, nämligen den sk våta och den sk torra metoden. Den torra metoden, som är den nyare, är betydligt bränslesnålare än den våta. I genomsnitt räknar man med en specifik bränsleåtgång i den torra metoden av ca 930 kWh/ton och ca 1 630 i den våta. Huvudsakligen av detta skäl är den våta metoden på väg att ersättas av den torra. Idag utgörs ca 50 % av kapaciteten i branschen av torrugnar, ca 40 % av våtugnar och ca 10 % av halvtorra ugnar. År 1985 väntas hela produktionskapaciteten utgöras av torrugnar.

Emellertid beror den specifika energiåtgången inte enbart på valet mellan torr och våt produktionsmetod utan även på vilken ugnstorlek som väljs. I en bransch som i så hög grad präglas av stordriftsfördelar i

produktionen som cementindustrin kan man vänta sig betydande skillnader i specifik energiåtgång mellan stora och små ugnar.

Enligt en tysk studie föreligger betydande skillnader i energiåtgång mellan ugnar av olika storlek.¹ Enligt denna studie varierar bränsleåtgången mellan 1 685 kWh/ton i de mindre ugnarna (ca 100 000 klinker/år) och ca 1 400 kWh/ton i dubbelt så stora ugnar med den våta metoden. I den torra metoden varierar bränsleåtgången mellan ca 1 150 kWh/ton vid en produktionsstorlek av 75 000 ton klinker per år och ca 875 kWh/ton i de mest bränslesnåla ugnarna med en årsproduktion av ca 365 000 ton. Dessa uppgifter hänför sig till 1960-talet (Mängel, op.cit, s 239).

En liknande analys av den svenska cementindustrin pågår inom IUI men är inte klar vid tidpunkten för denna rapport avlämnande. I Sverige är den genomsnittliga ugnstorleken ca 175 000 årston. 16 av de 24 ugnar som fanns i Sverige 1973 var dock 20–40 år gamla och använder den våta metoden. De nya ugnar som byggts efter 1965 har i allmänhet en kapacitet av minst 500 000 årston och använder den torra metoden.

Båda dessa faktorer, dvs övergången till torr metod och i samband därmed den ökade ugnstorleken, har lett till en sänkning av den specifika energiåtgången i branschen under 1960-talet. Detta framgår av tabell 41. Den specifika energiåtgången minskade från 1 549 kWh/ton 1963 till 1 455 kWh/ton 1973, dvs med i genomsnitt 0,7 % per år.² Som jämförelse kan nämnas att den specifika energiåtgången i tyska cementfabriker under perioden 1960–1968 sjönk från 1 450 kWh/ton (varav 1 360 kWh utgjordes av bränslen) till 1 150 kWh/ton (varav 1 050 kWh/ton bränslen), dvs med nära 3 % om året. Den snabbare sänkningen av den specifika energiåtgången i det tyska fallet än i det svenska måste dock ses mot bakgrunden av en något snabbare produktionstillväxt (3,4 % per år 1960–1967 jämfört med ca 2,7 % per år 1963–1973 i Sverige) och

Tabell 41. Energiförbrukning i cementindustrin 1963–1973

	Pro- duk- tion 1000 ton	Bränsle- åtgång GWh	Elåt- gång GWh	Total energi- åtgång GWh	Speci- fik bränsle- åtgång kWh/ton	Speci- fik el- åtgång kWh/ton	Total specifik energi- åtgång kWh/ton
1963	3 306	4 786	331	5 117	1 449	100	1 549
1965	3 937	5 644	386	6 030	1 434	98	1 532
1970	4 061	5 610	452	6 062	1 381	111	1 492
1973	..	..	..	..	1 340	115	1 455

Källa: 1960, 1965 och 1970: *SOS Industri* för resp år.

1973: Specifik bränsleåtgång: S Borelius (Cementa AB), *Energihushållning inom industrin: Jord- och stenindustrin*. Föredrag vid Industrins energidag, 2 maj 1974.

Specifik elåtgång: Kemikontoret, *Kemisk Processindustri och framtida energiförbrukning*, Stockholm, maj 1974, s 9. Siffran för 1970 har använts.

¹ Siegfried Mängel, *Technischer Fortschritt, Wachstum und Konzentration in der deutschen Zementindustrie*, akademisk avhandling, 1972.

² Den genomsnittliga årliga sänkningen av energiåtgången per 1000 kr förädlingsvärde, beräknad på trenden mellan 1963 och 1971, var 0,4 % per år.

därmed följande snabbare införande av torra ugnar och större anläggningar. Redan 1966 svarade torrmetoden för 81 % av cementkapaciteten i Västtyskland.

Enligt Kemikontorets uppskattningar kommer den specifika energiåtgången i branschen år 1985 att vara ca 1050 kWh/ton (930 kWh/ton bränslen och 120 kWh/ton elektricitet), innebärande en sänkning av den specifika energiåtgången med 2,7 % i genomsnitt per år från 1973 års nivå. Denna sänkningstakt, som alltså är väsentligt snabbare än den hittillsvarande trenden, åstadkoms genom den väntade 100 %-iga övergången till torrmetoden och genom det samtidiga ersättandet av små, gamla anläggningar med stora, nya ugnar. Någon ytterligare sänkning av den specifika energiåtgången efter det denna strukturrationalisering gjorts anser dock Kemikontoret inte möjlig.

Som påpekats ovan är emellertid sänkningen av den specifika energiåtgången intimt sammanhängande med införandet av stora, moderna anläggningar. Den takt med vilken sådana anläggningar byggs är starkt beroende av tillväxttakten i efterfrågan. Ju snabbare denna växer, desto snabbare kommer gamla anläggningar att ersättas av nya, och desto större kan dessa byggas utan att deras kapacitetsutnyttjande blir alltför lågt för att investeringarna skall löna sig.

Kemikontorets prognos rörande den specifika energiåtgången bygger på en prognos rörande produktionsvolymen 1985 på 4,8 milj ton, dvs en ökningstakt med 1,1 % per år från 1973 års nivå (1,1 % per år även från 1970 års nivå). Denna ökningstakt förefaller mycket låg i jämförelse med tidigare trender; den genomsnittliga årliga ökningstakten beräknad på treårsgenomsnitten 1956–1958 och 1969–1971 är 3,8 %. Med hänsyn till bl a det väntade minskade bostadsbyggandet i framtiden kan det vara rimligt att anta en något lägre ökningstakt fram till 1985 än under de senaste 10–15 åren. En så kraftig reduktion av ökningstakten som till 1,1 % per år förefaller dock något pessimistisk. En kraftig ökning av exporten (som hittills varit relativt obetydlig) sammanhängande med en snabbare, kustbaserad (transportkostnadssänkande) utbyggnad och därmed ökad internationell konkurrenskraft, genomförandet av vissa stora, kapitalkrävande utbyggnadsprogram, ett ökat vägbyggande etc, skulle medföra en högre tillväxt i den inhemska efterfrågan på cement. Som ett högre alternativ än Kemikontorets prognos har IUI därför valt 3 % per år från 1973 års nivå (2,6 % per år från 1970 års nivå). Detta innebär en produktionsvolym av 6 milj ton 1985.

Med denna högre tillväxttakt i efterfrågan är det emellertid troligt att de ugnar som byggs kommer att vara avsevärt större än de skulle vara i det lägre tillväxtalternativet. Eftersom vi tidigare konstaterat en betydligt lägre specifik energiåtgång i större ugnar än i mindre, även beträffande torra ugnar, förefaller det inte omöjligt att den specifika energiåtgången i det högre tillväxtalternativet skulle vara lägre än Kemikontorets prognos. I detta lägre specifika energiåtgångsalternativ antas bränsleåtgången bli 840 kWh/ton och elåtgången 110 kWh/ton (totalt 950 kWh/ton).

Tabell 42. Energiförbrukning i cementindustrin 1985, TWh

	Förutsättningar 1985		Total energiförbrukning, TWh		
	Lågt alt	Högt alt	Produktions- tillväxt	Specifik energiåtgång	
				Låg	Hög
Produktion milj ton	4,8	6,0	låg	(4,56)	5,04
Specifik energiåtgång kWh/ton	950	1 050	hög	5,70	(6,30)

5.5.2 Total energiförbrukning 1985

Den totala energiförbrukningen i branschen år 1985 enligt de fyra alternativen anges i tabell 42. Eftersom den totala energiåtgången i cementindustrin 1970 var 6 062 GWh innebär resultaten i tabellen att endast i det högre tillväxtalternativet kombinerat med den högre specifika energiåtgången kommer branschens energibehov att öka fram till 1985. Denna kombination av alternativ är dock föga trolig i enlighet med det ovan förda resonemanget. Av samma skäl är även det lägre energiåtgångsalternativet, kombinerat med den lägre tillväxttakten, föga troligt. I båda de återstående alternativen skulle den totala energiåtgången minska jämfört med 1970. I det högre tillväxtalternativet med låg specifik energiförbrukning skulle den genomsnittliga årliga minskningen i den specifika energiåtgången vara 3,0 %. I det andra alternativet är motsvarande siffra 2,3 %.

5.6 Ferrolegeringsverk och icke-järnmetallverk

Dessa båda branscher (SNI 37102 respektive 372) svarar för vardera endast ca 2 % av den svenska industrins energiförbrukning men hör till de mest energiintensiva branscherna. Den specifika energiåtgången, uttryckt i GWh per miljon kronor förädlingsvärde, var år 1970 för ferrolegeringsverken 17,2 och för icke-järnmetallverken 3,7.

Kemikontorets prognos (Kemisk processindustri och framtida energiförbrukning, Stockholm maj 1974) lyder på en årlig tillväxttakt under perioden 1970–1985 på för ferrolegeringsverken 4,5 % och för icke-järnmetallverken 5,5 %. Den historiska elasticiteten för branschernas tillväxttakt i förhållande till den för hela industrin har under perioden 1964–1973 varit 0,96 respektive 0,99. IUI:s prognos, avseende två alternativ med 4 resp 6 % årlig tillväxt för den totala industriproduktionen, kombinerar Kemikontorets bedömning med den historiska elasticiteten till en förväntad tillväxttakt för ferrolegeringsverken på 3,8 respektive 5,7 %/år och för icke-järnmetallverken på 4,2 respektive 6,3 %/år.

Den specifika energiåtgången väntas av Kemikontoret minska med 0,5 %/år i ferrolegeringsverken och med 0,3 %/år i icke-järnmetallverken. Utvecklingen 1960–1970 har enligt Kemikontoret inneburit en årlig

minskning av den specifika energiåtgången i ferrolegeringsverken med 4,5 % och en årlig ökning i icke-järnmetallverken med 3,2 %. I båda fallen väntar man alltså trenderbrott. Inom ferrolegeringsverken torde enligt Kemikontoret vissa ytterligare förbättringar i energiekonomin kunna uppnås, men detta motverkas av en förskjutning i produktsortimentet mot mer energikrävande legeringar och av krav på installation av energikrävande miljövårdsutrustning. Samma tendenser väntas för icke-järnmetallverken, där man framför allt emotser en kraftig ökning av den energiintensiva aluminiumtillverkningen, men förbättringarna i energiekonomin väntas där bli så stora att nettoeffekten blir en minskning i den specifika energiåtgången för branschen som helhet. IUI räknar här för låg- och högenergialternativen med en årlig minskning i den specifika energiåtgången i ferrolegeringsverken på 1,0 respektive 0,5 % och i icke-järnmetallverken på 0,7 respektive 0,3 %. Det viktigaste inslaget i denna bedömning torde vara att de ytterst energisnåla nya processerna för aluminiumproduktion inte kommer i bruk i Sverige före 1985.

De två alternativa antagandena om den specifika energiåtgångens utveckling och de två antagandena om produktionstillväxten ger fyra möjliga kombinationer, som ger var sin *tillväxttakt för branschernas totala energiförbrukning* (tabell 43).

Med utgångspunkt i branschernas totala energiförbrukning år 1970, 2,4 respektive 3,0 TWh, får man fyra alternativ för branschernas totala energiförbrukning år 1985, tabell 44.

Tabell 43. Energiförbrukningens ökningstakt i ferrolegerings- och icke-järnmetallverk 1970–1985, % per år

Produktionsvolymens utveckling, % per år	Den specifika energiåtgångens utveckling, % per år			
	-1,0	-0,7	-0,5	-0,3
<i>Ferrolegeringsverk</i>				
+3,8	+2,8		+3,3	
+5,7	+4,7		+5,2	
<i>Icke-järnmetallverk</i>				
+4,2		+3,5		+3,9
+6,3		+5,6		+6,0

Tabell 44. Energiförbrukning i ferrolegerings- och icke-järnmetallverk 1985, TWh

Produktionsvolymens utveckling, % per år	Den specifika energiåtgångens utveckling, % per år			
	-1,0	-0,7	-0,5	-0,3
<i>Ferrolegeringsverk</i>				
+3,8	+3,5		+3,7	
+5,7	+4,5		+4,9	
<i>Icke-järnmetallverk</i>				
+4,2		+5,0		+5,3
+6,3		+6,7		+7,2

6 Sammanfattning

I tabell 45 sammanfattas de prognoser som gjorts i de tidigare branschavsnitten: Sådana prognoser har endast gjorts för åtta branscher med extraordinärt hög energiförbrukning. Dessa branscher svarar för sammanlagt nära 75 % av industrins totala energiförbrukning. Deras andel industrins produktion uppgår till endast 33 %. Hade man gått längre ned på delbranscher vid urvalet hade man antagligen kunnat plocka ut branscher som svarar för 80 % av energiförbrukningen och endast 30 % av produktionen. Således har vi inte inkluderat spånplattor som har en mycket hög energiåtgång per producerad enhet, medan delar av livsmedelsindustrin och kemisk industri har mycket låga åtgångstal.

Hela den övriga delen av industrin har slagits ihop till en enda grupp. För denna grupp har i högenergialternativet antagits att energiåtgången kommer att sjunka med en procent per år i genomsnitt 1970–1985 – samma nedgångstakt som gällt historiskt för denna övriggrupp. I lågenergialternativet har antagits att stigande energipriser och ny teknologi kommer att höja sänkningstakten till –2 % per år.

I andra kapitlet redovisades skälen för att lägga högexpansionsalternativet vid 6 % årlig ökningstakt och lågtillväxtalternativet vid 4 % per år. Det förefaller klart orealistiskt att tro att man under en 15-årsperiod kan räkna med att för industrin som helhet hamna på en tillväxttakt om faller utanför dessa alternativ.

För de specialundersökta branscherna har särskilda produktionsprognoser gjorts. I stort överensstämmer de prognoser som gjorts i lågtillväxtalternativet med de prognoser som branschföreningarna gjort i de rapporter som utgjort underlag för IUI:s beräkningar. Det högre expansionsalternativet för dessa branscher har av IUI satts klart högre för att stå i rimlig samklang med en så snabb industriell expansion som 6-procentsalternativet utgör. Man får komma ihåg att ett sådant alternativ innebär en kraftfull långsiktig stimulans för svensk industri.

Produktionstillväxten för övrig industri har beräknats residualt, dvs vi har beräknat den expansionstakt som behövs för att hela industrin skall uppnå 4 respektive 6 % årlig tillväxttakt, givet de antagna ökningstalen för de särskilt undersökta branscherna.

Två alternativ för produktionsvolymens tillväxttakt, kombinerade med ett hög- och ett lågalternativ för energiåtgångstalens förändring, ger fyra alternativ över totala energiåtgångens utveckling.¹ Detta ger en stor variation i ökningstakten i industrins totala energibehov från 1,7 till 4,2 % per år i ytterlighetsalternativen. Som visats i vissa branschavsnitt föreligger en inte obetydlig spridning i energiåtgången mellan äldre och nyare anläggningar inom de kapital- och energiintensiva branscherna.

¹ Totala energiåtgången (E) ges av ekvationen: $E = aQ$, där Q är total produktion och a åtgångstalet. Tillväxttakten i total energiförbrukning (E^*) är lika med tillväxttakten i produktionen Q^* plus förändringstakten i specifik energiåtgång (a^*): $E^* = a^* + Q^*$. Genom att addera tillväxttakterna i kol 2 och 3 med förändringstalen i kol 4 resp 5 erhålls approximativt ökningstakterna i total energiförbrukning.

Redan införandet av den idag ekonomiskt sett bästa tekniken skulle därför ge betydande besparingar i energiförbrukningen per producerad enhet. En snabb expansion i branscherna betyder att ny kapitalutrustning – som kanske från energibesparande synpunkt har ännu bättre prestanda än de bästa anläggningarna idag – kommer att införas i hög takt och svara svara för en relativt större andel av hela produktionen. En snabb tillväxttakt är därför kopplad med en snabbare sänkning i energiåtgångstalen än en långsam expansion. Det gör att extremalternativen I och IV förefaller oss betydligt osannolikare än mittenalternativen, dvs endera får man låg tillväxttakt med hög specifik energiförbrukning 1985 eller hög tillväxttakt med genomsnittligt lägre energiåtgångstal. Det förefaller därför rimligt att anta att industrins energiförbrukning kommer att växa med 2,5 à 3 % per år fram till 1985.

Prognosen är naturligtvis känslig för om man i Sverige kommer att satsa mycket hårt på energi- och kapitalintensiv basindustri eller om expansionen kommer att upprätthållas av den lättare vidareförädlade industrin. I synnerhet blir järn- och stålindustrin, kemisk industri, ferrolegeringsverk och icke-järnmetallverk de branscher vilkas expansions-takt är särskilt kritisk från energiförbrukningssynpunkt. De kommer enligt vår prognos att i alternativ III svara för inte mindre än halva industrins energiförbrukning 1985. Massa- och pappersindustrins roll som dominerande energiförbrukare kommer, av allt att döma, att upphöra.

I kapitel 3 diskuteras hur känslig energiefterfrågan är för förändringar i de relativa energipriserna. Någon entydig slutsats om substitutionsmöjligheterna mellan energi och kapital kunde inte utläsas ur det tillgängliga materialet. Vi kunde dock konstatera – med all reservation för vanskligheten att mäta kapitalvolymens utveckling – att energiåtgången ökat i ungefär samma takt som kapitalvolymen sedan 1955. För att upprätthålla en industriell expansionstakt på 4 resp 6 % per år torde dock behövas en snabbare ökning av kapitalvolymen än 2,5 respektive 3 % per år. Vår energiprognos förutsätter därför – i synnerhet i högexpansionsalternativet – i viss mån att man som följd av relativprishöjningen på energi kommer att substituera energi med kapital och att svensk industri kommer att tillgodogöra sig den nya energisnålare teknologi som man kan förmoda kommer att utvecklas runtom i världen.

Tabell 45. Industrins energiförbrukning 1985

SNI-kod	Bransch	Total energiförbrukning 1970	Produktions-tillväxt %/år 1970–85		Specifik energiåtgång GWh/mkr förädlingsvärde. Genomsnittlig årlig förändring i % 1970–85		Total energiåtgång 1985, TWh				
			TWh	Lägre	Högre	Lägre	Högre	Låg tillväxttakt		Hög tillväxttakt	
								Låg specifik energiförbrukning	Hög specifik energiförbrukning	Låg specifik energiförbrukning	Hög specifik energiförbrukning
							I	II	III	IV	
2301	Järnmalmgruvor	4,0	4,7	5,1	-1,3	-0,6	6,5	7,3	6,9	7,7	
31	Livsmedels-, dryckesvaru- och tobaksindustri	6,9	2,0	2,9	-3,0	-1,7	5,9	7,2	6,8	8,3	
3411+	Massa- och pappersindustri										
3412	exkl träfiberplattindustri	36,0	3,5	4,2	-3,5	-3,5	36,0	36,0	39,3	39,3	
351+352	Kemisk industri	9,2	6,0	9,0	+0,5	+1,5	23,7	27,2	35,9	41,4	
36921	Cementindustri	6,1	1,1	2,6	-3,0	-2,3	4,6	5,0	5,7	6,3	
37101	Järn- och stålverk	24,7	6,8	9,0	-4,7	-3,6	33,1	39,9	42,6	49,7	
37102	Ferrolegeringsverk	2,3	3,8	5,7	-1,0	-0,5	3,5	3,7	4,5	4,9	
372	Icke-järnmetallverk	3,0	4,2	6,3	-0,7	-0,3	5,0	5,3	6,8	7,2	
	Summa ovanstående branscher	92,2	4,4	6,1	-2,7	-1,9	118,3	131,6	148,5	164,8	
	Övrig industri	34,0	3,8	5,9	-2,0	-1,0	43,9	51,2	59,7	69,7	
	Hela industrin	126,2	4,0	6,0	-2,4	-1,6	162,2	182,8	208,2	234,5	

Hur stor blir industrins energiförbrukning 1985?

Denna utredning, som gjorts för den statliga energiprognosutredningen (EPU), är ett försök att förutsäga industrins energiåtgång år 1985. Prognosen ges i form av ett intervall inom vilket energiåtgången med stor sannolikhet kommer att ligga.

Till grund för prognosen ligger analyser av vissa förhållanden som är centrala för industrins energiförbrukning. Här kan nämnas frågor som den industriella tillväxten, den teknologiska utvecklingen samt substitutionsmöjligheterna mellan energi å ena sidan och arbetskraft och kapital å den andra. Tyngdpunkten i utredningen ligger på en relativt ingående diskussion av såväl den framtida produktionsutvecklingen som den framtida energiförbrukningen inom de mest energikrävande branscherna.