



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



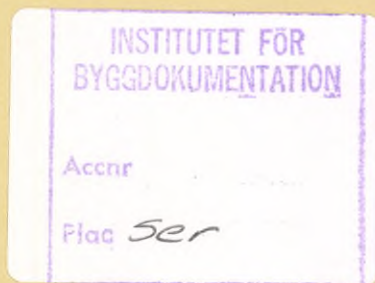
Rapport

R10:1984

Industrins energibehov för lokaluppvärmning

Christina Sahlin m fl

K
ANT



Byggeforskningsrådet

R10:1984

INDUSTRINS ENERGIBEHOV FÖR LOKALUPPVÄRMNING

Studie och jämförelse av 24 olika industri-
branscher

Eva Nilsson
Roland Holmqvist
Mats Johansson
Owe Jönsson
Christina Sahlin

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 820630-5
från Statens råd för byggnadsforskning till AF-Energikonsult,
Malmö

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet har tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R10:1984

ISBN 91-540-4070-1
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm
Liber Tryck Stockholm 1984

INNEHÅLL

	BETECKNINGAR OCH DEFINITIONER	6
	SAMMANFATTNING	8
1.	MÖJLIGHETERNA ATT UTNYTTJA SPILL- VÄRME INOM INDUSTRIEN	10
2.	INDELNING OCH KARTLÄGGNING AV INDUSTRIEN	11
2.1	Indelning av industrin i olika branscher	11
2.2	Kartläggning av industrins energianvändning	12
3.	ENERGIANVÄNDNING INOM INDUSTRIEN - BESKRIVNING AV 24 OLIKA BRANSCHER	13
3.1	Slakteri- och charkuteriindustrin	13
3.2	Mejeriindustrin	16
3.3	Konservindustrin	19
3.4	Bageriindustrin	22
3.5	Socketindustrin	24
3.6	Choklad- och konfektyrindustrin	28
3.7	Maltdrycksindustrin	30
3.8	Textilindustrin	34
3.9	Sågverk- och hyvleriindustrin	37
3.10	Spånskiveindustrin	40
3.11	Byggnadssnickeriindustrin	43
3.12	Trämöbelindustrin	46
3.13	Massa- och Pappersindustrin	49
3.14	Pappersvaruindustrin	52
3.15	Grafiska industrin	55
3.16	Gummivaruindustrin	57
3.17	Kemikalieindustrin	60
3.18	Annan kemisk industri	63
3.19	Porlän- och lergodsindustrin	66
3.20	Glas- och glasvaruindustrin	69
3.21	Tegelindustrin	72
3.22	Cement- och kalkindustrin	74
3.23	Järn-, stål- och metallverk	77
3.24	Verkstadsindustrin	81
4.	SAMMANSTÄLLNING AV OLIKA INDUSTRIBRANSCHERS ENERGI- ANVÄNDNING	91
4.1	Totalt energibehov inom olika branscher	91
4.2	Energibehov för lokal- respektive process- uppvärmning inom olika branscher	92
4.3	Lokaluppvärmning via primär respektive återvunnen värme inom olika branscher	96
5.	TÄNKBAR FÖRÄNDRING AV INDUSTRIENS ENERGIANVÄNDNING INOM EN 5-ÅRS PERIOD	102
6.	SLUTSATSER OCH FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE	107

BILAGA 1	Sankeydiagram för ett slakteri- och charkuteriföretag	109
BILAGA 2	Sankeydiagram för ett medelföretag inom slakteri- och charkuteribranschen	110
BILAGA 3	Sankeydiagram för ett mindre konsumtionsmjölkmejeri	111
BILAGA 4	Sankeydiagram för ett "medelmejeri" 1980	112
BILAGA 5	Sankeydiagram för en konservindustri	113
BILAGA 6	Sankeydiagram för ett bageri	114
BILAGA 7	Sankeydiagram för Hasslarps sockerbruk	115
BILAGA 8	Sankeydiagram för ett företag inom choklad- och konfektyrbranschen	116
BILAGA 9	Sankeydiagram för bryggeribranschen	117
BILAGA 10	Sankeydiagram för ett textilberedningsverk	118
BILAGA 11	Sankeydiagram för ett sågverk	119
BILAGA 12	Sankeydiagram för ett mindre sågverk	120
BILAGA 13	Sankeydiagram för en spånskiveindustri	121
BILAGA 14	Sankeydiagram för ett företag inom byggnadssnickeriindustrin	122
BILAGA 15	Sankeydiagram för en trämöbelindustri	123
BILAGA 16	Sankeydiagram för ett massa- och pappersföretag	124
BILAGA 17	Sankeydiagram för ett wellpappföretag	125
BILAGA 18	Sankeydiagram för ett veckotidningsföretag	126
BILAGA 19	Sankeydiagram för ett större industri-gummiföretag	127
BILAGA 20	Sankeydiagram för ett industrigummi-företag	128
BILAGA 21	Sankeydiagram för en regummerings-industri	129
BILAGA 22	Sankeydiagram för ett företag med tillverkning av oorganiska kemikalier	130
BILAGA 23	Sankeydiagram för ett företag med tillverkning av organiska kemikalier	131

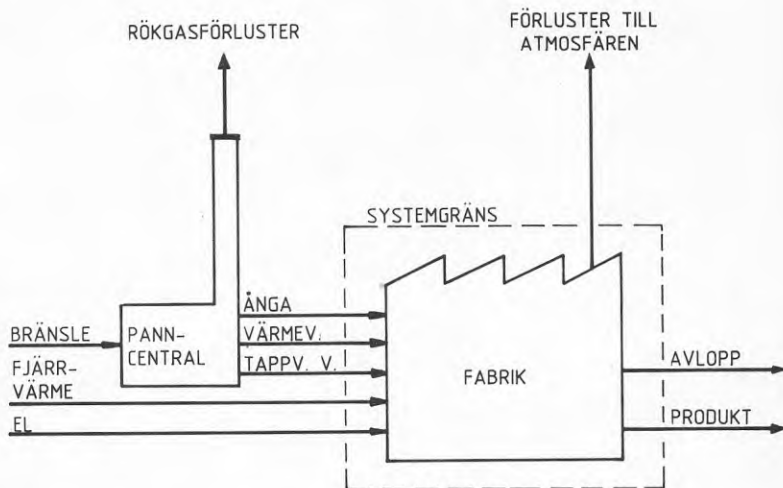
BILAGA 24	Sankeydiagram för en ljusfabrik	132
BILAGA 25	Sankeydiagram för ett företag med tillverkning av rostskyddsprodukter	133
BILAGA 26	Sankeydiagram för en sanitetsgodsfabrik	134
BILAGA 27	Sankeydiagram för ett medelföretag inom manuella glasindustrin	135
BILAGA 28	Sankeydiagram för ett tegelbruk	136
BILAGA 29	Sankeydiagram för en cementindustri	137
BILAGA 30	Sankeydiagram för en kalkindustri	138
BILAGA 31	Sankeydiagram för branschen järn-, stål- och metallverk	139
BILAGA 32	Sankeydiagram för metallvarubranschen inom verkstadsindustrin	140
BILAGA 33	Sankeydiagram över maskinvarubranschen inom verkstadsindustrin	141
BILAGA 34	Sankeydiagram över elektrobranschen inom verkstadsindustrin	142
BILAGA 35	Sankeydiagram över transportmedelbranschen inom verkstadsindustrin	143
LITTERATUR		144

BETECKNINGAR OCH DEFINITIONER

Det finns inga fasta definitioner för lokaluppvärmning respektive processuppvärmning. Lokaluppvärmningsbehov kan täckas på tre principiellt olika sätt. För det första genom att lokaler och ventilationsluft värms med primärvärme såsom t ex värmevatten eller ånga från egna pannor, fjärrvärme eller elenergi. För det andra genom att lokaler och ventilationsluft värms med sekundärvärme, även kallat spillvärme, som återvunnits från t ex frånluftsflöden eller avloppsflöden. För det tredje genom att lokaler tillförs energi från solinstrålning och interna värmekällor, t ex maskinvärme, belysningsvärme och personvärme.

Inom industrin används primärvärme för tre olika ändamål nämligen för lokaluppvärmning, för belysning och för processuppvärmning. Industrins totala energibehov innefattar behovet av alla olika energiformer. De flesta företag har egna pannor där de producerar ånga, hetvatten eller värmevatten som behövs för lokal- eller processuppvärmning. Dessa företags energibehov innefattar då behov av bränsle. Andra företag kanske utnyttjar elpannor och fjärrvärme för att bereda sitt värmevatten eller köper värmevatten och ånga direkt från någon intilliggande industri. Energitillfredsställelsen hos den senare typen av företag är oftast lägre. Skillnaden beror till stor del på att dessa företag ej har några rökgasförluster i samband med eldning av bränsle.

För att kunna jämföra olika industriers energibehov så studeras och redovisas de olika företagens energibehov efter eventuella bränsleeldade pannor. Därmed sätts den så kallade systemgränsen för energibalansen som i figuren nedan, dvs efter företags bränsleeldade pannor.



Figur: Principskiss över ett företags energiströmmar med systemgränsen satt efter de bränsleeldade pannorna.

Med ovanstående som bakgrund används i denna rapport följande definitioner:

industrins totala energibehov = industrins totala energibehov av primärvärme efter eventuella bränslepannor

energibehov för lokaluppvärmning = den energi som tillförs lokalen via uppvärmnings-systemet, både primär- och sekundärvärme, samt den energi som tillförs lokalen från belysningen

energibehov för processuppvärmning = den energi som tillförs processen

Som effektstorhet används den härledda enheten W

Effektstorheten betecknas P

P_{dim} betecknar dimensionerande effekten

P_{med} betecknar medeleffekten under årets 8 760 timmar

P_m betecknar medeleffekten under den angivna drifttiden

Som energistorhet används tilläggsstorheten Wh

Energistorheten betecknas Q

I figurerna används uttrycket belastning för att visa förhållandet:

verklig drifttid/i figuren markerad drifttid

SAMMANFATTNING

Möjligheterna att utnyttja spillvärme inom industrin beror huvudsakligen på hur pass det är möjligt att avsätta återvunnen värme. Inom flera industribranscher finns spillvärme med så pass låg temperatur att det mest ekonomiska sättet att utnyttja den är för lokaluppvärmning. Alternativet, att utnyttja värmen för processuppvärmning, är ofta sämre eftersom processen som regel kräver högre temperaturer. En kartläggning av industrins energianvändning för lokaluppvärmning kan därför visa möjligheterna att avsätta återvunnen värme inom industrin.

I denna rapport redovisas energianvändningen inom 24 olika industribranscher. Varje delbransch behandlas separat och sammanfattas i ett varaktighetsdiagram.

För att enkelt kunna jämföra de olika delbranscherna är de viktigaste resultaten även sammanställda i stapeldiagram. Dessa visar branschvis dels fördelningen mellan energibehov för lokaluppvärmning respektive för processuppvärmning, dels hur pass branschen idag utnyttjar primär respektive återvunnen värme.

Det visar sig att de flesta industribranscher har gjort förvånansvärt lite för att minska sina energikostnader för lokaluppvärmning. Endast 7 av de 24 studerade branscherna låter andelen återvunnen värme svara för mer än 10 % av den energi som tillförs lokaler via dess uppvärmningssystem. Dessa 7 branscher innefattar främst tung processindustri såsom massa- och pappers-, gummivaru- och kemikalieindustrin, men även en lättare industri såsom den grafiska ingår bland de 7. Att utnyttja återvunnen värme till mer än 10 % är ett sparmål som samtliga 24 branscher borde kunna uppnå med ganska enkla medel.

Man kan, ur lokaluppvärmningssynpunkt, sammanställa de 24 studerade branscherna i tre olika grupper

- branscher som har möjlighet att utnyttja spillvärme både från processen och lokaluppvärmningen
- branscher som framför allt kan utnyttja spillvärme från lokaluppvärmningen
- branscher som är så pass processintensiva att de ur lokaluppvärmningssynpunkt är tämligen ointressanta.

Den första gruppen är den som har störst möjlighet att utnyttja någon spillvärmekälla för lokaluppvärmning. Inom denna grupp finns även vätskeburna spillvärmeflöden som kan tas tillvara, till skillnad från den andra gruppen som enbart har spillvärmeförluster till atmosfären. Exempel på branscher inom den första gruppen innefattar flertalet livsmedelsindustrier, textilindustrier, gummivaruindustrier, ett stort antal företag inom annan kemisk industri samt vissa verkstadsindustrier.

Gruppen med branscher som framför allt kan ta tillvara spillvärmeflöden från lokaluppvärmningen består till stora delar av industrier med processer som kräver kraftig ventilation. Exempel på sådana industrier är spånskiveindustrier, byggnadssnickerindustrier, trämöbelindustrier, grafiska industrier och porslîn- och lergodsindustrier.

För samtliga branscher inom dessa båda grupper gäller att en sänkning av energikostnaderna för lokaluppvärmning, t ex genom ökad användning av spillvärme och därmed minskat behov av primärvärme, påtagligt skulle påverka branschens totala energikostnader. Ändringar av energianvändningen för lokaluppvärmning inom den tredje gruppen av branscher skulle

däremot ej så märkbart påverka den totala energikostnaden. Detta på grund av att branscherna inom den tredje gruppen är så pass process-intensiva, att energianvändningen för lokaluppvärmning är en mycket liten del av deras totala energianvändning.

Exempel på branscher inom den tredje gruppen är sockerindustri, massa- och pappersindustri, kalk- och cementindustri samt järn-, stål- och metallverk.

1. MÖJLIGHETERNA ATT UTNYTTJA SPILLVÄRME INOM INDUSTRIEN

Hur goda möjligheterna är att utnyttja spillvärme inom industrin beror huvudsakligen på avsättningsmöjligheterna för återvunnen värme. Vissa industribranscher har en mycket liten andel interna värmekällor, t ex ugnar och maskiner som avger mycket värme till lokalerna, varför en stor del av industribranschernas energianvändning går till lokaluppvärmning. En industri av den här typen har goda möjligheter att utnyttja spillvärme, även lågvärdig sådan, antingen från den egna industrin eller från en intilliggande. De typiska processindustrierna däremot har så många interna värmekällor att det knappast behövs någon ytterligare energi för att värma lokaler och ventilationsluft. En industri av den här typen har ofta mer spillvärme än vad som kan utnyttjas inom densamma.

Flera industribranscher har spillvärmeflöden med så pass låg temperatur att det mest ekonomiska sättet att utnyttja denna spillvärme är för lokaluppvärmning. En kombination med en värmepump kan göra att en stor del av spillvärmen kan utnyttjas trots låg temperatur. Andra typer av industribranscher har spillvärmeflöde med mycket hög temperatur, men dessa branscher har som regel inga avsättningsmöjligheter för återvunnen värme och inget behov av lokaluppvärmning. I sådana fall kan det vara möjligt att återvinna spillvärmen till en intilliggande industri, till kommunens fjärrvärmenät eller till ett villaområde. Det vanligaste är att det finns en intilliggande industri som t ex kan utnyttja spillvärmen för lokaluppvärmning.

Denna utredning syftar till att kartlägga hur stor del av olika industribranschens energianvändning som går till lokaluppvärmning. Resultatet kan bli användas för att bedöma vilka avsättningsmöjligheter det finns för återvunnen värme inom olika industribranscher.

2. INDELNING OCH KARTLÄGGNING AV INDUSTRIEN

2.1 Indelning av industrin i olika branscher

Enligt svensk standard för näringsgrensindelning - SNI så indelas tillverkningsindustrin i nio olika branscher. De olika branschernas totala årliga energianvändning visas i tabell 2.1 nedan. (Industrin 1980)

Tabell 2.1 Branschindelning av tillverkningsindustrin enligt SNI samt de olika branschernas energianvändning 1980

SNI-kod	Tillverkningsindustri	Årlig energianvändning (GWh/år)
31	Livsmedels-, dryckesvaru- och tobaksindustri	7 410
32	Textil-, beklädnads-, läder- och lädervaruindustri	1 460
33	Trävaruindustri	8 000 (varav 4 000 eget träbränsle)
34	Massa-, pappers- och pappersvaruindustri, grafisk industri	68 500 (varav 34 300 eget träbränsle)
35	Kemisk industri, petroleum-, gummivaru-, plast- och plastvaruindustri	10 990
36	Jord och stenvaruindustri	9 640
37	Järn, stål- och metallverk	27 690
38	Verkstadsindustri	13 360
39	Annan tillverkningsindustri	130

Som framgår av tabell 2.1 så har SNI-grupp 39: Annan tillverkningsindustri en klart lägre energianvändning än de övriga. En undersökning av de andra branscherna täcker därmed in den tillverkningsindustri som är intressant ur energisynpunkt.

Vissa av de återstående 8 branscherna bör däremot delas upp i delbranscher. Detta gäller främst när de olika delbranscherna skiljer sig kraftigt åt med avseende på sina processer. En stor skillnad i processutrustning brukar medföra en stor skillnad i energianvändning. Detta gäller t ex bransch 31: Livsmedels-, dryckesvaru- och tobaksindustri. Det räcker att titta på livsmedelsindustrin för att finna stora variationer i processutrustning och därmed olika behov av lokaluppvärmning och ventilation. Exempel på processutrustning inom livsmedelsindustrin är sockerindustrins indunstare, bageriindustrins ugnar och mejeriindustrins separatorer och värmeväxlare. En studie av tobaksindustrin visar att den svarar för mindre än 8 % av den totala energianvändningen inom SNI-grupp 31. Tobaksindustrin är därför ganska ointressant ur energisynpunkt.

Mot bakgrund av detta används i fortsättningen den branschindelning som visas i tabell 2.2

2.2 Branschindelning vid kartläggning av energianvändning för lokaluppvärmning inom industrin.

SNI-kod	Branschnummer	Tillverkningsindustri
31	1	Slakteri- och charkuteriindustri
	2	Mejeriindustri
	3	Konservindustri
	4	Bageriindustri
	5	Socketindustri
	6	Choklad- och konfektyrindustri
	7	Maltdrycksindustri
32	8	Textilindustri
33	9	Sågverk- och hyvleriindustri
	10	Spånskiveindustri
	11	Byggnadsnickeriindustri
	12	Trämöbelindustri
34	13	Massa- och Pappersindustri
	14	Pappersvaruindustri
	15	Grafisk industri
35	16	Gummivaruindustri
	17	Kemikalieindustri
	18	Annan kemisk industri
36	19	Porslin- och lergodsindustri
	20	Glas- och glasvaruindustri
	21	Tegelindustri
	22	Cement- och kalkindustri
37	23	Järn-, stål- och metallverk
38	24	Verkstadsindustri

2.2 Kartläggning av industrins energianvändning för lokaluppvärmning

För att kartlägga energianvändningen inom en viss bransch bör man ha tillgång till en ganska noggrann energibalans över en specifik industri samt några översiktliga energistudier av branschtypiska anläggningar.

Underlaget till denna rapport består dels av egna energibalanser över specifika industrier dels av energibalanser som återfinns i branschspecifika energiutredningar eller energisparhandböcker. De specifika industriernas energibalanser härrör dels från olika energiinventeringar av befintliga anläggningar dels från projektering av nya industrier. De översiktliga energistudier som kompletterar underlaget till rapporten har tagits fram genom intervjuer av energiansvarig personal vid branschtypiska anläggningar.

Utredningen avser att koncentrera sig på branscher där energianvändningen för lokaluppvärmning är påtaglig, varför dessa branscher behandlas mera ingående medan branscher med försumbar energianvändning för lokaluppvärmning endast behandlas översiktligt.

3. ENERGIANVÄNDNING INOM INDUSTRIEN - BESKRIVNING AV 24 OLIKA BRANSCHER

3.1 Slakteri- och charkuteriindustrin

Slakteri- och charkuteriindustrin är i huvudsak samlade i tre olika organisationer, nämligen KF, Köttbranschens Riksförbund och Sveriges Slakteriförbund. De två sistnämnda sammanslutningarna organiserar utslutande slakteri- och charkuteriföretag medan KF däremot har en mängd olika branscher representerade i sin organisation.

KF driver numera inga slakterier utan endast ett mindre antal charkuterier. Till Köttbranschens Riksförbund är privatägda slakterier och charkuterier anslutna, ett fåtal större anläggningar och ett stort antal mindre charkuterier. Till Sveriges Slakteriförbund, som tillhör bondekooperationen LRF, hör 10 slakteriföreningar med 26 slakterier, 19 charkuterifabriker och 3 konverteringsanläggningar. Flertalet av fabrikena har både slakt- och charktillverkning. Slakteriförbundets anläggningar står för huvuddelen av branschens energianvändning.

Branschen finns representerad över hela landet, dock med en viss koncentration till den södra landsändan.

Mellan ett slakteri och ett charkuteriföretag finns det relativt stora skillnader i energianvändningen. Även mellan olika slakterier förekommer skillnader beroende på vilken typ av djur man huvudsakligen slaktar.

En anläggning som är inriktad på svinslakt har fler energikrävande processer än en för storboskapsslakt, t ex svedning, skällning och skrapning. En charkuterianläggning använder i allmänhet betydligt mera energi per ton färdig vara än ett slakteri genom det stora antal energikrävande processer som finns, t ex varm- och kallrökning, autoklavering, kokning i grytor eller skåp, stekning och fritering. Man har ofta både slakt- och charktillverkning inom samma anläggning, dock blir det även mellan dessa skillnader på grund av att tyngdpunkten i tillverkningen är olika.

Produktionen inom ett slakteri eller charkuteri har en förhållandevis stor andel manuell hantering. Detta gör att personalen har stora möjligheter att påverka energi- och vattenanvändningen.

Ett större slakteri- och charkuteriföretag har noggrant energiinventerats, resultatet av inventeringen visas i ett detaljerat Sankeydiagram i bilaga 1.

Totalt använder man energi motsvarande 58,2 GWh/år. Av denna energimängd är 41,4 GWh/år bränslen, framförallt eldningsolja 4, och 16,8 GWh/år elenergi. Då man tar hänsyn till förluster i pannor och ugnar fås ett totalt energibehov på 54,2 GWh/år.

Av denna energi används 12,2 GWh/år för lokaluppvärmning och belysning. Energibehovet för processuppvärmning blir då 42,0 GWh/år. Av den energi som primärt tillförs processen bortförs 18,8 GWh/år till avlopp och 23,2 GWh/år till atmosfären.

Uppvärmningssystemet utnyttjar enbart primärvärme.

Driftstiderna för de energiförbrukande enheterna inom företaget är:

- Processen, inklusive belysning: 12 h/dygn, 250 dygn/år, dvs 3000 h/år

- Tillufts- och återluftsaggregat: 12 h/dygn, 250 dygn/år, dvs 3000 h/år
- Befuktning av lokalluft: 12 h/dygn, 250 dygn/år, dvs 3000 h/år
- Radiatorer: Kontinuerlig drift

Största delen av företagets lokaler värms med tillufts- och återluftsaggregat under produktionstiden. I dessa värms ingående ventilationsluft då denna understiger 25°C vilket är ett ovanligt högt värde.

De radiatorer som ingår i lokaluppvärmningssystemet arbetar kontinuerligt och kan antas värma lokalerna till 20°C under den tid då utetemperaturen understiger 17°C. Då företaget ligger i södra Sverige har man en årsmedeltemperatur på +8°C och får därmed driftstiden 7000 h/år.

Ett Sankeydiagram gällande ett "medelföretag" inom branschen har tagits fram genom att sammanställa kortfattade energiinventeringar av 8 medelstora slakteri- och charkuteriföretag. Detta visas bilaga 2.

Medelföretagets bränslepannor har en relativt låg årsverkningsgrad, 76 %, vilket ger ett energibehov på 23,1 GWh/år.

Lokaluppvärmningssystemet och belysningen utnyttjar 6,2 GWh/år, resterande 16,9 GWh/år, används för processuppvärmning. Från processen bortförs 5,6 GWh/år till avlopp och 11,3 GWh/år förs till atmosfären.

Medelföretagets driftstid antas till 3000 h/år.

Lokaluppvärmningen sker till allra största delen med hjälp av tilluftsaggregat och aerotemperar. Endast en liten del av uppvärmningssystemets energiavgivning kommer från återvunnen värme, nämligen varm frånluft.

Enligt statistiskt material för 1980 använde branschen energi motsvarande 1047 GWh/år. Av detta var 303 GWh/år elenergi och 744 GWh/år bränsleenergi från framför allt eldningsolja. Endast ett fåtal anläggningar utnyttjar idag fasta bränslen. Då man tagit hänsyn till den relativt låga pannverkningsgrad som energiinventeringarna visar fås ett totalt energibehov på 868 GWh/år.

Energibehovet fördelar sig på 234 GWh/år, eller 27 %, till lokaluppvärmning samt 634 GWh/år, eller 73 %, till processuppvärmning.

Lokaluppvärmningssystemet utnyttjar till 90 % primärvärme. Den energi som primärt tillförs processen bortförs så att 65 % förs till atmosfären och 35 % förs till avlopp.

Ett varaktighetsdiagram för hela branschen visas i figur 3.1, detta baserar sig på följande siffror

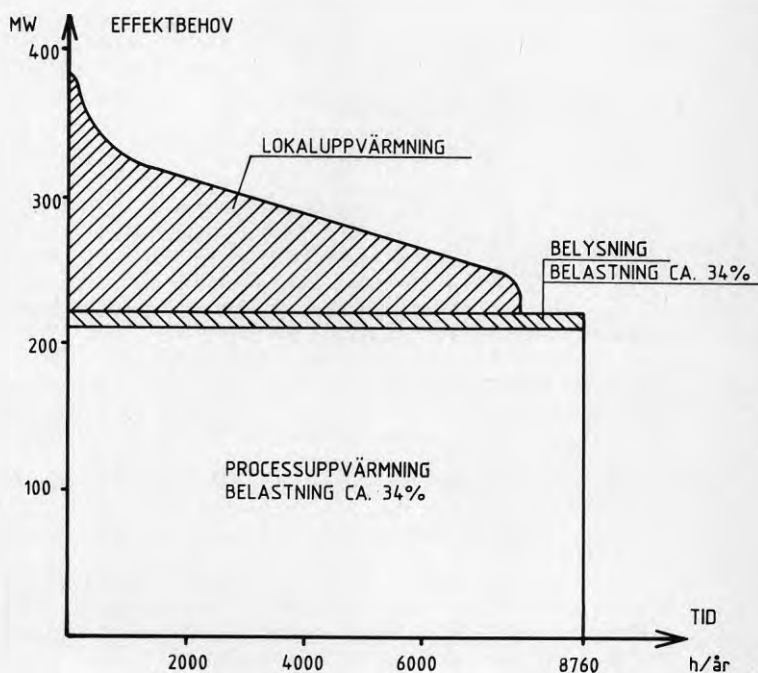
- Processuppvärmning: Total energimängd $Q = 634$ GWh/år
Drifttid ca 3000 h/år vilket ger $P_m = 211$ MW
- Belysning: Total energimängd $Q = 34,4$ GWh/år.
Drifttiden är densamma som för produktionen dvs 3000 h/år vilket ger $P_{med} = 11,5$ MW
- Lokaluppvärmning: Total energimängd $Q = 199,6$ GWh/år.
Uppvärmningen via uppvärmningssystemet sker till 10 % med radiatorer och till 90 % med tillufts- och återluftsaggregat.
Radiatorernas drift är kontinuerlig då utetempe-

raturen är under 17°C. Värmning sker till 20°C. Årsmedeltemperaturen kan sättas till 6°C vilket ger drifttiden 7600 h/år. Ovanstående ger $P_{dim} = 5,9$ MW.

Tillufts- och återluftsaggregaten värmer även de då utetemperaturen understiger 17°C. Total drifttid är 3000 h/år.

Med ovanstående temperaturer fås en total uppvärmningstid på 2600 h/år.

$P_{dim} = 154,4$ MW.



Figur 3.1 Varaktighetsdiagram för slakteri- och charkuteriindustrin

3.2 Mejeriindustrin

Branschen tillhör landets största livsmedelsindustrier med ungefär 9000 anställda och en omsättning på ca 8,1 miljarder kronor (Svensk Mejeriindustri 1982).

Den svenska mejeriindustrin ägs kooperativt av mjölkproducenterna, som bildat producentkooperativa mejeriföreningar. Av dessa är den övervägande delen anslutna till Svenska Mejeriernas Riksförening, som är en del av bondekooperationen, LRF.

Totalt finns ett tjugotal olika mejeriföreningar, vilka har ungefär 100 mejerianläggningar. Branschen har, liksom hela jordbruksnäringen i övrigt, genomgått en omfattande strukturrationalisering. Genom förändrade marknads- och distributionsförhållande samt den snabba tekniska utvecklingen och skärpta miljökrav har man inom näringen gjort betydande investeringar i moderna centraliserade anläggningar. De största mejeriföreningarna är idag Arla, som svarar för 60 % av den invägda mjölken, Skånemejerier och Nedre Norrlands Producentförening.

Det finns ett flertal, beroende på vilken produkt man framställer, sinsemellan relativt olika typer av mejerier. Huvudtyperna är:

- Konsumtionsmjölkmejerier
- Ysterier
- Mjölkpulverfabriker

Gemensamt för alla typerna är att pastörisering, kylning av mjölk och färdiga produkter samt diskning och övrig rengöring av såväl maskiner som lokaler tar relativt stor andel av processenergin. För mjölkpulverfabrikerna, vilka är de mest processintensiva, är även industare och spraytorrar stora energianvändare. För ett konsumtionsmjölkmejeri tar förpackningsmaskiner o d en hel del energi.

En äldre energiinventering av ett relativt litet konsumtionsmjölkmejeri (Sagemo, Svensson, 1977) har varit tillgänglig. Denna har uppdaterats till att gälla förhållandena under 1982. Ett Sankeydiagram visas i bilaga 3.

Totalt använder man energi motsvarande ca 7,8 GWh/år, av detta är 1,8 GWh/år elenergi och 6,0 GWh/år i form av eldningsolja. Eldningsoljan eldas i ångpannor med pannförlusterna 0,9 GWh/år. Energiebehovet blir därmed 6,9 GWh/år.

Härav används 2,0 GWh/år för lokaluppvärmning och belysning och resterande 4,9 GWh/år för processen. Bortförslin av processenergin sker så att 24 GWh/år förs till avlopp och 2,5 GWh/år förs till atmosfären.

Uppvärmningssystemet, som uteslutande arbetar med primär energi, är uppbyggt med i huvudsak till- och frånluftaggregat. Dessa har i medeltal en drifttid på 15 h/dygn, vilket ger totalt ungefär 5500 h/år.

Huvuddelen av processen är i drift 8 h/dag mellan 06.00 och 15.00, under hela året utan avbrott. Detta ger drifttiden 2080 h/år.

Ett Sankeydiagram för ett "medelmejeri" har upprättats utifrån Sankeydiagram gällande åtta av Arla:s anläggningar (Värmepumpar inom industrin). Bland dessa anläggningar är alla typer av mejerier företrädda. Där finns två rena konsumtionsmjölkmejerier, ett ysteri och en mjölkpulverfabrik. Övriga anläggningar har ett kombinerat produktsortiment. Sankeydiagrammet visas i bilaga 4.

Medelmejeriet använder eldningsolja motsvarande 25,6 GWh/år samt 5,75 GWh/år elenergi. Då man tagit hänsyn till pannförluster finns ett totalt energibehov på 28,2 GWh/år.

Av denna energi används 3,6 GWh/år för lokaluppvärmning och 24,6 GWh/år för processen. Den till processen förda energin bortforslas så att ca 14,5 GWh/år förs till avlopp ca 8,7 GWh/år förs till atmosfär och 1,4 GWh/år binds i produkten.

De stora energianvändarna inom processen är indunstare och spraytork, diskanläggning samt pastörisering. Inom processen förekommer relativt mycket värmeåtervinning genom ljumvattensystem.

Lokaluppvärmningen kan förutsättas ske i huvudsak genom tillufts- och återluftsaggregat och vara i stort sett kontinuerligt i drift. Systemet arbetar i huvudsak med primärenergi, dock återvinns 0,36 GWh/år från frånluften. Medelmejeriet bör ligga i södra mellansverige, då mejeriindustrin är i stort sett jämt fördelad över landet dock med en viss övervikt för landets södra delar. Årsmedeltemperaturen kan därför sättas till ca 6,0°C.

Drifttiden för huvuddelen av produktionen är ca 2500 h/år.

Siffrorna för medelmejeriet kan med god noggrannhet överföras till att gälla hela branschen. Dock bör det påpekas att relativt stora variationer i energianvändningen förekommer inom branschen. Ett rent konsumtionsmjölkmejeri är dels betydligt mindre energiintensivt dels har det en större andel energi till lokaluppvärmning än t ex en mjölkpulverfabrik. Andelen energi till lokaluppvärmning varierar mellan 9 och 30 % av totala energibehovet.

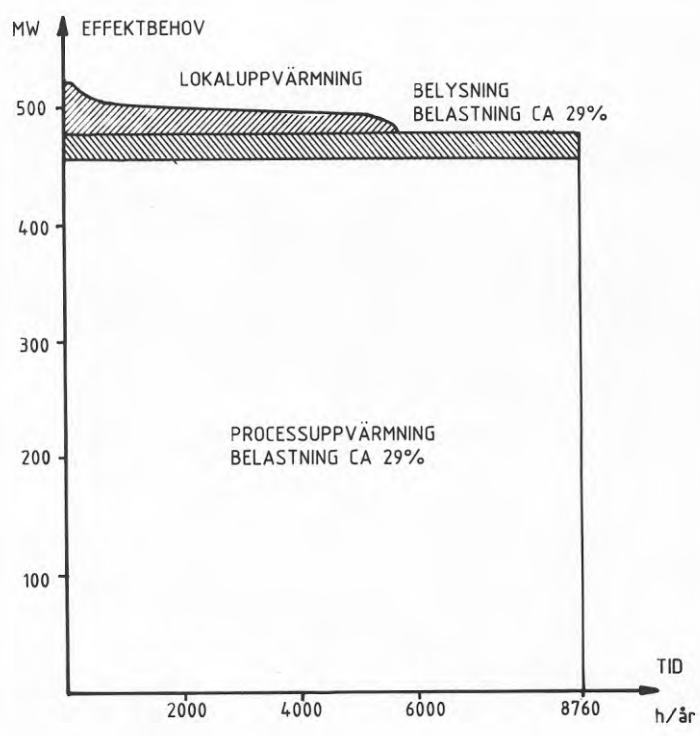
Enligt statistiskt material för 1980 använder branschen energi motsvarande 1490 GWh/år. Av detta är 261 GWh/år elenergi och resterande 1229 GWh/år i form av bränslen, framförallt tung eldningsolja. Då man tagit hänsyn till pannverkningsgrad fås totala energibehovet 1300 GWh/år.

Lokaluppvärmningssystemet utnyttjar 165 GWh/år, eller 13 % och processuppvärmningen 1135 GWh/år, eller 87 %. Bortförsl av processenergin sker så att ca 60 % förs till avlopp, ca 35 % förs till atmosfär och ungefär 5 % binds i den färdiga produkten.

Lokaluppvärmningssystemet arbetar till 90 % med primärvärme.

Ett varaktighetsdiagram som gäller för hela branschen visas i figur 3.2, detta baserar sig på följande siffror:

- Processuppvärmning: Total energimängd $Q = 1135$ GWh/år.
Drifttiden är ca 2500 h/år vilket ger $P_m = 454$ MW.
- Belysning: Total energimängd $Q = 55$ GWh/år.
Drifttiden är densamma som för huvuddelen av produktionen dvs ca 2500 h/år vilket ger $P_{med} = 22$ MW.
- Lokaluppvärmning: Total energimängd $Q = 110$ GWh/år.
Lokaluppvärmningssystemet arbetar kontinuerligt med uppvärmning till +17°C då uttemperaturen understiger +11°C. Årsmedeltemperaturen sätts till +6°C. Detta ger $P_{dim} = 42$ MW och drifttiden 5800 h/år.



Figur 3.2 Varaktighetsdiagram för mejeriindustrin

3.3 Konservindustrin

Som konservindustrier betraktas alla tillverkare av förpackade matvaror i hel- eller halvfabrikat, som ej kan hänföras till någon annan bransch t ex bageribranschen eller mejeriindustrin. Ofta tillverkas en mångfald olika produkter vid en och samma industri. Förpackningsmetoderna varierar också ofta (t ex djupfrysning, konservering).

I stort sett finns två olika typer av konservindustrier:

- kött- och fiskkonservindustrier
- grönsaks- och fruktkonservindustrier

Totalt sett sysselsätter konservindustrin 8800 anställda varav drygt 70 % arbetar inom grönsakskonservindustrin. Branschens struktur är väldigt inhomogen med ett flertal väldigt små arbetsplatser samt ett antal väldigt stora företag. Ca 75 % av alla konservindustrier har mindre än 50 anställda. Trots detta ligger medeltalet anställda per arbetsställe på 86 st. De små konservindustrierna är ofta av typen "familjeföretag" i relativt gamla lokaler som kan vara ofördelaktiga ur energisynpunkt. Stora industrier har däremot ofta bättre möjligheter att utnyttja sin energitillförsel på ett fördelaktigt sätt genom stordriftens fördelar.

Under 1980 förbrukade alla Sveriges konservindustrier tillsammans 597,5 GWh fördelat enligt nedanstående

Brännved + träavfall	4,0 GWh/år	
Propan + butan	4,5 GWh/år	77 % bränsle
Bensin + diesel	17,2 GWh/år	
Eol-5	434,5 GWh/år	23 % el
El	137,3 GWh/år	

Kostnaderna för energi uppgick 1980 till drygt 2 % av branschens totala saluvärde vilket är helt normalt för livsmedelsindustrin. För grönsakskonservindustrin ligger detta värde ca en %-enhet högre än för fiskkonservindustrin, detta troligen beroende på att fiskinläggningar ej behöver upphettas för att hålla sig, vilket ofta är fallet med grönsakskonserver.

Konservindustrier är ofta belägna i direkt anslutning till råvaran för att, på så sätt, undvika råvarutransportkostnader. Vad det gäller grönsaksindustrier har man även egna odlingar för att få en säkrad tillförsel av råvaror med en jämn, god kvalitet. Detta gäller kanske främst de stora konservföretagen men även vid mindre företag tillämpas ofta detta system.

Inom grönsaks- och fruktkonservindustrin varierar processenergianvändningen starkt under året med toppar under respektive råvaras skördeperiod. Under dessa perioder utökas ofta arbetstiden för att kunna utnyttja produktionskapaciteten maximalt. Kontinuerlig drift är också fördelaktigare ur energisynpunkt eftersom man då undviker avsvaning och uppvärmning av processutrustning.

Vid de energiinventeringar som har utförts har det framkommit att andelen processuppvärmningsenergi varierar med företagets storlek. Ett stort konservföretag med en årlig energiförbrukning av 194 GWh (Värme-pumpar inom industrin) (se bilaga 5) tillför processen 76 % av ingående energimängd medan ett mindre med en årlig förbrukning av 25,8 GWh tillför processen endast 66 %, alltså en tydlig ökning av lokaluppvärmningsandelen vid minskande företagsstorlek. Processvärmebehovet beror även på processen, ingår upphettningsförlopp i tillverkningen (fritering,

stekning) ökar processvärmebehovet. Lägre processvärmebehov har industrier av typen "inläggning av färsk fisk", "inläggning av gurkor", där ingen upphettning eller torkning av råvarorna behöver göras.

Att få fram rättvisande data på hur energin fördelar sig på process- och lokaluppvärmningsbehov inom branschen är därför relativt svårt och ett sådant värde skall därför betraktas som vad det är: ett medelvärde med en relativt stor standardavvikelse.

En stor konservindustri i Skåne har inventerats ingående på energisidan. (Värmepumpar inom industrin). Industrin hade 1981 en total energianvändning av 193,6 GWh/år uppdelat på 87 % bränsleenergi och 13 % elenergi. Processen tillfördes 116,9 GWh/år och 36,5 GWh/år gick till lokaluppvärmning och belysning, dvs 76 % till processen och 24 % till lokaluppvärmning. Energiförlusterna bestod i, förutom rökgasförluster, förluster genom avspänningsånga från kondensattankar samt genom otillvarataget kondensat. 84 % av processenergin tillfördes processen som högtrycksånga och resterande 16 % var el till kompressorer och kylmaskiner etc. Efter användning gick 13 % av processenergin ut via avloppet (till största delen tappvarmvatten) och 86 % tillfördes atmosfären.

Ca 30 % av utgående ventilationsluft värmeväxlas med ingående luft vilket innebär att ca 20 % av ventilationsuppvärmningsbehovet täcks med återvunnen energi. Så gott som all lokaluppvärmning vid anläggningen sker med tilluftaggregat som är i drift dygnet runt.

Företaget, som tillverkar bl a potatismospulver och friterade potatisprodukter, har en ovanligt stor total energianvändning och en ovanligt energikrävande process vilket medför att andelen processenergi blir större än för branschen som helhet. Andelen återvunnen energi till uppvärmning är också större än genomsnittet eftersom återvinning är mest lönsam där energianvändningen är stor. Vid mindre industrier med mindre energiintensiva processer är därför återvinningsgraden vanligtvis mindre.

Andelen energi till lokaluppvärmning hos ett antal olika konservindustrier med olika processer och med olika storlekar har beräknats till 28 %. Då branschens totala energibehov är 487 GWh/år fås att 136 GWh/år används för lokaluppvärmning. Processen i sin tur använder 351 GWh/år.

Fördelningen mellan processenergiutsläpp till atmosfär respektive avlopp blir naturligtvis också beroende av företagsstorlek och tillverkningsprocess, men i genomsnitt går ca 16 % ut i avloppet medan resterande 84 % släpps ut i atmosfären.

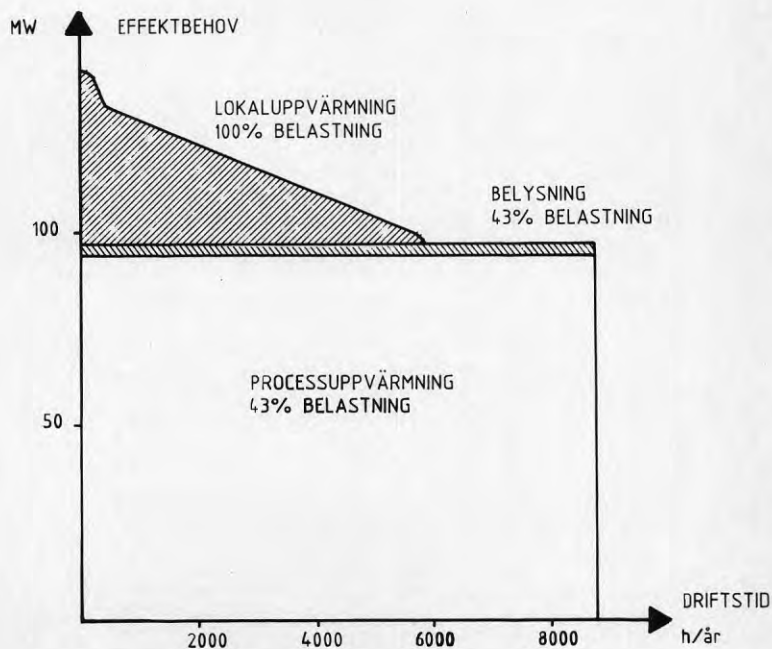
Lokaluppvärmningsbehovet täcks till ca 90 % av primärenergิตillförsel. Ett visst uppvärmningsbehov täcks ofrivilligt av kylluft från kompressorer och andra indirekta värmekällor.

För att ta fram branschens varaktighetsdiagram (figur 3.3) bör man känna till drifttiderna för de olika energiförbrukarna inom företagen. Även här finns stora variationer inom branschen. Stora företag med omfattande energianvändning drivs ofta med någon form av skiftschema medan man på mindre oftast arbetar dagtid. Som ett genomsnitt av branschens drifttid har antagits 3750 h/år. För belysningen har samma drifttid som processen antagits.

Inom konservindustrin tillförs oftast all energi för uppvärmning genom tilluftaggregat. Kontinuerlig drift och uppvärmning till 17°C har vidare antagits. Med en årsmedeltemperatur på 6°C och dimensionerande

utetemperatur på -20°C fås en dimensionerande värmeeffekt på 48 MW för branschen. Effektbehovet för processen är 94 MW och för belysningen 2,7 MW. Hur effektbehovet varierar med årets timmar åskådliggörs i figur 3.3 och i följande tabell

Processen:	Drifttid:	3750 h/år
	P_{medel} :	94 MW
	Q:	351 GWh
Belysning:	Drifttid:	3750 h/år
	P_{medel} :	2,7 MW
	Q:	10 GWh
Lokaluppvärmning:	Drifttid:	5800 h/år
	P_{dim} :	48 MW
	Q:	126 GWh



Figur 3.3 Varaktighetsdiagram för konservindustrin

3.4 Bageriindustrin

Bageriindustrin sysselsatte 1980, 12 223 personer fördelade på 330 arbetsställen.

Energimässigt är branschen i sig själv ganska krävande.

Den största delen av energiflödet i ett bageri går till ugnarna dvs avbakning. Denna del representerar ca 65 % av energiflödet.

En annan energikrävande del i processen är jäsningsprocessen, vilken utgör ca 20 % av energiflödet.

Ett flertal energiinventeringar har gjorts på bagerier.

En av dessa anläggningar som representerar ett medelstort företag har använts för upprättande av ett energiflödesdiagram, sankeydiagram, se bilaga 6.

Anläggningens energianvändning av bränsle och elenergi är 8,13 GWh/år, varav eleenergi 1,46 GWh/år.

De inventerade anläggningarna visar att den genomsnittliga pannverkningsgraden ligger på ca 80 %. För denna anläggning är verkningsgraden 83 %.

Det verkliga energibehovet blir då $6,67 \times 0,83 + 1,46 = 7,0$ GWh/år

För lokaluppvärmning används 1,52 GWh/år och för belysning 0,25 GWh/år.

Energibehovet för processen blir därmed $7,0 - 1,52 - 0,25 = 5,24$ GWh/år.

Energien som tillförs processen fördelas så att

1,94 GWh/år	(37 %)	binds i produkten
0,08 GWh/år	(2 %)	förs till avlopp
3,22 GWh/år	(61 %)	förs till atmosfären

Drifttiden för processen är ca 4380 dag/år.

Lokalerna uppvärms med radiatorer och tilluftsaggregat under den tid på året då uteluftens temperatur understiger 11°C. Ortens medeltemperatur är +8°C.

Enligt statistiskt material för 1980 använde bageribranschen energi motsvarande 814 GWh/år. Av detta var 581 GWh/år bränsleenergi och 233 GWh/år elenergi.

Bränsleenergin fördelas på ugnar, 58 %, ångpannor, 18 % och till hetvattenpannor, 24 %.

All elenergi, utom för belysning (ca 3 %), tillförs processen.

Energibehovet för bageribranschen blir:

- ugnar	581 x 0,58 x 0,8 =	270
- hetvattenpannor	581 x 0,24 x 0,8 =	112
- ångpannor	581 x 0,18 x 0,8 =	84
- elenergi	233 x 1,0 =	233
		<u>699</u> GWh/år

Med den genomsnittliga pannverkningsgrad på 80 % blir rökgasförlusterna ca 116 GWh/år. Primärenergins fördelning på lokal- respektive processuppvärmning utgör ca 18 % för lokaluppvärmning (inklusive 3 % för belysning) samt ca 82 % för processuppvärmning.

Uppvärmningssystemet använder endast primärvärme.

Energien som används för processuppvärmning fördelar sig procentuellt som

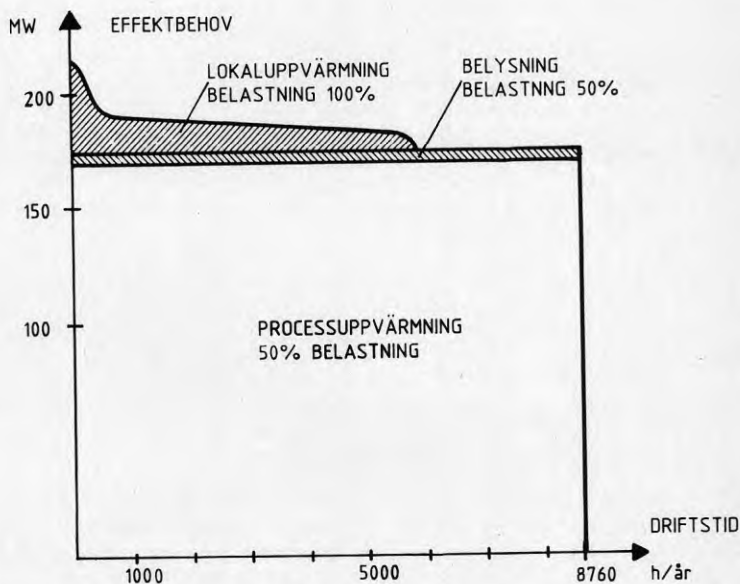
- bundet i produkten 37 %
- fört till atmosfären 61 %
- fört till avlopp 2 %

Varaktighetsdiagrammet som redovisas i figur 3.4 baseras på följande siffror:

Processuppvärmning: Energimängd: $0,82 \times 699 \text{ GWh/år} = 573 \text{ GWh/år}$
 P_m : 168 MW
 Drifttid: 310 dygn (11 h/dygn) = 3410 h/år

Belysning: Energimängd: $0,03 \times 699 = 21,0 \text{ GWh/år}$
 P_m : 5 MW
 Drifttid: 310 dygn med 60 % belastning ger 4500 h/år

Lokaluppvärmning: Energimängd: $0,15 \times 699 = 105 \text{ GWh/år}$
 P_m : 38 MW
 Drifttid: Kont. under den tid då uttemperaturen understiger $+11^\circ\text{C}$, dvs ca 6000 h/år vilket är genomsnittet för Sverige.



Figur 3.4 Varaktighetsdiagram för bageriindustrin

3.5 Sockerindustrin

Den svenska sockerindustrin är samlad i ett bolag. Svenska Sockerfabriks AB (SSA). Företaget bedriver tillverkning av strösocker vid sex sockerbruk, råsocker tillverkas vid ett, dessutom har man ett sockerraffinaderi där egentillverkat och importerat råsocker förädlas.

Fyra av strösockerbruken ligger i Skåne nämligen Hasslarp, Köpingsbro, Örtofta och Karpalund. De övriga två är lokaliserade till Öland, Mörbylånga, och Gotland, Roma. Råsockerbruket och raffinaderiet är även de lokaliserade till Skåne, Jordberga respektive Arlööv.

Eftersom betorna i oförädlad skick ej tål någon längre tids lagring utan förluster i sockerhalt är sockertillverkningen vid bruken koncentrerad till den s k kampanjen, mellan mitten på september och slutet av december, då betorna skördas.

Under kampanjtiden är kapacitetsutnyttjandet maximalt, driften är helt kontinuerlig, dygnet runt, under veckans alla dagar.

Mellan kampanjerna sköter man reparationer och underhåll av maskiner och byggnader så att driften under kampanjen kan gå så störningsfritt som möjligt.

Ovanstående gäller enbart för sockerbruken, vid raffinaderiet är driften likartad över hela året.

På grund av dessa skillnader i driften tas ej raffinaderiet upp i det följande utan endast sockerbruken.

Socker tillverkas genom att socker lakas ur sönderskurna betor, s k betsnitsel, med varmt vatten. Den så erhållna råsaften renas med kalk och kolsyra samt filtreras. Efter denna process har man tunnsaft. Tunnsaften industas tills en mättad sockerlösning erhålles, tjocksaft. Denna industas sedan i vacuumkokare tills sockret kristalliseras. Efter detta skiljer man socker och sirap från vartannat i centrifuger. Sockret torkas därefter. Ur delar av avfallet från processen tillverkas djurfoder s k betfor. Detta består av en torkad blandning av melass och det som återstår av betsnitseln efter urlakningen. Resterande betsnitsel återtas av odlarna för ensilering.

I processen är de stora energiförbrukarna indunstningen, betfortorken och kalkugnen i vilken man framställer bränd kalk och kolsyra för saftningen.

En energiinventering har gjorts av Hasslarps sockerbruk vid Helsingborg (Värmepumpar inom industrin). Detta bruk är enligt SSA representativt även för de andra bruken. Sankeydiagram redovisas i bilaga 7. Detta tar dock endast upp kampanjtiden då produktionen är igång.

Brukets energianvändning är 148 GWh/kampanj. Detta är uteslutande bränslen, eldningsolja 5. Elenergi producerar man internt med hjälp av mottrycksturbiner. Bränslet eldas dels i en ångpanna dels i betfortorken och kalkugnen. Förlusterna i energiomvandlingen är ca 10 GWh/kampanj, energibehovet totalt blir därmed 138 GWh/kampanj.

Största delen av detta, 134 GWh eller 97,1 %, används i processerna. Resten, 4 GWh, används för lokalvärme och belysning.

Processenergin bortförs så att ca 7 GWh/kampanj, binds i produkten, ca 25 GWh/kampanj förs till avlopp medan resten förs till atmosfären.

Normalt är bruket i drift 85 dygn/kampanj, den här refererade kampanjen varade dock 90 dygn.

För att upprätthålla ett drägligt klimat i arbetslokaler och kontor under mellankampanjens underhållsarbete körs två mindre ångpannor. En mindre del av denna ånga åtgår under mellankampanjens första månader för urkokning, rengöring o d av processutrustning.

Enligt uppgifter från personal vid bruket använder man totalt energi motsvarande 13 GWh/år under mellankampanjen. Av detta var 10,8 GWh/år bränslen och 2,2 GWh/år elenergi. Pannorna hade rökgasförluster på omkring 1,6 GWh/år, vilket ger ett totalt energibehov på 11,4 GWh/år.

Av detta används uppskattningsvis ca 8,6 GWh, eller 74 %, för lokaluppvärmning och belysning. Drift pågår dagtid 5 dagar/vecka under mellankampanjerna.

Totalt var brukets energibehov under året 149,4 GWh/år.

Processerna förbrukade 137 GWh/år eller 91,6 %, resten används för lokaluppvärmning och belysning. Den lokaluppvärmning som förekommer sker under kampanjtid till ca 15°C och under mellankampanjerna till 17°C. Årsmedeltemperaturen för Hasslarp kan antas vara +8°C.

De siffror på energianvändningens fördelning som framkommit vid inventeringen kan direkt överföras till hela branschen exklusive socker Raffinaderiet i Arlööv.

Enligt statistiskt material för 1980 använde branschen 1085 GWh/år. Av detta var 1000 GWh/år bränslen och 85 GWh/år elenergi.

Förlusterna i energiomvandlingen är omkring 95 GWh/år. Totala energibehovet för branschen blir därmed 990 GWh/år.

Denna energi fördelar sig så att 80 GWh/år, eller 8 %, förs till lokaluppvärmning och 910 GWh/år, eller 92 %, förs till processuppvärmning.

Uppvärmningssystemet använder uteslutande primärvärme.

Största delen av den till processen förda energin bortförs till atmosfären, ca 78 %. 16 % binds till den färdiga produkten och resten förs till avlopp.

Normalt är drifttiden för en kampanj 85 dygn eller 2040 timmar. Driften under mellankampanjen är ca 1240 timmar. Lokaluppvärmningssystemen kan antas arbeta kontinuerligt. Med tanke på driftens tidsmässiga fördelning är det ej meningsfullt att göra ett normalt varaktighetsdiagram, istället upprättas ett diagram som månadsvis visar effektbehovet, figur 3.5. Detta baserar sig på följande siffror:

Processuppvärmning: A - Kampanjtid

Total energimängd $Q = 890$ GWh/år

Normal driftstid är 2040 h/år, vilket ger $P_m = 434$ MW.

B - Mellankampanj

Total energimängd $Q = 20$ GWh/år

Av detta är ca 6,6 GWh/år värme som används de första månaderna i mellankampanjen. Driftstid ca 360 h/år, vilket ger $P_m = 18$ MW.

Resterande 13,4 GWh/år är huvudsakligen elenergi för motordrift o d med en drifttid på ca 1240 h/år, detta ger $P_m = 11$ MW

Belysning:

A-Kampanjt看

Total energimängd $Q = 4,4$ GWh/år. Denna har samma drifttid som produktionen dvs 2040 h/år. $P_{med} = 2,1$ MW.

B-Mellankampanj

Total energimängd $Q = 2,6$ GWh/år, driftstiden är 1240 h/år. $P_{med} = 2,1$ MW.

Lokaluppvärmning:

A-Kampanjt看

Total energimängd $Q = 20$ GWh/år.

Med tanke på den stora mängd värme som processmaskinerna utstrålar kan man anta att uppvärmning endast sker till $+15^{\circ}\text{C}$. Värmningen upphör då uttemperaturen överstiger $+11^{\circ}\text{C}$.

Årsmedeltemperaturen är $+8^{\circ}\text{C}$ och dimensionerande utetemperatur är -18°C .

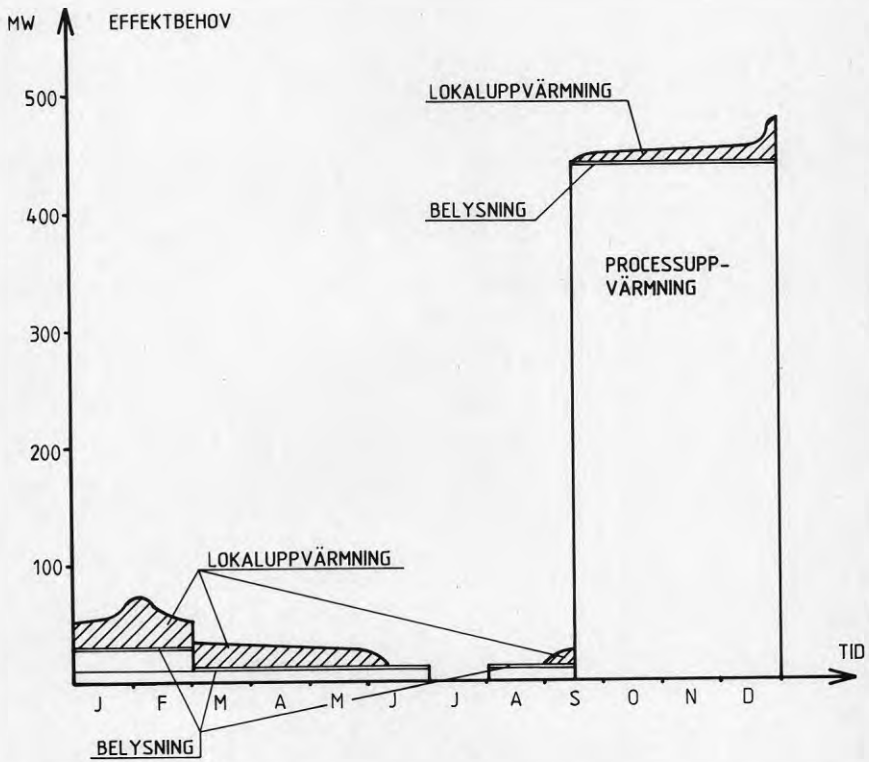
Ovanstående ger $P_{dim} = 32$ MW.

B-Mellankampanj

Total energimängd $Q = 51$ GWh/år.

Uppvärmningen sker till $+17^{\circ}\text{C}$ då uttemperaturen understiger $+11^{\circ}\text{C}$.

Årsmedeltemperatur $+8^{\circ}\text{C}$ och dimensionerande utetemperatur -18°C ger $P_{dim} = 36$ MW.



Figur 3.5 Varaktighetsdiagram för sockerindustrin

3.6 Choklad- och konfektyrindustrin

Branschen är uppdelad i två delar, industri för tillverkning av sockerkonfektyr samt choklad och chokladkonfektyrindustri. Dessa är dock energimässigt så lika att man kan behandla dem tillsammans.

Inom branschen sysselsätts i dag, enligt statistiskt material för 1980, drygt 5000 personer på i huvudsak små och medelstora företag. Tillverkningen är mera personalintensiv än för livsmedelsindustrin i allmänhet.

De energikrävande processer som förekommer är huvudsakligen smältning och kokning i olika former samt torkning. Dessa processer försiggår i regel på flera ställen inom anläggningen, vilket gör att energianvändningen delas upp på en mängd små förbrukare. På åtminstone de större anläggningarna inom branschen har man i ganska hög grad automatiserat hanteringen av färdiga produkter o d. även denna utrustning är ofta relativt energikrävande.

Energikostnadernas andel av produktionskostnaderna är för choklad- och konfektyrindustrin 2,2 % av saluvärdet. Detta är lägre än för tillverkningsindustrin totalt vilken har 4,0 %.

Ett av de större företagen inom choklad- och konfektyrbranschen har noggrant energiinventerats. Produktionen vid detta består av choklad- och konfektyrvaror, dels färdiga varor, såsom chokladkakor, pastiller, skumprodukter m m, dels halvfabrikat för glass- och bageriindustri, som t ex doppmassor och chokladpellets. Dessutom tillverkas kakaopulver, bakpulver och vanillinsocker. Totalt tillverkas drygt 7000 ton färdiga produkter per år.

Företagets energianvändning framgår av Sankeydiagram i bilaga 8. Dess totala energianvändning är 12,4 GWh/år. Därav är 6,4 GWh/år elenergi och 6,0 GWh/år i form av bränsle, eldningsolja 1 och 4. Då pannförlusterna räknats bort fås ett totalt energibehov på 10,6 GWh/år.

3,4 GWh/år av denna energi används för lokaluppvärmnings- och belysningsändamål, vilket motsvarar 31 %. Resterande 7,2 GWh/år, eller 69 %, används för processändamål.

Värmeenergin som tillförs processen används framförallt i olika smält- och kokprocesser samt för torkning av dels pastiller dels mjöl. Elenergin används huvudsakligen för motordrift. Energin som tillförts processen bortförs så att 2,6 GWh/år förs till avlopp och 4,9 GWh/år förs till atmosfären.

Uppvärmningssystemet, som uteslutande arbetar med primärvärme, består till största delen av tilluft/återluftaggregat som antingen är värmda med ånga eller elektricitet. I en del av dessa har man även möjlighet att kyla lokalerna vilket är nödvändigt p g a produkternas typ. Kontors- och personallokaler samt vissa delar av produktionslokalerna värms med radiatorer.

Driften i fabriken pågår ca 3000 h/år. Denna drifttid gäller även viss del av lokaluppvärmningssystemet medan resten arbetar kontinuerligt.

Vid intervjuer med företrädare för andra industrier inom branschen har framkommit att ungefär samma förhållanden som beskrivits ovan gäller för hela branschen.

Enligt statistiskt material för 1980 använde branschen energi motsvarande 258 GWh/år. Av detta var 79 GWh/år elenergi och 179 GWh/år

bränslen. Om man tar hänsyn till pannverkningsgrad fås energibehovet till 233 GWh/år.

Energibehovet fördelar sig så att 72 GWh/år, eller 31 %, utnyttjas för lokaluppvärmning och 161 GWh/år, eller 69 %, förs till processen.

Lokaluppvärmningssystemet använder uteslutande primärvärme. Den energi som utnyttjas för processändamål bortförs så att 68 % förs till atmosfär och 32 % förs till avlopp.

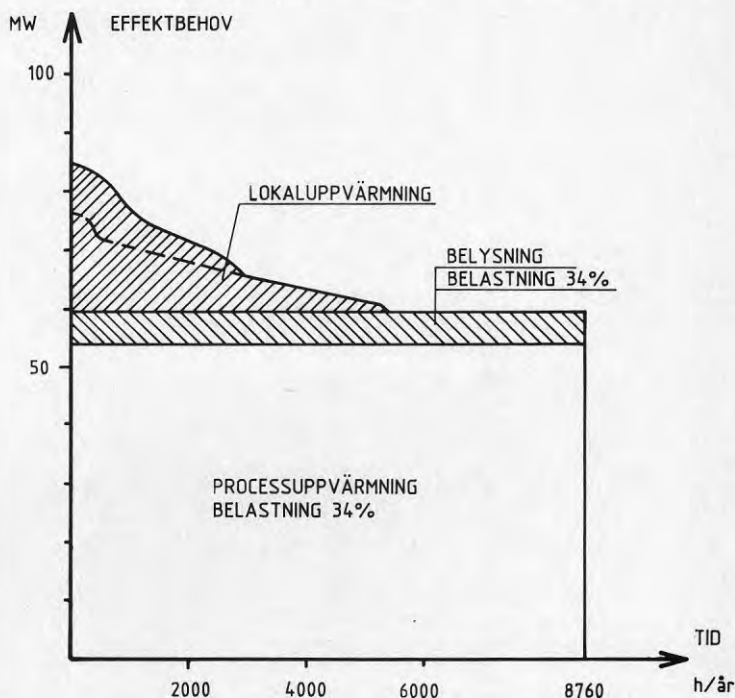
Ett ungefärligt varaktighetsdiagram, figur 3.6, har gjorts upp för branschen. Detta baserar sig på följande siffror:

Processuppvärmning: Total energimängd $Q = 161$ GWh/år
Drifttiden är 3000 h/år vilket ger $P_m = 54$ MW.

Belysning: Total energimängd $Q = 16$ GWh/år.
Belysningen har samma drifttid som processen dvs 3000 h/år vilket ger $P_{med} = 5,3$ MW.

Lokaluppvärmning: Total energimängd $Q = 56$ GWh/år.
Av denna har $Q = 17,6$ GWh/år drifttiden 3000 h/år, vilket ger $P_{dim} = 7,6$ MW.

Resterande $Q = 38,4$ GWh/år tillförs lokalerna kontinuerligt. Ett rimligt antagande är att värmningen sker till $+17^\circ\text{C}$ då utetemperaturen överstiger $+11^\circ\text{C}$. Årsmedeltemperaturen kan sättas till $+7^\circ\text{C}$ vilket motsvarar södra Sverige. Med dessa förutsättningar fås drifttiden 5570 h/år och $P_{dim} = 16,5$ MW.



Figur 3.6 Varaktighetsdiagram för choklad- och konfektyrindustrin

3.7 Maltdrycksindustrin

Med maltdrycker förstår man vad vi i dagligt tal kallar öl. Definitions-mässigt hamnar även det sk svagdrickat i denna kategori eftersom det framställs från i stort sett samma råvaror som öl, med den skillnaden att svagdricka ej är färdigjäst utan har kvar en del av sitt maltsocker. Eftersom framställningen av dricka ej längre är av någon större betydelse kommer fortsättningsvis endast framställningen av öl att behandlas.

Öl framställs genom att malt värms med vatten till mäska som sedan silas till vört. Vörten kokas sedan med humle, den färdiga vörten kyls snabbt och får sedan jäsa under 7-9 dygn. Efter denna tid separeras jätten av och ölet lagras ca 3-4 veckor varefter det filtreras och tappas på flaska, burk eller fat. Hela processen tar alltså ca 2 månader. Alkoholstyrkan i ölet kan regleras genom att mäskan kokas olika länge. En lång mäska ger ett starkare öl medan en kortare ger lättöl.

Som nämnts ingår flera upphettningar och nedkylningar i processen, t ex mäska (till ca 80°C), kokningen av vört, den snabba avkylningen av vört innan jäsningsen. Stora elenergimängder åtgår även till kylning av lager- och jäsningsstankar. En ytterligare energikrävande process är spolningen och rengöringen av tomflaskor och tomburkar.

Bryggerinäringen har under 70- och 80-talet omkonstruerats, med en förskjutning mot ett mindre antal storbryggerier som följd. Flera småbryggerier har försvunnit eller köpts in av Pripps-koncernen. Produktionen har dock legat relativt konstant efter den stora nergången vid mellanölens slopande 1977. (Malt- och läskedrycksindustrin).

Under 1980 producerades 476,9 milj liter maltdrycker i Sverige. Detta fördelar sig på tre olika öltyper: lättöl, folköl och starköl. Under samma år förbrukade branschens 20 fabriker 385 GWh fördelat enligt nedanstående tabell.

En medelfabrik kan definieras som har 159 anställda och en årlig energiförbrukning av 19,2 GWh vid produktion av 23,8 milj liter öl.

Tabell

Butan-propan	3,4	GWh	
Bensin	3,0	GWh	
Dieselolja	28,4	GWh	= 79 % bränsle
Eol-5	268,0	GWh	
El	82,2	GWh	= 21 % el
	<u>385</u>	GWh	

Det är dock relativt svårt att definiera ett medelbryggeri eftersom branschen består av ett fåtal stora bryggerier som står för huvuddelen av produktionen. Resterande produktionsandel täcks av ett antal ytterst små "by-företag" där bryggeriprocessen sker i en helt annan skala än på storbryggeriet. Denna stora spridning i storlek mellan olika företag inom branschen medför avsevärda skillnader i fördelningen mellan lokaluppvärmning och processuppvärmning.

I den här utredningen har endast företag med en storlek över medelföretaget undersökts. De värden som redovisas är därför representativa för bryggerier i den storleksklass som har inventerats.

Energiinventering har genomförts på ett antal bryggerier inom Pripps-koncernen med en produktion på, i medeltal 53 milj liter öl/år. I de flesta

fall var detta en stark reducering i jämförelse med vad bryggerierna kunde producera vid full kapacitet. Denna överkapacitet inom bryggerinäringen har i de flesta fall ett direkt samband med slopningen av mellanölet 1977.

Vid alla inventerade bryggerier sker också en tillverkning av läsk. Både tillverkningen av läsk och bryggningen av öl är starkt säsongsberoende med tillverkningstoppar under sommaren och till storhelgerna.

En stor bryggeriindustri i Göteborg har inventerats ingående. (Värme-pumpar inom industrin). Bryggeriet projekterades 1974 och öltillverkningen startade 1976. Förutom öl (560 000 hl/år) tillverkas årligen 430 000 hl läskedrycker, vilket tillsammans totalt motsvarar 60 % av anläggningens kapacitet. Bryggeriet försörjes med värme genom två olika hetvattensystem, ett vid 172°C och ett vid 40°C.

Oljeanvändningen var 1981 5170 m³ (Eo5 LS) och elanvändningen uppgick till 15 600 MWh dvs 77 % bränsle och 23 % el. Tillgänglig energi efter pannförluster 51,7 + 15,6 - 8,8 = 58,5 GWh/år. Till uppvärmning och ventilation går 20,3 (dvs 35 %) och till processen 38,2 GWh/år (65 %). Efter användning vid bryggning och förpackning går 53 % av processenergin ut med avloppet och 47 % ut i atmosfären. De största energianvändarna inom processen är bryggpannor, skölj- och spolmaskiner samt kylanläggningen som tillsammans använder drygt 70 % av processenergin. Ca 6 GWh/år återvinns från vörtkylare, vörtpanna och tryckluftkompressorer och används för varmvattenberedning.

Uppvärmningen vid företaget sker uteslutande med tilluftaggregat utom i kontors- och personalutrymmen där uppvärmningen sker med radiatorer. Knappt 10 % av uppvärmningen sker med hjälp av radiatorer. Uppvärmningen sker kontinuerligt, även under helger.

En tredjedel av ventilationsanläggningen utnyttjar värmen i utgående ventilationsluft genom värmeväxling med ingående luft. Några planer på ytterligare återvinningsåtgärder vid den studerade anläggningen var ej heller aktuella.

Energiförbrukningen vid alla de studerade företagen fördelade sig på i genomsnitt 37 350 MWh olja och 10 800 MWh el (se bilaga 9). Med en genomsnittlig pannverkningsgrad på 78 % blir det en total medelförbrukning av 38,8 GWh/år. Av dessa går ca 38 % till uppvärmning av lokaler och resterande 62 % till processuppvärmning. Uppvärmningen sker till övervägande delen med tilluft- och återluftaggregat. Endast i kontor och personalutrymmen sker uppvärmning med hjälp av radiatorer. Andelen sådana utrymmen varierar från bryggeri till bryggeri men kan i medeltal anses vara ca 25 %. Uppskattningsvis sker 10 % av lokaluppvärmningen med hjälp av radiatorer.

För branschen som sådan innebär detta att 126 GWh/år går till lokaluppvärmning och belysning medan 192 GWh/år går till processuppvärmning. Ca 10 % av lokaluppvärmningen sker genom värmeväxling av utgående ventilationsluft med ingående luft. På något enstaka bryggeri används även det varma spillvattnet från pastöriseringen för lokaluppvärmning. Eftersom alla de studerade bryggerierna är projekterade och byggda före energikrisen har dock någon större vikt ej lagts vid energibesparande åtgärder.

Efter användning fördelar sig den använda processenergin på avloppsflöde resp flöde till atmosfären. För bryggerinäringen är andelarna 65 % i avloppsflödet och 35 % i frånluftsflödet. Temperaturen på de olika

avloppsflödena varierar mellan 20 och 70°C.

Tillverkningen av maltdrycker kan delas upp i två steg i bryggning och tappning. Drifttiderna för dessa båda varierar inbördes men som regel sker bryggningen under 3-skift medan tappning drivs med 2-skift. Vid framtagning av branschens varaktighetsdiagram delas därför processuppvärmningsandelen upp på bryggning och tappning-lagring.

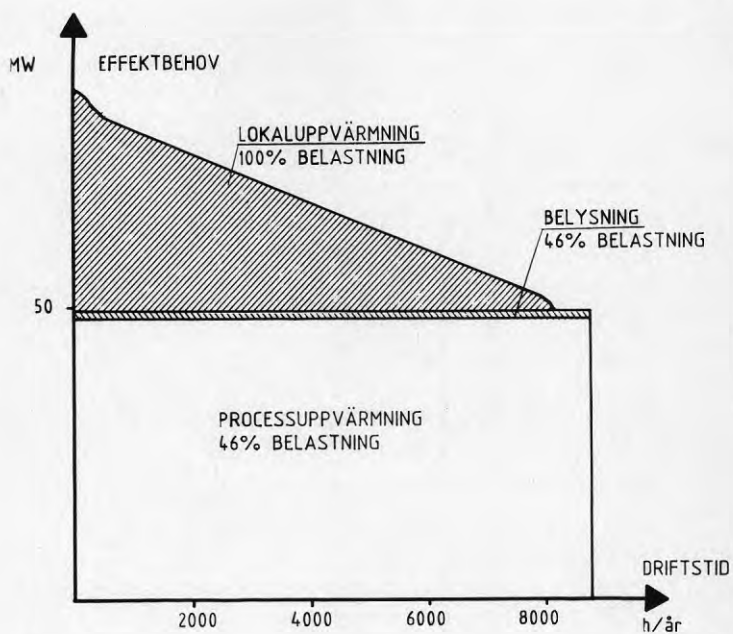
Bryggningen sker intermittent med förloppet "bryggning-rengöring-bryggning" vilket har till följd att, av den totala drifttiden, endast 2/3 utnyttjas för bryggning. Den effektiva drifttiden motsvarar därför samma som för tappningen dvs ca 4000 h/år. Medeleffekt för processen blir då 49 MW.

För att ta fram den dimensionerande lokaluppvärmningseffekten antas uppvärmning till 20°C vid en årlig medeltemperatur på 7°C och en dimensionerande utetemperatur på -16°C. Uppvärmningen ske kontinuerligt. Detta ger en dimensionerande värmeeffekt på 38 MW för hela branschen.

Lokalerna värms dessutom av belysningen som har en effekt av 1,2 MW. Detta ger en total tillförd värmemängd på 4,8 GWh/år om samma drifttid som processens antas.

För branschen som helhet resulterar detta i ett effektbehov och en energianvändning enligt nedan (se även varaktighetsdiagram figur 3.7).

Processen:	Drifttid:	4000 h/år
	P _{medel} :	48 MW
	Q:	192 GWh
Belysning:	Drifttid:	4000 h/år
	P _{medel} :	1,2 MW
	Q:	4,8 GWh
Lokaluppvärmning:	Drifttid:	8100 h/år
	P _{dim} (TA+AA):	38 MW
	P _{dim} (radiatorer):	3,7 MW
	Q:	121 GWh



3.7 Varaktighetsdiagram för maltdrycksindustrin

3.8 Textilindustrin

Textilindustrin i Sverige består av ett hundratal företag, och är en mycket heterogen industrigrupp med avseende på produktion, teknik och anläggningsstatus.

Detta medför att praktiskt taget varje fabrik har sin unika profil med avseende på energibalansen. Det är därför ofta lämpligt att sortera energibalanserna processtekniskt istället för företagsmässigt.

Textilindustrin består av följande delbranscher enligt SNI (Svensk Standard för näringsgrensindelning)

- Garn, vävnads- och textilberedningsverk
- Trikåvaruindustrin
- Bindgarn- och tågvirkesindustri
- Mattindustri
- Övrig textilindustri

Av textilindustrins totala energianvändning svarar textilberedningsverken för 65 %. Regionalt är textilindustrin centrerad kring Älvsborgs län. Antalet anställda var 1980 ca 20 000 fördelade på 331 arbetsställen. Av dessa sysselsätter beredningsverken närmare hälften och är därmed den största delbranschen.

För att belysa textilindustrins energibehov för lokaluppvärmning har ett textilberedningsverks energibalans upprättats som redovisas i bilaga 10 (Johansson, T).

Balansen visar att totala energianvändningen är 61,5 GWh/år. Av detta är ca 58 GWh/år oljeenergi och 3,5 GWh/år elenergi.

Rökgasförluster i pannanläggningarna är 8,7 GWh/år och motsvarar en pannverkningsgrad på 85 %.

Det verkliga energibehovet för anläggningen blir därmed, $58 - 8,7 + 3,5 = 52,8$ GWh/år.

Lokalerna tillförs värme både genom hetvatten och ånga.

I fabrikslokalerna krävs endast ett visst värmetillskott under eldningssäsongen. Detta tillskott fås via aerotemperar. Övriga lokaler såsom förråd, lager o d värms i huvudsak med ånga men även el-radiatorer förekommer.

Energianvändningen för lokaluppvärmning är enligt diagrammet 10 GWh/år.

Denna energimängd fås till största delen genom primärvärme. Dock finns en avdelning (manchester), där återvinning förekommer. Den återvunna energimängden beräknas till ett par procent av totala energianvändningen.

Av elenergin används 0,33 GWh/år för belysning.

Processens verkliga energibehov blir då, $52,8 - 10 - 0,33 = 42,47$ GWh/år.

Fördelning mellan processvärme och lokalvärme förhåller sig procentuellt som 20 % för lokaluppvärmning samt 80 % för processvärme.

Energien som tillförs processen delas upp så att 70 % förs till atmosfären och 30 % förs till avloppet.

Drifttiden pågår kontinuerligt under hela året med undantag av 5 veckors semester. Antalet drifttimmar beräknas till 5400 h/år.

Lokalerna antas uppvärmas under den tid på året då utetemperaturen understiger $+11^{\circ}\text{C}$.

Enligt statistiskt material för 1980 använde textilbranschen energi motsvarande 1158 GWh/år. Av detta var 249 GWh/år elenergi. Med en pannverkningsgrad på 85 % blir verkliga energibehovet $(1158 - 249) \times 0,85 + 249 = 1021$ GWh/år.

Det totala energibehovet fördelar sig procentuellt mellan lokal- resp processuppvärmning så att 20 % (inkl belysning) går till lokaluppvärmning och 80 % till processuppvärmning.

För lokaluppvärmning används i huvudsak primärvärme men även sekundärvärme förekommer. Fördelningen är ca 95 % primär- och 5 % sekundärvärme och som primärvärme används $1021 \times 0,18 = 183,5$ GWh/år.

För belysning används elenergi motsvarande 9,5 % av totala elenergiebehovet, vilket totalt blir $249 \times 0,095 = 23,5$ GWh/år.

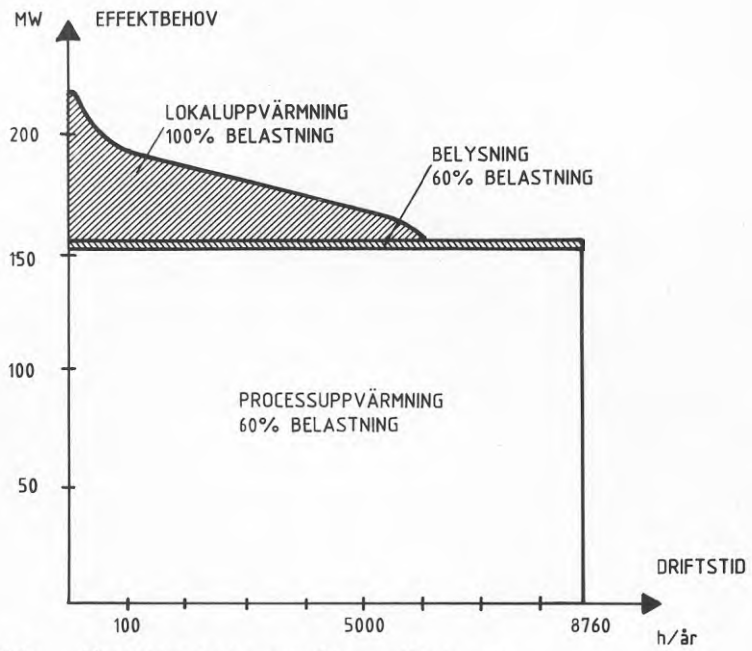
För processen blir verkliga energianvändningen därmed: $1021 - 183,5 - 23,5 = 814$ GWh/år.

Energien som primärt tillförs processen fördelas så att 70 % förs till atmosfären och 30 % förs till avlopp.

Resterande mängd antas återvinnas och återförs till pannanläggningen.

Varaktighetsdiagrammet som återfinns i figur 3.8 baseras på följande siffror:

Processuppvärmning:	Energimängd:	$1021 \times 0,8 = 814$ GWh/år
	Drifttid:	225 dygn (12 h/dygn) = 5400 h/år
	P_m :	151 MW
Belysning:	Energimängd:	$249 \times 0,095 = 23,5$ GWh/år
	Drifttid:	5400 h/år
	P_m :	4,4 MW
Lokaluppvärmning:	Energimängd:	$1021 \times 0,18 = 183,5$ GWh/år
	Drifttid:	ca 6000 h/år, dvs under den tid på året då temperaturen understiger $+11^{\circ}\text{C}$
	P_m :	63 MW



Figur 3.8 Varaktighetsdiagram för textilindustrin

3.9 Sågverks- och hyvleriindustrin

I sågverken barkas, sågas och i vissa fall hyvlas virket. Råvaran, stockar, barkas med hjälp av framförallt rotormaskiner. Barken används sedan, åtminstone i vissa fall, som bränsle. Det barkade virket sågas. Spillet från sågningen huggs till flis, av vilket huvuddelen säljs vidare till framförallt massa- och pappersindustrin. Sågsplånet som bildas vid sågningen används dels som bränsle, dels säljs det vidare till övrig industri. Det sågade virket torkas sedan, antingen på brädgårdar eller i virkestorkar. De större sågverken torkar allt sitt virke i torkanläggningar av något slag, mer än 2/3 av virket torkas på detta sätt. Viss del av det sågade virket vidareförädlas genom hyvling, ofta i samband med sågverket.

Sågverken är i regel relativt små vad avser antalet anställda, under 500 st. Totalt sysselsattes, enligt statistiskt material, ca 22 500 personer inom industrigrenen 1980. Av dessa var mer än 50 % sysselsatta i företag med mellan 20 och 99 anställda. Under perioden 1976-1980 skedde en betydande minskning av antalet arbetsställen, 150 st. Dessa nedläggningar har framförallt drabbat de mindre och medelstora verken med under 100 anställda. Geografiskt är sågverksindustrin relativt jämt fördelad över landet, dock finns de största anläggningarna i norra Sverige.

Den andel av produktionskostnaderna som inköpt energi utgör är relativt liten för sågverksindustrin jämfört med tillverkningsindustri i övrigt, 2,5 respektive 4,0 % av saluvärdet. Detta är dock inte hela sanningen eftersom branschen utnyttjar mycket eget bränsle, vilket inte kommer med i den officiella statistiken.

Det egna bränslet är svårt att ekonomiskt värdera. Ofta värderas det väldigt lågt av företagen, vilket kan utgöra ett hinder vid genomförandet av i och för sig lönsamma energisparåtgärder (Stridsberg, 1982).

Två sågverk - hyvlerier har inventerats, ett mindre med ca 20 anställda och ett större med ca 70 anställda.

Den större enheten, belägen i södra Östergötland, är ett storleksmässigt mycket typiskt svenskt sågverk, som dock är större än vad som är normalt i denna region. Man har ett energibehov efter pannförluster o d på 35,4 GWh/år (Värmepumpar inom industrin).

Av denna energimängd är omkring 6,6 GWh/år elenergi och resten, 28,8 GWh/år, ånga som levereras från en ångcentral vilken försörjer även andra fabriker. Anläggningens Sankeydiagram visas i bilaga 11. Huvuddelen av energin används för processändamål, endast 4,7 GWh/år, eller 13 %, går till lokaluppvärmning och belysning.

Den värmeenergi som tillförs processen används i stort sett uteslutande för den mycket energikrävande virkestorkningen. I övrigt förbrukar processerna endast elenergi för motordrift o d. Energin som används för processändamål bortförs helt och hållet till atmosfären.

Den lokaluppvärmning som förekommer är kontinuerlig och utnyttjar uteslutande primärvärme. Uppvärmningen sker dels med radiatorer dels med luftvärmare av typ aerotemper o d. Lokalerna inom ett sågverk är ofta otäta och har stora öppningar i väggarna för in- och uttransport av virke. Därför har man en mycket stor ofrivillig ventilation. Detta gör att det är svårt att hålla ett bra klimat i lokalerna.

Driften försiggår i princip dagtid med undantag för virkestorkningen som har konstant värmebehov över dygnet.

Det mindre företaget, lokaliserat till Småland, använder 5,5 GWh/år. Av detta är 1,2 GWh/år el och resten, 2,3 GWh/år, träbränslen.

Träbränslet eldas i hetvattenpannor med rökgasförluster på 0,5 GWh/år. Man får därmed ett totalt energibehov av 5,0 GWh/år.

Även vid detta företag förbrukas den största energimängden av processen, 81 %. Lokaluppvärmning och belysning förbrukar 0,96 GWh/år vilket motsvarar 19 %.

Den energi som tillförs processen bortförs till största delen till atmosfären, endast 0,1 GWh/år förs till avlopp.

Uppvärmningssystemet arbetar kontinuerligt och utnyttjar enbart primärvärme.

Samma drifttider som för den större industrin gäller här.

Sankeydiagrammet för denna industri presenteras i bilaga 12.

Hela branschens energianvändning är sammansatt av dels inköpt energi, dels egen sådan. Att ta reda på hur mycket energi man köper in är inga större svårigheter medan den egna är mera problematisk att kartlägga.

Enligt uppgifter i energisparhandbok för trävaruindustrin (energispårhandbok för trävaruindustrin, 1982) använde branschen eget träbränsle motsvarande ca 2980 GWh/år. Den inköpta energin motsvarar 1866 GWh/år enligt statistiskt material för 1980.

Totala energianvändningen för branschen blir därmed ungefär 4850 GWh/år. Av detta var 830 GWh/år elenergi och ca 4020 GWh/år bränslen. Om man tar hänsyn till pannförluster fås ett energibehov på 4290 GWh/år.

Baserat på ovanstående inventeringar kan man fördela branschens energianvändning på lokal- respektive processuppvärmning. Resultatet blir att lokaluppvärmningen tar 643 GWh/år eller 15 %, och processuppvärmningen 3647 GWh/år, eller 85 %.

Lokaluppvärmningssystemet utnyttjar uteslutande primärvärme.

Den energi som förs till processen bortförs så att 99 % förs till atmosfären och 1 % förs till avlopp.

Oftast är driften vid företagen förlagd till enbart dagtid vilket ger en drifttid på ca 1880 h/år. Undantaget är virkestorkningen som måste drivas kontinuerligt. Om man antar kontinuerlig drift med uppehåll för semestrar och vissa driftstörningar fås en ungefärlig drifttid på 7500 h/år för denna.

Lokaluppvärmningen sker kontinuerligt. På grundval av ovanstående har ett varaktighetsdiagram, figur 3.9, gjorts upp för branschen. Detta baserar sig på följande siffror:

Processuppvärmning: Virkestorkning.
Total energimängd $Q = 2735$ GWh/år
Drifttid ca 7500 h/år vilket ger $P_m = 365$ MW.

Övrig process.

Total energimängd $Q = 912$ GWh/år

Drifttid ca 1880 h/år vilket ger $P_m = 485$ MW.

Belysning:

Total energimängd $Q = 82$ GWh/år.

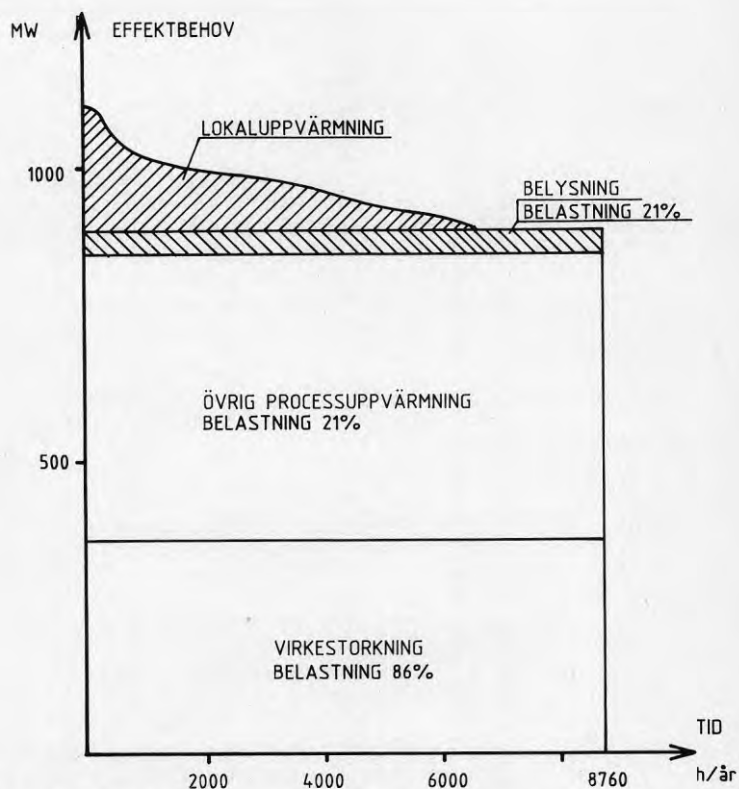
Samma drifttid som "övrig process" dvs ca 1880 h/år vilket ger $P_{med} = 43,5$ MW.

Lokaluppvärmning:

Total energimängd $Q = 561$ GWh/år.

Ett rimligt antagande är att lokalerna värms till $+17^{\circ}\text{C}$ då utetemperaturen understiger $+11^{\circ}\text{C}$. Årsmedeltemperaturen kan antas till $+5,0^{\circ}\text{C}$ vilket motsvarar mellansverige. Dimensionerande utetemperatur sätts till -22°C . Med ovanstående förutsättningar fås:

Drifttid 6080 h/år och $P_{dim} = 212$ MW.



Figur 3.9 Varaktighetsdiagram för Sägerverks- och hyvleriindustrin

3.10 Spånskiveindustrin

Spånsketillverkning sker på ett flertal olika platser i landet. Tillverkningen tillgår så att träspån torkas och det torra spånet sedan blandas med ett bindemedel och pressas vid hög temperatur och högt tryck. Från pressningen går sedan skivorna vidare till efterbehandling vilket innebär ett kort eftertorkningsförlopp med påföljande tillkapning och putsning. Den färdiga produkten går sedan ut till lagring och vidaretransport till förbrukare eller grossister. Spånskivor används främst inom byggnadsindustrin till väggkonstruktioner och branschen är därför relativt känslig för variationer inom byggbranschen.

Branschen sysselsatte 1980 1650 anställda men denna siffra har minskat under de sista åren, dels på grund av rationaliseringar inom industrin och dels på grund av nedläggning av 3 industrier de sista 3 åren. Företagen inom branschen uppvisar en mycket homogen storleksfördelning, vilket medför att undersökningar vid ett fåtal företag kan anses vara signifikanta för branschen som helhet. De flesta företag har mellan 50-200 anställda och är belägna nära råvaran dvs i mellan- och nordsverige.

På grund av att spånsketillverkningen inkluderar det energikrävande torkningssteget har branschen ett betydligt högre energibehov än trävaruindustrin i allmänhet. För trävaruindustrin är normalt 2,4 % av saluvärdet kostnader för energi. För spånplattindustrin ligger denna siffra på hela 10,3 %. Branschen är därför speciellt intressant ur energisparsynpunkt eftersom stora delar av använd energi skulle gå att återvinna.

Spånskiveindustrin i Sverige omfattar 11 st fabriker som drivs av 4 olika ägare. Antalet fabriker har de senaste åren minskats på grund av den allmänna nedgången inom byggbranschen och produktionen låg 1981 på 1,1 milj m^3 spånplattor dvs en genomsnittlig produktion på 100 000 m^3 /fabrik,år. Tillverkningsprocessen är i stort sett den samma vid alla fabriker vilket förenklar ett framtagande av energischema för branschen. Branschens totala bränsle- och energibehov framgår av nedanstående tabell.

Bränslekonsumtion under 1980

Träbränsle:	13 808	m^3		
Propan, butan:	55	ton		
Bensin:	77	m^3		
Diesel:	886	m^3	493,8 GWh bränsle	(69 %)
Eo1:	2 682	m^3	222,4 GWh el	(31 %)
Eo4:	30 842	m^3	716,2 GWh/år	(100 %)
Eo5:	10 971	m^3		
El:	222 412	MWh		

dvs en oljeförbrukning på 41 l/ m^3 färdig spånskiva och en elförbrukning på 202 kWh/ m^3 färdig spånskiva.

Största delen av tillförd energi går åt till torkning av ingående spån från 55 % till 2 % fukt. Övriga värmebehov (t ex i spånpressar och för lokaluppvärmning) är av mindre omfattning.

El används främst för råvaru- och produkthantering samt en liten del för belyningsändamål.

På grund av företagens likartade utseende inom branschen är även andelen lokaluppvärmning relativt konstant. Som ett representativt exempel på spånskiveindustri redovisas här resultaten från en energiinven-

tering vid en spånskivefabrik i Värmland. (se Sankeydiagram, bilaga 13)
(Värmepumpar inom industrin)

Detta företag har en energianvändning av 58,4 GWh/år fördelat på 83 % bränsle och 17 % el. Av dessa 58,4 GWh/år går 3,2 förlorade genom rökgasförluster från värmevatten- och hetoljepannor. Av de återstående går 4,3 GWh/år (8 %) till lokaluppvärmning och belysning och 50,9 (92 %) GWh/år till processuppvärmning.

De stora energianvändarna inom processen är spåntorkarna som ensamma står för ca 70 % av processenergianvändningen. Resterande 30 % går till pressningsprocessen och hantering av råvaror och färdiga produkter.

Den totala fördelningen av energin framgår av nedanstående tabell:

Spåntorkar	61 %
Spånskivepressar	9 %
Lokalvärme	6 %
Rökgasförluster för värmevatten- och hetoljepannor	6 %
Motorer för råvaru- och produkthantering	11 %
Plattefterbehandling	4 %
Belysning	2 %
Transporter	1 %
	<u>100 %</u>

För branschen som helhet blir det totala energibehovet 675 GWh/år. Av detta används 92 % eller 624 GWh/år för processuppvärmning och 8 % eller 51 GWh/år för belysning och lokaluppvärmning.

I stort sett all processenergi tillförs atmosfären via t ex torkar. En ytterst liten del avgår i avloppet via varmvattenflöden.

Lokaluppvärmningen sker till största delen med tilluft- och återluftaggregat men även, främst i kontors- och personalutrymmen, med hjälp av radiatorer. Ca 9 % av uppvärmningen sker med radiatorer.

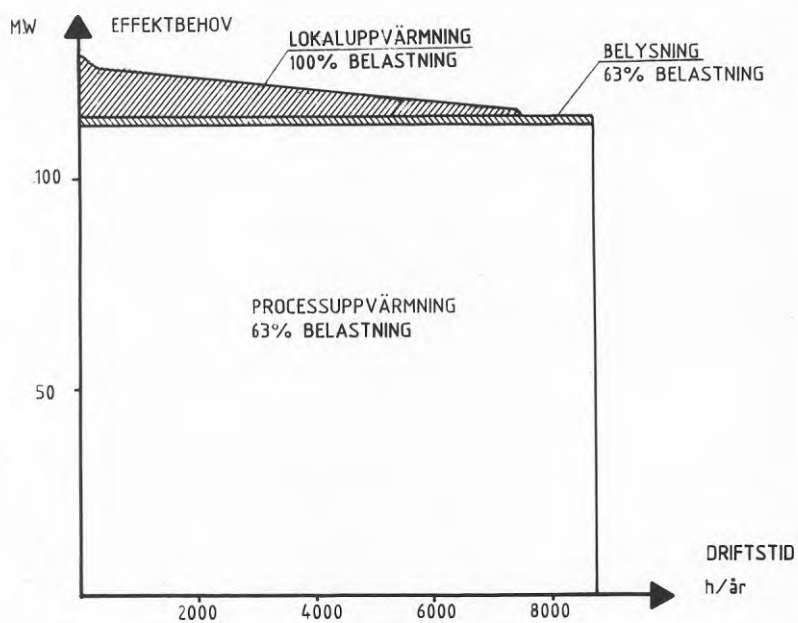
Radiatorerna antas arbeta kontinuerligt under den tid då utetemperaturer understiger 17°C. Under denna tid värms luften till 20°C.

Tilluftsggregaten värmer luften till 17°C under den tid då utetemperaturer understiger detta värde. Eftersom huvuddelen av spånskiveindustrin är förlagd till mellan- och nordsverige antas årsmedeltemperaturen 4°C vilket ger en drifttid för radiatorer och tilluftaggregat på 7500 h/år.

Processen drivs med treskift, 5 dagar i veckan, 46 veckor om året varför drifttiden är 5520 h/år. Belysningen antas vara tänd under samma tid som processen körs. Detta ger följande effektbehov.

Processen	Drifttid:	5520 h/år
	P _{medel} :	113 MW
	Q:	624 GWh
Belysning	Drifttid:	5520 h/år
	P _{medel} :	2 MW
	Q:	11,0 GWh
Lokaluppvärmning:	Drifttid:	7600 h/år
	P _{dim} (TA+A):	13,9 MW
	P _{dim} (radiatorer):	1,3 MW
	Q _{tot} :	40,3 GWh

Varaktighetsdiagrammet för branschen får följande utseende.



Figur 3.10 Varaktighetsdiagram för spånskiveindustrin

3.11 Byggnadssnickeriindustrin

Inom byggnadssnickeriindustrin tillverkas byggnads- och inredningssnickerier, som t ex fönster och dörrar. Dessa produkter tillverkas framför allt av sågade trävaror och i viss mån spånplattor o d. De sågade trävarorna används vid sk färdigtorkat tillstånd, dvs 5-14 % fuktkvot. Efter sammansättning av produkterna målas eller lackeras de i regel, vilket kräver torkning i någon form av ugn. Torkprocesserna är relativt energikrävande.

Övriga energikrävande enheter som ofta förekommer i anläggningar inom branschen är olika former av pressar för pålimning av fanér e d.

Virkestorkningen försiggår antingen inom den egna anläggningen då man torkar från skeppningstorr till färdigtorkat dvs från en fuktkvot på 11-22 % till 5-14 % eller så köper man in färdigtorkat virke från sågverk. Utvecklingen går dock mot att man mer och mer köper färdigtorkat virke.

Branschen domineras i hög grad av små och medelstora industrier. Över 60 % av de anställda arbetar i de 95 % av arbetsställena som har under 100 anställda. Sysselsättningen inom branschen har gått ned kraftigt under senare år. Mellan 1976 och 1980 minskade antalet anställda med knappt 14 % och antalet arbetsställen med drygt 22 %.

Energikostnadernas andel av saluvärdet är låg om man jämför med tillverkningsindustrin totalt. Detta är dock för denna bransch något missvisande då man i relativt hög grad utnyttjar egna bränslen, i form av träavfall som t ex flis eller sågspån. På samma sätt som för t ex sågverksindustrin är det egna bränslet svårt att värdera, vilket, om man värderar det för lågt, kan ställa till med problem vid bedömning och genomförande av energisparåtgärder.

En energiinventering har gjorts på ett relativt stort byggnadssnickeriföretag där man framförallt tillverkar dörrar. Resultatet av denna visas som ett Sankeydiagram i bilaga 14.

Företagets totala energianvändning är 39,8 GWh/år vilken fördelas på 11,6 GWh/år elenergi samt 28,2 GWh/år bränslen. Bränslet, som består av 1,5 GWh/år eldningsolja och 26,7 GWh/år flis, omvandlas till ånga i två ångpannor. Dessa bedöms ha en verkningsgrad på ca 85 % vilket ger ett totalt energibehov för fabriken om 35,6 GWh/år.

Den tillförda energin utnyttjas så att 17,3 GWh/år används för lokaluppvärmning och resterande 18,3 GWh/år utnyttjas för processändamål. Den energi som används för processen bortförs från anläggningen på så sätt att ca 16,5 GWh/år förs till atmosfären och ca 1,8 GWh/år förs till avlopp.

Lokaluppvärmningssystemet arbetar huvudsakligen med primärenergi, undantag är ca 0,5 GWh/år som återvinns ur frånluften från en lacktork. I övrigt sker uppvärmningen, utom i vissa kontorslokaler, genom normala tilluftaggregat eller "aerotemperar".

Ventilationssystemet arbetar, framförallt p g a den stora mängd punktugsug man tvingas ha vid dammande maskiner, med stora frånluftmängder. En viss del av den utsugna luftmängden återförs efter rening till lokalen. Trots detta har man problem att balansera till- och frånluften, och får undertryck i vissa lokaler.

Produktionen inom anläggningen bedrivs huvudsakligen i tvåskift vilket ger en drifttid på ca 4080 h/år.

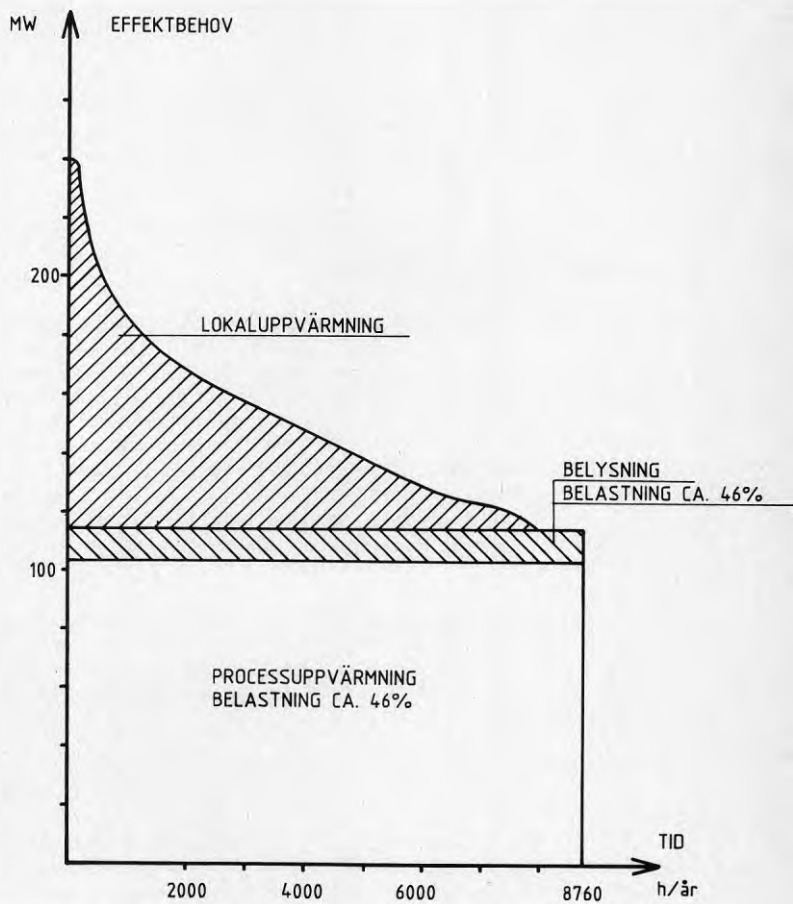
Ett kort besök har gjorts vid en annan byggnadssnickerifirma vilken framförallt tillverkar inredningssnickerier. Vad som framkom vid detta besök överensstämmer i stora drag med det som beskrivits ovan. Dock har man ett något lägre energibehov för lokaluppvärmning och belysning, ungefär 38 %.

Då man använder relativt mycket egna bränslen inom branschen är det svårt att exakt ange den totala energianvändningen. Enligt statistiskt material för 1980 köpte branschen totalt in energi motsvarande 276 GWh/år. Av denna var 126 GWh/år elenergi och 150 GWh/år bränslen. Det egna bränslet uppges i energisparhandbok för trävaruindustrin (Energisparhandbok för trävaruindustrin 1982) motsvara ungefär 568 GWh/år. Om man tar hänsyn till pannförlusten o d fås då ett totalt energibehov för branschen på ca 753 GWh/år. Ovanstående fördelning av bränslet på inköpt och eget stämmer även väl överens med vad som framkommit vid inventeringen.

Energibehovet fördelar sig så att 340 GWh/år, eller 45 %, används för lokaluppvärmning och 413 GWh/år, eller 55 %, utnyttjas i processen. Uppvärmningssystemet utnyttjar till 95 % primärvärme. Bortförslenn av processenergin sker så att 90 % förs till atmosfär och 10 % till avlopp.

På grundval av ovanstående har ett varaktighetsdiagram upprättats för branschen, figur 3.11, vilket baserar sig på följande siffror:

- Processuppvärmning: Total energimängd $Q = 413$ GWh/år.
Drifftid ca 4000 h/år vilket ger $P_m = 103$ MW.
- Belysning: Total energimängd $Q = 45$ GWh/år.
Drifftiden är samma som för processen dvs ca 4000 h/år vilket ger $P_{med} = 11$ MW.
- Lokaluppvärmning: Total energimängd $Q = 294$ GWh/år.
Ventilation: $Q = 283$ GWh/år.
Under produktionstid värmer man luften till ca 20°C , övrig tid förekommer dock ofta nattsänkning. Årsmedeltemperaturen kan antas till $+6,5^{\circ}\text{C}$.
Drifftiden blir ca 8000 h/år.
 $P_{dim} = 122$ MW.
Radiatorer: $Q = 11$ GWh/år. Uppvärmning sker till $+17^{\circ}\text{C}$ då utetemperaturen överstiger $+11^{\circ}\text{C}$.
Med ovannämnda årsmedeltemperatur fås $P_{dim} = 5$ MW och drifftiden 5680 h/år.



3.11 Varaktighetsdiagram för byggnadssnickeriindustrin

3.12 Trämöbelindustrin

Trämöbelindustrin i Sverige omfattar industrier med tillverkning av stoppade möbler respektive ostoppade trämöbler samt annan trämöbelvaruindustri.

Branschen består av knappt 400 olika anläggningar och sysselsätter ca 15 000 personer. Ungefär 3/4 av anläggningarna tillverkar främst ostoppade trämöbler. Dessa sysselsätter ca 2/3 av det totala antalet sysselsatta inom branschen. En stor del av trämöbelindustrins anläggningar är lokaliserade till Småland.

En "typisk trämöbelindustri" omfattar tillverkningslokaler med t ex enheter för sågning, limning och ytbehandling, lagerlokaler, utställningshall samt kontorslokaler. I vissa fall kompletteras industrin med virkestorkar för eftertorkning av virke.

Som exempel på en trämöbelindustri gjordes en energiinventering vid en industri för tillverkning av möbler i trä och spånskivor. Sankeydiagrammet för industrin visas i bilaga 15.

Trämöbelfabrikens energianvändning av bränsle är ungefärlig eftersom man till stor del eldar med inköpt bark och eget spill. Olja används endast i undantagsfall, t ex då matningen av fastbränsle till pannan havererar eller vid brist på fast bränsle. De framtagna värdena på bränsleförbrukningen vid anläggningen baserar sig dels på inköpt mängd bark och olja samt uppskattad mängd eget spill, dels på oljebehovet vid de tillfällen då fastbränsleeldningen ej är i drift. Detta ger att trämöbelfabrikens bränsleenergianvändning är 6 GWh/år. Verkningsgraden i pannan är ca 75 % vilket ger ett bränsleenergiebehov på 4,5 GWh/år. Elenergiebehovet är 1,2 GWh/år. Fabriken totala energibehov är därmed 5,7 GWh/år.

Bränsleenergin används till stor del för lokaluppvärmning. Endast 2 % eller ca 0,1 GWh/år används i två virkestorkar. Torkarna är i drift ca 90 h/år vardera och varje tork har ett värmeeffektbehov på 600 kW. Den korta drifttiden beror på att endast en liten del av virket som används ej är färdigtorkat.

Energianvändningen för lokaluppvärmning är högre under produktionstid eftersom man då har kraftig ventilation kring vissa processenheter såsom sprutboxar och sågar. Det totala energibehovet för lokaluppvärmning är 4,4 GWh/år. Av dessa används 3,8 GWh/år för kontinuerlig uppvärmning medan resterande 0,6 GWh/år tillförs under produktionstid. I båda fallen sker uppvärmning under den tid på året då utetemperaturen understiger 11°C, vilket är en ovanligt låg temperatur att avbryta uppvärmningen vid med tanke på den forcerade ventilationsluften under produktionstid. Drifttiden är för de kontinuerliga aggregaten 5600 h/år och för de processanknutna aggregaten 1150 h/år. Man värmer lokalerna till 18°C. Det finns inte någon återvinning av primärvärme.

Elenergi används för belysning, lokaluppvärmning och för processen. Belysningen använder 0,1 GWh/år under produktionstiden 1800 h/år. Till lokaluppvärmningen hänförs de 0,3 GWh/år som används för drift av pannan kontinuerligt under 5600 h/år. Resterande 0,8 GWh/år används för drift av diverse motorer i processen.

Intervjuer med ett 15-tal trämöbeltillverkare visar att de flesta trämöbelindustrier använder all sin bränsleenergi för lokaluppvärmning. Bränslet är till stora delar eget spill. Elenergi används för belysning och framför allt för processens maskiner.

Enligt statistiskt material för 1980 använde trämöbelbranschen totalt 450 GWh/år. Av detta var 63 % bränsleenergi och 37 % elenergi. Den verkliga användningen av bränsleenergi är dock större än den statistiskt redovisade, eftersom statistiken endast omfattar inköpt bränsle och därmed ej tar hänsyn till användningen av eget spill. Intervjun med olika trämöbeltillverkare visade att fördelningen är i storleksordningen 80 % använt bränsle och 20 % använd el av total energianvändning. Den totala energianvändningen för branschen blir då 825 GWh/år där elenergin är samma mängd som den som redovisas i statistiken, nämligen 165 GWh/år, medan bränsleenergin står för 660 GWh/år. Verkningsgraden i bränslepannor inom trämöbelindustrin är i genomsnitt ca 75 %. Ur detta fås att branschens totala energibehov är $165 + 495 = 660$ GWh/år.

Vid trämöbelindustrin som inventerats används 33 % av all elenergi och 98 % all värmeenergi för att värma lokalerna. Dessa siffror har visat sig vara tämligen representativa för branschen. Hur mycket av den totala värmeenergin som används för lokaluppvärmning varierar dock beroende på om industrin har virkestorkar som utnyttjar värmeenergi. Medelvärde för branschen ligger något lägre än 98 % som gäller för den inventerade industrin. För branschen som helhet används 35 % av elenergiebehovet och 90 % av värmeenergiebehovet för lokaluppvärmning, medan övrigt energibehov är för processuppvärmning, 3 % av det totala behovet för lokaluppvärmning används för belysning.

Behovet av primärenergi fördelar sig så att 76 % används för lokaluppvärmning och resterande 24 % används för processuppvärmning.

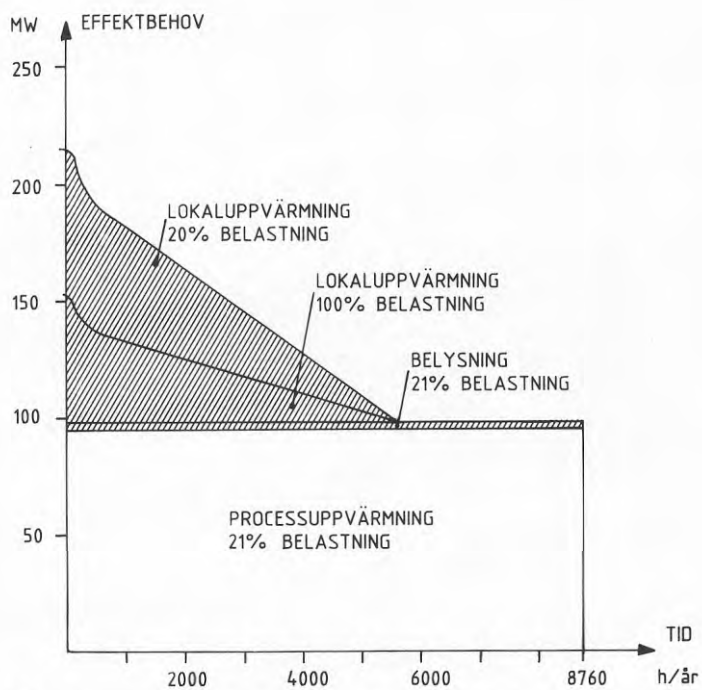
Uppvärmningssystemen inom trämöbelindustrin omfattar främst aerotemperar, tillufts- och återluftsaggregat. Radiatorer svarar endast för en liten del av uppvärmningen. Man finner dem främst i kontors- och utställningslokaler.

Uppvärmningssystemen använder i några fall sekundärvärme från frånluften. För branschen gäller att värmen till uppvärmningssystemen består till 90 % av primärvärme och till resterande 10 % av återvunnen värme.

Energi som primärt används för processuppvärmning förs endast till atmosfären.

Varaktighetsdiagrammet för trämöbelindustrin i figur 3.12 baserar sig på följande siffror:

Processuppvärmning:	Totalt används 158 GWh/år Effektbehovet $P_m = 88$ MW Drifttiden är dagtid, dvs 1800 h/år
Belysning:	Totalt används 15 GWh/år Effektbehovet $P_m = 8$ MW Drifttiden är dagtid, 1800 h/år
Lokaluppvärmning:	Totalt används 487 GWh/år Dimensionerande effekten $P_{dim} = 132$ MW varav 43 % eller 57 MW är dimensionerande Effekten för kontinuerlig uppvärmning och 57 % eller 75 MW är dimensionerande effekten för uppvärmning under produktionstid. Drifttiderna är 5600 h/år respektive 1150 h/år.



Figur 3.12 Varaktighetsdiagram för trämebelindustrin

3.13 Massa-pappersindustrin

Massa-pappersindustrin är en av de största branscherna inom näringslivet.

Antalet anställda uppgick 1980 enligt statistiskt material till 49 325 personer fördelade på 103 arbetsställen.

Energianvändningen för branschen hör också till de högsta inom näringslivet. Energianvändningen mellan olika fabriker varierar, då flera anläggningar har integrerad massa- och pappersframställning.

När det gäller energianvändningen för lokaluppvärmning är denna ganska liten och ointressant, på grund av att uppvärmningen i stor grad sker genom återvunnen värme. De energiutredningar som gjorts behandlas till största delen processen.

Ett problem är komforten i produktionslokalerna. För att få något så när drägliga förhållanden tvingas man under sommartid att blåsa in ganska mycket luft som då är undertempererad. Oftast blir det denna luftmängd som blir dimensionerande, vilket kan skapa problem under uppvärmningsperioden. För att inte få dragproblem tvingas man öka inblåsningstemperaturen, vilket gör att uppvärmningsenergin ökar.

För att belysa energianvändningen för lokaluppvärmning har en noggrann energiinventering studerats (Fors, Nord 1980).

Bruket är ett s k integrerat bruk med massa- och pappersframställning.

Mätningarna har utförts under två månader, januari och juli.

Sankeydiagrammet som redovisas i bilaga 16 anges i sorten kWh/ton massa och gäller för januari månad 1979.

Enligt Sankeydiagrammet framgår att den tillförda energin för januari månad uppgår till 8328 kWh/ton massa. Bruket producerar 265 000 ton kraftliner/år.

Eftersom skillnaden i energianvändning mellan januari och juli är ganska måttlig kan vi anta att energitillförseln för hela året blir $(8328 \times 26\,500 \times 10^{-3})$ 2207 GWh/år. Av denna energimängd utgör ca 197 GWh/år elenergi, 685 GWh/år oljeenergi samt resterande, 1325 GWh/år, energi i form av ved och bark.

Ångpannornas avgasförluster uppgår till ca 117 GWh/år, vilket medför en årsverkningsgrad på 83 %.

Det totala energibehovet blir då $197 + 1325 + 685 \times 0,83 = 2090$ GWh/år.

För lokaluppvärmning används ånga. Denna ånga produceras delvis i sodapannan enligt följande process.

Tjockluten från indunstningen blandas med ett nytillskott av natriumsulfat, för att ersätta kemikalieförluster, innan den sprutas in i sodapannan. Där förbränns de organiska substanser som frigjorts från veden i kokeriet. De kemikalier som följer med avgaserna (främst natriumsulfat) återfinns i elektrofiltret och tillförs tjockluten. Den alstrade värmen vid förbränningen utnyttjas för ångproduktion.

I mottrycksturbinen produceras en del elenergi. En förhållandevis stor andel (25 %) av ångflödet utnyttjas ej för elproduktion i turbinen utan tryckreduceras i ventiler. Den producerade elenergin utgör 31 % av brukets elenergiförbrukning.

Förlusterna för lokaluppvärmning utgörs i Sankeydiagrammet av bl a förluster från ångvärmda byggnader, uppvärmning av ventilationsluft samt övriga förluster, där transmissions- och ventilationsförluster finns.

Totalt energibehov för anläggningen uppgår till 2090 GWh/år. För lokaluppvärmning används 218 GWh/år, varav 20 GWh/år är belysningsenergi.

Företaget använder dessutom återvunnen värme för lokaluppvärmning motsvarande 162 GWh/år.

Uppvärmningssystemet använder alltså 360 GWh/år, varav primärvärmen utgör 55 % och sekundärvärmen 45 %.

Energibehovet för processen är $2090 - 218 = 1872$ GWh/år.

Av totala energibehovet utgör lokalvärmen ca 10 % och processvärmen 90 %.

Drifttiden för processen är ca 8300 h/år.

Av den tillförda energin avgår ca 30 % till avlopp och resterande till atmosfären.

Det är rimligt att antaga att lokalerna uppvärms då utetemperaturen understiger $+11^{\circ}\text{C}$. Det inventerade bruket är beläget i norra Sverige där medeltemperaturen är $+2^{\circ}\text{C}$, vilket innebär att uppvärmningstiden är ungefär 6900 h/år.

För branschens totala energianvändning har uppgifter hämtats dels från "Industri 1980" dels från "Energiförbrukning i Massa- och pappersindustri 1979". I "Industri 1980" anges branschens elenergianvändning samt dess totalt köpta bränsleenergi.

Elevergianvändningen är enligt "Industri 1980" nästan 45 % av totala energianvändningen.

Enligt "Energiförbr. i Massa- och pappersindustri 1979" är denna procentsats 20 %. I denna utredning tar man även hänsyn till interna bränslen i form av bark, ved och liknande. Man kan anta att denna procentsiffra gäller även för 1980 års energiförbrukning, vilket betyder att totala energianvändningen för 1980 bör vara ca 68 500 GWh/år, eftersom elenergianvändningen är 13 694 GWh/år.

Förlusterna i pannor beräknas till ungefär 17 % varför det totala energibehovet är $54\,806 \times 0,83 + 13\,694 = 59\,182$ GWh/år.

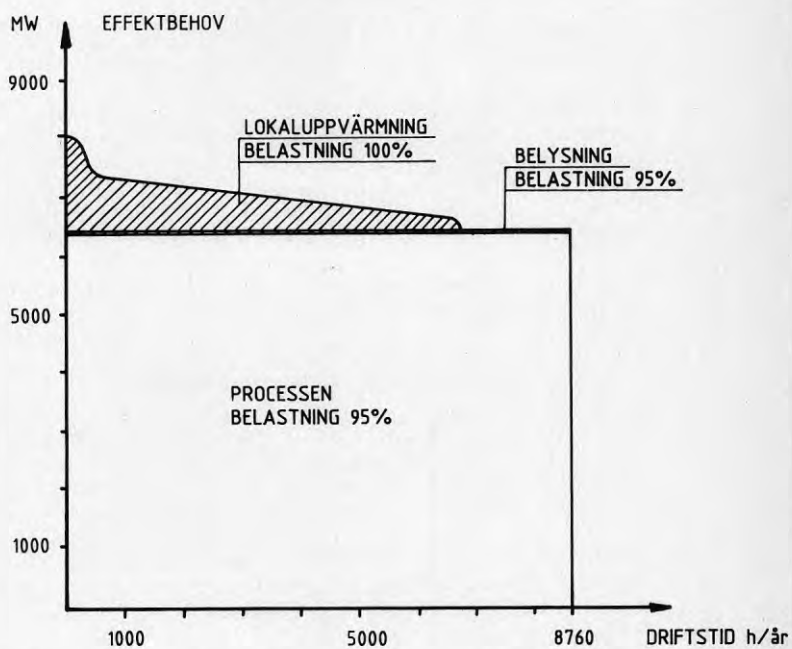
För lokaluppvärmning används primärvärme motsvarande 10 % eller 5 918 GWh/år. Av detta är ca 535 GWh/år belysningsenergi. Branschen använder dessutom sekundärvärme motsvarande 4400 GWh/år. Totalt används via uppvärmningssystem $5918 - 535 + 4400 = 9783$ GWh/år.

Andelen sekundärvärme utgör 45 % och primärvärme 55 %.

Energibehovet för processen är $59\,182 - 9783 = 49\,399$ GWh/år. Detta motsvarar 90 % av totala energibehovet. Drifttiden för processen är i genomsnitt 8300 h/år.

För att åskådliggöra energianvändningen har ett varaktighetsdiagram upprättats och baseras på följande siffror, se figur 3.13.

Processuppvärmning:	Energimängd	$0,90 \times 59182 = 53264$ GWh/år
	Drifttid	8300 h/år
	P_m	6417 MW
Belysning:	Energimängd	$0,009 \times 591182 = 535$ GWh/år
	Drifttid	8300 h/år
	P_m	64 MW
Lokaluppvärmning:	Energimängd	$0,091 \times 59182 = 5385$ GWh/år
	Drifttid	6900 h/år
	P_m	1580 MW



Figur 3.13 Varaktighetsdiagram för massa-pappersindustrin

3.14 Pappersvaruindustrin

Inom pappersvaruindustrin tar man hand om det färdiga pappersmaterialet från pappersbruken, för tillverkning av bl a förpackningsemballage av olika slag.

Till branschen hör också företag som enbart lagerför förpackningsemballage (grossister), dvs de har ingen tillverkningsprocess.

Branschen är inte speciellt stor. 1980 var 11 722 personer sysselsatta fördelade på 122 arbetsställen.

Enligt SNI ingår pappers- och pappförpackningsindustrin SNI-3412, samt övrig pappers- och pappvaruindustrin SNI-3419. Till dessa huvudgrupper hör en del underbranscher.

Till pappers- och pappförpackningsindustrin hör
- wellpappsindustrin och annan pappers- och pappförpackningsindustri

Till övrig pappers- och pappvaruindustri hör
- tapetindustrier och annan pappers- och pappvaruindustri

Den största enskilda homogena gruppen är wellpappindustrin, som sysselsätter ca 2900 personer (dvs 25 % av branschens anställda) fördelade på 20 arbetsställen.

Energimässigt är branschen ganska liten. Totalt sett används någontiondelns procent av hela näringslivets energianvändning.

Den mest energikrävande processen tillhör wellpappindustrin, som står för ca 30 % av branschens energianvändning.

För att tillverka wellpapp används tre olika skikt papper som limmas ihop. Detta sker under hög temperatur, ca 150°C.

Totalt sett är wellpappindustrin knappast representativ för hela pappersvaruindustrin på grund av dess förhållandevis höga energibehov för processuppvärmning. När det gäller lokaluppvärmning är troligen inte skillnaden så stor från de övriga delbranscherna.

För att närmare redovisa energianvändningen för lokaluppvärmning inom pappersvarubranchen har ett wellpappföretag studerats. Resultatet redovisas i ett Sankeydiagram, se bilaga 17.

Företaget är uppdelat i två avdelningar, ett som tillverkar wellpappemballage och ett som tillverkar frigolitemballage.

Totala energitillförseln för företaget uppgår till 19,29 GWh/år, varav elenergin utgör 3,35 GWh/år. Ångpannornas förluster uppgår till 2,39 GWh/år, vilket motsvarar en pannverkningsgrad på 85 %. Företagets verkliga energibehov blir då $19,29 - 3,35 = 15,94 \times 0,85 + 3,35 = 16,90$ GWh/år.

Den del som berör wellpapptillverkningen utgör 8,88 GWh/år vilket motsvarar 52 % av totala energianvändningen.

Av detta går 3,52 GWh/år till lokaluppvärmning. Lokalerna uppvärms med TA-aggregat och radiatorer. All uppvärmning sker via primärvärme. Fördelningen mellan lokal- och processuppvärmning förhåller sig som 39 % till lokaluppvärmning och 61 % till processuppvärmning. All tillförd energi avgår till atmosfären.

Drifttiden för processen är i genomsnitt 12 h/dag, 5 dagar i veckan, vilket blir ca 2800 h/år.

Företaget är beläget i södra Sverige där årsmedeltemperaturen är +8°C och uppvärmningstiden 5300 h/år.

Branschen använde 1980 energi motsvarande 597 GWh/år varav elenergi 202 GWh/år. Pannförlusterna beräknas till 15 %, varför det totala energibehovet är $395 \times 0,85 + 202 = 537$ GWh/år.

Uppvärmningen sker uteslutande med primärvärme.

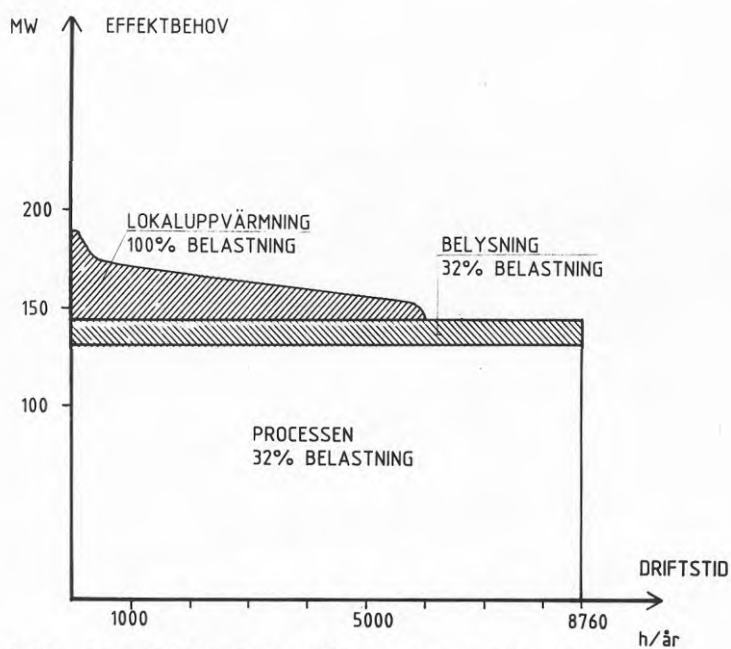
För belysning används energi motsvarande 19 % av all elenergi, vilket är ungefär $(0,19 \times 202)$ 38 GWh/år. Fördelningen mellan lokaluppvärmning och processuppvärmning blir för branschen 32 % respektive 68 %.

Drifttiden för branschen är i genomsnitt 2800 h/år.

Årsmedeltemperaturen är +6°C (genomsnitt för landet) och uppvärmningstiden ca 6000 h/år.

Varaktighetsdiagrammet för branschen återfinns i figur 3.14, och baseras på följande siffror:

Processuppvärmning:	Energimängd	$537 \times 0,68 = 365$ GWh/år
	P_m	130 MW
	Drifttid	230 dygn, 12 h/dygn = 2800 h/år
Belysning:	Energimängd	$537 \times 0,37 \times 0,19 = 38$ GWh/år
	P_m	13,5 MW
	Drifttid	2800 h/år
Lokaluppvärmning:	Energimängd	$537 \times 0,25 = 134$ GWh/år
	P_m	46 MW
	Drifttid	6000 h/år
		Uppvärmning under den tid på året då temp understiger 11°C



Figur 3.14 Varaktighetsdiagram för pappersvaruindustrin

3.15 Grafiska industrin

Den grafiska industrin (utom förlagen) sysselsatte 1980, 44322 personer fördelade på 885 arbetsställen.

Geografiskt är branschen representerad över hela landet med viss koncentration i södra och mellersta delarna.

Energimässigt står branschen för mindre än en halv procent av hela industrins energianvändning.

Det inventerade företaget som tillhör veckotidningsbranschen består av två anläggningar.

Den anläggning som studerats har ett 30-tal anställda och är relativt ny. Energiförbehovet för anläggningen redovisas i ett Sankeydiagram, se bilaga 18.

Totala energiförbehovet för anläggningen är 8,20 GWh/år, varav elenergin svarar för 2,83 GWh/år. Bränsleenergin produceras via två stycken oljeeldade ångpannor.

Ångan används bl a i pressarna för torkning av färgen.

En annan energikrävande del är att tilluften till tryckeriet skall befuktas, för att hålla en relativ fuktighet på minst 60 %.

Ångpannornas verkningsgrad beräknas till 80 %, varför den totala energianvändningen är $5,37 \times 0,8 + 2,83 = 7,13$ GWh/år.

Energiförbehovet för anläggningen fördelas mellan lokal- och processuppvärmning. Uppvärmningssystemet använder primärenergi motsvarande 2,12 GWh/år och sekundärenergi motsvarande 1,72 GWh/år (1,2 GWh/år återvinns ur frånluften samt 0,52 GWh/år som återvinns ur processen). Uppvärmningssystemets totala energiförbehov blir då $2,12 + 1,72 = 3,84$ GWh/år.

Belysningsenergin utgör 0,5 GWh/år, vilket motsvarar ca 17 % av all elenergi.

Totala energiförbehovet för lokaluppvärmning blir därmed 4,34 GWh/år. Av detta är 60 % eller 2,62 GWh/år primärvärme och 40 % sekundärvärme. Processen i sin tur använder $7,13 - 2,12 - 0,5 = 4,51$ GWh/år.

Företagets totala energianvändning fördelar sig så att 37 % går till lokaluppvärmning och 63 % till processuppvärmning.

All energi som tillförs processen försvinner till atmosfären.

Processen pågår kontinuerligt hela året och antalet drifttimmar är ca 6200 per år.

Lokalerna uppvärms med radiatorer och tilluftsaggregat under den tid på året då uteluftens temperatur understiger $+11^{\circ}\text{C}$. Ortens medeltemperatur är $+8^{\circ}\text{C}$.

Enligt statistiskt material för 1980 använde branschen energi motsvarande 758 GWh/år varav elenergi ca 311 GWh/år.

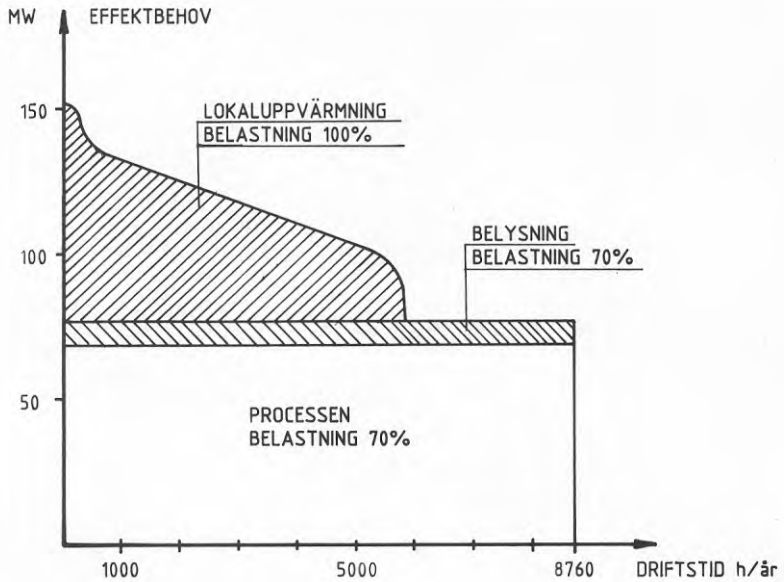
Med en genomsnittlig årsverkningsgrad för bränsleeldade pannor på 80 % blir branschens totala energiförbehov $447 \times 0,8 + 311 = 669$ GWh/år. Av detta används 37 % eller 248 GWh/år för lokaluppvärmning och belysning. Primärvärme svarar för 60 % av uppvärmningssystemets totala behov. Resterande 40 % fås som återvunnen värme.

17 % av den totala elanvändningen eller 52 GWh/år används för belysning. Resterande 421 GWh/år används i processen.

All energi som används för processen förs till atmosfären.

Varaktighetsdiagrammet som visas i figur 3.15 baseras på följande siffror:

Processuppvärmning:	Energimängd	$669 \times 0,63 = 421$ GWh/år
	P_m	68 MW
	Drifttid	6200 h/år
Belysning:	Energimängd	$311 \times 0,17 = 53$ GWh/år
	P_m	8,5 MW
	Drifttid	6200 h/år
Lokaluppvärmning:	Energimängd	$669 \times 0,29 = 194$ GWh/år
	P_m	75 MW
	Drifttid	Kontinuerligt under den tid på året då temperaturen ligger under $+11^\circ\text{C}$, dvs ca 6000 h/år.



Figur 3.15 Varaktighetsdiagram för grafiska industrin

3.16 Gummivaruindustrin

Däcksfabrikation och framställning av övriga detaljer till bilindustrin är en stor del av gummiindustrins totala tillverkning. Man räknar med att ca 2/3 av den totala västeuropeiska gummiproduktionen används för detta ändamål. Andra produkter inom branschen är formpressade detaljer, belagd väv, drivremmar, transportband, skor etc.

Innan man nått den färdiga produkten har ett flertal olika processteg genomgått. Man startar med en blandning där gummit masticeras (plasticeras), om det ej har rätt plasticitet från början, och tillsatskemikalier blandas in. För att få gummit i en lätthanterlig form valsar man sedan ut det till en bred fäll varefter det kyls.

De vanligaste sätten att vidarebehandla gummit är:

- Strängsprutning
- Formpressning
- Kalandrering

Som resultat av dessa processer fås antingen färdiga varor som direkt vulkaniseras, eller varor som skall användas i vidare produktion, t ex däcksbysge. Dessa vulkaniseras givetvis inte förrän som slutprodukt.

En annan gren av gummiindustrin är regummering och gummireparation. Vid regummeringen förses gamla däckstommar med en ny yta omfattande antingen hela däckets eller endast slitbanan.

De största energianvändarna inom processen är blandningsavdelningen, där man huvudsakligen använder elenergi, och vulkaniseringen, där värmningen sker med hjälp av ånga.

Processerna, framför allt blandning och vulkanisering, ger upphov till giftigt stoft och gaser, varför man måste ha relativt mycket ventilation i lokalerna för att få en acceptabel arbetsmiljö. Detta ger naturligtvis även en hög energiförbrukning.

Branschen domineras av relativt stora industrier, ca 70 % av de sysselsatta arbetar i företag med mer än 200 anställda. De mindre företagen finns främst inom regummerings- och reparationsindustrin. Man har dock under senare år haft vissa problem med lönsamheten inom branschen, detta gäller främst däcktillverkningen.

Branschen är framför allt lokaliserad till södra Sverige, dessutom finns en hel del industrier i Stockholmsområdet och i Västerbotten.

Ett större industrigummiföretag har energiinventerats noggrant. Resultatet av denna inventering visas i bilaga 19 i form av ett Sankeydiagram.

Totalt använder företaget energi, i form av eldningsolja och elenergi, motsvarande 31,2 GWh/år. Bränslet, 18,2 GWh/år, eldas i ångpannor och värmevattenpannor vilka beräknas ha en verkningsgrad på 86 %. Totala energibehovet är därmed 28,7 GWh/år.

Lokaluppvärmningssystemet och belysningen utnyttjar 11,3 GWh/år, eller 39 % av energibehovet, och processerna resterande 17,4 GWh/år. Den energi som förs till processerna bortförs så att 13,4 GWh/år förs till atmosfär och 4,0 GWh/år förs till avlopp.

Då inventeringen gjordes använde lokaluppvärmningssystemet i stort sett uteslutande primärenergi. Under tiden efter inventeringen har vissa

återvinnings- och sparåtgärder genomförts. Genom dessa har en ungefärlig besparing på 30 % av energibehovet uppnåtts. Av detta är uppskattningsvis ca 4 GWh/år återvinning till lokaluppvärmningssystemet. Genom detta får man en något mindre andel av energibehovet som tillförs lokaluppvärmningssystemet, ca 36 %.

Uppvärmningen sker huvudsakligen med tilluft- respektive återluftaggregat som svarar för ca 70 % av energitillförseln. Resten tillförs med radiatorer. Ventilationsaggregaten har en drifttid på ca 5000 h/år vilket överensstämmer med den för produktionen.

Intervjuer har gjorts med en företrädare för en däcktillverkare. Vad som framkom där stämmer relativt väl överens med det ovan beskrivna.

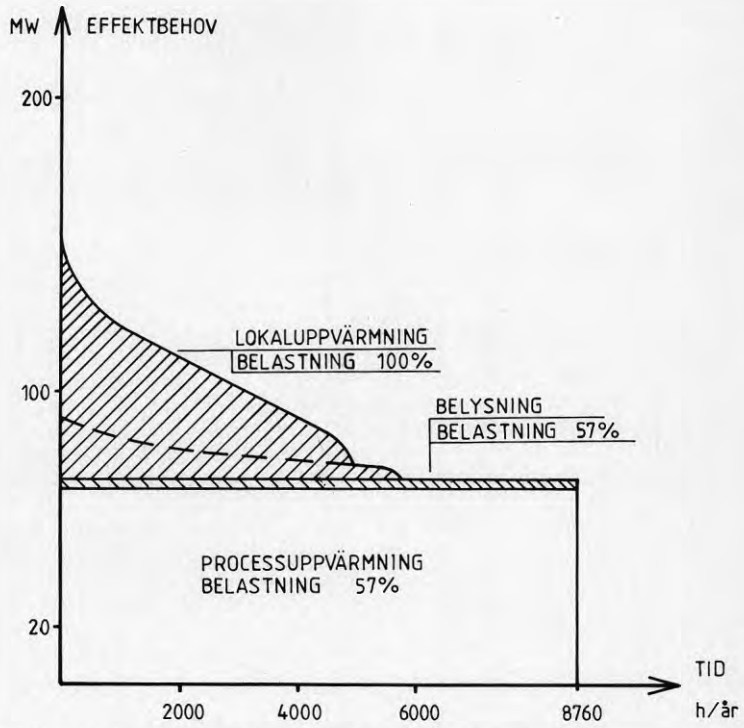
Översiktliga energibalanser för ytterligare ett industrigummiföretag och en regummeringsindustri har varit tillgängliga (Söderström). Sankeydiagram för dessa visas i bilaga 20 och bilaga 21. Energitillförseln för lokaluppvärmning och belysning är för industrigummiföretaget 27 % och för regummeringsindustrin 65 % av totalt energibehov.

Då man sammanställer ovanstående och tar hänsyn till dels tendensen mot ökad värmeåtervinning dels delbranschernas olika stora energianvändning fås att totalt för branschen används ca 37 % av energibehovet för lokaluppvärmning och belysning. Enligt statistiskt material för 1980 köpte man inom branschen in energi motsvarande 601 GWh/år. Denna fördelade sig på 427 GWh/år bränslen och 174 GWh/år elenergi. Då man tar hänsyn till pannverkningsgrad fås ett energibehov på 542 GWh/år. Av detta används således 200 GWh/år för lokaluppvärmning och 342 GWh/år för processen.

Lokaluppvärmningssystemet kan bedömas använda 70 % primärenergi och 30 % återvunnen värme. De 342 GWh/år som primärt används för processen bortförs så att 23 % förs till avlopp och 77 % förs till atmosfären.

Ett varaktighetsdiagram, figur 3.16, för hela branschen, som baserar sig på följande data, har upprättats:

- Processuppvärmning: Total energimängd $Q = 342$ GWh/år.
Drifttid ca 5000 h/år vilket ger $P_m = 68,4$ MW.
- Belysning: Total energimängd $Q = 13$ GWh/år.
Drifttid är samma som för processen dvs 5000 h/år vilket ger $P_{med} = 2,6$ MW
- Lokaluppvärmning: Total energimängd $Q = 187$ GWh/år.
Av detta utnyttjas $Q = 56$ GWh/år i radiatorer vilka värmer kontinuerligt till $+17^\circ\text{C}$ då utetemperaturen understiger $+11^\circ\text{C}$. Då man har en årsmedeltemperatur på $+6^\circ\text{C}$ fås en drifttid på ca 5800 h/år. Dimensionerande effekt blir $P_{dim} = 22$ MW.
Ventilationsystemet utnyttjar $Q = 131$ GWh/år. Drifttiden är densamma som för produktinen dvs 5000 h/år.
 $P_{dim} = 51,5$ MW.



Figur 3.16 Varaktighetsdiagram för gummivaruindustrin

3.17 Kemikalieindustrin

Kemikalieindustrin omfattar industri med tillverkning av oorganiska kemikalier, organiska kemikalier, oxygen- och andra industrigaserna samt gödsel- och ogräsbekämpningsmedel. Företagen inom branschen är inte alltid renodlade, utan tillverkar produkter som tillhör flera olika delbranscher. Man brukar därför hänföra gruppen gödsel- och ogräsbekämpningsmedel till oorganisk kemikalietillverkning.

Det sysselsätts ca 11 000 personer inom branschen vid 75-talet olika anläggningar. Antalet anläggningar fördelar sig jämt mellan de tre delbranscherna oorganisk-, organisk kemikalietillverkning och industrigastillverkning, medan antalet anställda har en starkt varierad fördelning. Ca 50 % sysselsätts inom oorganisk kemikalietillverkning, ca 45 % inom organisk kemikalietillverkning medan endast ca 5 % sysslar med framställning av industrigas.

1980 användes totalt 5,17 TWh el- och bränsleenergi inom branschen. Den största delen, 64 %, användes inom oorganisk kemikalieindustri. 28 % användes inom organisk kemikalieindustri. Tillverkning av industrigas nyttjade endast 8 % av branschens totala energianvändning.

Mot bakgrund av detta inventerades ett företag med tillverkning av oorganiska kemikalier samt ett företag med tillverkning av organiska kemikalier. Sankeydiagrammen för dessa återfinns i bilaga 22 och bilaga 23.

Energibehovet vid företaget som tillverkar oorganiska kemikalier täcks till stora delar med återvunnen värme. Företaget har interna ång- och hetvattensystem som kan ta hand om återvunnen värme. Det mesta av värmen fås från reaktionsvärme som frigörs vid rostning av svavelkis. En del av värmen tas ut som ånga vid 40 bar. Denna får expandera i en mottrycksturbin varvid trycket sänks till 7 bar. På så sätt produceras 20 % av all el som används inom företaget.

Återvunnen värme tas även ut som ånga av 7 bar samt som hetvatten. 385 GWh/år eller ca 40 % av all värme som återvinns levereras till kommunen. Av denna är ca 25 % ånga, medan resten är hetvatten.

Företagets egna totala energibehov är 1062 GWh/år. Av detta används 16 GWh/år eller 1,5 % för lokaluppvärmning och belysning. Uppvärmning av huvudkontoret sker med hjälp av fjärrvärme, medan personallokaler såsom omklädningsrum, personalmatsal och operatörsutrymmen värms via ett internt värmevattensystem. De direkta produktionslokalerna värms ej då strålnings- och konvektionsförluster från processen räcker för att värma lokalerna.

Företaget med tillverkning av organiska kemikalier använder energi främst för kemiska processteg. Dess totala energibehov är 35,5 GWh/år. Energibehovet täcks till 15 % med elenergi, till 75 % med värmeenergi i form av ånga och värmevatten samt till 10 % med oljeenergi. Olja används direkt i processen, dels i spraytorkar dels i en förbränningsanläggning. Processens motorer står för största delen av företagets elanvändning. Värmeenergi används främst i processen vid t ex destillation och indunstning, men även för lokaluppvärmning. Lokaluppvärmningen står för 21 GWh eller 6 % av företagets totala energianvändning.

Lokalerna består av t ex kontor, laboratorier, lager och tillverkningslokaler. Av dessa värms kontor och laboratorier med hjälp av radiatorer. Övriga lokaler värms med tilluftsaggregat. På grund av risken för ökad föroreningsgrad i lokalerna sker all lokaluppvärmning med hjälp av primärvärme.

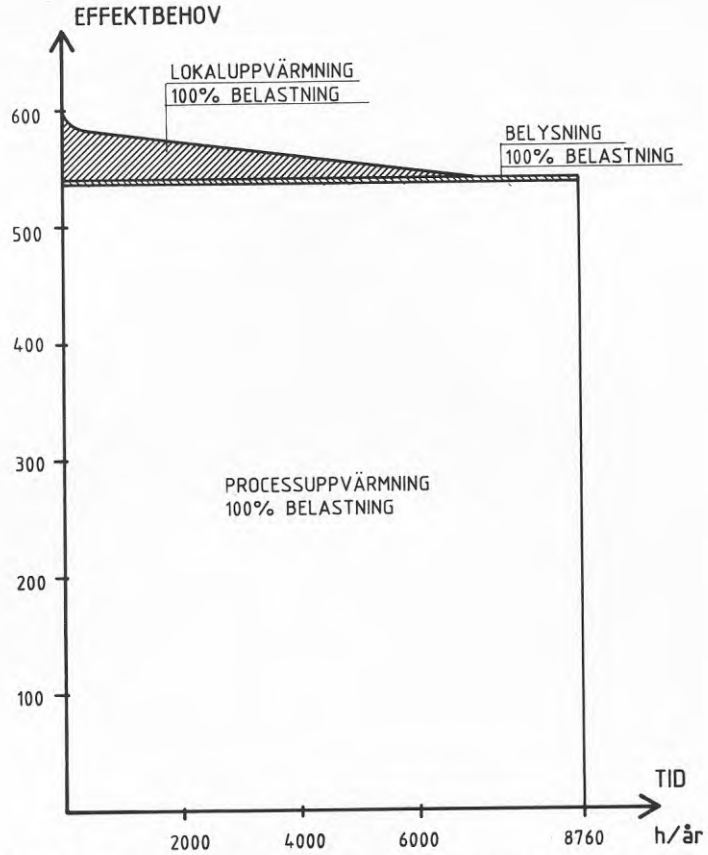
För branschen som helhet gäller att av dess totala energianvändning på 5,17 TWh/år är 3,06 TWh/år elenergi och resterande 2,11 TWh/år bränsleenergi. En del av bränsleenergin används direkt i processen. För branschen antas att 15 % av bränsleenergin används på detta sätt. Resterande 85 % eldas i ång- och hetvattenpannor med verkningsgraden 85 %. Därmed blir branschens totala energibehov 4,90 TWh/år.

Inom kemikaliebranschen används primärenergien till 97 % för processuppvärmning och till 3 % för lokaluppvärmning. Lokaluppvärmning sker till 45 % med återvunnen värme och till 55 % med primärvärme.

Energi som används för processuppvärmning fördelar sig så att 80 % förs till atmosfären och 20 % förs till avloppet.

Varaktighetsdiagrammet för kemikalieindustrin visas i figur 3.17 och baserar sig på följande siffror:

- Processuppvärmning: Drifftiden är oftast kontinuerlig varför den sätts till 8760 h/år.
Energimängden $Q = 4,70$ TWh/år vilket ger $P_m = 537$ W.
- Belysning: Drifftiden sätts lika med drifftiden för processen, dvs 8760 h/år.
Energimängden $Q = 0,02$ TWh/år vilket ger $P_m = 2$ MW.
- Lokaluppvärmning: Lokaluppvärmning via uppvärmningssystemet sker både med radiatorer och med tilluftsaggregat. I båda fallen är drifftiden kontinuerlig. För branschen som helhet antas att lokalerna i medeltal värms till 19°C då utetemperaturen understiger 15°C. Årsmedeltemperaturen sätts till 6°C vilket ger en drifttid på 7000 h/år.
Energimängden $Q = 0,18$ TWh/år vilket ger $P_{dim} = 60$ MW.



Figur 3.17 Varaktighetsdiagram för kemikalieindustrin

3.18 Annan kemisk industri

Branschen består av flera olika delbranscher som sinsemellan är mycket olika. Delbranscherna är:

- Färgindustri
- Läkemedelsindustri
- Tvättmedels- och toalettmiddelindustri
- Sprängämnes- och ammunitionsindustri
- Tryckfärgsindustri
- Industri för övriga kemiska produkter

Den sista delbranschen, industri för övriga kemiska produkter, är även den mycket inhomogen och kan inrymma så skilda verksamheter som ljusstillverkning och tillverkning av rostskyddsmedel.

Industrierna är till största delen lokaliserade till södra och mellersta Sverige. De små och medelstora företagen dominerar antalsmässigt. Totalt finns, enligt statistik för 1980, 156 arbetsställen i landet. Av dessa har endast 9 st över 500 årsanställda. Dessa 9 stora företag sysselsätter dock över 50 % av de anställda inom branschen. Stora företag återfinns framförallt inom läkemedels- samt sprängämnes- och ammunitionsindustrin.

De stora energianvändarna inom branschen är läkemedelsindustrin, ammunitions- och sprängämnesindustrin samt industrin för övriga kemiska produkter. Dessa delbranscher använder ungefär 80 % av den energi som branschen totalt köper in.

Noggranna energiinventeringar har gjorts på två industrier som tillverkar övriga kemiska produkter. Den ena tillverkar stearin- och paraffinljus samt marschaller medan den andra producerar bilvårdsprodukter, framför allt rostskyddsmedel.

Ljusfabrikens totala energianvändning är 7446 MWh/år. Av detta är 5070 MWh/år bränslen, eldningsolja 1 och 5 samt avfall från produktionen, och 2376 MWh/år elenergi. En del av råvarorna till produktionen levereras dessutom i flytande form och har då ett visst energiinnehåll som kyls bort i processen. Bränslet eldas i hetvattenpannor samt i en mindre ångpanna. Dessa har ganska små rökgasförluster, ca 592 MWh/år. Totala energibehovet fås därmed till 6854 MWh/år.

Sankeydiagram för företaget visas i bilaga 24.

Av detta framgår att ungefär 880 MWh/år av primärenergien går till lokaluppvärmning, dvs 13 %. Resten, 87 %, utnyttjas i produktionen där den stora värmeenergianvändaren är processvattensystemet. En mindre del av det där tillförda värmen återvinns och utnyttjas för lokaluppvärmning, medan resten kyls bort med hjälp av havsvatten.

En stor del av energibehovet, 2301 MWh/år, förs därigenom till "avlopp". Resten förs till atmosfären.

Lokaluppvärmningssystemet, som i produktionslokalerna består av tilluft- och återluftaggregat och i kontoret består av dels tilluft-, återluftaggregat dels radiatorer, utnyttjar genom ovannämnda återvinning 370 MWh/år sekundärvärme. Företaget ligger i södra Sverige och man har en årsmedeltemperatur på +7°C.

Produktionen försiggår i tvåskift, dvs 16 h/dag, vilket ger en total drifttid på ca 3500 h/år. Dock måste man kontinuerligt dygnet runt hålla rörledningar, tankar o dyl varma.

Industrin som tillverkar rostskyddsprodukter använder totalt 6200 MWh/år. Av detta är 5300 MWh/år bränsle, eldningsolja 4, och 900 MWh/år elenergi. Bränslet eldas i en ångpanna med rökgasförlusterna 1300 MWh/år, således lite större procentuella förluster än för ljusfabrikens pannor. Totala energibehovet blir därmed 4900 MWh/år.

Som framgår av Sankeydiagrammet i bilaga 25 utnyttjas 1880 MWh/år eller 39 % av detta för lokaluppvärmning. Man ser här hur stora skillnader i energianvändningen det är inom delbranschen.

Resterande används för värmning och andra ändamål i processen. Övervägande delen av den tillförda energin bortförs till atmosfären, mindre delar binds i produkten respektive förs till avlopp.

Lokaluppvärmningen sker med radiatorer samt tillufts- och återluftsaggregat. Uppvärmningssystemet utnyttjar uteslutande primärenergi.

Ovanstående visar med all önskvärd tydlighet hur inhomogen delbranschen "Industri för övriga kemiska produkter" är. Intervjuundersökningar har gjorts beträffande företag inom alla de övriga delbranscherna utom tryckfärgsindustrin vilken är mycket liten. Vid dessa har framkommit att inom respektive delbransch är företagen relativt lika vad avser andelen energi till lokaluppvärmning medan det finns stora skillnader mellan delbranscherna. Andelen energi till lokaluppvärmning och belysning varierar mellan 35 och 70 %, det lägre värdet för industri för övriga kemiska produkter och det högre för färgindustrin. Ett medelvärde för hela branschen kan dock tas fram och hamnar på ungefär 50 %.

Enligt statistiskt material för 1980 använde hela branschen totalt 1325 GWh/år. Av detta var 978 GWh/år bränslen och 347 GWh/år elenergi. Antar man en pannverkningsgrad på 80 % fås totala energibehovet till 1140 GWh/år.

Enligt inventeringarna och intervjuundersökningarna fördelar sig energin så att lokaluppvärmningssystemet utnyttjar 570 GWh/år, eller 50 %, och processuppvärmningen 570 GWh/år.

Lokaluppvärmningssystemet utnyttjar till ca 95 % primärvärme.

Av den energi som primärt tillförs processen bortförs ca 92 % till atmosfären, resten förs till avlopp. Inom vissa industrier binds en del energi i den färdiga produkten. Det är dock svårt att säga något generellt om detta på grund av branschens inhomogena struktur.

För de mindre företagen kan man i regel säga att driften endast är dagtid, de större kör ofta åtminstone vissa delar kontinuerligt. Dessutom har man ofta råvaror eller produkter som kontinuerligt måste varmhållas i rör eller tankar. Ungefär 20 % av processenergibehovet kan antas användas för detta ändamål.

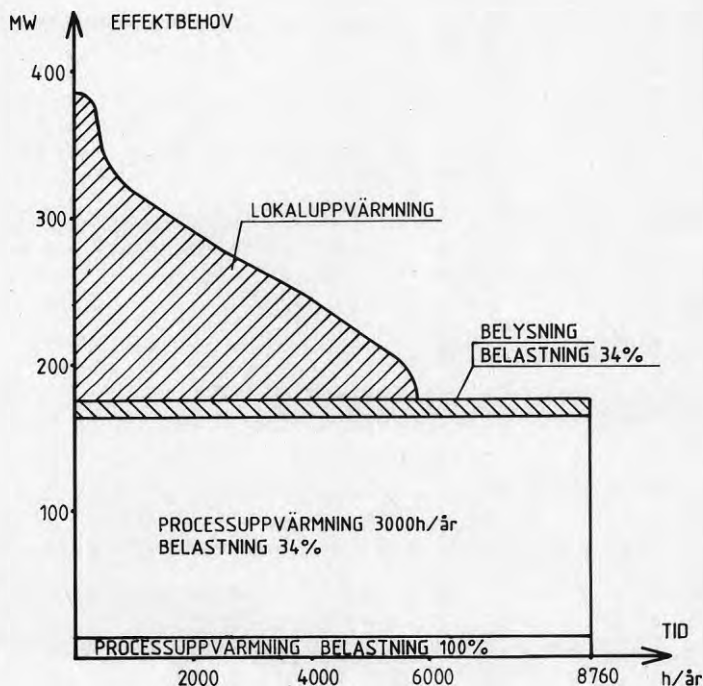
Ett ungefärligt varaktighetsdiagram, figur 3.18, har upprättats för hela branschen. Detta baserar sig på följande siffror.

Processuppvärmning: Total energimängd $Q = 570$ GWh/år.
 Av detta har 20 % eller $Q = 114$ GWh/år drifttiden 8760 h/år vilket ger $P_m = 13,0$ MW.
 Resten $Q = 456,5$ GWh/år har en ungefärlig drifttid på 3000 h/år som ger $P_m = 152$ MW.

Belysning: Ungefär 10 % av totala elenergibehovet går till belysning $Q = 35$ GWh/år.
 Belysningen har samma ungefärliga drifttid som produktionen dvs ca 3000 h/år.
 Detta ger $P_{med} = 11,5$ MW.

Lokaluppvärmning: Total energimängd, $Q = 535$ GWh/år.

Ett rimligt antagande är att lokalerna värms till $+17^{\circ}\text{C}$, värmningen upphör då uttemperaturen överstiger $+11^{\circ}\text{C}$. Då huvuddelen av industrin är lokaliserade till södra och mellersta Sverige kan man anta en årsmedeltemperatur på $+6,0^{\circ}\text{C}$. Ovanstående förutsättningar ger en total drifttid på 5800 h/år. $P_{dim} = 210$ MW.



Figur 3.18 Varaktighetsdiagram för annan kemisk industri

3.19 Porslins- och lergodsindustrin

Porslins- och lergodsindustrin sysselsatte 1980 3373 personer fördelade på 21 arbetsställen.
Branschen är huvudsakligen representerad i södra och mellersta Sverige.

Tillverkningen kan huvudsakligen indelas i två grupper, sanitetsporslin och hushållsposlin.

Några företag tillverkar båda produkterna, medan andra enbart en.

Branschen i sig själv är ganska energikrävande, medan den totalt sett knappt representerar 0,2 % av industrins totala energianvändning.

För att få fram hur mycket energi som åtgår för lokaluppvärmning har ett företag som producerar sanitetsporslin energiinventerats. Energibalansen presenteras i ett Sankeydiagram, se bilaga 26.

Energi för torkningsprocessen och för uppvärmning tillförs via ett hetvattensystem på 130°C. Hetvattenpannan, som förser godstillverkningen med värme, levererar även värme till andra avdelningar inom fabriksområdet som ej är kopplade till denna tillverkning.

Den totala energianvändningen är 78,5 GWh/år, varav elenergi 10,5 GWh/år. Rökgasförlusterna beräknas till 7,3 GWh/år, varför nettoenergi-behovet blir 71,2 GWh/år.

Den energimängd som produceras för andra avdelningar beräknas till 8,7 GWh/år.

Den verkliga energianvändningen för sanitetsgodstillverkningen är alltså $71,2 - 8,7 = 62,5$ GWh/år.

Uppvärmning av lokalerna sker med aerotemperar. För att forcera torkningsförloppet av gipsformar höjs lokaltemperaturen under kvällen och natten när det ej är någon produktion. Denna procedur gör det svårt att exakt bestämma energimängden för lokaluppvärmning.

Vi antar därför att hälften av den energimängd som redovisas, 26,6 GWh, hänförs till processen. Energibehovet för lokaluppvärmning blir därmed $\frac{26,6}{2} = 13,3$ GWh/år

Av elenergin används 2,7 GWh/år för belysning.

Från processen sker återvinning dels från tunnelugnens rökgaser och dels från kylzonen. Den återvunna energimängden tillförs lokaluppvärmningen.

Processens verkliga energibehov blir då $62,5 - 13,3 - 2,7 = 46,5$ GWh/år.

Bränsleenergin fördelas på ugnar 45 % och hetvattenpannor 55 %.

All energi som tillförs processen avgår till atmosfären. En del av denna energi kommer lokaluppvärmningen tillgodo.

Drifttiden för processen är kontinuerlig med undantag av fem veckors semester, vilket innebär ca 7900 h/år.

Lokalerna uppvärms med radiatorer och tilluftsaggregat, under den tid på året då uteluftens temperatur understiger 11°C . Ortens medeltemperatur är $+8^{\circ}\text{C}$.

Totalt för hela branschen användes 1980, enl statistiskt material, energi motsvarande 290 GWh/år. Av detta är ca 80 GWh/år elenergi och resterande 210 GWh/år bränsleenergi. Rökgasförlusterna på hetvattenpannan beräknas till 23 GWh/år. Totala energibehovet för branschen blir då $210 - 23 + 80 = 267$ GWh/år.

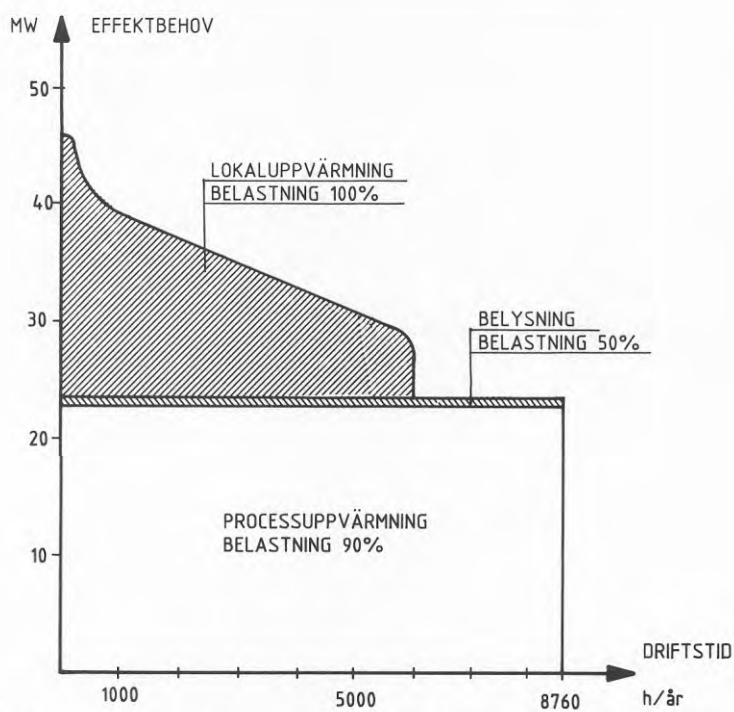
Elenergi som tillförs processen är ca 68 % av all energi. Energianvändningen för belysning beräknas till 3 % av totala energianvändningen.

Totala energibehovet fördelas på lokal- resp processuppvärmning såsom 25 % till lokaluppvärmning och 75 % till processuppvärmning.

Uppvärmningssystemet använder både primär- och sekundärvärme, och fördelar sig procentuellt som 63 % respektive 37 %.

Varaktighetsdiagrammet, som återfinns i figur 3.19, baseras på följande siffror:

Processuppvärmning:	Energimängd: $267 \times 0,75 = 200$ GWh/år P_m : 25,3 MW Drifttid: 330 dygn/år, 100 % belastn. = 7900 h/år
Belysning:	Energimängd: $267 \times 0,03 = 8,0$ GWh/år P_m : 1,35 MW Drifttid: Medeltal av olika drifttider ca 600 h
Lokaluppvärmning:	Energimängd: $267 \times 0,22 = 58$ GWh/år P_m : 23 MW Drifttid: Kont. under den tid då utetem- peraturen understiger $+11^{\circ}\text{C}$, dvs ca 6000 h/år.



Figur 3.19 Varaktighetsdiagram för porslins- och lergodsindustrin

3.20 Glas- och glasvaruindustrin

Industribranschen är uppdelad på två delbranscher, hushålls- och prydnadsglasindustri samt annan glasvaruindustri. Den förstnämnda omfattar manuell glasindustri, dvs de traditionella glasbruken. Inom annan glasvaruindustri dominerar planglastillverkning och förpackningsglastillverkning.

Den manuella glasindustrin, som tillverkar hushålls- och prydnadsglas, har en utpräglad handtillverkning och får därigenom en arbetsintensiv produktion. Enligt statistiskt material för 1980 var lönekostnadernas andel av totala saluvärdet 33,5 % för delbranschen. Detta är mycket högt jämfört med övrig tillverkningsindustri.

Under senare år har delbranschen genomgått stora förändringar. Kraftiga nedskärningar i antalet arbetsställen och koncentrerat till större företagsgrupper har skett. I dag svarar två grupper för ca 75 % av tillverkningen. Detta har framför allt skett på grund av de ovan nämnda höga lönekostnaderna, samt genom att enklare nyttoartiklar ersatts av maskintillverkade utländska produkter. Genom importen av enklare artiklar har bruken tvingats över till att producera mera kvalificerat gods, med tonvikt på kvalitet och tilltalande design.

Planglastillverkning sker sedan länge helt maskinellt. Produktionen är helt kontinuerlig och man gör inga som helst driftstopp under året. I Sverige finns för närvarande endast en tillverkare av planglas, Pilkington i Halmstad.

Även förpackningsglasindustrin domineras helt av en koncern, PLM. Inom denna delbransch är tillverkningen liksom inom planglasindustrin helt maskinell och kontinuerlig, dock har man här driftuppehåll under semestern. Annan glasvaruindustri använder huvuddelen av branschens totala energiförbrukning, ca 80 %.

Geografiskt sett är branschen samlad till södra Sverige, speciellt gäller detta den manuella glasindustrin, som är koncentrerad till Kalmar och Kronobergs län.

Intervjuundersökningar har gjorts med företrädare för tillverkare av plan- och respektive förpackningsglas. Inom förpackningsglasindustrin används ungefär 1 % av energibehovet för lokaluppvärmning och belysning. Ungefär samma förhållande gäller inom planglasindustrin, dock utgörs den energi som används för lokaluppvärmning här av återvunnet värme från smältugnar.

Ett Sankeydiagram för ett tänkt "medelföretag" inom den manuella glasindustrin har tagits fram ur tre olika inventeringar av glasbruk (Johansson, T). Detta återfinns i bilaga 27. Resultaten här har jämförts med intervjuer med personal från andra glasbruk och överensstämmelsen är god.

Glasbruket använder motsvarande 45,1 GWh/år. Av detta är 32,7 GWh/år olika oljebränslen, 7,7 GWh/år gasol och 4,7 GWh/år elenergi. Oljan eldas dels i olika smältnings- och varmhållningsugnar dels i pannor för värmeändamål. 4,8 GWh/år eldas i pannorna. Med rökgasförluster på 0,7 GWh/år hos dessa, fås totala energibehovet till 44,4 GWh/år.

Av sankeydiagrammet framgår att av dessa 44,4 GWh/år går 32 GWh/år till lokaluppvärmning, dvs ca 7 %. Resterande 93 % används således för olika processändamål. De ojämförligt största energianvändarna här är

smält- och varmhållningsugnar för glasmassan. Från processen bortförs energin framför allt till atmosfären.

Där lokaluppvärmning behövs, dvs mestadels i kontor och verkstadslokaler, arbetar denna kontinuerligt.

Produktionen bedrivs dels kontinuerligt dels dagtid, dock sker mycket av den energikrävande smältningen av glasmassa nattetid.

Då företaget med största sannolikhet är beläget i Småland har man en årsmedeltemperatur på ca $+6,5^{\circ}\text{C}$.

Skillnaderna i energianvändning mellan den arbetskraftintensiva manuella glasindustrin och de högrationaliserade branscherna planglas- och förpackningsglasindustri gör det svårt att ta fram något som gäller hela branschen. Om man sammanställer vad som framkommit vid intervjuer och inventeringar samt tar hänsyn till skillnaderna i energianvändningens storlek för de båda delbranscherna, fås dock att ca 2,4 % av totala energibehovet går till lokaluppvärmning.

Enligt statistiskt material för 1980 använde glas- och glasvaruindustrin energi som motsvarade 1320 GWh/år. Av detta var 1160 GWh/år bränslen och 160 GWh/år elenergi. Tar man hänsyn till en pannverkningsgrad på 85 % fås det totala energibehovet till 1310 GWh/år.

Enligt vad ovan sagts fördelar sig energibehovet så att lokaluppvärmningssystemet använder 31 GWh/år, eller 2,4 %, och processuppvärmningen 1279 GWh/år, eller 97,6 %.

Lokaluppvärmningssystemet utnyttjar till relativt stor del återvunnen värme, ca 34 %. Denna återvinning sker emellertid till allra största delen i en bransch, planglasindustrin.

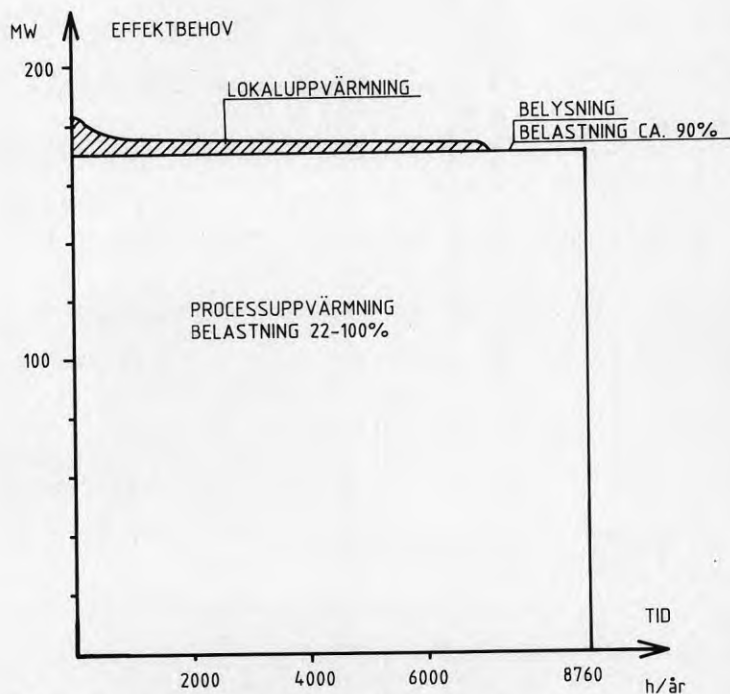
Den energi som primärt används för processändamål bortförs till största delen till atmosfären, endast ca 3 % förs till avlopp.

Ett ungefärligt varaktighetsdiagram, figur 3.20, har uppgjorts för hela branschen. Detta baserar sig på följande siffror:

Processuppvärmning: Total energimängd $Q = 1279$ GWh/år.
 Av detta har $Q = 575$ GWh/år drifttiden 8760 h/år vilket ger $P_m = 65,6$ MW.
 $Q = 469$ GWh/år har drifttiden 8470 h/år vilket ger $P_m = 55,4$ MW.
 $Q = 183$ GWh/år har drifttiden 8000 h/år vilket ger $P_m = 22,9$ MW.
 $Q = 52$ GWh/år har drifttiden 1900 h/år vilket ger $P_m = 27,4$ MW.

Belysning: Ungefär 6,5 GWh/år av totala elenergiebehovet går till belysning. Belysningen antas ha en drifttid som motsvarar den för huvuddelen av produktionen dvs 8000 h/år, vilket ger $P_{med} = 0,8$ MW.

Lokaluppvärmning: Total energimängd $Q = 30,8$ GWh/år.
 Lokalerna antas värmas kontinuerligt till $+17^{\circ}\text{C}$
 då uttemperaturen överstiger $+11^{\circ}\text{C}$. Årsmedel-
 temperaturen är $+6,5^{\circ}\text{C}$. Detta ger drifttiden
 7400 h/år.
 En dimensionerande utetemperatur på $+22^{\circ}\text{C}$ ger
 $P_{\text{dim}} = 13,3$ MW.



Figur 3.20 Varaktighetsdiagram för glas- och glasvaruindustrin

3.21 Tegelindustrin

Branschen sysselsätter ca 2300 personer fördelade på 30 företag. Geografiskt är branschen representerad huvudsakligen i södra Sverige.

Ur lokaluppvärmningssynpunkt är branschen ganska ointressant då det endast förekommer sekundärvärme för uppvärmning.

En anläggning har studerats och får anses som ett genomsnitt för normalstort tegelbruk med 40-talet anställda.

Anläggningens energiflöde framgår av Sankeydiagrammet, bilaga 28.

Största delen av oljan används i brännugnen, ca 1645 m³/år. Resterande oljemängd används i en hetvattenpanna som tillgodoser ett batteri av 16 dubbla kammartorkar med värme.

Anläggningens totala energianvändning är 29,9 GWh/år, varav elenergi 3,1 GWh/år. Av bränsleenergin 26,8 GWh/år används 17,4 GWh/år till brännugnen. Från brännugnen förloras 9,2 GWh/år via skorstenen i form av rökgaser och fuktig luft. 1,4 GWh/år förloras till lokalerna som strålning och konvektionsförluster från brännugnen och från uppvärmt tegel som tas ut ur ugnen. Resterande 6,8 GWh/år överförs till brännugnens kylluft. Den uppvärmda kyl luften används som torkluft i torken av gult tegel då denna tork är i drift. Resterande varma kyl luftflöde förs till de delar av lokalerna som är längst bort från brännugnen och används alltså där som värmekälla i form av tilluft.

För torkning av rött tegel (röd tork) används en hetvattenpanna, med rökgasförlusterna 1,9 GWh/år. Av resterande energimängd försvinner 7,0 GWh/år, ut som fuktig luft.

Den verkliga energimängd som krävs blir därmed $29,9 - 1,9 = 28,0$ GWh/år.

För lokaluppvärmning används 6,8 GWh/år som återvunnen värme när den gula torken inte är i drift.

Det verkliga energibehovet för lokaluppvärmning är därför mindre än vad som förbrukas.

Av elenergin används ca 0,1 GWh/år för belysning.

Energibehovet för processen blir därmed $28,0 - 0,1 = 27,9$ GWh/år.

Energien som tillförs processen delas upp så att 27,8 GWh/år förs till atmosfären och 0,08 GWh/år förs till avlopp.

Drifttiden för processen är kontinuerlig med undantag av 5 veckors semester.

Totala drifttiden blir då 7920 h/år.

Lokalerna tillförs värme under hela året.

Enligt statistiskt material för 1980 använde tegelindustrin energi motsvarande 631 GWh/år. Av detta var 69 GWh/år elenergi och resterande bränsleenergi.

Bränsleenergin fördelas på brännugnar 65 % och till torkning (hetvattenpanna) 35 %.

Pannverkningsgraden på hetvattenpannan kan sättas till 80 %.

All elenergi, utom för beredning av tappvarmvatten och belysning ca 6 %, används till processen.

Energibehovet för branschen blir

- brännugnar	$562 \times 0,65 \times 1$	= 365 GWh/år
- hetvattenpannor	$562 \times 0,35 \times 0,8$	= 157 GWh/år
- elenergi	$69 \times 1,0$	= 69 GWh/år
		<u>591 GWh/år</u>

All lokaluppvärmning sker via sekundärvärme.

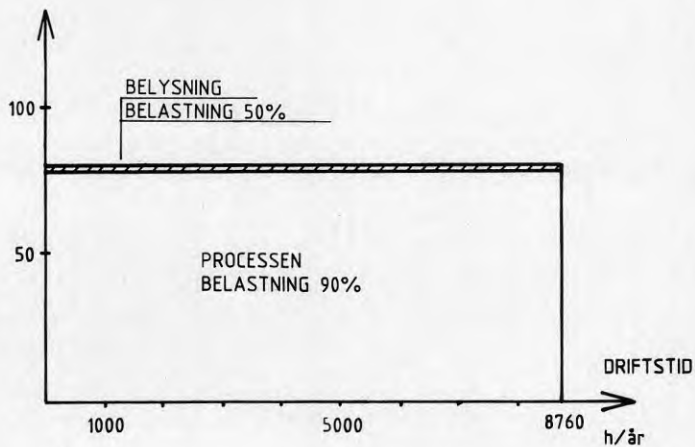
Energien som primärt används för processuppvärmning fördelar sig procentuellt

- fört till atmosfären	99,5 %
- fört till avlopp	0,5 %

Varaktighetsdiagrammet som redovisas i figur 3.21 baseras på följande siffror:

Processuppvärmning:	Energimängd	$0,995 \times 591 \text{ GWh/år} = 587 \text{ GWh/år}$
	P_m	74 MW
	Drifttid	330 dygn med 100 % belastning ger 7920 h/år

Belysning:	Energimängd	$0,11 \times 0,06 \times 591 \text{ GWh/år}$ = 4,0 GWh/år
	P_m	0,5 MW
	Drifttid	330 dygn med 100 % belastning ger 7920 h/år



Figur 3.21 Varaktighetsdiagram för tegelindustrin

3.22 Cement- och kalkindustrin

Den gemensamma råvaran vid kalk- och cementtillverkning är kalksten. Råvaruåtgången är stor och processerna är kontinuerliga. Industrierna är därför lokaliserade till kalkstenbrott. Kalkstenen krossas, mals och förs därefter till stora roterugnar. I roterugnarna upphettas kalkstenen varvid kalciumkarbonaten i den reagerar.

Cementtillverkning innebär att kalciumkarbonaten får reagera med kisel-föreningar så att olika typer av kalcium-silikatföreningar bildas.

Kalktillverkning är kemiskt sett enklare och innebär att kalciumkarbonaten sönderfaller i kalciumoxid och koldioxid. Kalciumoxid kallas i dagligt tal bränd kalk.

Begreppet kalk är inte väldefinierat. Kalk kan vara för det första mald kalksten, för det andra bränd kalk och för det tredje släckt kalk. Släckt kalk fås genom att låta bränd kalk reagera med vatten. Den kemiska beteckningen för släckt kalk är kalciumhydroxid.

Industrier för tillverkning av bränd kalk finns i Dalarna och i Skåne. Cement tillverkas på Öland, på Gotland och i Västergötland. Kalksten bryts i samma områden.

Cementindustrierna är förhållandevis stora och har i medeltal 225 personer anställda. Kalkindustrierna är mindre och har i medeltal 50 personer anställda.

Underlaget i denna rapport bygger på inventeringar av dels en cementfabrik och dels en kalkfabrik med tillverkning både av bränd och släckt kalk och naturligtvis även av mald kalksten. Sankeydiagrammen för de båda anläggningarna återfinns i bilaga 29 och 30.

Cementfabrikens totala användning av bränsle och elenergi är 1392 GWh/år. Endast en liten del av bränslet, 11 GWh/år, eldas i en ångpanna vars rökgasförluster är 3 GWh/år. Största delen av bränslet används direkt i processens cementugn. Cementfabrikens energibehov är således 1388 GWh/år.

Som Sankeydiagrammet visar används 11 GWh/år både för uppvärmning och belysning av lokaler och för krossning och transporter av sten och cement. Energibehovet för lokaluppvärmning är alltså mindre än 11 GWh/år och uppgår därmed till mindre än 1 % av det totala energibehovet. Lokaluppvärmningen utnyttjar enbart primärvärme.

Energibehovet för processuppvärmning är således 1377 GWh/år eller mer. Processuppvärmningen svarar för mer än 99 % av det totala energibehovet.

Energien som tillförs processen delas upp så att 683 GWh/år binds i produkten, 6 GWh/år förs till avloppet och resterande 685 GWh/år förs till atmosfären.

Drifttiden för processen är 300 dygn/år. Resten av tiden är dels 5 veckors semesterstopp under sommaren, dels reparations- och underhålls-stopp under vår och höst.

Lokalerna uppvärms kontinuerligt med hjälp av radiatorer. Ett rimligt antagande är att lokalerna endast värms den tid på året då utetempera-turen understiger 11°C och att de i genomsnitt värms till 18°C. Ortens normaltemperatur är ca 7°C.

Kalkfabriken är ur energisynpunkt mycket lik cementfabriken. Även här är brännugnen den stora energianvändaren. Kalkfabrikens totala energiförbrukning är 132,1 GWh/år och motsvarar i stort sett dess totala energibehov.

Energibehovet för lokaluppvärmning är 2,4 GWh/år, dvs ca 2 % av totalt energibehov. Denna kalkfabrik har dock ett ovanligt stort lokaluppvärmningsbehov. Anläggningen har tidigare omfattat även en cementfabrik, varför lokalerna är byggda för att handha även cementtillverkning. Uppvärmningen sker kontinuerligt med hjälp av radiatorer och nyttjar enbart primärvärme.

Energien som tillförs processen delas upp så att 49,7 GWh/år binds i produkten, 1,2 GWh/år förs till avloppet och resterande 78,8 % GWh/år förs till atmosfären.

Drifttiden för processen är kontinuerlig med undantag för fyra veckors semester under sommaren.

Siffrorna från de ovan nämnda anläggningarna har även jämförts med ännu en cementfabrik där andelen energi för lokaluppvärmning är ca 0,7 % av totalt energibehov.

Enligt statistiskt material för 1980 använde kalk- och cementbranschen energi motsvarande 4137 GWh/år. Av detta så var 3788 GWh/år bränsleenergi och 349 GWh/år elenergi. Pannverkningsgraden kan försummas eftersom bränslet praktiskt taget helt används i processens brännugnar. Det totala energibehovet sätts därför lika med energianvändningen, dvs 4137 GWh/år.

Energibehovet fördelas enligt de inventerade kalk- och cementindustrierna, ty kalkindustrierna med enbart brytning och malning av kalksten är försumbara med tanke på dess energianvändning. Därmed fördelas det totala energibehovet så att 1 % används för lokaluppvärmning medan största delen, 99 % används för processuppvärmning.

Lokaluppvärmning sker enbart med primärvärme.

Energien som primärt används för processuppvärmning fördelas så att 46 % binds i produkten, 53 % förs till atmosfären och resterande 1 % förs till avloppet

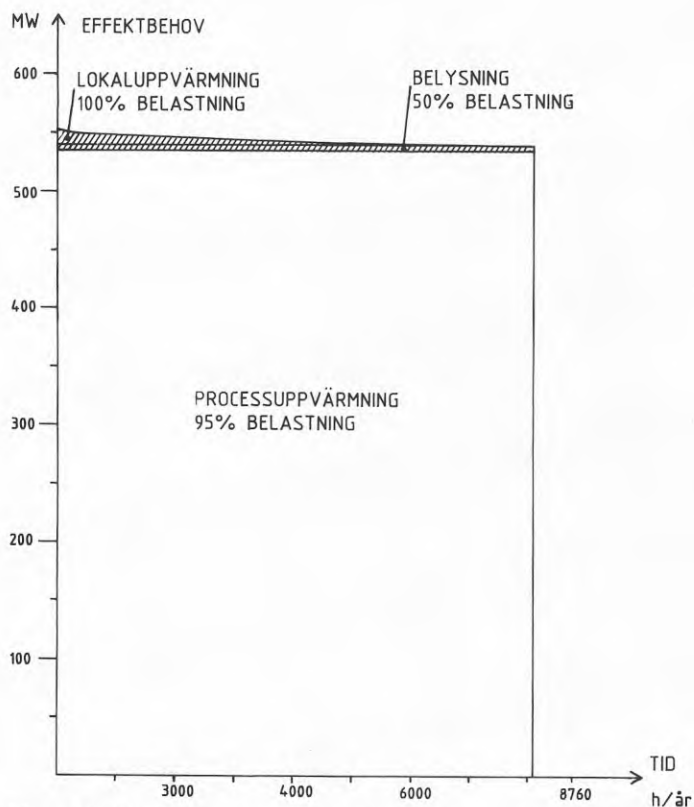
Varaktighetsdiagrammet för kalk- och cementbranschen visas i figur 3.22 och baserar sig på följande siffror:

Processuppvärmning: 99 % av totalt använd energi används i processen, dvs 4100 GWh/år
Effektbehovet $P_m = 537$ MW
Driften körs med 95 % belastning under 8040 h/år, varvid drifttiden är 7640 h/år.

Belysning: 8 GWh/år används för belysning
Effektbehovet $P_{med} = 2$ MW
varav 35 % används under 8040 h/år
och 65 % används under 3000 h/år.

Lokaluppvärmning:

33 GWh/år används för lokaluppvärmning.
Dimensionerande effekten $P_{dim} = 13$ MW
Uppvärmning sker kontinuerligt upp till 18°C under 5600 h/år, vilket motsvarar den tid på året då utetemperaturen understiger 11°C när normaltemperaturen är 7°C .



Figur 3.22 Varaktighetsdiagram för kalk- och cementindustrin

3.23 Järn-, stål- och metallverk

Inom denna bransch förädlas malm till metall som sedan gjutes till tackor eller halvfabrikat. Branschen omfattar även valsning och smidning av plåt och halvfabrikat.

Eftersom nästan alla metallbearbetningsprocesser kräver någon form av upphettning är branschen väldigt energikrävande. Under 1981 förbrukade svenska järn- och stålverk energi för 1,7 miljarder kronor, vilket utgjorde ca 12 % av produktionskostnaden.

Trots ökade energipriser har man lyckats hålla energikostnadsandelen på en konstant nivå även under senare år. Detta beror tyvärr inte enbart på att man genomfört energibesparande åtgärder utan även på att löne- och råvarukostnader har ökat. Tydligt att urskilja är dock att energiförbrukningen per ton råjärn eller råstål har minskat under den senaste tioårsperioden, detta trots en succesivt minskande utnyttjandegrad inom branschen. Denna nedåtgående energiförbrukningstrend kommer eventuellt att kunna bibehållas med hjälp av nya tillverkningsprocesser (t ex INRED) som är under utveckling. Trots att energiförbrukningen har minskat ligger järn- och stålindustrin fortfarande i topp inom tillverkningsindustrin med en energikostnadsandel som är drygt 10 % av saluvärdet för branschen. Detta är drygt 6 %-enheter högre än tillverkningsindustrin i genomsnitt. (Fors-Hardell, 1978, Albertsson-Hardell, 1977).

Störst energianvändare är masugnsprocessen som använder drygt 40 % av tillförd energi. Energin tillförs här i form av koks. 1980 förbrukades 1,4 milj ton koks inom branschen. Andra stora energianvändare är valsverk och smältverk.

Inom ståltillverkningen används övervägande elenergi medan man vid tillverkning av smitt och valsat stål oftast tillför energin i form av oja.

Vid järn- och stålverk sker oftast ingen aktiv tillförsel av energi för uppvärmningsändamål eftersom tillverkningsprocessen avger tillräckligt med värme för att täcka även lokaluppvärmningen. Aktiv värmertilförsel sker därför endast i kontors- och personalutrymmen och i sådana utrymmen som ej nås av strålnings- och konvektionsvärme från processen, t ex verkstäder och lokaler för efterbearbetning av produkter.

Under 1980 fanns det 179 arbetsställen inom branschen och totalt 63 649 anställda dvs i medeltal 356 anställda per arbetsplats. 95 % av alla anställda arbetar vid företag med mer än 200 anställda och 63 % vid företag med mer än 1000 anställda.

Totala energiförbrukningen för branschen var 27,7 TWh 1980 fördelat enligt nedanstående tabell.

Fast bränsle:	11,50	TWh	
Gas:	1,84	TWh	73 % bränsle
Bensin+diesel:	0,18	TWh	
Eo1:	1,02	TWh	
Eo2-3:	0,41	TWh	27 % el
Eo4-:	5,39	TWh	
El:	7,40	TWh	

I genomsnitt utgör energikostnaderna ca 12 % av produktionskostnaderna. Denna siffra kan dock variera mellan 5 och 25 % beroende på verkstyp. Medelenergianvändningen är 155 GWh/år för ett "medelföretag".

Energiinventeringar har utförts vid bl a ett kombinerat stål- och valsverk. Inventeringarna har resulterat i ett Sankeydiagram för branschen som visas i bilaga 31.

Vid inventeringen av det kombinerade stål- och valsverket framkom att den årliga energianvändningen var 196,6 GWh/år fördelat på 12 % el och 88 % bränsle. Dessa siffror får anses vara ganska representativa för branschen som helhet. Något fast bränsle användes dock inte vid det inventerade stålverket. Fasta bränslen används främst vid järnframställningsprocessen.

Vid företaget användes 3,6 % av den tillförda energin till lokaluppvärmningsändamål och 96,4 % gick till processen. De största energianvändarna var stålugnen samt medium- och götvalsverket.

Lokaluppvärmningen sker uteslutande med tilluftsaggregat där ingen värmeåtervinning görs. Uppvärmning av stål- och valsverk sker endast under icke driftstid medan personalutrymmen uppvärms kontinuerligt.

Inom processen sker kylning med både luft och kylvatten. Stålugn och valsningsmaskiner kyls med kylvatten men naturligtvis avgår en del värme genom strålning och konvektion. För det studerade stål- och valsverket gick 12 % av utnyttjbar processenergi ut i avloppet och 88 % tillfördes atmosfären.

Att behovet av energi för lokaluppvärmning har så låg andel av den totala energiförbrukningen vid verket beror, som tidigare nämnts, på att

- 1) Den totala energianvändningen är så hög att lokaluppvärmningsandelen nästan försvinner, relativt sett. Denna effekt är störst i stålverket och varmvalsverket.
- 2) Så mycket värme avges genom direkt strålning och konvektion att ytterligare värmeförsel ej är nödvändig. Detta är speciellt fallet för det inventerade verket som producerar 200 000 ton råstål per år och 180 000 ton av dessa varmvalsas. Sker efterbearbetning av råstålet på annat, mindre energiintensivt sätt, får ofta lokalerna uppvärmas på annat sätt än genom spillvärmeavgivning från processen. I genomsnitt ligger därför andelen energi för lokaluppvärmning något högre för branschen totalt än för det inventerade stål- och valsverket.

Det är ganska svårt att sammanfatta järnframställning och stålframställning som en enhet eftersom processerna skiljer sig väldigt mycket åt. Ur lokaluppvärmningssynpunkt är de dock lika eftersom andelen tillförd energi för lokaluppvärmning är ungefär lika låg i båda branschgrenarna. Totalt förbrukade Sveriges järn- och stålindustrier ca 9,8 % av använd energi för lokaluppvärmning.

Eftersom lokaluppvärmningsbehovet är så litet inom branschen har man inte lagt någon större vikt vid återvinning av energi för uppvärmningsändamål. Endast 2 % av branschens uppvärmningsbehov täcks för tillfället av återvunnen energi även om potential finns för mycket högre återvinningsgrad.

Processenergin vid järnframställning går ej totalt förlorad till avlopp respektive atmosfär utan en del av den använda koksens värmeinhåll finns lagrat i det färdiga järnet. Denna energi går dock delvis förlorad vid ståltillverkningen. Hur energin fördelar sig totalt inom branschen redovisas i Sankeydiagrammet i bilaga 31.

Av branschens förfogbara processenergi går 13 % ut i avloppet via kylvattenflöden och 75 % går förlorade via strålning och konvektion. Resterande 12 % är bundet i den färdiga produkten.

För att kunna ta fram ett varaktighetsdiagram för branschen måste man känna till drifttiderna för de olika energianvändarna inom branschen. Oftast tillåter man stora energiförbrukare som järn- och ståltillverkningsugnar arbeta kontinuerligt under året med avbrott endast för semester och storhelger. Smärre energiförbrukare som verkstäder och efterbearbetning av gjutgods drivs däremot oftast diskontinuerligt (dagtid, 2-skift). I genomsnitt kan en drifttid på 5000 h/år antas. Belysningen antas vara tänd under samma tidsperiod som processen drivs dvs 5000 h/år.

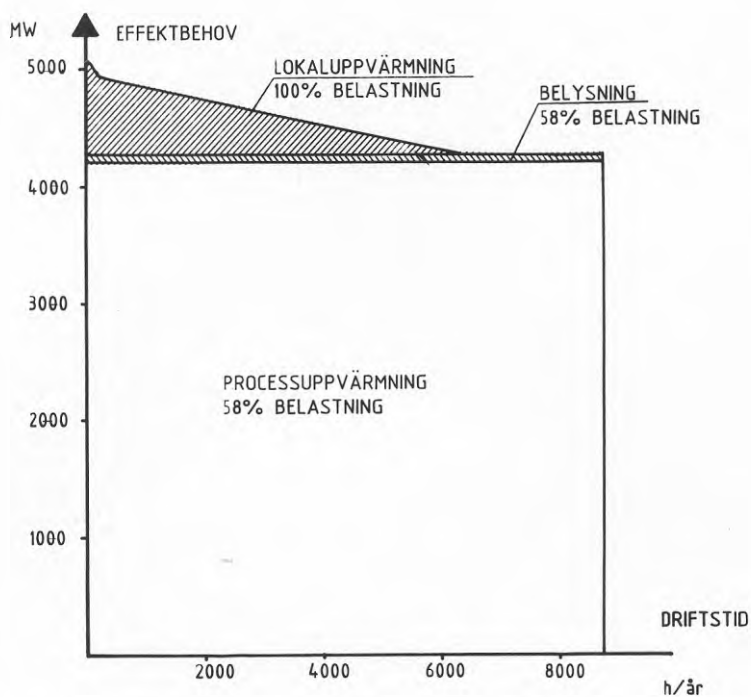
Eftersom de flesta verk inom branschen är belägna i nord- och mellan-sverige antas följande driftbetingelser för lokaluppvärmningen:

- Dimensionerande utetemperatur: -24°C
- Årsmedeltemperatur: $+ 4^{\circ}\text{C}$

Dessutom antas kontinuerlig uppvärmning till 17°C då utetemperaturen understiger 11°C . Uppvärmningen sker uteslutande med tilluftaggregat.

Dessa antaganden resulterar i varaktighetsdiagrammet i figur 3.23.

Processen:	Drifttid:	5000	h/år
	P_{dim} :	4226	MW
	Q:	21,1	TWh/år
Belysning:	Drifttid:	5000	h/år
	P_{dim} :	55	MW
	Q:	0,28	TWh/år
Uppvärmning:	Drifttid:	6300	h/år
	P_{dim} :	805	MW
	Q:	2,16	TWh/år



Figur 3.23 Varaktighetsdiagram för järn-, stål- och metallverk

3.24 Verkstadsindustrin

Verkstadsindustrin är ett samlingsnamn på en bransch där en vidare förädling sker av främst metaller, såsom stål, aluminium, koppar etc, samt icke-metaller såsom t ex plast till en mängd olika föremål. Man tillverkar såväl enkla som mycket komplicerade produkter.

Enligt "standard för svensk näringsgrensindelning" (SNI) indelas verkstadsindustrin i delbranscher. Siffrorna inom parentes anger den procentuella andelen av energianvändningen.

- Metallvaruindustrin (23 %)
- Maskinvaruindustrin (27 %)
- Elektroindustrin (14 %)
- Transportmedelsindustrin (34 %)
- Industrier för instrument, foto-optikvaror, ur (2 %)

Sistnämnda grupp representerar en mycket liten andel av energianvändningen och kan i detta sammanhang försummas.

Gjuteriverksamheten, som ingår i SNI-37 järn och stål, förekommer som en naturlig del av verksamheten hos många industriföretag och är ej representerad i denna utredning.

Verkstadsindustrin är, om man ser till antalet anställda, antalet arbetsställen, förädlingsvärde m m Sveriges största industribransch.

Verkstadsindustrin svarar för 47 % av sysselsättningen inom den tillverkande industrin.

Totala energiåtgången 1980 var enligt statistiskt material 13 355 GWh/år, vilket utgör ca 10 % av tillverkningsindustrins sammanlagda energianvändning.

Verkstadsbranschen är föga energiintensiv i jämförelse med massapappersindustrin, järn-stålindustrin samt tillverkningsindustrin totalt.

Inom verkstadsindustrin förekommer mer eller mindre energikrävande processer.

Bland de mest energikrävande processerna kan nämnas:

- ytbehandling
- plastisk bearbetning
- värmebehandling
- hopfogning
- skärande bearbetning

Inom verkstadsindustrin finns företag som enbart sysslar med en av dessa processer. Inom t ex ytbehandlingsbranschen finns ca 435 företag.

För att belysa skillnaden mellan olika företags energiåtgång för lokaluppvärmning beroende på processen kan nämnas att ett värmebehandlingsföretag uteslutande använder spillvärme för lokaluppvärmning, medan däremot en traditionell mekanisk verkstad använder ca 75 % av sin totala energianvändning för lokaluppvärmning.

Jämförande siffror för andra företag med speciell processinriktning kan nämnas

- smidesföretag, 23 % till lokaluppvärmning
- bearbetningsföretag, 73 % till lokaluppvärmning
- montageföretag, 60 % till lokaluppvärmning

När det gäller att belysa energiåtgången beträffande lokaluppvärmningen totalt för hela verkstadsindustrin har vi valt att göra detta enligt SNI-indelningen där varje delbransch beskrivs, även om denna indelning ej är helt korrekt vid en energistudie.

En indelning efter processinriktning hade varit mer riktig, men även här förekommer svårigheter att göra en rättvis bedömning, då speciellt stora företag arbetar med hela processkedjan.

Metallvaruindustri

Verksamheten inom metallvaruindustrin omfattar i huvudsak operationer som svetsning, mekanisk och termisk bearbetning av plåtar, band och stänger av olika metaller.

Till gruppen hör

- verktygs- och redskapsindustrin
- metallmöbelindustrin
- industri för metallkonstruktion
- övrig metallvaruindustri

Enligt Sankeydiagrammet, se bilaga 32, för hela delbranschen används ca 3067 GWh/år, varav elenergi ca 1168 GWh/år. Oljeanvändningen representerar ca 48 %. Övrig bränsleenergi är ca 14 % och elenergi 38 %. En del av oljemängden, 7 %, används direkt för processvärme. Andelen olja + andra bränslen som eldas i pannor utgörs av ca 45,5 %, samt övriga bränslen ca 16 %.

Vid en trolig pannverkningsgrad på 80 % blir det totala energibehovet $3067 \times 0,455 \times 0,8 + 3067 \times 0,16 + 1168 = 2787$ GWh/år.

För lokaluppvärmning används ca 1037 GWh/år, som uteslutande produceras via värmevattenpannor.

Av elenergin används ca 292 GWh/år för belysning. Energibehovet för processen blir då $2787 - 1037 - 292 = 1458$ GWh/år.

Totala energibehovets fördelning på lokal- resp processuppvärmning förhåller sig procentuellt som 47 % (inklusive belysning) för lokaluppvärmning samt 53 % för processuppvärmning.

Uppvärmningssystemet använder uteslutande primärvärme. Lokalvärmen tillförs dels via radiatorer och dels som uppvärmd tilluft. Man kan anta att lokaluppvärmning sker då utetemperaturen understiger $+11^{\circ}\text{C}$. Dvs under ca 6000 h/år, som är genomsnittet för Sverige.

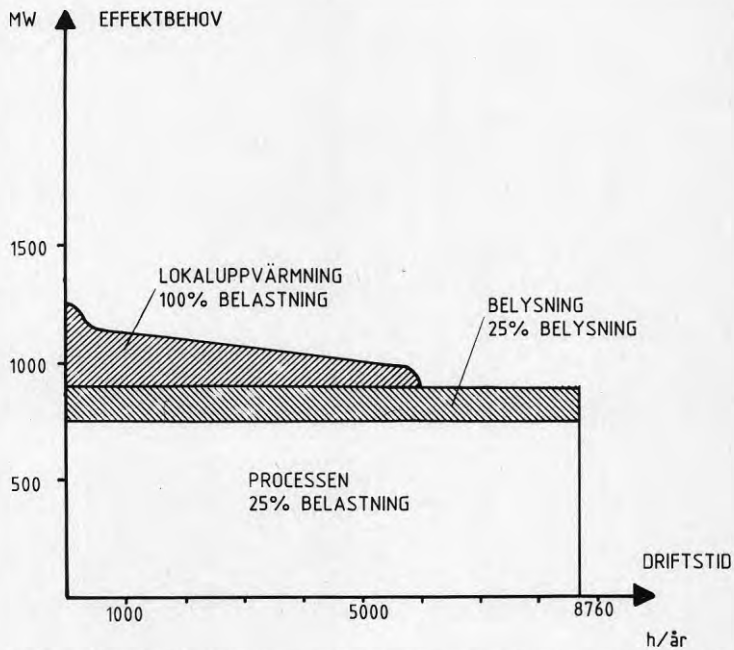
Normalt pågår processen under dagtid, fem dagar/vecka, vilket ger en total drifttid på ca 1900 h/år.

Ca 2 % av tillförd energi förs till avlopp, resterande förs till atmosfären.

Varaktighetsdiagrammet som återfinns i figur 3.24 baseras på följande siffror:

Processuppvärmning:	Energimängd	$2787 \times 0,53 = 1477$ GWh/år
	Drifttid	ca 1900 h/år
	P_m	742 MW

Belysning:	Energimängd	$2787 \times 0,42 \times 0,25 = 292 \text{ GWh/år}$
	Drifttid	ca 1900 h/år
	P_m	147 MW
Lokaluppvärmning:	Energimängd	$2787 \times 0,36 = 1018 \text{ GWh/år}$
	Drifttid	ca 6000 h/år
	P_m	ca 340 MW



Figur 3.24 Varaktighetsdiagram för metallvaruindustrin inom verkstadsindustrin

Maskinindustrin

Tillverknigen består främst av mekanisk bearbetning av råämnen till maskindelar samt montering av dessa till färdiga maskiner.

Inom gruppen finns företag för

- Industri för stationära turbiner och motorer
- Jordbruksmaskinindustri
- Industri för metall- och träbearbetningsmaskiner
- Industri för övriga varubearbetningsmaskiner och byggnadsmaskiner
- Datamaskinindustri, kontorsmaskinindustri
- Övrig maskinindustri, maskinreparationsverkstäder.

Branschens energifördelning redovisas i ett Sankeydiagram, se bilaga 33. Total energianvändning är 3653 GWh/år varav elenergi 1288 GWh/år.

Andelen oljeanvändning är ca 55 %. Övrig bränsleenergi ca 10 % och elenergi 35 %.

Andelen bränsle som eldas i pannor utgör 57 %.

Man kan anta att årsverkningsgraden på pannorna är 80 %. Därmed blir det totala energi behovet

$$3653 \times 0,8 \times 0,57 + 3653 \times 0,07 + 3653 \times 0,35 = 3235 \text{ GWh/år.}$$

1391 GWh/år av det totala energibehovet används för lokaluppvärmning. Av elenergin används ca 391 GWh/år till belysning, övrig elenergi används för processen.

Den verkliga energimängden för processen är därmed $3653 - 1391 - 391 = 1871$ GWh/år.

Lokal- respektive processuppvärmning fördelar sig procentuellt som 49 % (inklusive belysning) för lokaluppvärmning samt 51 % för processuppvärmning.

Uppvärmningssystemet använder i huvudsak primärvärme som tillförs lokalerna via radiatorer och som uppvärmd tilluft.

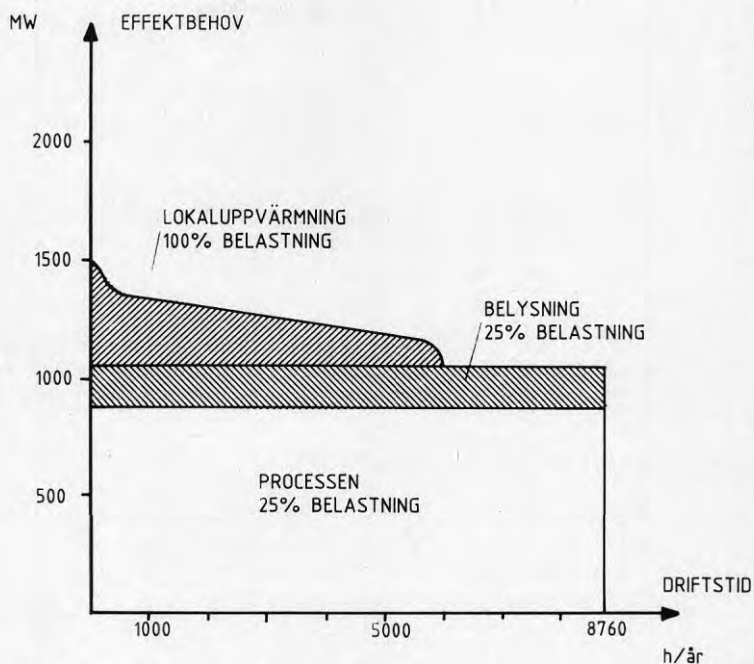
Uppvärmning av lokalerna sker under den tid på året då utetemperaturen understiger $+11^{\circ}\text{C}$. Denna tid representerar ca 6000 h/år, vilket är genomsnittet för Sverige.

Nästan all tillförd energi avgår till atmosfären.

Ca 2 % av energin används för tappvarmvatten och avgår till avlopp.

Varaktighetsdiagrammet som återfinns i figur 3.25 baseras på följande siffror:

Processuppvärmning:	Energimängd	$3235 \times 0,51 = 1650$ GWh/år
	P_{dim}	868 MW
	Drifttid	ca 1900 h/år
Belysning:	Energimängd	$3235 \times 0,39 \times 0,31 = 391$ GWh/år
	P_{dim}	ca 205 MW
	Drifttid	ca 1900 h/år
Lokaluppvärmning:	Energimängd	$3235 \times 0,37 = 1194$ GWh/år
	P_{dim}	ca 400 MW
	Drifttid	ca 6000 h/år, dvs under den tid på året då utetemperaturen är under $+11^{\circ}\text{C}$.



Figur 3.25 Varaktighetsdiagram för maskinvaruindustrin inom verkstadsindustrin

Elektroindustrin

Denna delbransch omfattar bland annat tillverkning av elmotorer, batterier, glödlampor, teleprodukter, elektriska ledningar och kablar, elspisar, dammsugare och TV-apparater.

Till denna delbransch hör

- Industri för elmotorer, generatorer samt elapparaturlör maskiner
- Teleproduktindustri
- Industri för elektriska hushållsapparater
- Övrig elektroindustri, elreparationsverkstäder

Enligt Sankeydiagrammet, bilaga 34, som framtagits för hela delbranschen används 1907 GWh/år. Av denna energimängd är 899 GWh/år elenergi.

Oljeanvändningen motsvarar ca 45 %, elenergi 47 %. Andelen övrig bränsleenergi representerar 8 %.

Av övrig bränsleenergi används ca 3 % för transporter, bensin och diesel.

Bränsleenergin produceras i pannor där ca 20 % antas försvinna genom olika pannförluster. Verkliga energibehovet blir då $1907 \times 0,41 \times 0,8 + 1907 \times 0,12 + 1907 \times 0,47 = 1750 \text{ GWh/år}$

Lokaluppvärmning sker både med radiatorer och uppvärmd tilluft och andelen energimängd beräknas till ca 619 GWh/år.

Av elenergin används ca 30 % till belysning.

Detta medför att energibehovet för processen är $1750 - 619 - 270 = 861 \text{ GWh/år}$.

Energibehovet kan fördelas på processuppvärmning och lokaluppvärmning och förhållandet blir då 53 % (inklusive belysning) för lokaluppvärmning samt 47 % för processuppvärmning.

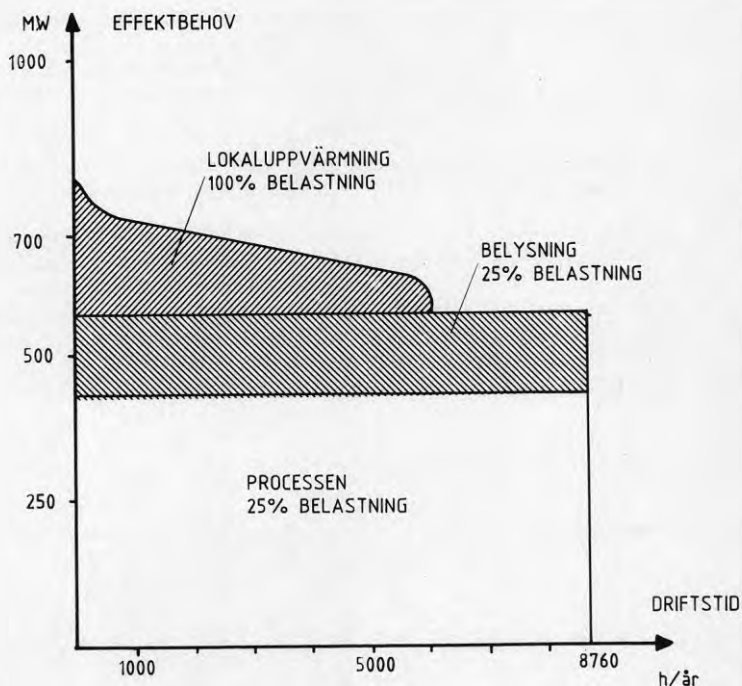
Uppvärmningssystemet använder till största delen primärvärme. Uppvärmning av lokalerna pågår under den tid på året då utetemperaturer understiger $+11^{\circ}\text{C}$, dvs ca 6000 h/år. Processen pågår normalt under dagtid och antalet timmar/år beräknas till ca 1900.

Av den till processen använda energin förs allt till atmosfären.

För delbranschen har framtagits ett varaktighetsdiagram, som återfinns i figur 3.26.

Diagrammet baseras på följande siffror

Processuppvärmning:	Energimängd	$1750 \times 0,47 = 823 \text{ GWh/år}$
	P_{dim}	433 MW
	Drifftid	1900 h/år
Belysning:	Energimängd	$1750 \times 0,51 \times 0,30 = 268 \text{ GWh/år}$
	P_{dim}	141 MW
	Drifftid	1900 h/år
Lokaluppvärmning:	Energimängd	$1750 \times 0,38 = 659 \text{ GWh/år}$
	P_{dim}	ca 220 MW
	Drifftid	ca 6000 h/år, dvs under den tid på året då uteluftens temperatur understiger $+11^{\circ}\text{C}$.



Figur 3.26 Varaktighetsdiagram för elektroindustrin inom verkstadsindustrin

Transportmedelsindustri

Denna delbransch tillverkar fartyg och båtar, rälsfordon, bilar, cyklar, mopeder, motorcyklar, flygplan, lyftanordningar, truckar och annat som har med transporter att göra.

Till gruppen hör

- Skeppsvarv, Båtbyggerier
- Rälsfordonsindustrin och reparationsverkstäder
- Bil- och bilmotorindustrin
- Cykel- och motorcykelindustrin
- Flygplansindustri- och reparationsverkstäder
- Övrig transportmedelsindustri

Dominerande för branschen är bilindustrin som använder nästan hälften av branschens energi.

Enligt Sankeydiagrammet, bilaga 35, används för delbranschen 4497 GWh/år, varav elenergi 1381 GWh/år.

Oljeanvändningen representerar ca 52 %. Av denna förbrukas ca 19 % direkt i processen. Övrig bränsleenergi är ca 17 % samt elenergin ca 31 %. En stor del av övrig bränsleenergi går till transporter, rengöring och service. Av bränsleenergin som eldas i pannor går ca 20 % till rökgasförluster.

Det totala energibehovet för delbranschen är då
 $497 \times 0,8 \times 0,46 + 4497 \times 0,23 + 4497 \times 0,31 = 4080 \text{ GWh/år}$

Av totala energibehovet används ca 1550 GWh/år för lokaluppvärmningen.

Belysningsenergin representerar ca 10 % av elenergin.

Den verkliga energimängden som erfordras för processen blir då
 $4497 - 1550 - 138 = 1567 \text{ GWh/år}$.

Energibehovet fördelar sig procentuellt som 65 % (inklusive belysning) för lokaluppvärmning samt 35 % för processuppvärmning.

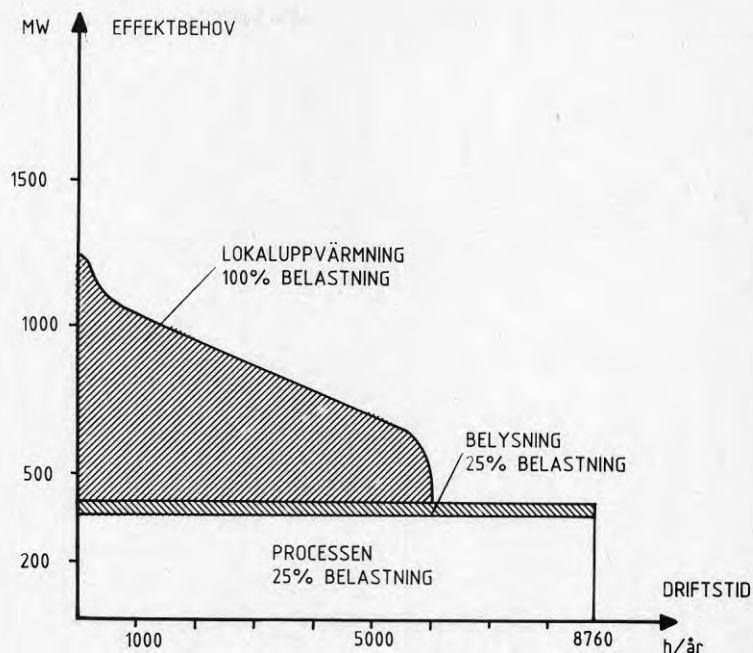
Uppvärmningssystemet använder huvudsakligen primärvärme, som tillförs lokalerna dels via radiatorer och dels via uppvärmd tilluft.

Man kan anta att uppvärmning förekommer då utetemperaturer understiger $+11^{\circ}\text{C}$. Drifttiden beräknas till i genomsnitt 4000 h/år, då många företag i denna bransch arbetar två-skift.

All tillförd energi förloras till atmosfären.

Varaktighetsdiagrammet som återfinns i figur 3.27 baseras på följande siffror:

Processuppvärmning:	Energimängd	$4080 \times 0,35 = 1428 \text{ GWh/år}$
	P_{dim}	357 MW
	Drifttid	ca 4000 h/år
Belysning:	Energimängd	$4080 \times 0,34 \times 0,10 = 138 \text{ GWh/år}$
	P_{dim}	ca 35 MW
	Drifttid	ca 4000 h/år
Lokaluppvärmning:	Energimängd	$4080 \times 0,62 = 2514 \text{ GWh/år}$
	P_{dim}	ca 840 MW
	Drifttid	ca 6000 h/år, dvs under den tid på året då utetemperaturer understiger $+11^{\circ}\text{C}$



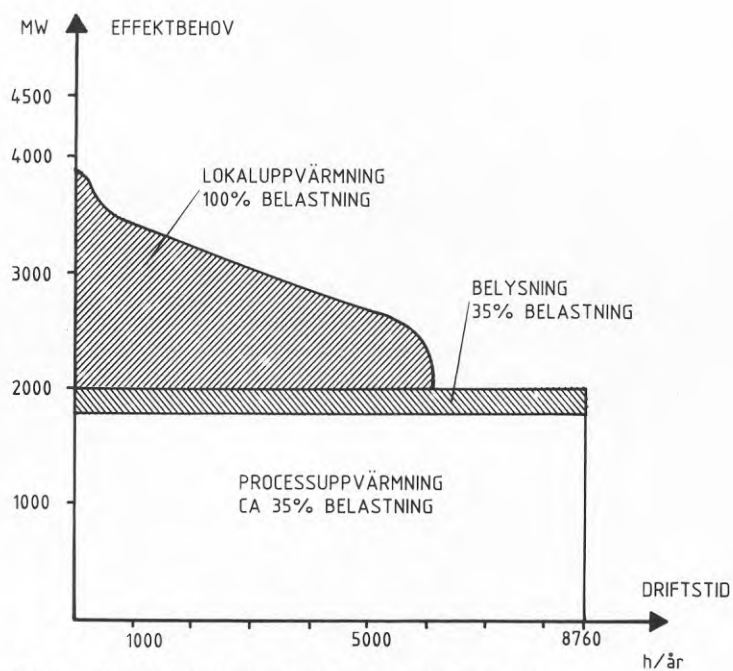
Figur 3.27 Varaktighetsdiagram för transportmedelindustrin inom verkstadsindustrin

Av verkstadsindustrins totala energianvändning 13 355 GWh/år utgör 4 788 GWh/år elenergi. Pannförlusterna utgör 20 % varför det totala energibehovet är $8\,567 \times 0,8 + 4\,788 = 11\,641$ GWh/år.

För lokaluppvärmning används ca 54 % av det totala energibehovet. Belysningsenergin utgör ca 10 % av lokaluppvärmningen.

Varaktighetsdiagrammet för hela verkstadsindustrin baseras på följande siffror, se figur 3.28.

Processuppvärmning:	Energimängd	$11641 \times 0,46 = 5355$ GWh/år
	Drifftid	genomsnitt 3000 h/år
	P_{dim}	1785 MW
Belysning:	Energimängd	$11641 \times 0,54 \times 0,1 = 629$ GWh/år
	Drifftid	3000 h/år
	P_{dim}	210 MW
Lokaluppvärmning:	Energimängd	$11641 \times 0,54 \times 0,9 = 5657$ GWh/år
	Drifftid	genomsnitt 6000 h/år
	P_{dim}	1890 MW



Figur 3.28 Varaktighetsdiagram för verkstadsindustrin

4. SAMMANSTÄLLNING AV OLIKA INDUSTRIBRANSCHERS ENERGIÄVÄNDNING

De i kapitel 3 presenterade industribranscherna jämförs i detta kapitel ur energisynpunkt. De värden som jämförs är medelvärden för de olika branscherna. Man bör lägga märke till att vissa branscher är mycket inhomogena varför värdena för ett enskilt företag kan skilja sig från de branschvärden som redovisas nedan.

4.1 Totalt energibehov inom olika branscher

Olika industrier och industribranscher använder bränslen på olika sätt och med olika verkningsgrad. Enligt tidigare definition jämförs därför de olika industribranschernas totala energibehov efter eventuella bränsleeldade pannor. De i kapitel 3 presenterade värdena för de olika branscherna är sammanställda i tabell 4.1.

Tabell 4.1 Olika industribranschers totala energibehov

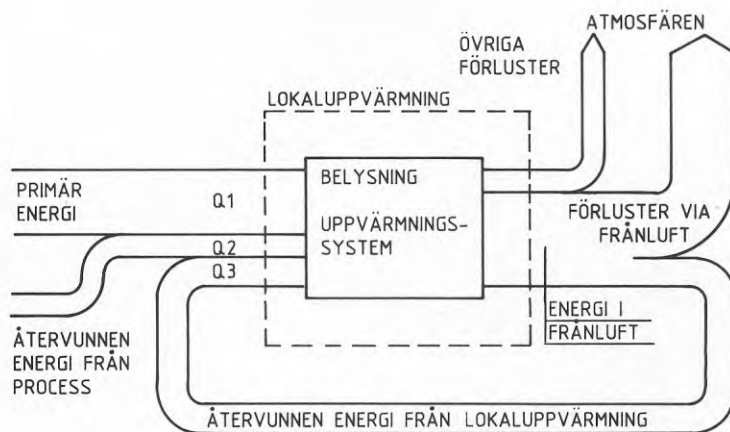
	GWh/år
Slakteri- och Charkuteriindustri	868
Mejeriindustri	1 300
Konservindustri	487
Bageriindustri	699
Socketindustri	990
Choklad- och konfektyrindustri	233
Maltdrycksindustri	318
Textilindustri	1 021
Sågverk- och hyvleriindustri	4 290
Spånskiveindustri	675
Byggnadssnickeriindustri	753
Trämöbelindustri	660
Massa- och pappersindustri	59 182
Pappersvaruindustri	537
Grafisk industri	669
Gummivaruindustri	542
Kemikalieindustri	4 900
Annan kemisk industri	1 141
Porcelain- och lergodsindustri	267
Glas- och Glasvaruindustri	1 310
Tegelindustri	591
Cement- och kalkindustri	4 137
Järn-, stål- och metallverk	23 540
Verkstadsindustri	11 641

Som framgår av tabellen är det ett par branscher som har ett klart högre totalt energibehov än de övriga, nämligen massa- och pappersindustri, järn-, stål- och metallverk samt verkstadsindustri. För var och en av dessa branscher gäller att det totala energibehovet överstiger 10 000 GWh/år, dvs är mer än 40 gånger större än för de minsta delbranscherna. Man bör dock påpeka att järn-, stål- och metallverk samt verkstadsindustri är branscher som representerar hela näringsområden enligt SNI, även kallat indelning på 2-siffernivå. Övriga branscher som studerats, även massa- och pappersindustri, representerar endast delar av näringsområden. På motsvarande sätt kan de olika branscherna inom livsmedelsindustrin tyckas ha en liten energianvändning. Studerar man i stället hela näringsområdet livsmedelsindustri finner man att dess totala energibehov är cirka 4 000 GWh/år.

En grupp med 7 branscher har ett medelstort totalt energibehov på mellan 1000 och 10 000 GWh/år. Den största gruppen med 14 branscher representerar branscher med lägre värden, mellan 200 och 1000 GWh/år, på totalt energibehov.

4.2 Energifbehov för lokal- respektive processuppvärmning inom olika branscher.

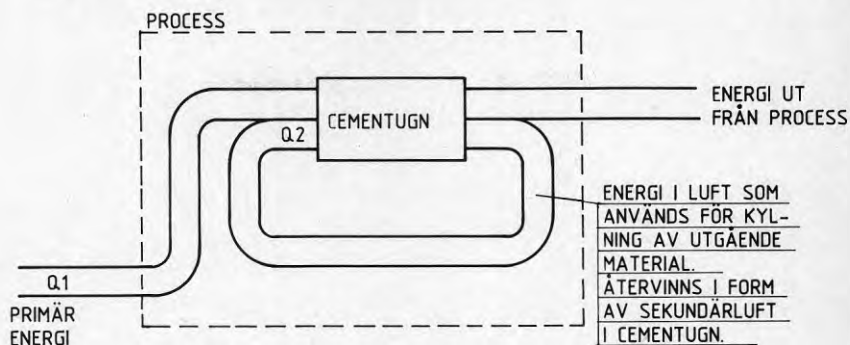
I denna rapport avser energibehov för lokaluppvärmning, enligt beteckningar och definitioner, den energi som tillförs lokalen via uppvärmningssystemet samt via belysningen. Det innebär att om uppvärmningssystemet utnyttjar både primär- och återvunnen värme så betraktas båda energiflödena som delar av energibehov för lokaluppvärmning. Princien visas i figur 4.2.1.



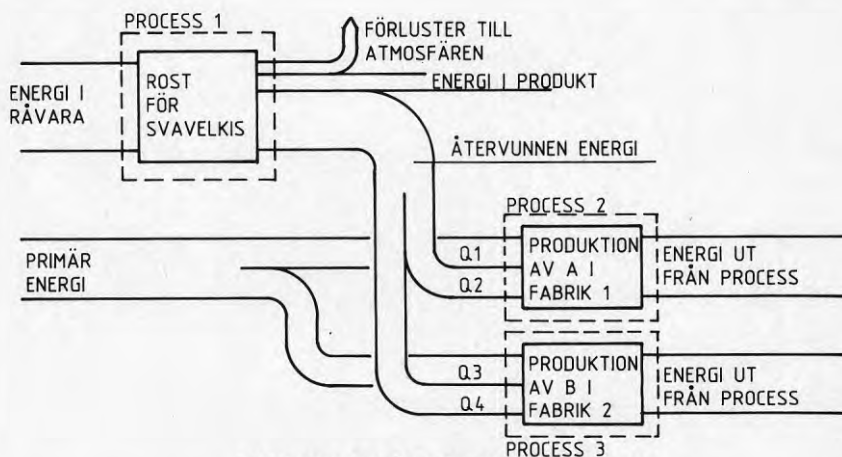
$$\text{ENERGIBEHOV FÖR LOKALUPPVÄRMNING} = Q1 + Q2 + Q3$$

Figur 4.2.1 Schematisk skiss över energibehov för lokaluppvärmning.

Med energibehov för processuppvärmning avses den energi som tillförs processen. Energi som återvinns inom processen, som t ex värmeväxling mellan in- och utgående processflöden till respektive från en cementugn, betraktas som om det cirkulerar inom processen och ej som ett energibehov för densamma. En process betraktas alltså som branschtypisk och antas därför inte variera mellan olika anläggningar. Om däremot anläggningen omfattar flera olika processer där värme återvinns från den ena till den andra, t ex värmeåtervinning vid rostning av svavelkis som sedan tillförs andra processer i form av ånga och hetvatten, så betraktas detta värme som ett energibehov. Princien åskådliggörs i figur 4.2.2.

ANLÄGGNING 1

$$\text{ENERGIBEHOV FÖR PROCESS} = Q_1$$

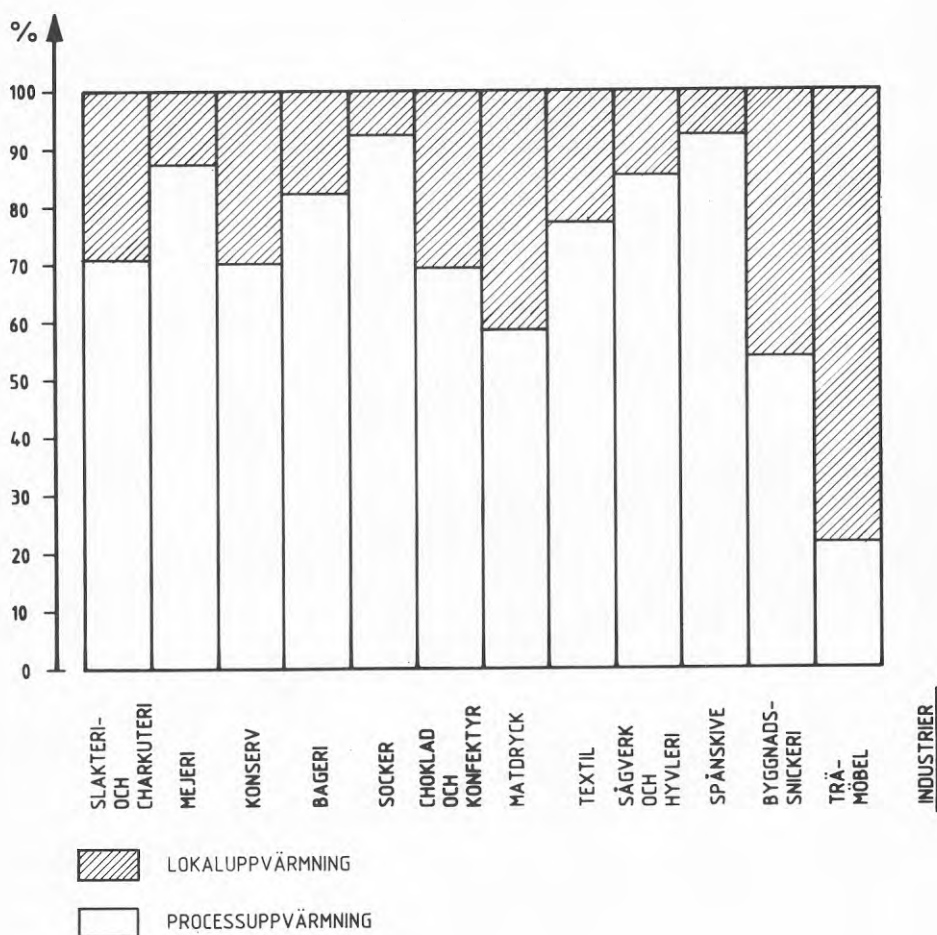
ANLÄGGNING 2

$$\text{ENERGIBEHOV FÖR PROCESS 2} = Q_1 + Q_2$$

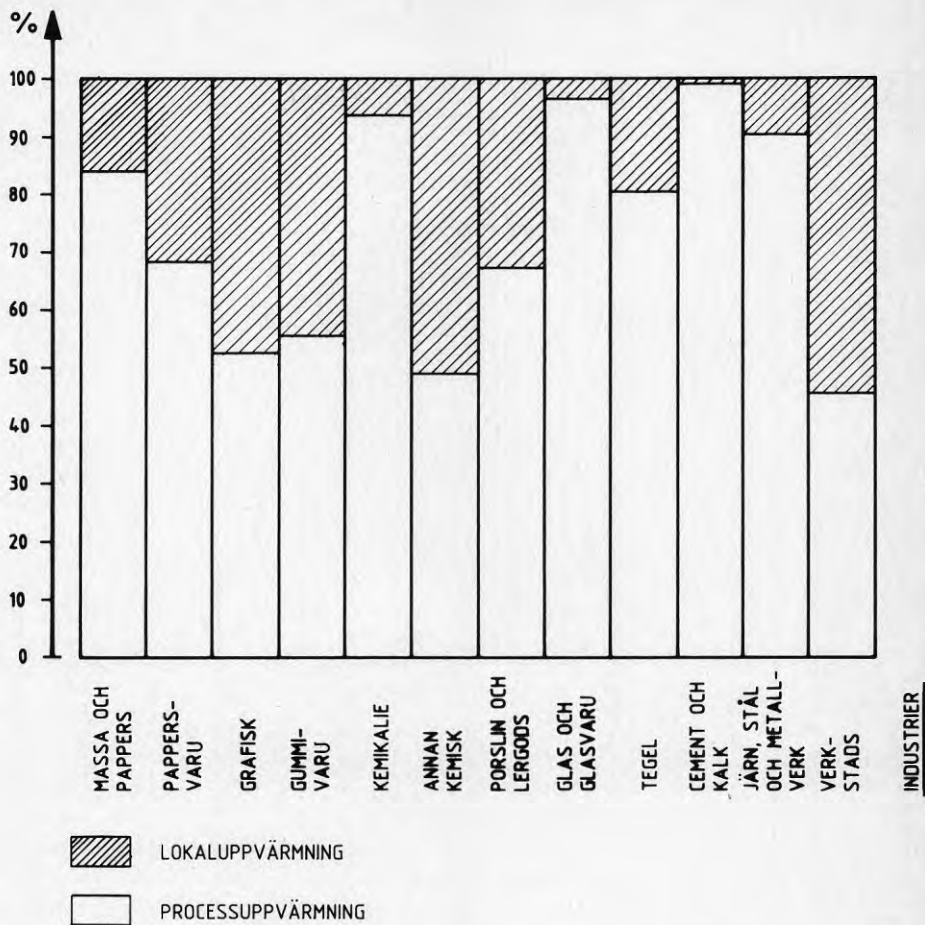
$$\text{ENERGIBEHOV FÖR PROCESS 3} = Q_3 + Q_4$$

Figur 4.2.2 Schematisk skiss över energibehov för processuppvärmning

Mot bakgrund av detta presenteras i figur 4.2.3 den procentuella fördelningen av energibehov för lokaluppvärmning respektive processuppvärmning. Observera skillnaden mellan figur 4.2.3 och de i kapitel 3 presenterade siffrorna på procentuell fördelning av totalt energibehov på lokal- respektive processuppvärmning som enbart tar hänsyn till behov av primärenergi.



Figur 4.2.3 Fördelning mellan energibehov för lokaluppvärmning respektive energibehov för processuppvärmning inom olika branscher.



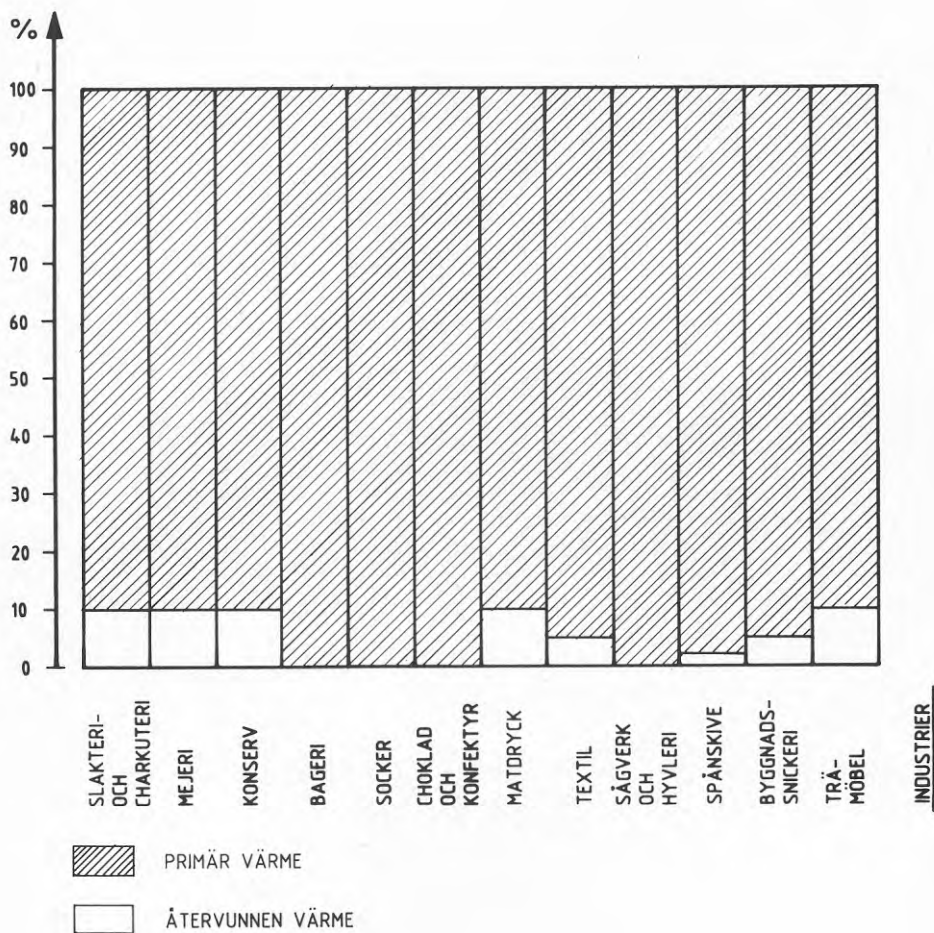
Figur 4.2.3 Fördelning mellan energibehov för lokaluppvärmning respektive energibehov för processuppvärmning inom olika branscher.

Som medeltal för de 24 branscherna gäller att energibehovet fördelar sig så att 28 % är behov för lokaluppvärmning och 72 % är behov för processuppvärmning. De branscher som har lokaluppvärmningsbehov på 40 % eller mer av den använda energin är:

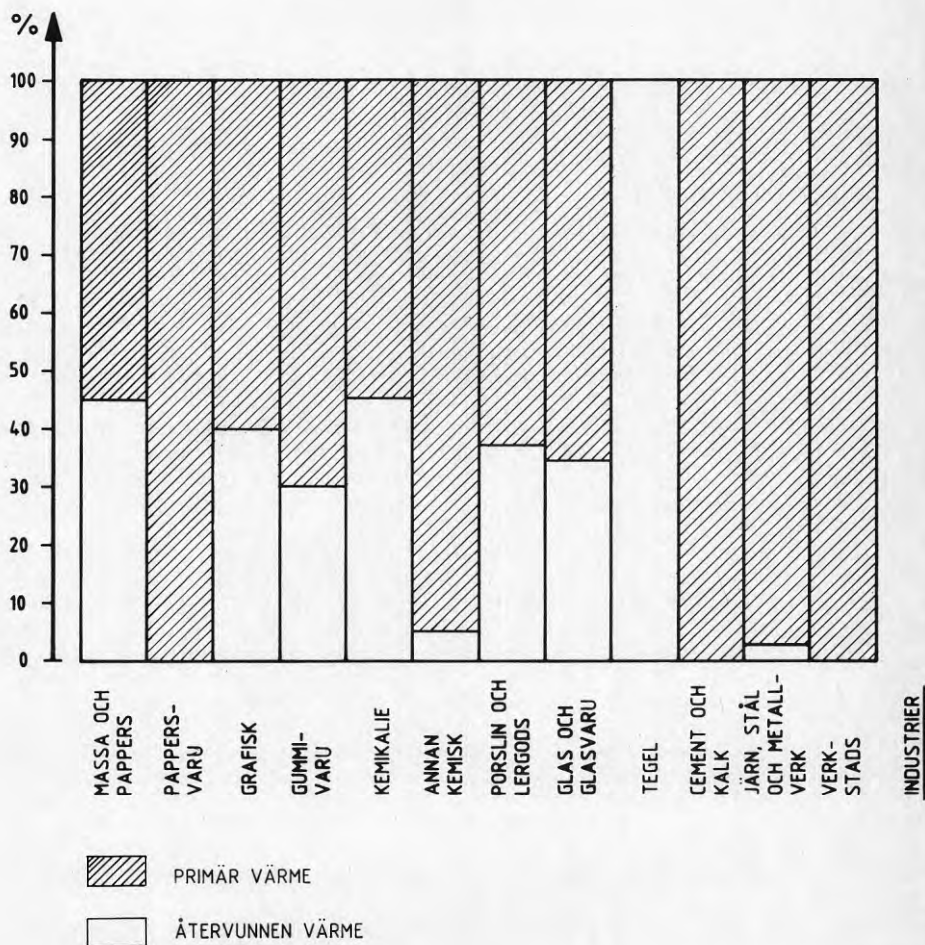
- trämöbelindustrin 78 %
- verkstadsindustrin 54 %
- annan kemisk industrin 51 %
- byggnadssnickeriindustrin 46 %
- gummivaruindustrin 46 %
- maltdrycksindustrin 40 %
- grafiska industrin 63 %

4.3 Användning av primär- respektive återvunnen värme i lokaluppvärmningssystem inom olika branscher

I figur 4.3.1 visas en sammanställning över hur olika branscher utnyttjar primär- respektive återvunnen värme i sina uppvärmningssystem.



Figur 4.3.1 Användning av primär respektive återvunnen värme i uppvärmningssystemen inom olika branscher.



Figur 4.3.1 Användning av primär respektive återvunnen värme i uppvärmningssystemen inom olika branscher. (fortsättning)

Det visar sig att endast ett fåtal industribranscher utnyttjar en påtaglig del återvunnen värme i sina uppvärmningssystem. För endast sju branscher överstiger andelen återvunnen värme 10 %. En av dessa är tegelbranschen. Denna bransch är unik på så sätt att den utnyttjar återvunnen värme till 100 %. Man bör dock påpeka att uppvärmningssystemet i det här fallet är mycket enkelt. Man utnyttjar helt enkelt uppvärmd kylluft från brännugnens mantel som tilluft i de delar av lokalen som ligger längst från brännugnen. På så sätt värmer kylluften den del av lokalen som har minst tillgång på strålnings- och konvektionsförluster från brännugnen.

De övriga branscherna som har en påtaglig användning av återvunnen värme är

- kemikalieindustri	45 %
- porslin- och lergodsindustri	37 %
- glas- och glasvaruindustri	34 %
- gummvävaruindustri	30 %
- grafisk industri	30 %

Gemensamt för fem av de sex branscherna är att en stor del av den återvunna värmen kommer från processen. Undantaget är grafisk industri där endast en liten del fås från processen.

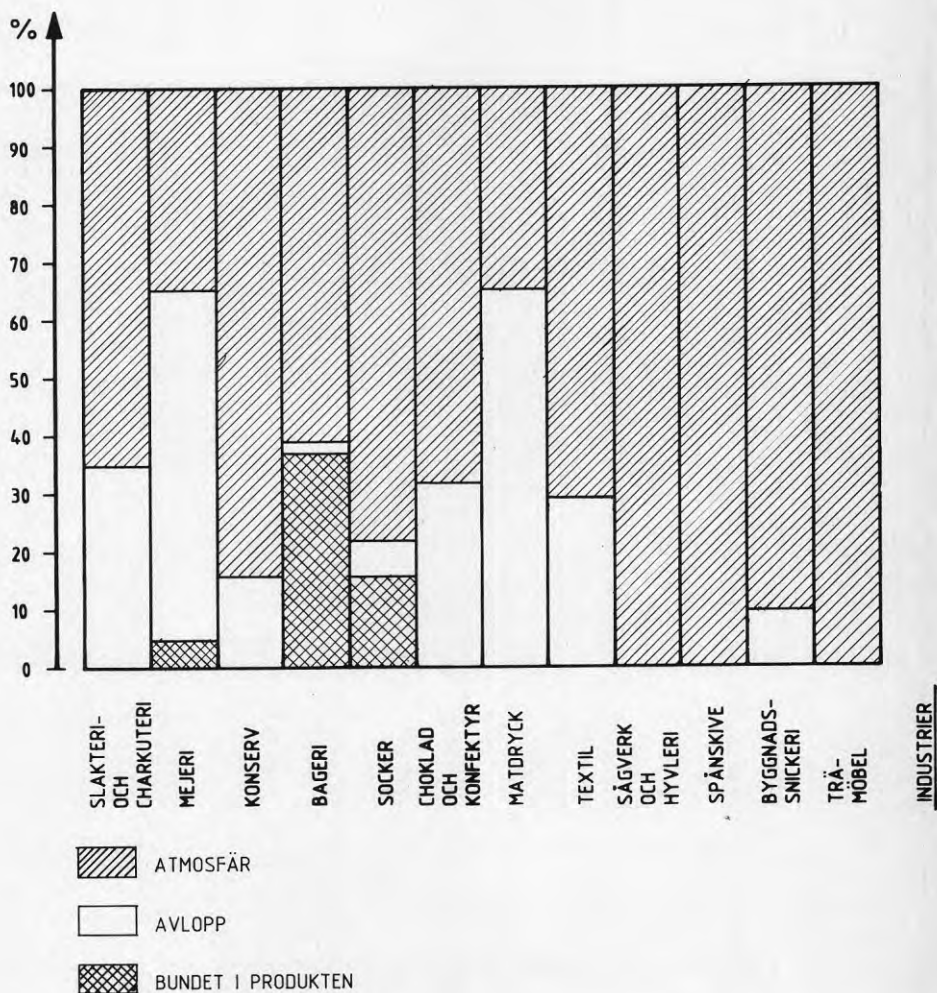
För branscher där andelen återvunnen värme är mellan 0-10 % härrör denna värme till stor del från lokaluppvärmningen och tas t ex tillvara genom värmeåtervinningskretsar.

Det visar sig att i de fall då spillvärme från processen utnyttjas för lokaluppvärmning så täcker detta spillvärme stora delar av behovet. För att karlagga möjligheten att utnyttja spillvärme från processen är det av intresse hur energin som tillförs processen lämnar densamma.

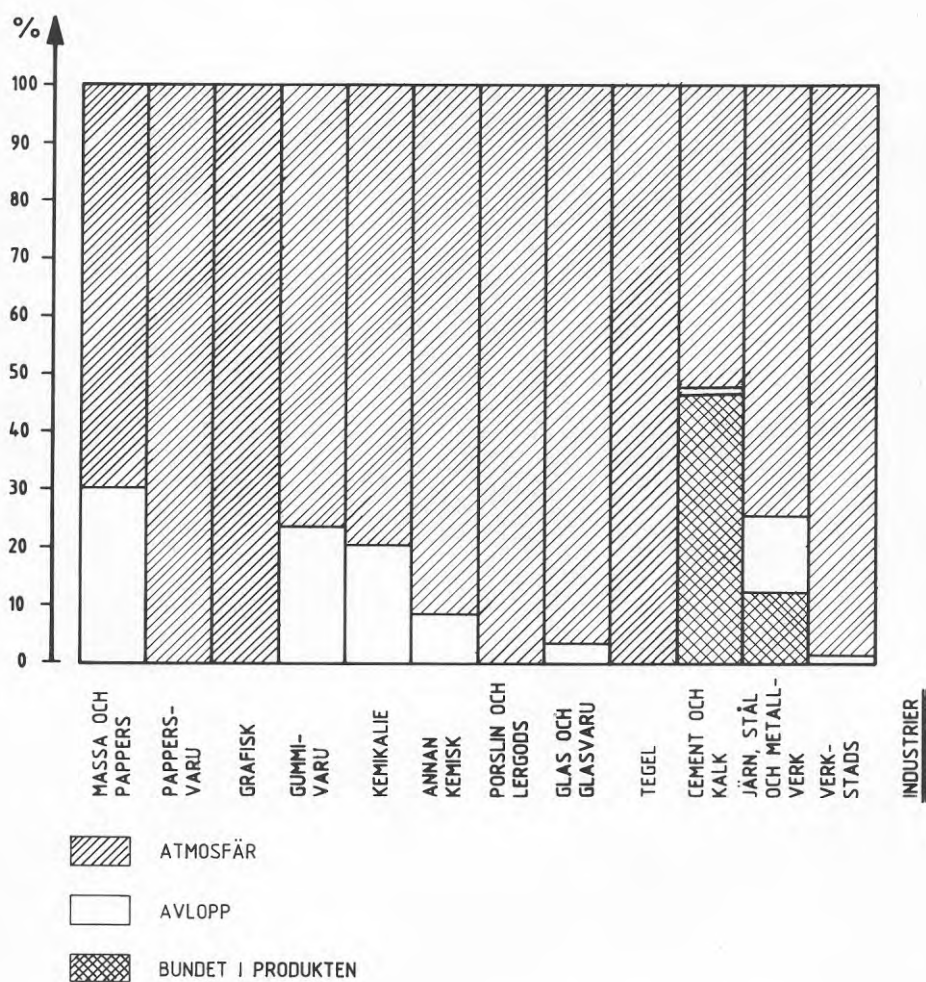
I figur 4.3.2 visas fördelningen av energi till processen för de olika industribranscherna. Med fördelning avses hur mycket energi som a) förs till atmosfären, b) förs till avloppet, c) binds i produkten. Energi som tillförs lokaluppvärmningen förloras som spillvärme till atmosfären. Motsvarande figur över fördelningen av energi till både lokaluppvärmning och process skulle därmed ha högre procentuell andel till atmosfären och lägre andelen till avlopp respektive som bundet i produkten.

Energi som binds i produkten kan ej utnyttjas som spillvärmekälla. Däremot är både energi till atmosfären och till avloppet intressanta spillvärmekällor. Praktiskt sett är ett vätskeburet spillvärmeflöde oftast lättare att utnyttja. Här syftas på att man kan arbeta med mindre volymsflöden och därmed mindre storlek på utrustning. Problemet brukar vara spillvärmekällans temperaturnivå och drifttid.

För att kunna återvinna värme från ett spillvärmeflöde till atmosfären kan det krävas en volymmässigt stor utrustning. Ytterligare krav ställs på utrustningar i de fall då spillvärmekällan är en korrosiv gas eller innehåller partiklar.



Figur 4.3.2 Fördelning av utgående energi som använts i processen visat för olika branscher.



Figur 4.3.2 Fördelning av utgående energi som använts i processen (fortsättning) visat för olika branscher.

Det framgår av figur 4.3.2 att stora delar av den energi som tillförs industrins processer förloras till atmosfären.

De enda branscher där förluster till atmosfären ej är dominerande, avseende förluster från processen, är inom maltdrycksindustrin och mejeriindustrin. I båda fallen uppgår förlusterna till atmosfären till 35 %. Typiskt för dessa branscher är att man ej jobbar med så höga temperaturer.

Däremot håller man varierande temperatur i olika faser av processen, och utnyttjar vätskekopplade system både för uppvärmning och kylning.

De branscher där 25 % eller mer av den tillförda energin förs till avloppet är:

- maltdrycksindustri	65 %
- mejeriindustri	60 %
- slakteri- och charkuteriindustri	35 %
- choklad- och konfektyrindustri	32 %
- textilindustri	28 %.

5. TÄNKBAR FÖRÄNDRING AV ENERGIANVÄNDNING INOM EN 5-ÅRS PERIOD

Under den närmaste 5-års perioden kan man för olika industribranscher tänka sig förändringar av energianvändningen dels i processen dels för lokaluppvärmningen. I de flesta fall påverkar en förändring av enbart den ena typen fördelningen mellan energi för process- respektive lokaluppvärmning. Ett fåtal industribranscher har dock en så liten andel lokaluppvärmning att en förändring av processuppvärmningen ej påverkar helhetsresultatet för branschen, och en förändring av lokaluppvärmningen knappast är tänkbar på grund av dess ringa betydelse. Av de branscher som studeras i denna utredning är det ett par som kan hänföras till detta fack, nämligen:

- sockerindustri
- massa- och pappersindustri
- kemikalieindustri
- glas- och glasvaruindustri
- tegelindustri
- cement- och kalkindustri
- järn-, stål- och metallverk

Troliga förändringar inom dessa branscher kommer därför ej att diskuteras närmare i denna utredning. Fortsättningsvis redovisas utvecklingsmöjligheterna för respektive branscher.

Inom slakteri- och charkuteriindustrin försöker man på olika sätt minska det totala energibehovet. Exempelvis har man börjat utnyttja rengöringsmedel som är verksamma vid låg temperatur. På så sätt kan man minska energibehovet för beredning av tappvarmvatten. Vid ett par anläggningar har man installerat värmepumpar som utnyttjar kylanläggningarnas kondensorvärme som värmekälla. Värmen utnyttjas i de flesta fall för beredning av tappvarmvatten.

Man kan anta att dessa åtgärder kommer att utnyttjas vid flera anläggningar. Därmed kommer branschens energibehov för processuppvärmning att minska. Det finns även behov av att byta ut eller rusta upp en stor del av uppvärmningssystemen inom branschen. Åtgärderna skulle resultera i minskat behov av primärenergi för lokaluppvärmning. Dagens energianvändning inom branschen beskrivs i kapitel 3.1.

För mejeriindustrin gäller att en utveckling är på gång mot att utnyttja värmepumpar som tar tillvara spillvärme från processen. Det finns olika exempel som utnyttjar kondensorvärme från kylanläggningen och spillvärme i avloppsvatten. Den återvunna värmen används både för lokaluppvärmning, värmning av tilluft, och processuppvärmning, värmning av tilluft till spraytork, tappvarmvatten eller förvärmning av ystmjölk. En annan befintlig värmepumpapplikation är ostlagrens avfuktningssystem där värme tas tillvara vid utfällning av fukt. Värmen avges till den nerkyllda, avfuktade luften så att luften återfår rätt temperatur.

Det är rimligt att tänka sig att liknande återvinningsanläggningar installeras på flera mejerier i den närmaste framtiden. Likaså torde antalet anläggningar för återvinning mellan från- och tilluft öka även om denna teknik redan idag är väl utbredd inom branschen. Man strävar dessutom mot att minska energibehovet för diskning och sterilisering. Diskning kan göras med medel som är verksamt vid låga temperaturer och sterilisering kan göras med syra.

Vid projektering av nya mejerier strävar man mot att förändra processutrustningen så att den blir anpassad till att utnyttja hetvatten som värmemedium istället för traditionella ångsystem. Målet är att i största möjliga mån utnyttja återvunnen värme och på så sätt minska behovet av primärenergi. Mejeriindustrins energianvändning idag beskrivs i kapitel 3.2.

Inom konserverindustrin används stora mängder tappvarmvatten för städning och rengöring. Beredning av tappvarmvatten svarar för ganska stor del av den energi som idag används för processuppvärmning. Det är därför troligt att man under den närmaste 5-årsperioden kommer att sträva efter att minska behovet av primärenergi för beredning av tappvarmvatten. Behovet kan t ex minskas om man övergår till disk- och rengöringsmedel som är verksamma vid lägre temperaturer än vad som i allmänhet används idag. Det finns även exempel på anläggningar där återvunnen värme används för beredning av tappvarmvatten. Vid en anläggning utnyttjas en värmepump för att ta tillvara värmen i utgående kylvatten. Värmen används dels för beredning av tappvarmvatten, dels för värmevattenproduktion.

Behovet av primärenergi för lokaluppvärmning kommer troligtvis även det att minska eftersom många anläggningar har ganska låg status och därför behöver åtgärdas.

Energianvändningen inom konserverindustrin idag beskrivs i kapitel 3.3.

Specifikt för bageriindustrin är att man har många interna värmekällor. Detta gör att utgående ventilationsluft ofta har en ovanligt hög temperatur. Det är därför lämpligt att värmväxla frånluften med tilluften. Det är rimligt att anta att denna teknik kommer att utnyttjas mer under den närmaste 5-års perioden. Därmed skulle primärenergibehovet för lokaluppvärmning kunna minskas.

Övriga åtgärder som ofta är möjliga inom bageribranschen är:

- Installation av economiser i rökgaserna från ugnarna samt från ång- och hetvattenpannor.
- Utnyttjande av kondensorvärme för degvätskeberedning genom värmväxling.

Det är dock tveksamt om dessa åtgärder kommer att utnyttjas nämnvärt inom den närmaste tiden. I kapitel 3.4 beskrivs bageribranschens energianvändning idag.

För choklad- och konfektyrbranschen kan man förutspå en övergång till energisnålare processer eventuellt i kombination med utnyttjande av värmepumpsteknik. Detta skulle resultera i minskat behov av primärenergi för processuppvärmning. Samtidigt skulle avgivningen från de interna värmekällorna till lokalen minska. Detta skulle inverka positivt på lokalklimatet. Troligtvis kommer kraven på komfortaggregat (värme-, kyla- och avfuktningssaggregat) ändå att öka. Ett bättre lokalklimat är till fördel både för personalen och för produkterna. Summan av detta skulle kunna resultera i ett ökat energibehov för lokaluppvärmning.

Man kommer dessutom i högre grad att återvinna spillvärme från processerna och utnyttja denna för lokaluppvärmning. Det finns idag exempel på att värmepumpsteknik utnyttjas för att tillvarata värme i utgående kylvatten från processen. Lagens energianvändning inom branschen beskrivs i kapitel 3.6.

Inom maltdrycksindustrin finns ett antal spillvärmeflöden som man i framtiden kan tänkas att återvinna värme från, t ex kondensorvärme från kylmaskiner för jäsnings- och lagringstankar, avloppsvattenflöde från rengöringsmaskiner för tomflaskor samt ventilationsflöden. Värmen kan användas för beredning av tappvarmvatten till processen eller för lokaluppvärmning. Då temperaturnivån på spillvärmeflödena är relativt låg kan det vara lämpligt att utnyttja värmepumpsteknik i återvinningsanläggningen.

Det är rimligt att anta att branschens totala energibehov kommer att minska framöver till följd av ökat utnyttjande av återvunnen värme. I kapitel 3.7 beskrivs nuvarande energianvändning inom maltdrycksindustrin.

Textilindustrin är ytterligare ett exempel på industri med ett antal branschtypiska spillvärmekällor som man i framtiden troligtvis kommer att utnyttja för värmeåtervinning. Det gäller främst varma avloppsvattenflöden från färgbad, sköljbad och efterbehandlingsbad samt luftutsläpp med varma ångor från de olika baden. I många fall kan återvinning ske med hjälp av värmeväxling till den egna processen dvs värmen återvinns till ingående flöde av rent vatten respektive frisk luft. Dessutom kan lågvärdig spillvärme utnyttjas för lokaluppvärmning. Detta gäller främst de lokaler som saknar processteg med spillvärmeförluster som t ex råvaru- och färdigvarulager, kontor samt lokaler för kontroll och avsyning.

Inom den närmaste framtiden kan man förutspå en viss minskning av branschens totala energibehov på grund av ökad användning av återvunnen värme. Återvunnen värme kommer att utnyttjas både för lokaluppvärmning och för processuppvärmning. Fördelningen av primärvärme för lokal- respektive processuppvärmning antas därför inte ändras i någon större utsträckning. Energianvändningen inom textilbranschen idag beskrivs i kapitel 3.8.

Avsättningsmöjligheterna för avfall i form av flis och spån från sågverk- och hyvleriindustrin tenderar att öka. Främst på grund av att kommunala värmeverk och industrier byggs om för att kunna utnyttja fastbränsleeldning. Därmed blir branschen hänvisad att för eget bruk i allt större utsträckning utnyttja så kallat "sämre avfall" i form av fuktig flis och spån respektive bark. Samtidigt strävar man efter att i största möjliga mån ersätta oljeanvändningen med eget avfall. Den minskade tillgången på eget "bra avfall" som billig energikälla kan påverka branschen att i större utsträckning utnyttja återvinningsåtgärder för att minska branschens energibehov. Återvinningsåtgärderna kan vara värmeväxling mellan till- och frånluft till torkprocessen eller utnyttjande av värmepumpsteknik för avfuktning av torkluften. Värmeväxlingstekniken finns redan på flera anläggningar, medan värmepumpstekniken håller på att provas i olika utförande på ett fåtal anläggningar.

Dessa trender skulle medföra ett minskat energibehov för processuppvärmning inom branschen. Däremot tenderar mängden virke som torkas i virkestorkar, i motsats till traditionell brädgårdstorkning, till att öka. Detta skulle medföra en ökning av energibehovet för processuppvärmning. Energitillbehovet för lokaluppvärmning tenderar att öka i och med ökade krav på komfort på arbetsplatserna.

Slutsatsen blir att branschens totala energianvändning tenderar att minska och att andelen energi för lokaluppvärmning kommer att öka jämfört med processuppvärmning. Angående energianvändningen idag hänvisas till kapitel 3.9.

Spånskiveindustrin använder energi främst till torkning av spån, men en stor del används även för lokaluppvärmning eftersom processen medför stora krav på ventilation. För att minska energianvändningen inom branschen vill man alltså återvinna energi från torkluftslödet respektive ventilatinsluftflödet. Detta medför i båda fallen problem eftersom båda luftflödena innehåller föroreningar. Möjligheten att i framtiden minska branschens energianvändning beror till stora delar på hur dessa problem vid återvinning kan lösas. Dagens energianvändning inom spånskiveindustrin beskrivs i kapitel 3.10.

Inom byggnadssnickeriindustrin har man samma trender som inom sågverk- och hyvleriindustrin med att branschen själv i allt högre grad vill utnyttja eget avfall samtidigt som avsättningsmöjligheterna för avfallet ökar. Detta medför att intresset för energiåtervinningsåtgärder och energifrågor generellt sett kommer att öka.

Dessutom tenderar man mot att i allt högre grad använda spånskivor som råvara eller köpa in redan färdigtorkat virke, vilket gör att energibehovet för virkestorkning inom branschen kan komma att minska. För branschen som helhet kan man förutspå ett minskat totalt energibehov samtidigt som andelen energi för lokaluppvärmning kommer att öka. I kapitel 3.11 beskrivs energianvändningen idag inom byggnadssnickeriindustrin.

Trämöbelindustrin använder idag största delen av sin energi för lokaluppvärmning. På grund av lokaluppvärmningens stora betydelse kan man för branschen förutspå ökad användning av återvunnet värme för att tillgodose detta värmebehov. Detta skulle innebära en ökad användning av återluft- och värmeåtervinningsaggregat. Något värme från processen kommer man knappast att återvinna för lokaluppvärmning. Däremot kan energianvändningen för processuppvärmning komma att minska om man i högre grad utnyttjar värmepumpar som avfuktningssaggregat i virkestorkarna. Trämöbelindustrins energianvändning idag beskrivs i kapitel 3.12.

Inom pappersvaruindustrin förloras mycket energi till atmosfären. Även inom den mest energikrävande delbranschen, wellpappindustrin, har man gjort ovanligt lite för att försöka minska sin energianvändning. Man kan räkna med att branschen måste öka sina ansträngningar att spara energi inom den närmaste framtiden. Det gäller främst att återvinna energi ur frånluftslöden respektive minska mängden varm frånluft. När det gäller värmeåtervinning har man problem med att frånluftslödena ofta är bemängda med stoft. I kapitel 3.14 beskrivs pappersvaruindustrins energianvändning idag.

Den grafiska industrins anläggningar varierar en hel del vad det gäller status på energianvändande utrustning. Nyare anläggningar utnyttjar värmeväxling i vissa delar, medan äldre anläggningar saknar återvinningssystem. Det ställs stora krav på återvinningsutrustningen då flertalet frånluftslöden innehåller lösningsmedelsångor. I vissa fall har man även krav på att hålla en jämn fuktighet i lokalen, vilket också ställer höga krav på ventilationsutrustningen. Det är troligt att andelen återvunnen energi som används för lokaluppvärmning kommer att öka, vilket skulle minska branschens totala energibehov. Grafiska industrins nuvarande energianvändning beskrivs i kapitel 3.15.

Gummivaruindustrin är redan idag energimedveten och utnyttjar till stora delar återvunnen värme. Man kan dock fortfarande minska förlusterna från processen och på så sätt minska energibehovet för densamma.

Man har vid ett par anläggningar installerat värmepumpar som tar

tillvara värme från utgående kylvatten. Återvunnen värme utnyttjas sedan i uppvärmningssystemet. Dessa anläggningar har fungerat bra, och man kan tänka sig att liknande anläggningar kommer att installeras vid flera gummivaruindustrier inom den närmaste framtiden.

Den aktuella energianvändningen för branschen beskrivs i kapitel 3.16.

För branschen annan kemisk industri är det svårt att bedöma några direkta utvecklingstendenser på grund av dess inhomogena struktur. Inom vissa typer av industrier är det möjligt att göra en hel del för att minska energibehovet för processuppvärmning. Andra industrier kan göra mest på lokaluppvärmningssidan för att minska sin energianvändning. Energi-användningen idag inom annan kemisk industri beskrivs i kapitel 3.18.

Porslin- och lergodsindustrin kan minska sitt totala energibehov framför allt genom att ändra på sin processutrustning. Här avses t ex energisnålare ugnar kompletterade med utrustning som tar hand om spillvärmets från dem. Även torkarna kan göras energisnålare t ex genom att utnyttja värmepumpsteknik för avfuktning av torkluften.

Lokaluppvärmningen kan i ännu högre grad utnyttja återvunnen värme.

Det är dock inte troligt att några större förändringar kommer att ske inom den närmaste 5-års perioden. Dagens användning inom porslin- och lergodsindustrin beskrivs i kapitel 3.19.

Inom verkstadsindustrin finns ett antal spillvärmekällor som man kan tänkas utnyttja i framtiden. Ett exempel är kylkretsar. Dessa finns t ex för kylning av ugnar, verktyg, hydraulolja samt övriga maskiner med kylbehov. Ett specialfall är kylning av tryckluftskompressorer. Vissa av spillvärmekällorna har ganska låg temperaturnivå, men kan utnyttjas vid kombination av värmepumpsteknik. En annan spillvärmekälla är bortförd värme från lokaler med kylbehov. Även här kan värmen tas tillvara med hjälp av värmepumpsteknik. Värmen kan framför allt användas för lokaluppvärmning, men även för beredning av tappvarmvatten.

Det finns redan idag ett 10-tal industrier som tar tillvara spillvärme från processen genom värmepumpsteknik. Det finns också exempel på återvinning från kylanläggningar för lokaler.

Man kan tänka sig en ökad användning av återvunnen värme från både process- och lokaluppvärmning där värmen främst används för lokaluppvärmning. Därmed skulle branschens totala energibehov minska, medan fördelningen av energibehov för process- respektive lokaluppvärmning skulle bestå. I kapitel 3.24 beskrivs dagens energianvändning inom verkstadsindustrin.

6. SLUTSATSER OCH FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE

Studien över olika industribranschers energianvändning idag visar att man har gjort förvånansvärt lite för att minska sina energikostnader för lokaluppvärmning. Kostnaderna för lokaluppvärmning inom industrin består till största delen av kostnader för uppvärmning av ventilationsluft. Själva varmhållningen av industrilokaler står för en liten del av hela lokaluppvärmningen.

Vissa industribranscher är så pass processintensiva och har så stor andel interna värmekällor att deras energibehov för lokaluppvärmning är i stort sett försumbart. Däremot är branscherna intressanta med tanke på deras stora spillvärmeflöden. Dessa skulle i många fall kunna användas som värmekällor för uppvärmning av intilliggande industrier. Ett exempel på spillvärmeflöde är utgående varm och fuktig luft från tegeltorkar. Frånluftsfloppet från ett tegelbruks torkar har mätts upp till 62 000 m³/h vid 41°C och 75 % relativ fuktighet. Det uppmätta luftflödet motsvarar ett energiflöde på 6.6 GWh/år. Detta luftflöde skulle kunna användas direkt som tilluft till lokaler med behov av varm och fuktig luft, t ex till växthus och drivhus. Om än bara hälften av innehållet i luftflödet togs tillvara för att ersätta energi till ett pris av 0,25 kr/kWh, skulle denna åtgärd spara 825 000 kr årligen vid ett enda tegelbruk. Andra exempel på spillvärmeflöden som är svåra att avsätta inom den egna industrin återfinns man inom branscher som sockerindustri, massa- och pappersindustri, cement- och kalkindustri samt inom vissa delar av kemikalieindustri, glas- och gasvaruindustri samt järn-, stål- och metallverk.

Övriga industribranscher har så pass stort behov av lokaluppvärmning att om återvunnen värme utnyttjades för att täcka en del av uppvärmningsbehovet så skulle industrin spara en hel del energi och därmed minska sina energikostnader. Dessa industribranscher kan i princip delas upp i två grupper där den ena gruppen har tillgång till spillvärme både från processen och från lokaluppvärmningen medan den andra gruppen huvudsakligen har tillgång till spillvärme från lokaluppvärmningen.

Gruppen med branscher som har tillgång till spillvärme både från processen och lokaluppvärmningen omfattar t ex flertalet livsmedelsindustrier, textilindustrier, gummivaruindustrier, ett stort antal företag inom annan kemisk industri samt vissa delar av verkstadsindustrin. Studien av exempelvis konservindustrin visar att dess totala energibehov är 487 GWh/år. Av dessa används 136 GWh/år eller 28 % som primärenergi för lokaluppvärmning. Primärenergi svarar för 90 % av den energi som tillförs lokalen via uppvärmningssystemet. Studien visade även att det inom konservindustrin finns ett flertal spillvärmeflöden både från processen och från lokaluppvärmningen som kan utnyttjas för värmeåtervinning. Det finns alltså stora möjligheter att öka andelen återvunnen energi till uppvärmningssystemet och på så sätt minska behovet av primärenergi. Antag att branschen i snitt kan halvera sitt behov av primärvärme till uppvärmningssystemet så att siffrorna ändrades till 45 % primär och 55 % återvunnen energi. Belysningen antas behålla sitt energibehov på 10 GWh/år. Då skulle branschens behov av primärvärme för lokaluppvärmning minskas till 73 GWh/år. Resultatet skulle bli att konservindustrins totala energibehov skulle minskas med 13 % eller med 63 GWh/år. Vid ett energipris på 0,25 kr/kWh skulle det betyda en årlig besparing på över 15 miljoner kronor.

Antag att primärenergi behövs för uppvärmningssystem kan halveras även inom andra branscher. Med ett energipris på 0,25 kr/kWh blir återvinningspotentialen för ett par olika branscher

- slakteri- och charkuteriindustri	116 GWh/år	29 miljoner kr
- mejeriindustri	55 GWh/år	14 miljoner kr
- bageriindustri	52 GWh/år	13 miljoner kr
- choklad och konfektyrindustri	28 GWh/år	7 miljoner kr
- maltdryckindustri	69 GWh/år	17 miljoner kr
- textilindustri	113 GWh/år	28 miljoner kr
- gummivaruindustri	178 GWh/år	45 miljoner kr

Den andra gruppen av branscher som har tillgång till spillvärme från först och främst lokaluppvärmningen omfattar t ex branscher med processutrustning som kräver kraftig ventilation. Detta medför oftast ett högt energibehov för lokaluppvärmning ty det är ovanligt att man återvinner energi ur den bortventilerade luften. Speciellt om ventilationsluften är bemängd med föroreningar i form av gaser eller partiklar. För att kunna använda sådan ventilationsluft som spillvärmekälla ställs stora krav på materialval och konstruktion av återvinningsutrustning. Branscher som brottas med detta problem idag är t ex spånskive-, byggnadssnickeri-, trämöbel-, grafisk- och porslin- och lergodsindustri. En studie av möjligheterna att återvinna värme ur förorenad ventilationsluft med målet att finna lämplig teknik och materialval för olika föroreningar skulle vara av intresse för dessa branscher.

Att minska behovet av lokaluppvärmning med ca 50 % även inom dessa branscher är rimligt. Detta ger följande sparpotentialer för branscherna vid energipriset 0,25 kr/kWh

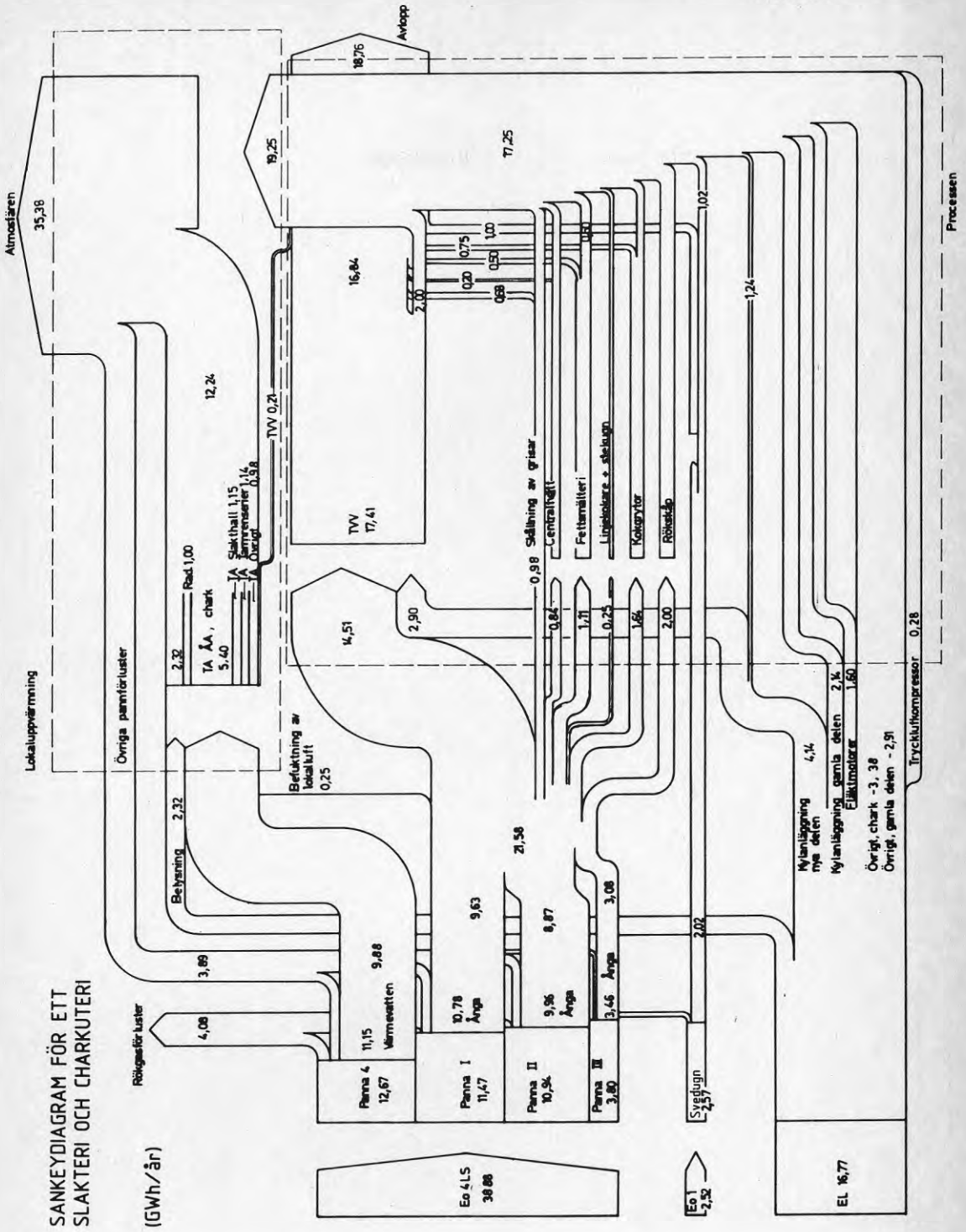
- spånskiveindustri	20 GWh/år	5 miljoner kr
- byggnadssnickeriindustri	147 GWh/år	37 miljoner kr
- trämöbelindustri	244 GWh/år	61 miljoner kr
- grafisk industri	97 GWh/år	24 miljoner kr
- porslin- och lergodsindustri	29 GWh/år	7 miljoner kr

Nu undrar man vad som krävs för att uppnå dessa besparingar. Bästa sättet att angripa frågan är att, på motsvarande sätt som i denna utredning, studera någon enstaka anläggning inom den aktuella branschen. Studien skall alltså omfatta vilka åtgärder som krävs för att, med lägsta möjliga investering, uppnå det uppsatta sparmålet vid just den anläggningen. Dessa åtgärder bör sedan genomföras i anläggningen så att man får erfarenhet av vilka problem som kan uppstå t ex vid installation respektive drift av ny utrustning. Även ekonomisk utvärdering bör göras för varje genomförd åtgärd. Resultatet kan användas för att upprätta en prioriteringslista över i vilken ordning som liknande åtgärder bör göras vid andra anläggningar.

Utifrån den kunskap man på så sätt får fram om den specifika anläggningen och den kunskap man har om branschen som helhet kan man bedöma behovet av insatser för hela branschen. Då kan man också sätta upp restriktioner och t ex bedöma återvinningspotentialen vid en viss maximalt tillåten återbetalningstid. Detta torde vara ett bättre angreppssätt att bestämma olika branschens återvinningspotential med rimlig återbetalningstid än att försöka göra dessa bedömningar utifrån t ex statistiskt material för branschen.

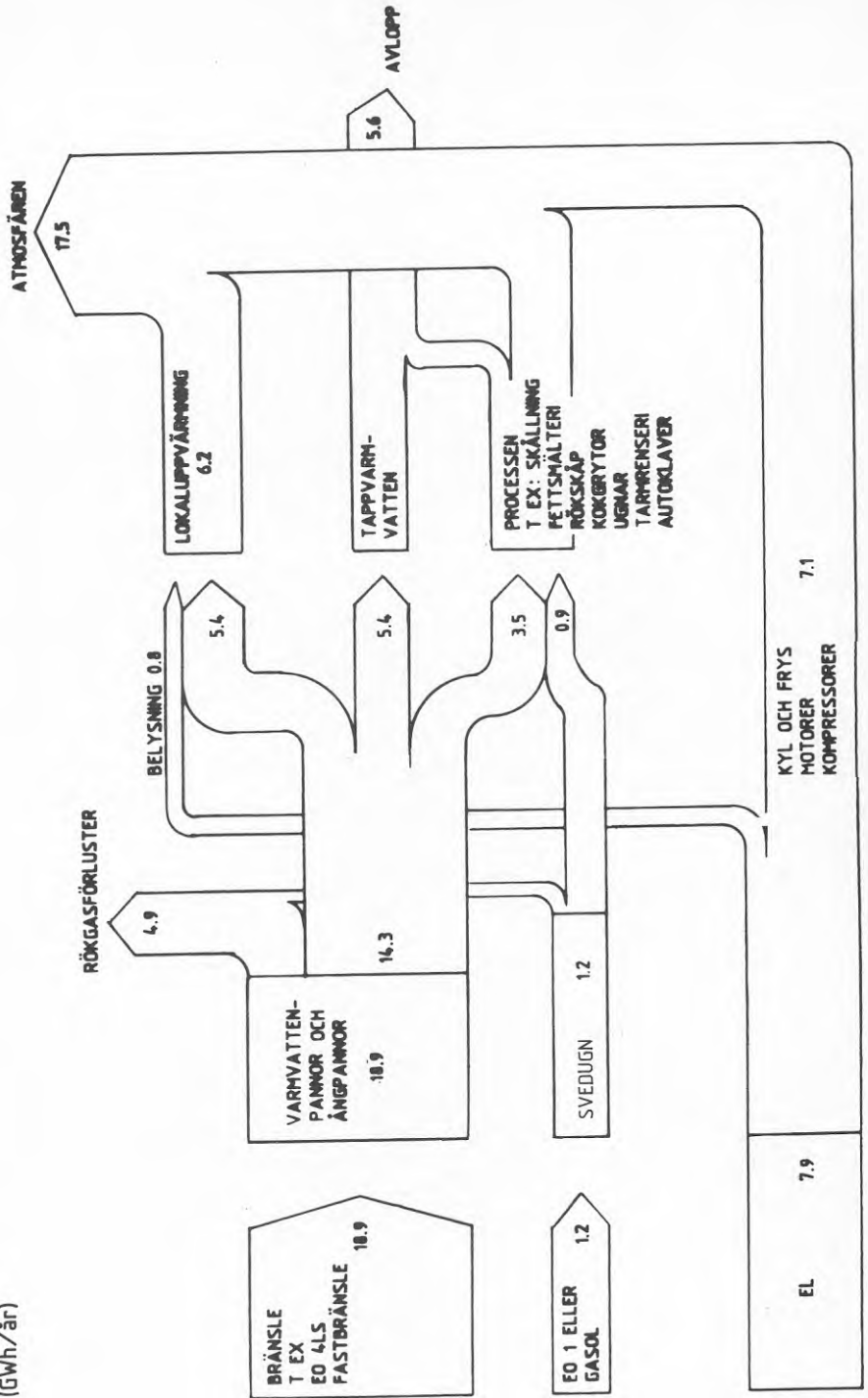
SANKEYDIAGRAM FÖR ETT
SLAKTERI OCH CHARKUTERI

(GWh/år)

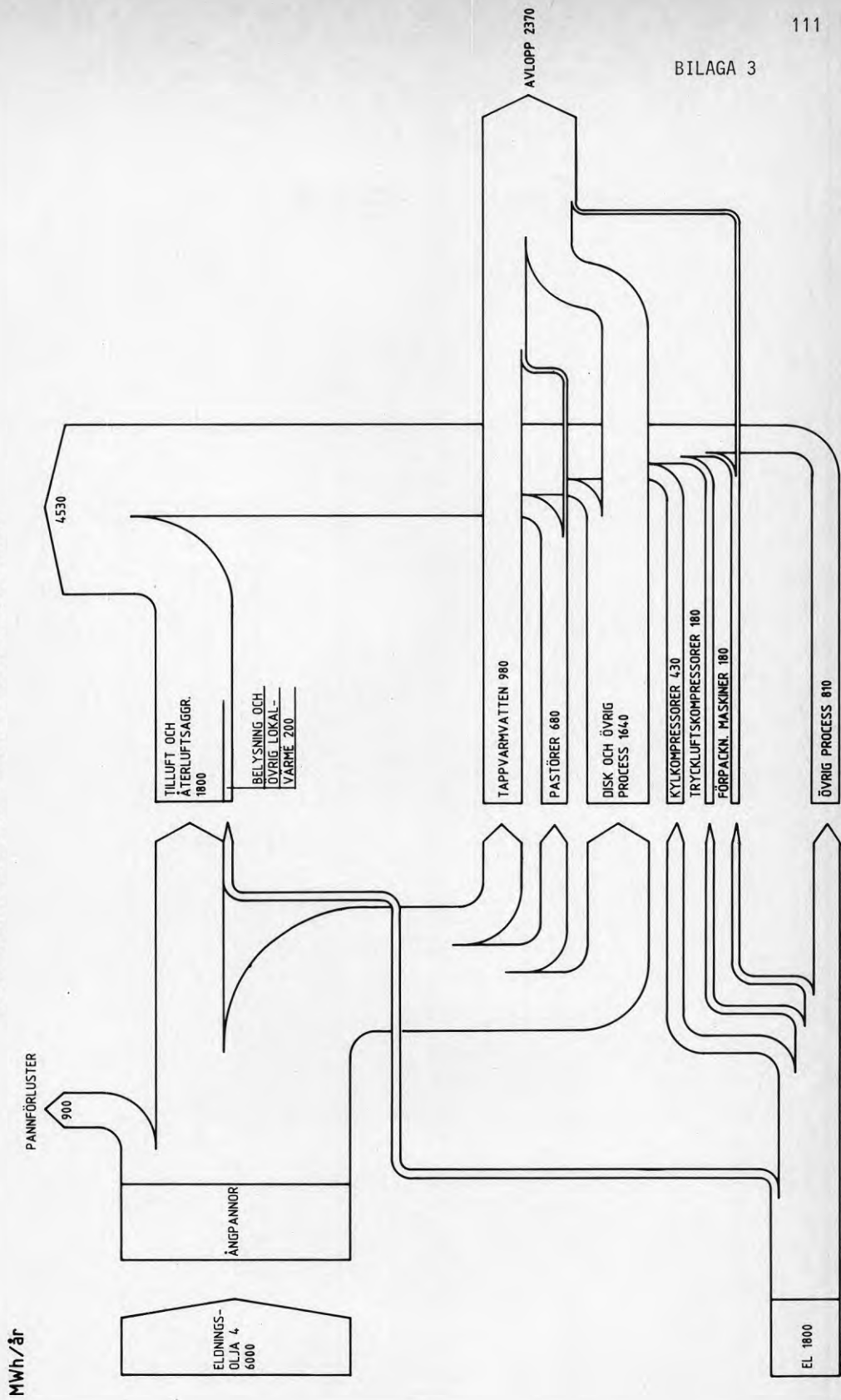


SANKEYDIAGRAM FÖR ETT MEDELFÖRETAG INOM
SLAKTERI OCH CHARKUTERIBRANSCHEN

(GWh/år)

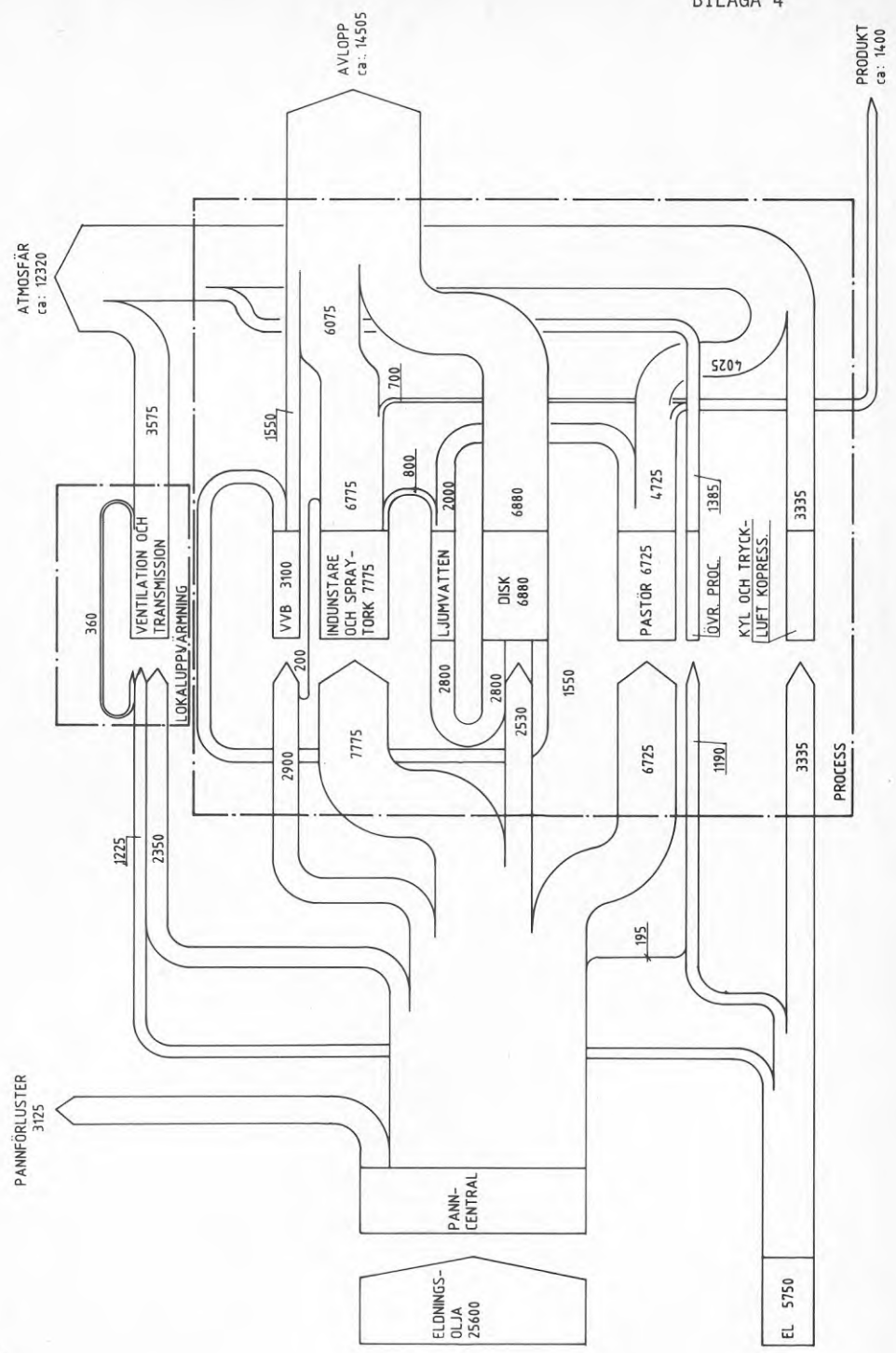


SANKEYDIAGRAM FÖR ETT MINDRE KONSUMTIONSMJÖLKMEJERI



SANKEYDIAGRAM FOR ETT "MELMELJERI" 1980

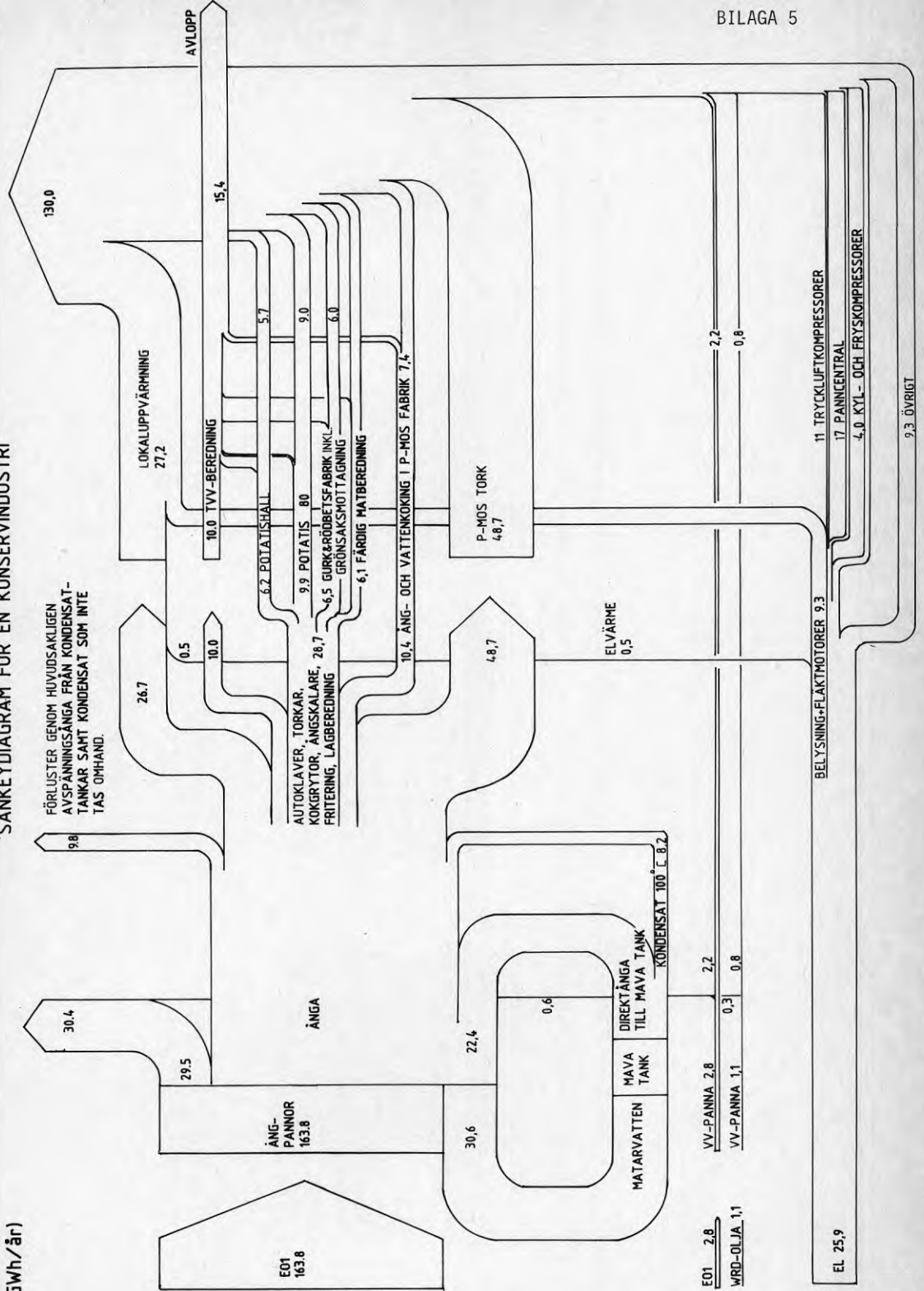
MWh/år



SANKEYDIAGRAM FÖR EN KONSERVINDUSTRI

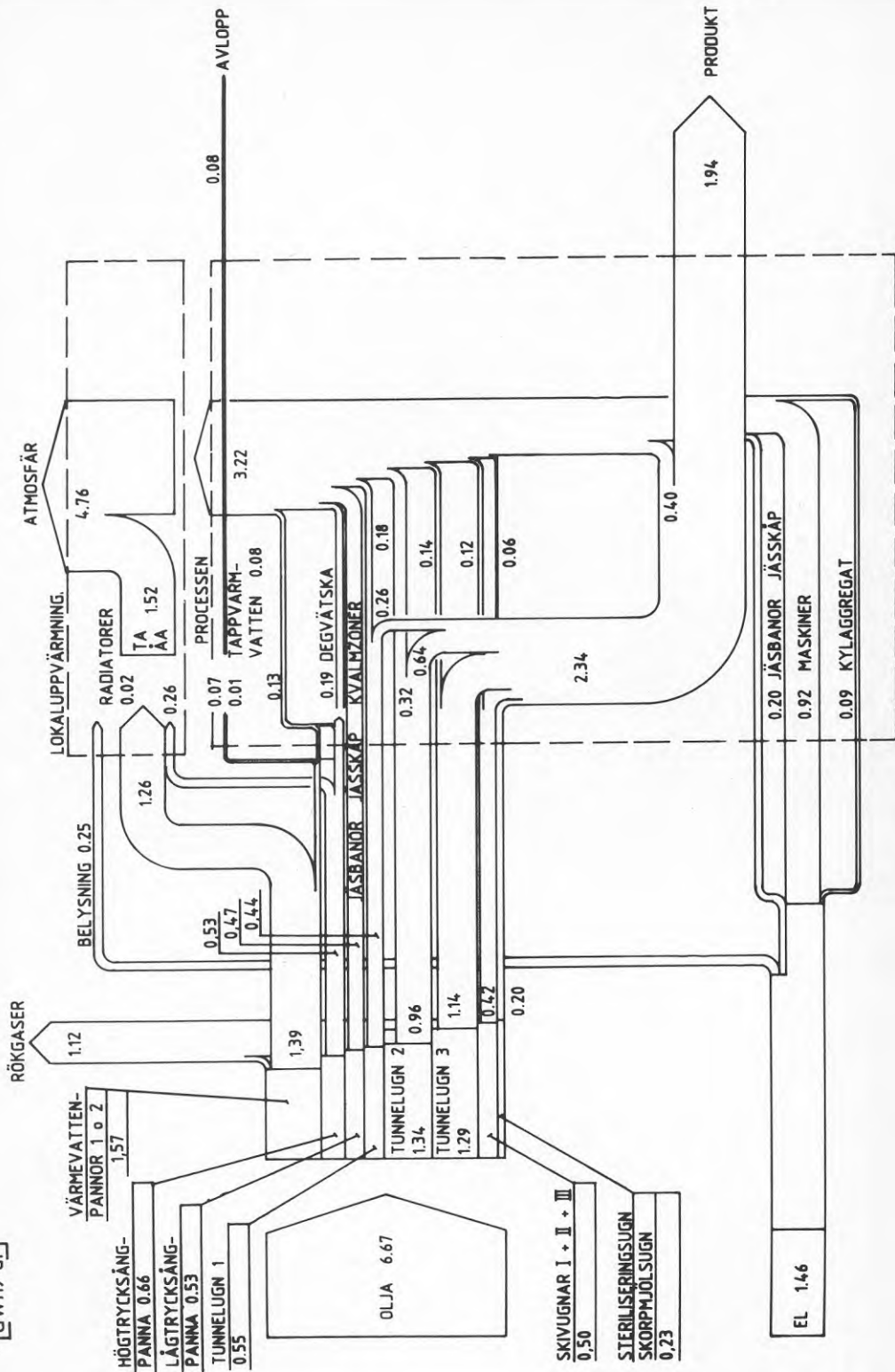
(GW/h/år)

FÖRLUSTER GENOM HUVUDSÄKLIGEN
AVSPÄNNINGSÅNGA FRÅN KONDENSAT-
TANKAR SAMT KONDENSAT SOM INTE
TAS OMHAND.



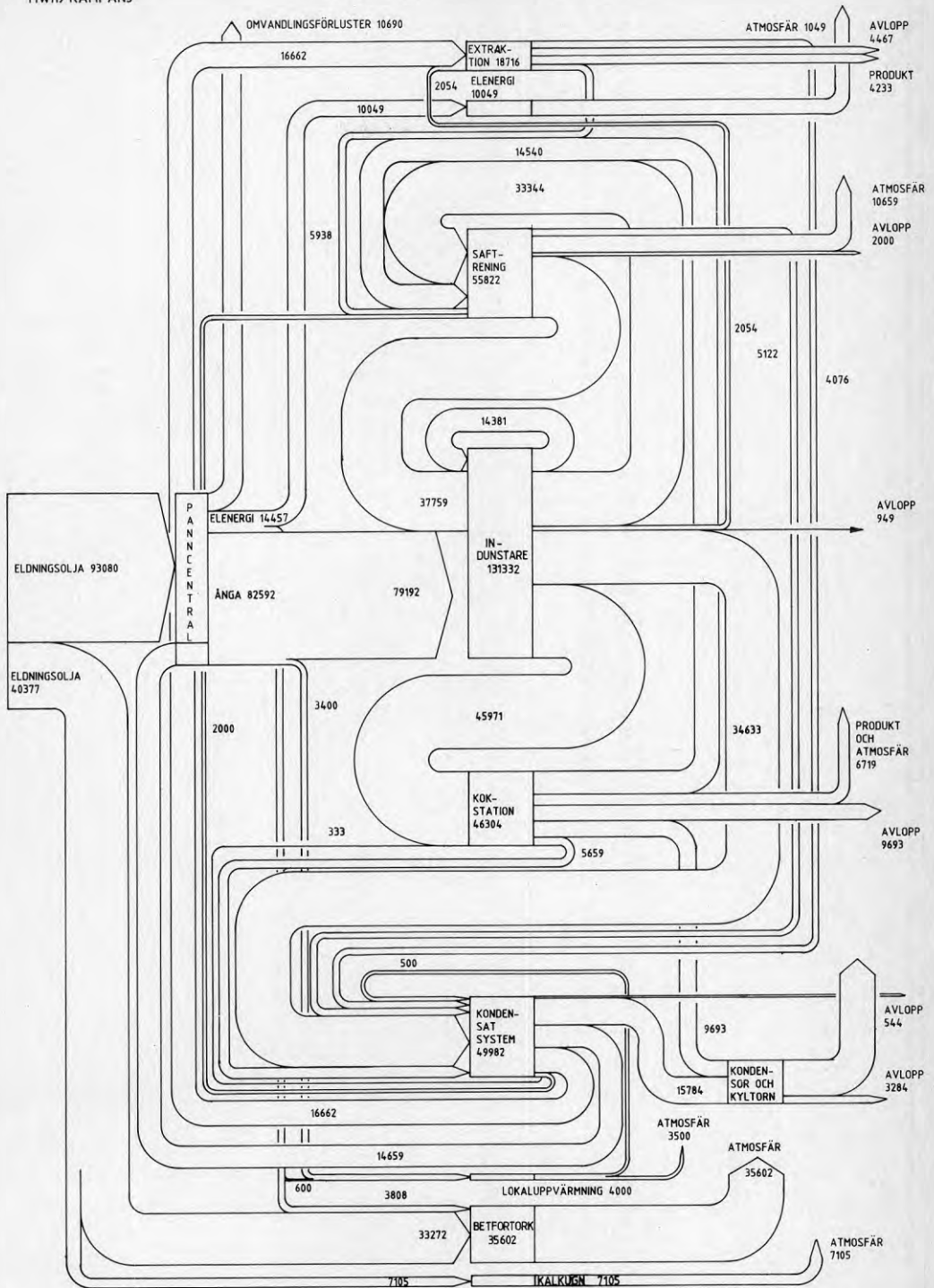
SANKEYDIAGRAM FÖR ETT BAGERI

[GWh/år]

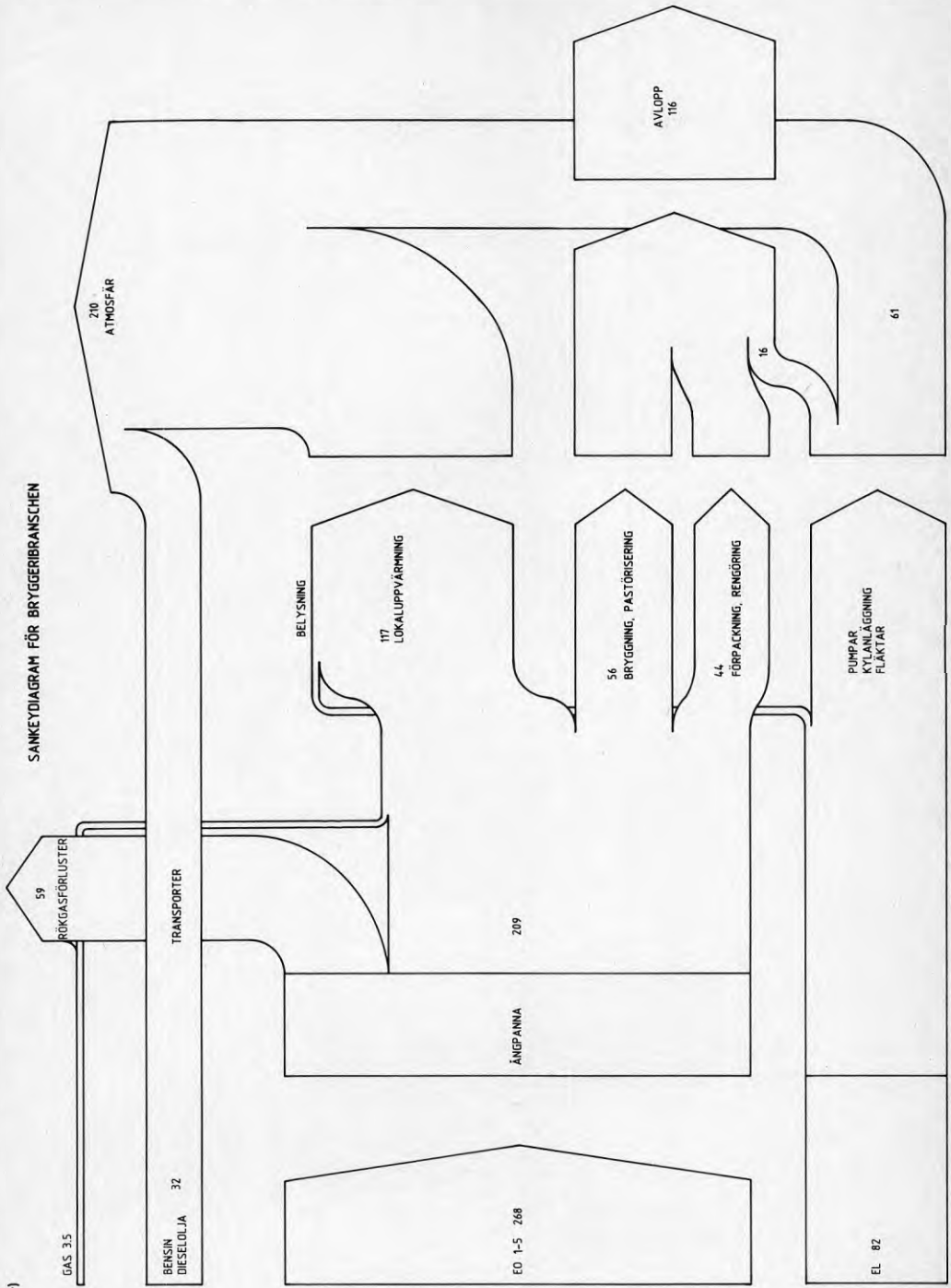


MWh/KAMPANJ

SANKEYDIAGRAM FÖR HASSLARPS SOCKERBRUK



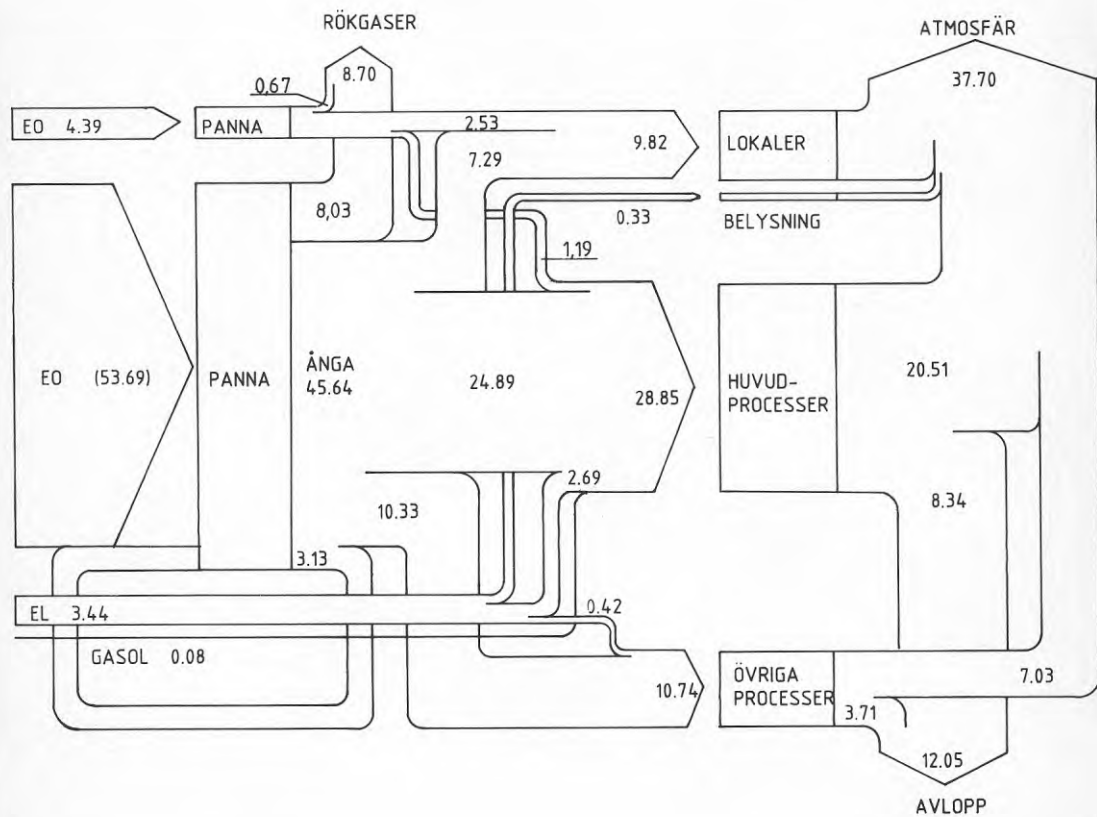
SANKEYDIAGRAM FÖR BRYGGERBRANSCHEN



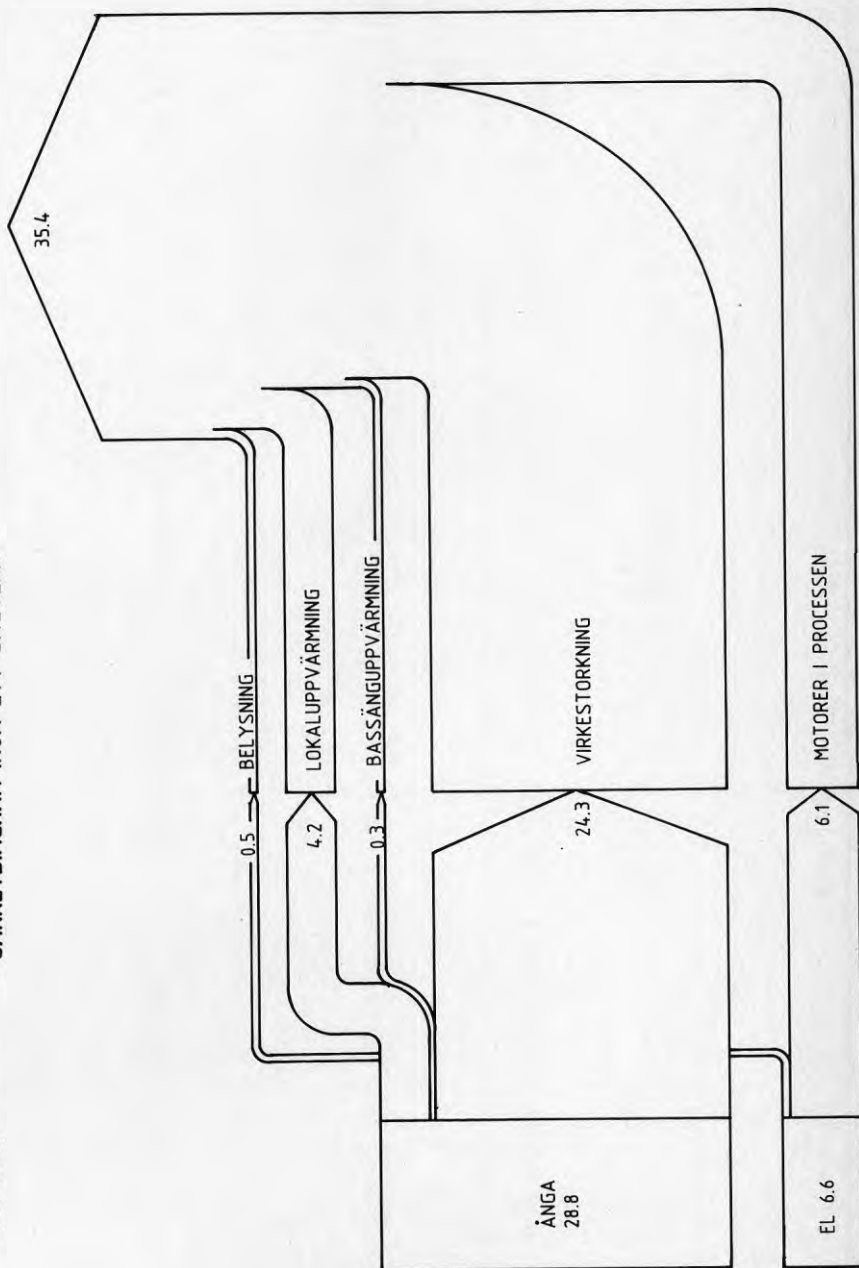
(GWh/år)

(GWh/år)

SANKEYDIAGRAM FÖR ETT TEXTILBEREDNINGSVERK

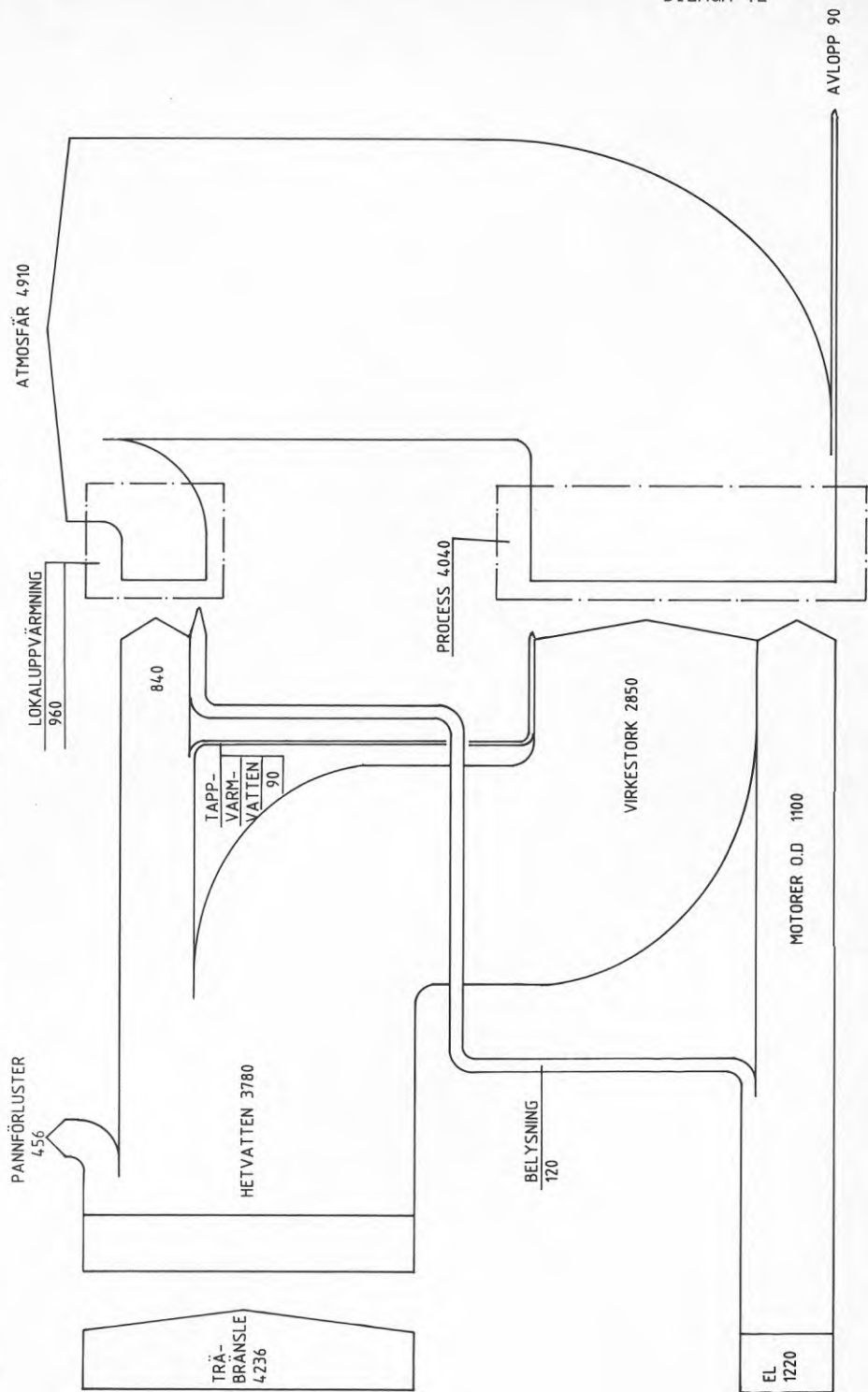


(GWh/år) SANKEYDIAGRAM INOM ETT SÅGVERK

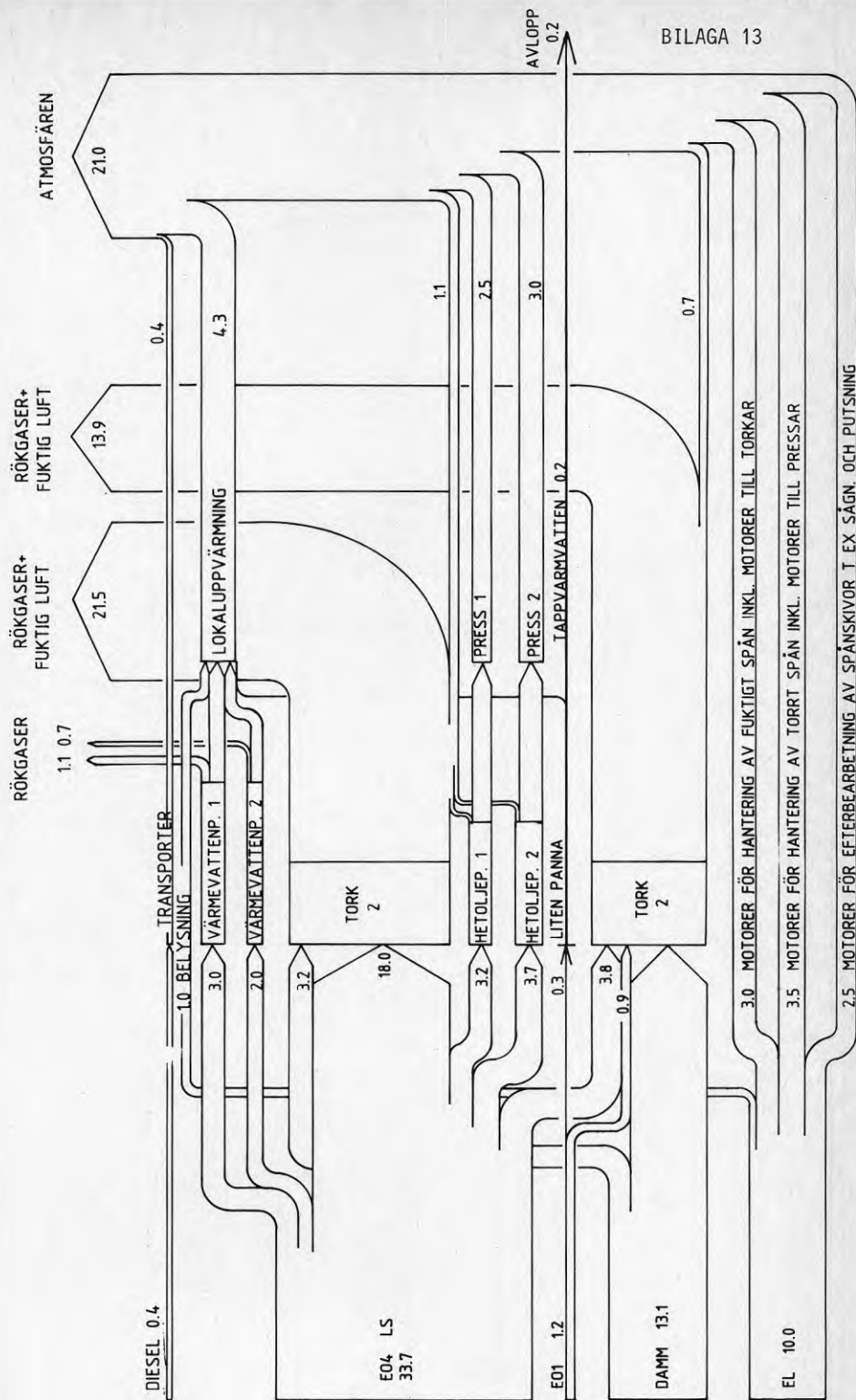


SANKEYDIAGRAM FÖR ETT MINDRE SÅGVERK

(MWh/år)



SANKEYDIAGRAM FÖR EN SPÅNSKIVEINDUSTRI

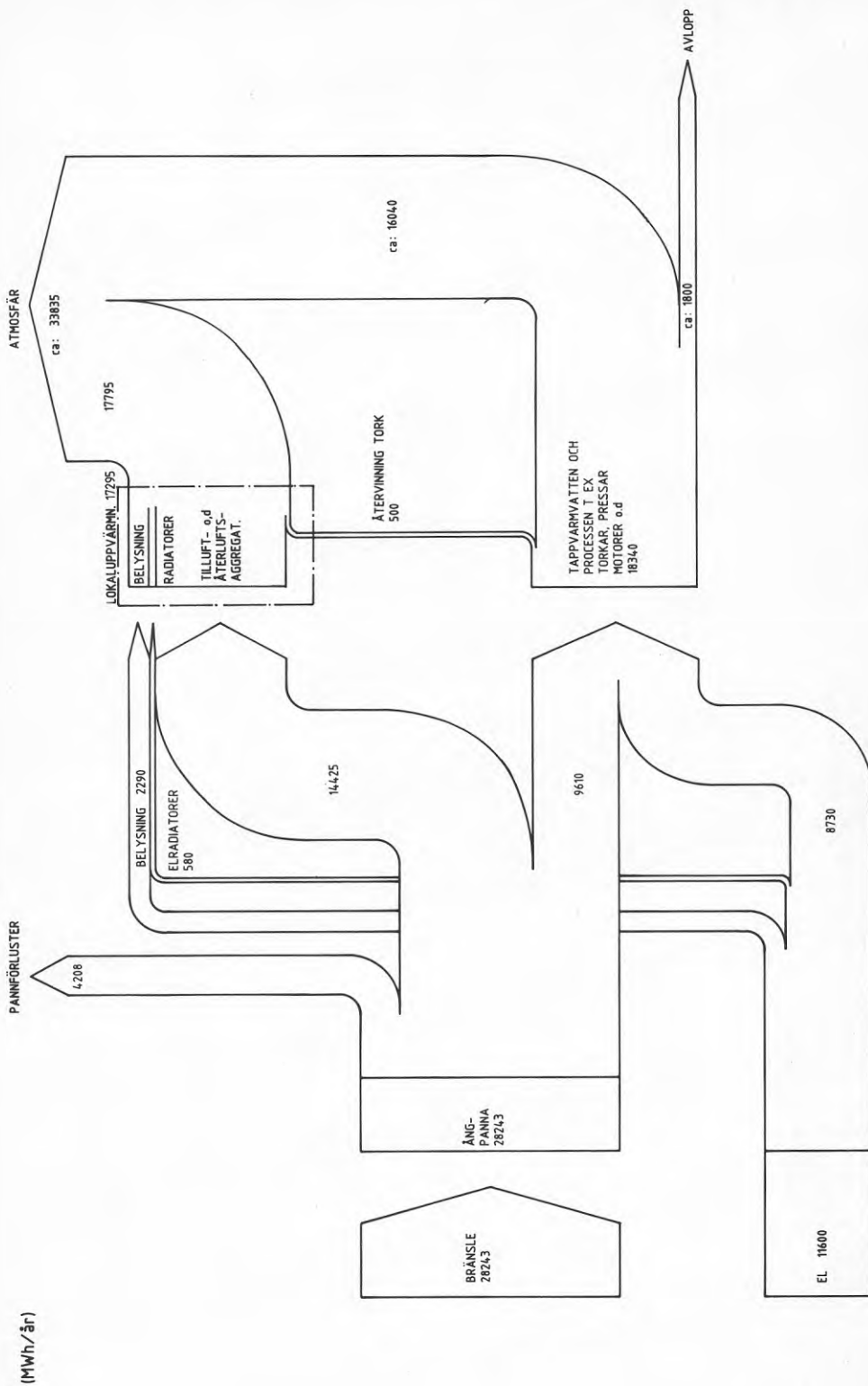


3.0 MOTORER FÖR HANTERING AV FUKTIGT SPÅN INKL. MOTORER TILL TORKAR

3.5 MOTORER FÖR HANTERING AV TORRT SPÅN INKL. MOTORER TILL PRESSAR

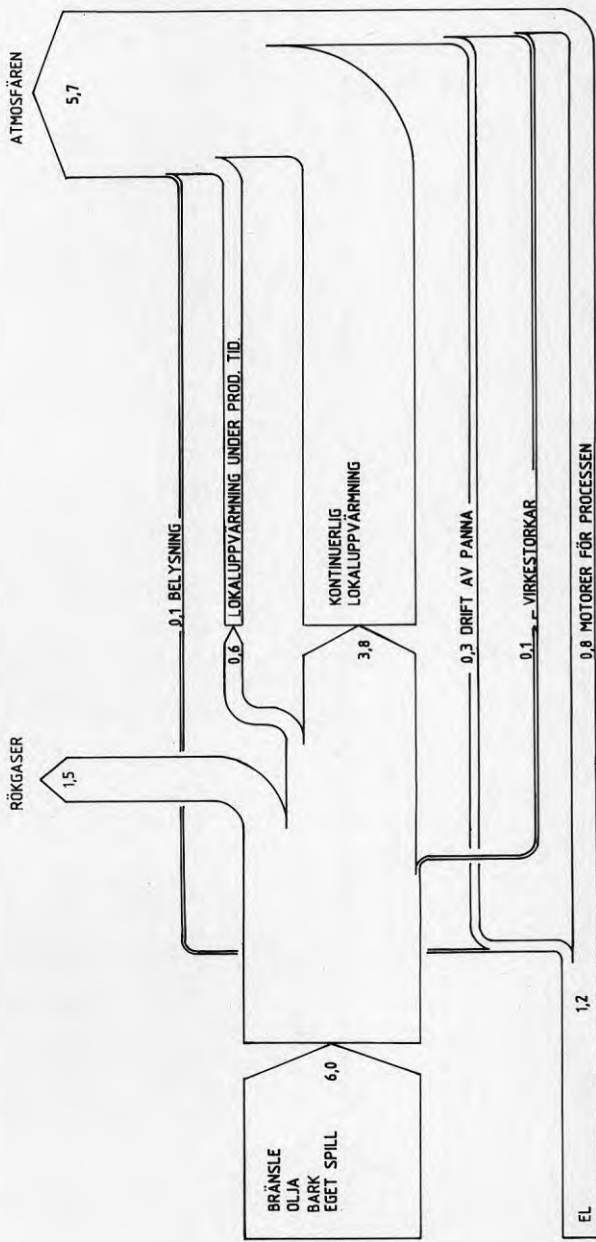
2.5 MOTORER FÖR EFTERBEARBETNING AV SPÅNSKIVOR T EX SÅGN OCH PUTSNING

SANKEYDIAGRAM FÖR ETT FÖRETAG INOM BYGGNADSSNICKERI INDUSTRI

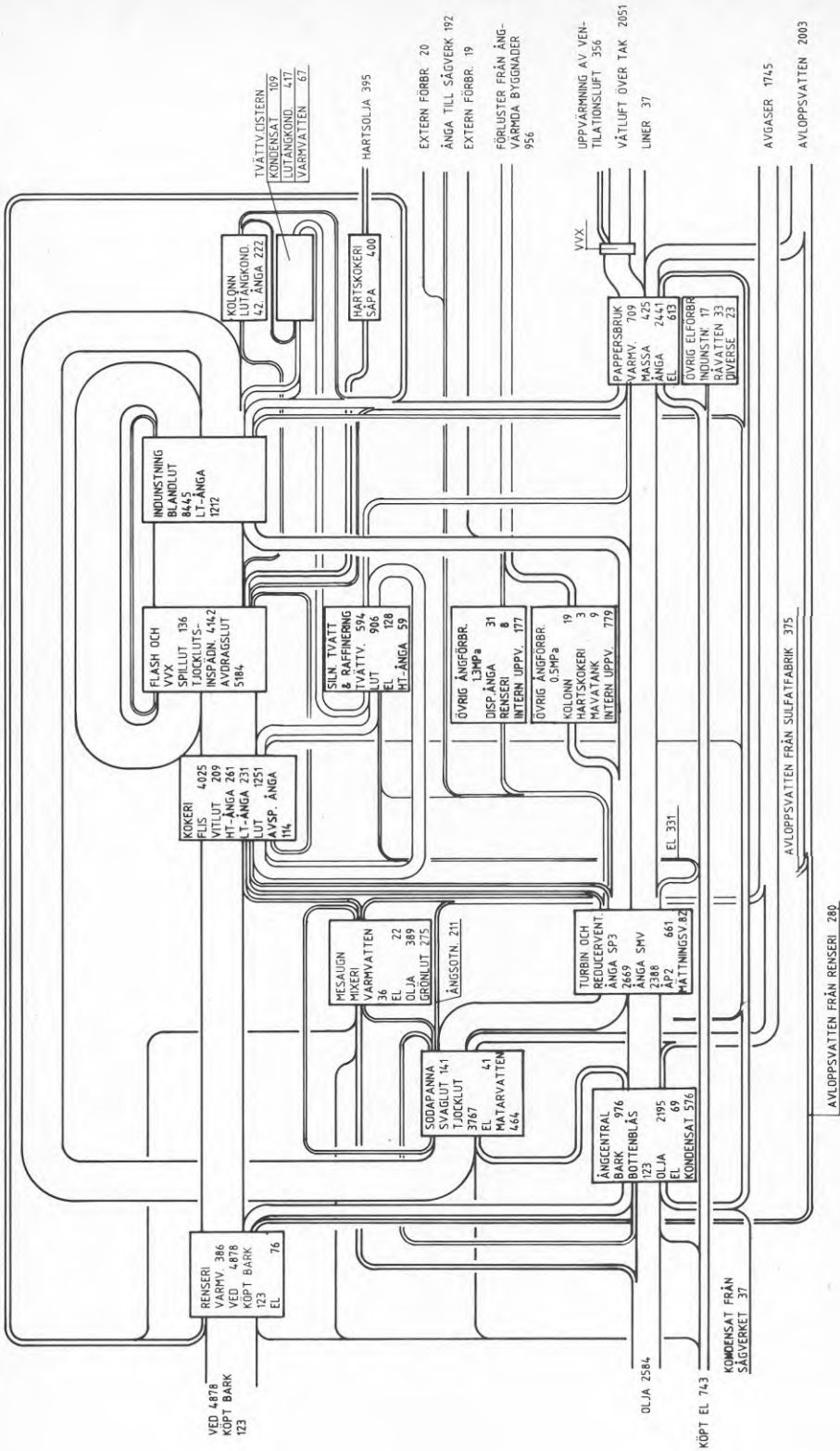


SANKEYDIAGRAM FÖR EN TRÄMÖBELINDUSTRI

GWh/år

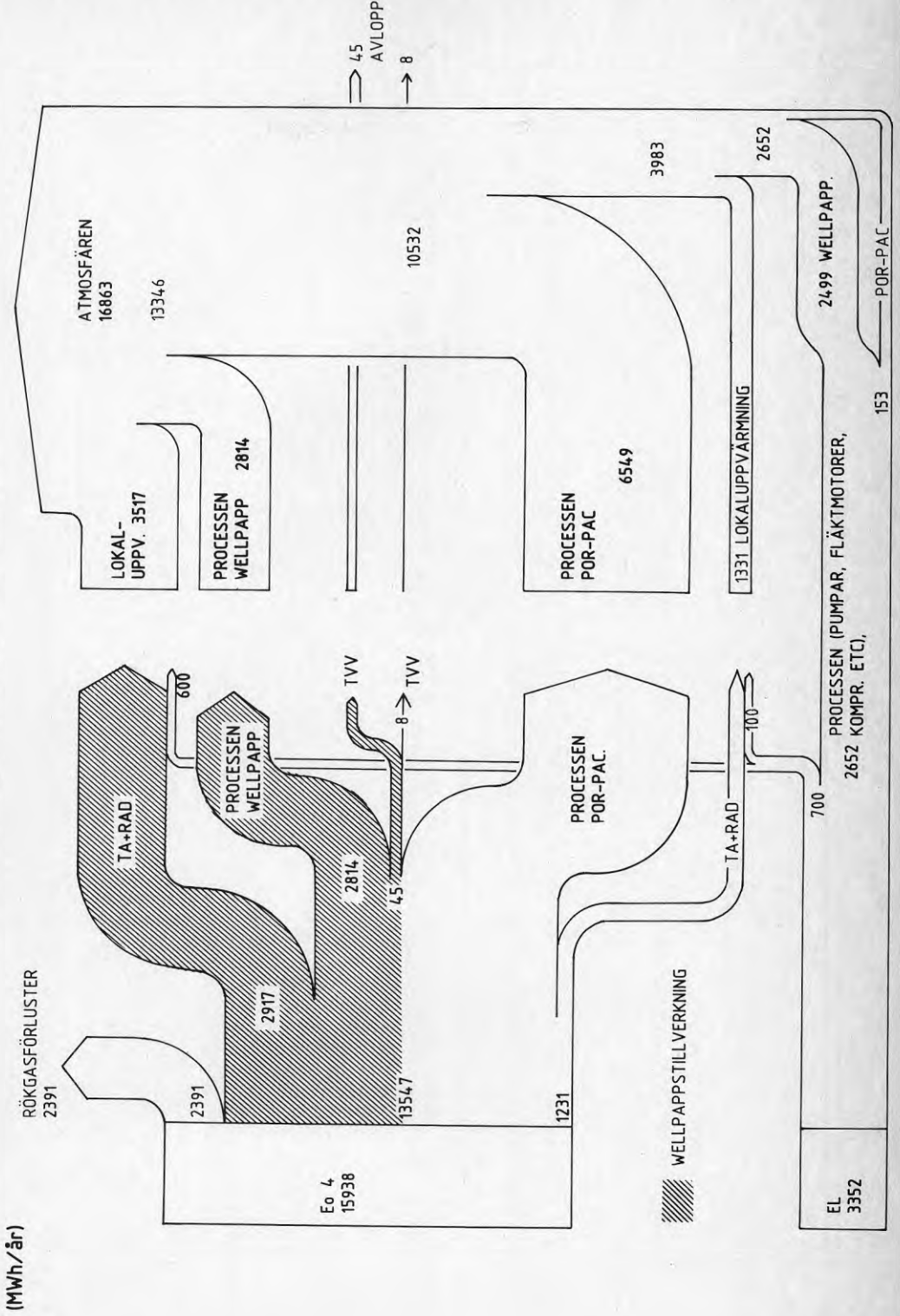


SANKEYDIAGRAM FÖR ETT MASSA OCH PAPPERSFÖRETAG



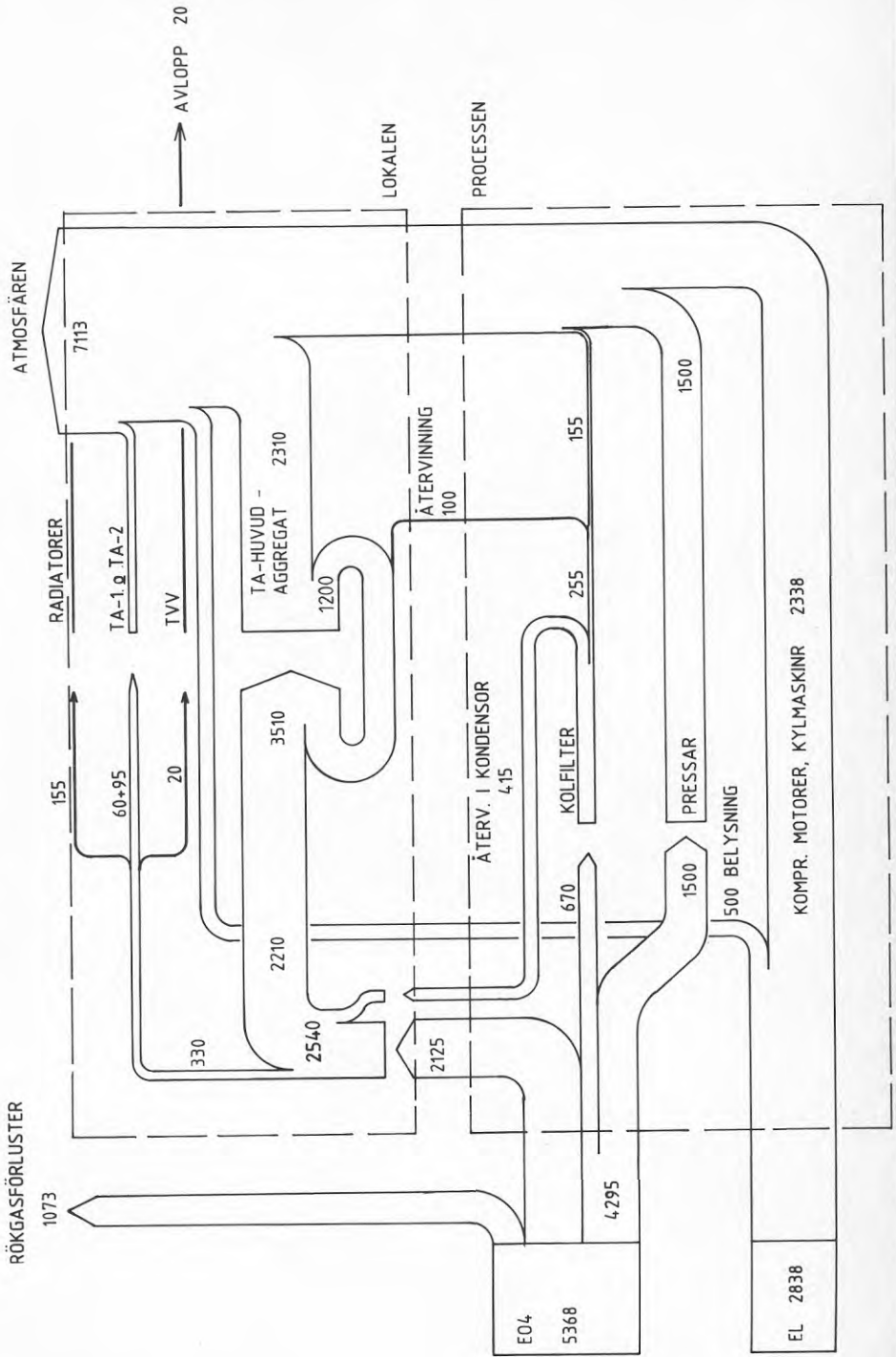
ÖVRIGA FÖRLUSTER
SULFAFABRIK 241
PAPPERSBRUK 160
RENSERI 190

SANKEYDIAGRAM FÖR ETT WELLPAPPSFÖRETAG



(MWh/år)

SANKEYDIAGRAM FÖR ETT VECKOTIDNINGSFÖRETAG

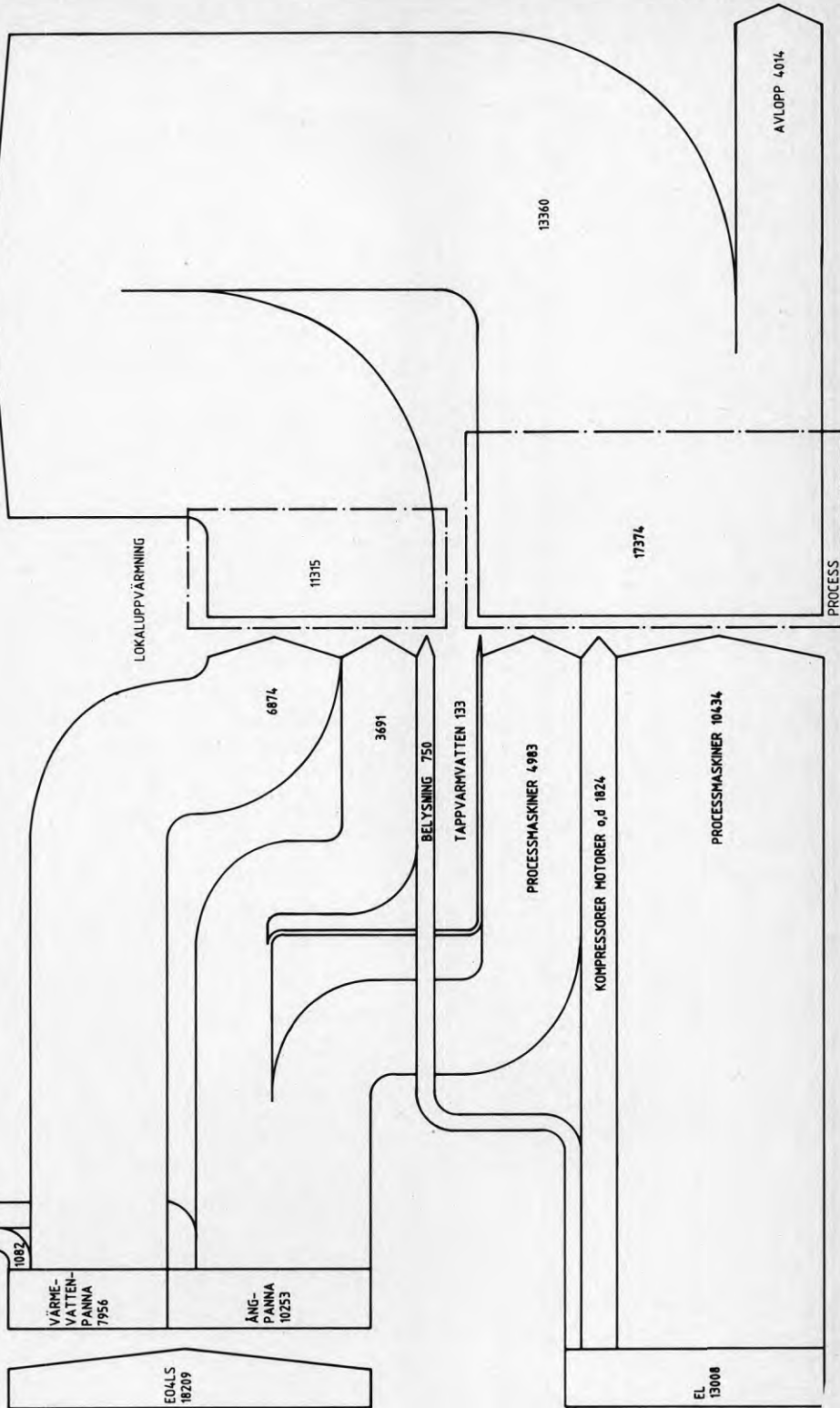


SANKEYDIAGRAM FÖR ETT STÖRRE INDUSTRIGUMMIFÖRETAG

PANN- OCH RÖKGASFÖRL.

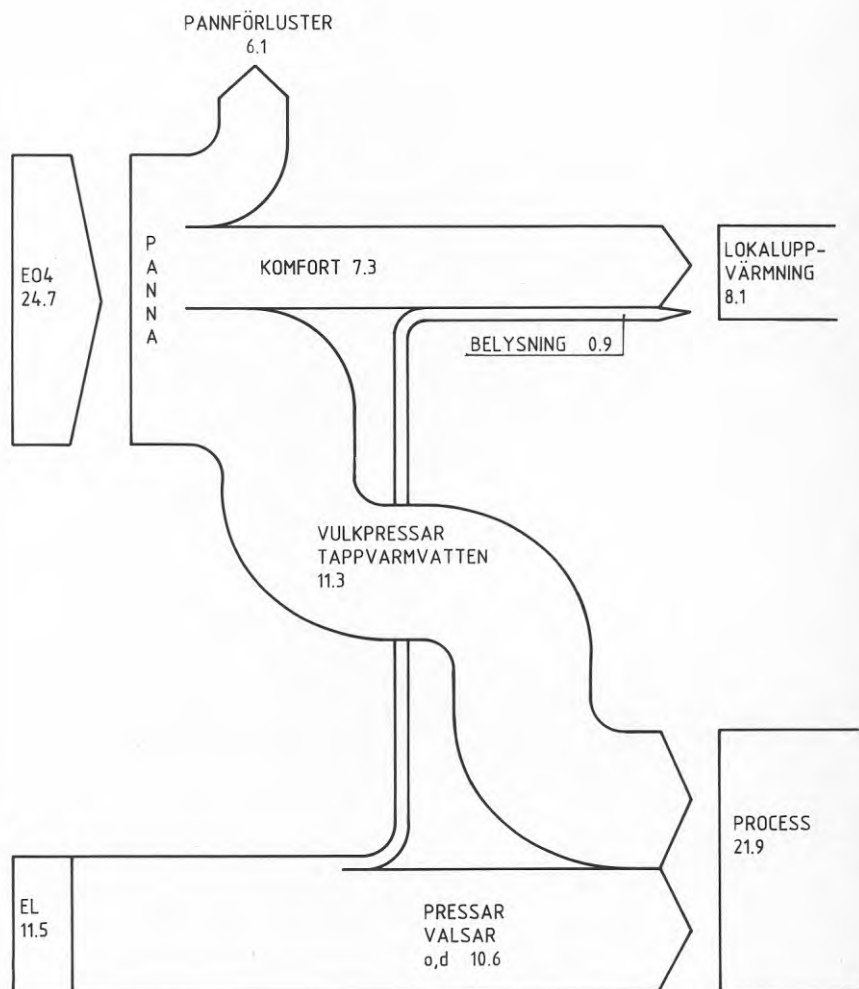
(MWh/år)

ATMOSFÄR 24675

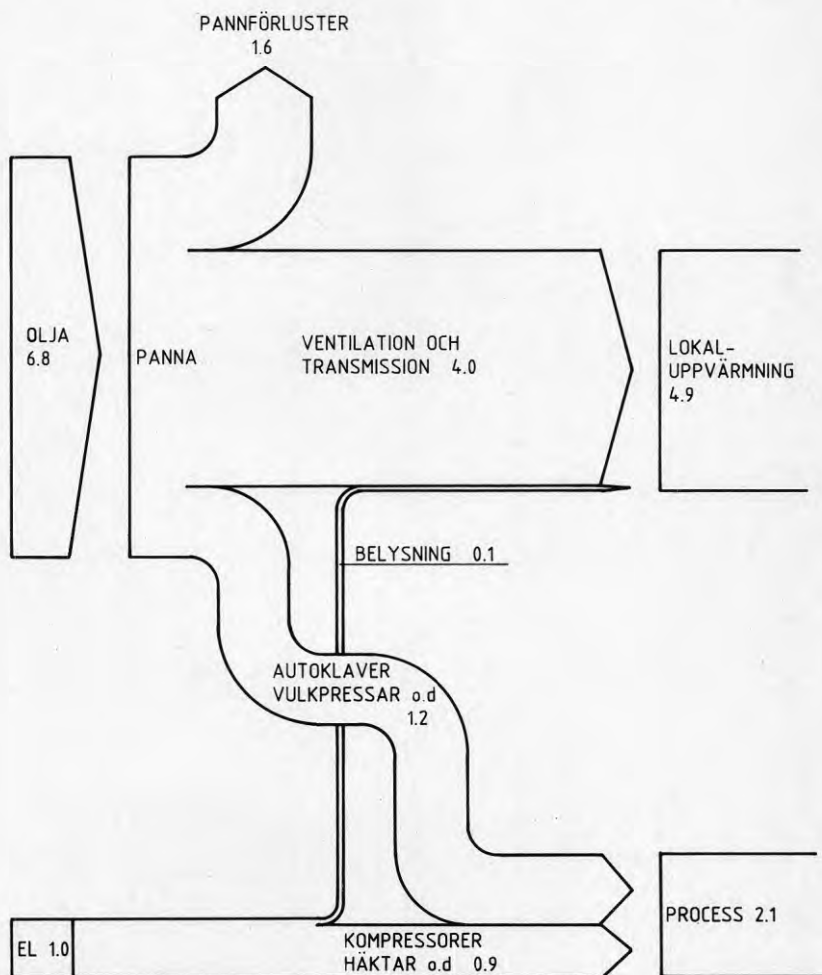


SANKEYDIAGRAM FÖR ETT INDUSTRIGUMMIFÖRETAG

MWh/dygn

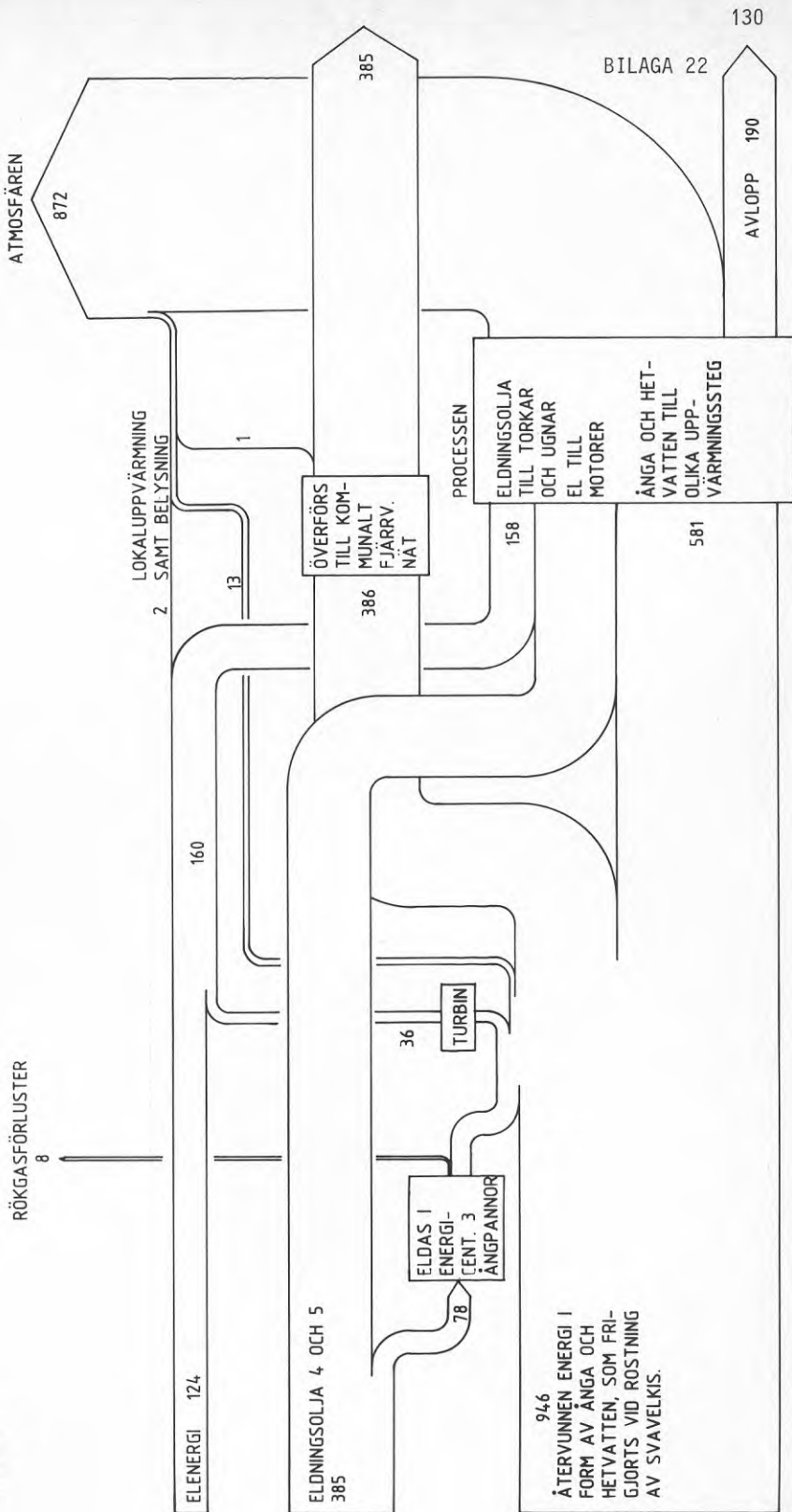


MWh/dygn

SANKEYDIAGRAM FÖR EN REGUMMERINGS-
INDUSTRI

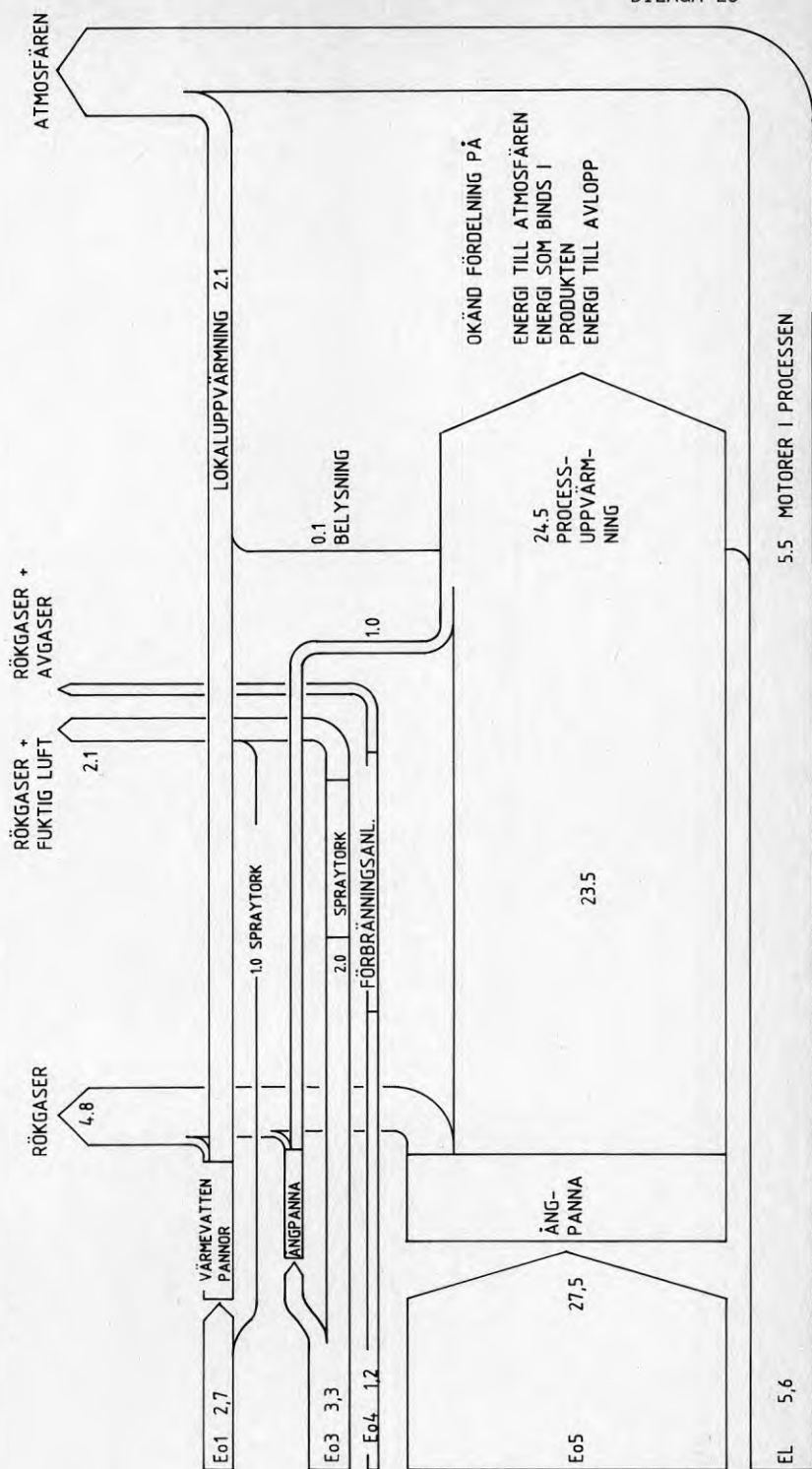
SANKEYDIAGRAM FÖR INDUSTRI MED TILLVERKNING
AV OORGANISKA KEMIKALIER

GWh/år



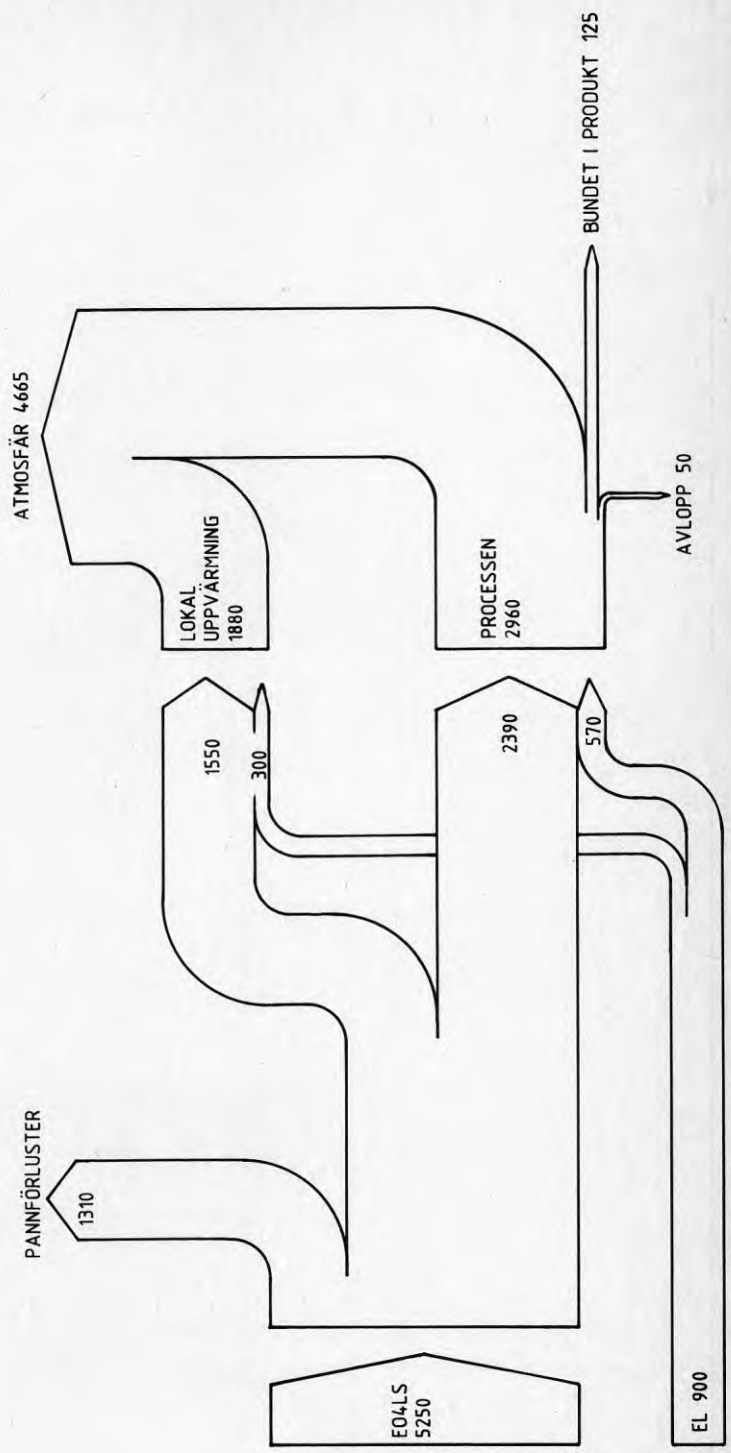
SANKYDIAGRAM FÖR INDUSTRI MED
TILLVERKNING AV ORGANISKA KEMIKALIER

GWh/år



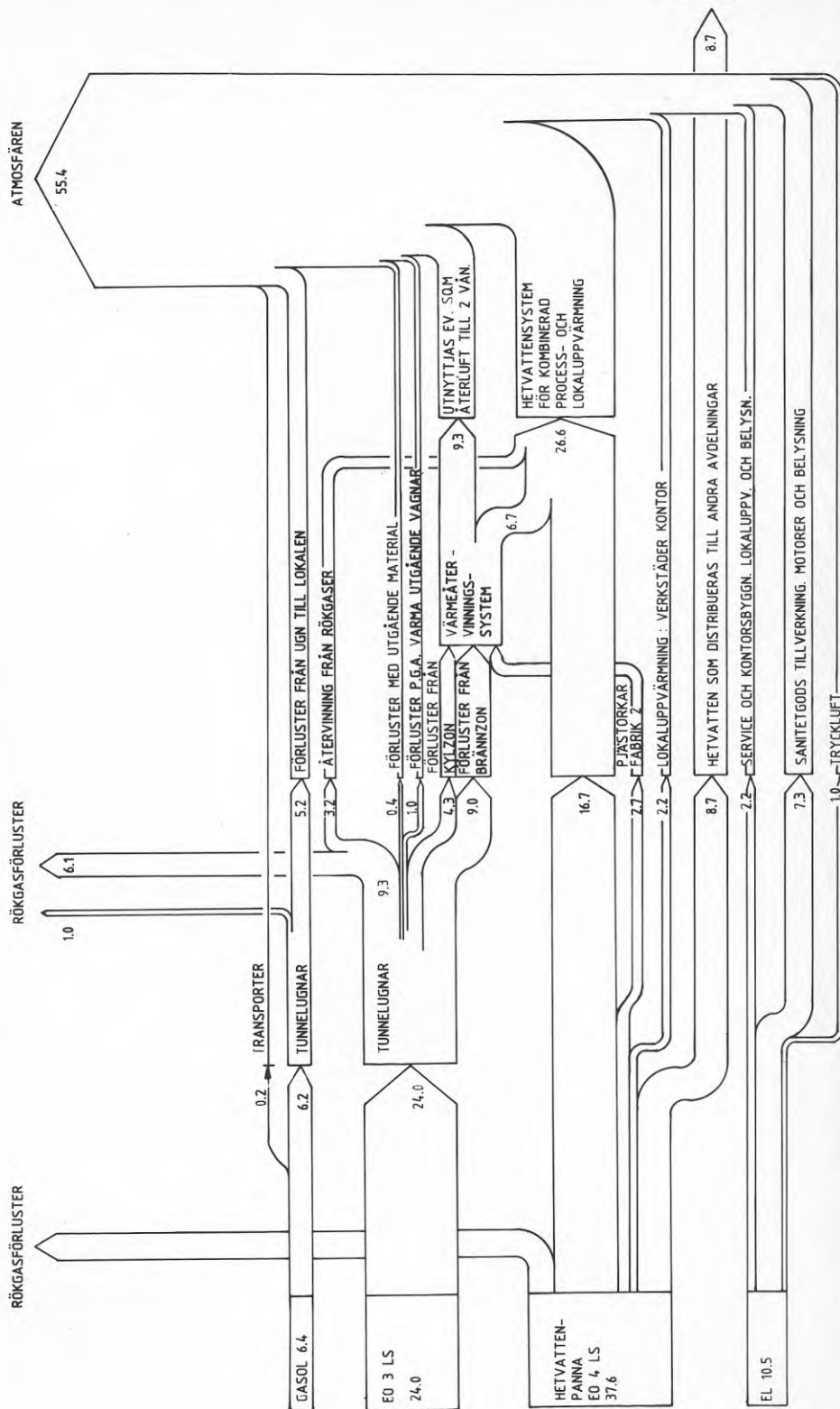
SANKEYDIAGRAM FÖR ETT FÖRETAG MED TILLVERKNING AV ROSTSKYDDSPRODUKTER

(MWh/år)

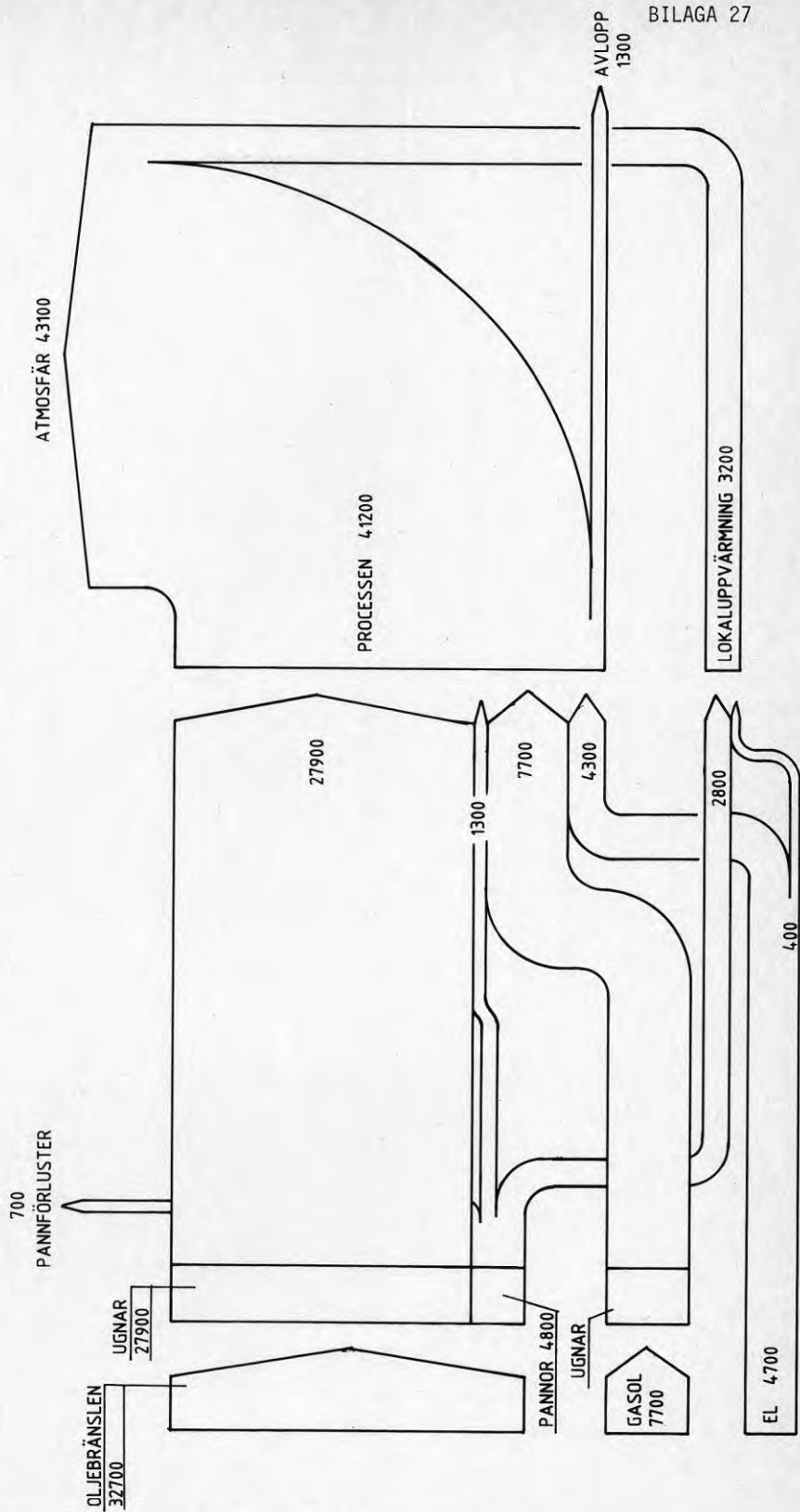


(GWh/år)

SANKEYDIAGRAM FÖR EN SANITETGODS-FABRIK

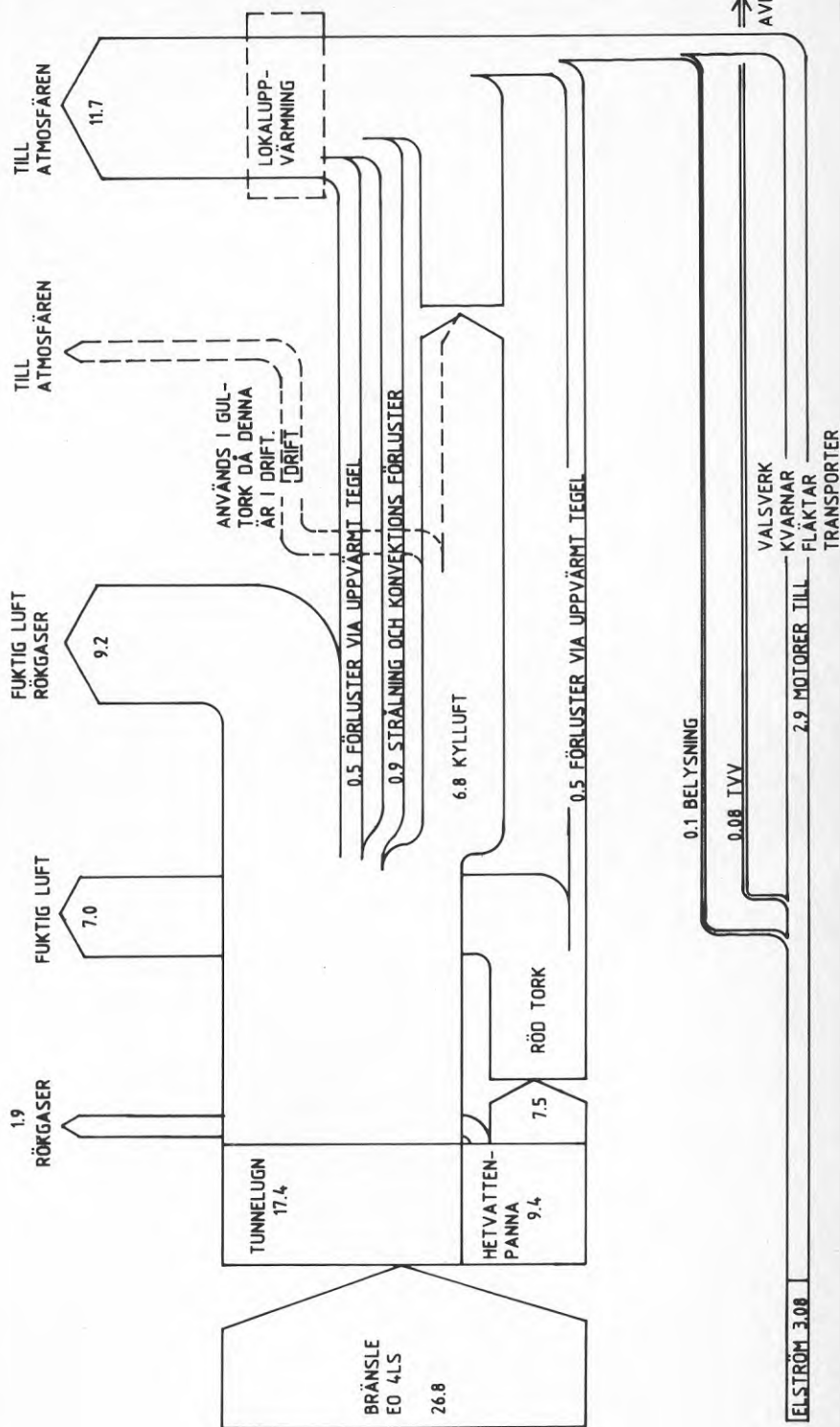


(MWh/år) SANKEYDIAGRAM FÖR ETT MEDELFÖRETAG INOM MANUELLA GLASINDUSTRIN



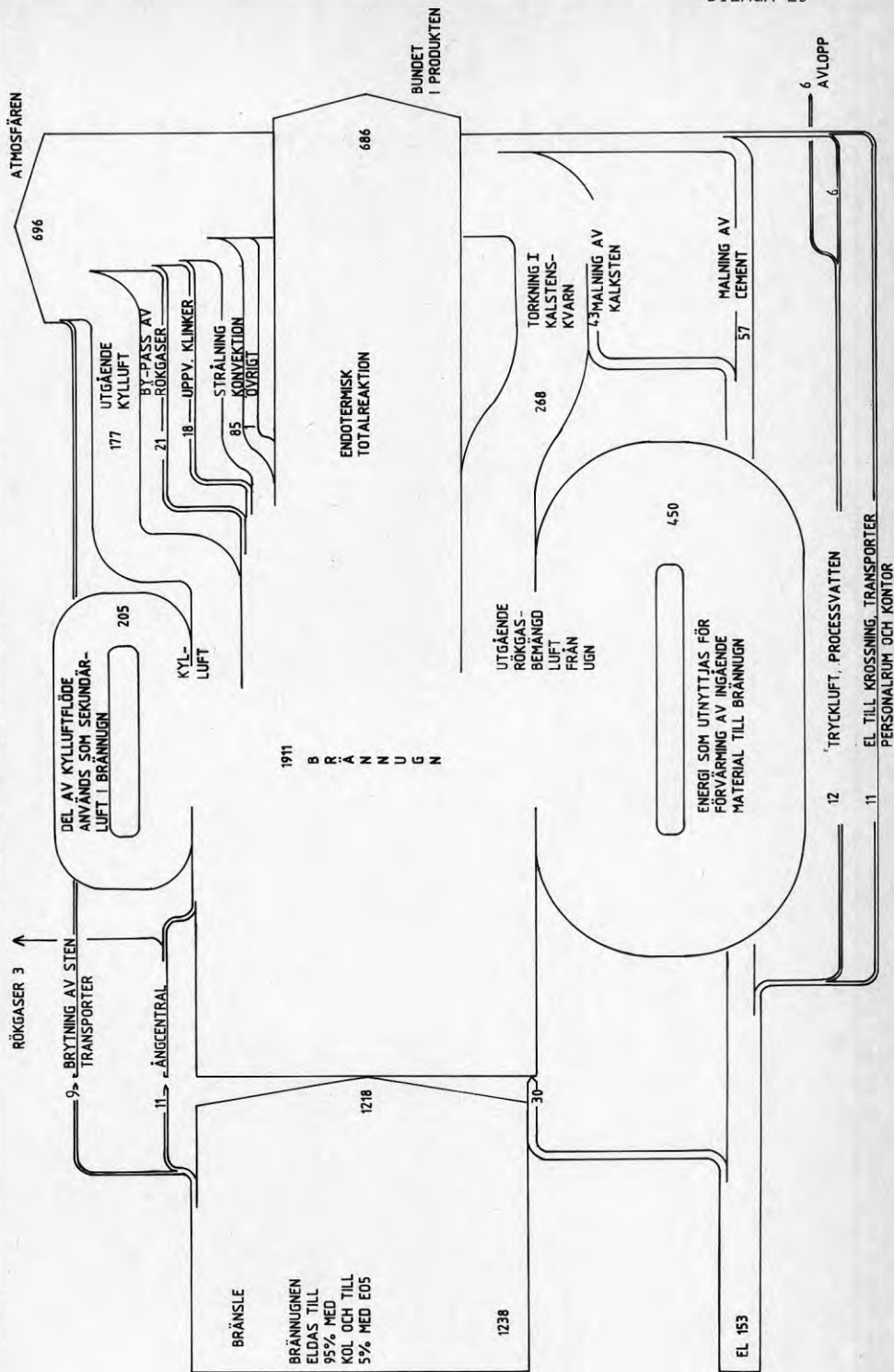
SANKEYDIAGRAM FÖR ETT TEGELBRUK

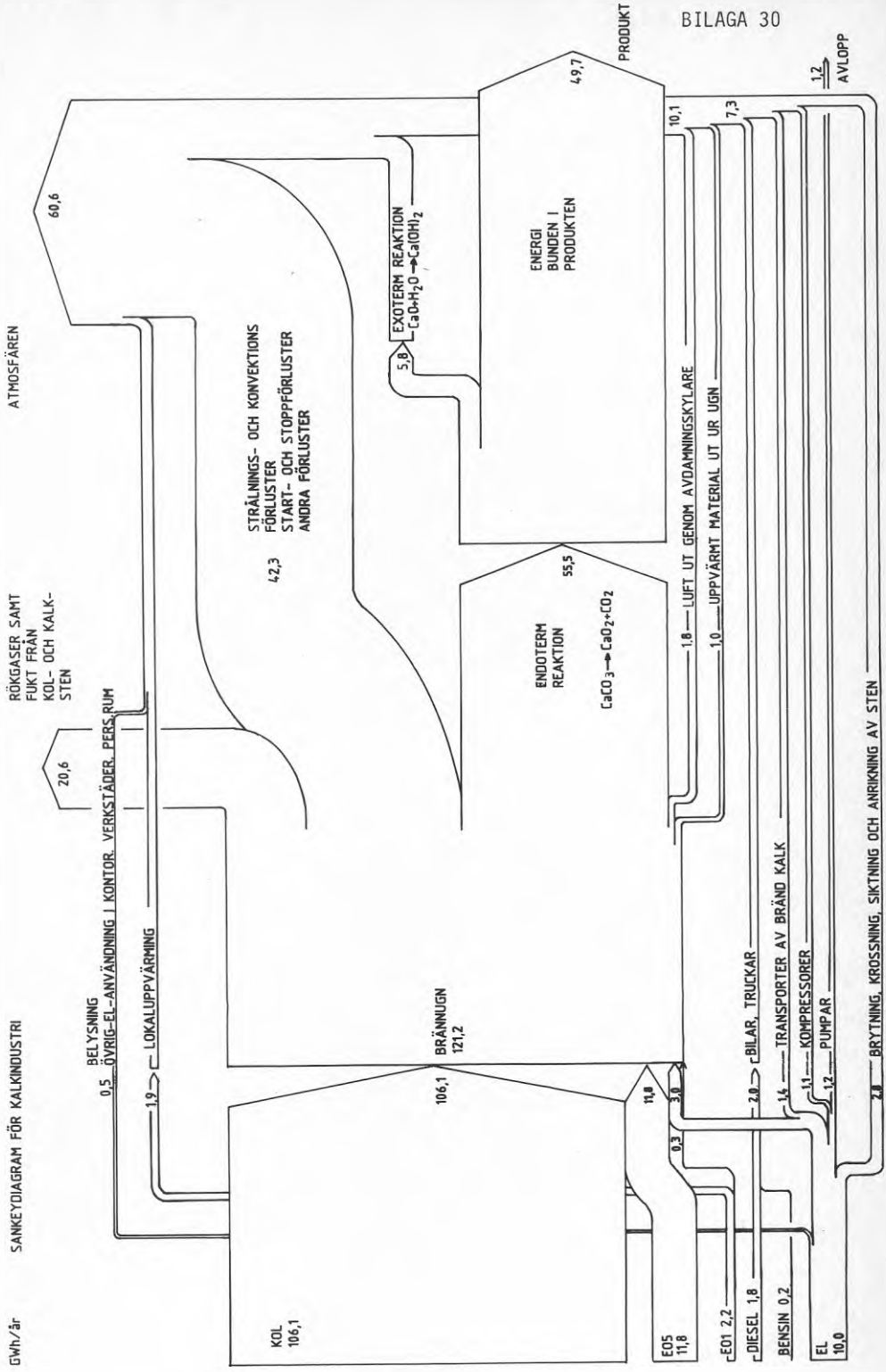
(GWh/år)



SANKEYDIAGRAM FÖR CEMENTINDUSTRI

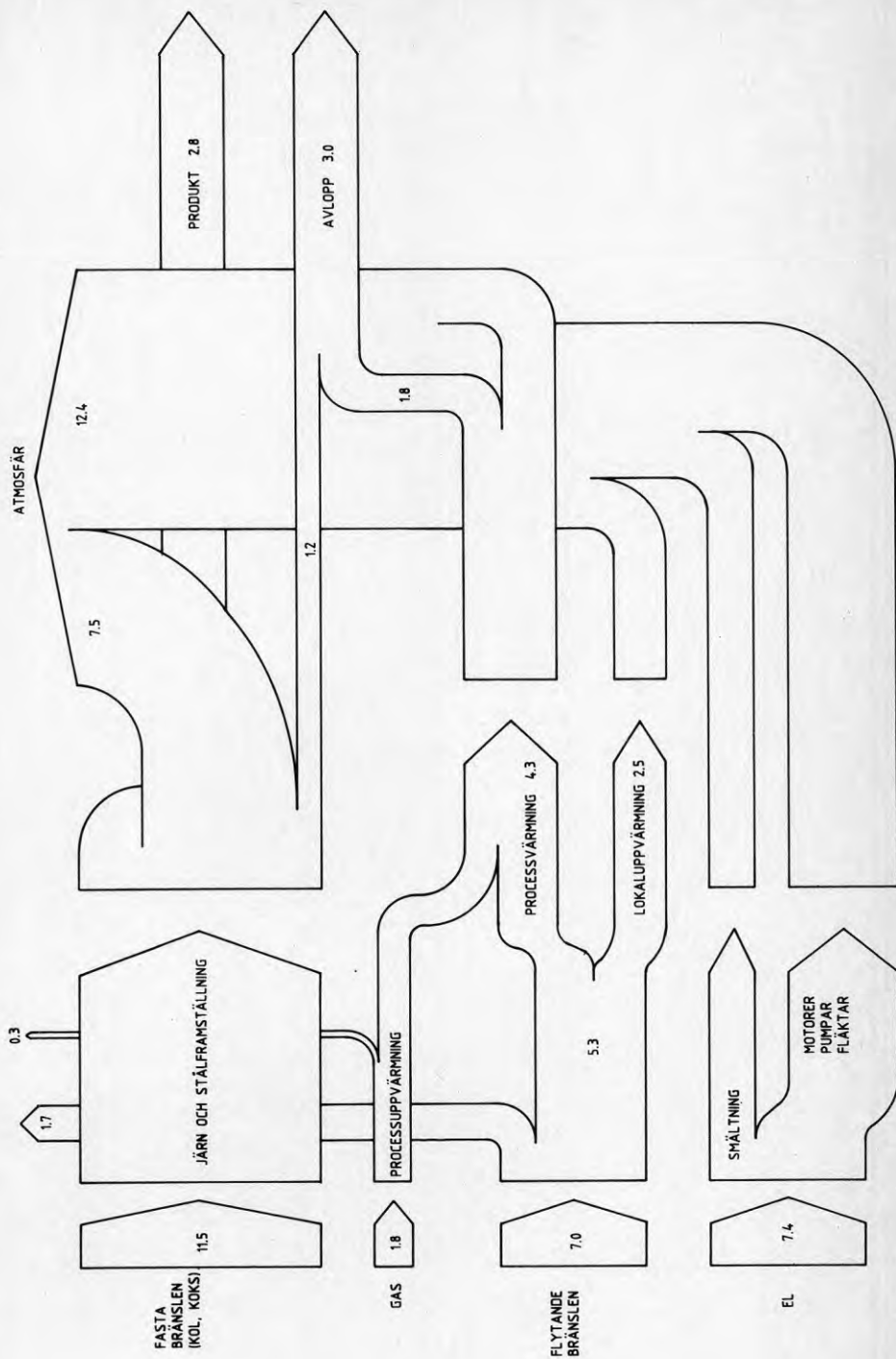
GWh/år





SANKEYDIAGRAM FÖR BRANSCHEN JÄRN - STÅL OCH METALLVERK

(TWh/år)

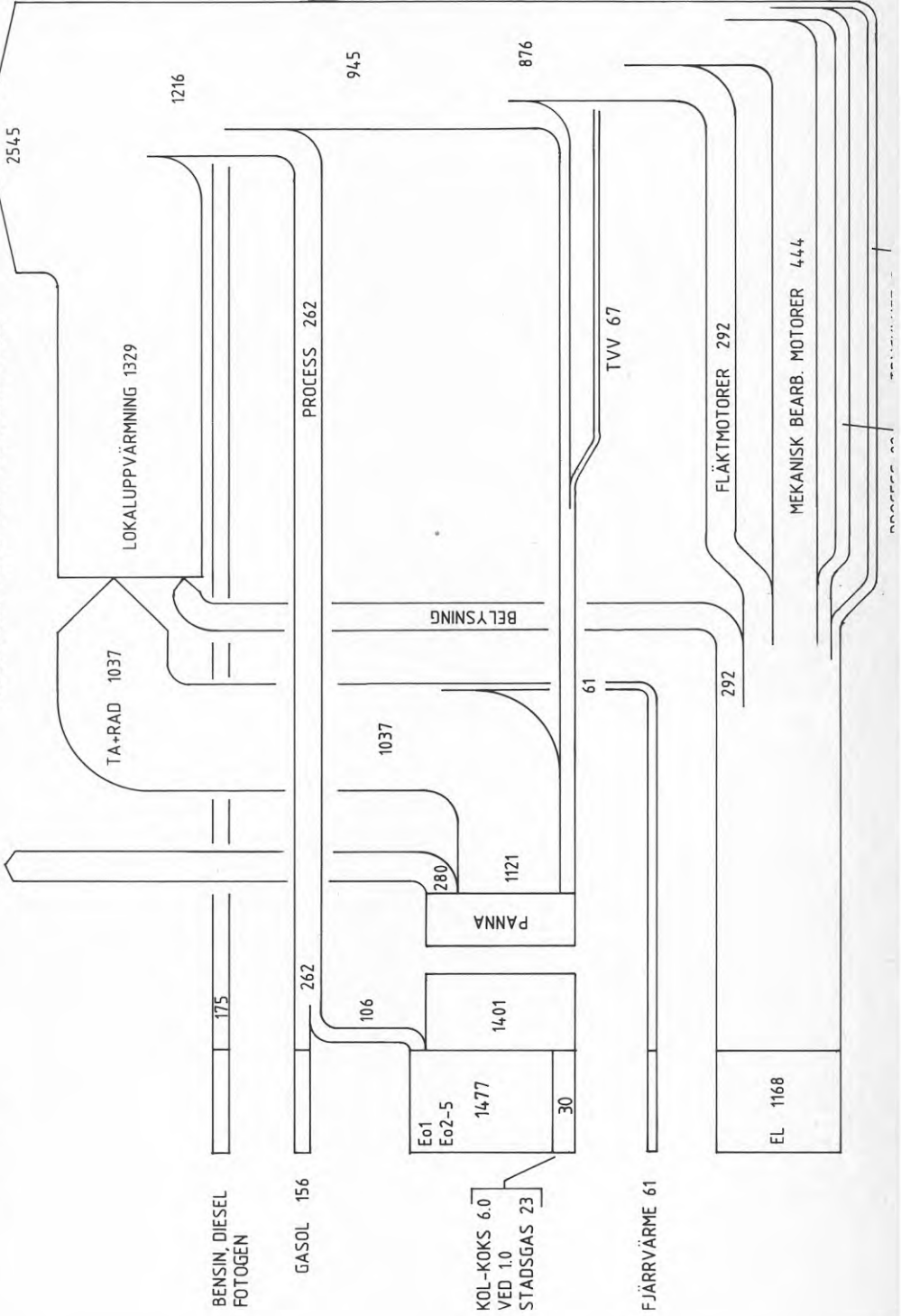


(GWh/år)

SANKEYDIAGRAM ÖVER METALLVARU-
BRANSCHEN INOM VERKSTADSINDUSTRIN

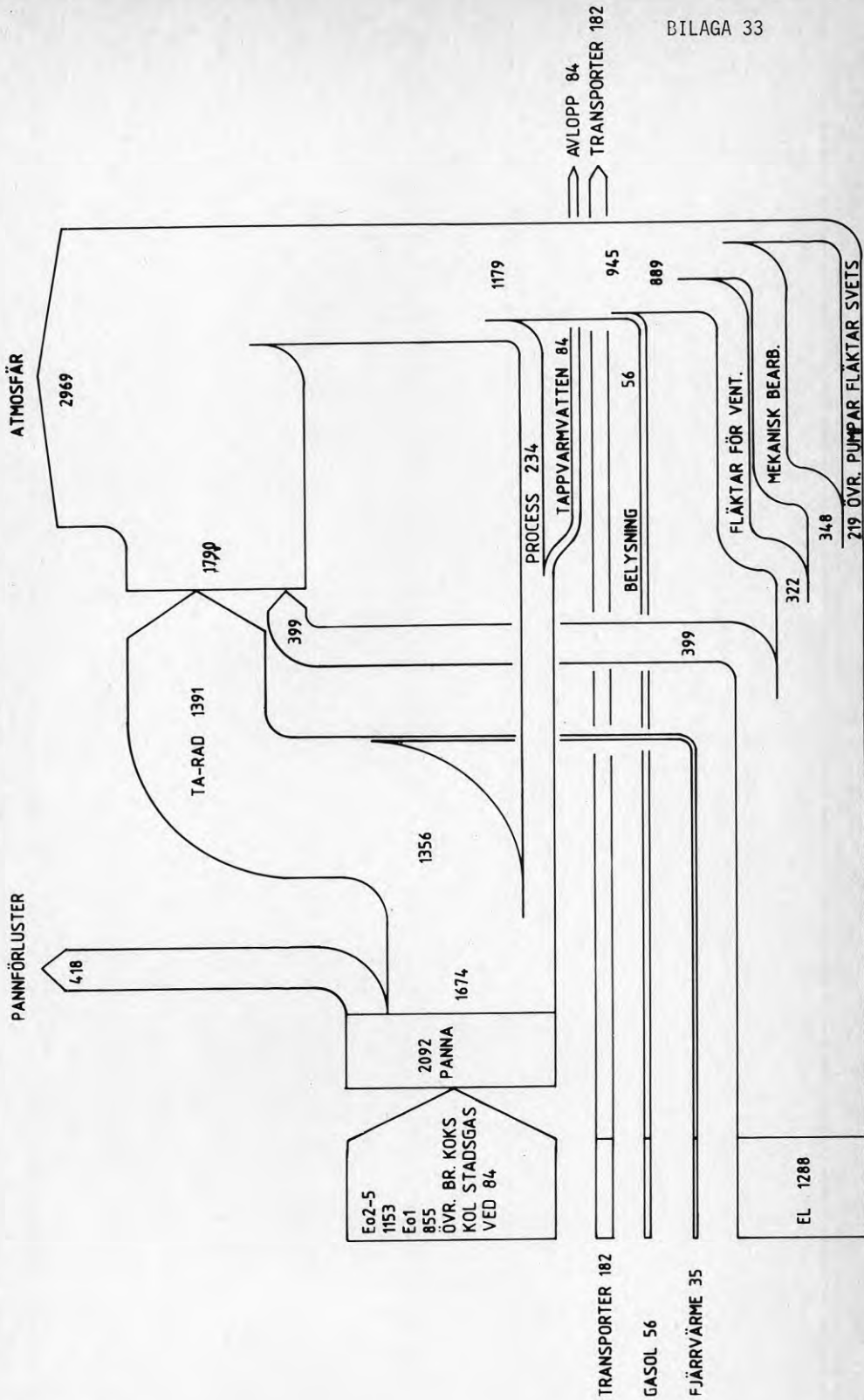
ATMOSFÄR

RÖKGASFÖRL.
280



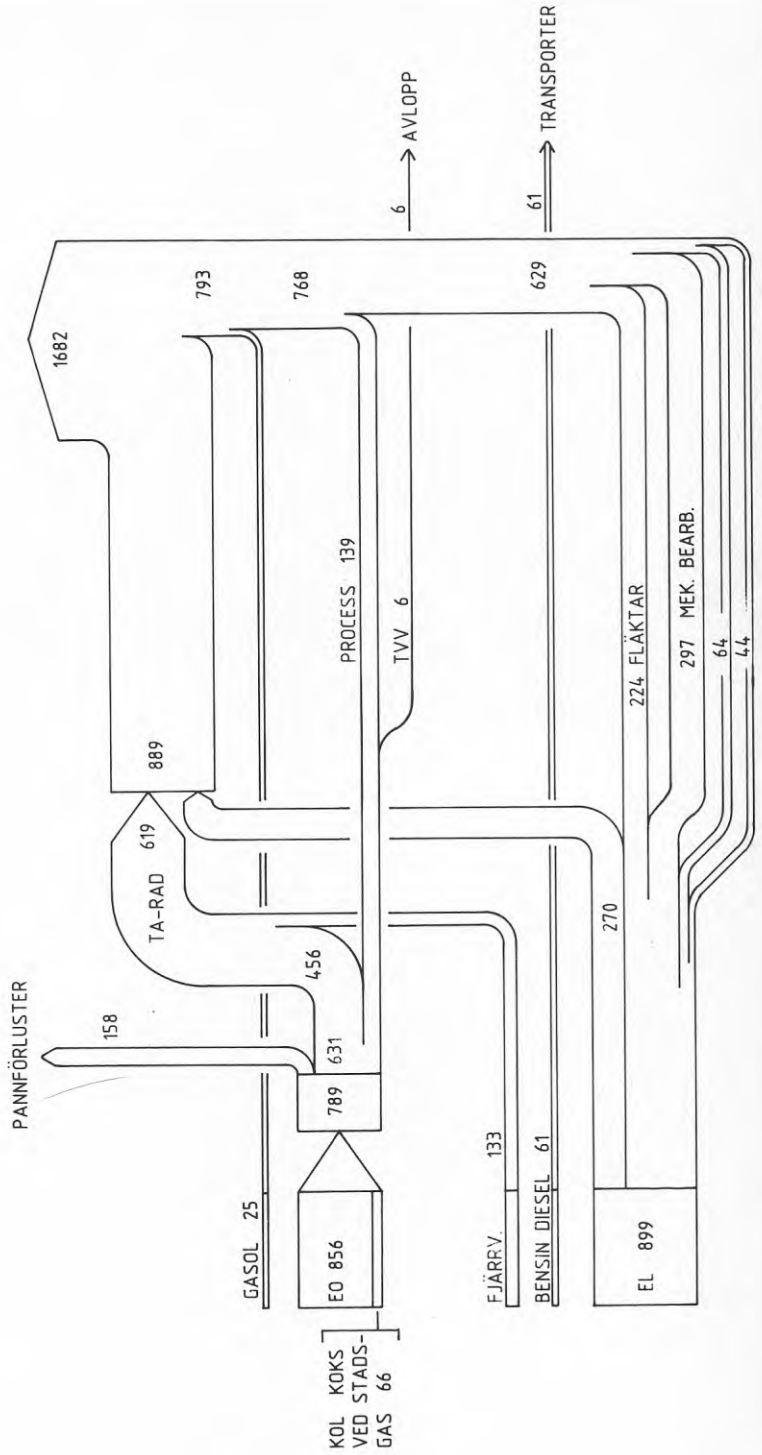
(GWh/år)

SANKEYDIAGRAM ÖVER MASKINVARU- BRANSCHEN INOM VERKSTADSINDUSTRIEN



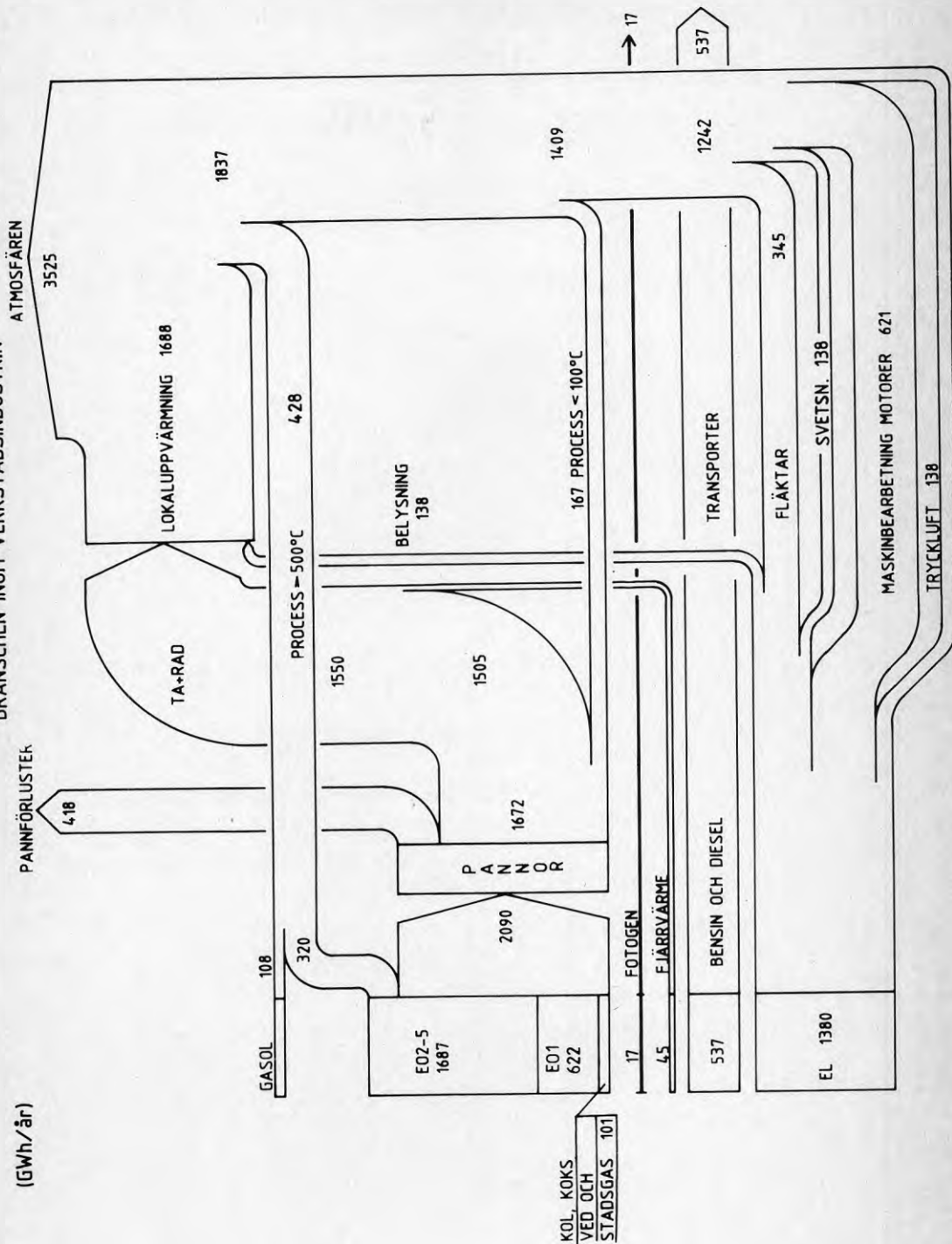
SANKEYDIAGRAM ÖVER ELEKTROBRANSCHEN
INOM VERKSTADSINDUSTRIN

(GWh/år)



SANKEYDIAGRAM ÖVER TRANSPORTMEDEL
BRANSCHEN INOM VERKSTADSINDUSTRIN

(GWh/år)



LITTERATUR

- Landon, A, 1970, Svenskt Socker. (Svenska Sockerfabriks AB.) Malmö.
- Albertson, N, Hardell, R, Energianvändningsanalys inom stål- och metallverk. (Styrelsen för teknisk utveckling.) STU nr 67-1977.
- Fors, J, Hardell, R, Energianvändning i tre svenska järnverk. (Styrelsen för teknisk utveckling.) STU nr 88-1978.
- Fors, J, Nord, B, Energianvändningen inom massa-pappersindustrin, SCA-Nordliner i Munksund. (Styrelsen för teknisk utveckling.) STU nr 174-1980.
- Johansson, T, Den manuella glasindustrins energianvändning. (Institutionen för fysik och mätteknik, Linköpings universitet.) LiTH-IFM-R-86.
- Johansson, T, Tegel, Tegelinindustrins energianvändning. (Institutionen för fysik och mätteknik, Linköpings Universitet.) LiTH-IKP-R-213.
- Johansson, T, Textilberedningsverks energianvändning. (Institutionen för fysik och mätteknik, Linköpings Universitet.) LiTH-IFM-R-69.
- Sagermo, K, Svensson, J, 1977, Energikartering vid Helsingborgs mjölkcentral. (Avd för kemisk apparatteknik, Lund Tekniska Högskola.)
- Solmar, A, Trävaruindustrins energianvändning. (Institutionen för fysik och mätteknik, Linköpings Universitet.) LiTH-IFM-R-93.
- Stridsberg, S, 1982, Sågverkens energibalans, förstudie. (Styrelsen för teknisk utveckling.) STU-rapport 82-4287, Malmö.
- Söderström, M, Energianvändning vid ytbehandling. (Institutionen för fysik och mätteknik, Linköpings Universitet.) LiTH-IKP-R-198.
- Söderström, M, Gummiindustrins energianvändning. (Institutionen för fysik och mätteknik, Linköpings Universitet.) LiTH-IFM-R-84.
- Energiekonomi i bagerier, 1979. (Ångpanneföreningen, Malmö på uppdrag av Statens Industriverk.) Stockholm.
- Energiförbrukning i Massa-Pappersindustri 1979. (Svenska Cellulosa- och pappersbruksföreningen, Ångpanneföreningen).
- Energihushållning vid textilberedning. (Statens Industriverk.) Stockholm.
- Energisparhandbok för Tegelinindustrin, 1982. (Statens Industriverk.) Stockholm.
- Energisparhandbok för trävaruindustrin, 1982. (Statens Industriverk.) Stockholm.
- Industri 1980, Del 1, Data fördelade enligt Svensk standard för näringsgrensindelning (SNI). (Sveriges officiella statistik) 1981, Stockholm.
- Industrins energihushållning, 1977. (Statens Industriverk) Utredning 1977:6, Stockholm.

Kartläggning av industrins energianvändning, Nefos 1980:1. (Utförd av Ångpanneföreningen med ekonomiskt stöd från Statens industriverk.) Stockholm.

Malt- och Läskedrycksindustrin. (Statens Industriverk.) 1976:6.

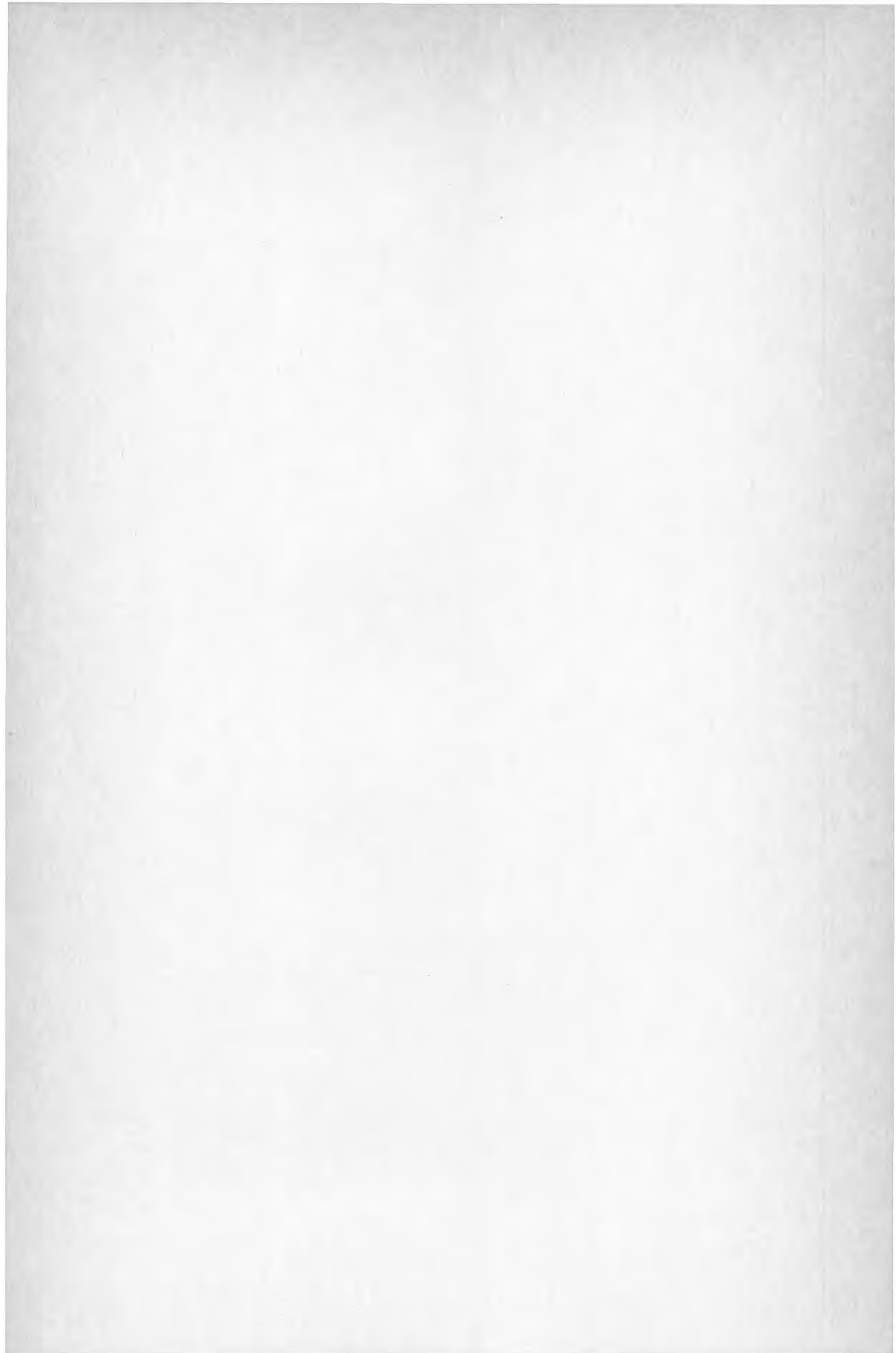
Svensk Mejeriindustri 1982. (Svenska Mejeriernas Riksförening.) Stockholm.

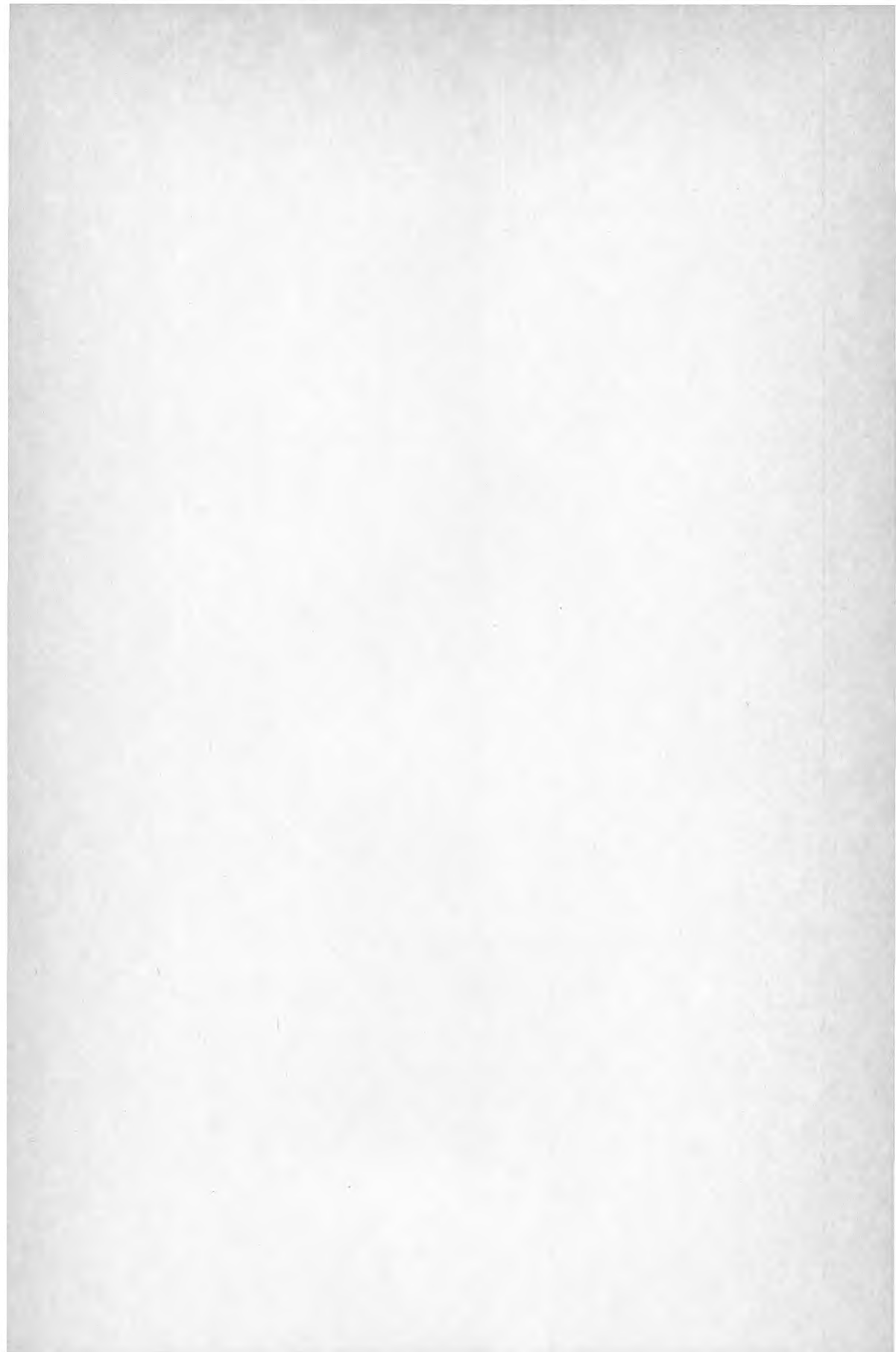
Värmepumpar inom industrin, Inventering av gruvindustrin, järn- och stålindustrin samt verkstadsindustrin inkl gjuterier, 1983. (Nefos. Utredningen är finansierad av Styrelsen för teknisk utveckling.) DNR 81-5701B.

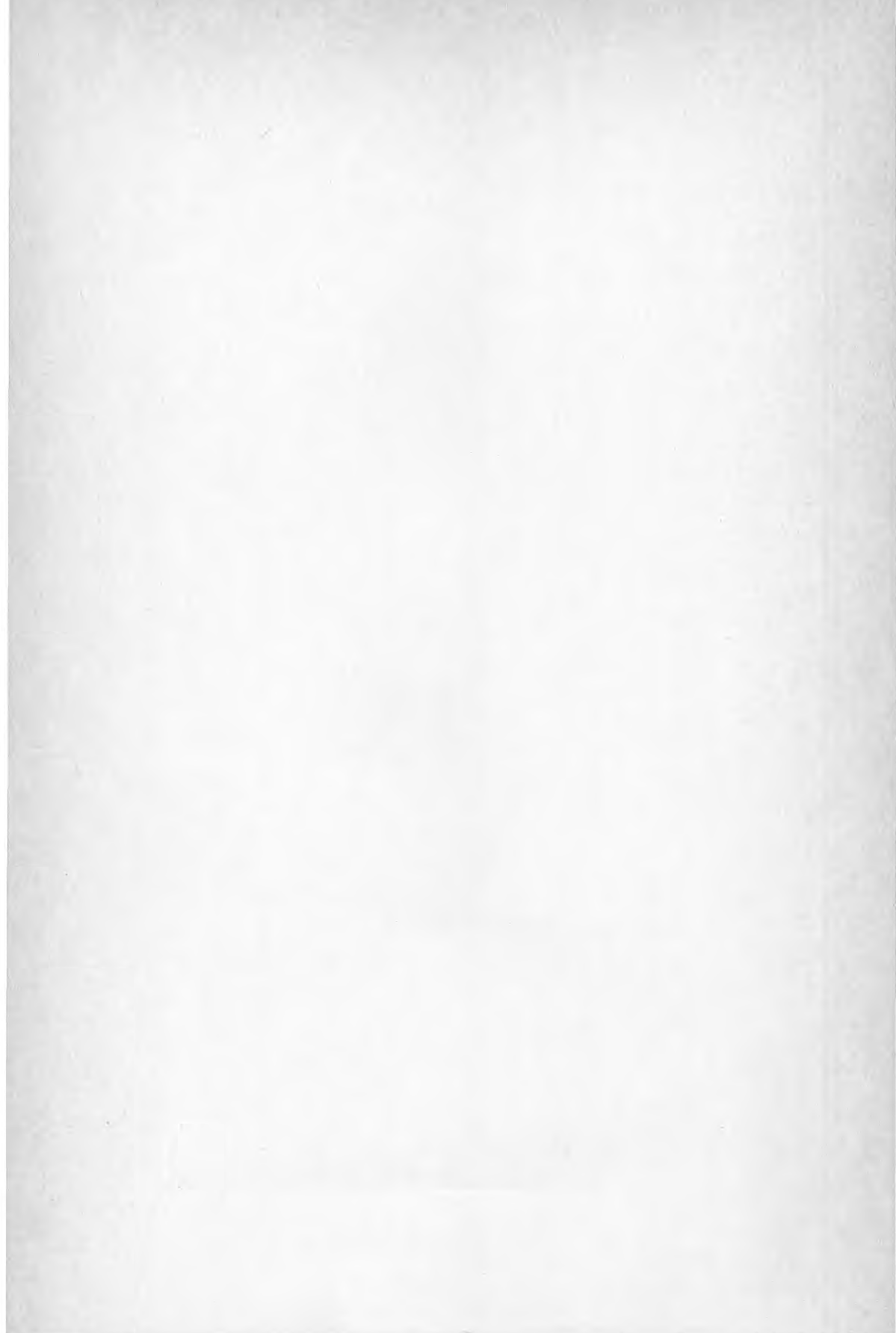
Värmepumpar inom industrin, Inventering av jord- och stenvaruindustrin, trävaruindustrin och textilindustrin, 1983. (Nefos. Utredningen är finansierad av Styrelsen för teknisk utveckling.) DNR 81-5701B.

Värmepumpar inom industrin, Inventering av livsmedelsindustrin, 1983. (Nefos. Utredningen är finansierad av Styrelsen för teknisk utveckling DNR 81-5701B.

Värmepumpar inom industrin, Inventering av massa- och pappersindustrin, 1983. (Nefos. Utredningen är finansierad av Styrelsen för teknisk utveckling.) DNR 81-5701B.







**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
820630-5 från Statens råd för bygnadsforskning till
ÅF-Energikonsult, Malmö.**

R10:1984

ISBN 91-540-4070-1

Statens råd för bygnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6704010

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst
Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirka pris 45 kr exkl moms