

## Industrins energiförbrukning 1974-80

av BO CARLSSON

### 7.1 Inledning

I denna bilaga redovisas de kalkyler som ligger till grund för den bedömning av industrins energiförbrukning fram till 1980 som publicerats i kapitel 12 i IUI:s långtidsbedömning 1976. De följande avsnitten utgör således ett komplement till framställningen i huvudtexten. Syftet är emellertid inte enbart att mera i detalj redovisa de antaganden som gjorts utan även att söka belysa energifrågornas roll i struktur-omvandlingen och vid valet av processer i tre tunga processindustrier, nämligen järn- och stålverken, järnmalmgruvorna och cementindustrin. Förhoppningen är att denna diskussion kan ha ett visst självständigt värde, även om de prognoser över utvecklingen av produktion och energiåtgång som ligger till grund skulle visa sig felaktiga.

Det har inte varit möjligt att inom ramen för IUI:s långtidsbedömning gå igenom energiförbrukningen i samtliga branscher. De tre branscher som specialstuderas här tillhör de mest energikrävande i svensk industri. Tillsammans svarade de 1974 för 29,5 % av industrins energiförbrukning men endast för 8,1 % av förädlingsvärdet och 6,5 % av sysselsättningen i industrin.<sup>1</sup> Dessa branscher ingick även bland de särskilt energikrävande branscher som utvaldes för analys i IUI:s förra energiprognos.<sup>2</sup> Anledningen till att just dessa tre branscher valts ut för ytterligare studium är att väsentligt nytt material framkommit sedan den förra energiprognosen publicerades. För övriga branscher har vi antagit samma utveckling av den specifika energiförbrukningen (energiförbrukningen per producerad enhet) som i vår tidigare studie och kopplat detta antagande till den bedömning av produktionstillväxten som gjorts i IUI:s långtidsbedömning 1976. Dessa beräkningar presenteras i kapitel 12 i huvudtexten och sammanfattas där i tabellerna 12: 5 och 12: 6. I kapitel 12 sammanfattas även resultaten av den analys av de tre specialstuderade branschernas energiförbrukning som redovisas i denna bilaga.

För framställningen här gäller samma förutsättningar som angivits i huvudtexten. Detta innebär bl. a. att produktionstillväxten i de olika branscherna har beräknats med hjälp av den ekonometriska modell av den svenska ekonomin som ligger till grund för IUI:s långtidsbedömning. Modellen i sin tur bygger på en mängd antaganden om bl. a. uppnående av balans i utrikeshandeln 1980, full sysselsättning, fullt kapacitetsutnyttjande, investeringsvolymens och arbetsproduktivitetens utveckling etc. (se huvudtexten samt Bilaga 1).

<sup>1</sup> SOS, Industri 1974.

<sup>2</sup> Carlsson & Josefsson [1974].

Medan sålunda produktionstillväxten hämtats från den ekonometriska modellen har uppgifter om energiåtgångstalens förändring i olika branscher erhållits från annat håll. Visserligen ingår i den ekonometriska modellen en input-output-tabell, där även energisektorernas leveranser till andra branscher finns med, men eftersom avnämarbranscherna till dessa leveranser i allmänhet är mycket aggregerade, är det svårt att bedöma hur input-koefficienterna kommer att utvecklas. De skattningar av energileveranser som framkommer ur den ekonometriska modellen får därför betraktas som relativt grova. För att kunna användas som prognoser behöver de kompletteras med mera ingående analyser, exempelvis av den typ som följer. Ett sätt att använda sådana analyser, förutom som prognoser, är givetvis just att förbättra vår kunskap om input-output-koefficienternas utveckling.

De bedömningar som görs i det följande utgår från ett i stort sett oförändrat relativpris på energi, dvs. vi antar att energipriserna kommer att stiga i samma takt som den allmänna inflationen mellan 1974 och 1980. Inom ramen för detta antagande förutsätts dock elpriserna stiga betydligt snabbare, medan bränslepriserna antas stiga något långsammare än priserna på övriga varor.

Eftersom större delen av den framtida utbyggnaden av den svenska elkraftsförsörjningen antas tillgodoseas med hjälp av kärnkraft, är det rimligt att kostnaderna för utbyggnad av kärnkraft blir styrande för prissättningen på elkraft (dvs. marginalkostnadsprissättning tillämpas). 1974 var produktionskostnaden för elkraft i nybyggda kärnkraftverk 8,0 öre/kWh.<sup>1</sup> Med tillägg av distributionskostnader av 3,1 öre/kWh<sup>2</sup> kan den totala kostnaden för leveranser av högspänd kraft beräknas till 11,1 öre/kWh. (Leveranser av elektricitet till industrin utgörs huvudsakligen av högspänd kraft, medan hushåll och övriga småförbrukare köper lågspänd kraft.) Eftersom det genomsnittliga priset på högspänningsleveranser till industrin 1974 var 6,5 öre/kWh (inkl. skatt), skulle detta ha behövt stiga med ca 70 % för att produktionskostnaden i nya kärnkraftverk skulle kunna täckas.

Även om det finns mycket som tyder på att en successiv anpassning av elpriserna till de kraftigt ökande produktionskostnaderna redan är på väg, verkar det osannolikt att denna relativprishöjning skulle bli så stor som 70 % före 1980. (För att erhålla priset i löpande penningvärde skall man ju till detta lägga prishöjningen genom den allmänna inflationen.) IUI har därför antagit att elpriserna fram till 1980 successivt kommer att höjas till den nivå de hade i förhållande till oljepriserna före oljekrisen 1973. Detta innebär en höjning med ca 40 %, dvs. från 6,5 öre/kWh till 9,2 öre/kWh i 1974 års penningvärde. IUI:s antagande innebär således att elpriserna först efter 1980 kommer att överstiga den nivå de hade i förhållande till oljepriserna före oljekrisen, dvs. fram till 1980 kommer incitamenten att spara olja att vara större än incitamenten att spara elektricitet.<sup>3</sup>

I motsats till vad som angivits i kapitel 12 i långtidsbedömningen presenteras här

<sup>1</sup> *Sveriges elförsörjning 1975–1985*, CDL. 1975 års studie, s. 5.

<sup>2</sup> Se *IUI:s långtidsbedömning 1976*, s. 288–289.

<sup>3</sup> Alla energislag har i denna studie omräknats till basenheten kWh (MWh = 1 000 kWh, GWh = 1 000 000 kWh och TWh = 1 000 000 000 kWh). Härvid har använts de omräkningstal som anges i *Sveriges energiförsörjning 1955–1985*. Rapport avgiven av Energikommittén. *Finansdepartementet* 1967: 8, s. 185.

inga beräkningar av energiförbrukningen 1985, trots att sådana gjorts för vissa branscher. Det skulle emellertid föra för långt att här ta upp en diskussion om den svenska industrins långsiktiga utveckling för att motivera valet av antaganden om tillväxten i olika branscher.

I *avsnitt 7.2* behandlas strukturomvandlingen och energiförbrukningen i järn- och stålverken. Motsvarande utveckling i järnmalmsgruvorna analyseras i *avsnitt 7.3*. Båda dessa avsnitt bygger direkt på produktionsprognoserna i kapitel 10 i långtidsbedömningen. Därför diskuteras i dessa avsnitt inte själva produktionstillväxten utan snarare valet av processer inom ramen för en given produktionstillväxt.

I *avsnitt 7.4* görs en analys av cementindustrins konkurrensförutsättningar, strukturomvandling och energiförbrukning. Produktionsutvecklingen i denna bransch diskuteras mera ingående här än vad som är fallet i de andra två branscherna, eftersom cementindustrin är en ganska liten del av jord- och stenindustrin och därför inte specialstuderades i kapitel 10 i huvudtexten. I varje bransch görs ett försök att beräkna energiförbrukningens fördelning på elkraft och bränslen.

I förutsättningarna för IUI:s långtidsbedömning ingick att den första halvan av det ursprungligen planerade Stålverk 80 samt två därtill hörande valsverk skulle byggas och tas i drift fram till 1980. Det står nu klart att detta inte blir fallet. På grund av den för svenska förhållanden enorma storleken av detta projekt finns det anledning att granska dess effekter på den svenska ekonomin. Detta har också gjorts i en särskild studie.<sup>1</sup> Givetvis är bedömningen av energiförbrukningen i järn- och stålverken i alldeles särskilt hög grad beroende på vilka antaganden som görs rörande Stålverk 80. Därför presenteras slutligen i *avsnitt 7.5* en kalkyl av energiförbrukningen 1980 exklusive Stålverk 80 både i järn- och stålverken och i hela industrin.

## *7.2 Järn- och stålindustrins energiförbrukning*

### **7.2.1 Avgränsning av branschen**

I enlighet med industristatistikens branschdefinition räknas till järn- och stålverken<sup>2</sup> endast den egentliga järn- och stålhanteringen från reduktionssteget (masugnsprocessen) till och med valsning och vissa ytbehandlingsprocesser. Framställning av sinter och koks (som används som råvara resp. bränsle och reduktionsmedel i masugnar) räknas sålunda till gruvindustrin respektive petroleum- och kolproduktindustrin, trots att både sinter- och koksverk i vissa fall ligger i anslutning till järn- och stålverken. Avgränsningen av branschen framgår av figur 7: 3 (s. 265).

Energiåtgången beror i huvudsak på fyra faktorer, nämligen (a) produktionens storlek och (b) dess fördelning på produkter samt (c) valet av processer och (d) den specifika energiåtgången i dessa. I nästa avsnitt presenteras därför IUI:s bedömning av produktionsvolymens utveckling och sammansättning, medan processval och energiåtgång diskuteras i påföljande avsnitt. Därefter redovisas beräkningen av energiåtgången i branschen med hjälp av en enkel modell. Slutligen görs en bedömning av elförbrukningens utveckling i järn- och stålindustrin.

<sup>1</sup> Carlsson & Jakobsson [1976].

<sup>2</sup> SNI 37101.

## 7.2.2 Produktionsutvecklingen fram till 1980

### 7.2.2.1 Produktionsvolymens utveckling 1974–80

I avsnitt 10.8 i huvudtexten redogörs för IUI:s antaganden rörande produktionsutvecklingen i järn- och stålverken fram till 1980. Denna bedömning ligger till grund även för beräkningen av energiåtgången. Produktionsvolymen väntas således öka från 5,0 milj. ton ämnen 1974 till 9,3 milj. ton 1980 i ett lägre alternativ (det offentlig-expansiva eller O-alternativet) och till 10,0 milj. ton i ett högre alternativ (det industri-expansiva eller I-alternativet), vilket innebär ett handelsfärdigt tonnage på 8,1 respektive 8,6 milj. ton 1980. Definitionerna av produkterna framgår av figur 7:3 nedan. I IUI:s långtidsbedömning har vi räknat med att ca hälften av kapaciteten i de ursprungliga planerna för Stålverk 80, dvs. 2 milj. ton ämnen, skulle vara utbyggd 1980. I enlighet med de planer som var kända i början av 1976 har vi antagit att ämnena från Stålverk 80 skall valsas till handelsfärdigt stål och inte exporteras i form av ämnen.

Efter det att IUI:s långtidsbedömning publicerades har emellertid planerna för Stålverk 80 skjutits på framtiden. Eftersom detta projekt har helt avgörande betydelse för den svenska järn- och stålindustrins produktionsstruktur och därmed energiåtgång 1980 har vi även sökt beräkna energiförbrukningen i järn- och stålverken exklusive Stålverk 80. Den kalkylen redovisas i avsnitt 7.5 i denna bilaga. En mera allmän diskussion om effekterna av sloandet av Stålverk 80 återfinns i Carlsson & Jakobsson [1976].

Eftersom ett av de primära syftena med denna bilaga är att presentera de antaganden och beräkningar som ligger till grund för kapitel 12 i IUI:s långtidsbedömning inkluderar emellertid Stålverk 80 på det sätt som ovan angivits i den analys som görs i detta avsnitt.

### 7.2.2.2 Produktionsstrukturens förändring i stora drag

För att kunna åstadkomma den kapacitetsökning som diskuterats ovan måste naturligtvis stora nyinvesteringar komma till stånd. Samtidigt förnyas den redan existerande produktionsutrustningen och förändras produktmixen. Allt detta tar sig uttryck bl. a. i att produktionsstrukturen och därmed energiåtgången förändras. I tabell 7:1 ges en översikt av produktionsvolymens och produktionskapacitetens utveckling i olika processled mellan 1965 och 1974 samt IUI:s kalkyl för kapacitetsutvecklingen till 1980. Nedan skall vi gå igenom utvecklingen i varje processled för att se hur energiåtgången troligen kommer att förändras. Först skall bara ges några kommentarer till utvecklingen i stort.

På basis av tabell 7:1 kan man beräkna att produktionen av råjärn varit ungefär oförändrad i förhållande till råstålsproduktionen under det senaste decenniet, dvs. något under 50%. Den andra hälften av råvaran för råstålsframställning utgörs av skrot. Den svenska stålproduktionen är i internationell jämförelse i extremt hög grad skrotbaserad. Detta sammanhänger med flera faktorer, varav Sveriges traditionella inriktning på specialstål och vår litenhet på marknaden är bland de främsta. Av det skrot som används inom den svenska järn- och stålindustrin importeras ungefär 10%,

Tabell 7: 1. *Produktion och produktionskapacitet i olika processled i järn- och stålindustrin 1965–80*

Milj. ton

	1965		1974		1980, kapacitet (IUI:s kalkyl)	
	Produktion	Kapacitet	Produktion	Kapacitet	Lågalt.	Högalt.
Masugnar	2,29	2,46	2,98	4,04	6,45	7,15
Stålugnar, totalt	4,73	5,19 <sup>a</sup>	5,99	7,06	10,65	11,40
Syrgaskonvertrar	1,03	1,72	2,30	2,93	7,50	8,00
Basiska martinugnar	1,06	1,17	0,71	0,82	0,20	0,20
Sura martinugnar	0,46	0,49	0,45	0,55	0,35	0,35
Elektrostålugnar	1,80	1,88	2,53	2,80	2,60	2,85
Övriga stålugnar	0,37	0,21 <sup>b</sup>	—	—	—	—
Ämnestillverkning	3,79	..	5,02	..	9,30	10,00
Stränggjutning	0,04	..	1,16	1,53	4,90	5,60
Kokillgjutning och ämnesvalsning	3,75	..	3,86	..	4,40	4,40
Handelsfärdigt stål (inkl. ämnen men exkl. smide)	3,13	..	4,28	..	8,13	8,56
Handelsstål	2,21 <sup>c</sup>	..	2,97	..	6,62	6,81
Specialstål	0,92 <sup>c</sup>	..	1,31	..	1,51	1,75

<sup>a</sup> På grund av s. k. duplexkörning (dvs. uppvärmning i elektrostålugn och vidarebehandling i annan ugn) och ev. trånga sektioner kan den totala kapaciteten vara mindre än summan av kapaciteterna i de olika ugnarna.

<sup>b</sup> Kapacitetssiffran avser kapaciteten vid årets slut och understiger 1965 års produktion på grund av nedläggning av fyra Thomas-konvertrar under året.

<sup>c</sup> Fördelningen av handelsfärdigt stål 1965 på handels- och specialstål måste betraktas som ungefärlig. Den är gjord på basis av antagandet att utbytestalet mellan göt eller gjutna ämnen och handelsfärdigt stål avseende specialstål var oförändrat mellan 1965 och 1974.

*Källor:* 1965 och 1974: Järnverksföreningen, *Svensk järnstatistik: Produktion, export och import*, 1967 resp. 1975: 2.

Kapaciteten i stränggjutning 1974 har erhållits via egna undersökningar.

eller ca 30 % av det skrot som branschen måste köpa.<sup>1</sup> Eftersom byggandet av s. k. ministålverk på olika håll i industriländerna skulle medföra ett kraftigt ökat skrotbehov där, samtidigt som exportförbud på skrot råder i de flesta länder (inkl. Sverige), har det från branschhåll uttryckts farhågor för en framtida skrotbrist som skulle ta sig uttryck i så kraftigt stigande skrotpriser att skrotbaserad stålproduktion skulle bli olönsam. Eftersom elektrostålugnarna i Sverige till nära 100 % använder skrot som råvara, skulle denna typ av stålugnar i första hand drabbas. Skrot används för närvarande i betydande mängder även i martinugnar, men eftersom dessa är på väg att ersättas av andra ugnar (se nedan) och dessutom har en mycket stor flexibilitet vad avser skrotandelen i råvaran, utgör en eventuell skrotbrist inget problem för dessa ugnar. Även syrgaskonvertrar använder en del skrot som både råvara och kylmedel men kan vid behov använda järnmalm som kylmedel, varvid dock utbytestalen minskar till följd av att järnhalten är lägre i järnmalm än i skrot. Härigenom

<sup>1</sup> Se t. ex. Beckeman [1976].

Tabell 7: 2. Översikt av de strukturella förändringarna i svensk stålindustri 1965–80

	1965	1974	1980 (IUI:s kalkyl)	
			Lågalt.	Högalt.
Produktion av råjärn, milj. ton	2,29	2,98	6,45	7,15
Skrotanvändning i stålugnar, milj. ton	2,73	3,70	5,42	5,56
Summa råvaror för stålframställning, milj. ton	5,02	6,68	11,87	12,71
Skrotets andel därav, %	54,4	55,4	45,7	43,8
Syrgaskonvertrarnas andel av kapaciteten i stålugnar, %	33,1	41,5	70,4	70,2
Andel stränggjutna ämnen av total ämnestillverkning, %	1,0	23,1	52,7	56,0
Specialstålets andel av produktionen av handelsfärdigt stål, %	29,4	30,6	18,6	20,4

Källor: Tabell 7: 1 ovan samt SOS, Bergshantering 1965 och 1974.

ställs krav på en ökad produktion av flytande råjärn, dvs. på en större masugnskapacitet.

Det finns alltså skäl som talar för att skrotets andel av råvaruförsörjningen för stålframställning kommer att sjunka i framtiden. IUI:s antaganden i detta avseende framgår av tabell 7: 2.

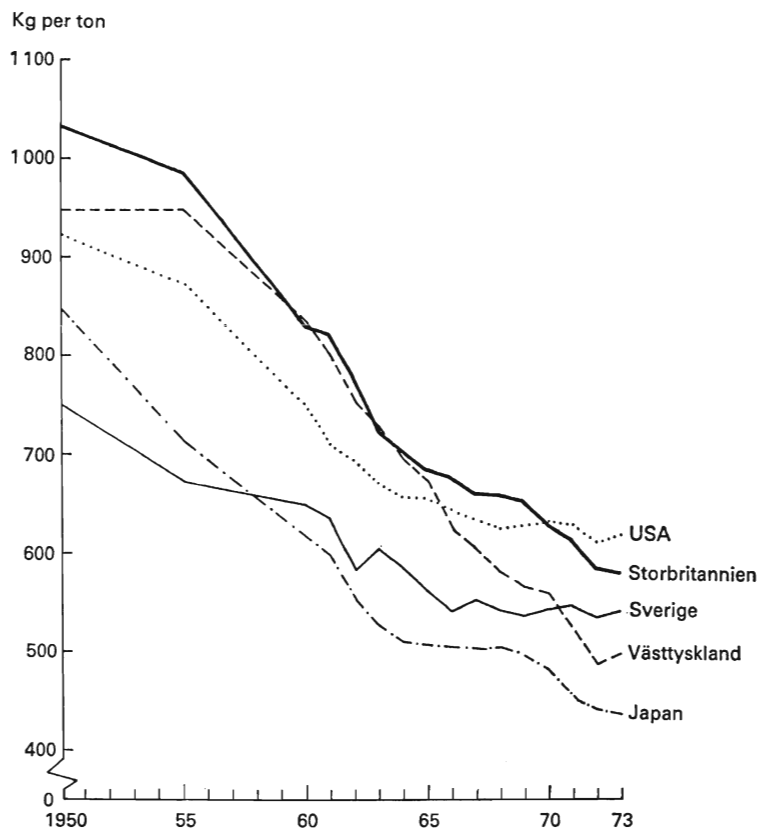
Som framgår av tabellen räknar IUI också med att syrgaskonvertrarnas andel av kapaciteten i stålugnar kommer att växa mycket kraftigt. Ett av skälen härtill är vad som ovan anförts om den framtida skrottillgången. Ett annat skäl är den goda ekonomin och låga energiförbrukningen i dessa ugnar.

Vidare antar IUI att utvecklingen kommer att bli mycket dramatisk även vad avser stränggjutningens andel av ämnestillverkningen. Som visas nedan är skälen härtill de energi- och materialbesparingar som metoden leder till.

Enligt IUI:s beräkningar ökade specialstålets andel av det handelsfärdiga tonnaget något mellan 1965 och 1974, nämligen från 29,4 till 30,6%.<sup>1</sup> Se tabell 7: 2. Till följd av den antagna utbyggnaden av Stålverk 80 och den långsamma kapacitetsexpansion för specialstål som vi räknar med fram till 1980 skulle specialstålandelen sjunka mycket kraftigt framöver, vilket också framgår av tabellen. Genom att planerna för Stålverk 80 nu skrinlagts kommer denna minskning av specialstålandelen att utebli. Vad gäller de övriga andelar som redovisas i tabell 7: 2 medför givetvis bortfallet av Stålverk 80 att siffrorna ändras, men trenden torde gå åt det håll som anges i tabellen.

<sup>1</sup> Specialstålets andel av produktionen av göt och gjutna ämnen (det konventionella måttet på specialstålsandelen) ökade samtidigt från 26,2 till 29,3%. Se *Svensk Järnstatistik*. Den troliga förklaringen till att specialstålets andel ökade mindre för handelsfärdigt stål än för götstål är att stränggjutningsandelen ökade kraftigt vad beträffar handelsstål men inte vad beträffar specialstål. Utbytestalet för handelsstål ökade således i förhållande till det för specialstål. Det faktum att specialstålet utgjorde en större andel av handelsfärdigt stål än av götproduktionen 1965 tyder dock på ett högre utbyte för specialstål än för handelsstål. Detta hänger förmodligen samman med att produktionen av platta produkter med låga utbytestal huvudsakligen utgörs av handelsstål.

Figur 7: 1. Koksförbrukning i kg per ton tackjärn i fem länder 1950–73



Källa: Carlsson [1975 a].

### 7.2.3 Processval och energiåtgång

#### 7.2.3.1 Masugnsprocessen

##### *Den specifika energiåtgångens utveckling 1960–1974*

Masugnsprocessen är den mest energikrävande processen i järn- och stålindustrin. Enligt figur 7: 3 nedan svarade den för mer än hälften av energiåtgången i branschen 1974. Det är främst två insatsvaror som används i masugnsprocessen, nämligen järnråvara (i Sverige nästan uteslutande pann- eller bandsinter samt kulsinter) och koks. Insatsen av järnråvara per ton tackjärn har i Sverige varit i stort sett oförändrad sedan 1950-talets början, sedan landet under 1930-talet som ett av de första länderna i världen övergått från styckemalm till sinter vid chargering av masugnarna. Insatsen av järnråvara bestäms i stort sett av järnhalten i råvaran. Eftersom svenska masugnar redan nu beskickas nästan uteslutande med sinter vars järnhalt kan antas vara konstant, finns ingen anledning att vänta sig någon större förändring i råvaruåtgången per ton råjärn i framtiden.

Däremot har det under många decennier skett en avsevärd minskning av koksåtgången per ton tackjärn. I figur 7: 1 visas koksåtgångens utveckling från 1950 och framåt i Sverige, Japan, Storbritannien, Västtyskland och USA. Av figuren framgår att de svenska masugnarna har haft en internationellt sett liten koksåtgång; ända fram till 1970 var koksåtgången mindre bara i Japan.

Som framgår av Carlsson [1975 a] finns det ett samband mellan den sänkta koksförbrukningen och de teknologiska förändringar som ägt rum i masugnsprocessen de senaste 25 åren. T. ex. har den genomsnittliga ugnstorleken ökat, samtidigt som högre tryck och temperaturer, tillsats av olja och syrgas, noggrannare charging etc., medgivit hårdare masugnsdrift per volymsenhet. På grund av att masugnarna periodvis måste ställas av för ommurning, finns det möjlighet att införa nya teknologier i redan existerande ugnar. Detta har också skett i stor utsträckning i Sverige, vilket visas bl. a. av att den genomsnittliga produktionen per masugn ökade från 148 500 ton 1965 till 209 300 ton 1974,<sup>1</sup> trots att endast en ny masugn byggts under tiden. Koksåtgången har emellertid såsom framgår av figur 7: 1 varit i stort sett oförändrad sedan mitten av 1960-talet. Detta synes antyda att det inte utan mycket omfattande ombyggnader av gamla masugnar eller nybyggnader är möjligt att ytterligare sänka koksåtgången.

Emellertid är koks inte den enda energiråvara som används i masugnsprocessen. Framförallt sedan mitten av 1960-talet har man börjat ersätta en del koks med olja som sprutas in i masugnen. Sälunda ökade oljeinsatsen i svenska masugnar från 2,0 kg per ton tackjärn 1960 till 11,1 kg 1965, 21,2 kg 1970 och 36,9 kg 1973. 1974 sjönk dock oljeinsatsen till 31,7 kg/ton.<sup>2</sup> Den främsta förklaringen till denna utveckling är troligen prisutvecklingen för koks i förhållande till den för olja. Om man räknar om priserna till öre/kWh energiinnehåll, finner man att kokspriset var 60% högre än oljepriset 1960 och mer än dubbelt så högt under 1970-talets första år. Genom oljeprissteget i slutet av 1973 och under 1974 sjönk relativpriset på koks, så att det 1974 var endast 20% högre än oljepriset.<sup>3</sup>

En del av minskningen av den specifika koksåtgången i masugnar under 1960-talet kan således förklaras av en ökad oljeförbrukning. Som visas i tabell 7: 3 motsvarades minskningen av koksåtgången mellan 1965 och 1970 nästan helt av den ökade oljeåtgången, dvs. bränsleåtgången var i stort sett oförändrad. Emellertid beror substitutionsförhållandet mellan olja och koks på flera faktorer som t. ex. tryck, temperatur och syrgastillförsel. Om inte dessa faktorer ändras samtidigt på visst sätt, behöver inte koksförbrukningen sjunka vid ökad oljetillförsel.<sup>4</sup> Sälunda

<sup>1</sup> SOS, Bergshantering 1965 (tabell IV: 2) och 1974 (tabell 31). Endast blästermasugnar för koks som varit i gång under året inräknas.

<sup>2</sup> SOS, Bergshantering för respektive år.

<sup>3</sup> Prisutvecklingen (inkl. pålagor) framgår av följande tabell:

	1960	1965	1970	1971	1972	1973	1974
Koks, öre/kWh	1,60	1,87	2,61	2,98	2,89	3,04	3,90
Eldningsolja 4, öre/kWh	1,01	1,01	1,25	1,51	1,40	1,73	3,19
Relativpris koks/olja	1,58	1,85	2,09	1,97	2,06	1,76	1,22

*Källa:* Carlsson [1975 b], s. 483.

<sup>4</sup> Se t. ex. Carlsson [1975 a].



Tabell 7: 3. *Specifik energiåtgång i masugnar 1960–80*

kWh/ton

	1960	1965	1970	1974	1980 (IUI:s kalkyl)	
					Lågalt.	Högalt.
Koksåtgång	5 056	4 362	4 214	4 222	3 900	3 745
Oljeåtgång	23	127	243	363	435	480
Summa bränsle- åtgång	5 079	4 489	4 457	4 585	4 335	4 225
– masugns- gas	..	– 648	– 640	– 470	– 660	– 640
Summa energi- åtgång	..	3 841	3 817	4 115	3 675	3 585

*Källor:* 1960–74: SOS, Bergshantering för resp. år samt material erhållet från Jernkontoret.

var koksåtgången oförändrad mellan 1970 och 1974 trots en ökad oljetillsats. Den ökade bränsleförbrukningen sammanhänge dock med en hårdare masugnsdrift. Denna i sin tur medförde en ökad produktionskapacitet, dvs. en sänkning av de fasta kostnaderna per producerad enhet. I detta fall ledde således strävan att hålla nere den totala kostnaden till en ökning av energikostnaden.

Anledningen till att Japan enligt figur 7: 1 har en låg specifik koksförbrukning är dels att genomsnittliga japanska masugnar är betydligt nyare och större än masugnar i något annat land, dels att man därmed också haft möjlighet att ersätta koks med olja i större utsträckning än andra länder haft. Ett exempel på detta är masugnen i Mizushima som har en koksförbrukning på 372 kg/ton och en oljeförbrukning på 86 kg/ton.<sup>1</sup>

Ytterligare en faktor som påverkar den specifika energiåtgången är utnyttjandet av den masugns gas som produceras. En stor del av denna biprodukt används till förvärmning av den blästerluft som tillförs masugnen men till den del överskottet av masugns gas används utanför masugnen bör detta krediteras masugnsprocessen. Så har också gjorts i tabell 7: 3. Som synes varierar utnyttjandegraden av masugns gasen år från år. Den vanligaste användningen inom stålverken är som bränsle i varmgropugnar i valsverken, där emellertid masugns gasens varierande kvalitet och relativt låga energiinnehåll kan skapa vissa problem. En alternativ användning, som diskuterats mycket på senare år men ännu inte tycks tillämpas i större skala i Sverige, är som bränsle i mottrycks kraftverk. Vid en sådan användning skulle det vara möjligt att väsentligt höja utnyttjandegraden och undvika »fackling» av masugns gasen som förekommer idag.

#### *Den specifika energiåtgångens utveckling 1974–85*

Eftersom bränsleförbrukningen i svenska masugnar varit i stort sett oförändrad sedan 1965 antar IUI att den specifika bränsleförbrukningen 1980 kommer att ligga på samma nivå som 1970 i de ugnar som finns idag och som vi räknar med fort-

<sup>1</sup> *Tätorternas och den tunga industrins energiförsörjning*, s. 2: 36.

farande kommer att finnas 1980. Vissa smärre kapacitetshöjningar har vi dock räknat med i dessa ugnar. För de nytillkommande ugnarna (2,3 milj. ton vid Stålverk 80 i O-alternativet 1980, dessutom ytterligare 0,4 milj. ton för handelsstål och 0,3 milj. ton för specialstål i I-alternativet 1980) räknar vi med en mindre bränsleförbrukning, nämligen den man räknat med i de ursprungliga planerna för Stålverk 80: 430 kg koks och 50 kg olja per ton råjärn.<sup>1</sup> Härigenom sänks den genomsnittliga specifika koksåtgången från 542 kg/ton råjärn 1974 till 500 kg i O-alternativet och 480 kg i I-alternativet 1980. Samtidigt antas oljeinsatsen öka från 32 till 38 respektive 42 kg per ton tackjärn. Enligt tabell 7: 3 skulle därmed den specifika bränsleförbrukningen minska från 4 585 kWh/ton råjärn till 4 335 à 4 225 kWh/ton 1980.

När det gäller masugns gasens utnyttjande antar IUI att vi når samma utnyttjandegrad 1980 som gällde 1965 och 1970. Eftersom man kan räkna med att oförändrat ca 1 500–1 600 kWh masugns gas produceras per ton tackjärn,<sup>2</sup> varav hälften används till förvärmning av blästerluften, skulle detta innebära att av den andra hälften ca 640 kWh/ton tackjärn utnyttjades. Sedan skulle återstå ca 100 kWh/ton ytterligare att utnyttja. IUI antar att denna potential kommer att vara fullt utnyttjad först efter 1980.

Vad beträffar energiåtgången i masugnsprocessen bygger således IUI:s prognoser på antagandet att inga minskningar av den specifika energiåtgången kommer till stånd i redan existerande masugnar, utom i ett avseende, nämligen att masugns gasen kommer att utnyttjas bättre. I övrigt beror sänkningen av den specifika energiåtgången enbart på nytillkommande kapacitet och ersättande av vissa gamla ugnar med ny kapacitet. Med hänsyn till den sänkning av framför allt koksåtgången i existerande ugnar som ägt rum fram till mitten av 1960-talet kan detta synas vara ett något pessimistiskt antagande. Anledningen till att vi ändå gjort det är utvecklingen under den senaste tioårsperioden, då det trots stigande kokspriser visade sig omöjligt att sänka bränsleförbrukningen.

#### *Övergång till ny teknik*

Detta innebär alltså att om man vill sänka den specifika energiförbrukningen ytterligare i reduktionssteget är man hänvisad till att antingen ersätta gamla masugnar med nya i en snabbare takt än IUI räknat med eller att ersätta masugnarna med helt andra processer. En naturlig fråga är då i vilken utsträckning sådana metoder kan konkurrera med masugnsprocessen både energi- och kostnadsmässigt.

En av följderna av den s. k. energikrisen är att forskningen om nya metoder inom järn- och stålindustrin intensifierats. Stor uppmärksamhet har ägnats bl. a. järnsvampmetoder för framställning av råvara till ståltillverkning, bl. a. därför att de undviker den relativt dyra energiformen koks. Emellertid synes deras energiåtgång snarast vara större än masugnens.<sup>3</sup>

Ett ökande intresse har därför visats en annan typ av process, den s. k. smältreduktionsmetoden. De huvudsakliga fördelarna med denna metod är att kvalitets-

<sup>1</sup> Detta innebär en sammanlagd bränsleförbrukning av 3 920 kWh/ton, vilken är något högre än den i Mizushima (3 880 kWh/ton).

<sup>2</sup> Eketorp & Brabie [1974].

<sup>3</sup> Se t. ex. Eketorp & Brabie [1974].

kraven på bränslet reduceras, samtidigt som man kan undvika mycket kapitalkrävande investeringar i koks- och sinterverk. Därmed minskar även miljöförstöringen och energikostnaderna. Enligt vissa preliminära kostnadskalkyler<sup>1</sup> skulle metoden kunna tänkas bli konkurrenskraftig gentemot masugnen. Emellertid befinner sig metoden ännu på experimentstadiet, och det förefaller osannolikt att den skulle kunna påverka energiförbrukningen i branschen nämnvärt före 1980-talets mitt.

*»Total energibesparing» i masugnsprocessen*

Alltsedan den s. k. oljekrisen i oktober 1973 har det blivit vanligt att tala om »energibesparingspotentialen» i olika processer. Det är emellertid ofta oklart vad som menas med detta begrepp. Vad som borde avses är väl skillnaden i energiförbrukning mellan genomsnittlig praxis och något slags teoretiskt minimum. Detta teoretiska minimum är i sin tur beroende av vilka tekniska restriktioner man antar — t. ex. om besparingen skall ske i redan befintliga masugnar, eller om man kan överväga helt nya masugnar, eller om man till och med väljer en helt annan process än masugnsprocessen för att nå samma resultat, nämligen en reduktion av syrehalten i järnråvaran. Den teoretiska besparingspotentialen är naturligtvis inte densamma i de tre fallen. Vid beräkning av den teoretiska besparingspotentialen är det därför nödvändigt att ange vilka antaganden som gäller.

Ibland används i stället begreppet »praktiskt genomförbar energibesparing», vilket förutom de ovan angivna tekniska restriktionerna torde ta hänsyn till exempelvis ekonomiska, politiska och administrativa begränsningar.

Ytterligare ett problem som uppkommer när man vill beräkna energibesparingspotentialen är att det måste anges vilka antaganden om produktionsvolymen som gäller.

Ovanstående resonemang kan illustreras med hjälp av följande exempel. Som nämnts ovan har IUI inte räknat med några förändringar i den specifika energiåtgången i de nu befintliga masugnar som förutsätts finnas kvar 1980. I dessa ugnar uppkommer således ingen energibesparing. Ett undantag utgör dock ett ökat utnyttjande av masugnsgas (dvs. en ökning från den låga nivån 1974 till 1970 års nivå), som ger 0,5 TWh eller ca 50 000 m<sup>3</sup> oljeekvivalenter årligen vid 1974 års produktionsvolym. Vid en mycket snäv tolkning av begreppet energibesparing, dvs. en minskning av den totala energiförbrukningen vid oförändrad produktionsvolym i befintliga masugnar, skulle detta alltså vara den totala energibesparingen i IUI:s kalkyl.

Denna besparing kan jämföras med vissa uppgifter i en utredning från Statens industriverk, i vilken man sökt beräkna den totala energibesparingspotentialen av en rationalisering i bl. a. masugnsprocessen. Enligt dessa beräkningar skulle denna besparingspotential uppgå till 1 TWh eller 100 000 m<sup>3</sup> oljeekvivalenter per år i själva masugnsprocessen samt 0,4 TWh eller 40 000 m<sup>3</sup> oljeekvivalenter per år genom ökad användning av masugnsgas.<sup>2</sup> Av dessa potentiella besparingar betraktas dock endast 2/3, dvs. 65 000 respektive 30 000 m<sup>3</sup>, som praktiskt genomförbara. Emellertid är det oklart vilka antaganden som gjorts beträffande produktionsvolym, tekniska och

<sup>1</sup> Linder [1976] och Elvander [1976].

<sup>2</sup> *Tätorternas och den tunga industrins energiförsörjning*, s. 2: 42.

Tabell 7: 4. *Alternativa sätt att beräkna »energibesparing» i masugnar 1974–80*

	1974	1980 (IUI:s kalkyl)
Specifik energiförbrukning, kWh/ton	4 114	3 585
Produktionsvolym, milj. ton	2,98	7,15
<i>Beräkning av energibesparing</i>		
<i>Alt. I</i>		
Faktisk energiförbrukning 1974, TWh		12,3
./.. Energiförbrukning 1980 vid 1974 års produktionsvolym och 1980 års specifika energiåtgång, TWh		- 10,7
»Energibesparing» I, TWh		1,6
<i>Alt. II</i>		
Energiförbrukning 1980 vid 1980 års produktionsvolym och 1974 års specifika energiåtgång, TWh		29,4
./.. Energiförbrukning 1980 vid 1980 års produktionsvolym och 1980 års specifika energiåtgång, TWh		- 25,6
»Energibesparing» II, TWh		3,8

ekonomiska restriktioner etc., och det är därför mycket svårt att tolka dessa resultat.

Ofta uppstår emellertid en minskning av den specifika energiförbrukningen via ersättande av gammal utrustning med ny teknologi som samtidigt ökar produktionskapaciteten. Det kanske på grund av stora skalekonomier till och med är *nödvändigt* att öka produktionsvolymen för att kunna tillgodogöra sig ny teknologi. Om man då vill beräkna den »totala» energibesparingen är det inte givet om man skall göra detta vid den »gamla» eller den »nya» produktionsvolymen. Detta val spelar också en avgörande roll för hur stor den beräknade energibesparingen blir.

Den sänkning av den genomsnittliga specifika energiförbrukningen från 4 114 kWh/ton 1974 till 3 585 kWh/ton 1980 som IUI räknar med i det högre produktionsalternativet beror som ovan nämnts dels på ökat utnyttjande av masugnsgas i både nya och gamla anläggningar, dels — och framför allt — på antagandet om stor nytillkommande kapacitet med låg specifik energiförbrukning. I tabell 7: 4 visas två alternativa sätt att beräkna »energibesparingen». I det första alternativet jämförs den hypotetiska energiförbrukningen 1980 vid 1974 års produktionsvolym och 1980 års energiåtgångstal med den faktiska energiförbrukningen 1974. Den beräknade energibesparingen uppgår då till 1,6 TWh (160 000 m<sup>3</sup> oljeekvivalenter). Om man i stället beräknar energiförbrukningen 1980 vid 1980 års produktionsvolym och 1974 års energiåtgångstal och jämför denna med energiförbrukningen vid samma produktionsvolym men med 1980 års energiåtgångstal, uppgår besparingen till 3,8 TWh (380 000 m<sup>3</sup> oljeekvivalenter). Ingetdera måttet kan anses helt tillfredsställande, eftersom i ena fallet 1980 års energiåtgångstal kan uppnås endast vid en betydande produktionsökning, medan i andra fallet 1974 års energiåtgångstal inte gärna kan tillämpas på 1980 års produktionsvolym.

Tabell 7: 5. *Energikostnad per ton råstål för olika stålugnstyper 1974 och 1980*

	1974			1980 (IUI: s kalkyl)		
	LD-ugnar	Martin-ugnar	Elektro-stål-ugnar	LD-ugnar	Martin-ugnar	Elektro-stål-ugnar
Koksåtgång, kg/ton råstål	20	—	20	20	—	20
Kokspris, kr/ton	309	—	309	440	—	440
Kokskostnad, kr/ton råstål	6: 20	—	6: 20	8: 80	—	8: 80
Oljeåtgång, kg/ton råstål	5	130	10	5	130	10
Oljepris, kr/ton	350	350	350	500	500	500
Oljekostnad, kr/ton råstål	1: 75	45: 50	3: 50	2: 50	65: 00	5: 00
Elkraftåtgång, kWh/ton råstål	75	30	570	75	30	570
Elpris, öre/kWh	5	5	5	9	9	9
Elkostnad, kr/ton råstål	3: 75	1: 50	28: 50	6: 75	2: 70	51: 30
Total energikostnad, kr/ton råstål	11: 70	47: 00	38: 20	18: 05	67: 70	65: 10
Kostnadsskillnad i jämförelse med LD-ugn	—	35: 30	26: 50	—	49: 65	47: 05

*Källor:* Specifik energiåtgång: Jernkontoret. Prisantagandena baseras på tillgänglig statistik för 1974 samt på antagandet att olje- och kokspriserna ökar med 6 % per år fram till 1980, medan elpriserna i stort sett fördubblas. Se s. 271 i huvudtexten. Järn- och stålindustrins elpriser antas ligga under genomsnittet för högspänningsleveranser.

För att undvika dessa definitionsmässiga problem har IUI valt att diskutera energibesparingen i termer av minskningar i den specifika energiförbrukningen i stället för i antal m<sup>3</sup> oljeekvivalenter, oavsett om minskningen sker i form av rationaliseringar eller nyinvesteringar. Våra studier av olika produktionsprocesser visar att de ojämförligt största sänkningarna av den specifika energiförbrukningen sker i samband med övergång till ny teknologi vilket i sin tur oftast sker i samband med produktionsökningar. Sedan är det givetvis av stort praktiskt intresse att veta *hur* minskningar av den specifika energiåtgången uppstår. Därför har vi också sökt precisera vilka antaganden som gäller beträffande produktionsvolymens och produktionsapparats utveckling.

De förändringar i den specifika energiåtgången i masugnar som redovisats i tabell 7: 3 innebär en sänkning med 11 % från 1974 års nivå i O-alternativet 1980 och en sänkning med 13 % i I-alternativet, dvs. med 1,9 respektive 2,3 % per år. Detta kan jämföras med en *ökning* med 1,2 % per år under perioden 1965–74.

#### 7.2.3.2 Ståltillverkning

Som framgått ovan kan man vänta sig en fortsättning av den strukturomvandling inom ståltillverkningen som började under 1960-talet i samband med införandet av syrgaskonvertrar (se tabell 7: 2). Samtidigt är det sannolikt att kapaciteten i martinugnar kommer att krympa väsentligt fram till 1980 för att helt försvinna fram emot 1985.

Både ekonomiska faktorer och hänsyn till miljön talar för en sådan utveckling. I tabell 7: 5 visas en sammanställning av energikostnaderna per ton råstål i olika typer

av stålugnar 1974 och 1980. Av tabellen framgår att energikostnaden per ton råstål var ungefär 35 kr högre i martinugnar än i LD-ugnar, medan energikostnadsdifferensen mellan elektrostålugnar och LD-ugnar var något mindre (ca 26: 50).

Investeringskostnaden för LD-ugnar torde uppgå till ca 200–250 kr per årston.<sup>1</sup> Vid 15 års avskrivning och 20 % kalkylränta blir då kapitalkostnaden 43–53 kr per ton råstål. Vid 10 % kalkylränta skulle kapitalkostnaden bli 26–33 kr per ton. Skillnaden i energikostnad mellan en martinugn och en LD-ugn är alltså av ungefär samma storleksordning som kapitalkostnaden för en ny LD-ugn. Infodrings- och arbetskraftskostnaderna är förmodligen också något lägre i LD-ugnar. Därtill kommer de kostnader för miljövärdinvesteringar som skulle krävas för att behålla martinugnarna i drift. Sammantagna talar alltså dessa faktorer för att martinugnarna kommer att ersättas med LD-ugnar. Å andra sidan ger martinugnarna större flexibilitet än LD-ugnarna, eftersom de kan användas för skrotsmältning och kan använda skrot och råjärn i vilket förhållande som helst. I ett skrotbaserat stålverk skulle man tvingas investera i elektrostålugnar i stället för syrgaskonvertrar, vilket enligt tabell 7: 5 gör ersättningsinvesteringar betydligt mindre fördelaktiga. Visserligen skulle energiåtgången, räknad i kWh, ungefär halveras, men eftersom högspänd elkraft är ungefär dubbelt så dyr per kWh som tung eldningsolja, skulle ingen energikostnadsbesparing uppstå. Därför finns det anledning att vänta sig att sura martinugnar i skrotbaserade specialstålverk kommer att slås ut i betydligt långsammare takt än basiska martinugnar, som används i handelsståltillverkning. Detta framgår också av staplarna i figur 7: 2.

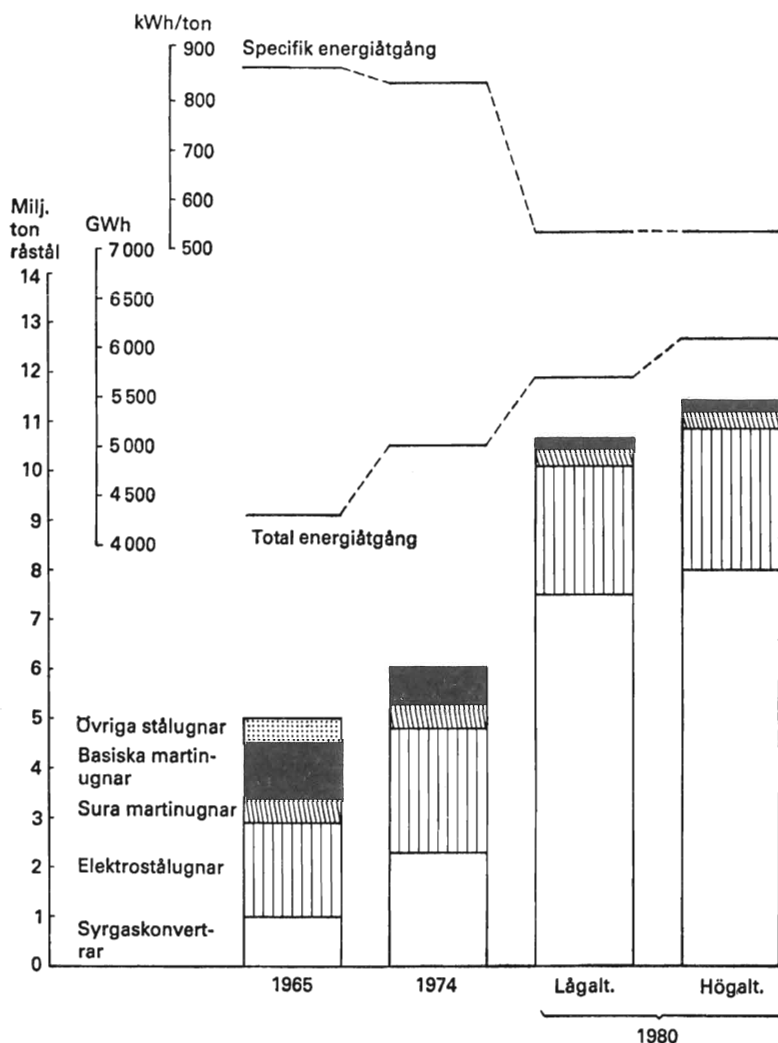
Som synes i figuren väntas produktionen i syrgaskonvertrar (främst LD-ugnar) öka mycket kraftigt fram till 1980, medan produktionen väntas öka endast obetydligt i elektrostålugnar och minska kraftigt i martinugnar. Den kraftiga produktionsökningen i syrgaskonvertrarna fram till 1980 beror främst på att vi förutsatt 2 milj. ton råstål i Stålverk 80 (dvs. halva det ursprungliga Stålverk 80). Dessutom har vi räknat med utnyttjande av den nytillkommande kapaciteten erhållen genom det nyligen avslutade investeringsprogrammet vid »gamla» NJA samt viss ny kapacitet i andra stålverk.

Den obetydliga ökningen i elektrostålugnskapacitet beror i huvudsak på tre faktorer. För det första var energikostnaden redan 1974 betydligt högre i elektrostålugnar än i LD-ugnar. För det andra fördubblas enligt tabell 7: 5 denna skillnad i stort sett fram till 1980 under de prisantaganden som IUI gjort. Man måste också komma ihåg att de angivna kostnadsdifferenserna är genomsnittstal; skillnaden mellan gamla elektrostålugnar och nya LD-ugnar är förmodligen ännu större. Skulle prishöjningen på elkraft bli ännu snabbare än vad IUI räknat med, är det sannolikt att kapaciteten i elektrostålugnar kommer att minska.

Det tredje skälet till att IUI inte väntar sig någon nämnvärd ökning i elektrostålugnskapaciteten under de närmaste åren är bedömningen att skrotpriserna kommer att bli så höga under överskådlig framtid att det blir olönsamt att bygga ut den skrotbaserade ståltillverkningen i någon större utsträckning. En del av den martinugns-

<sup>1</sup> Investeringskostnaden har beräknats med hjälp av uppgifter från Bonthron & Björklund [1974] s. 105.

Figur 7: 2. Råstålsproduktionens fördelning på typ av stålugnar samt specifik och total energiförbrukning i stålugnar 1965–80



Källor: Råstålsproduktion: SOS, Bergshantering 1965 och 1974. Uppgifter om energiförbrukningen i olika typer av stålugnar har erhållits från Jernkontoret.

kapacitet som läggs ned kommer förmodligen att ersättas av elektrostålugnar, men IUI räknar också med att även specialstålverken i framtiden kommer att använda sig av syrgaskonverterrar i växande utsträckning. Men då måste naturligtvis även råjärnsproduktionen öka i motsvarande omfattning.

Till elektrostålugnarnas fördel måste emellertid också sägas att de ju oftast används i specialstålverk där varje producerat ton har ett värde som vida överstiger det i handelsstålverken. Detta innebär att energikostnaderna överhuvudtaget utgör en betydligt mindre del av de totala kostnaderna i specialstålverken än i handelsstål-

verken. Dessutom måste alltid en viss kapacitet finnas för att smälta både legeringsämnen och det interna skrot som används även i ett råjärnsbaserat stålverk.

Kurvan ovanför staplarna i figur 7: 2 anger den totala energiåtgången i stålugnarna. Som framgår av figuren ökar energiförbrukningen betydligt långsammare än produktionen, främst beroende på den låga energiförbrukningen i syrgaskonvertrar. Den genomsnittliga specifika energiåtgången minskar alltså, vilket visas av den översta kurvan i figuren. Energiåtgångstalen i olika typer av stålugnar framgår av figur 7: 3 nedan.

#### 7.2.3.3 Ämnestillverkning

En av de för energiförbrukningen viktigaste förändringarna i järn- och stålindustrin under de närmaste 10–15 åren är övergången från den konventionella tekniken kokillgjutning-götvalsning till stränggjutning, vilken innebär att man direkt gjuter det flytande stålet till ämnen och således undviker ett uppvärmnings- och valsningssteg.

Investeringskostnaden för en stränggjutningsanläggning torde röra sig om 135–170 kr per årston.<sup>1</sup> Om man antar 15 års livslängd och 10% kalkylränta uppgår därmed kapitalkostnaden per ton till 18–22 kr, medan den vid 20% kalkylränta skulle vara 29–36 kr.

Den största fördelen med stränggjutning är att den har ett 10–15% högre materialutbyte än den konventionella tekniken. Det material som inte går vidare till varmvalsning går tillbaka till stålugnarna i form av skrot och antas ha samma värde som annat skrot. Den förlust som uppstår i samband med ett lägre materialutbyte hänger således samman med att skrotet har ett mindre värde än ämnen. 1974 var priset på ämnen ungefär 1 085 kr/ton, medan priset på icke rostfritt stålskrot levererat fritt fabrik var ca 430 kr/ton.<sup>2</sup> Det året skulle därmed materialbesparingen i samband med stränggjutning kunna värderas till 10–15% av differensen mellan dessa priser, dvs. 65 à 98 kr/ton. Även med de lägre priser som rådde 1973 (ca 900 kr/ton för ämnen och 250 kr/ton för skrot<sup>3</sup>) skulle materialbesparingen värderas till samma belopp. Redan själva materialbesparingen skulle alltså mer än väl räcka till för att betala investeringskostnaden.

Därtill kommer emellertid den energi-, arbetskrafts- och kapitalbesparing som uppstår genom att götvalsningssteget elimineras. Här nöjer vi oss emellertid med att beräkna endast energibesparingen, som uppgår till 400 kWh/ton i götvalsningssteget. Även med ett så lågt energipris som 2 öre/kWh (motiverat av att det till stor del är masugnsgas som används för uppvärmning i varmgropugnar, och att det är något dyrare att använda masugnsgas än olja, varför priset per kWh antagits vara 2/3 av motsvarande oljepris) skulle energikostnadsbesparingen vid stränggjutning uppgå till ca 8 kr per ton.

Den sammanlagda material- och energibesparingen skulle således uppgå till 73–106 kr per ton. Därtill kommer besparingar av arbetskraft och kapital. Mot bakgrund

<sup>1</sup> *Tätorternas och den tunga industrins energiförsörjning*, s. 2: 45.

<sup>2</sup> *SOS, Bergshantering 1974*, s. 52 resp. s. 101.

<sup>3</sup> *SOS, Bergshantering 1973*, s. 54 resp. s. 105.



av de investeringskostnader (18–36 kr/ton) som nämnts ovan torde därför investeringar i stränggjutningsanläggningar tillhöra de mera lönsamma i branschen. Som framgått bl. a. av tabell 7: 2 räknar IUI därför med en mycket snabb utbyggnad av stränggjutningskapaciteten, nämligen från något över 1 milj. ton 1974 till 5 à 5,5 milj. ton 1980. De huvudsakliga begränsningarna i stränggjutningsmetoden ligger i att metoderna för kvalitetskontroll av flytande stål fortfarande är relativt outvecklade och att stränggjutning inte lönar sig i stålverk som tillverkar många olika stålqualiteter i små satsar, som t. ex. våra svenska specialstålverk. Så småningom kommer troligen dessa problem att lösas, men IUI har inte räknat med att mer än 0,4 milj. ton specialstålämnen kommer att stränggjutas 1980 (jämfört med 0,04 milj. ton 1974).

#### 7.2.3.4 *Varmvalsning och färdigställning*

Varmvalsningssteget är det processled inom järn- och stålindustrin som har den lägsta energiverkningsgraden och där de relativa sparmöjligheterna torde vara störst. Men som framgår av figur 7: 3 svarade varmvalsningen 1974 för mindre än 15% av hela järn- och stålindustrins energiförbrukning. Till och med en så betydande sänkning av den specifika energiförbrukningen som en halvering skulle 1974 ha gett endast 1,5 TWh.

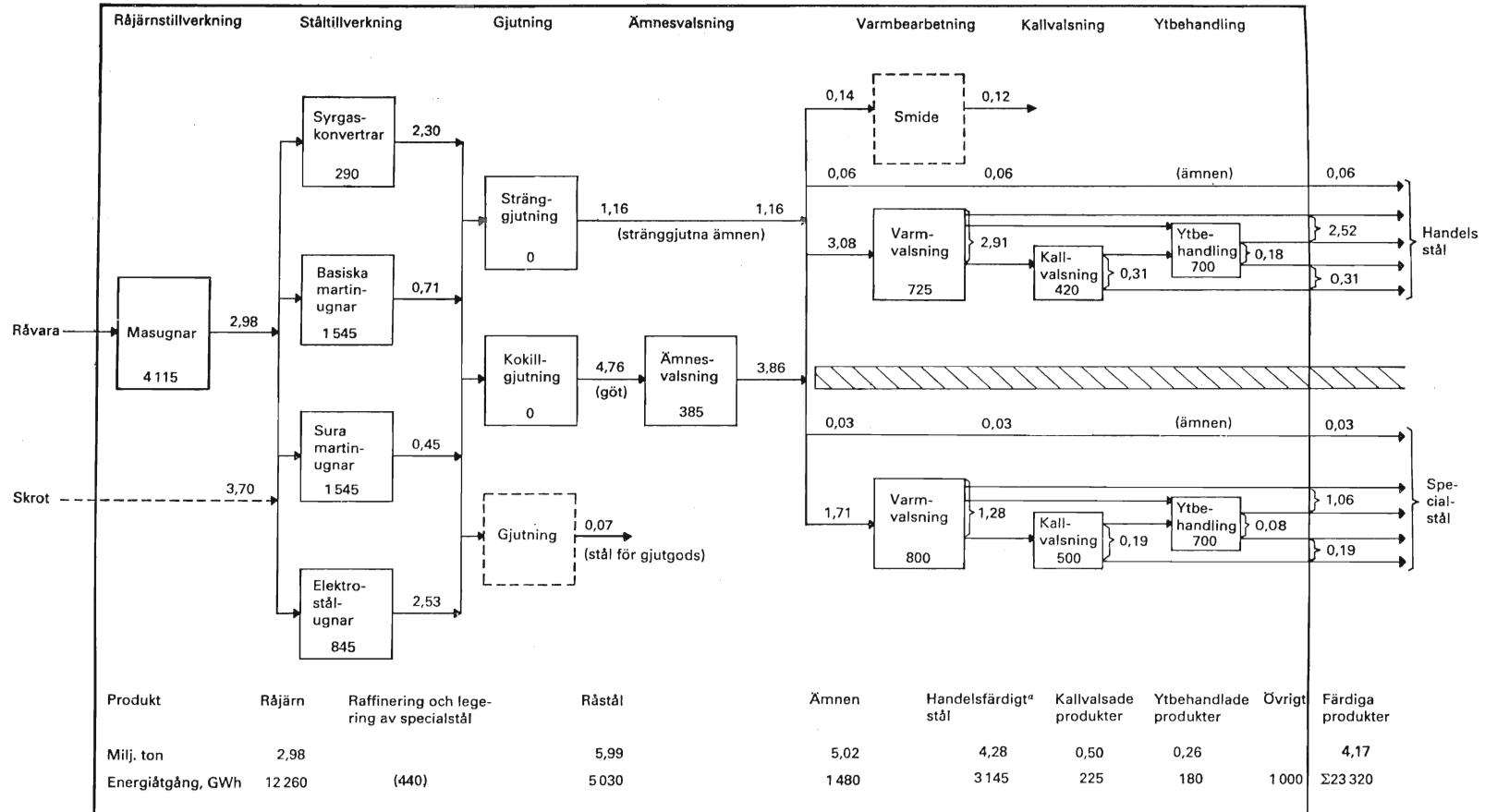
Den låga energiverkningsgraden i varmvalsningen uppstår genom att man f. n. i mycket ringa grad nyttiggör den värme som avgår från ugnar och från svalnande stål mellan valsningsoperationerna. Anledningen till detta är naturligtvis de låga energipriser som rått och därmed sammanhängande ringa incitament till framtagande av energibesparande teknologi. Efter den s. k. oljekrisen har emellertid en hel del forskning och utveckling ägt rum på detta område. Bland åtgärder som föreslagits kan nämnas förbättring av värmeekonomi i uppvärmningsugnar, tillvaratagande av avgasvärme genom s. k. rekuperatorer, införande av »slutna» svalbäddar, nyttiggörande av kylvatten samt införande av ny valsteknik som reducerar antalet valsnings- och därmed även upphettningsoperationer. De flesta av dessa åtgärder förefaller tekniskt möjliga idag, medan lönsamheten varierar. Problemet är oftast att finna en lämplig användning för det lågvärdiga värme som i och för sig kan nyttiggöras. Detta gäller särskilt sommartid, då lokaluppvärmningsbehoven är ringa.

Med hänsyn till dessa lönsamhets- och avsättningsproblem, till att det tar tid att införa ny teknologi samt till att lönsamheten av energibesparande åtgärder förefaller mycket större i tidigare liggande processled inom järn- och stålindustrin bedömer IUI att sänkningen av den specifika energiåtgången i varmvalsning blir betydande först efter 1980. Fram till 1980 räknar vi således med i stort sett oförändrad specifik energiförbrukning. Genom att produktmixen förskjuts till förmån för handelsstål blir det dock en viss sänkning i genomsnittet för hela varmvalsningssteget.

Det måste emellertid påpekas att de siffror som anges för varmvalsning i figurerna 7: 3–7: 5 är ganska osäkra i den meningen att det är svårt att avgränsa varmvalsningen från andra operationer. Dessutom är energiförbrukningen beroende av hur produktionen fördelas på t. ex. långa och platta produkter, eftersom de senare har väsentligt lägre utbytestal än de förra och även större specifik energiförbrukning.

När det gäller kallvalsning har IUI antagit en viss minskning av den specifika

Figur 7: 3. Principskiss över järn- och stålverkens produktion och energiförbrukning 1974

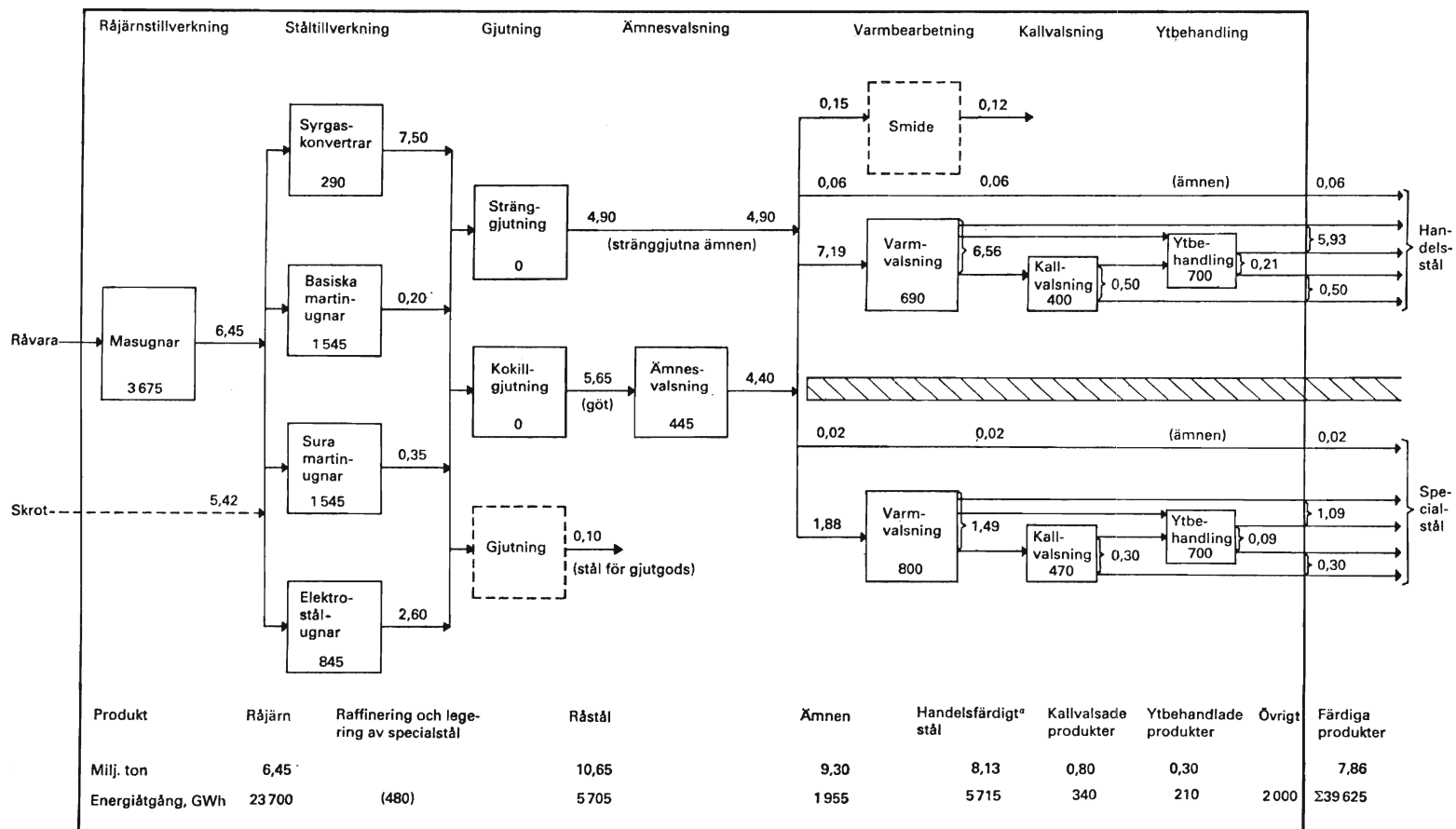


<sup>a</sup> Inkl. ämnen men exkl. smide.

Anm.: Siffror i boxarna anger specifik energiåtgång i kWh/ton. Siffror på pilarna anger produktion i milj. ton.

Källor: Produktionsvolymen i olika processled har hämtats från SOS, Bergshantering 1974. Den specifika energiåtgången bygger på uppgifter från Jernkontoret vilka såvitt möjligt avstämts mot den officiella statistikens uppgifter. De senare är dock inte tillräckligt detaljerade för en fullständig jämförelse, särskilt inte vad beträffar valsning och ytbehandling, varför den beräknade energiåtgången i

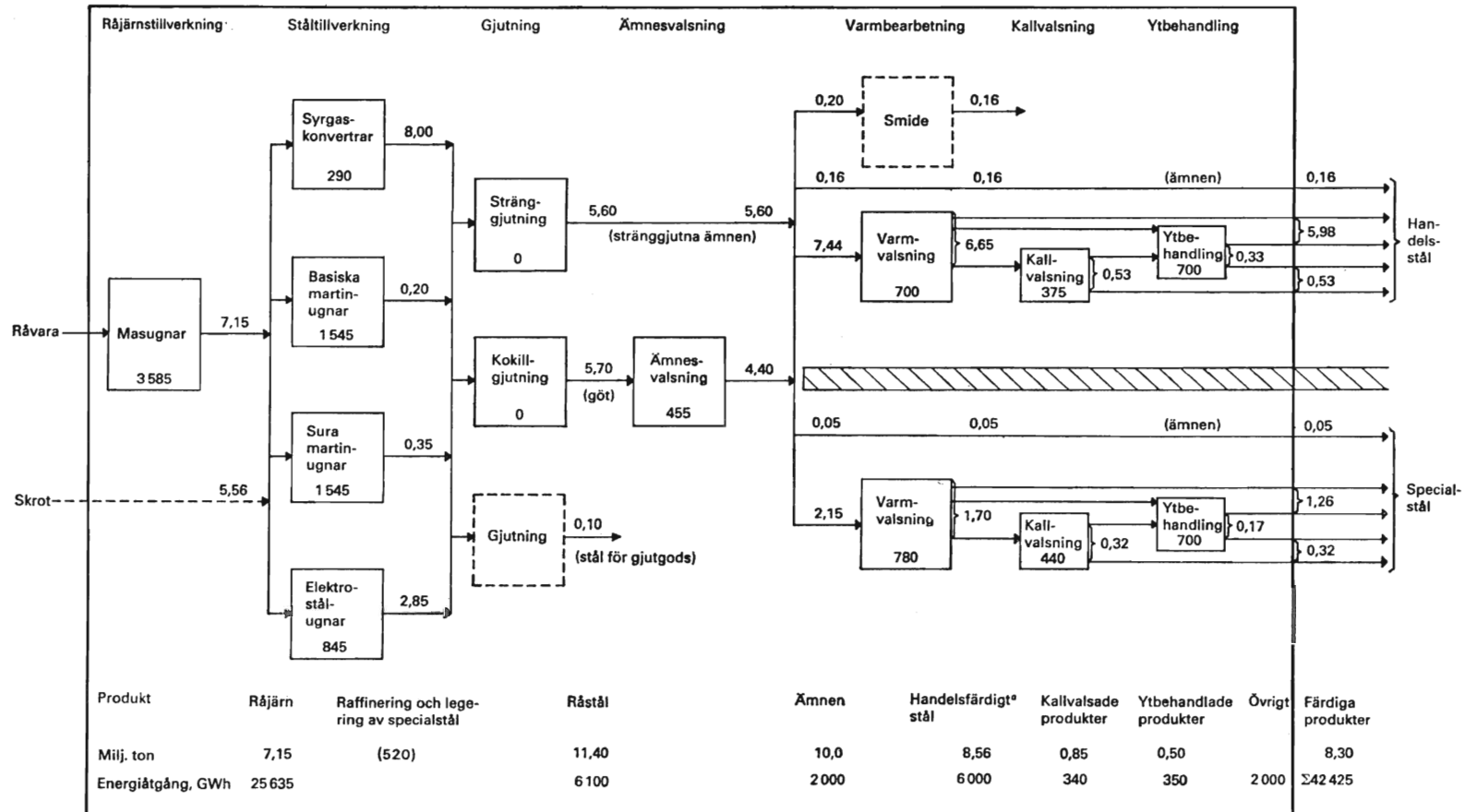
Figur 1.7. Principen över järn- och stålverkens produktion och energiförbrukning 1990, i gigantermeder



<sup>a</sup> Inkl. ämnen men exkl. smide.

Anm.: Siffror i boxarna anger specifik energiåtgång i kWh/ton. Siffror på pilarna anger produktion i milj. ton.

Figur 7: 5. Principskiss över järn- och stålverkens produktion och energiförbrukning 1980, högalternativet



processenergiåtgången (ca 11% i lågalternativet 1980), däremot inte vad beträffar ytbehandling och övriga färdigställningsoperationer.

Med hänsyn till den relativt stora besparingspotential i valsningssteget som nämndes i inledningen till detta avsnitt kan det synas som om IUI:s bedömning av sänkningen av den specifika energiåtgången är onödigt försiktig. Man måste emellertid komma ihåg att vår kalkyl är kopplad till IUI:s långtidsbedömning och till den modell för hela ekonomin som ligger till grund för denna. Därför är t. ex. investeringsnivån given i varje bransch. Fördelningen av investeringarna på typer av objekt har gjorts av IUI på basis av dels kontakter med företagen, dels lönsamhetsbedömningar av den typ som redovisats här. Givetvis skulle man kunna tänka sig en annan investeringsnivå (motiverad av antingen en annan lönsamhetsbedömning för hela branschen eller statliga åtgärder) och en annan inriktning av investeringarna (t. ex. mera energibesparande investeringar), men de vore då inte nödvändigtvis konsistenta med totalbedömningen för hela ekonomin.

Om vi skulle ha varit alltför försiktiga i bedömningen av möjligheterna att sänka den specifika energiåtgången i valsningsstegen, förefaller det ändå osannolikt att tänkbara besparingsåtgärder skulle ge mer än ca 0,5 TWh reduktion av den energiförbrukning 1980 som IUI har räknat med.

#### 7.2.4 Energiförbrukningen i järn- och stålindustrin: Sammanfattning

De antaganden om produktionsvolymens och energiförbrukningens utveckling som redovisats i föregående avsnitt sammanfattas med hjälp av en enkel modell i figurerna 7: 3–7: 5. Varje box i figurerna representerar en produktionsprocess med den specifika energiförbrukningen angiven i kWh per ton produkt i respektive process. Nederst i figurerna anges dels produkternas beteckning och produktionsvolym, dels den totala energiförbrukningen i varje processled (i GWh). De enda insatsvaror som anges är järnråvara och energi. Andra insatsvaror som t. ex. kalk och legeringsämnen samt arbetskraft är utelämnade. Större delen av skillnaden mellan ingående och utgående järnvolym i varje processteg utgörs av skrot som återförs till produktionsprocessen via stålugnarna och således reducerar behovet av skrot tillfört utifrån.

Modellen implicerar även en del antaganden om utbytestal i olika processled. Dessa antaganden är i korthet följande. I råjärns- och ståltillverkningsstegen räknar IUI med i stort sett oförändrade råvaruutbytestal. I ämnestillverkningssteget ökar utbytestalen, som ovan nämnts, till följd av övergången till stränggjutning. I själva ämnesvalsningdelen räknar vi dock med sjunkande utbytestal på grund av att specialstålsandelen ökar. Det är ju huvudsakligen handelsstålämnen som stränggjuts. Av samma anledning ökar även den specifika energiåtgången i ämnesvalsningdelen något.

Utbytestalen för varmvalsning av handelsstål väntas sänkas något fram till 1980 på grund av övergång till finare kvaliteter, medan vi för varmvalsning av specialstål räknar med en viss höjning av utbytestalen. I kallvalsning och ytbehandling och andra färdigställningsoperationer förutsätts utbytestalen vara oförändrade.

Förutom de processteg som diskuterats i föregående avsnitt förekommer i figurerna ytterligare två poster. Den ena avser raffinering och legering av specialstål i stålugnar eller särskilda efterbehandlingsugnar. För detta har vi räknat med 220 kWh/ton råstål

Tabell 7: 6. *Energiåtgång i järn- och stålverk 1974 och 1980*

	1980 (IUI:s kalkyl)				
	1974	1980 (IUI:s kalkyl)		Procentuell årlig ökning 1974–80	
		Lågalt.	Högalt.	Lågalt.	Högalt.
<i>Handelsfärdigt stål</i>					
Produktionsvolym, milj. ton	4,28	8,13	8,56	11,3	12,2
Specifik energiåtgång, kWh/ton	5 450	4 875	4 955	-1,8	-1,6
Total energiåtgång, TWh	23,3	39,6	42,4	9,2	10,5

av specialstålskvalitet. Den andra posten är övrigposten nederst till höger i figurerna, som inte har kunnat fördelas på de olika processleden. Häri innefattas bl. a. belysning, lokaluppvärmning, ventilations- och miljövårdsutrustning samt interna transporter. Framför allt på grund av de ökade satsningarna på yttre och inre miljövård väntas denna post öka mycket kraftigt framöver, nämligen från 1 TWh 1974 till 2 TWh 1980. Denna siffra är dock mycket osäker. I den mån miljövårdsåtgärder medför återanvändning av processenergi begränsas naturligtvis ökningen.

Utvecklingen av den totala och specifika energiåtgången i järn- och stålindustrin sammanfattas i tabell 7: 6. Under de antaganden som gjorts ovan kommer den totala energiförbrukningen i branschen att stiga från 23,3 TWh 1974 till 39,6 TWh 1980 i lågalternativet och till 42,4 TWh i högalternativet. Den specifika energiåtgången, beräknad per ton handelsfärdigt stål, minskar samtidigt från 5 450 kWh/ton 1974 till 4 875 respektive 4 955 kWh/ton 1980 i de båda alternativen. Detta innebär en minskning av den specifika energiförbrukningen med 1,8 respektive 1,6% per år. Att den specifika energiförbrukningen blir lägre i det låga än i det höga produktionsalternativet beror på att råjärnsproduktionen blir mindre i förhållande till det handelsfärdiga tonnaget i det förra alternativet än i det senare. Denna förskjutning i produktmixen är tillräckligt stor för att mer än uppväga den lägre specifika energiförbrukningen i de olika processleden i högalternativet. Den minskade specifika energiåtgången innebär naturligtvis en något långsammare ökning av den totala energiförbrukningen än av produktionen i branschen, nämligen med 9,2 respektive 10,5% per år i de båda alternativen.

#### 7.2.5 Järn- och stålindustrins elförbrukning

IUI har även sökt bedöma utvecklingen av elförbrukningen i branschen fram till 1980. Utgångspunkten för denna kalkyl är uppgifter om den specifika elförbrukningen som erhållits från Jernkontoret. Prognosen får betraktas som relativt grov, så tillvida som vi inte haft möjlighet att studera utvecklingen av åtgångstalen för elektricitet i järn- och stålindustrin över tiden och därför har nöjt oss med att anta oförändrade koefficienter. Det faktum att en stor del av elförbrukningen i branschen är direkt knuten till mekaniskt arbete i form av drift av exempelvis valsverk, vilket står i unge-

Tabell 7: 7. *Elförbrukning i järn- och stålindustrin 1974 och 1980*

	Specifik elåtgång kWh/ton	Elförbrukning, GWh		
		1974	1980 (IUI:s kalkyl)	
			Lågalt.	Högalt.
Masugnar	70	210	450	500
Stålugnar				
Syrigaskonvertrar	75	175	560	600
Basisk martin	30	20	6	6
Sur martin	30	15	11	11
Elektrostålugnar	570	1 445	1 480	1 625
Legering och raffinering av specialstål	200	440	480	520
Ämnesvalsning	75	295	325	330
Varmvalsning	110	460	895	940
Kallvalsning	325	165	260	275
Ytbehandling	300	80	90	150
Övrigt	..	1 100	2 300	2 500
Summa		4 405	6 857	7 457
Specifik elförbrukning, kWh/ton handelsfärdigt stål		1 029	843	871

får proportionellt förhållande till det producerade tonnaget, kan delvis göra detta antagande försvarbart. Ytterligare studier på detta område är dock nödvändiga.

Emellertid gäller förmodligen för elförbrukningen lika väl som för energiförbrukningen totalt sett att de stora förändringarna i den specifika åtgången hänger samman med processbyten och ändrad produktmix. Detta kommer också, såsom framgår av tabell 7: 7, till uttryck i att elförbrukningen per ton handelsfärdigt stål minskar från något över 1 000 kWh 1974 till ca 850 kWh 1980. Orsakerna härtill är i stort sett desamma som för den specifika energiförbrukningens förändring i övrigt. Den största minskningen erhålls genom att elektrostålugnarnas andel av produktionen minskar starkt. Därmed minskar även elektrostålugnarnas andel av den totala elförbrukningen i branschen (från ca 33% till ca 22%). Andra mera betydande förändringar hänger samman med att stränggjutningsandelen ökar, att specialstålets andel av produktionen minskar, och att andelen kallvalsade produkter också minskar. Alla dessa faktorer bidrar till en minskning av den specifika elförbrukningen.

I motsatt riktning verkar emellertid den ökande användningen av utrustning för yttre och inre miljövård som utgör en betydande del av »övrigt»-posten i tabell 7: 7. Elektrofilter, fläktar, reglerings- och reningsutrustning, ventilationsanordningar, belysnings- och lyftanordningar är exempel på sådan utrustning. Det finns många skäl att anta att sådan apparatur kommer att användas i starkt ökande omfattning. Förutom miljövårdsskäl kan nämnas t. ex. strävan att genom införande av bättre utrustning för processtyrning och mätning minska åtgången av såväl arbetskraft som råvaror och energi. IUI antar därför att elförbrukningen för dylika ändamål kommer att öka något snabbare än produktionen av handelsfärdigt stål och således mer än fördubblas fram till 1980.

Tabell 7: 8. Produktion och energiåtgång i järnmalsgruvorna 1974 och 1980

	1980 (IUI:s kalkyl)								
	1974			Låg produktion			Hög produktion		
	Pro- duk- tion milj. ton	Specifik energi- åtgång i resp. process kWh/ton	Energi- åtgång totalt GWh	Pro- duk- tion milj. ton	Specifik energi- åtgång i resp. process kWh/ton	Energi- åtgång totalt GWh	Pro- duk- tion milj. ton	Specifik energi- åtgång i resp. process kWh/ton	Energi- åtgång totalt GWh
Järnmalm	44,0	25	1 100	56,3	35	1 970	58,0	35	2 030
Slig	12,5	75	935	18,7	85	1 590	21,7	85	1 845
Pann- o. band- sinter	3,2	450	1 440	6,0	433	2 600	7,1	425	3 020
Kulsinter	9,3	200	1 860	14,0	180	2 520	16,7	173	2 895
Totalt			5 335			8 680			9 790

*Källor:* Produktionsvolymen 1974 har erhållits från SOS, Bergshantering 1974. Uppgifterna om den specifika energiåtgången 1974 och 1980 bygger huvudsakligen på material från LKAB.

Trots att den specifika elförbrukningen ökar i detta avseende och är konstant i alla övriga processer minskar således den specifika elförbrukningen med ca 15% under perioden 1974–80, dvs. med 2,7% per år. Den specifika elförbrukningen minskar alltså snabbare än den specifika åtgången av andra energislag (jämför tabell 7: 6). De viktigaste bidragande orsakerna är den ökande råjärnsproduktionen i förhållande till ståltillverkningen samt den delvis därmed sammanhängande minskningen av andelen för elektroståltillverkning.

### 7.3 Järnmalsgruvornas energiförbrukning

#### 7.3.1 Produktionsstrukturens utveckling fram till 1980

I kapitel 10 i IUI:s långtidsbedömning 1976 återfinns en prognos för produktionsutvecklingen i järnmalsgruvorna fram till 1980. Det konstaterades där att det avgörande problemet för branschens framtida utveckling är hur man skall komma tillrätta med den sedan lång tid tillbaka sjunkande lönsamheten. Den sjunkande räntabiliteten orsakas av dels kraftigt sjunkande priser på malm (sammanhängande främst med ett ökande utbud av malm från dagbrott i t. ex. Australien och Brasilien), dels en långsam ökning av totalproduktiviteten i branschen. Enligt IUI:s beräkningar har kapitalproduktiviteten till och med sjunkit sedan mitten av 1960-talet, och detta har naturligtvis haft stor betydelse i en så kapitalintensiv bransch som järnmalsgruvorna. Arbetsproduktiviteten (mätt i förädlingsvärde i fasta priser per arbetad timme) har visserligen stigit hela tiden, dock betydligt långsammare efter 1970 än före, men inte tillräckligt för att totalproduktivitets utvecklingstakt skulle kunna hålla jämna steg med den i industrin som helhet. Ännu så sent som 1974 synes dock den genomsnittliga räntabiliteten i branschen ha legat något över genomsnittet för industrin.



Järnmalmegruvornas produktion består huvudsakligen av tre produkter, nämligen järnmalm, slig och sinter, varav den senare brukar indelas i pann- och bandsinter samt kulsinter. Till järnmalmegruvorna räknas all sintring, dvs. även den som utförs av järn- och stålverken. Produktionens fördelning på produkter 1974 framgår av tabell 7: 8. Av den totala järnmalmproduktionen på 44 milj. ton exporterades 23,6 milj. ton, medan resten vidareförädlades till slig (varav 2,4 milj. ton exporterades) och sinter.

1974 svarade järnmalmegruvorna för 3,8% av energiförbrukningen, 1,8% av förädlingsvärdet och 1,0% av sysselsättningen i industrin, och de tillhör därmed de mest energiintensiva branscherna.

Enligt IUI:s bedömning är det handlingsalternativ som med den största sannolikheten stärker branschens konkurrenskraft en ökning av malmens förädlingsgrad, främst en ökning av sintringsandelen. I stället för att exportera obehandlad styckemalm kan man alltså vidareförädla den genom anrikning och sintring till kulsinter (pellets). Härigenom kan man ta bort en del föroreningar i malmen, främst fosfor, som annars försvårar malmens användning i metallurgiska processer och därmed håller nere priserna. Genom ökad sintring borde man alltså kunna eliminera denna konkurrensnackdel och därmed skydda sysselsättningen och avkastningen på redan gjorda investeringar. Förutsättningarna för detta är givetvis dels att det finns en marknad för produkterna, dels att pelletiseringen kan ske minst lika billigt i Sverige som utomlands.

Den fortsatta utbyggnaden av masugnskapaciteten i världen medför naturligtvis ett ökande råvarubehov — men utbudet av järnmalm ökar som ovan antytts i minst samma takt. Den allt hårdare driften av både nya och gamla masugnar ställer emellertid allt högre krav på råvarans beskaffenhet, vilket bl. a. medför en starkt ökad efterfrågan på pellets. I USA har andelen pellets vid beskickning av masugnar ökat från 10% av järnråvaruinsatsen 1960 till 45% 1973. Motsvarande siffror för Sverige är 0 och 18% och för Japan 3 och 13%.<sup>1</sup> Det är sannolikt att denna utveckling kommer att fortsätta.

Det finns flera faktorer som talar för att Sverige åtminstone under de närmaste åren borde kunna konkurrera framgångsrikt med pelletiseringsanläggningar både i Västeuropa och i u-länderna. Den svenska malmens relativt höga järnhalt samt transportkostnadsskäl (se nedan) innebär vissa fördelar gentemot andra västeuropeiska konkurrenter. Gentemot u-länderna tillkommer fördelen av att pelletiseringen är en tekniskt relativt avancerad och kapitalkrävande process. Vår konkurrenskraft gentemot de nya stora järnmalmproducenterna förefaller sålunda betydligt större med avseende på pellets än på styckemalm.

Genom en ökad förädlingsgrad kommer de relativa transportkostnaderna också att sjunka: 1974 var det genomsnittliga fob-priset på styckemalm för export kr 49: 33<sup>2</sup> per ton, medan priset vid leverans från gruva var kr 35: 18<sup>3</sup> per ton. Större delen av denna prisskillnad torde ha utgjorts av kostnader för järnvägstransport till utsklipp-

<sup>1</sup> Carlsson [1975 a].

<sup>2</sup> SOS, Utrikeshandel 1974, s. 48.

<sup>3</sup> SOS, Bergshantering 1974, s. 49.

ningshamn. De inhemska transportkostnadernas andel av exportpriset uppgick alltså till 25–30%. Eftersom transportkostnaderna per ton är ungefär lika stora för sinter som för styckemalm, men priset samtidigt är ungefär dubbelt så högt, är den relativa transportkostnaden bara hälften så hög för sinter som för styckemalm.

### 7.3.2 Energiförbrukningens utveckling fram till 1980

Produktionsutvecklingen i järnmalmsgruvorna fram till 1980 har diskuterats i detalj i kapitel 10 i huvudtexten. För de utvecklingsalternativ som där skisserades har IUI gjort beräkningar avseende energiåtgången. Resultaten redovisas i tabell 7: 8.

I gruvdriften åtgår ungefär en tredjedel av energiförbrukningen för själva brytningen (i form av tryckluft och dieselolja). Närmare hälften (44%) används för ventilation och pumpning och resten för uppföring, belysning m. m.<sup>1</sup> Det finns skäl att anta att alla dessa komponenter av den specifika energiförbrukningen kommer att öka. Lägre malmhalter medför ökade brytmassor och därmed ökad energiförbrukning per ton malm. Brytning på allt större djup medför ökad energiåtgång för pumpning av vatten och uppföring av malm. Ökade krav på arbetsmiljön innebär dessutom ökad energiförbrukning för ventilation, uppvärmning och belysning.

När det gäller krossning, sovring och anrikning av malm till slig innebär den sjunkande järnhalten i malmen en ökad energiåtgång per ton i dessa delprocesser. Den ökade förädlingsgraden leder också till att en allt större del av styckemalmen vidareförädlas till slig.

Järnmalmsgruvorna skiljer sig från många tunga processindustrier (t. ex. järn- och stålverk och cementindustri) bl. a. därigenom att de senare leden i processkedjan är de mest energikrävande. Sålunda svarade sintringsprocesserna 1974 för mer än 60% av branschens totala energiåtgång. Den process i branschen som har den i särklass högsta specifika energiåtgången är pann- och bandsintring med ett genomsnitt 1974 av 450 kWh/ton. Den tekniska utvecklingen i denna process förefaller att gå mycket långsamt, åtminstone vad beträffar den specifika energiåtgången. Men å andra sidan bör man kanske inte förvänta sig någon mera drastisk reduktion av den specifika energiåtgången just i denna process. Den är ju i första hand avsedd att baka samman finfördelade malm- och kolpartiklar till ett stort stycke som sedan bryts upp i lagom stora bitar för beskickning i masugnar.<sup>2</sup> Det är således i masugnarna snarare än i sintringen som den specifika energiåtgången bör kunna sänkas (se avsnitt 7.2.3.1 ovan). Trots detta väntas en viss minskning av den specifika energiförbrukningen även i pann- och bandsintring i samband med att nya sinterverk uppförs. IUI antar att nybyggda sinterverk får en specifik energiåtgång av 415 kWh/ton (dvs. det värde man räknat med i planerna för det sinterverk som skall byggas i anslutning till Stålverk 80), medan energiförbrukningen är oförändrad i redan existerande sinterverk. Härigenom sänks genomsnittet från 450 kWh/ton 1974 till 433 kWh/ton 1980 i det lägre produktionsalternativet och till 425 kWh/ton i det högre alternativet.

<sup>1</sup> Enligt uppgifter från LKAB.

<sup>2</sup> Dessa stoftpartiklar uppstår under transporter till och hantering inom järn- och stålverken och koksverken. De är alltför finfördelade för att användas i masugnar och skulle utan sintringen utgöra stora materialförluster. De skulle då också utgöra ett ännu större miljöhot än de stoftutsläpp som nu sker i samband med sintring.

Tabell 7: 9. *Avsaluproduktion och energiåtgång i järnmalmegruvorna 1974 och 1980*

	1980 (IUI:s kalkyl)				
	1974	Lågpro- duktion	Högpro- duktion	Procentuell årlig ökning 1974-80	
				Låg pro- duktion	Hög pro- duktion
<i>Produktionsvolym</i>					
Avsaluproduktion, milj. ton	38 543	45 700	46 000	2,9	3,0
Avsaluproduktion, milj. kr i 1974 års priser	1 912	2 497	2 693	4,5	5,9
<i>Specifik energiåtgång</i>					
kWh/ton	138	190	213	5,5	7,5
kWh/kr saluvärde	2,8	3,5	3,6	3,8	4,3
<i>Total energiåtgång, GWh</i>	5 335	8 680	9 790	8,5	10,6

Kulsintring är en helt annan typ av process än pann- och bandsintring, bl. a. därigenom att inget kol används utan i stället olja för bränning av malmpartiklar och bindemedel till hållfasta kulor som är mera lämpade för transporter än pann- och bandsinter. Genom ökad värmeåtervinning från denna förbränningsprocess har man drastiskt kunnat sänka den specifika energiförbrukningen. Enligt uppgifter från LKAB motsvarade den genomsnittliga oljeåtgången vid kulsintring 160 kWh/ton (16 liter/ton) 1975, medan oljeåtgången i den bästa anläggningen endast var 100 kWh eller 10 liter per ton. Till detta kommer emellertid också en elförbrukning av ca 40 kWh/ton, varför den totala energiförbrukningen motsvarade ca 200 kWh/ton för en genomsnittlig anläggning och 140 kWh/ton i den bästa anläggningen. IUI har antagit att de nya anläggningar som tillkommer fram till 1980 har samma specifika energiförbrukning som den bästa anläggningen idag. Härigenom sjunker genomsnittet från 200 kWh/ton 1974 till 180 kWh/ton 1980 i det lägre produktionsalternativet och till 173 kWh/ton i det högre produktionsalternativet.

Det faktum att de senare processleden i järnmalmegruvornas produktion också är de mest energikrävande, samtidigt som branschens produktion förskjuts alltmer mot dessa processled, innebär naturligtvis att den specifika energiförbrukningen kommer att öka mycket kraftigt. Detta gäller oavsett om man räknar energiåtgången per ton avsaluproduktion eller per krona saluvärde i fasta priser. Enligt tabell 7: 9 beräknas avsaluproduktionen räknad i ton öka med ca 3 % per år mellan 1974 och 1980, medan energiförbrukningen väntas stiga med 8,5 och 10,6 % per år i det lägre respektive det högre tillväxtalternativet. Således ökar den specifika energiåtgången, mätt i kWh/ton, med 5,5 respektive 7,5 % per år. På liknande sätt kan den specifika energiåtgången, mätt i kWh/kr saluvärde, beräknas öka med 3,8 respektive 4,3 % per år mellan 1974 och 1980.

Denna utveckling innebär givetvis att energikostnadernas andel av branschens saluvärde stiger. Enligt den beräkning som redovisas i tabell 7: 10 var energikostnadernas andel av salutillverkningsvärdet 1974 ca 3,0 % för järnmalm, 9,2 % för slig och 14,5 %

Tabell 7: 10. *Ungefärliga energikostnader i järnmalmegruvorna 1974*

	Speci- fik el- åtgång kWh/ ton	El- kostnad vid 4,7 öre/kWh kr/ton	Specifik oljeåtgång		Olje- kostnad vid 345 kr/m <sup>3</sup> kr/ton	Total energi- kost- nad kr/ton	Pro- dukt- pris kr/ ton	Energi- kost- nads- andel %
			kWh/ ton	liter/ ton				
Järnmalm	15	0: 71	10	1,0	0: 35	1: 06	35: 18	3,0
<i>Slig</i>								
Akkumulerat i järnmalm (åtgångstal 1,25)	19	0: 89	12	1,2	0: 41	1: 30	..	..
Sligtillverkning	45	2: 12	30	3,0	1: 03	3: 15	..	..
Totalt	64	3: 01	42	4,2	1: 44	4: 45	48: 52	9,2
<i>Pellets</i>								
Akkumulerat i slig (åtgångstal 0,88)	56	2: 63	37	3,4	1: 17	3: 80	..	..
Pelletisering	40	1: 88	160	14,8	5: 11	6: 99	..	..
Totalt	96	4: 51	197	18,2	6: 28	10: 79	74: 63	14,5

*Källor:* Specifik energiåtgång: LKAB. Elpris: SOS, Bergshantering 1974, tabellerna 3 och 9. Oljepris: Svenska Esso AB, Oljeåret i siffror 1975. Priser på gruvprodukter: SOS, Bergshantering, tab. 2 (järnmalm och slig) och tab. 20 (pellets).

för pellets. Den genomsnittliga energikostnadsandelen samma år för hela branschen var 8,0%.<sup>1</sup> Vid ett elpris (motsvarande genomsnittet för högspänningsleveranser till industrin) på 6,5 öre/kWh (inkl. skatt) skulle energikostnaden för pellets ha varit kr 12: 52 i stället för 10: 79 och energikostnadsandelen 16,8% av saluvärdet i stället för 14,5%.

### 7.3.3 Elförbrukningen i järnmalmegruvorna fram till 1980

Med hjälp av uppgifter från LKAB har IUI även sökt beräkna elförbrukningen 1980 under de antaganden om produktionsvolymens och produktionsstrukturens utveckling som angivits ovan. Resultaten av dessa beräkningar visas i tabell 7: 11. Först har den totala elförbrukningen i branschen 1974 beräknats med hjälp av genomsnittliga åtgångstal. Den sålunda beräknade elförbrukningen uppgår till 1 685 GWh. Enligt bergverksstatistiken uppgick elförbrukningen 1974 till 1 598 GWh.<sup>2</sup> IUI:s beräkning ger således en viss överskattning av elförbrukningen, men det är svårt att säga vilken eller vilka av de använda koefficienterna som borde justeras ner. I stället har IUI valt att anta oförändrad specifik elförbrukning i alla processled utom sligtillverkning i det lägre produktionsalternativet 1980, trots de i föregående avsnitt nämnda tendenserna till en ökad specifik energiförbrukning, särskilt i själva gruvdriften. Härigenom torde den angivna elförbrukningen i det lägre produktionsalternativet utgöra något av en minimikalkyl. I det högre produktionsalternativet har vi däremot antagit en relativt kraftig ökning i den specifika elåtgången i gruvdrift och en ytterligare ökning i krossning, malning och anrikning av slig, varför detta

<sup>1</sup> SOS, Bergshantering 1974, tabell 3.

<sup>2</sup> SOS, Bergshantering 1974, tabell 9.

Tabell 7: 11. Beräkning av elförbrukningen i järnmalmegruvorna 1974 och 1980

	1974			1980 (IUI:s kalkyl)					
				Låg produktion			Hög produktion		
	Pro-duk- tion i milj. ton	Speci- fik el- åtgång i resp. process kWh/ton	El- åtgång totalt GWh	Pro-duk- tion i milj. ton	Speci- fik el- åtgång i resp. process kWh/ton	El- åtgång totalt GWh	Pro-duk- tion i milj. ton	Speci- fik el- åtgång i resp. process kWh/ton	El- åtgång totalt GWh
Järnmalm	44,0	15	660	56,3	15	845	58,3	20	1 160
Slig	12,5	45	560	18,7	55	1 030	21,7	60	1 300
Pann- och bandsinter	3,2	30	95	6,0	30	180	7,1	30	210
Kulsinter	9,3	40	370	14,0	40	560	16,7	40	670
Summa	69,0	—	1 685	95,0	—	2 615	103,8	—	3 340
<i>Varav:</i>									
avsalupro- duktion	38,5	43,8	1 685	45,7	57,2	2 615	46,0	72,6	3 340
Procentuell årlig ökning från 1974 års nivå				2,9 <sup>a</sup>	4,5	7,6	3,0 <sup>a</sup>	8,8	12,1

<sup>a</sup> Avser avsaluproduktion.

*Anm.* Avsaluproduktionen har hämtats från tabell 10: 1, s. 197 i huvudtexten.

alternativ har karaktär av maximikalkyl. Osäkerheten i åtgångstalen sammanhänger med svårigheten att förutsäga dels i vilken takt hydraulisk utrustning kommer att ersätta pneumatisk i gruvdriften, dels hur järnhalten i den brutna malmen kommer att utvecklas.

Som framgår av tabellen har elförbrukningen en helt annan fördelning på delprocesser än den totala energiförbrukningen. När det gäller elförbrukningen dominerar de tidigare processleden klart, medan motsatsen är fallet för bränsleförbrukningen. Trots detta kan man av tabellen utläsa att den specifika elåtgången, mätt i kWh per ton avsaluproduktion, ökar mycket kraftigt. Orsaken är givetvis att den ökade förädlingsgraden i sig innebär en ökning av elåtgången per producerat ton, samtidigt som både den specifika elåtgången och produktionsvolymen ökar mycket starkt i ett tidigare processled, nämligen sligtillverkningen. Enligt nedersta raden i tabell 7: 11 skulle elförbrukningen öka med inte mindre än 7,6 respektive 12,1% per år i de båda alternativen. Detta innebär en ökning av den specifika elåtgången med 4,5 respektive 8,8% per år räknat i kWh per producerat ton. Om man i stället beräknar den specifika elförbrukningen i kWh/kr saluvärde, blir naturligtvis ökningstakterna något lägre: 2,9 respektive 5,9% per år. I enlighet med vad som sades tidigare kan dock förmodligen siffrorna avseende elförbrukningen i det högre produktionsalternativet betraktas som överskattningar under de angivna produktionsantagandena.

## 7.4 Cementindustrins utveckling och energiförbrukning<sup>1</sup>

Cementindustrin är en av de mest energiintensiva branscherna i svensk industri. 1974 utgjorde energikostnaden ca 1/3 av salutillverkningsvärdet. Samma år svarade cementindustrin för endast 0,3 % av förädlingsvärdet och 0,2 % av sysselsättningen i industrin men samtidigt för 4,1 % av industrins energiförbrukning.<sup>2</sup> Det är därför motiverat att studera just denna bransch ganska ingående för att utröna vilken roll energifrågorna spelar i branschens långsiktiga utveckling.<sup>3</sup>

Till cementindustrin räknas blandning och bränning av kalksten och lera till klinker samt malning av klinker till cement. Cementindustrins produkter består således av såväl halvfabrikatet klinker som färdig cement. Huvuddelen av klinkerproduktionen vidareförädlas dock till standardcement, en mindre del till s. k. snabbcement och långsamcement. Vit eller färgad cement tillverkas inte i Sverige utan importeras.

Avgränsningen av branschen innebär att brytning, krossning och malning av kalksten räknas till gruvindustrin och inte till cementindustrin.

Det utmärkande för cementindustrin är, förutom en stor energiintensitet, förekomsten av stora skalfördelar i produktionen och höga transportkostnader i förhållande till varans pris. Som visas senare måste nya cementugnar byggas i en storlek som motsvarar i stort sett halva den svenska årsproduktionen vid 1970-talets mitt för att de mest väsentliga skalfördelarna skall kunna utnyttjas. Vad beträffar transportkostnaderna kan dessa belysas av följande exempel: Det kostar lika mycket att frakta ett ton cement i lös vikt med ocean tonnage från Biscayabukten till Sverige som i kustsjöfarten mellan Malmö och Stockholm. Om man i stället transporterar cementen på lastbil, kommer man bara från Malmö till Hässleholm för samma kostnad.

Skalfördelarna har medfört en ökande tendens i många länder till att koncentrera cementproduktionen till ett fåtal stora anläggningar. De höga transportkostnaderna har lett till att dessa nya anläggningar lokaliseras till orter med goda hamnar för att man skall kunna utnyttja de relativt billiga sjötransporterna. Detta har även medfört att en betydande del av cementproduktionen exporteras.

För Sveriges del har produktionen och utrikeshandeln med cement och klinker utvecklats så som framgår av tabell 7: 12. Produktionsvolymen ökade från 1,9 milj. ton 1950 till 4,2 milj. ton 1973 för att sedan minska till 3,7 milj. ton 1974. Importen har huvudsakligen bestått av vitcement från Danmark. De väsentligt högre priserna i importen än i exporten och produktionen förklaras således av den annorlunda produktsammansättningen. Importen har under hela perioden varit obetydlig. Däremot har exportutvecklingen visat stora variationer. Under hela 1950-talet och början av 1960-talet hade Sverige en ganska betydande export, som vissa år uppgick till

<sup>1</sup> En stor del av primärmaterialet för denna rapport har IUI erhållit från Cementa AB. För detta vill institutet framföra ett varmt tack. Uppgifterna i rapporten har av Cementa granskats och godkänts för publicering. För analysen, prognosen och slutsatserna ansvarar dock IUI.

<sup>2</sup> SOS, Industri 1974.

<sup>3</sup> Observeras bör dock att cement är ett halvfabrikat. I likhet med tillverkning av flera andra halvfabrikat (t. ex. råjärn och pappersmassa) är cementtillverkning betydligt mera energikrävande än senare processled, t. ex. betongtillverkning. Därför är energikostnadsandelen av den totala produktionskostnaden betydligt mindre för den färdiga produkten betong än för cement.

Tabell 7: 12. Sveriges produktion, export och import av cement och klinker 1950–74

	Produktion 1 000 ton	Genomsnittligt pris kr/ton	Export 1 000 ton	Implicit export- pris kr/ton	Import 1 000 ton	Implicit import- pris kr/ton
1950	1 936	48	258	69	2	164
1955	2 550	59	353	57	5	230
1960	2 919	60	244	49	10	187
1965	3 937	61	82	42	37	126
1970	4 061	71	9	118	28	204
1971	3 899	85	94	56	32	216
1972	3 872	86	221	56	25	240
1973	4 214	84	796	64	26	253
1974	3 736	112	473	75	24	400

Källor: SOS, Industri och SOS, Utrikeshandel för respektive år.

nära 15% av det totala producerade tonnaget. De huvudsakliga marknaderna var u-länderna och oljeländerna. I samband med den kraftiga expansionen i den inhemska byggnadsverksamheten under 1960-talets senare hälft gick nästan hela produktionen till hemmamarknaden. När den svenska byggnadsverksamheten avtog under 1970-talet, avsattes överskottsproduktionen på exportmarknaden, dock till låga priser i förhållande till hemmamarknadspriserna. De priser som anges i tabellen är genomsnitt för alla leveranser, oavsett destination och sammansättning. De genomsnittligt lägre priserna på exporten beror i första hand på att klinkerproduktionen huvudsakligen avsätts på export, vilket medför en betydligt större klinkerandel i exporten än i produktionen samt på att priserna på världsmarknaden varit relativt låga. De senare förklaras i sin tur av att exportmarknaden i stor utsträckning utgjort en marknad för överskottsproduktion från olika länder. Medan den svenska exporten på 1950-talet huvudsakligen bestod av cement i säckar, utgörs den nu av bulkleveranser. Detsamma gäller även leveranser till hemmamarknaden.

#### 7.4.1 Två produktionsmetoder

Det finns huvudsakligen två metoder att tillverka cement, nämligen den s. k. våta och den s. k. torra metoden.<sup>1</sup> Den principiella skillnaden mellan dem är att den krossade och malda kalkstenen i våtmetoden bereds till slam varur vattnet senare torkas bort, medan kalkstenen i torrmetoden bearbetas i pulverform. Den våta processen är därför betydligt mera energikrävande. För 1974 räknar man med en specifik bränsleåtgång motsvarande ca 1 600 kWh per ton klinker i den våta metoden, jämfört med ca 1 080 kWh/ton i den torra metoden i genomsnitt för svenska ugnar.<sup>2</sup> Även i andra avseenden finns skillnader i resursåtgång mellan torra och våta ugnar — se t. ex. kostnadsberäkningarna nedan.

Valet av produktionsmetod bestäms naturligtvis inte enbart med hänsyn till energi-

<sup>1</sup> Det finns även en s. k. halvtorr metod, representerad i Sverige 1974 av två ugnar, vilka dock beräknas läggas ned 1978.

<sup>2</sup> Baserat på uppgifter från Cementa AB.

Tabell 7: 13. *Anläggningsstorlek och produktionens fördelning på processer i cementindustrin i USA, Västtyskland och Sverige*

	USA 1965	Väst- tyskland 1968	Sverige 1968
Genomsnittlig anläggningsstorlek, 1 000 ton	454	329	559
Andel av produktionen i anläggningar överstigande ca 800 000 ton, %	54	16	60
Våtugnarnas andel av produktionen, %	60 <sup>a</sup>	19 <sup>b</sup>	53 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Avser 1971.

<sup>b</sup> Avser 1966.

*Källor:* Anläggningsstorlek: Mängel [1972] s. 184 och s. 186, samt uppgifter erhållna från *Cementa AB*. Våtugnarnas produktionsandel: *Energy Consumption in Manufacturing* [1974] s. 363, Mängel [1972] s. 238, samt *Cementa AB*.

åtgången och relativpriset på energi. På grund av de höga transportkostnaderna har även den lokalt tillgängliga råvarans beskaffenhet och den lokala marknadens storlek stor betydelse. Anledningen till att en hel del våtugnar fortfarande används i många länder trots att bränslekostnaden är högre än i torrugnar är att kalksten med hög vattenhalt inte utan relativt dyrbara processmodifikationer lämpar sig för torrmetoden. Detsamma gäller kalksten med hög alkalihalt. På vissa inlandsorter där kalkstenen har dessa egenskaper kan det således löna sig att fortsätta att driva även små våtugnar för den lokala marknaden på grund av dyra landtransporter från mera avlägsna fabriker. Dyra landtransporter skyddar alltså vissa producenter från konkurrens med andra producenter som kan utnyttja både skalfördelar, bättre råvaror och nyare produktionsteknik.

Förmodligen är detta en av förklaringarna till att våtprocessen ännu 1971 i USA svarade för en så stor andel av produktionen som 60% (se tabell 7: 13). I Sverige var motsvarande siffra 53% 1971, medan den i Västtyskland var nere i 19% redan 1966. Våtugnarnas andel av produktionen har fortsatt att minska till nära 0% i Västtyskland och ca 45% i Sverige 1975.

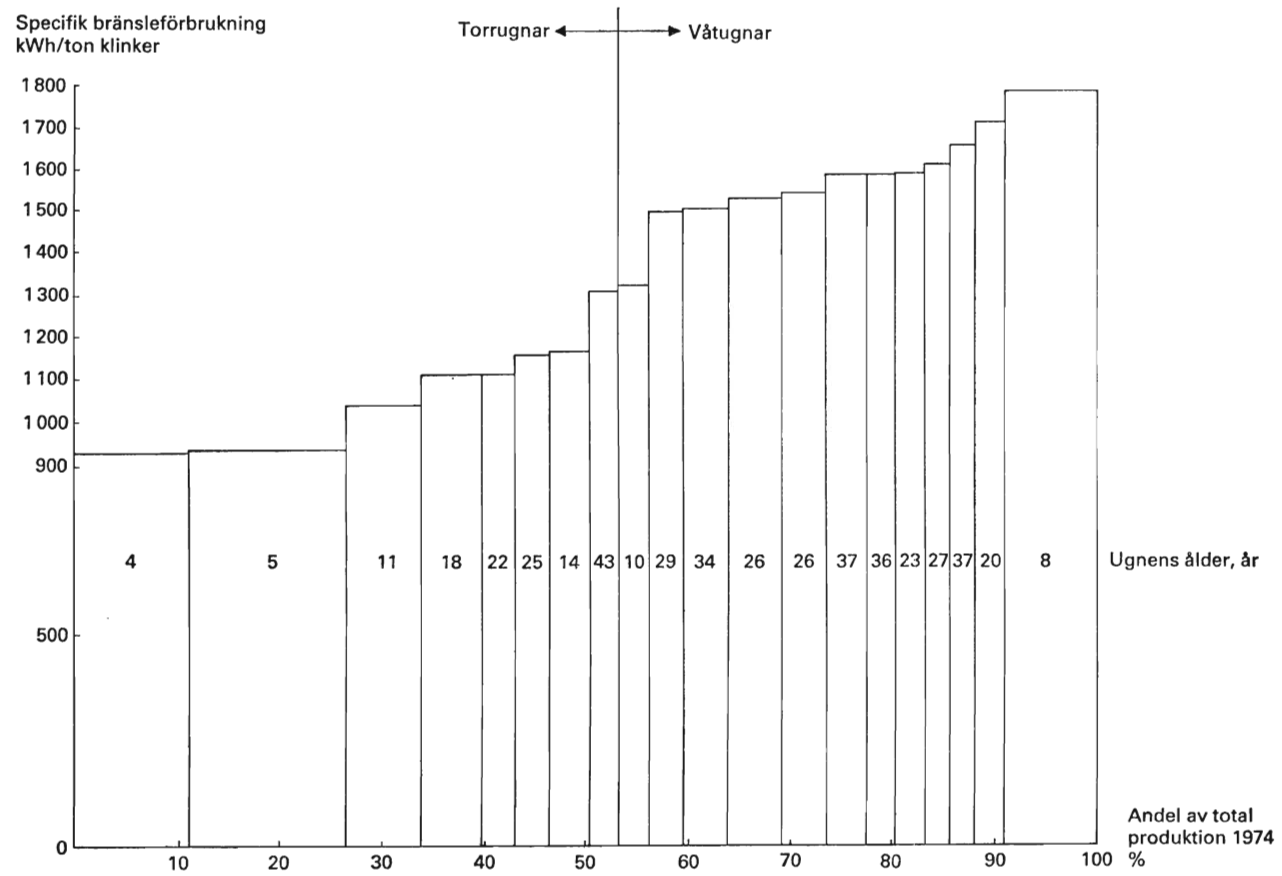
I tabell 7: 13 görs också en jämförelse av anläggningsstorleken i Sverige, Västtyskland och USA. Om data hade funnits, skulle en mera rättvisande jämförelse ha baserats på ugnar i stället för på anläggningar. Löne-, bränsle- och investeringskostnader beror i första hand på ugnstorleken, medan vissa »overhead»-kostnader hänförs till anläggningar. En stor anläggning som består av ett stort antal små våtugnar kan ju vara tekniskt obsolet i jämförelse med en mindre anläggning med endast en stor torrugn. Vad beträffar anläggningsstorleken tycks emellertid Sverige ha en relativt gynnsam struktur med de största anläggningarna enligt denna jämförelse.

#### 7.4.2 Den svenska produktionsstrukturen

I figur 7: 6 visas samtliga svenska cementugnar i drift under 1974, rangordnade efter specifik bränsleförbrukning. För varje ugn visas även dess ålder och dess andel av den totala produktionen i landet. Som synes är även den minsta och äldsta av torr-



Figur 7: 6. Svenska cementugnar rangordnade efter specifik bränsleförbrukning i klinkerbränning 1974



Källa: Cements AB.

Tabell 7: 14. *Specifik energiförbrukning i cementtillverkning i USA, Västtyskland och Sverige*

kWh/ton cement

	USA 1971	Västtyskland 1966	Sverige 1970
Genomsnitt för hela produktionen	2 092	1 200	1 375
Genomsnitt för våt process	2 228	1 600	1 600
Genomsnitt för torr process	1 869	1 100	1 090

*Källor:* USA: *Energy Consumption in Manufacturing* [1974] s. 370–371. Västtyskland: Mängel, [1972] s. 33 och s. 243. Sverige: *Cementa AB*.

ugnarna mera energisnål än samtliga våtugnar. För beståndet av torrugnar tycks gälla att energiförbrukningen stiger med stigande ålder på ugnarna och avtar med växande storlek. Däremot tycks dessa samband inte gälla i samma grad för våtugnar.

#### 7.4.2.1 *Kostnadsskillnader mellan ugnar — ett räkneexempel<sup>1</sup>*

Den bästa ugnen förbrukade 930 kWh/ton klinker 1974, vilket motsvarar 86 liter tung eldningsolja per ton. Eftersom det genomsnittliga priset på högsavlig eldningsolja 4 det året var ca 300 kr/m<sup>3</sup> (högsavlig olja används i cementindustrin, eftersom svavlet binds i cementen), kan bränslekostnaden beräknas till 26 kr/ton. För den sämsta ugnen kan bränslekostnaden på motsvarande sätt beräknas till 49 kr/ton, medan bränslekostnaden för en genomsnittlig våtugn var ungefär 44 kr/ton cement. Skillnaden i bränslekostnad mellan bästa och sämsta ugn var således inte mindre än 23 kr/ton. Om man skulle ersätta alla våtugnar med torrugnar som hade en lika stor bränsleförbrukning som de bästa torrugnarna idag, skulle bränslekostnadsbesparingen i genomsnitt utgöra 18 kr/ton. Nya ugnar sparar inte bara energi jämfört med äldre ugnar utan kräver också mindre arbetskraft. Läger man därför till skillnader i lönekostnader mellan nya och gamla ugnar uppgår den totala skillnaden i rörliga kostnader till 30–40 kr/ton. Eftersom det genomsnittliga cementpriset 1974 enligt tabell 7: 12 var ca 112 kr/ton, utgör kostnadsskillnaden 27–36% av priset.<sup>2</sup>

#### 7.4.2.2 *Internationell jämförelse av den specifika energiåtgången*

I en tidigare studie<sup>3</sup> visades att energipriserna i USA, Västtyskland och Sverige har varit och är mycket olika både absolut och relativt till lönekostnaderna. Vid en jämförelse av energiåtgången i industrin i dessa tre länder drogs den tentativa slutsatsen att Sveriges och Västtysklands produktionsteknik förefaller vara mycket likartad i energihänseende, medan USA använder en mera energikrävande produktionsteknik till följd av bl. a. de lägre energipriserna där.

<sup>1</sup> Kostnadsuppgifterna i detta räkneexempel baseras på prisantaganden gjorda av IUI på basis av offentlig statistik, ej på uppgifter från Cementa AB.

<sup>2</sup> Den genomsnittliga bränslekostnaden i branschen utgjorde ca 27% av saluvärdet 1974, jämfört med 10% 1970 enligt Carlsson & Josefsson [1974] tabell 10.

<sup>3</sup> Carlsson [1976].

I tabell 7: 14 görs en jämförelse av den specifika energiåtgången vid cementtillverkning i de tre länderna. Här visar sig som väntat att Västtyskland, som har de högsta relativa energipriserna, också har den lägsta specifika energiförbrukningen i genomsnitt, närmast följt av Sverige och sedan USA. Av tabellen framgår emellertid att skillnaden mellan Västtyskland och Sverige i genomsnittlig energiåtgång förklaras helt av den större andelen våtugnar i Sverige; i de båda processerna är energiåtgången lika stor i bägge länderna. Det snabbare införandet av torrugnar i Västtyskland kan förmodligen förklaras av dels en snabbare tillväxttakt i produktionen, dels de högre energipriserna.

Den höga genomsnittssiffran för USA beror både på den ovan visade stora andelen våtugnar och på en väsentligt högre energiförbrukning i både våt- och torrugnar än i Europa. Att de lägre energipriserna i USA har gjort det relativt mindre lönsamt än i Europa att införa torrugnar är helt i överensstämmelse med argumenteringen ovan. Ännu vid slutet av 1960-talet investerade man i USA i våtugnar. Höga vatten- och alkalihalter i råvarorna kan också ha bidragit till detta processval. I vilken mån den relativt höga amerikanska specifika energiförbrukningen är ett uttryck för substitution av energi för andra produktionsfaktorer är en fråga som inte kunnat studeras inom ramen för föreliggande arbete men som kommer att behandlas i IUI:s fortsatta arbete med energifrågorna.

Däremot synes det något förvånande att skillnaderna *inom* respektive process skulle vara så stora som antyds av skillnaderna mellan USA och de båda europeiska länderna. Det är inte möjligt att här i detalj förklara dessa skillnader; flera möjliga förklaringsfaktorer kan dock antydas. Problem med höga alkalihalter kan kanske förklara varför enligt tabell 7: 14 torrprocessen står i ett mindre gynnsamt förhållande till våtprocessen i USA än i de europeiska länderna. Enligt de redovisade siffrorna är energibesparingen vid övergång till torrprocess i USA endast 16 % jämfört med 31 % i Västtyskland och Sverige.<sup>1</sup> Detta i kombination med de lägre energipriserna kan ha gjort det mindre lönsamt att ersätta gamla ugnar med nya. Detta skulle alltså även resultera i en högre genomsnittsålder för anläggningarna, särskilt för torrugnar, än i Europa. Marknadens tillväxttakt under perioden 1950–72 har också varit något lägre i USA än i Sverige (2,95 % per år<sup>2</sup> jämfört med 3,2 % per år enligt tabell 7: 12) vilket även detta medfört en äldre anläggningsstruktur. Ett tecken härpå är att den genomsnittliga anläggningsstorleken i USA är mindre än i Sverige (jfr tabell 7: 13).

Till sist kan också nämnas att ett ytterligare tecken på en viss obsolescens hos de amerikanska anläggningarna är att cementimporten ökat mycket kraftigt på senare år, nämligen från 1,0 milj. ton 1967 till 4,5 milj. ton 1971.<sup>3</sup>

Skillnaderna i den genomsnittliga specifika energiåtgången i de tre länderna kan omräknas till kostnader på följande sätt. De huvudsakliga energiråvarorna i den amerikanska cementindustrin är stenkol och naturgas. Om man antar att hela energiförbrukningen utgjordes av stenkol, vars pris 1970 var 65 kr/ton,<sup>4</sup> skulle den genom-

<sup>1</sup> De siffror som här jämförs är genomsnittstal, medan man egentligen borde jämföra energiåtgången i de våtugnar som läggs ned med den i nybyggda torrugnar.

<sup>2</sup> *Energy Consumption in Manufacturing* [1974] s. 369.

<sup>3</sup> *Energy Consumption in Manufacturing* [1974] s. 353.

<sup>4</sup> Carlsson [1976].

snittliga energikostnaden i USA ha uppgått till 21 kr/ton cement. För Västtyskland och Sverige antas på motsvarande sätt energiåtgången ha utgjorts av tung eldningsolja till ett pris av 117 respektive 135 kr/m<sup>3</sup>. Detta innebär en energikostnad av 13 kr/ton i Västtyskland och 17 kr/ton i Sverige 1970. Det året var det genomsnittliga cementpriset i Sverige 71 kr/ton (se tabell 7: 12). Med 1974 års energipriser skulle energikostnadsdifferenserna mellan de tre länderna ha varit ungefär 2 1/2 gång så stora.

#### 7.4.2.3 Behovet av strukturrationalisering

Det är de tidigare nämnda skillnaderna i rörliga kostnader mellan svenska ugnar som framtvingar en fortsatt strukturrationalisering inom den svenska cementindustrin. Behovet av en sådan rationalisering fanns naturligtvis redan före den s. k. oljekrisen 1973–74 — det var ju huvudmotivet för samgåendet mellan Cementa och Gullhögen 1973 — men självfallet har oljeprishöjningarna ytterligare förstärkt detta behov. Skulle inte en sådan rationalisering komma till stånd, föreligger en stor risk att ett betydande antal av de sämre ugnarna ändå skulle slås ut via import.

Möjligheterna att påverka energiåtgången i redan befintliga anläggningar förefaller vara mycket begränsade. Det material som IUI erhållit från Cementa visar bl. a. att den specifika energiförbrukningen i varje ugn varit i stort sett konstant under ugnens livstid. Detta gäller även 1973 och 1974, dvs. inga spareffekter till följd av oljeprishöjningarna kan noteras för enskilda ugnar. Möjligen hade man kunnat förvänta sig att produktionen under 1974 i samband med den betydande produktionsminskningen skulle ha förskjutits mot de mest energisnåla ugnarna. Detta var också fallet inom de olika anläggningarna, där kapacitetsutnyttjandet var högst för de mest energisnåla ugnarna. Trots detta var den genomsnittliga bränsleförbrukningen i alla ugnarna exklusive anläggningen i Skövde oförändrad vid ca 1 385 kWh/ton klinker. Anledningen är att kapacitetsutnyttjandet varierade mellan anläggningarna, dvs. anläggningar med relativt energikrävande ugnar användes mer än genomsnittet. Detta sammanhänge med flera faktorer såsom leveransåtaganden, lokala sysselsättningsaspekter etc., vilka omöjliggjorde en drastisk omfördelning av produktionen mellan anläggningarna.

En strukturrationalisering inom cementindustrin innebär således att de våta cementugnar ersätts med ny kapacitet i torrugnar. Härigenom minskas energikostnaden och därmed totalkostnaden. Hur stora dessa nya ugnar bör vara bestäms av dels avsaltningsmöjligheterna, dels produktions- och investeringskostnaderna. Enligt beräkningar gjorda av Cementa är de väsentligaste stordriftsfördelarna avseende driftskostnaderna uppnådda vid en ugnstorlek av 5 000 ton/dygn, vilket motsvarar en årsproduktion av 1,5 milj. ton. I 1973 års prisnivå skulle kapitalkostnaden för en torrugn i denna storleksordning vara ca 30 kr/ton,<sup>1</sup> vilket är 10 kr/ton lägre än för nya torrugnar understigande 300 000 årston. Investeringskostnaden per årston fortsätter visserligen att sjunka även bortom denna ugnstorlek, men relativt långsamt.

<sup>1</sup> En investeringskostnad av 200 kr per årston motsvarar en kapitalkostnad av 30 kr/ton vid en ekonomisk livslängd av 15 år och 12 % kalkylränta.

För att det skall vara lönsamt att ersätta gamla ugnar med nya, erfordras att besparingen i rörliga kostnader är minst lika stor som kapitalkostnaden för de nya ugnarna. Enligt våra kalkyler ovan torde besparingen i rörliga kostnader vid ersättande av gamla våtugnar med nya torrugnar vara minst 30 kr/ton. Detta innebär således att en sådan investering skulle vara lönsam under de antaganden som gjorts och med 1974 års oljepriser, dvs. 300 kr/m<sup>3</sup> råolja (\$11 per fat).

Om emellertid råoljepriset skulle sjunka från 300 kr/m<sup>3</sup> (\$11 per fat) till 200 kr/m<sup>3</sup> (\$7 per fat) i 1974 års priser, skulle besparingen i rörliga kostnader begränsas till 23 kr/ton. Vid bibehållen livslängd (15 år) och investeringskostnad skulle kalkylräntan då behöva sjunka till 9 % för att investeringen skulle vara företagsekonomiskt lönsam.

#### 7.4.3 Produktionsvolymens och produktionsstrukturens utveckling fram till 1980

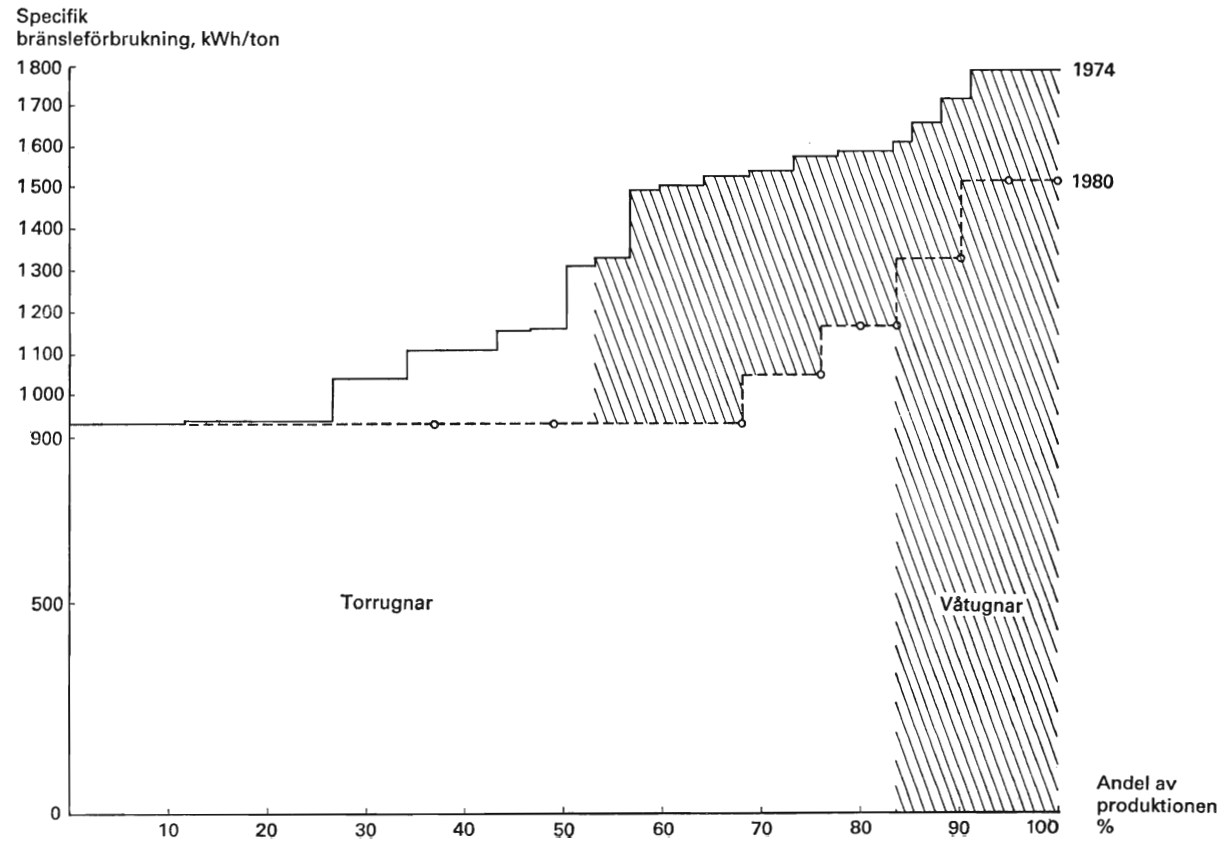
Det är mot denna bakgrund som den planerade utbyggnaden av cementtillverkningen i Slite bör ses. Investeringen omfattar en ny torrugn med en kapacitet av 1,4 milj. ton till en investeringskostnad av ca 300 milj. kr i 1974 års priser. I samband med denna investering planeras emellertid en nedläggning av ca 1,9 milj. ton gammal kapacitet (varav 0,2 milj. ton lagts ned 1975), huvudsakligen våtugnar. Netto skulle alltså investeringen resultera i en nedläggning av 0,5 milj. ton, vilket motsvarar ungefär den överkapacitet som finns för närvarande (1975). Produktionskapaciteten 1980 skulle då utgöra totalt 4,0 milj. ton. Detta skulle alltså innebära att det inte blir någon egentlig ökning i cementproduktionen från 1974 års nivå.

Anledningen till att man inom cementindustrin räknar med en sådan utveckling under de närmaste åren är den väntade långsamma ökningen i byggnadsverksamheten på hemmamarknaden samt den betydande överkapaciteten på världsmarknaden. Ett något mera optimistiskt antagande rörande produktionsutvecklingen skulle vara att efterfrågan i enlighet med IUI:s antagande om en relativt snabb ökning i byggnadsinvesteringarna skulle växa med ca 0,5 milj. ton fram till 1980, dvs. med 2,1 % per år. Den produktionsvolymökningen skulle kunna åstadkommas t. ex. genom att den planerade utbyggnaden i Slite ökades till 1,7 milj. ton. En starkare ökning i den inhemska efterfrågan skulle dock alternativt kunna tillgodoses genom en minskning av exporten.

IUI antar att produktionskapaciteten i den svenska cementindustrin planeras huvudsakligen för den svenska marknadens behov och att exporten således i fortsättningen kommer att spela samma passiva roll som under de sista tio åren. Anledningen är dels förhållandena på världsmarknaden, dels det faktum att hamnförhållandena i Slite omöjliggör transporter i båtar större än 8–9 000 ton. Detta gör att omlastningar skulle bli nödvändiga för längre transporter. Cementa uppskattar att den fördyring av den svenska exporten utanför östersjöområdet som kan hänföras till kostnaderna för själva omlastningen skulle uppgå till ca 2 kr/ton. På den svenska marknaden torde däremot den svenska cementindustrin kunna hävda sig väl genom en modern anläggningsstruktur.

Innebörden av de ovan diskuterade produktionsantagandena för produktionsstrukturens sammansättning och bränsleåtgången illustreras i figur 7: 7. Den övre kurvan representerar den faktiska produktionsstrukturen 1974, medan den nedre

Figur 7: 7. Svenska cementugnar 1974 och 1980 (lägre produktionsalternativ) rangordnade efter specifik bränsleförbrukning



Tabell 7: 15. *Genomsnittlig specifik energiåtgång i cementindustrin 1974 och 1980*

kWh/ton cement

	1974	1980 (IUI:s kalkyl)	
		Lågalt.	Högalt.
Specifik bränsleåtgång	1 265	1 000	980
Specifik elåtgång	115	120	120
Specifik energiåtgång, totalt	1 380	1 120	1 100
Genomsnittlig årlig förändring i specifik energiåtgång från 1974 års nivå, %	—	-3,45	-3,70

kurvan representerar den hypotetiska strukturen i det lägre produktionsalternativet 1980. De staplar som representerar våtugnar är skuggade.

Vad beträffar den specifika energiåtgången i nya ugnar räknar IUI med att den nya ugnen i Slite (på 1,4 milj. ton) har ungefär samma bränsleåtgång som de bästa svenska ugnarna idag, dvs. ca 930 kWh/ton klinker (800 kcal/kg). För en ugn på 1,7 respektive 2,0 milj. årston räknar IUI med en specifik bränsleförbrukning av 900 respektive 870 kWh/ton. En viss sänkning av energiåtgången utöver vad som skulle bli fallet vid införande av dagens bästa i Sverige tillämpade teknologi väntas alltså. Detta hänger samman med den väntade ökningen i ugnstorlek.

Som framgår av figuren skulle ersättandet av de befintliga våtugnarna med nya, stora torrugnar innebära att den genomsnittliga specifika bränsleförbrukningen skulle sjunka ganska kraftigt: från 1 320 kWh/ton klinker 1974 till 1 040 1980 i lågalternativet och 1 020 i högalternativet. En snabbare produktionsvolymökning skulle således innebära en något lägre genomsnittlig specifik energiförbrukning än en långsammare ökning. Detta beror på antagandet att man bygger en något större ugn i Slite än den som för närvarande planeras.

#### 7.4.4 Energiförbrukningens utveckling 1974–80

Den hittills nämnda energiåtgången omfattar endast bränsleåtgången i klinkerbränningen. Vid cementtillverkning blandas klinkern med 3–5 % gips. Till bränsleåtgången i klinkerbränningen måste också läggas en elåtgång på 110–120 kWh per ton cement, varav hälften åtgår fram till och med klinkerprocessen och hälften i den påföljande cementmalningen.

I tabell 7: 15 redovisas den genomsnittliga specifika energiåtgången efter det att dessa justeringar gjorts. Den skulle enligt tabellen minska från 1 380 kWh/ton 1974 till ca 1 100 1980, dvs. med ca 3,5–3,7 % i genomsnitt per år. Hela minskningen beror på den minskade bränsleåtgången i klinkerbränningen.

Genom att kombinera de produktionsantaganden som gjorts ovan med den specifika energiåtgången i tabell 7: 15 erhåller man den totala energiåtgången i branschen. Denna visas i tabell 7: 16. Enligt de beräkningar som gjorts här kommer cementindustrin att sänka sitt energibehov fram till 1980 trots att produktionsvolymen ökar med 0,2–0,5 milj. ton. Minskningen av energiåtgången skulle bli 0,6–0,8 TWh.

Tabell 7: 16. *Produktionsvolym och energiåtgång i cementindustrin 1974 och 1980*

	1974	1980 (IUI:s kalkyl)	
		Lågalt.	Högalt.
Produktionsvolym milj. ton <sup>a</sup>	3,8	4,0	4,3
Bränsleåtgång, TWh	4,9	4,0	4,2
Elåtgång, TWh	0,4	0,5	0,5
Energiåtgång totalt, TWh	5,3	4,5	4,7

<sup>a</sup> Uttryckt i ton cement under förutsättning att hela klinkerproduktionen vidareförädlas till cement.

Bränsleförbrukningen fram till 1980 minskar med 0,7–0,9 TWh (motsvarande 60–80 000 ton eldningsolja), medan elförbrukningen ökar något.

De beräkningar som redovisas här är gjorda under antagande om ett råoljepris av 300 kr/m<sup>3</sup> (\$11 per fat) i 1974 års prisnivå. Med ett lägre oljepris skulle som ovan visats kostnadsskillnaden mellan nya och gamla ugnar bli mindre. Det skulle då bli något mindre lönsamt att ersätta gammal kapacitet med ny. Därför skulle i framtiden ugnarna i genomsnitt vara något äldre och mindre än vid ett högre oljepris och detta skulle medföra en högre specifik energiförbrukning.

### 7.5 Stålverk 80:s inverkan på industrins energiförbrukning

Som framgått av avsnitt 7.2.2.1 ovan är ökningen i järn- och stålindustrins energiförbrukning enligt IUI:s bedömning i hög grad beroende av tillkomsten av Stålverk 80. Det stod emellertid klart långt innan NJA:s styrelse i oktober 1976 beslutade att skjuta detta projekt på framtiden, att även om stålverket skulle byggas, skulle det i varje fall inte hinna uppföras före 1980. Därför har IUI också gjort beräkningar av industrins energiförbrukning 1980 exklusive Stålverk 80.

För att bedöma konsekvenserna av elimineringen av Stålverk 80 har vi gjort nya körningar av IUI:s modell av den svenska ekonomin som använts i långtidsbedömningen. Därvid har vi gjort nya antaganden avsedda att ta bort effekterna av Stålverk 80.

Den analys vi gjort är partiell i den meningen att vi släppt de målsättningar avseende full sysselsättning och betalningsbalans på vilka IUI:s långtidsbedömning baseras. Detta innebär bl. a. att vi inte specificerat hur de resurser kommer att användas som friställs genom att stålverket inte byggs. Därför gör vår analys heller inte anspråk på att vara en realistisk bedömning av vad som »nu kommer att ske». En mera fullständig analys av de samhällsekonomiska effekterna finns tillgänglig på annat håll,<sup>1</sup> där vi också tar upp en diskussion om några åtgärder som skulle kunna komma ifråga för att motverka det bortfall i sysselsättningen och de negativa konsekvenser för vår betalningsbalans som uppstår när man tar bort Stålverk 80.

<sup>1</sup> Carlsson & Jakobsson [1976].



I detta avsnitt skall vi koncentrera oss på vilka antaganden som gjorts för att eliminera Stålverk 80 samt vilka konsekvenser dessa får för energiförbrukningen i järn- och stålindustrin samt i hela industrin. Eftersom syftet med analysen endast är att illustrera effekterna av uteblivandet av Stålverk 80 och inte att göra en ny prognos, redovisas nedan endast förändringarna i det låga produktionsalternativet.

Naturligtvis är det i första hand järn- och stålindustrin som påverkas av att Stålverk 80 faller bort. Man skulle därför kunna nöja sig med att beräkna effekterna på energiförbrukningen enbart i denna bransch. Vi har emellertid valt att som ett slags känslighetsanalys även presentera resultaten av våra beräkningar av hela industrins energiåtgång exklusive Stålverk 80. Eftersom en minskad produktion i järn- och stålverken ställer mindre krav på leveranser från övriga sektorer, sjunker aktivitetsnivån i hela ekonomin. Därför blir även energiförbrukningen i övriga sektorer mindre än i IUI:s långtidsbedömning. Vid beräkningen av energiförbrukningen har vi använt de nya tillväxttakter i olika branscher som genererats i de nya körningarna av modellen men använt samma förändringstakt i den specifika energiförbrukningen som antagits i kapitel 12 i långtidsbedömningen.

I det följande specificeras först vilka antaganden som gjorts för att eliminera Stålverk 80. Därefter presenteras resultaten av våra beräkningar av förändringarna i järn- och stålindustrins energiförbrukning jämfört med IUI:s långtidsbedömning. Dessa beräkningar är gjorda på samma sätt som de som presenterats i tidigare avsnitt, dvs. de är inte erhållna direkt från den ekonometriska modellen utan baseras på data utanför denna. Slutligen redovisas även resultaten av våra beräkningar av hela industrins energiåtgång i frånvaro av Stålverk 80.

#### 7.5.1 Nya antaganden

För att ta bort Stålverk 80 fordras i princip att man ändrar de antaganden om de exogena variablerna i järn- och stålindustrin som IUI gjort i långtidsbedömningen (kapitel 10). Dessa exogena variabler är investeringsvolymen, arbetsproduktivitetsens ökningstakt samt exportvolymens ökningstakt. Dessutom krävs några ytterligare justeringar, vilka också specificeras nedan.

##### *Investeringar*

Järn-, stål- och metallverken har i IUI:s långtidsbedömning indelats i tre delsektorer, nämligen handelsstålsektorn, specialstålsektorn och övriga metallverkssektorn. De antaganden som gjorts för specialstålsektorn berörs inte alls av bortfallet av Stålverk 80. De största förändringarna inträffar naturligtvis inom handelsstålsektorn, men även ferrolegeringsverk och övriga metallverk berörs i viss mån.

Stålverk 80 antas i IUI:s långtidsbedömning omfatta dels en metallurgisk del med en årskapacitet av 2 milj. ton handelsstålämnen, dels ett därtill hörande valsverk. Den sammanlagda investeringskostnaden för detta beräknas till 3 miljarder kr i 1974 års prisnivå. Detta belopp dras sålunda från de totala investeringarna i handelsstålverken under perioden 1975–80.

Efter elimineringen av Stålverk 80 omfattar de kapacitetshöjande investeringarna i handelsstålsektorn i lågalternativet endast ett valsverk avsett för valsning av ämnen

Tabell 7: 17. *Beräkning av energiåtgången i järn- och stålindustrin 1980 exklusive Stålverk 80*

	Produk- tions- volym milj. ton	Specifik energi- åtgång kWh/ton	Total energi- åtgång GWh	Därav:	
				specifik elförbruk- ning kWh/ton	total elför- brukning GWh
Masugnar	4,15	3 910	16 225	70	290
Stålugnar	8,65	590	5 125	275	2 385
Ämnestillverkning	7,30	270	1 955	45	325
Varmvalsverk	6,23	735	4 580	110	685
Kallvalsverk	0,80	425	340	325	260
Ytbehandling	0,30	700	210	300	90
Övrigt	—	—	1 400	—	1 750 <sup>b</sup>
Totalt	6,31 <sup>a</sup>	4 730 <sup>a</sup>	29 835	917	5 785
Jämför med:					
IUI:s lågalternativ 1980	8,13	4 875	39 625	843	6 857
1974 års faktiska värden	4,28	5 450	23 320	1 029	4 405

<sup>a</sup> Avser handelsfärdigt stål inkl. ämnen men exkl. smide.

<sup>b</sup> Anledningen till att siffran för elförbrukningen överstiger siffran för den totala energiförbrukningen för övrigposten är att båda siffrorna beräknats residualt och med betydande svårigheter att fördela energiförbrukningen på delprocesser.

från dels NJA, dels andra stålverk. Stålugnskapaciteten i handelsstålverken väntas dock öka med 1,2 milj. ton fram till 1980 genom redan genomförda investeringar (som inte till fullo påverkat produktionen 1974). IUI räknar också med att en betydande del av den befintliga stålugnskapaciteten kommer att ersättas med nya ugnar, främst LD-ugnar.

För ferrolegeringsverk och övriga metallverk förutsätts bortfallet av Stålverk 80 innebära ett bortfall av leveranser till handelsstålsektorn, vilket i sin tur medför ett minskat investeringsbehov. Därför har investeringsvolymen i delsektorn minskats med 200 milj. kr i jämförelse med IUI:s ursprungliga lågalternativ. Totalt minskar således investeringsvolymen i järn-, stål- och metallverken med 3 200 milj. kr.

#### *Arbetsproduktiviteten*

I långtidsbedömningen antog IUI en historiskt sett mycket snabb ökning av arbetsproduktiviteten i järn- och stålindustrin, vilken motiverades främst av den mycket kraftiga expansionen av handelsståltillverkningen.

Elimineringen av Stålverk 80 innebär nu att produktionstillväxten i handelsstålverken i stället blir mycket blygsam (en ökning av förädlingsvärdet med ca 2,2% per år) och väsentligt långsammare än i specialståltillverkningen. Eftersom arbetsproduktiviteten är betydligt högre i den mycket kapitalintensiva handelsståltillverkningen än i den relativt arbetsintensiva specialståltillverkningen, innebär detta en väsentligt långsammare ökning av arbetsproduktiviteten än vi tidigare antagit. Den blygsamma tillväxt som nu kan väntas i handelsstålverken är mer än i vår tidigare kalkyl inriktad på de mera arbetsintensiva delarna (valsverken) och inte på de mest

kapitalintensiva (de metallurgiska), vilket likaså medför en lägre ökningstakt för arbetsproduktiviteten. Dennas ökningstakt antas sålunda minska från 6,6 till 4,8 % per år. Detta innebär att trenden mot en allt långsammare produktivitetstegring i branschen antas fortsätta.

#### *Export*

I långtidsbedömningen antog IUI att 2/3 av produktionen i Stålverk 80 skulle exporteras. Detta motsvarar 1,6 miljarder kr i 1968 års priser. Denna export bortfaller nu. Härigenom sjunker exportvolymens tillväxttakt från 10,3 till 6,1 % per år.

#### *Import*

I och med att Stålverk 80 inte byggs bortfaller givetvis inte bara exportleveranserna därifrån utan även leveranserna till hemmamarknaden. Eftersom i modellen övriga stålverk antas utnyttjas till fullo, måste leveransbortfallet till hemmamarknaden ersättas av import, dvs. importbenägenheten ökar. Modelltekniskt har detta lösts så att importvolymen 1980 (som är endogen bestämd i modellen) ökas med den tredjedel av Stålverk 80:s produktion som vi antagit vara avsedd för hemmamarknaden.

#### *Effekter på gruvindustrin*

De leveranser av bandsinter som gruvindustrin skulle gjort till Stålverk 80 antas nu ersättas av export av kulsinter. Härigenom blir den i modellen genererade produktions-tillväxten i gruvsektorn i stort sett oförändrad i jämförelse med långtidsbedömningen. Exportvolymens ökningstakt ökas därmed för gruvindustrins del från 1,6 till 2,9 % per år.

### **7.5.2 Effekter på järn- och stålindustrins energiförbrukning**

De antaganden som gjorts ovan innebär bl. a. att produktionsvolymen i varje processled blir mindre än vi räknat med i långtidsbedömningen. Sålunda reduceras volymen handelsfärdigt stål 1980 från 8,13 milj. ton till 6,31 milj. ton. Genom de uteblivna investeringarna i nya anläggningar och ny utrustning blir också produktionsapparaten i genomsnitt betydligt äldre. Bortfallet av Stålverk 80 innebär bl. a. att energibesparande investeringar i nya masugnar, LD-ugnar, stränggjutningsanläggningar och valsverk uteblir. Detta medför i sin tur att den specifika energiåtgången i varje processled blir högre än den vi räknat med tidigare, vilket framgår av en jämförelse mellan tabell 7: 17 här och tabell 12: 2 i IUI:s långtidsbedömning (huvudtexten).

Det kan därför vid första anblicken synas något egendomligt att energiåtgången per ton handelsfärdigt stål trots detta enligt tabell 7: 17 blir 145 kWh *lägre* än i vår tidigare beräkning (4 730 kWh jämfört med 4 875 kWh). Detta beror emellertid på att produktionen i masugnarna, den mest energikrävande processen, blir väsentligt mindre i förhållande till det handelsfärdiga tonnaget än i vår tidigare prognos.

Stålverk 80:s uteblivande medför således både en minskad produktion och en minskad specifik energiåtgång. Tillsammans innebär detta att den totala energiåtgången i järn- och stålindustrin blir ca 10 TWh mindre än i vår tidigare prognos. Huvuddelen av denna »besparing» utgörs givetvis av koks.

Tabell 7: 18. *Energiåtgången i industrin 1980 exklusive Stålverk 80*

	1973 Total energi- åtgång TWh	Årlig förändring 1973–80		1980 (IUI:s kalkyl)	
		Produk- tion %	Specifik energi- åtgång %	Total energi- åtgång TWh	Därav: elför- brukning TWh
Järnmalmgruvor	4,7	4,2	2,9	7,6	2,5
Livsmedels-, dryckesvaru- o. tobaksindustri	7,4	0,9	-0,8	7,5	1,3
Massa- o. pappersindustri exkl. träfiberplattindustri	37,8	3,5	-2,2	41,4	13,6
Kemisk industri	9,3	5,8	1,0	14,7	7,5
Cementindustri	6,2	-1,1	-3,4	4,5	0,5
Järn- och stålverk	26,2	5,1	-3,2	29,8	5,8
Ferrolegeringsverk samt icke-järnmetallverk	5,9	5,8	-0,3	8,6	5,2
Summa ovanstående branscher	97,5	3,7	-1,4	114,1	36,4
Övrig industri	35,2	4,1	-1,0	43,6	11,8
Hela industrin	132,7	4,0	-1,5	157,7	48,2

Elförbrukningen kan beräknas bli något större per ton handelsfärdigt stål än vi tidigare angivit, främst på grund av att elektrostålugnarnas andel av produktionen blir större. Denna andel blir dock mindre än 1974, varför den specifika elförbrukningen 1980 även exklusive Stålverk 80 kan väntas bli lägre än 1974. Den totala elförbrukningen i branschen torde sjunka med ca 1,1 TWh i förhållande till vår tidigare prognos, dvs. den beräknas uppgå till 5,8 TWh 1980 i stället för 6,9 TWh (jämfört med 4,4 TWh 1974).

### 7.5.3 Effekter på industrins energiförbrukning

I tabell 7: 18 sammanfattas resultaten av våra beräkningar av energiåtgången i industrin med hänsyn till de lägre tillväxttakter i olika branscher som erhållits ur modellen efter våra reviderade antaganden. Tabellen är beräknad på exakt det sätt som beskrivits i avsnitten 12.5 och 12.6 i IUI:s långtidsbedömning (huvudtexten). Förändringstakten av den specifika energiåtgången är således densamma i olika branscher som i tabell 12: 5 där, dock med undantag av järn- och stålindustrin och järnmalmgruvorna.

Genom den antagna förskjutningen från bandsinter till kulsinter minskar energiförbrukningen i järnmalmgruvorna med 0,7 TWh. På grund av minskade leveranser till andra branscher än järn- och stålverken minskar energiförbrukningen med ytterligare 0,2 TWh. Den del av energiförbrukningen som utgörs av elkraft blir dock i det närmaste oförändrad. Den specifika energiåtgången ökar därmed med 2,9% per år i stället för 4,7% som anges i tabell 12: 5 i huvudtexten.

Genom den något annorlunda fördelningen av branschernas tillväxttakter blir minskningen av den specifika energiförbrukningen något större än den vi tidigare

räknat med, nämligen 1,5% per år jämfört med 0,8% per år. Även industriproduktionens tillväxttakt är något lägre än tidigare: 4,0% per år i stället för 4,4% för perioden 1973–80.<sup>1</sup>

Enligt tabell 7: 18 skulle således ökningstakten för den totala energiförbrukningen (vilken ungefärligen kan beräknas som summan av tillväxttakterna för produktionen och den specifika energiåtgången) bli 2,5% per år, dvs. ca en procentenhet lägre än i lågalternativet i långtidsbedömningen. Den totala energiförbrukningen 1980 blir därmed ca 13 TWh lägre än vi tidigare räknat med.

I tabell 7: 18 redovisas även en beräkning av elförbrukningen 1980 under de nya förutsättningarna. En jämförelse med tabell 12: 6 i huvudtexten visar att bortfallet av Stålverk 80 skulle innebära en sänkning av elförbrukningen med 1,9 TWh jämfört med vår tidigare kalkyl. Därmed skulle ökningstakten för elförbrukningen bli 3,8% per år, dvs. den specifika elförbrukningen skulle sjunka med 0,2% per år för hela industrin, medan den i vår tidigare kalkyl var oförändrad.

Stålverk 80 svarar således direkt för ca 10 TWh av minskningen med 13 TWh i den totala energiförbrukningen 1980 jämfört med kalkylen i IUI:s långtidsbedömning och för 1,1 TWh av minskningen med 1,9 TWh i elförbrukningen i hela industrin.

Dessa beräkningar skulle kunna betraktas som en form av känslighetsanalys av IUI:s kalkyl av energiförbrukningen i industrin 1980. En väsentligt långsammare produktionsutveckling än den IUI räknat med i en av våra mest energikrävande branscher skulle således få betydande effekter på energiförbrukningen.

Givetvis kommer både marknadskrafterna och den ekonomiska politiken att se till att de resurser som friställs genom sloandet av Stålverk 80 inte kommer att stå oanvända. *Hur* de kommer att användas har vi dock inte sökt bedöma. Med tanke på att vi i långtidsbedömningen sett uppnåendet av balans i utrikeshandeln 1980 vid full sysselsättning som ett huvudmål för den ekonomiska politiken har vi dock beräknat hur stor exportökning som skulle krävas i en av våra största exportbranscher (nämligen verkstadsindustrin) för att kompensera effekterna på betalningsbalansen av bortfallet av Stålverk 80.

Enligt dessa beräkningar<sup>2</sup> skulle en ökning av verkstadsindustrins export med en procentenhet per år under perioden 1974–80 *utöver* den ökningstakt som förutsatts i IUI:s långtidsbedömning vara tillräcklig för att uppnå bytesbalansmålet 1980 utan Stålverk 80. Detta skulle innebära en ökning i produktionstillväxten i verkstadsindustrin från 5,1% per år 1974–80 till 5,5%, vilket skulle medföra en ökning av verkstadsindustrins energibehov 1980 med 0,6 TWh (från 18,1 till 18,7 TWh), varav 0,1 TWh elkraft. Givetvis skulle en sådan produktionsökning i verkstadsindustrin leda till produktionsökningar och därmed ökad energiförbrukning i andra branscher, men det står ändå klart att effekterna på energiförbrukningen vore små i jämförelse med effekterna av Stålverk 80.

För att ytterligare belysa energiintensiteten i Stålverk 80 jämförs slutligen i tabell 7: 19 energiförbrukningen i Stålverk 80 med den i övriga järn- och stålverk, verkstads-

<sup>1</sup> 1973 används som basår på grund av att det vid den tid då IUI:s långtidsbedömning gjordes var det senaste år för vilket energidata fanns tillgängliga.

<sup>2</sup> Se Carlsson & Jakobsson [1976].

Tabell 7: 19. *Specifik energiförbrukning i Stålverk 80 samt i järn- och stålverk, verkstadsindustri och hela industrin 1974*

GWh/milj. kr förädlingsvärde

	Specifik bränsle- åtgång	Specifik elåtgång	Specifik energiåtgång totalt
Stålverk 80	6,30	0,78	7,08
Järn- och stålverk	4,79	0,89	5,68
Verkstadsindustri exkl. varv	0,26	0,13	0,39
Hela industrin	1,13	0,46	1,59
Hela industrin exkl. järn- och stålverk	0,92	0,45	1,37

*Källa: SOS, Industri 1974. Stålverk 80: Egna beräkningar.*

industri samt hela industrin (dvs. gruvor och mineralbrott samt tillverkningsindustri). Av tabellen framgår att den första halvan av det ursprungliga Stålverk 80 skulle ha varit ungefär 25 % mera energikrävande per förädlingsvärdekrona än den svenska järn- och stålindustrin 1974. Detta beror på huvudsakligen två faktorer, nämligen att Stålverk 80 skulle ha varit helt råjärnsbaserat (dvs. en mycket stor produktion skulle ha erfordrats i masugnar) samt att två tredjedelar av den svenska stålindustrins förädlingsvärde 1974 härstammade från specialstålverk med en betydligt lägre energiförbrukning per förädlingsvärdekrona än handelsstålverk. Den specifika elåtgången i Stålverk 80 skulle dock inte ha skiljt sig nämnvärt från den i den övriga stålindustrin (den skulle enligt tabellen ha varit något lägre i Stålverk 80), utan skillnaden skulle ha legat i koksförbrukningen.

Av tabellen kan även utläsas att järn- och stålverken är ungefär dubbelt så elkraftkrävande per förädlingsvärdekrona som industrin i övrigt, medan de är fem gånger så bränslekrävande. Verkstadsindustrin visar sig i denna jämförelse vara mycket litet energikrävande: dess specifika bränsle- och elförbrukning är båda endast ungefär en fjärdedel av den i hela industrin och endast 4 % respektive 17 % av Stålverk 80:s specifika bränsle- respektive elkraftåtgång. Det förefaller således ytterst osannolikt att de åtgärder, via både marknadskrafterna och den ekonomiska politiken, som kommer att sättas in för att kompensera för bortfallet av Stålverk 80 kommer att leda till en energiefterfrågan av samma storleksordning som den i Stålverk 80. IUI:s kalkyler i långtidsbedömningen rörande energiförbrukningen 1980 torde därför vara klart i överkant när Stålverk 80 tas bort.

### *Litteratur*

- Beckeman, J., 1976, Framtida skrotbrist? — Om råvaruförsörjningen i svensk stålindustri. *Föredrag vid Jernkontorets tekniska diskussionsmöte den 2 juni 1976*. Stockholm.
- Bonthron, N. & Björklund, E., 1974, Stålindustrins framtida energiförsörjning. *Jernkontorets annaler*, Vol. 158, nr 3 1974.

- Carlsson, B., 1975a, *Economies of Scale and Technological Change: An International Comparison of Blast Furnace Technology*. Paper presented at the second IIM Conference on Economics of Industrial Structure at Nijenrode, Holland, June 1975. Industriens Utredningsinstitut. Stockholm. Stencil.
- 1975b, Energibesättning och energianvändning. *Ekonomisk Debatt* nr 8 1975.
- 1976, »Hur håller vi produktionen uppe och sparar energi?» *Föredrag vid Industrins energidag den 18 maj 1976*. (Anordnad av Sveriges Industriförbund.) Stockholm.
- Carlsson, B. & Jakobsson, U., 1976, Svensk ekonomi 1980 — utan Stålverk 80. *Ekonomisk Debatt*, nr 8 1976.
- Carlsson, B. & Josefsson, M., 1974, *Industrins energiförbrukning — Analys och prognos fram till 1985*. Industriens Utredningsinstitut. Stockholm.
- Eketorp, S. & Brabie, V., 1974, Energy Considerations in Reduction Processes for Iron and Steelmaking. *Scandinavian Journal of Metallurgy*, nr 3 1974.
- Elvander, H., 1976, Inred-processen — en metod för direkt framställning av råjärn ur fin-korniga järnoxider och malmkoncentrat. *Föredrag vid Jernkontorets tekniska diskussionsmöte den 2 juni 1976*. Stockholm.
- Energy Consumption in Manufacturing*, 1974, A report to the Energy Policy Project of the Ford Foundation. (The Conference Board in cooperation with The National Science Foundation.) Cambridge, Mass.
- IUI:s långtidsbedömning 1976*, Industriens Utredningsinstitut. Stockholm.
- Linder, R. K., 1976, Smältreduktion enligt masugnens mönster. *Föredrag vid Jernkontorets tekniska diskussionsmöte den 2 juni 1976*. Stockholm.
- Mängel, S., 1972, *Technischer Fortschritt, Wachstum und Konzentration in der deutschen Zementindustrie*, akademisk avhandling.
- SOS (Sveriges officiella statistik)
- Bergshantering, respektive år.
  - Industri, respektive år.
  - Utrikeshandel, respektive år.
- Svensk Järnstatistik: Produktion, export och import 1965 samt 1975: 2*.
- Sveriges elförsörjning 1975–1985*. CDL. Stockholm.
- Sveriges energiförsörjning 1955–1985*. Rapport avgiven av Energikommittén. Finansdepartementet 1967: 8. Stockholm.
- Tätorternas och den tunga industrins energiförsörjning*. Statens industriverk 1976: 3. Stockholm.