



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.



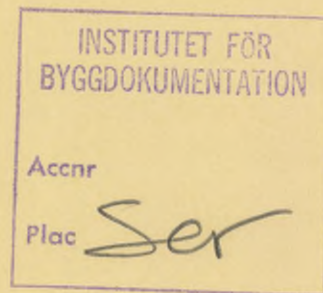
Rapport

R189:1984

**Lokala energikällor och energi-
snål bebyggelseutformning i
Skrubba arbetsområde,
Stockholm**

Förprojektering

**Hans Bergenståhl
Per Lagheim
Ulf Ranhagen**



Byggforskningsrådet

R189:1984

LOKALA ENERGIKÄLLOR OCH ENERGISNÅL
BEBYGGELSEUTFORMNING I SKRUBBA ARBETS-
OMRÅDE, STOCKHOLM

Förprojektering

Hans Bergenståhl
Per Lagheim
Ulf Ranhagen

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
820922-2 från Statens råd för byggnadsforskning
till planeringsberedningens kansli i Stockholms
Kommun, Stockholm

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

R189:1984

ISBN 91-540-4285-2
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck Stockholm 1984

	Sid
INNEHÅLLFÖRTECKNING	3
FÖRORD	7
SAMMANFATTNING	8
1 INLEDNING	15
1.1 Bakgrund	15
1.2 Syfte	15
1.3 Uppläggning och genomförande	16
DEL I REFERENSRAM	18
2 Utvecklingstendenser	19
2.1 Omvärld - energi	19
2.2 Teknik	21
2.2.1 Energiteknik - allmänt	21
2.2.2 Lokala energikällor och lagringsteknik	23
2.2.3 Produktionsteknik	27
2.2.4 Nya tekniktillämpningar	28
2.3 Organisation	28
2.4 Planering	29
3 Forskningsfältet	31
3.1 Intressent - perspektivitet	31
3.2 Energisystem	31
3.3 Planeringsförutsättningar	33
3.4 Systemsamband	33
3.5 Planeringsmetoder och skiss till en planeringsmodell med hänsyn till planfaktorn ENERGI	33
3.6 Planeringsmodellen i planeringsprocessen	40
DEL II TILLÄMPNINGSEXEMPLET SKRUBBA ARBETSOMRÅDE	42
4 Energiaspekten i kommunövergripande planer och utredningar	44
4.1 Lokalisering	44
4.2 Verksamhetsstruktur	44
4.3 Bebyggelsestruktur	45
4.4 Planer för angränsande områden	46
4.5 Teknisk försörjning	46
4.6 Transportstruktur	46

	Sid	
5	Områdesanknutna planeringsföret- sättningar	48
5.1	Läge, storlek, bebyggelse och teknisk försörjning	48
5.2	Topografi och vegetation	50
5.3	Klimat	50
5.4	Geologi och hydrologi	51
5.5	Lokala energikällor	52
6	Verksamhetsalternativ - analys av energiomsättning	55
6.1	Vilka verksamheter lokaliseras till Skrubba?	55
6.2	Energi- och miljöcentrum	55
6.3	Exploateringsgrad	57
6.4	Verksamheternas energiomsättning	57
6.5	Antaganden om områdets energi- omsättning - olika alternativ	59
6.6	Nettoenergibehov	60
6.7	Slutsatser	64
7	Energihushållning	66
7.1	Företagens ekonomiska kriterier för energihushållning	66
7.2	Energihushållning inom produktions- anläggningen	67
7.3	Ändrat energibehov för lokalkomfort genom ändrad produktionsutrustning och layout	69
7.4	Energihushållning genom bättre bygg- nadsutformning och installation	71
7.5	Sammanvägning av samtliga energi- hushållningsåtgärder	76
7.6	Energisparstrategi för arbetsom- råden	78
8	Värmeförsörjningssystem	80
8.1	Beskrivning av alternativen	81
8.2	Jämförelse mellan alternativen	84
8.2.1	Värderingsparametrar	84
8.2.2	Känslighetsanalyser	88
8.2.3	Val av värmeförsörjningssystem	96

	Sid	
9	Områdets utformning med hänsyn till planfaktorn ENERGI	97
9.1	Områdesutformning	98
9.1.1	Etapputbyggnad	98
9.1.2	Tomtstorlekar	98
9.1.3	Verksamhetsfördelning	99
9.1.4	Exploateringsgrad	99
9.1.5	Vegetation	99
9.1.6	Vägar och parkering	99
9.1.7	Teknisk försörjning	100
9.2	Kvartersutformning	101
9.3	Byggnadsutformning	104
9.4	Överordnad struktur för områdets utformning - skiss	104
9.5	Fortsatt planläggningsarbete	105
9.5.1	Kontakt med företagen	107
9.5.2	Organisation och huvudmannaskap	107
9.5.3	Etapputbyggnad	107
DEL III	KOMMUNENS PLANERINGSARBETE	108
10	Planfaktorn ENERGI i kommunövergripande planer	109
10.1	Regionala energiplaner	110
10.2	Regionala sysselsättningsplaner och kommunala näringslivsproblem	110
10.3	Kommunal energiplan	110
10.4	Kommunöversikt/markanvändningsplan	111
10.5	Övriga utredningar och planer	112
11	Kommunal planering av arbetsområden med hänsyn till planfaktorn ENERGI	113
11.1	Verksamhetsstruktur	113
11.2	Områdesutformning	114
11.3	Produktionsutformning	115
11.4	Byggnadsutformning	117
11.5	Värmeförsörjningssystem	117
11.6	Samband och komplexitet - energiomsättning	118
11.7	Organisation och genomförande	118
11.7.1	Ansvarsfördelning	118
11.7.2	Samverkansmodeller	119
11.7.3	Kommunens stöd till företagen	119

	Sid	
DEL IV	UTFORMNING, PLANERING OCH PROJEKTERING I FÖRETAGEN M H T PLANFAKTORN ENERGI	121
12	Utformning, planering och projektering	122
12.1	Utformningsprinciper och lösningar	122
12.2	Planerings- och projekteringsför- loppet	122
12.2.1	Strategisk företagsutveckling	123
12.2.2	Förundersökning	125
12.2.3	Förstudie	126
12.2.4	Förslagsskede	127
12.2.5	Detaljskede	129
12.2.6	Genomförande	130
DEL V	RESULTATDISKUSSION	131
13	Resultatsammanställning	132
14	Program för fortsatt FoU och system- projektering	135
14.1	Generella FoU-insatser	135
14.2	Skrubba - specifika FoU-insatser	136
REFERENSER		138
BILAGA 1	Ekonomisk utvärdering av olika värme- försörjningssystem i Skrubba	
BILAGA 2	Utformningsprinciper och lösningar	

FÖRORD

Inom Stockholms kommun finns ett i kommunfullmäktige antaget energiprogram med underrubriken "riktlinjer för forskning och utvecklingsarbete". Programmet antogs i december 1981 och omfattar sju ramprojekt. Inom dessa ramprojekt har ett antal utvecklingsprojekt startats under 1982 och 1983. Ett av dessa är det s.k. Skrubba-projektet som redovisas i föreliggande rapport.

En sammanfattning av kommunens samtliga FoU-projekt inom energiprogrammet redovisas i BFR-rapport R 82:1984 "Energiprogram för Stockholm, Riktlinjer för forskning och utvecklingsarbete".

Vägledande för utvecklingsarbetet inom energiprogrammet är:

- en samordning mellan energitillförsel
- en förankring av energiproblemen i kommunens olika förvaltningar
- en strävan att kunna pröva projektresultaten i full skala.

För Skrubba-projektet har detta medfört att själva utvecklingsarbetet löpt parallellt med vissa förberedande exploateringsstudier och arbetet med en plan över området. Samtidigt har inledande kontakter tagits med angränsande kommuner för eventuellt samarbete i anslutning till bebyggelse och försörjning inom Skrubba. Kommunens mark- och lokaliseringsbolag har parallellt med utvecklingsprojektet låtit genomföra förstudier som underlag för marknadsföring av Skrubba arbetsområde. Bland annat har tanken om ett s.k. energicentrum närmare belysts och utretts. Detta har redovisats separat och berörs endast mycket kort i denna rapport.

Skrubba-projektet har etappredovisats för kommunens inblandade förvaltningar vid flera tillfällen. Synpunkter och förslag som redovisas i rapporten kommer i tillämpliga delar att vidareutvecklas i det fortsatta arbetet med en exploatering av Skrubba och om så visar sig lämpligt att prövas i full skala inom Skrubba arbetsområde.

Mats Thorén
projektledare

SAMMANFATTNING

A Projektets mål

Avsikten har varit att:

- utveckla en referensram och modell för energianpassad planering av arbetsområden (Kap 2 och 3)
- pröva denna referensram och planeringsmodell på Skrubba (Kap 4-9)
- dra generella slutsatser för kommunens och företagens planering och för fördjupad FOU (Kap 10-14)
- ge stöd och råd för utformning av produktionssystem, byggnad och område med hänsyn till planfaktorn ENERGI (bilagorna 1 och 2)

B Planeringsmodell

Den modell som används utgår från ett intressentperspektiv - i huvudsak kommun och företag - hänsyn till omvärldsbild och ett energisystem.

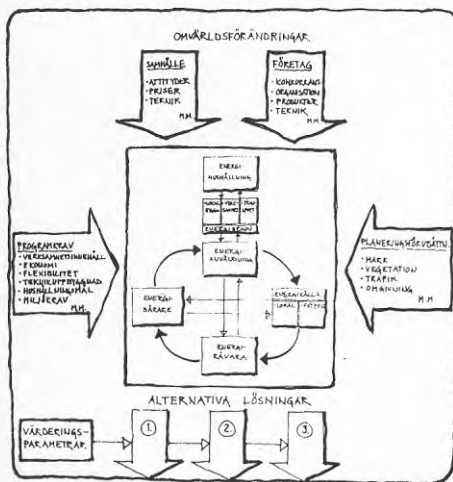
Energisystemet består av: energikälla, utvinning, omvandling, energiråvara, energibärare, distribution och energianvändning. Delarna kan komma i olika ordning och är också viktiga delar då planeringsmodellen beskrivs.

Hänsyn till omvärlden innebär att:

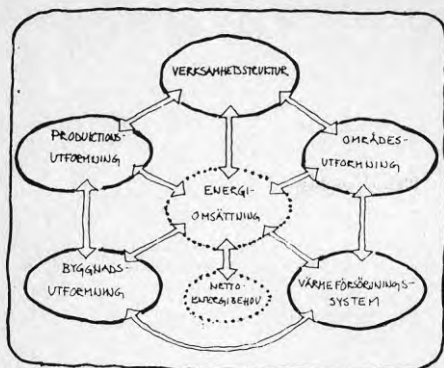
- teknikutveckling,
- produktionsförändringar,
- organisation,
- kostnadsutveckling och
- ändrade värderingar

inordnas i modellen.

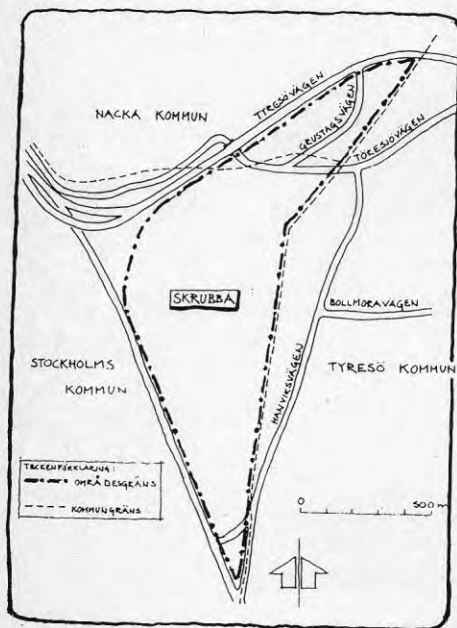
Planering med hänsyn till planfaktorn ENERGI är planering



Figur B:1



Figur B:2



Figur C:1 Planområdet är ca 85 ha stort

under osäkerhet. Den måste därför ske som ett successivt passningsförfarande - med upprepningar mellan val av:

- . verksamhetsstruktur
- . produktionsutformning
- . områdesutformning
- . byggnadsutformning
- . värmeförsörjningssystem
- . energiomsättning
- . nettoenergibehov

till följd av olika energikonsekvenser som erhålls.

Planeringen måste också resultera i ett område som är flexibelt och kan förändras över tiden med hänsyn till planfaktorn ENERGI.

C. Tillämpningsexemplet Skrubba

I projektet testas den generella modellen på det blivande Skrubba arbetsområde i södra Stockholm.

Energikonsekvenser vad gäller kommunövergripande planer studeras och värderas. Framför allt gäller detta:

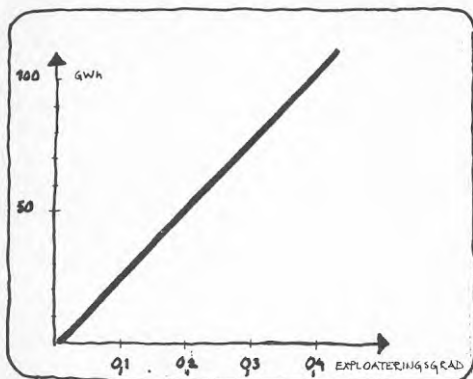
- . lokalisering
- . verksamhetsstruktur
- . bebyggelsestruktur
- . omgivning
- . teknisk försörjning
- . transportstruktur

Med hänsyn till planfaktorn ENERGI studeras också områdesanknutna planeringsförutsättningar.

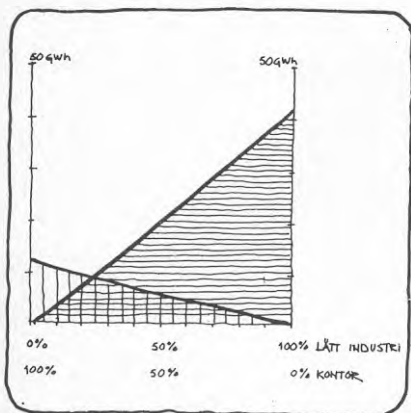
Speciellt uppmärksammas topografi och vegetation, klimat, geologi, hydrologi och lokala energikällor. Bland de senare studeras särskilt grundvattenmagasinet - akvifern - som finns i åsformationen under Skrubba.

Det kan konstateras att, allmänt sett, är kunskapen om dessa energianknutna planerings-

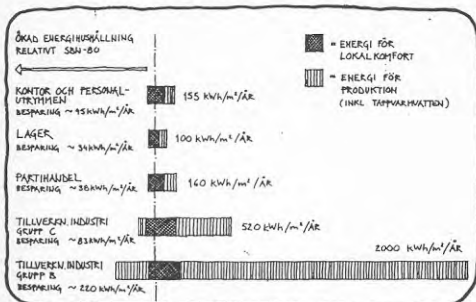
förutsättningar dåligt utvecklade.



Figur C:2 Exploateringsgradens betydelse för energiomsättningen (lätt industri)



Figur C:3 Energiomsättningen p g a verksamhetstyper i Skrubba



Figur C:4 Energisparpotentialen för olika verksamheter,

Verksamhetsstruktur och exploateringsgrad är två viktiga parametrar då områdets energibehov bestäms.

För olika verksamheter beräknas följande energiomsättning (kWh/m^2 och år:

- . kontor 155
- . lager 100
- . partihandel 160
- . industri - lätt 520
- . industri - medel 2 000

Utifrån intentioner i övergripande planer och en tänkbar verksamhetsstruktur i Skrubba har energiomsättningen bestämts till totalt 34 GWh/år för Skrubba vid en bruttoexploatering på ca 0,15.

Nettoenergiebehovet kan beräknas till endast ca 9 GWh/år i Skrubba.

Den stora skillnaden borde bli föremål för en närmare studie, t ex vid utbyggnaden av Skrubba.

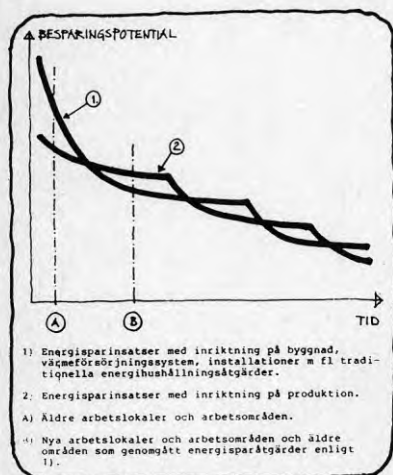
Flera tänkbara förklaringar till skillnaderna ges i avsnitt 6:7.

Energihushållningsåtgärder kan genomföras med avseende på

- . produktionsutformning
- . byggnads- och lokalutformning
- . områdesutformning

För flera åtgärder är det svårt att göra en teoretisk beräkning av besparingspotentialen. Sammantaget pekar dock en försiktig uppskattning på att ca 15 % kan sparas. Besparingspotentialen på områdesnivå är dock starkt beroende av verksamhetsstruktur och exploateringsgrad.

Den vunna erfarenheten från tillämpningen i Skrubba arbetsområde pekar på att en delvis ny energisparstrategi för arbetsområden bör formuleras:



Figur C:5 Energisparstrategi

Steg I

För äldre arbetslokaler och arbetsområden är besparingspotentialen störst/mest lönsam inom områdena: byggnads- och lokalutformning (inklusive installationer och värmeförsörjningssystem).

Steg II

När dessa förbättringar genomförts för äldre arbetslokaler och för nya arbetslokaler - som byggts enligt SBN:80s krav - är besparingspotentialen störst/mest lönsam med inriktning på produktionen.

Steg III

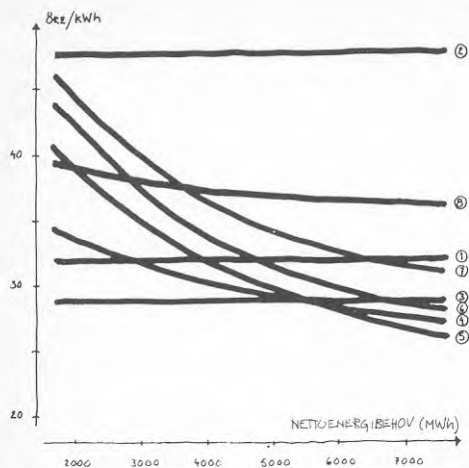
När dessa åtgärder uttömts är återigen besparingsinsatser enligt Steg I intressantast...osv.

Val av värmeförsörjningssystem är en viktig del där arbetsområdet planeras med hänsyn till planfaktorn ENERGI.

För Skrubba har såväl centrala system (fjärrvärme) som lokala system (gruppcentral) och individuella system (egen panna) med olika energislag prövats.

Alternativen prövas med hänsyn till:

1. Flexibilitet
2. Möjlighet att utnyttja spillvärme
3. Driftsäkerhet och sårbarhet
4. Konsekvenser för byggnads- och områdesutformning
5. Huvudmannaskap
6. Känslighetsanalys avseende ekonomi, värmetetthet i området och bränsleprisändringar
7. Utbyggnadsstrategi



Figur C:6 Genomsnittligt
nuvärde öre/kWh vid olika
nettoenergibehov i Skrubba

Alternativen är:

1. Individuell vattenburen elvärme
2. Individuella oljepannor
3. Individuella luftvärmepumpar
4. Akvifer (grundvattenmagasin) med kallvattendistribution
5. Akvifer med varmvattendistribution
6. Gemensam sjövärmepump
7. Gemensam fastbränslecentral
8. Fjärrvärme från Tyresö

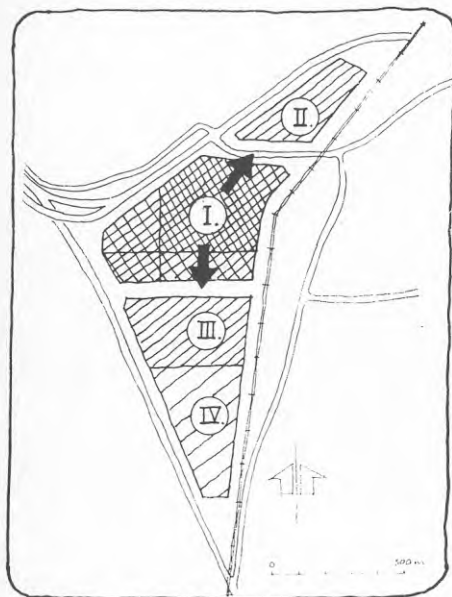
Jämförelsen visar att vid låg värmetetthet i Skrubba är de individuella systemen baserade på el mest lönsamma. När nettoenergibehovet för lokalvärme i området passerar ca 5 500 MWh per år blir de gemensamma lokala systemen mest lönsamma.

En analys med hänsyn till lämplig utbyggnadsstrategi visar att kombinationen individuella luftvärmepumpar (alt 3) vid låg värmetetthet och därefter akvifer med kallvattendistribution (alt 4) vid högre värmetetthet är lämpligast. Detta alternativ kan också använda spillvärme från Skrubbas industrier och även byggas på med andra lokala energikällor. Det kan också förse Tyresö fjärrvärmesät med värme.

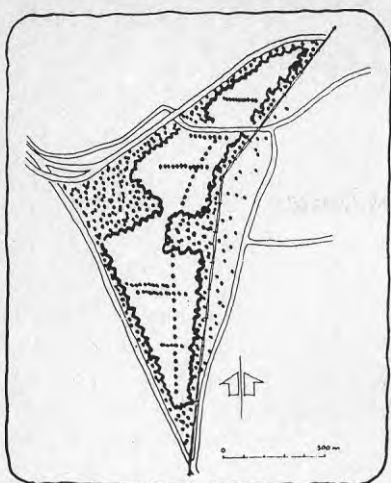
I kapitel 9 sammanvägs de krav som planfaktorn ENERGI ställer på Skrubba arbetsområdes utformning.

Dessa kan sammanfattas i följande punkter:

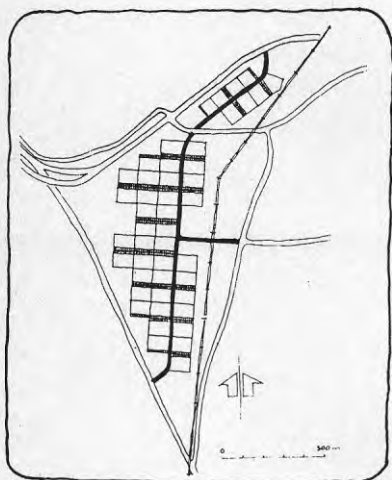
- etapputbyggnad från centrum mot periferin
- generella och adderbara tomter
- verksamhetsfördelning som ger en energisnål struktur
- så hög exploateringsgrad som möjligt



Figur C:7 Etapputbyggnad



Figur C:8 Vinddämpande vegetation



Figur C:9 Gatunät som stöder energisnål bebyggelsestruktur

- användning av vegetation och terräng för att minska vindpåkänning och förbättra lokalklimat
- lokalisering av vägar och parkeringsplatser samt kvartersutformning som understöder en energisnål struktur med hänsyn till korta ledningsdragningar, bättre lokalklimat, uppdelning i kalla och varma byggnader etc.

C Generella slutsatser för kommunens och företagens planering och fördjupad FOU

Exemplet Skrubba har visat att planfaktorn ENERGI, vid planering av arbetsområden, måste vara samordnad med övrig kommunal planering.

Omvänt måste dessa planer också uppmärksamma planfaktorn ENERGI för ett arbetsområde.

Särskilt bör kommunen uppmärksamma de "nya" områdena som är av särskild betydelse med hänsyn till planfaktorn ENERGI. Det gäller t ex geologi och hydrologi, mikroklimat, vegetation, transportenergi, uppvärmningssystem och energiushållning.

Kommunen har också ett ansvar för att samverka mellan olika företag i området kan utvecklas och att stöd och råd kring energifrågor lämnas till företagen.

Företagen kan själva i sitt planeringsarbete uppmärksamma energifrågorn. I Kapitel 12 redovisas detta kopplat till företagets planerings- och projekteringsarbete.

I Kapitel 13 redovisas en punktvis sammanställning av projektets resultat.

I Kapitel 14 ges förslag till fortsatta FoU-insatser dels generella, dels specifika för Skrubba. För Skrubba föreslås att ett FoU-projekt, som utvärderar energikonsekvenserna, löper parallellt med fortsatt planering och projektering.

I bilaga 1 redovisas den ekonomiska utvärderingsmodellen som använts för att pröva de olika värmeförsörjningssystemen för Skrubba.

I bilaga 2 ges förslag till utformning och lösningar, inom företagen, som är energisnåla. De beskriver:

- . produktionsutrustning
- . layout
- . interna transporter
- . lokalkomfort
- . byggnadens form
- . passiv solvärme
- . konstruktion
- . portar och fönster
- . installationer
- . energilager
- . tomtutformning
- . samordnade lösningar
- . underhåll och drift.

1984-05-07
Skrubba Energistudie

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Allmänt

Medvetenheten ökar om energifrågornas betydelse för att skapa rationella och driftsekonomiska arbetsområden och industrianläggningar. Därför är det angeläget att tillämpa nya principer och ny teknik för att skapa energisnål arbetsplatsbebyggelse och utnyttja lokala energikällor. Teknikutvecklingen går snabbt framåt, men hänsyn måste också tas till energiteknikens ekonomiska, ekologiska och organisatoriska konsekvenser, vilka ännu inte till alla delar kan överblickas. Speciellt viktigt och svårt är bedömningar av lönsamhetseffekter på kort och lång sikt.

Skrubba

I skrubbatrangeln, liksom i åtskilliga andra områden i stockholmsregionen, finns åsformationer med grus och grundvatten som lämningar efter den senaste istiden (i Stockholm ungefär för 10 000 år sedan).

I den förstudie som genomfördes december 1981 till mars 1982 konstaterades att ett lokalt grundvattenmagasin möjliggör ett energiuttag på 2-4,0 GWh/år utan infiltration och ca 10 GWh/år med infiltration av sjövattnet/spillvärme.

I förstudien studerades även energisnål byggnadsutformning översiktligt, olika byggnaders energiegenskaper analyserades och energieffektbehovet uppskattades för olika alternativa sammansättningar av verksamheter inom området. I det alternativ som kräver mest energi för uppvärmning dominerar sysselsättningen av tillverkningsindustri. Ökar andelen lager, förråd och partihandel, minskar energibehovet.

Förstudien indikerade att förutsättningarna är goda för att utnyttja lokala energikällor och utforma energisnål bebyggelse i Skrubba arbetsområde.

Det bedömdes dock som nödvändigt att i en huvudstudie närmare pröva dessa förutsättningar för att få bättre underlag för en eventuell fortsatt projektering av försörjningssystemet och arbetsplatsbebyggelse.

1.2 Syfte

Skrubbaprojektet är ett pilotprojekt när det gäller energiplanering av ett nytt arbetsområde. Resultat av generellt intresse för liknande planeringsfall har eftersträvat.

Huvudstudien syftar till att

UTVECKLA EN REFERENS RAM OCH MODELL FÖR ENERGIANPASSAD PLANERING AV ARBETSOMRÅDEN

- beskriva generella utvecklingstendenser och nya system för energisnål arbetsplatsbebyggelse och lokala energikällor
- beskriva förutsättningar för användning av lokala energikällor i arbetsområden
- beskriva modeller och metoder för att integrera energifrågorna vid planeringen. Målet är att skapa optimala avvägningar mellan energiförsörjning och energihushållning.

TILLÄMPA REFERENS RAMEN PÅ SKRUBBA

- precisera förutsättningarna för utnyttjande av lokala energikällor för lagring och värmeförsörjning i området
- analysera energiomsättningen vid olika verksamhetsalternativ och vid olika antaganden om besparingspotentialer
- utveckla och värdera systemalternativ för områdets energiförsörjning ur bl a ekonomisk synpunkt
- illustrera tänkbar områdes-, tomt- och byggnadsutformning i Skrubba.

EXEMPLIFIERA HUR ÖKAD HÄNSYN TILL ENERGIFRÅGOR VID ARBETSOMRÅDEPLANERING PÅVERKAR KOMMUNAL PLANERING

TA FRAM UNDERLAG FÖR FRAMTAGANDE AV STÖD, ANVISNINGAR OCH RÅD TILL FÖRETAGEN i form av

- planläggnings- och projekteringsförloppet med hänsyn till energihushållning
- beskrivning av utformningsprinciper och lösningar med hänsyn till energihushållning.

1.3 Uppläggning och genomförande

Huvudstudien har genomförts i följande två etapper:

- Etapp I, vilken mynnade i en preliminär rapport november-maj 1983
- Etapp II, vilken presenterades i denna slutrapport september 1983-maj 1984.

Projektet har initierats av Stockholms kommun med Hans Wohlin som projektansvarig och Mats Thorén som projektledare. För utredningsarbetet har VBB AB anli-

tats. En projektgrupp med följande personer har medverkat i huvudstudien.

- Tekn dr Ulf Ranhagen, forskningsledare
- Arkitekt Per Lagheim, projektsekr etapp II
- Arkitekt Hans Bergenståhl, projektsekr etapp I
- Docent Hans Hydén, specialist lokala energikällor
- Civiling Hans Johnsson, specialist värmeförsörjning
- Byggnadsing Johnny Kellner, specialist energihushållning
- Fil kand Georg Saros, specialist energiekonomi

Inom Stockholms kommun har projektet följts av en referensgrupp bestående av

- Hans Wohlin, Planeringsberedningens kansli (projektansvarig)
- Mats Thorén, Planeringsberedningens kansli
- Leif Blomqvist, Stadsbyggnadskontoret
- Eva Henström, Stadsbyggnadskontoret
- Christina Lilienborg, Fastighetskontoret
- Ulf Rönnborg, Fastighetskontoret
- Tord Skilje, SML
- Bertil Österlind, Stockholms Energiverk

DEL I REFERENSRAM

- Kapitel 2 Utvecklingstendenser
- 2.1 Omvärld - energi
 - 2.2 Teknik
 - 2.2.1 Energiteknik - allmänt
 - 2.2.2 Lokala energikällor och lagringsteknik
 - 2.2.3 Produktionsteknik
 - 2.2.4 Nya tekniktillämpningar
 - 2.3 Organisation
 - 2.4 Planering
- Kapitel 3 Forskningsfältet
- 3.1 Intressenter
 - 3.2 Energisystem
 - 3.3 Planeringsförutsättningar
 - 3.4 Systemsamband
 - 3.5 Planeringsmetoder och skiss till en planeringsmodell med hänsyn till planfaktorn ENERGI
 - 3.6 Planeringsmodellen i planeringsprocessen

2. UTVECKLINGSTENDENSER

Planering och utformning av ett arbetsområde med hänsyn till planfaktorn ENERGI berör en rad områden som är under snabb förändring. Därför beskrivs här aktuella utvecklingstendenser. Detta görs under följande rubriker:

- omvärld,
- teknik,
- organisation,
- planering.

2.1 Omvärld - energi

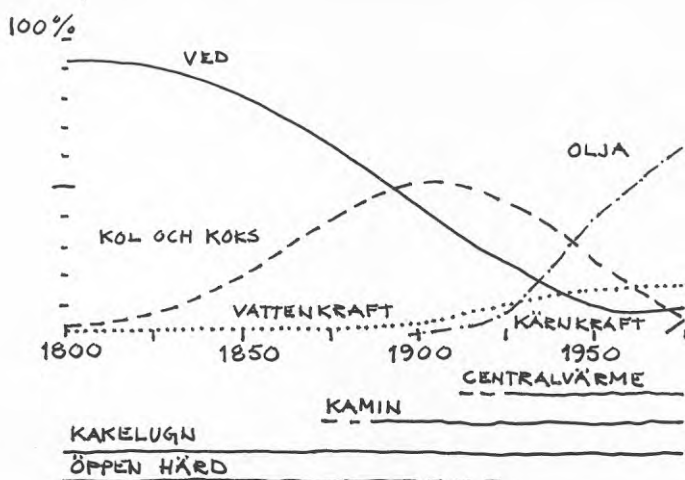
År 1850 använde en svensk i genomsnitt ca 3,5 MWh energi per år i form av ved, kol eller koks. År 1950 använde medelsvensken 21 MWh energi per år och år 1975 var motsvarande siffra 56 MWh per person och år. På 100 år har energianvändningen ökat med 1 500 %! Samtidigt har användningen av olika energislag förändrats kraftigt (se figur 2:1).

Dagens oljepriser, insikten om att oljan som energiresurs är ändlig (se figur 2:2), samhällets sårbarhet i form av osäkra oljeleveranser från politiskt instabila områden och ett allmänt kärvt ekonomiskt läge gör det angeläget att utforma energisnål bebyggelse, att använda tillgängliga lokala energikällor och att sträva efter energisnål teknik.

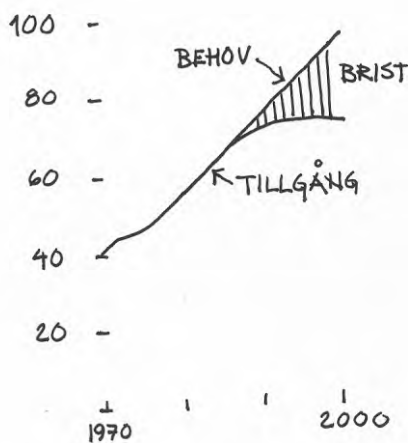
Dessa strävanden är allmänna i samhället. Till detta kommer också behovet av att ta hänsyn till ändrade värderingar och paradigmer. Bäst kanske detta illustreras med trenderbrottet i förhållande till ett antal energiprognoser från början av 1970-talet (se figur 2:3). Även om dessa förändringar till stor del kan förklaras utifrån sämre konjunkturer o dyl, är det otvivelaktigt så att ändrade levnadsmönster och val också påverkar energianvändningen. Energisnål teknik prioriteras, närhet bostad-arbete-service uppmärksammas i fysisk planering och t ex passiv solvärme utnyttjas vid husprojektering. Omvänt kan ändrade levnadsmönster och ny teknik också leda till ökad energianvändning.

Även vid planering av ett arbetsområde, med hänsyn till planfaktorn ENERGI, måste dessa "omvärldsfaktorer" beaktas. Strävandena måste vara:

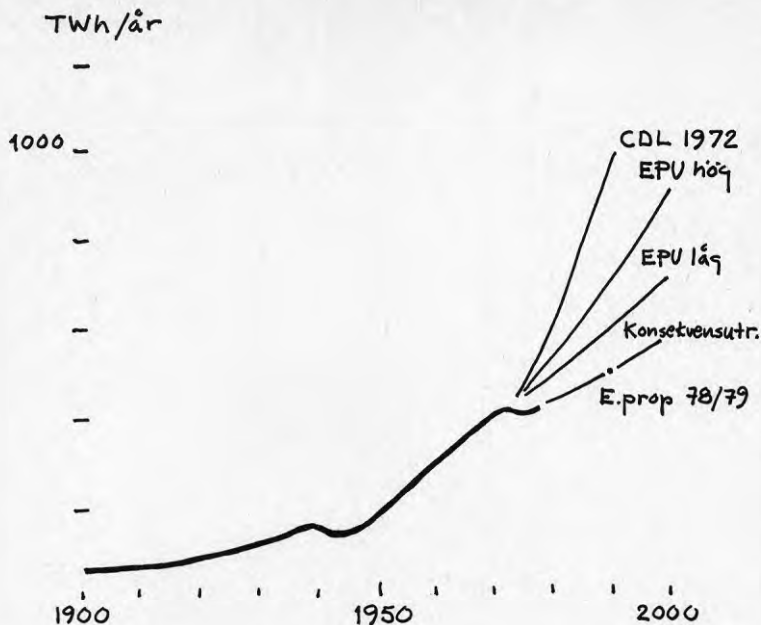
- att komma bort från oljeberoendet,
- att uppmärksamma värderingsförändringar som påverkar områdets energihushållning och överordnade utformning.



Figur 2:1. De olika energislagens andel av Sveriges energiförsörjning 1800-1975 samt uppvärmningsanordningar under samma period. (Källa: Rapport 409 från framtidsstudien "Energi och samhälle".)



Figur 2:2. Efterfrågan och utbud på olja i den icke-socialistiska delen av världen. (Källa: WAES: Energy-Global Prospects 1985-2000.)



Figur 2:3. Energianvändningen i Sverige år 1900-1975 samt några prognoser åren 1975-2000. (Källa: Teknikvärdering i den kommunala energiplaneringen, BFR 37:1982, Thorén.)

2.2 Teknik

Utvecklingstendenser vad gäller teknik bildar en viktig del av forskningsprojektets referensram. Teknikavsnittet har här delats upp på:

- energiteknik - allmänt,
- lokala energikällor,
- produktion och produktionsutrustning,
- nya teknikområden och tillämpningar.

2.2.1 Energiteknik - allmänt

I takt med att de vanligaste energislagen blivit dyrare och mer svårtillgängliga har den energitekniska utvecklingen forcerats. Denna utveckling har inriktats på följande områden:

- förbättrade möjligheter att ta till vara befintliga energislag - t ex offshore-tekniken för att utnyttja oljekällor till havs
- utveckling av alternativa energislag - t ex fluid carbon eller biomassa,

- utveckling av teknik för alternativa lokala energikällor - t ex värmepumpar, grundvattenvärme och solfångare,
- utveckling av förbättrade distributionssystem - t ex högspänningsledningar för elektricitet, förbättrade fjärrvärmeledningar,
- en starkare markerad systemsyn vad gäller energitekniken, där olika komponenters möjligheter att samverka i hela system beaktas - t ex kaskadkoppling,
- energihushållning genom tätare och bättre isolerade byggnader samt bättre isolering.

Den energitekniska utvecklingen befinner sig på olika nivåer för olika delområden enligt ovan. Man kan grovt tala om²⁾:

1. i dag använd teknik,
2. i dag känd, bästa teknik,
3. avancerad teknik.

Vid utbyggnad av ett arbetsområde med hänsyn till planfaktorn ENERGI måste denna spridning vad gäller teknikutveckling vägas in.

För Skrubba har detta gjorts enligt följande ordning:

- Alternativa energikällor - grundvattenmagasin, sjövärme och spillvärme från industrin utnyttjas med i dag känd, bästa teknik.
- Aktiva solvärmesystem (solfångare) förutsätts inte användas till annat än tappvarmvatten. Solvärme till lokaluppvärmning anses inte tekniskt tillförlitlig och ekonomiskt lönsam i dag.
- Distributionssystemet förutsätts uppbyggt med i dag bästa, kända teknik.
- Byggnaderna förutsätts energioptimala med hänsyn till rådande energipriser och isoleringsnormer enligt SBN 80.

Genom att räkna med alternativa samhällsutvecklingar (A-E), energiteknik av olika avancerad nivå, förändrat konsumtionsmönster och olika tidsperspektiv har i figur 2:4 energianvändningen för hela landet beräknats. Alternativen pekar på att en sänkning av energianvändningen på mellan 20 % och 50 % är möjlig. För industrin kan man på motsvarande sätt räkna med ett reducerat energibehov på ca 20 %³⁾.

Samtidigt bör man observera att en industripolitik som leder till en förnyelse av industrin (nya lokaler, nya installationer, ny produktionsutrustning och ändrad⁴⁾ process) ger förutsättningar för ett större sparande. Det betyder att den möjliga reduktionen i Skrubba och andra nybyggnadsområden sannolikt är större än 20 % av nuvarande energianvändning.

Uppskattningarna i avsnitt 7.6 om en 15 % reduktion av energibehovet i Skrubba från "nivån energisnåla hus enligt SBN 80" förefaller därför fullt rimliga. (Att husen byggts med SBN 80s krav på energihushållning innebär att reduktionen av energianvändningen sker från en från början låg nivå.) Beräkningar i boken "Energi - till vad och hur mycket?" utgår från hela samhället - såväl gammal som ny industri. Därför kan den procentuella reduktionen vid ett företag vara betydligt större. Dessutom har i dessa beräkningar (figur 2:4) hänsyn tagits till ändrad produktionsteknik som inte är direkt hänförlig till teknikutvecklingen inom energiområdet.

Alternativ	Konsumtionsnivå (% ökning relativt 1975)	Tekniknivå (*)	Energi-användning ca (TWh)	Tidsperspektiv ca
A	50	3	200	2005
B	25	2	220	2000
C	0	2	190	2010
D	100	2	300	2000
E	0	1-2	250	2000

* 1 = enl Sind 1990
 2 = idag känd, bästa teknik
 3 = avancerad teknik

A förutsätter att dagens allmänna ekonomiska problem i landet löses inom inte alltför många år (om ej hinner en ökning av konsumtionsnivån med 50 % knappast förverkligas)

B som A, men långsammare ekonomisk tillväxt kombinerad med ett långsammare införande av ny teknik

C inriktning på icke-materiella värden

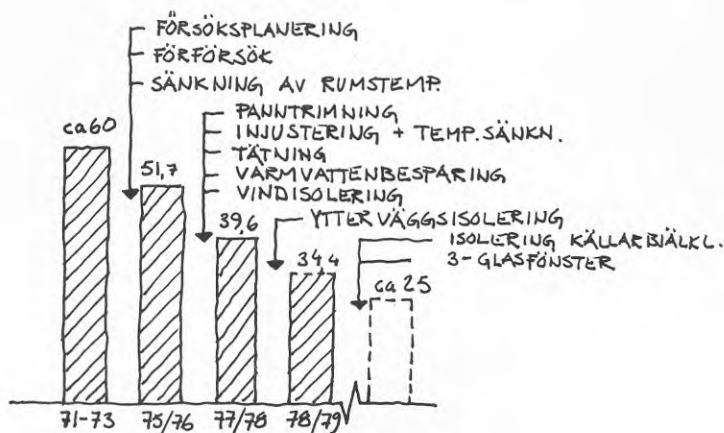
D snabb konsumtionsökning med energifrågorna koncentrerade på tillförsel

E dagens ekonomiska problem fortsätter, varför konsumtionen stagnerar och ny teknik utnyttjas inte fullt ut

Figur 2:4. Några exempel på framtida utvecklingsmöjligheter för energianvändningen i relation till olika samhällsutvecklingsalternativ, teknisknivå etc. Källa: Energi - till vad och hur mycket? Steen m fl. Sid 169.

2.2.2 Lokala energikällor och lagringsteknik

Med lokala energikällor för byggnadsuppvärmning avses i detta sammanhang dels solenergi som genom solinstrålning lagras upp i mark och vatten sommardag och dels spillvärme från lokaler och industriella processer. Infångning av solenergi med mekaniska solfångare beaktas ej här.



Figur 2:5. Energisparresultat för bostadshus i Ulvsunda. Etapp 1. SOU 1980:43, sid 46-51.

Vid utnyttjandet av lokala energikällor, vanligtvis med hjälp av värmepump, uppnås låga rörliga kostnader (liten andel köpt energi) till priset av en större kapitalinvestering är för ett konventionellt värmesystem.

Lokala energikällor i form av naturvärme har hittills i första hand kommit till användning i småskaliga tillämpningar (grundvattenvärme, ytjordvärme, energi-brunnar). Ett undantag är ytvattenvärmepumpar som även förekommer storskaligt. Tekniken för direkt utnyttjande av lokala energikällor skiljer sig i princip ej mellan värmeförsörjning av bostäder och arbetsområden. I det följande ges en kort generell beskrivning av teknik och erfarenheter.

- Grundvattenvärme är ett system, där grundvatten pumpas förbi en värmepump och sedan återförs till marken. Jämfört med sjövattnen äger grundvatten fördelar av en högre temperatur vintertid och en jämnare temperatur över året. Den lokala tillämpningen beror av vilka grundvattenuttag som de hydrologiska förhållandena medger. Betydande grundvattentillgångar finns främst i de isälvsavlagringar som förekommer över hela landet. Grundvattenvärme kan därmed äga tillämpning för enstaka hus, för grupphusbebyggelse med gemensam värme-central och som tillsatsvärme för fjärrvärmesystem.

Ett hundratal mindre anläggningar och ca 5-10 större anläggningar finns i drift. Tekniken anses vara väl känd och drifterfarenheterna är goda.

För en anläggning om 250 kW kapacitet kan anläggningskostnaden bedömas vara ca 4 000 kr/kW. Kostnaden beror på avståndet mellan brunnar och förbrukarna, erforderliga hydrologiska undersökningar och djupet till grundvattennivån.

- Ytjordvärme nyttiggör värme som lagrats i markens ytskikt under den varmare delen av året. Värmen utvinns ur marken via en i ett nedgrävt slangsystem cirkulerande vätska. Värmepumpen måste nyttjas då den utvunna värmen har låg temperatur. Förhållandevis stora marktytor behöver tas i anspråk (ca 400-600 m² för ett normalt småhus), varför tekniken främst kommer till användning för enskilda hus och mindre grupper av hus.

Cirka 7 000 system för främst enskilda hus är i drift (1982). Få problem har registrerats.

Anläggningskostnaden år 1982 var ca 4 000 kr/kW. Den förväntade livslängden är >20 år och servicekostnaden <1 % av investeringskostnaden.

- Bergvärme (energibrunnar) avser utvinning av värme ur borrhål i berg via slutna system med cirkulerande vatten eller antifrys vätska. Värmen tillförs borrhålet genom värmeledning i bergmassan och genom strömmande grundvatten. Vid uttag cirkuleras vätskan genom en värmepump. Förutsättningarna för tillämpning är goda, då lämplig berggrund finns i nästan hela landet. Tekniken lämpar sig för enstaka hus och mindre grupper av hus.

Cirka 500 anläggningar finns i drift i landet (1982). Driftserfarenheterna är genomgående goda.

För en anläggning om 2-4 kW kapacitet har den specifika värmekällekkostnaden uppskattats till ca 10 000 kr/kW.

- Sjövärme lagras under sommarhalvåret i stora mängder i sjöar, vattendrag och havsvikar. Värmen i vattnet och bottensedimenten kan med hjälp av värmepump utnyttjas som värmekälla.

Tillämpningen för sjövärme ligger inom ett mycket brett område från enstaka hus upp till mycket stora anläggningar.

- Överskottsvärme från lokaler och industriprocesser i ett arbetsområde kan betraktas som en lokal energikälla. Som framgår av Kapitel 3 förekommer inom ett arbetsområde överskottsvärme normalt under dagtid, medan uppvärmningsbehov föreligger natt- och helgtid. Ett utnyttjande av denna lokala energikälla förutsätter således normalt dygnsackumulering, vilket troligen bäst sker i individuella system anpassade efter förutsättningarna i varje enskilt fall.

Ett effektivare utnyttjande av lokala energikällor kan uppnås genom säsongslagring av värme i olika

geologiska formationer. De lagringsmedier som hittills studerats är grundvattenmagasin (akvifer), berg och djupa lerlager. Av dessa är värmelagring i lera i första hand tillämplig i liten eller halvstor skala, medan lagring i akvifer och berg främst lämpar sig för storskaliga tillämpningar.

- Värmelagring i grundvatten är möjlig genom att teknik utvecklats för kombinerat utnyttjande av ytvattenvärme och säsongslagring av värme i grundvattenmagasin vid låg temperatur. Denna möjliggör storskalig värmeproduktion med värmepump till en specifik investeringskostnad av ca 4 000 kr/kW och en värmeproduktionskostnad av ned till ca 12 öre/kWh, inklusive kapitalkostnader. En möjlig princip för tekniken och kan i korthet beskrivas enligt följande.

Varmt vatten från en sjö eller ett vattendrag pumpas till en värmeväxlare där varmet förs över till ett slutet cirkulationssystem av grundvatten som utgör värmekälla. Sommartid pumpas grundvattnet upp ur brunnar i kanten av ett lagerområde i marken och återförs uppvärmt till centrum av lagerområdet via en infiltrationsbrunn. Under sommaren tjänar samtidigt ytvattnet direkt som värmekälla för värmepumpen via värmeväxlaren. I stället för att utnyttja en sjö eller ett vattendrag som värmekälla kan även industriellt spillvärme utnyttjas enligt samma princip.

Under vintern stängs ytvattenkretsen av och det uppvärmda grundvattnet utgör värmekälla för värmepumpen.

Värmelagret konstrueras med ett antal brunnar runt lagerområdets ytterkant, vilket möjliggör styrning av grundvattenflödena inom lagerområdet så att värmen kan hållas kvar runt lagrets centrumbrunn. Temperaturen i lagret överstiger inte 17-18° under året.

Om spillvärme utnyttjas, kan lagrets temperatur och temperaturvariationer ökas något. Härigenom kan värmepumpens värmefaktor och lagrets effektiva värmelagringsförmåga ökas.

Det bör betonas att den skisserade systemlösningen arbetar med komponenter som är välkänd teknik för grundvattenförsörjning och värmeteknik men som satts samman i ett nytt tekniskt system.

- Värmelagring i bergrum och gruvor. Ett vattenfyllt bergrum är tekniskt väl lämpat för säsongslagring av värme. Bergrumsbyggande är en i Sverige väl känd teknik och de geologiska förutsättningarna är ofta goda. För närvarande drivs i landet två experimentanläggningar, i Avesta för lagring av sopförbränningsvärme (15 000 m³) och i Uppsala (Lyckebo) för lagring av solvärme (100 000 m³).

Huvudproblemet med bergrumslager är att investeringskostnaden blir så hög att ett sådant värmelager ej

kan motiveras ekonomiskt för enbart säsongslagring utan måste ha ett betydande mervärde för korttidslagring.

- Värmelagring i borrhålslager i berg kan anläggas till relativt låg kostnad i form av ett borrhålslager (Sunstorelager). I ett sådant lager används marken som lagringsmedium. Värme tillförs och uttas från lagret genom att cirkulera vatten i borrhål. I berg görs dessa med en diameter av 100-150 mm och med ett inbördes avstånd av ca 4 m.

Investeringskostnaden för ett sådant lager kan bli mindre än 1 kr per årligen lagrad kWh. En förprojektering av en sk Sunstoreanläggning för ett planerat motionscentrum på Norra Djurgården i Stockholm visar att borrhålslagret bör kunna anläggas till en så låg kostnad att värmesystem i blockcentralstorlek som innefattar ett sådant lager kan konkurrera ekonomiskt med andra uppvärmningsalternativ.

- Värmelagring i lera och torv. Värme kan lagras i mäktiga lerlager med i princip motsvarande teknik som tidigare beskrivits i avsnittet om borrhålslager i berg. Värmeväxlersystemet utgörs av rör, slangar eller flata, inhåliga element.

En annan metod är att cirkulera vatten i speciella pålar som används för konventionell pålgrundläggning.

Värmekapaciteten i lera är högre än i berg, men temperaturnivån måste begränsas med hänsyn till risken för geotekniska förändringar hos leran. Värmelagring i lera förutsätter därför värmepump vid värmeuttag. Låga temperaturnivåer kan utnyttjas, men frysning måste undvikas.

Utvecklingen vad gäller produktionstekniken är inte entydigt inriktad på att nå energisnåla lösningar - av helt naturliga skäl. Så kan det t ex konstateras att mekanisering av tidigare manuella operationer sannolikt leder till ökad energianvändning men indirekt kan ge energibesparingar genom t ex minskad lokalvärme, längre drifttider etc.

2.2.3 Produktionsteknik

En rad förändringar inom området produktionsteknik bör också vägas in då det gäller utbyggnad av ett nytt arbetsområde med hänsyn till planfaktorn ENERGI. Dessa är:

- Utveckling av produktionsutrustning som är energisnål. Även om de stora besparingarna här kan göras inom tung processindustri, finns stora möjligheter även inom den lättare industri som är aktuell i områden av Skrubbas typ (se bilaga 2).
- Strävan efter en resurssnål materialanvändning, där reduktion av spill, alternativa produktionsmetoder och alternativa material är huvudlinjerna.

- Strävan efter en resurssnål materialadministration, där begränsning av lagerhållning, ny lagringsteknik (höglager, utnyttjande av dator för registrering och lagerhållning) är kraftfulla inslag.
- Ändrade interna transportsystem, där conveyorteknik, slingstyrda truckar o dyl medverkar till att begränsa energibehovet för interna transporter.
- Mekanisering och automatisering som ger förutsättningar för tätare layouts, produktion med begränsad bemanning (PBB) och längre drifttider kan ge lägre energiförbrukning.

Utvecklingen vad gäller produktionstekniken är inte entydigt inriktad på att nå energisnåla lösningar - av helt naturliga skäl. Så kan det t ex konstateras att mekanisering av tidigare manuella operationer sannolikt leder till ökad energianvändning men indirekt kan ge energibesparingar genom t ex minskad lokalvärme, längre drifttider etc.

2.2.4 Nya tekniktillämpningar

Utveckling inom nya teknikområden ger också konsekvenser med hänsyn till planfaktorn ENERGI.

- Mikroelektroniken, som ju är en förutsättning för automatisering, kommer antagligen att finna fler tillämpningar inom industrin. Applikationer på styr-och reglerutrustning ger förutsättningar för samordning av värmesystem, produktionssystem, ventilationssystem och anpassning till drifttider, vilket kan leda till begränsade energibehov.
- Informationsöverföring via telenät och dator/bildskärm ger förutsättningar för helt andra lokaliseringsmönster vad gäller kontorsarbetsplatser och samband kontor - produktionslokaler.
- Förbättrad rening och mindre miljöstörande processer ger möjlighet till helt nya lokaliseringsmönster för tung och miljöstörande processindustri.

2.3 Organisation

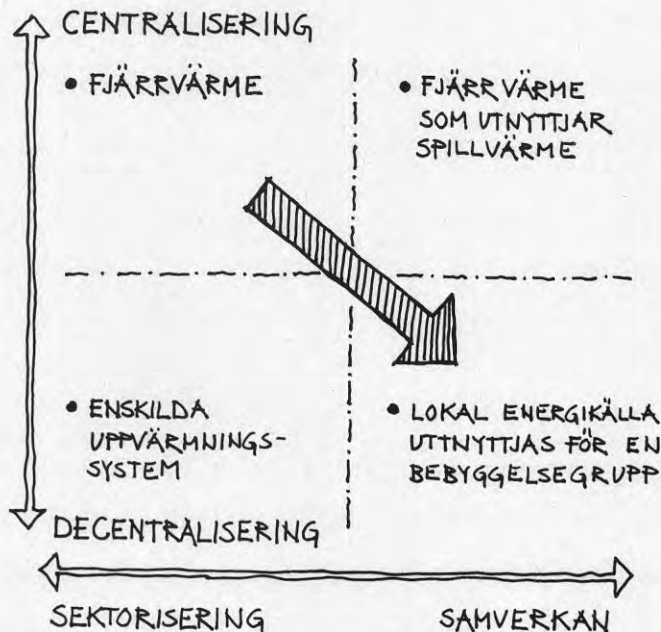
Även med avseende på samhällets och företagets organisationsstruktur är det viktigt att urskilja utvecklingstendenser.

Hänsyn till planfaktorn ENERGI och strävanden att nå energibesparing ställer krav på organisationsmiljön.

Två utvecklingsförlopp - som delvis samverkar kan urskiljas. Dessa beskrivs grafiskt i figur 2:6. Dels sker en övergång från centraliserade beslut till decentraliserade beslut. Som exempel kan nämnas införandet av lokala organ i kommuner⁵⁾. Dels finns en

strävan till samverkan över sektorsgränser. Här kan exempel tas från en rad naturvetenskapliga områden, där samverkan över sektorsgränserna utvecklar ny teknik och nya produkter.

Med avseende på strävandena att nå energibesparingar i arbetsområden är detta en positiv utveckling. Teknik och organisationsmiljö samverkar. För att kunna ta till vara lokala energikällor och för att kunna leverera spillvärme från en arbetsplats till en annan krävs både decentralisering av beslut till de verksamma i området och möjligheter till samverkan.



Figur 2:6. Utvecklingstendenser med avseende på organisationsmiljö och värmeförsörjningssystem - principskiss för lätt industri/arbetsområden.

Även inom företagen krävs sannolikt en utveckling av organisationen mot målstyrning (decentralisering av beslutsrätt) och samverkan mellan olika sektorer för att befrämja energisparande. Så kan t ex energihushållningsinsatser och arbetsmiljöförbättringar som olika sektormål bringas till samverkan och ge företaget synergieffekter⁷⁾.

2.4 Planering

Eftersom planfaktorn ENERGI är ett relativt nytt kompetensområde såväl vad gäller kommunal planering som företagets planering, är det nödvändigt att kun-

skapsunderlag utvecklas och att i viss mån nya planinstrument tas fram. Detta tar sig uttryck i form av t ex kommunala energiplaner, värmeförsörjningsplaner, oljeersättningsplaner och energiplaner för företagen. På längre sikt kan man dock skönja följande utveckling.

På kommunnivå

- a) Energifrågorna beaktas i olika förvaltningars verksamhetsplaner som ett resursbehovsmått och sparmått. För energiverk eller motsvarande innebär detta naturligtvis att man för den totala energiförsörjningen i kommunen har en energiplan.
- b) Rumsligt samordnas energifrågorna med andra rumsliga krav i den fysiska planeringen.
- c) Resursmässigt samordnas energifrågorna med andra resurskrav i kommunens ekonomiska planering.

På företagsnivå

Energifrågorna beaktas parallellt med andra frågor i företagets rullande planering såväl vad gäller produktionsplanering, resursplanering som fysisk planering (se kapitel 13).

En tydlig utvecklingstendens är att företagen inledningsvis bygger upp en projektorganisation för att undersöka sin energibalans, utveckla alternativ och göra prioriteringar⁸⁾. Med andra ord, man tar fram en energiplan. På sikt kan man antagligen förvänta sig att dessa frågor och hanteringen av dem växer in i företagets "normala" planering och organisationsstruktur.

3. FORSKNINGSFÄLTET

Utifrån de utvecklingstendenser som beskrivits i kapitel 2 kan projektets forskningsfält delas in enligt följande:

- intressenter,
- energisystem,
- planeringsförutsättningar,
- o systemsamband,
- o planeringsmetoder.

Nedan ska dessa delar genom att en planeringsmodell för planering av ett nytt arbetsområde med hänsyn till planfaktorn ENERGI formuleras.

3.1 Intressentperspektivet

I planeringen av ett arbetsområde deltar en lång rad olika intressenter t ex olika kommunala förvaltningar, olika företag, yrkesinspektion, facket, utvecklingsfonden, länsarbetsnämnd och länsstyrelse.

Med hänsyn till planfaktorn ENERGI har dessa intressenter olika intressen att bevaka. Sannolikt är skillnaden mellan olika intressen större än vid bostadsplanering. Tydligaste skillnaden finns kanske mellan kommunens långsiktiga samhällsekonomiska intressen och företagets kortsiktiga företagsekonomiska intressen.

I arbetet med planeringen av ett arbetsområde finns en mer eller mindre uttalad organisation. Den kan vara formaliserad eller ad hoc-inriktad.

Med hänsyn till planfaktorn ENERGI kan detta forskningsarbete formulera en allmän uppfattning om vilka intressenter som bör delta i planeringen av ett arbetsområde och hur de lämpligen organiserar sitt arbete. För att utveckla dessa frågor krävs dock att planering och genomförande av arbetsområden följs upp empiriskt.

3.2 Energisystem

Energisystemet för ett arbetsområde kan beskrivas som ett system av faser, från energikälla till energibehov. (En energikälla avser en resurs (mineral, skog, vind etc) som innehåller energi.

Med energiråvara avses en energikälla utvunnen ur naturen (t ex råolja, ved, vind). Energiråvara och energikälla kan alltså ibland definitionsmässigt sammanfalla. Energibärare är energi i sådan form att den lämpar sig för distribution till och användning hos förbrukaren (t ex eldningsolja, hetvatten,

elektricitet, gasol). För att kunna användas måste energin mellan energikällan och energianvändningen, i allmänhet, passera ett eller flera av mellanleden utvinning, omvandling, lagring och distribution¹⁾.

Systemets olika faser beskrivs i figur 3:1. Observera att t ex omvandling och lagring kan förekomma flera gånger i kedjan.



Figur 3:1. Energisystemets olika faser (omvandlingsfaser) från energikälla till energianvändning.

3.3 Planeringsförutsättningar

Planfaktorn ENERGI ställer krav på att en rad nya förutsättningar beaktas. De kan t ex gälla:

- geologi och hydrologi,
- närbelägna sjöars värmekapacitet,
- mikroklimat,
- energihushållning

men också mer svårämbara förutsättningar som t ex:

- planering under osäkerhet beträffande verksamhets-sammansättning, energipriser etc.

En viktig del av forskningsprojekt är att granska dessa planeringsförutsättningar och dess konsekvenser för planeringsarbetet.

3.4 Systemsamband

Planering av ett arbetsområde med hänsyn till planfaktorn ENERGI fokuserar behovet av att uppmärksamma samband och beroende mellan olika delsystem.

Strävan är alltså att formulera en planeringsmodell som uppmärksammar och värderar dessa systemsamband.

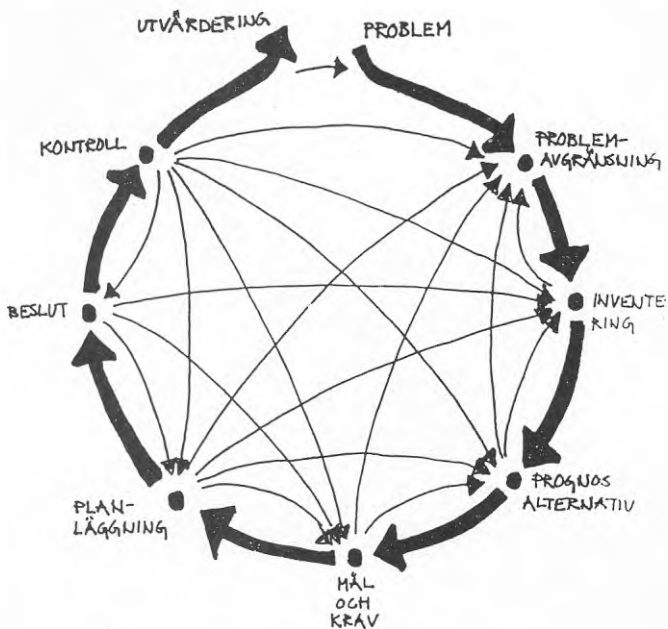
3.5 Planeringsmetoder och skiss till en planeringsmodell med hänsyn till planfaktorn ENERGI

Planering av ett arbetsområde kräver passning mellan olika faktorer krav och förutsättningar vad gäller:.

- lokalisering,
- transportstruktur,
- teknisk försörjning,
- mark,
- verksamheter,
- service,
- energisystem.
- bebyggelsestruktur

De planeringsmetoder som används måste därför utgå från ett planeringsarbete som kännetecknas av ett successivt upprepande och passningsförfarande mellan olika planeringsförutsättningar, intressenter och plannivåer. Successivt söker man sig fram till den lösning som är optimal. Arbetet beskrivs schematiskt i figur 3:2.

Planering av ett arbetsområde mht planfaktorn ENERGI kan nu ordnas enligt detta synsätt. Metoden kan beskrivas som ett successivt passningsförfarande mellan energisystemets olika delar och övriga krav och förutsättningar.

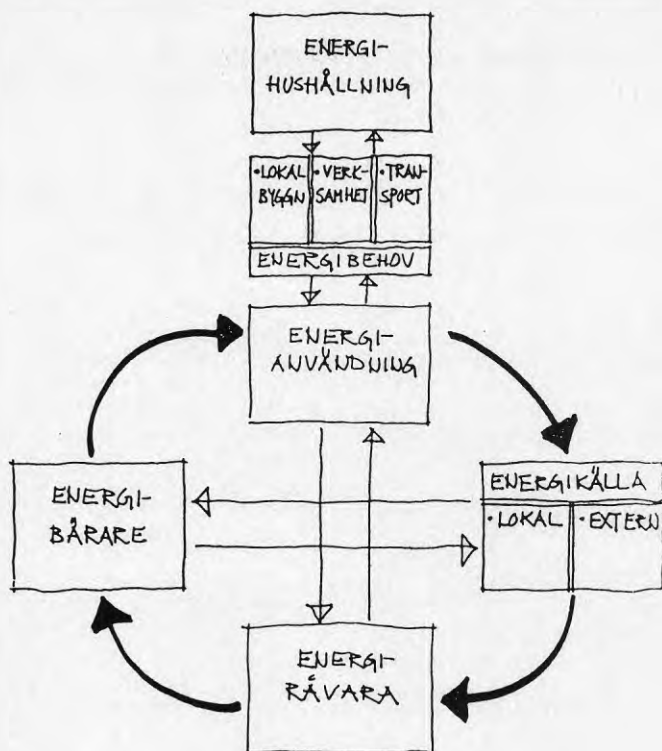


Figur 3:2. Schematisk bild av planeringsprocessen. Fritt efter: "Managing Decisions - the strategic choice approach". Allen Hickling 1974.

För att denna metodbeskrivning ska bli komplett fördras dock att ytterligare några delar tillfogas:

- Energianvändningen bestäms ju av områdets energibehov, dvs hur mycket energi man behöver för produktionen/verksamheten, lokaluppvärmning, belysning, ventilation och transporter.
- Dessa delar som konstituerar energibehovet påverkar också varandra inbördes.
- Den energihushållning som genomförs inom företaget eller området påverkar också energibehovet och därmed energisystemets alla delar.
- För områdets energisystem är det också av betydelse vilka lokala energikällor och externa energikällor som finns tillgängliga och hur de inbördes förhåller sig till varandra.

I figur 3:3 beskrivs schematiskt denna strukturering av planeringsarbetet för ett arbetsområde.



Figur 3:3. Strukturering av planeringsarbetet för ett arbetsområde. Principskiss.

Meningen är att den redovisade beskrivningen av strukturen för planeringsarbetet ska kunna användas som en modell då olika uppbyggnader av området med hänsyn till planfaktorn ENERGI prövas. Ett exempel:

"Som energikälla för arbetsområdet beslutas att ytvattnet i en närbelägen sjö skall användas. Sommartid ska det varma ytvattnet pumpas upp och lagras i ett borrhålslager (utvinning och lagring). Vintertid skall den lagrade värmen distribueras med ett lokalt vattenburet värmenät (energibärare) till energianvändning i områdets företag. Arbetsområdet fylls successivt under en tioårsperiod med olika företag. Ganska snart visar det sig att spillvärme från ett bageri och en frukt- och grönsakskonserverindustri skulle ha kunnat utnyttjas för lokaluppvärmning till ett billigare pris än systemet med ytvatten från den närbelägna sjön. Ett teknikgenombrott när det gäller solfångare har också gett prisbilliga sådana, som ger billigt tappvarmvatten. Utnyttjandet av ytvatten i sjön har också gett negativa miljökonsekvenser vad gäller en närbelägen badplats."

Så långt det tänkta planeringsfallet. Flera andra går att formulera. Vad som är uppenbart är att den hitintills givna beskrivningen av planeringsmodellen inte räcker för att beakta alla situationer.

Exemplet visar på behovet av att tillföra modellen en rad yttre faktorer som påverkar områdets energisystem och som kan vara av avgörande betydelse då området ska byggas upp.

Till skillnad från planering av bostadsområden med hänsyn till planfaktorn ENERGI är ju verksamhetsinnehållet i arbetsområdet av mycket större betydelse för val av energisystem.

Figur 3:4 är ett schematiskt diagram över verksamhetens energibehov och den spillvärme de genererar. I figuren redovisas också den heterogena sammansättningen i ett arbetsområde vad gäller energibehov (jfr med bostadsområde, där man ju vet att energibehovet är mycket homogent beroende på likartad verksamhet = boende). I ett arbetsområde får man också räkna med att verksamheterna utvecklas och förändras. Företag byter tillverkningsprofil och tillverkningsmetod, eller läggs ner.

En planeringsmodell för arbetsområden med hänsyn till planfaktorn ENERGI kräver således stor hänsyn till verksamhetsinnehållet. Det är nödvändigt att modellen kan ta hänsyn till:

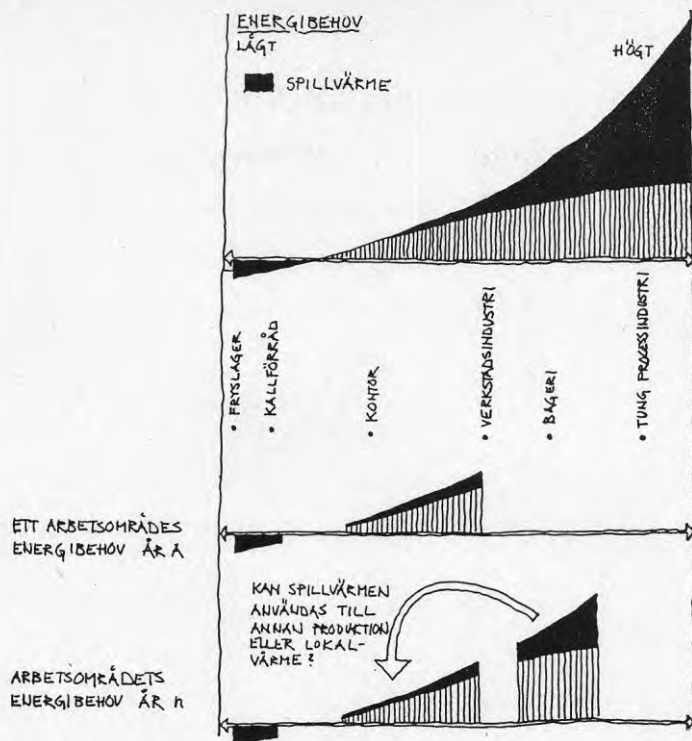
- olika verksamhetens energibehov och energikvalitet (spillvärme etc),
- verksamheternas långsiktiga förändring som påverkar energisystemets teknikuppbyggnad.

En hypotes är att om planfaktorn ENERGI ska beaktas i planeringen av ett arbetsområde, behövs en annan planeringsgång än den som tillämpas i dag. Det räcker inte med att man iordningställer råmark, drar fram vägar och teknisk försörjning och därefter passivt "väntar på" verksamheter. Hypotesen kan formuleras så här:

- för att planfaktorn ENERGI ska kunna inordnas i planeringen krävs en starkare styrning av verksamheter, lämpligen för arbetsområdet och en samordning med energisystemets teknik, struktur och utbyggnad.

För att väga in även dessa faktorer i planeringsmodellen måste den kompletteras. I figur 3:5 har modellen tillförts de programkrav som bör ställas på energisystemet. Det kan t ex gälla:

- verksamhetsinnehåll
- ekonomi
- flexibilitet
- teknikuppbyggnad
- hushållningsmål
- inre och yttre miljökrav



Figur 3:4. Schematisk bild av energibehovet för olika verksamheter med tillämpning på ett arbetsområde vid olika utbyggnadstillfällen.

Från fall till fall kan det vara nödvändigt med andra programkrav. När olika alternativ för arbetsområdets uppbyggnad formulerats kan programkraven tjäna som parametrar för värdering av alternativ (jfr avsnitt 8.2.1).

Modellen kräver också att de speciella planeringsförutsättningar som gäller i det enskilda fallet vägs in. Det kan t ex gälla:

- markens geotekniska uppbyggnad
- grundvatten
- sjöar i närheten
- markens topografi och vegetation
- närliggande bostäders värmetäthet
- trafiksystem

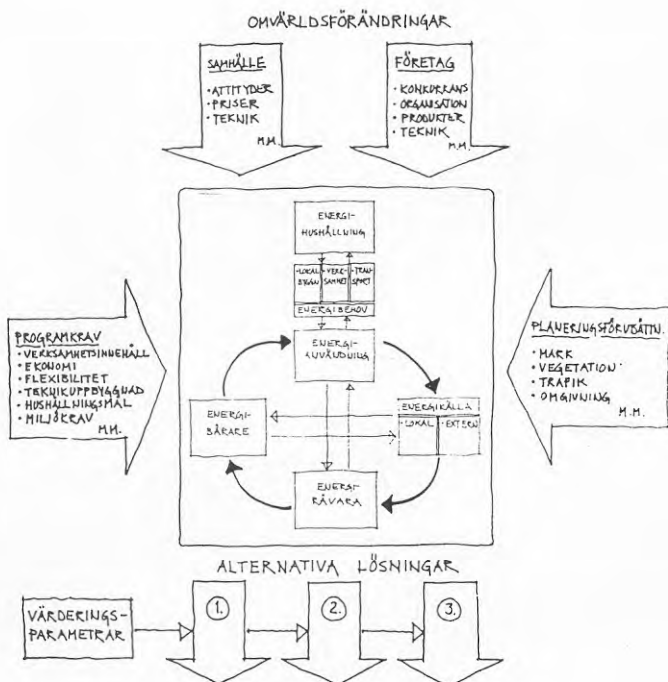
Detta kan också ses som en samordning med planering av andra planfaktorer (mark, transporter osv).

Som framgick av det tidigare redovisade exemplet påverkar också förändringar i omvärlden arbetsområdets

uppbyggnad med hänsyn till planfaktorn ENERGI. I figur 3:5 har dessa faktorer vägts in som s k omvärldsförändringar dels knutna till samhället, dels det enskilda företaget.

I figur 3:6 åskådliggörs förändringar med exemplen:

- teknikutveckling: processen förändras, företaget kan inte längre leverera spillvärme.
- företagsnedläggning: det finns ingen köpare av spillvärme.
- högre priser på energiråvara: olika konsekvenser för olika företag beroende på verksamhet t ex intensifierad energihushållning.



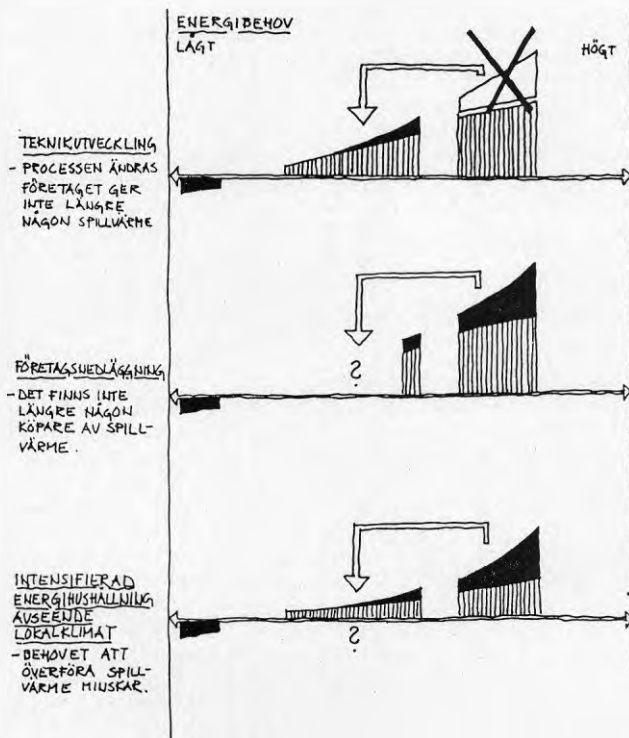
Figur 3:5. Planeringsmodell för planfaktor ENERGI.

Andra förändringar är också tänkbara t ex:

- till följd av pris-
höjningar - attityd-
förändringar:

gods på järnväg minskar energiåtgången men kräver annan fysisk utformning,

större andel cyklar till jobbet. Det krävs ett separat cykelnät och större plats för cykelparkeringar. Vad ska göras med alla parkeringsplatser?



Figur 3:6. Förändringar som påverkar arbetsområdets energisystem - principskiss avseende spillvärmeutnyttjande.

3.6 Planeringsmodellen i planeringsprocessen²⁾

Hitintills har planeringsmodellen beskrivits som ett redskap som används vid ett tillfälle i planerings-

processen. Eftersom arbetet med utbyggnaden av ett arbetsområde är en utdragen process med flera intressenter och aktörer inblandade, måste dock planeringsmodellen genomlöpas flera gånger under planeringsprocessen.

I figur 3:7 illustreras denna "process-syn". Den tidigare beskrivna planeringsmodellen genomlöper de olika stegen i planeringsprocessen och hanteras av olika intressenter.

I första steget är det kommunen som är huvudaktör. För att kunna använda planeringsmodellen samlar kommunen på sig uppgifter om förutsättningar, krav och mål för området. Vissa förhandskontakter med företag kan också vara aktuella. Denna del av arbetet kan benämnas INVENTERING.

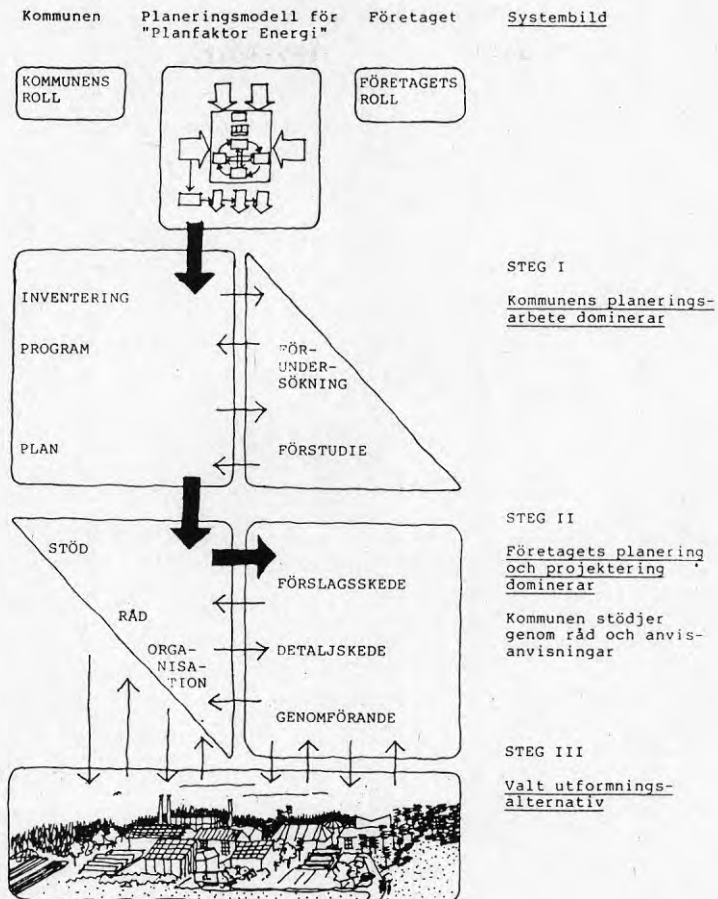
Även om tyngdpunkten här ligger på inventering genomlöps hela planeringsmodellen cykliskt. Olika alternativ formuleras. Alternativen avgör vilken ytterligare inventering som måste genomföras.

På motsvarande sätt genomlöps PROGRAM- och PLAN-skedden. Företag som är intresserade av att etablera sig i området tar allt större del i planeringsarbetet. Man påbörjar sin planering i form av FÖRUNDESRÖKNING och FÖRSTUDIE. Det är då viktigt att kommunen - med det övergripande ansvaret - och företaget med ansvar för verksamhetsuppbyggnad och detaljutformning kommunicerar.

I andra steget är det företaget/företagen som är huvudaktörer från FÖRSLAGSSKEDE över DETALJSKEDE till GENOMFÖRANDE. Kommunen bistår med stöd i form av RÅD, ANVISNINGAR och ansvar för en ORGANISATION för samverkan mellan företag-företag och företag-kommun inom området. RÅD och ANVISNINGAR kan utvecklas mot bakgrund av områdesplan inklusive ställningstagande beträffande energisystem vid t ex förhandsprövning, byggnadslovsgivning, organisatoriskt stöd osv.

I tredje steget har ett utformningsalternativ valts. Sambandet med tidigare steg i planeringsprocessen pekar på behovet av återkoppling, då ett arbetsområdes utformning och verksamhet ständigt förändras med konsekvenser för energibehov, energihushållning och energisystem.

I del II, tillämpningsexemplet "Skrubba arbetsområde", prövas denna planeringsmodell operativt. I del III dras generella slutsatser vad gäller kommunal planering och i del IV vad företagens interna planering och utformning av arbetslokaler och tomter.



Figur 3:7. Planeringsmodellen i planeringsprocessen - från INVENTERING till GENOMFÖRANDE av ett arbetsområde.

DEL II TILLÄMPNINGSEXEMPLET SKRUBBA ARBETSOMRÅDE

- Kapitel 4 Energiaspekten i kommunövergripande planer och utredningar
- 4.1 Lokalisering
 - 4.2 Verksamhetsstruktur
 - 4.3 Bebyggelsestruktur
 - 4.4 Planer för angränsande områden
 - 4.5 Teknisk försörjning
 - 4.6 Transportstruktur
- Kapitel 5 Områdesanknutna planeringsförutsättningar
- 5.1 Läge, storlek, bebyggelse och teknisk försörjning
 - 5.2 Topografi och vegetation
 - 5.3 Klimat
 - 5.4 Geologi och hydrologi
 - 5.5 Lokala energikällor
- Kapitel 6 Verksamhetsalternativ - analys av energiomsättning
- 6.1 Vilka verksamheter lokaliseras till Skrubba?
 - 6.2 Energicentrum
 - 6.3 Exploateringsgrad
 - 6.4 Verksamheternas energiomsättning
 - 6.5 Antaganden om områdets energiomsättning - olika alternativ
 - 6.6 Nettoenergibehov
 - 6.7 Slutsatser
- Kapitel 7 Energihushållning
- 7.1 Företagens ekonomiska kriterier för energihushållning
 - 7.2 Energihushållning inom produktionsanläggningen
 - 7.3 Ändrat energibehov för lokalkomfort genom ändrad produktionsutrustning och layout
 - 7.4 Energihushållning genom bättre byggnadsutformning och installation
 - 7.5 Sammanvägning av samtliga energihushållningsåtgärder
 - 7.6 Energisparstrategi för arbetsområden

- Kapitel 8 Värmeförsörjningssystem
 - 8.1 Beskrivning av alternativen
 - 8.2 Jämförelse mellan alternativen
 - 8.2.1 Värderingsparametrar
 - 8.2.2 Känslighetsanalyser
 - 8.2.3 Utbyggnadsstrategi
 - 8.3 Val av värmeförsörjningssystem

- Kapitel 9 Områdets utformning med hänsyn till planfaktorn ENERGI
 - 9.1 Områdesutformning
 - 9.1.1 Etapputbyggnad
 - 9.1.2 Tomtstorlekar
 - 9.1.3 Verksamhetsfördelning
 - 9.1.4 Exploateringsgrad
 - 9.1.5 Vegetation
 - 9.1.6 Vägar och parkering
 - 9.1.7 Teknisk försörjning
 - 9.2 Kvartersutformning
 - 9.3 Byggnadsutformning
 - 9.4 Överordnad struktur för områdets utformning - skiss
 - 9.5 Fortsatt planläggningsarbete
 - 9.5.1 Kontakt med företagen
 - 9.5.2 Organisation och huvudmannskap
 - 9.5.3 Etapputbyggnad

4. ENERGIASPEKTEN I KOMMUNÖVERGRIPANDE PLANER OCH UTREDNINGAR

Planfaktorn ENERGI kan inte enbart behandlas inom områdets gränser utan har också regionala samband. Ställningstaganden som rör planfaktorn ENERGI i det enskilda arbetsområdet måste uppmärksammas med avseende på:

- lokalisering
- verksamhetsstruktur
- bebyggelsestruktur
- teknisk försörjning
- transporter

För Skrubba arbetsområde har flera övergripande plan-dokument bildat underlag 1).

4.1 Lokalisering

Stockholmsregionens sydostsektor - där Skrubba är en del - är underförsörjt vad gäller arbetsplatser¹⁾. Antal arbetstillfällen per 100 förvärvsarbetande invånare är 49. Motsvarande för hela södra och norra länsdelen är 63²⁾. En lokalisering av arbetsplatser till Skrubba är motiverad av detta skäl. Ur energihushållningsaspekter kan befintlig infrastruktur nyttjas bättre och energiomsättning för arbetsresor minskas.

Sannolikt finns inga processkrav, hos verksamheter som kommer att lokaliseras till Skrubba, som kan motivera en kplacering just i Skrubba.

4.2 Verksamhetsstruktur

Sammansättning av verksamheter kommer sannolikt att bli blandad. I Stockholms kommuns näringlivsprogram föreslås följande:

- "uppdrag åt SML att i samverkan med berörda nämnder och Botkyrka, Nacka och Tyresö kommuner pröva industriprojekt med olika upplåtelseformer i t ex Skrubba."
- "Planeringen av Skrubbatriangeln bör inriktas på att även tillgodose sådana direktetableringar som inte kan ske inom andra områden, främst småföretag, men även upplagsverksamhet och ytkrävande verksamheter typ lager och åkerier. Detta kan göras med relativt enkel planstandard, utan alltför höga krav på t ex exploateringsgrad och gatustandard. För vissa av de nämnda verksamheterna finns ett omedelbart behov av etablering."

- "Det finns även företag i kommunen inom bl a byggbranschen och transportbranschen som för sin verksamhet behöver mark för uppställning och utomhuslagring. Dessa verksamheter kan för sin funktion inte placeras alltför perifert i regionen utan måste tas om hand på rimliga avstånd från stadskärnan. Ett steg i denna riktning är stadsplanen för Skrubbaträngeln."

Samtidigt konstateras att Skrubba arbetsområde bör bli föremål för försök med energisnål bebyggelse⁵⁾.

Den blandade verksamhetsstrukturen, kravet på energisnål bebyggelse, liksom strävandena att utnyttja lokala energikällor i Skrubba⁶⁾, ställer särskilda krav på stadsplanen samt utbyggnadsordningen.

Ett ytterligare krav på områdets verksamhetsstruktur kan bli förläggningen av ett s k Energicentrum till Skrubba⁷⁾.

4.3 Bebyggelsestruktur

Inom området blir verksamhetsstrukturen och dess rumsliga fördelning av avgörande betydelse för om och hur ett gemensamt värmeförsörjningssystem skall byggas upp.

En utspridd struktur, där såväl större tillverkande företag (med hög värmtäthet) som upplag och uppställningsplatser lokaliseras perifert, medan en industriby med hög värmtäthet lokaliseras centralt, understödjer inte utbyggnaden av ett gemensamt värmeförsörjningssystem. Det bidrar inte heller till att man kan utnyttja lokala energikällor.

I stället bör följande krav vara grundläggande för planens uppbyggnad och verksamheternas fördelning:

Centralt

- Verksamheter med hög värmtäthet.
T ex kontor, hantverks-
hus, industriby för små-
företag.
- Verksamheter med pro-
duktion av spillvärme
(om man avser att ut-
nyttja denna i ett ge-
mensamt värmeförsörj-
ningssystem).

Perifert

- Verksamheter med låg värmtäthet.
T ex upplag, åkerier,
bilskrot, brädgård.

Härigenom får man korta ledningsdragningar. Områdets bebyggelse blir under hela utbyggnadstiden, tät och samlad, vilket också är en energibesparande åtgärd.

Den önskade bebyggelsestrukturen kombinerad med kunskapen om att ett arbetsområde växer successivt och ostrukturerat ställer nya krav på utformning av fysiska planer. För att kunna sortera företagen efter ovan uppställda villkor måste planen:

1. medge lika stora tomter såväl i centrum som perifert.
2. vara adderbar så att små tomter vid behov kan sammanföras till större.
3. möjliggöra att området växer från centrum ut mot periferin.

4.4 Planer för angränsande områden

Tyresö kommun räknar inte med att förtäta intilliggande villaområde.

Nacka kommun räknar med att bygga arbetsplatser omedelbart nordväst om Skrubba mot Älta.

Omedelbart väster om Skrubba, ner mot Drevviken, har stadsplanen för en begravningsplats just färdigstälts av Stockholms kommun.

4.4 Teknisk försörjning

Teknisk försörjning i form av el, tele, vatten och avlopp finns utbyggda i Tyresö. Skrubba arbetsområde kan anslutas till dessa.

Utbyggnaden av fjärrvärme är nära knuten till utbyggnaden av intilliggande områden. Översiktligt kan man konstatera att värmetheten för den omgivande bebyggelsen inte motiverar någon fjärrvärmeanslutning vare sig över Stockholms eller Tyresös fjärrvärmenät. Tyresös fjärrvärmenät kommer att byggas ut till en punkt ca 1 km från Skrubba arbetsområde⁸⁾. För att ytterligare penetrera denna fråga kommer dock alternativet fjärrvärmeanslutning att finnas med i de värmeförsörjningsalternativ som testas i kapitel 8.

4.5 Transportstruktur

Inom Stockholms läns landsting har man analyserat olika utbyggnadsalternativ för regionen⁹⁾ och deras konsekvenser vad gäller trafikmängder⁷⁾. Om nya arbetsplatser lokaliseras till ytterområdena i ett antal koncentrationer och nya bostäder lokaliseras till innerstaden, blir trafikrörelserna i form av arbetsresor minst. Lokaliseringen av arbetsplatser till Skrubba minskar därför behovet av transportenergi för arbetsresor.

Energiomsättningen för transporter av företagens gods är betydligt större än för persontransporter ¹¹⁾. Det är således en viktig faktor när ett arbetsområdes energiomsättning bedöms. Vid etableringen av företag i Skrubba bör därför företagens transportmönster och eventuellt samordning av varudistribution uppmärksammas ¹⁰⁾

5. OMRÅDESANKNUTNA PLANERINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

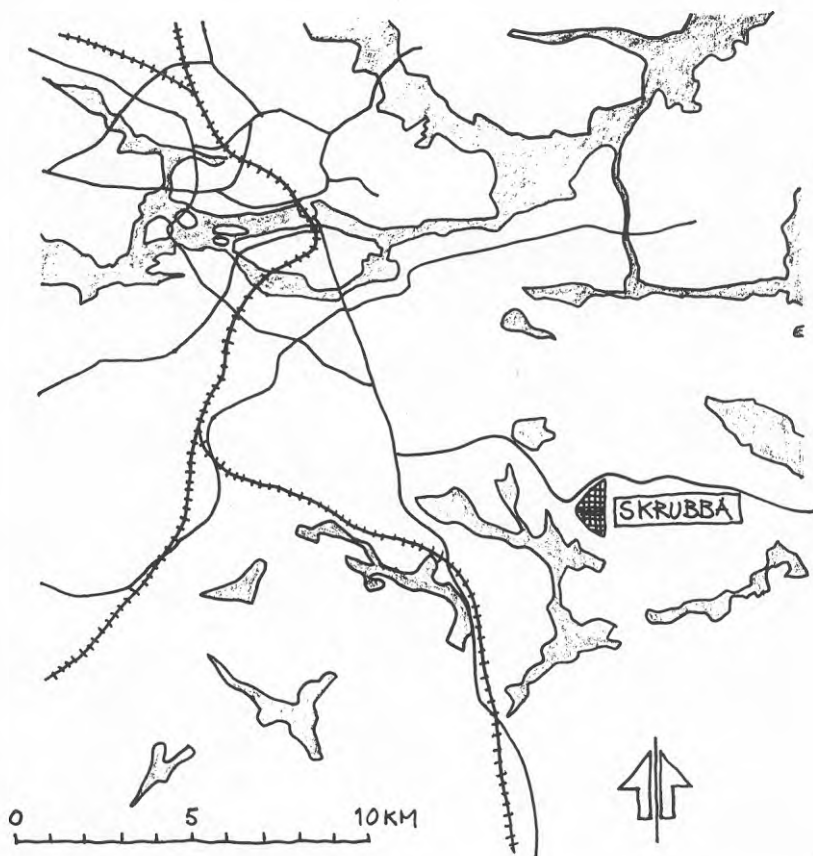
5.1 Läge, storlek, bebyggelse och teknisk försörjning

Skrubba är beläget i sydöstra delen av Stockholms kommun. Området gränsar mot Tyresö och Nacka kommun.

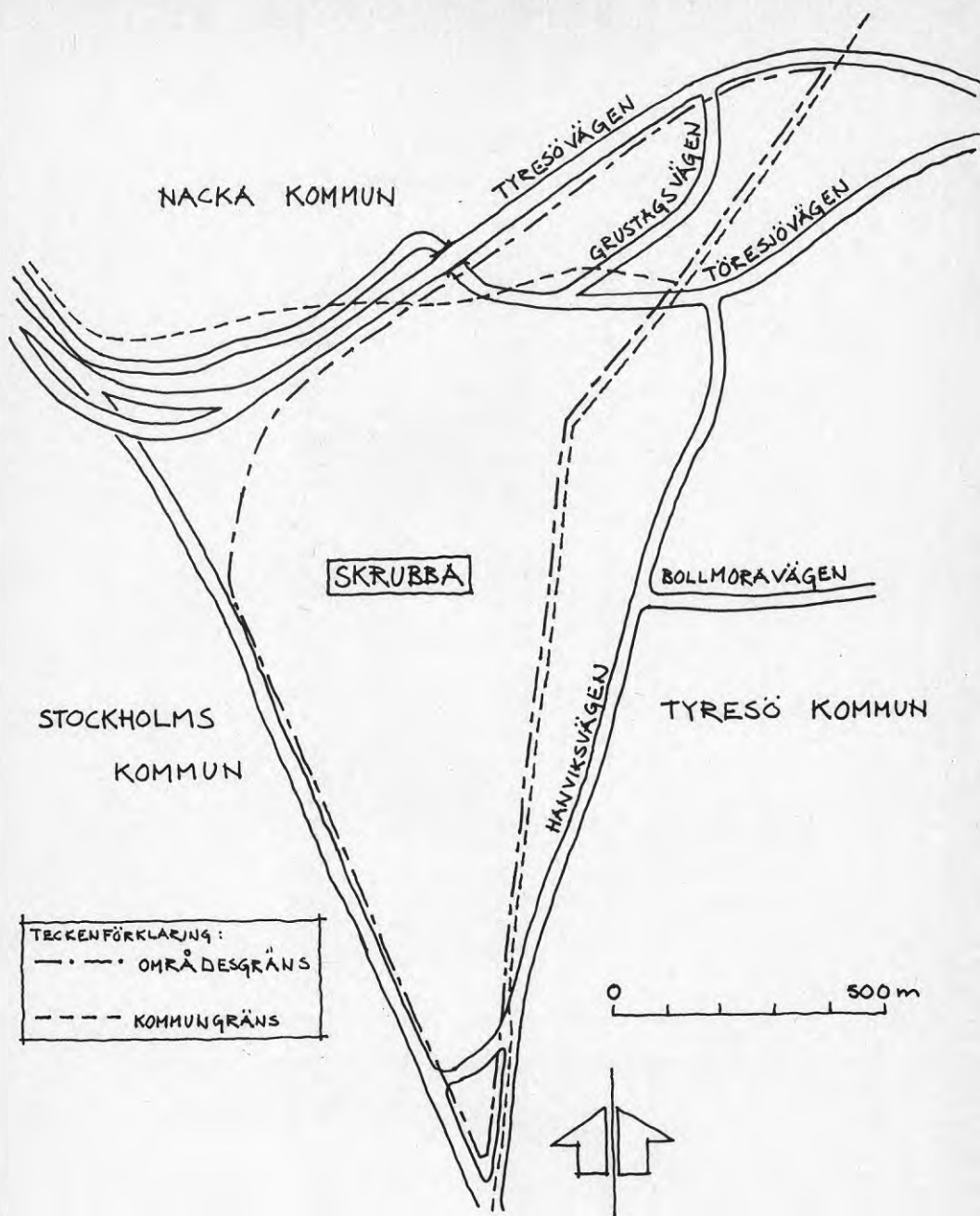
Den del av skrubbaområdet som planeras bli arbetsområde avgränsas enligt figur 5:2.

Området är ca 85 ha stort. Inom området finns en begränsad bebyggelse längs Töresjövägen. I områdets östra del går en högspänningsledning.

Inom området finns inte teknisk försörjning utbyggd i någon större omfattning. Vid en exploatering synes det lämpligast att utnyttja befintliga när från Tyresö.



Figur 5:1. Skrubbas läge i stockholmsregionen.



Figur 5:2. Planområdet, kommungränser och omgivande vägar.

Norr om Bollmoravägens förlängning genom området kan utbyggnad ske utan större investeringar i VA-nät. Söder därom måste en helt ny stam byggas ut eller pumpning tillgripas pga nivåskillnader. Här finns således en klar gräns för en första etapp.

5.2 Topografi och vegetation

Området sluttar svagt åt söder. Höjden varierar mellan 47 och 74 m över havet. Vissa krafigare sluttningar i syd- eller sydvästläge finns. Topografin ger obetydlig skuggning. Sydsluttningen ger möjlighet till passivt solvärmeutnyttjande i bebyggelsestrukturen.

Området täcks av gles tallskog. Vissa gläntor och öppna områden finns i skogen. Tallskogen beskrivs som "torr tallskog på ås"¹⁾. Lokalt pågår naturlig självföryngring. Vegetationen är slitagekänslig. Exploatering eller slitage på marktäcknet kan leda till att träden dör. Unga trädbestånd är dock utvecklingsbara.

För att bevara trädvegetation krävs således en noggrann genomgång av vilka träd som kan fällas och anpassning av vägdragningar och bebyggelse så att stora sammanhängande vegetationszoner kan skapas.

I Stockholms kommun pågår diskussioner om en grustäkt i södra delen av området. Det är viktigt att denna inte får en omfattning och utformning som påverkar grundvattenmagasinet i området.

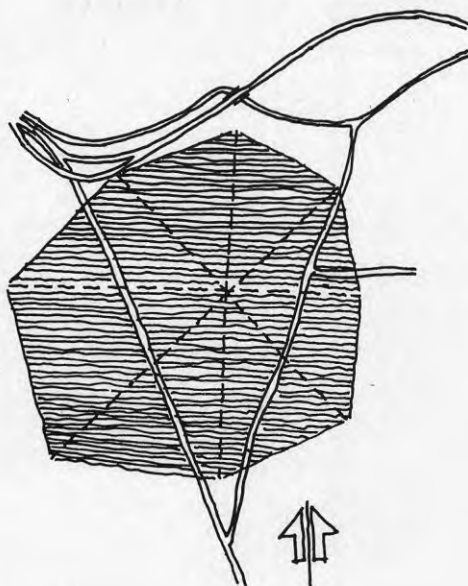
5.3 Klimat

I en klimatologisk studie²⁾ för det närbelägna Skarpnäcksfältet uppskattas temperaturnivån till motsvarande Tullinge mätstation. Denna är i februari $-4,4^{\circ}\text{C}$ och juli $+16,9^{\circ}\text{C}$. Det är troligt att detta även gäller Skrubba.

Risken att det bildas kallsjöar inom planområdet bedöms som ringa, då några öppna, låglänta ytor ej existerar och då omgivande områden är lägre belägna än planområdet. Solinstrålningen i området är av samma omfattning som i Stockholm.

Av figur 5:3 framgår de förhärskande vindriktningarna i Skrubba. Vindar från SW (17,3 %) och W (16,3 %) är dominerande framförallt under den årstid då vindstyrkorna når sitt maximum. Man kan anta att vindstyrkor och vindriktningarnas dominans är ännu större i Skrubba än vid Stockholms mätstation beroende på den lokala topografin.

Vid en exploatering då stora delar av befintlig vegetation avlägsnas blir den höjdplatå och flacka ås som Skrubba utgör mycket utsatt för vindpåverkan¹⁾.



Figur 5:3. Förhärskande vindriktningar vid Skrubba.
Källa: Klimatdata för Sverige, sid 181, Stockholms
mätstation, Taesler SMHI och SIB, 1971.

Vindens avkylande effekt har stor betydelse för möjligheterna till energihushållning i bebyggelsen³⁾. En noggrann samordning av byggnader, terräng och vegetation är av detta skäl viktig i Skrubba arbetsområde.

5.4 Geologi och hydrologi

Genom området löper en låg grusås i nord sydlig riktning. I åsen finns en del igenfyllda grustag. Bärigheten i dessa partier är sämre. På en del ställen går berget i dagen. Som helhet bedöms grundläggningsmöjligheterna dock som goda.

I en landskapsanalys¹⁾ får skrubbaområdet följande omdöme: "svallat, blockrik grus och sand med hög genomsläpplighet. Områdets betydelse ur hydrologisk synpunkt bör utredas närmare t ex risken för grundvattenpåverkan."

Samspelet med vegetationstäcket är härvid viktigt. Genom att bevara och komplettera/förstärka vegetationen kan grundvattenpåverkan minskas.

I områdets östra del finns ett grundvattenmagasin, se figur 5:4. Genom sitt läge - en skålformad grop med höjdparter runt om - bedöms inte detta påverkas nämnvärt vid en exploatering.

5.5 Lokala energikällor

I Skrubba finns följande lokala energikällor, eller delar i lokala energisystem:

- värme ur grundvattenmagasinet,
- värme ur sjön Drevviken,
- spillvärme från industrin,
- solvärme,
- energilager i grundvattenmagasinet,
- energilager i borrhålslager i berg,
- energilager inom industribyggnaderna.

En översiktlig värdering av dessa lokala energikällor ges i figur 5:5.

Ytterligare en energikälla som utgör en mellannivå mellan lokal energikälla och extern är fjärrvärme. Det närmaste fjärrvärmenätet ska byggas ut i Tyresö.

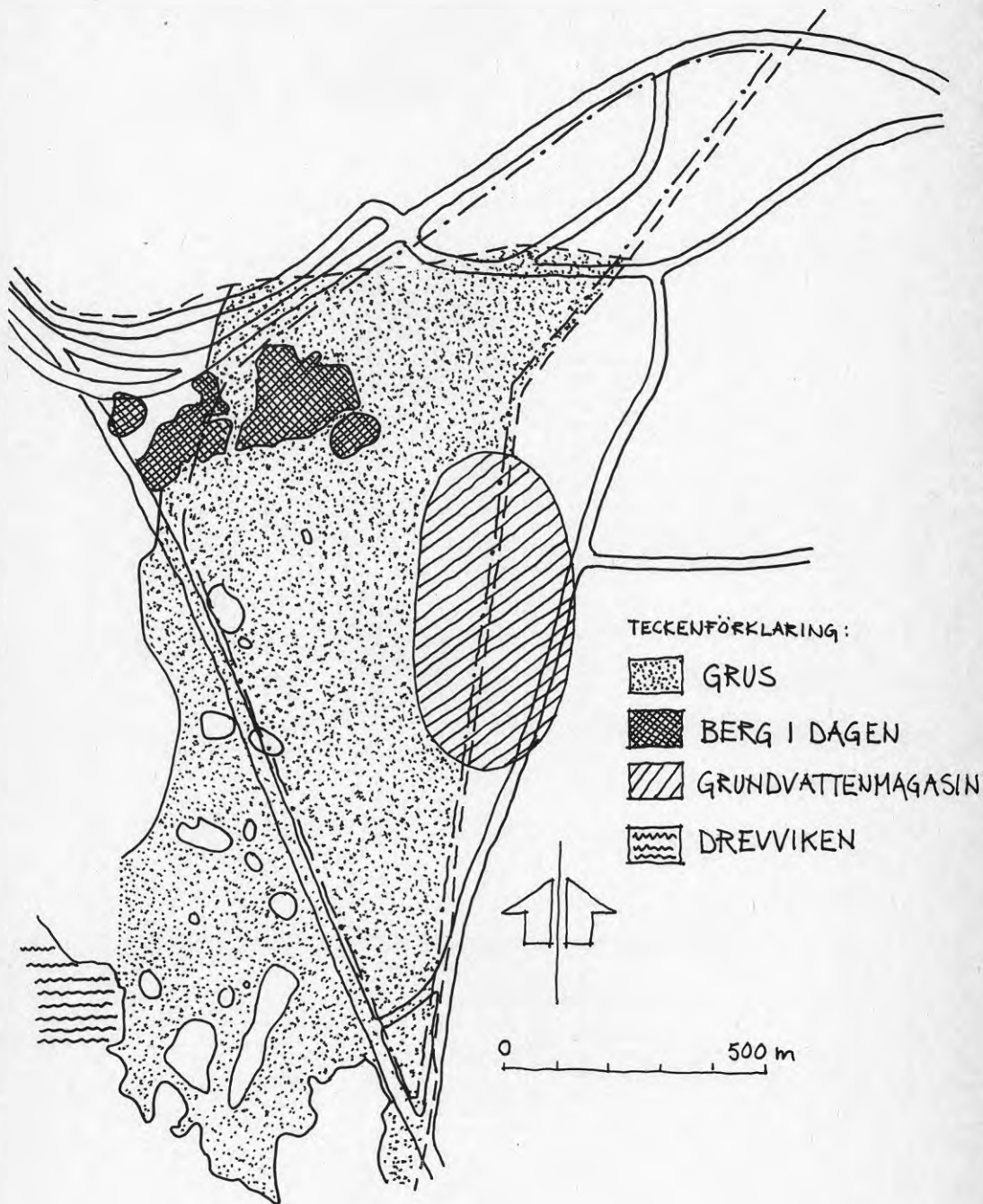
Som framgår av figur 5:5 har alla energikällor och andra delsystem goda möjligheter att samordnas med varandra. Undantaget är lagring av spillvärme inom varje byggnad.

Mängden och kvaliteten på spillvärmerna från industrin är mycket osäker innan man vet vilken verksamhet som etablerar sig i området.

Effektuttaget ur grundvattenmagasinet bedöms till max 200-300 kW. Om dessutom värme från någon annan lokal energikälla lagras i magasinet kan effektuttaget bedömas till ca 2000 kW, vilket är betydligt över det uppvärmningsbehov som ett fullt utbyggt Skrubba har.

Aktivt solvärmeutnyttjande - solfångare, lagring etc - måste bedömas som osäkert p g a låg driftsäkerhet och höga kostnader hos idag kända system.

Kravet på ett gemensamt värmeförsörjningssystem bör därför vara att spillvärme liksom aktivt solvärmeutnyttjande ska kunna inordnas i systemet i framtiden. Integreringen måste dessutom ske på ett sådant sätt att olika stora effektuttag kan göras.



Figur 5:4. Energigeologiska förutsättningar i Skrubba.

Övriga delsystem kan ges olika teknisk utformning och kombineras i olika systemuppbyggnader. Dessa kan också samordnas med externa energikällor (olja, el, fasta bränslen). I kapitel 8 redovisas och värderas olika värmeförsörjningssystem.

Energikällor och delsystem	Effektuttag	Teknik	Kombinationsmöjligheter	Osäkerhetsfaktor
1. Värme ur grundvattenmagasinet	. Max 200-300 kW	. Värmepump känd . Olika distributions-system möjliga	. Kan samordnas med andra delsystem	. Liten
2. Värme ur sjön Drevviken	. Kan vara mycket stort	. Värmepump känd . Olika distributions-system möjliga	. Kan samordnas med andra delsystem	. Effektuttagetets gräns . Ledningsdragning
3. Spillvärme från industrin	. Okänt innan företagen finns på plats	. Värmepump eller motsvarande . Relativt känd	. Kan samordnas med andra delsystem	. Stor
4. Solvärme - aktivt system	. Uppgift saknas	. Osäker driftsäkerhet . Kollektor, lagring etc	. Kan samordnas med andra delsystem	. Stor
5. Energilager i grundvattenmagasinet	. Max 2 000 kW	. Känd . Infiltration m m	. Kan samordnas med andra delsystem	. Liten
6. Energilager i borrhål i berg	. Beroende av lagrets storlek	. Relativt känd	. Kan samordnas med andra delsystem	. Liten
7. Energilager i byggnader	. Beroende av mängden spillvärme	. Relativt känd . Saltlager etc	. Enskild lösning	. Stor - etableringen okänd

Figur 5:5 Översiktlig värdering av olika lokala energikällor i Skrubba.

6 VERKSAMHETSALTERNATIV - ANALYS AV ENERGIOMSÄTTNING

Något företag har ännu inte anmält direkt intresse för en etablering i Skrubba. Verksamhetssammansättningen är därför osäker. Samtidigt är detta viktig information då områdets energiomsättning och energibehov ska bestämmas.

6.1 Vilka verksamheter lokaliseras till Skrubba?

Utifrån områdets storlek, läge i regionen och branschutveckling kan vissa antaganden göras. I förslaget till stadsplan för Skrubba¹⁾ hävdas att en kvalificerad analys bör genomföras vad gäller efterfrågan på mark för arbetsplatser i det aktuella området. En sådan analys är viktig även ur energisynpunkt.

Med utgångspunkt från den successiva analys som genomförts under detta forskningsarbete kan följande antaganden formuleras om arbetsplatserna i Skrubba:

- En stor del av arbetsplatserna blir av typen lager och förråd samt åkeriverksamhet. Dessa kännetecknas av:
 - låg exploatering,
 - stora tomter,
 - låg energiomsättning,
 - låg personaltäthet.
- Tillverkande företag som etablerar sig i området är små eller medelstora industrier.
- En industriby med generella lokaler och gemensamma lastnings- och lossningsytor bör skapas.
- Flertalet industriverksamheter som etableras i området har små eller måttliga energibehov.
- Kontorsverksamhet, inom företagen, kommer att förekomma i begränsad omfattning.

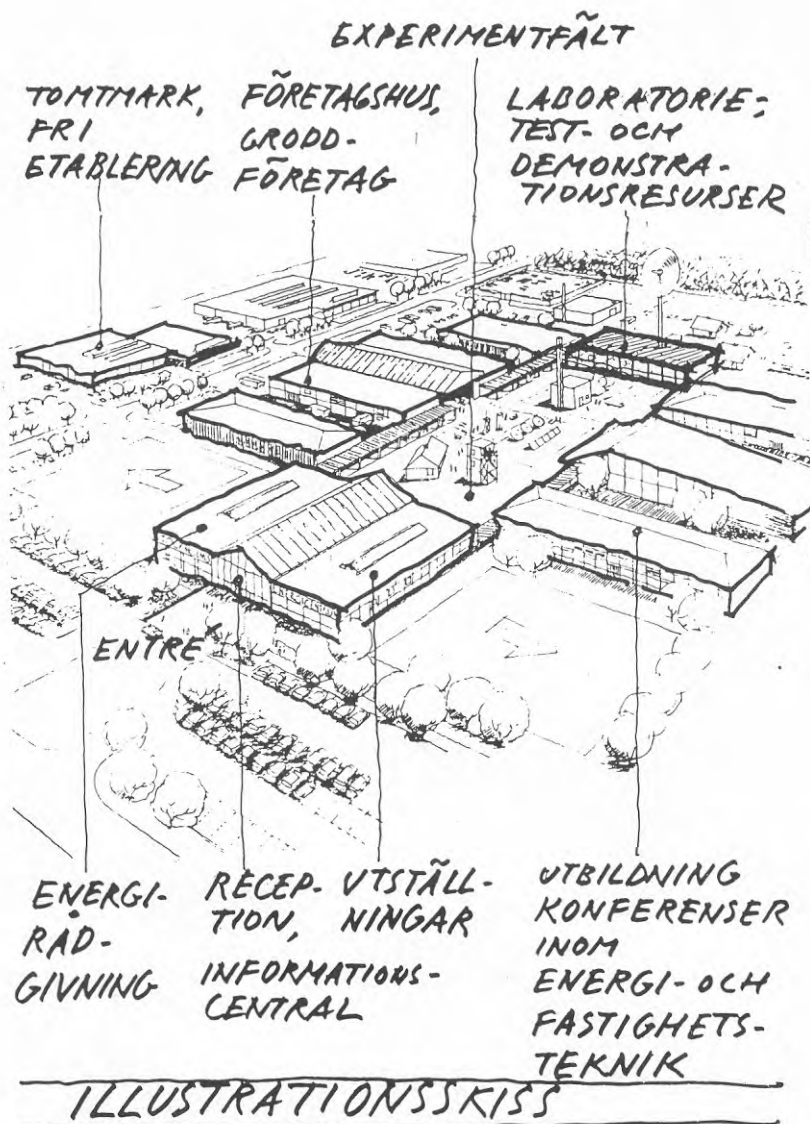
6.2 Energi- och miljöcentrum

I en förundersökning²⁾ har sök energi- och miljöcentrum utvecklats. En IVA-utredning³⁾ pekar på att det knappast finns något område som är så lovande för svensk industri som tillverkning av energiutrustning.

Mycket talar för att en lokalisering till Skrubba skulle vara lämplig. Avsikten är att här samla verksamhet inom utbildning och rådgivning, demonstrationsobjekt samt utställningar med inriktning på energi- och miljöteknik. På sikt kanske också forskning och tillverkande företag inom energiområdet. Diskussioner om detta förs mellan Stockholms kommun, Tyresö kommun och ett antal andra berörda intressenter. Något

beslut har ännu inte fattats. I figur 6:1 redovisas en skiss av hur detta energicentrum kan se ut.

En IVA-utredning²⁾ pekar på att det knappast finns något område som är så lovande för svensk industri som tillverkning av energiutrustning.



Figur 6:1. Energicentrum - idéskiss.

6.3 Exploateringsgrad

Till skillnad från ett bostadsområde är det svårt att på förhand bestämma exploateringsgraden i ett arbetsområde med friköpta tomter eller tomträtter. Mycket beror emellertid på kommunens förhandlingsposition.

Där bebyggelsen utformas som en industriby eller hantverkshus kan exploateringen bestämmas lättare. Företagen hyr endast en lokal. I sådana områden kan bruttoexploateringen bli 0,3-0,7.

I områden där man räknar med en stor andel verksamheter av typen lager, uppställning o dyl får man dock räkna med väsentligt lägre exploatering.

I Skrubba har därför bruttoexploateringen satts till ca 0,1. Detta ger en byggnadsyta på ca 80 000 m² för hela området. Inom den enskilda tomten eller kvarteret kan man dock räkna med betydligt högre exploatering, upp till 0,7.

6.4 Verksamheternas energiomsättning

För att kunna ta hänsyn till planfaktorn "ENERGI" vid uppbyggnaden av ett nytt arbetsområde är det nödvändigt att känna energiomsättningen för varje verksamhet fördelat på:

- energi till maskiner,
- processvärme,
- transporter,
- belysning,
- ventilation,
- lokalvärme,
- övrigt.

I figur 6:2 visas en sådan sammanställning där antal kWh/år/m² anges för olika verksamheter. Det bör framhållas att tabellen dels bygger på empiriskt framtaget material, dels ett beräkningsexempel för Skrubba och dels skattningar. De framtagna siffrorna bör därför brukas med försiktighet.

Energiomsättningen per m² kan nu ställas mot den beräknade exploateringsgraden för området.

Verksamhet	Energisättning kWh/m ² och procentuell andel							Total
	Produktion/process				Komfort			
	El till maskiner/ fläktar ³⁾	Värme	Övrigt ¹⁾	Transporter ²⁾	Ventilation	Belysning	Lokalvärme	
1 Kontor/personalutr	20	-	40	-	10	40	45	155
	13 %		26 %		6 %	26 %	29 %	100 %
2 Lager	-	-	35 ⁴⁾	20	5	20	20 ⁵⁾	100
	-	-	35 %	20 %	5 %	20 %	20 %	100 %
3 Partihandel	-	-	65	10	15	25	45	160
	-	-	41 %	6 %	9 %	16 %	28 %	100 %
4 Tillverkningsindustri	170	110	50	20	90	40	40	520
Grupp C ⁶⁾	33 %	20 %	10 %	4 %	17 %	8 %	8 %	100 %
5 Tillverkningsindustri	170	1 410	200	20	120	40	40	2 000
Grupp B ⁶⁾	9 %	71 %	10 %	1 %	5 %	2 %	2 %	100 %

Kommentarer:

- 1) Här ingår tappvarmvatten såväl till personalutrymmen som till produktionen.
- 2) Avser internt transporter.
- 3) Avser el till ventilationssystemet (fläktar, värmewäxlare etc).
- 4) Här ingår el-energi till kyl- och frysrums.
- 5) En stor del lager är kallförråd.
- 6) Gruppindelning enligt BILAGA 2 avsnitt 1. Grupp B innehåller mer energiintensiva processer.

Figur 6:2. Energisättning för olika verksamheter uppdelat på delar i produktion och lokalkomfort. Varje verksamhet beskriver energisättningen bara för respektive lokaler. Därigenom bör ett närmevärde för energisättningen för vilken sammansättning som helst av olika verksamheter inom en anläggning, ett kvarter eller ett område kunna räknas fram. Observera att värdena endast är uppskattade närmevärden! Som underlag har använts: Beräkningar för referensobjekt knutet till Skrubba; Inventering av energiåtgången för 6 arbetslokaler (Häggmark & Johansson); Kartläggning av industrins energianvändning NEFOS 1980:1; SCB-statistik; "Energi till vad och hur mycket?"; m fl.

För att kunna göra optimala lösningar ur energisynpunkt är det viktigt att så tidigt som möjligt kunna bedöma:

- exploateringsgrad,
- verksamhetssammansättning,
- energisättning.

6.5 Antaganden om områdets energiomsättning - olika alternativ

Med utgångspunkt från antaganden om vilken typ av verksamheter som lokaliseras till Skrubba och områdets exploateringsgrad kan nu energiomsättningen beräknas.

I figur 6.3 visas tre verksamhetsalternativ för området.

Tyngdpunkten i alternativen ligger på lager, partihandel och samfärdsl - som stämmer väl med de kriterier som ställdes i avsnitt 6.1. Deras andel antas variera mellan 55 och 80 % av områdets yta. Resterande verksamhet har delats in i tillverkning med hög respektive lägre energiomsättning (grupp B och C enligt BILAGA 2 avsnitt 1).

I verksamhetsalternativ I dominerar lager- och förrådsverksamheten. Viss tillverkning finns inom området, främst som mindre mekaniska verkstäder och reparationsverkstäder. Energiintensiv tillverkning finns inte. Övrig verksamhet består av partihandel.

I verksamhetsalternativ II dominerar tillverkningsindustrin, varav en stor del är energiintensiv tillverkning, t ex livsmedelsindustri och gummiindustri. Den ytmässigt största verksamheten är lager och förråd. I verksamhetsalternativ III dominerar inte någon viss typ av verksamhet. Energiintensiv tillverkning finns i begränsad omfattning.

Alla värden för energiomsättningen utgår från de värden som redovisas i figur 6:2.

Att alternativ II har en högre exploateringsgrad än de övriga alternativen beror på att där har tillverkningsindustrin fått en större andel av markytan. Eftersom tillverkningsindustrin har en högre exploateringsgrad än "lager" och "partihandel", påverkar detta också det sammanlagda exploateringsstalet.

Verksamhets- alternativ I	Andel av tot tomt- yta, %	Tomt- yta, m ² 1)	Bygg- yta, m ²	Energiomsättning	
				MW/hm ²	GWh totalt
Exploateringsgrad 0,16					
Lager	60	300 000	30 000	0,100	3
Partihandel	20	100 000	25 000	0,160	4
Tillverkn industri Grupp C	20	100 000	25 000	0,520	13
Summa	100	500 000	80 000		20
Verksamhets- alternativ II	Andel av tot tomt- yta, %	Tomt- yta, m ² 1)	Bygg- yta, m ²	Energiomsättning	
				MW/hm ²	GWh totalt
Exploateringsgrad 0,19					
Lager	40	200 000	20 000	0,100	2
Partihandel	15	75 000	19 000	0,160	3
Tillverkn industri Grupp C	20	150 000	25 000	0,520	13
Tillverkn industri Grupp B	25	125 000	30 000	2,000	60
Summa	100	500 000	94 000		78
Verksamhets- alternativ III	Andel av tot tomt- yta, %	Tomt- yta, m ² 1)	Bygg- yta, m ²	Energiomsättning	
				MW/hm ²	GWh totalt
Exploateringsgrad 0,16					
Lager	50	250 000	25 000	0,100	2,5
Partihandel	15	75 000	15 000	0,160	2,4
Tillverkn industri Grupp C	30	150 000	34 000	0,520	17,7
Tillverkn industri Grupp B	5	25 000	6 000	2,000	12
Summa	100	500 000	80 000		34,6

1) Angiven tomtyta utgör ungefär en första etapp av Skrubbas utbyggnad (norra delen)

Figur 6.3. Tre verksamhetsalternativ för exploateringen av Skrubba.

6.6 Nettoenergibehov

Verksamheternas energiomsättning är inte det samma som deras nettoenergibehov, dvs den mängd energi som behöver tillföras för att hålla i gång produktion och lokalkomfort. En rad faktorer t ex:

- överskottsvärme,
- variationer av klimat,
- transmissionsvärden,
- ofrivillig transmission

påverkar nettoenergibehovet.

För att få en bild av nettoenergibehovet, som kan relateras till den tidigare redovisade energiomsättningen, har därför en teoretisk beräkning gjorts för dessa för en tänkt referensanläggning i Skrubba.

Teoretisk beräkning av nettoenergiebehovet
för referensomläggning-----

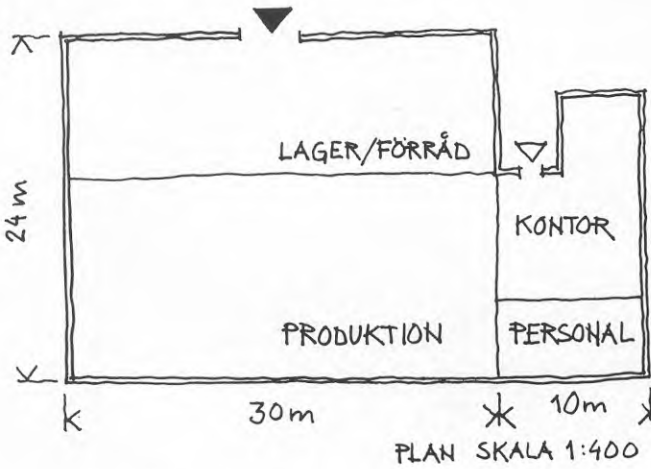
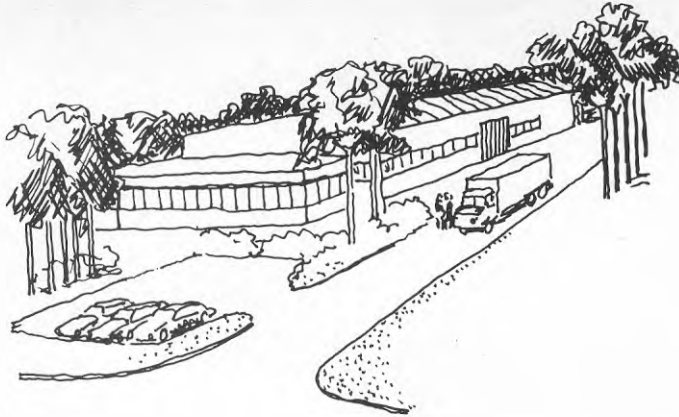
Följande förutsättningar har antagits:

- företaget har en produktionsutrustning av genomsnittligt slag för elektroteknisk industri,
- företaget har all verksamhet samlad i en rektangulär hallbyggnad i ett plan (se figur 6:4),
- produktionsyta, lageryta och kontor är helt skilda från varandra med isolerade mellanväggar,
- byggnaden uppfyller SBN 1980 krav på värmeåtervinning ur frånluft och isolering,
- anläggningen ligger i Stockholm,
- temperaturen inne är +20° natt- och dagtid,
- 25 % av den producerade värmen i lokalen, t ex från svets eller annan förorenande verksamhet, antas föras bort genom punktventilation utan att den passerar värmeväxlaren. Värmemängden motsvarar ca 160 Wh/m² och arbetsdag.
- Byggnaden är utrustad med FTX system för ventilation. Luftomsättningen har antagits till 1,0 omsättningar/h, vilket motsvarar 100 Wh/m² och arbetsdag under vintermånaderna,
- värmealstring från produktionsutrustning sker under 2 050 h/år,
- tillförd energi till produktionsutrustning, belysning o dyl kan i ett andra steg utnyttjas för lokalvärme. Vid de tillfällena då denna energi ej räcker, tillförs energi för lokalvärme,
- extra energihushållningsåtgärder är inte vidtagna på referensanläggningen.

Beräkningsresultatet applicerat på ca 20 % av Skrubbas bebyggelse redovisas i figur 6:5 och 6:6. Genom omfördelning av överskottsvärmen från produktionen behövs under dagtid ej någon energi för lokaluppvärmning. Under natt och helg, då maskinerna är avstängda, behövs ett energitillskott för att hålla temperaturen inomhus. Ur figur 6:5 och 6:6 kan det totala energibehovet för området nu utläsas:

- elenergi 1 872 MWh/år
- värme 744 MWh/år

Detta motsvarar 166 kWh/m² och år för samtliga verksamheter.



HÖJD: PRODUKTION OCH LAGER 4,0 m
KONTOR OCH PERSONAL 2,6 m

AREOR:

PRODUKTION	420 m ²
LAGER, FÖRRÅD	300 m ²
KONTOR	125 m ²
PERSONAL	50 m ²

SUMMA 895 m²

VOLYM 3335 m³

ISOLERING:

K VÄGG	0,3 W/m ² °C
K TAK	0,2
K FÖNSTER (NATT)	2,0
K GOLV	0,3

Figur 6:4. Skiss över referensanläggning för mindre företag. På företaget antas 11 kollektivanställda och 5 tjänstemän arbeta (Källa: IVF-resultat 73616, Industriplanläggning 2)

<u>Produktion inkl teknisk försörjning</u>		Mwh/år
El till maskiner m m		1 191
El till belysning		297
<u>Lager</u>		
Belysning		92
<u>Kontor och personal</u>		
Belysning		127
Tappvarmvatten		165

Figur 6:5. Energitillföret till område för mindre industri med ca 300 anställda (exkl uppvärmning). Elenergi antas utnyttjas för alla processer inkl värmebehandling och för tappvarmvatten.

	Dag				Natt				Helg			
	Prod	Lager	Kontor		Prod	Lager	Kontor		Prod	Lager	Kontor	
Januari	132	-5	0	127	-30	-16	-16	-62	-26	-14	-29	-69
Februari	133	-5	0	128	-30	-16	-15	-61	-18	-10	-22	-50
Mars	158	-5	4	157	-31	-17	-13	-61	-17	-9	-23	-49
April	149	-1	8	156	-18	-11	-6	-35	-13	-9	-10	-32
Maj	159	3	10	172	-8	-7	1	-14	-6	-6	0	-12
Juni	175	6	14	195	0	-4	4	0	0	-3	0	-3
Juli	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Augusti	182	7	16	205	-1	-4	3	-2	0	-2	0	-2
September	177	4	12	193	-10	-6	-3	-19	-4	-4	-3	-11
Oktober	159	2	7	168	-17	-7	-8	-32	-11	-5	-14	-30
November	156	-2	5	159	-24	-13	-13	-50	-14	-8	-20	-42
December	144	-3	1	142	-26	-14	-14	-54	-20	-10	-24	-54
Överskott/ Underskott				1 802				-390				-354

(Sort: Mwh)

Figur 6:6. Energibalansberäkning för tidigare beskriven referensanläggning inom Skrubba arbetsområde. Sammanlagda tillskottet för uppvärmning är 744 MWh. Uppvärmningsbehovet är 47 kWh/m²

Det sammanlagda effekt- och nettoenergibehovet för Skrubba arbetsområde kan beräknas genom att extrapolera beräkningarna enligt ovan. Om verksamhetsalternativ III används som utgångspunkt för dessa beräkningar, erhålls ett sammanlagt nettoenergibehov av 9,1 GWh/år. Energibehovet för uppvärmning uppskattas till ca 3,5 GWh/år (effektbehov 1,5 MW). Detta är endast 26 % av energiomsättningen som den teoretiskt bestämdes i figur 6:3, utifrån tidigare framtagna värmevärden.

6.7 Slutsatser

Skillnaden mellan empiriskt framtagna värden för energiomsättningen och teoretiskt beräknat nettoenergibehov vid en referensanläggning ger utrymme för flera - delvis motstridiga - hypoteser. (Endast genom breda och djuplodande empiriska mätningar av verklig energiomsättning och nettoenergibehov vid olika företag kan dessa hypoteser beläggas eller förkastas).

Följande tänkbara förklaringar till skillnaden energiomsättning - nettoenergibehov kan formuleras:

- Den teoretiska beräkningen inte tar hänsyn till yttre förutsättningar - t ex brister i utförande och kontroll samt negativ påverkanav mikroklimat. Med andra ord, det verkliga nettoenergibehovet skulle vara betydligt större än det teoretiskt beräknade.
- Lokalvärmén är betydligt högre än de 20°C som beräkningsexemplet bygger på. En ändring av inomhustemperaturen med 1°C motsvarar en förändring av energibehovet med 4-6 %⁴⁾.
- En större del av överskottsvärme - och även lokalvärme - ventileras bort genom dåligt utformade ventilationssystem.
- Verkningsgraden är låg i befintliga värmesystem inom industrin. Man tillför stora mängder bränsle och får inte ut de energimängder man kan få ut ur dem.
- Värdet för energiomsättningen mäter samma energi flera gånger. Så kan t ex samma energi "användas" i flera steg i produktionen (kaskadkoppling) eller föras från produktionen till lokalkomfort.
- Vid nyproduktion av arbetslokaler (enligt SBN 80) är det inte längre byggnadens isolering, tät-
het och tekniska utförande som är av primärt intresse då energibesparande insatser ska göras. Energi-
behovet för produktion börjar nu komma i nivå, eller över, behovet för lokalkomfort. Därför blir nu produktionsutrustningens gruppering och utform-
ning (layout) liksom teknik och effektbehov lika viktiga delsystem att beakta vid energisparande insatser.

- Den redovisade energiomsättningen bygger på värden för äldre lokaler. Sannolikt är skillnaden så stor som jämförelsen med beräkningsexemplet visar. Det betyder att strategin måste finfördelas så att:
 - för äldre byggnader, som inte är åtgärdade, gäller primärt att energihushållningsinsatserna riktas mot byggnad och installationssystem,
 - för nya arbetslokaler gäller att energihushållningsinsatserna ska riktas mot produktionen.

Redovisade exemplen visar på den stora spridningen vad gäller såväl energiomsättning som nettoenergiebehov för olika verksamhetsalternativ.

Ur energiplaneringssynpunkt är det viktigt att på ett så tidigt stadium som möjligt lägga fast vilken verksamhetssammansättning som ska vara styrande för områdets utbyggnad.

Eftersom just verksamhetssammansättningen i ett arbetsområde är mycket svår att påverka och med hänsyn till den stora spridningen vad gäller energiomsättning, är det samtidigt nödvändigt att forma energiförsörjningssystemen så flexibla som möjligt. Till detta kommer också förändringar i form av ändrad teknik, utvecklad energihushållning och ändrad prisbild.

För det fortsatta arbetet med "Tillämpningsexemplet Skrubba" har verksamhetsalternativ III valts som en trolig bild av Skrubbas "energiframtid". Här finns också den fördelen att alternativet energimässigt ligger nära konsekvenserna av en förläggning av ett s k Energicentrum till Skrubba.

7. ENERGIHUSHÅLLNING

Flera studier visar att det finns stora möjligheter att spara energi inom industrin¹⁾. Sparåtgärderna kan i huvudsak inriktas på tre områden:

- produktion,
- byggnad,
- installationer (inklusive värmeförsörjningssystem och reglersystem).

Den i kapitel 6 redovisade skillnaden mellan empiriskt bestämd energiomsättning i befintliga arbetslokaler och det teoretiskt beräknade nettoenergibehovet - för en referensanläggning i Skrubba - visar att en delvis ny strategi måste formuleras för nya arbetslokaler. I takt med att arbetslokalerna byggs allt tätare och mer välisolerade (SBN 1980) minskar byggnadens betydelse som område för energisparinsatser. I stället kommer besparingar med inriktning på produktionen att få allt större betydelse samt tillvaratagande av överskottsvärme och styrning över dygnet och lokalen av värmeproduktionen.

I detta kapitel ska de tre huvudområdena beskrivas med tillämpning på uppgifterna som gäller för Skrubba arbetsområde. Underlag för överslagsmässiga beräkningar hämtas från kapitel 6. För en närmare beskrivning av utformningsprinciper och tekniska lösningar för energihushållning se bilaga 2.

7.1 Företagens ekonomiska kriterier för energihushållning

Det är viktigt att ha klart för sig med vilka kriterier företagen opererar då de väljer investeringar för att spara kostnader och/eller nå ökad lönsamhet där energihushållningsåtgärder endast är ett av flera alternativ.

Avskrivningstiden för energibesparande åtgärder inom befintlig industri är kort, mellan ett och tre år. Skillnaden kan bero på företagets allmänna policy, typen av åtgärd och vilka alternativa investeringar företaget kan göra.

Vid investeringar i samband med nybyggnad utgör de energibesparande åtgärderna endast en del av investeringarna. Man kan därför inte tillämpa samma beräkningsmetoder vid nybyggnad som vid investering i en befintlig anläggning.

Dessa kriterier varierar över tiden beroende på prisutveckling, lönsamhet, räntenivåer etc. Därför kan inte situationen vid ett enskilda tillfälle vara styrande. För utbyggnaden av Skrubba, såväl vad gäller byggnader som värmeförsörjningssystem, gäller det därför att bygga upp det så att olika lösningar flexibelt kan inordnas.

Energisparåtgärder i Skrubba kan därför inte nu värderas närmare enligt dessa parametrar. För att kunna göra detta måste en eller flera företagsetableringar, med kalkylerade kostnader vara för handen (se även kapitel 14).

7.2 Energihushållningsmöjligheter inom produktionsanläggningen

Industrins produktionsutrustning förnyas betydligt snabbare än byggnaderna. En snabb minskning av företagens energianvändning nås således genom satsning på modern produktionsutrustning och produktionsteknik.

Vilka besparingsmöjligheter finns då? I figur 7:1 har några besparingsmöjligheter knutna till verksamheter som kan tänkas etablera sig i Skrubba illustrerats. Åtgärderna bygger på beskrivningarna i BILAGA 2. Det bör noteras att en övre och undre gräns för besparingspotentialen ges och att ny teknik eller nya arbetsmetoder helt kan ändra förutsättningarna. Också andra åtgärder kan vidtas. Åtgärder som förutsätter spillvärme från processen (t ex för lokalvärme) eller som är hårt knutna till det enskilda företagets layout och verksamhet (t ex kaskadkoppling, kapsling eller punktutsug) har t ex inte tagits med.

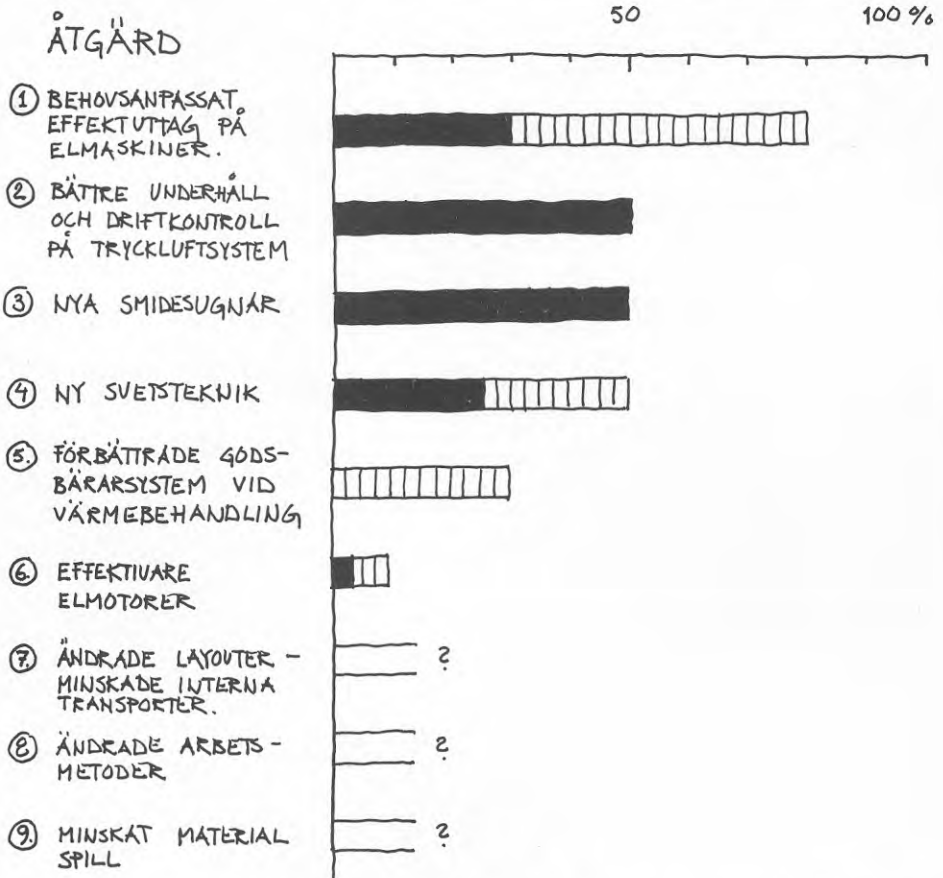
Det empiriska underlaget för redovisningen är magert. Det är tydligen så att energibesparing sällan uppmärksammas och följs upp då man t ex installerar en ny maskin eller förändrar en produktionsline i arbetslokaler. Sammanställningen indikerar dock möjligheter till energihushållning med avseende på produktionens utformning.

För Skrubba kan en försiktig uppskattning av besparingsmöjligheterna göras enligt följande:

- Minskning av "elenergi till maskiner" med ca 15 % beroende på behovsanpassat effektuttag för elmaskiner, effektivare elmotorer och ny svetsteknik. Dessa besparingsinsatser får anses ha stor effekt i Skrubba beroende på verksamhetssammansättningen (stor andel elmotorer o dyl i produktionen).
- Minskning av energin till "processvärme" med ca 10 % beroende på nya smidesugnar, förbättrade godsbärarsystem vid värmebehandling, ändrade arbetsmetoder och minskat materialspill. Denna besparingsinsats har mycket stor betydelse för de företag där processvärme finns och där tekniken kan förändras. Den relativa betydelsen är dock mindre i Skrubba beroende på den verksamhetssammansättning som skisseras.

- Minskning av energin till "övrigt" med ca 5 % beroende på bättre underhåll och driftkontroll på tryckluftssystem, ändrade arbetsmetoder och minskat materialspill. Tryckluft är vanligt i verkstadsindustrin. Den relativa betydelsen för företagen i Skrubba måste dock bedömas som mindre beroende på verksamhetsprofilen.

BESPARINGSPOTENTIAL %
(HÖGSTA OCH LÄGSTA ENLIGT BILAGA 2)



Figur 7:1. Energihushållning med ny produktionsutrustning, ändrad teknik och ändrade metoder - några exempel. Källor: Studier vid LiTH, IKP, "Energi till vad och hur mycket?" Peter Steen m fl.

Ändrade layouter bör också medföra minskade interna transporter och därmed minskad energi för detta. Besparingspotentialen och dess relativa betydelse i Skrubba är dock synnerligen svår att uppskatta.

För de olika verksamhetstyperna får detta följande konsekvenser:

1. <u>Kontor/personal</u>	Ingen besparing	
2. <u>Lager</u>	Ingen besparing	
3. <u>Partihandel</u>	Ingen besparing	
4. <u>Tillverkningsindustri (låg "energiintensitet", grupp C):</u>		
el till maskiner	- 26 kWh/m ²	
processvärme	- 11 kWh/m ²	
övrigt	- 3 kWh/m ²	
totalt	- 40 kWh/m ²	(8 %)
5. <u>Tillverkningsindustri ("energiintensitet", grupp B):</u>		
el till maskiner	- 26 kWh/m ²	
processvärme	- 141 kWh/m ²	
övrigt	- 10 kWh/m ²	
totalt	- 177 kWh/m ²	(9 %)

Tillämpat på verksamhetsalternativ III, enligt kap 6, skulle detta ge en energibesparing på ca 7 %. För uppvärmningsbehovet är effekten för hela området marginell.

7.3 Ändrat energibehov för lokalkomfort genom ändrad produktionsutrustning och layout

Genom ändrad produktionsutrustning och layout kan energibehovet för lokalkomfort indirekt påverkas.

Genom energislålar processer, kapsling eller avskärmning kan överskottsvärme från produktionen minskas. Därigenom måste energin till lokaluppvärmning ökas i motsvarande grad.

Automatisering av produktionen kan ge tätare utnyttjande av byggnaderna och därmed en minskad lokalvolym att värma. Praktiska studier har visat på ända upp till 50 % minskning.

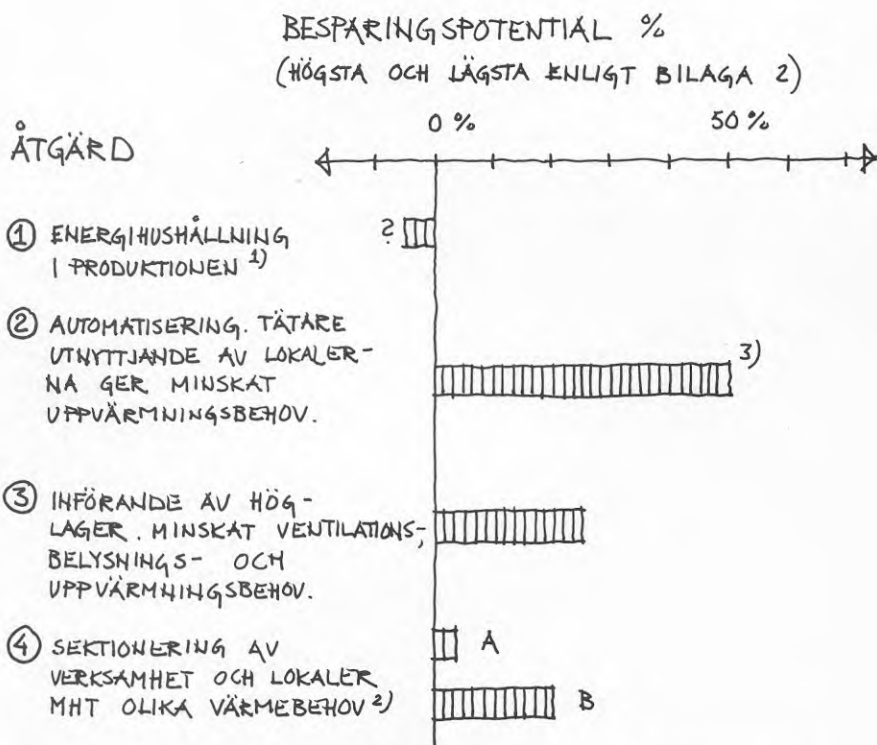
Införande av höglager med datoriserad lagerhållning minskar lagervolymer. Praktiska tillämpningar har visat på ca 30 % minskad lagervolym.

Genom att avgränsa produktion med olika värmebehov kan energi sparas vad gäller uppvärmning.

I figur 7:2 har dessa åtgärder och deras energihushållningskonsekvens illustrerats.

För de olika verksamhetstyperna får detta följande konsekvenser:

1. <u>Kontor/personal</u>	Ingen besparing
2. <u>Lager (höglager)</u>	
transporter	- 5 kWh/m ²
ventilation, fläktar	- 2 kWh/m ²
belysning	- 10 kWh/m ²
lokalvärme	- 6 kWh/m ²
totalt	- 23 kWh/m ² (23 %)



Figur 7:2. Ändrat energibehov för lokalkomfort genom ändrad produktionsutrustning och layout.

- 1) Räkneexempel utifrån uppgifterna i avsnitt 7.2.
- 2) Räkneexempel där 10 % av produktionslokalerna (A) i det tidigare refererade exemplet i kapitel 6 antas ha 5°C lägre temperatur och 25 % av lagerlokalerna (B) antas vara kalllager (dock utan kylbehov).
- 3) Besparing vid konstant verksamhetsinnehåll, m a o minskad lokalyta.

2:b Lager (25 % av lokalytan kallager)

lokalvärme	5 kWh/m ²	(5 %)
------------	----------------------	-------

3. Partihandel Ingen besparing4. Tillverkningsindustri, grupp C (automatisering och energihushållning i produktionen samt 10 % av produktionsytan 5° lägre rumstemperatur)

transporter	- 10 kWh/m ²	
ventilation, fläktar	- 5 kWh/m ²	
lokalvärme	- 1 kWh/m ²	
totalt	- 16 kWh/m ²	(3 %)

4. Tillverkningsindustri, grupp B (automatisering och energihushållning i produktionen samt 10 % av produktionsytan 5° lägre rumstemperatur)

transporter	- 10 kWh/m ²	
ventilation, fläktar	- 5 kWh/m ²	
lokalvärme	- 1 kWh/m ²	
totalt	16 kWh/m ²	(3 %)

Tillämpat på verksamhetsalternativ III, enligt den tidigare beskrivningen, skulle detta ge en besparing på ca 4 % av energin. För behovet av uppvärmning är effekten marginell.

Om markyta som frigörs, genom att automatisering och höglager leder till tätare utnyttjande av lokaler, också används, fås en högre exploatering i alternativ III. Bruttoexploateringen ökar från 0,16 till 0,2 (räknat på utbyggnaden av första etappen ca 50 ha). Detta ger för området en ökad energiomsättning med ca 40 %, om fördelningen mellan olika typer av verksamheter bibehålls. Energibehovet för lokalvärme antas öka proportionellt med detta värde, från 3,5 GWh till 4,9 GWh.

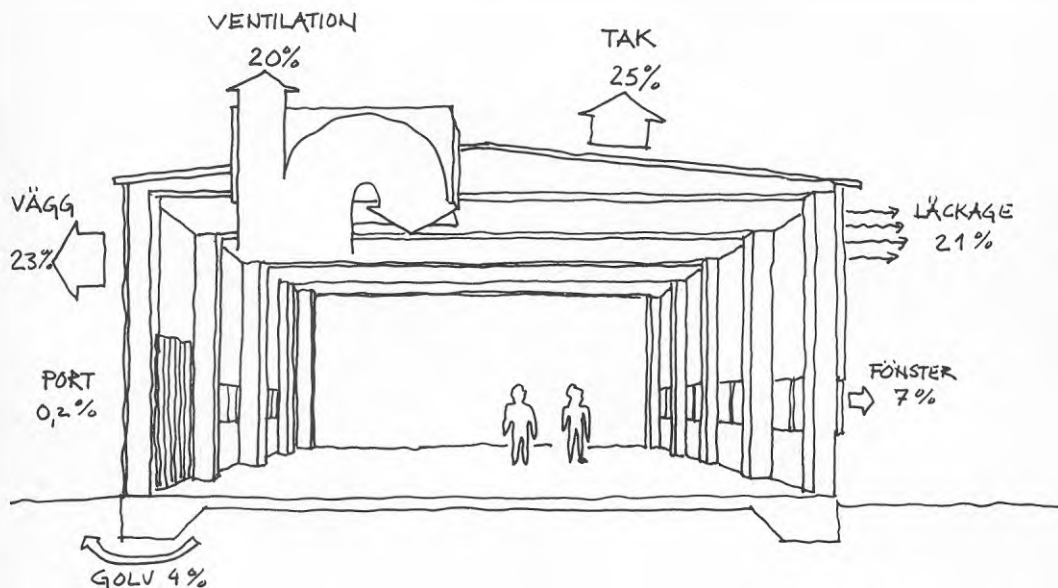
7.4 Energihushållning genom bättre byggnadsutformning och installationer

I figur 7:4 redovisas hur värmeförlusterna för en mindre industribyggnad fördelar sig (figuren bygger på de i kapitel 6 redovisade referensexemplet för Skrubba). Som framgår är det största förlusterna transmission (59,2 %). Av detta utgör transmissionen genom:

- tak	25 %
- vägg	23 %
- fönster	7 %
- golv	4 %
- port	0,2 %

Beräkningen för referensanläggningen visade också att det största uppvärmningsbehovet föreligger då anläggningen ej är i drift. Då produktionen är i gång uppstår ett värmeöverskott. För att nå ett optimalt utnyttjande av tillförd energi måste därför detta överskott kunna tas till vara och nettoenergi- behovet minimeras vid varje tidpunkt.

Utifrån byggnadstekniska lösningar och installations- tekniska lösningar kan man spara genom en rad åtgär- der. I BILAGA 2 avsnitt 2-5 ges exempel på sådana lösningar. Vilken konsekvens dessa har i detalj för byggnadens energihushållning kan egentligen bara prövas för varje enskild byggnad vid projektering, genomförande eller drift.



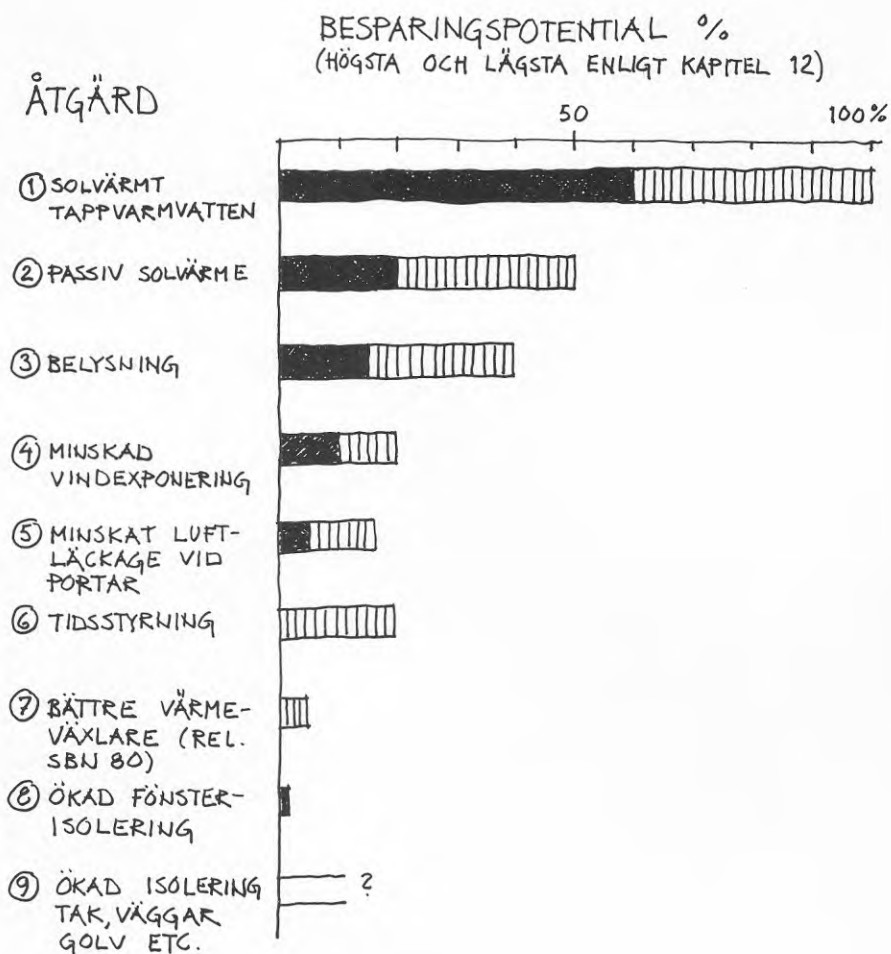
Figur 7:3. Beräknade energiförluster i arbetslokal enligt tidigare beskrivna referensanläggning.

I figur 7:4 sammanfattas besparingspotentialen för de åtgärder inom respektive energianvändningsområde som beskrivs i Bilaga 2. Samtliga åtgärder berör komfortenergin. Betydelsen av olika åtgärder bör därför sättas i relation till respektive energianvändningsområdes andel av den totala energiomsättningen. Eftersom detta fördelar sig olika för olika verksamhetstyper, har också de verksamhetstyper som är aktuella i Skrubba tagits med i jämförelsen i figur 7:5. Som framgår av figuren är besparingsåtgärder med inriktning på byggnad och installationer av underordnad betydelse för tillverkningsindustrin (besparingspotential totalt 10-15 %). För verksamhetstyperna kontor, lager och partihandel är besparingspotentialen för denna typ av åtgärder ca 45 %.

Om man ser till de enskilda åtgärderna, svarar övergång till solvärt tappvarmvatten för den största besparingspotentialen (5 %-27 %, beroende på verksamhet). Andra åtgärder som vid nybebyggelse bör vara lönsamma att pröva är:

- utnyttjande av passiv solvärme (1-10 %, beroende på verksamhet),
- förbättrad belysning (1-8 %, beroende på verksamhet),
- minskad vindexponering (1-4 %, beroende på verksamhet),
- minskat luftläckage vid portar (1-4 %, beroende på verksamhet),
- tidsstyrning av lokalvärme, transmission och lagring av överskottsvärme (1-3 %, beroende av verksamhet).

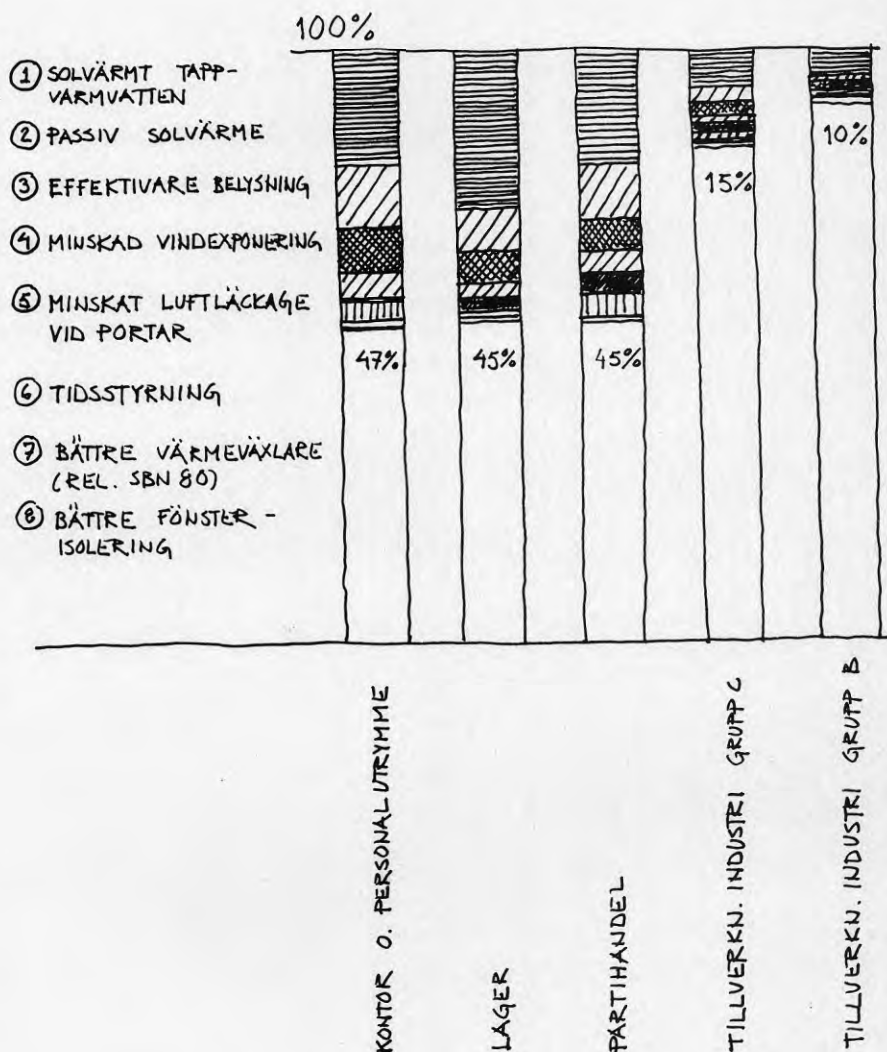
Andra åtgärder har endast marginell betydelse ur energihushållningssynpunkt. Det bör dock framhållas att de i det enskilda fallet fortfarande kan ha stor betydelse. Det bör också observeras att energihushållningsåtgärderna riktade mot en byggnad måste ses som samverkande åtgärder. Så kan t ex besparingar till följd av anpassning till "passiv solvärme" och "minskad vindexponering" leda till att t ex "tidsstyrning av lokalvärme, transmission och lagring" blir mindre viktigt och att den procentuella sparpotentialen minskas. Stapeldiagrammen är anpassade till denna osäkerhet genom att de lägre värdena av besparingspotentialen för varje åtgärd i figur 7:4 bildar underlag.



Figur 7:4 Besparingspotential inom respektive energi-användningsområde (byggnad och installationer).

Totalt innebär energihushållningsåtgärderna att energiomsättningen för de olika verksamhetsalternativen reduceras enligt följande:

kontor/personalutrymme	155- 73 =	82 kWh/m ²
lager	100- 45 =	55 kWh/m ²
partihandel	160- 72 =	88 kWh/m ²
tillv industri (grupp C)	520- 78 =	442 kWh/m ²
tillv industri (grupp B)	2 000-200 =	1 800 kWh/m ²



Figur 7:5. Besparingspotentialen för olika åtgärder och fördelat på olika verksamheter i Skrubba. Procentuell andel (byggnad och installationer).

Detta reducerar den totala energiomsättningen från 34,6 till 28,5 (alternativ 3), 21,4 %. Om andelen tillverkningsindustri ökar, minskar besparingspotentialen. Det kan alltså konstateras att energihushållningsåtgärder med inriktning på byggnad och installationer är klart intressantast för kontor, lager och partihandel.

7.5 Sammanvägning av samtliga energihushållningsåtgärder

Om de tidigare beskrivna åtgärderna summeras med hänsyn till verksamhetsytternas energiomsättning, kan en sammanställning enligt figur 7:6 göras.

De båda grupperna av tillverkningsindustri - mer eller mindre energiintensiv - dominerar helt energi-besparingspotentialen. Av den sparade energin per m² svarar de för 75 % av sparmöjligheterna. Av den totala volymen energi som avses kunna sparas svarar produktionsenergin för drygt 50 %.

Totalt kan ca 15 % av energiomsättningen i området sparas genom föreslagna åtgärder. Denna besparingspotential utgår ifrån att samtliga byggnader är byggda enligt SBN-80, varför husen redan från början är relativt energisnåla. Sannolikt är dock uppskattningen försiktig ändå. Följande faktorer talar för detta:

- energisnåla lösningar utifrån ändrade layouter och materialhantering har inte kunna vägas in
- ingen hänsyn har tagits till kaskadkopplingseffekter och ny energiteknik, t ex solvärme till lokal-komfort,
- tekniken att spara energi inom området "produktions-utrustning" är sannolikt ännu inte särskilt utveckl-lad.

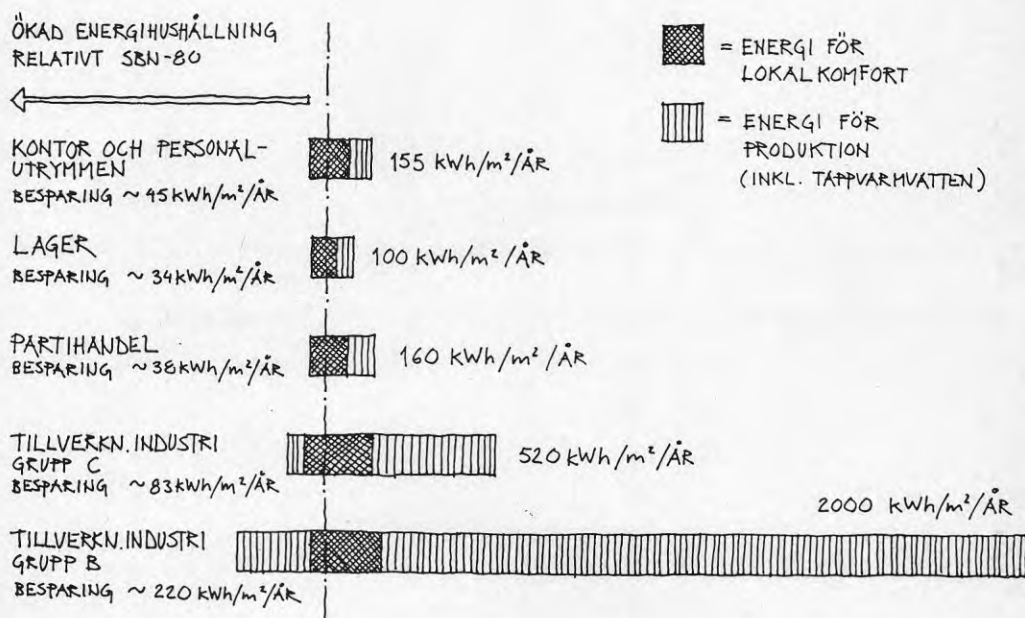
Figur 7:6 visar att det är energi till produktionen som är mest intressant att spara, även för de relativt lätta och energiextensiva industrier som lokaliserats till Skrubba. Det är inom dessa områden den stora framtida besparingspotentialen finns.

Om energiomsättningen översätts till nettoenergiebehov, blir besparingar med inriktning på produktion än mer intressanta. Att spara energi inom produktions-utrustningen minskar överskottsvärmen som genereras i arbetslokalerna. Då kan det egentliga värmeförsörjningssystemet arbeta med en högre, säkrare och mer ekonomisk verkningsgrad.

Ur investeringsynpunkt bör dyrbara, täta och välisolerade väggar samtidigt vägas mot att en stor del värme ändå genereras från maskinerna. Denna kan ju hjälpa till att värma upp lokalerna och kan tillåtas att röra sig ut genom väggarna utan att dyrbara och energikrävande ventilationssystem används. Man skulle alltså kunna söka dispens från SBN-80 vad gäller isoleringstjocklek i väggar, täthet etc och i stället samordna lokalernas uppvärmning genom att parallellt se till;

- produktion,
- ventilation (installationer),
- byggnad

så att en optimal lösning nås, med hänsyn tagen till samtliga faktorer.



Figur 7:10. Energifbesparingspotentialen för de olika verksamheterna utifrån de åtgärder som tidigare föreslagits fördelade på produktionsenergi och lokalkomfortenergi.

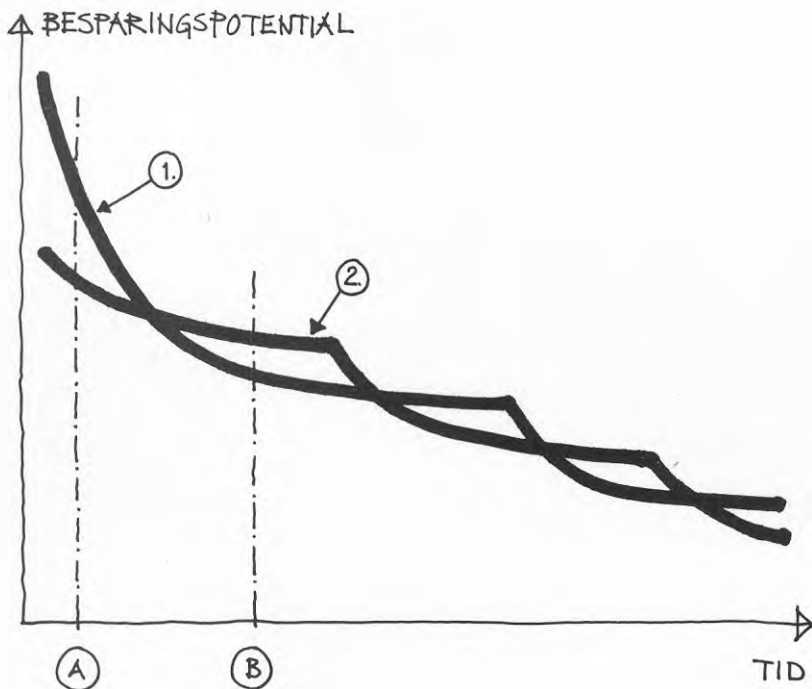
7.6 Energisparstrategi för arbetsområden

De vunna erfarenheterna kan nu användas för att formulera en delvis ny energisparstrategi för arbetsområden. Till skillnad från bostadsområden finns två stora användningsområden för energi då arbetsområden beskrivs:

dels produktionsutrustningen

dels de "traditionella" energisparområdena: byggnad, installationer, värmeförsörjningssystem.

Mellan dessa områden existerar som tidigare visats en rad samband.



- 1) Energisparinsatser med inriktning på byggnad, värmeförsörjningssystem, installationer m fl traditionella energihushållningsåtgärder.
 - 2) Energisparinsatser med inriktning på produktion.
- A) Äldre arbetslokaler och arbetsområden.
- B) Nya arbetslokaler och arbetsområden och äldre områden som genomgått energisparåtgärder enligt 1).

Figur 7.7. "Energisparstrategi" för arbetsområden med lätt industri - principskiss.

Om hänsyn också tas till tiden, dvs att förändringar genomförs successivt, kan ett utvecklingsförlopp som ger en delvis annan strategi formuleras (se figur 7:7).

För tung processindustri har tidigare konstaterats att besparingsstrategin måste utgå ifrån den helt dominerande energianvändningen inom produktionen. För lätt industri - t ex verkstadsindustri - konstateras att de "traditionella" sparinsatserna med inriktning på byggnad, installationer och värmeförsörjningssystem är viktigast²⁾.

Steg I

För äldre arbetslokaler och arbetsområden är besparingspotentialen störst/mest lönsam inom områdena byggnad, installationer och värmeförsörjningssystem.

Steg II

När dessa förbättringar genomförts för äldre arbetslokaler och för nya arbetslokaler - som byggts enligt SBN-80s energihushållningskrav - är besparingspotentialen störst/mest lönsam med inriktning på produktionen.

Steg III

När dessa åtgärder uttömts är återigen besparingsinsatser med inriktning på byggnad, installationer och värmeförsörjningssystem intressantast.

Att på detta sätt ta hänsyn till ett utvecklingsförlopp är sannolikt av stort värde då man väljer besparingsinsatser i ett arbetsområde. I Skrubba arbetsområde - som förutsätts byggas enligt SBN-80s energikrav - är besparingsinsatser med inriktning på produktion allmänt av största betydelse. Detta får å andra sidan inte betyda att man väljer bort energisparåtgärder med inriktning på t ex byggnad, som kan vara av stor betydelse i det enskilda fallet. Till exempel täta portar med luftridå för företaget som har många portar eller ändrad belysning.

8. VÄRMEFÖRSÖRJNINGSSYSTEM

Flera olika alternativ för uppvärmning av fastigheter-
na i området är möjliga. I avsnitt 5.5 redovisades
möjliga lokala energikällor. Förutom dessa kan fjärr-
värmenätet i Tyresö, som är under utbyggnad, ses
som ett alternativ.

De olika systemen kan beskrivas efter sin grad av
centralisering:

- centraliserat system (fjärrvärme),
- lokalt system (gruppcentral),
- individuellt system (egen panna).

De individuella systemen som beskrivs och värderas
här är vattenburen elvärme, individuella oljepannor
och individuella luftvärmepumpar.

Värmeförsörjningssystem kan också delas in efter
vilket energislag de baseras på. Följande energislag
finns representerade i de alternativ som prövas:

- el,
- olja,
- fasta bränslen (flis),
- fjärrvärme.

Förutsättningarna i Skrubba är sådana att alternativ
med värmepumpar är intressanta. Försörjningen blir
därmed i första hand baserad på el. Det faktum att
huvuddelen av uppvärmningsbehovet finns under nätter
och helger (se avsnitt 6.6) gör också att försörjning
baserad på el blir mer gynnsam.

Alternativ baserade på oljeeldning är i dag ej konkur-
renskraftiga jämfört med t ex värmepumpar eller elvär-
me.

Av driftsäkerhets- och kostnadsskäl är aktiva solvär-
mesystem mindre intressanta i dag. Däremot bör det
ses som en plusfaktor om det system som väljs är
så pass flexibelt att aktiva solvärmesystem kan inord-
nas, på sikt, om ett teknikgenombrott kommer till
stånd inom detta område.

I avsnitt 7.3 har solvärt tappvarmvatten tagits
upp som en möjlighet till energihushållning. Ekonomin
relativt värmeförsörjningssystemen har inte prövats.
Allmänt kan konstateras att det inte föreligger någon
större skillnad mellan alternativen huruvida de kombi-
neras med solvärt tappvarmvatten eller ej.

Med hänsyn till flexibilitet är det lämpligt att
systemen byggs upp så att de kan baseras på flera
olika energislag.

Följande alternativ har studerats närmare:

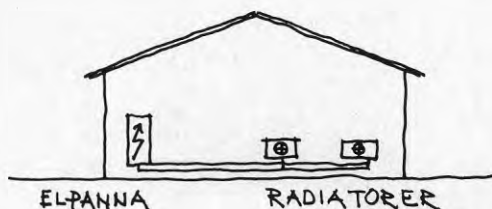
1. individuell vattenburen elvärme,
2. individuella oljepannor,
3. individuella luftvärmepumpar,
4. akvifer (grundvattenmagasin) med kallvattendistribution,
5. akvifer med varmvattendistribution,
6. gemensam sjövärmepump,
7. gemensam fastbränslecentral,
8. fjärrvärme från Tyresö.

8.1 Beskrivning av alternativen

Här kommer alternativen att beskrivas tekniskt och hur de kan byggas upp inom Skrubba. En värdering och jämförelse mellan alternativen görs i avsnitt 8.2. I avsnitt 8.3 ges ett förslag till val av alternativ och utbyggnadsstrategi.

Individuell vattenburen elvärme

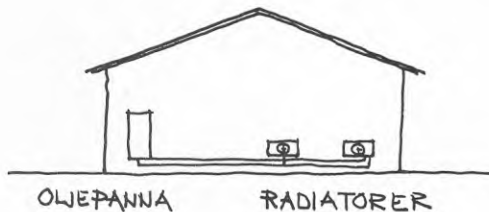
Varje fastighet förses med en konventionell elpanna med dygnsackumulering. Eftersom huvuddelen av elförbrukningen sker under låglasttid, är elvärme ett ekonomiskt fördelaktigt alternativ. Flexibiliteten är stor. Inträffar en större del av belastningen under höglasttid, blir emellertid elvärmerna ett dyrt alternativ.



Figur 8:1. Individuell vattenburen elvärme - principskiss

Individuella oljepannor

Varje fastighet förses med en konventionell oljepanna. Detta alternativ har framför allt tagits med som referensexempel, eftersom det i dag är en vanlig uppvärmningsform för mindre anläggningar.



Figur 8:2. Individuella oljepannor - principskiss.

Individuella luftvärmepumpar

Varje fastighet förses med en luftvärmepump med el som tillsatsvärme. Värmepumparna har en total effekt av ca 750 kW. Individuella luftvärmepumpar är en flexibel lösning. De kan kombineras med värmeåtervinning.

Ett delvis likartat system som studerats är individuella värmepumpar som lagrar värme i en ackumulator. Värmen tas från överskottsvärmen i lokalen då produktionen är i gång. Temperaturdifferensen i ackumulatoren är ca 25°C. Värme tas ur ackumulatoren under nätter och helger då värmebehovet är som störst. En stor nackdel med detta system är att laddningen av ackumulatoren sker med värmepump under högladdtid där elektriciteten är dyrast. Detta system är inte lönsamt vid differentierade taxor. Av detta skäl ingår inte detta system i den fortsatta prövningen.

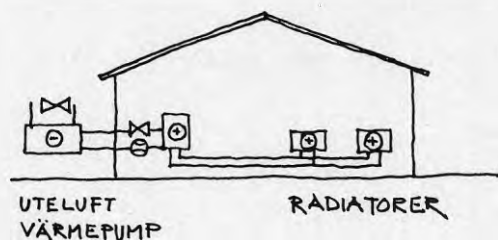
Akvifer med kallvattendistribution och individuella värmepumpar

Akvifern - grundvattenmagasinet - tillåter ett energiuuttag på upp till 6 GWh utan att lagret laddas med ytterligare energi (spillvärme, solvärme etc).

En ledning med cirkulerande kallvatten från akvifern dras så att den passerar alla anslutna fastigheter. Från denna ledning kan värme hämtas med hjälp av individuella värmepumpar.

Spillvärme kan lätt tas till vara med hjälp av direkt värmewäxling mot kallvattnet i slingan och därefter lagring i akvifern.

Systemet medför också att man kan få komfortkyla på ett enkelt sätt. För vissa lokaler, t ex datorrum, är det vanligt att de alltid måste förses med komfortkyla. Tillvaratagande av spillvärme blir då en åtgärd



Figur 8:3. Individuella luftvärmepumpar - principskiss.

att förbättra lokalkomforten och samtidigt ett billigt sätt att få komfortkyla.

Kallvattenledningen kan ges ett tekniskt utförande som är betydligt enklare än för vanliga fjärrvärmekulvertar.

Akvifer, varmvattendistribution och central värmepump-----

Grundvatten från akvifern pumpas upp ur en brunn och kyls ned några grader för att därefter åter infiltreras i akvifern. Värmepumpen har en effekt av ca 750 kW och levererar ca 85 % av totala energibehovet. Som tillsatsvärme under de kallaste vinterdagarna används direktel, eftersom behovet av tillsatsvärme främst finns under låglasttid. Varmvattenberedningen sker individuellt i varje fastighet genom värmeväxling från värmekulverten. Distributionssystemet är ett konventionellt kulvertsystem.

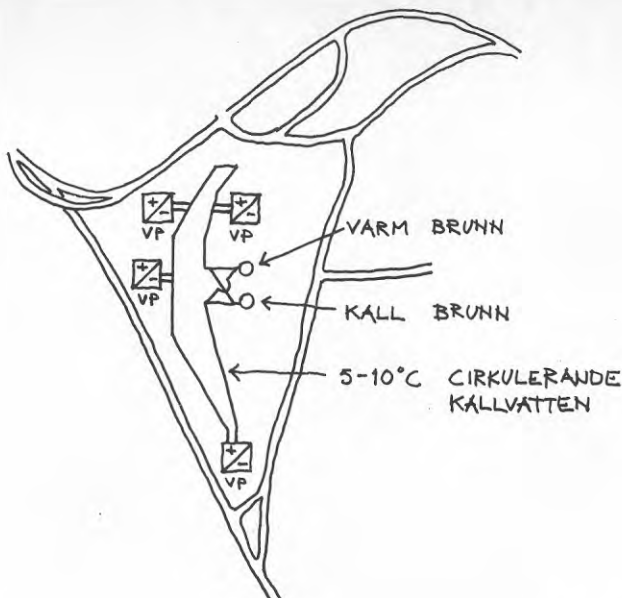
Gemensam sjövärmepump och varmvattendistribution-----

En sjövärmepump kan vanligen ta värme ur en sjö hela året, om djupet är större än ca 10 m.

Sådant djup finns i Drevviken. Avståndet från Skrubba är drygt 1 km. Totalt behövs ca 2 500 m ledning med en diameter på 250 mm från sjön till Skrubba, eftersom ledningen måste gå ut tillräckligt djupt i sjön.

Gemensam fastbränslecentral och varmvattendistribution-----

Fastigheterna förses via värmekulvert med värme från en fastbränslecentral. Lämpligt bränsle kan vara flis eller briketter.



Figur 8:4. Akvifer, kallvattendistribution och individuella värmepumpar - principskiss över området.

Fjärrvärme från Tyresö

Fjärrvärmenätet inom centrala Tyresö (Bollmora) byggs ut från kvarteret Pluto fram till Skrubba, ca 1 km. Beräkningarna för detta alternativ bygger på att fjärrvärmeverket i Bollmora till största delen eldas med fasta bränslen (sopor) och till viss del olja.

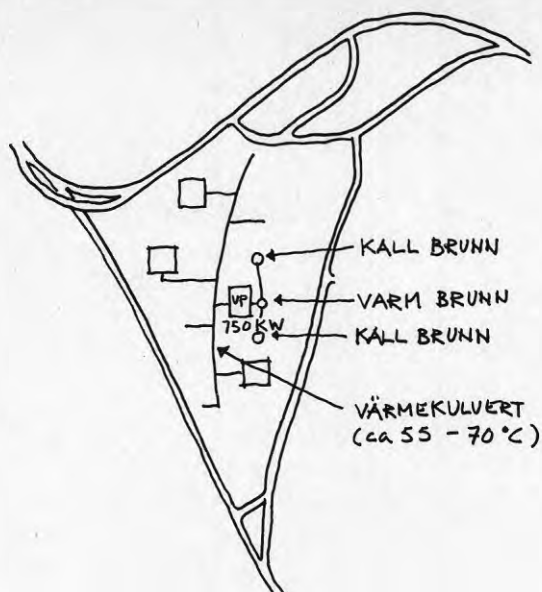
8.2 Jämförelse mellan alternativen

De åtta värmeförsörjningssystemen jämförs enligt följande:

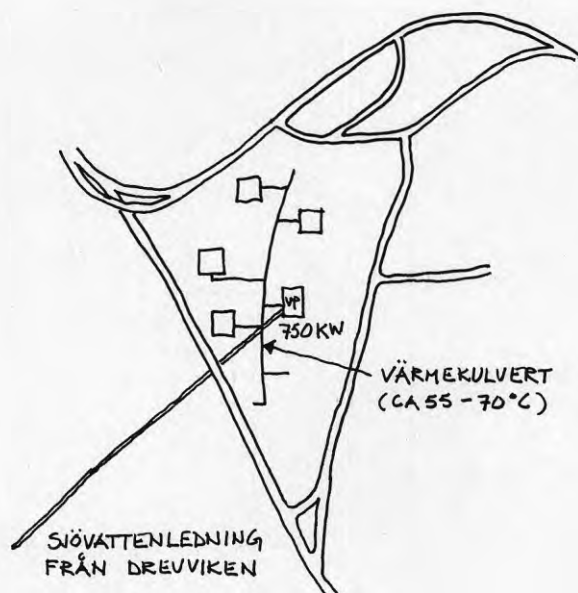
1. Flera olika värderingsparametrar enligt en tregradig skala.
2. Känslighetsanalys avseende:
 - ekonomi,
 - värmtäthet i området,
 - extrema bränsleprisändringar.
3. Utbyggnadsstrategi

8.2.1 Värderingsparametrar

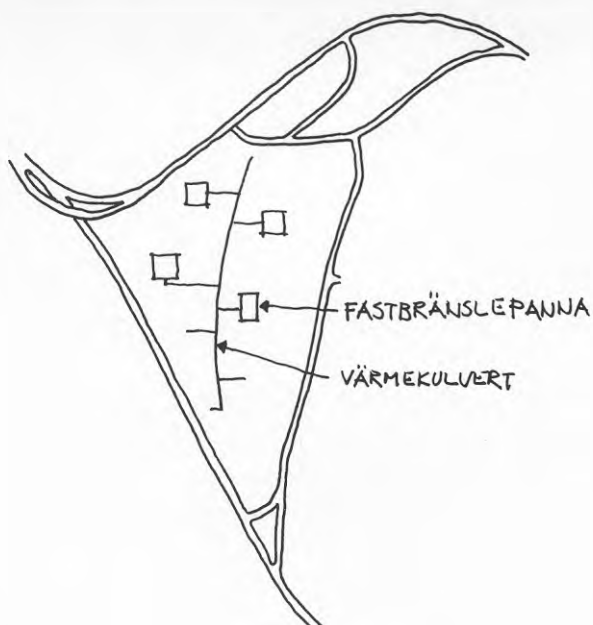
För att få en översiktlig bild av den inbördes relationen mellan alternativen med hänsyn till den rad olika parametrar har alternativen värderats enligt figur 8:9.



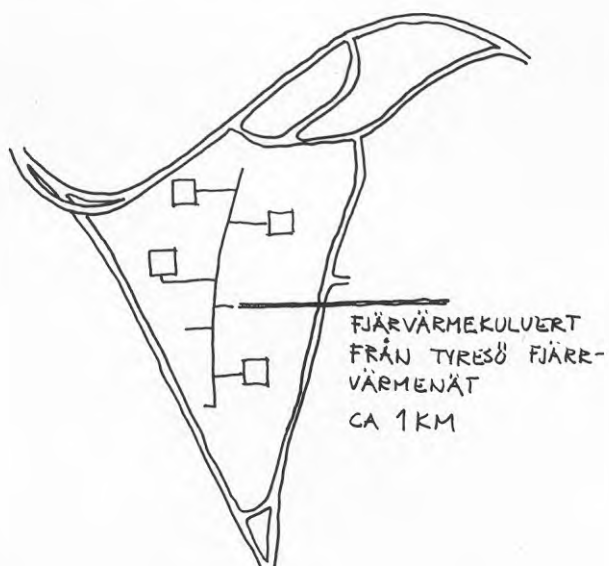
Figur 8:5. Akvifer, varmvattendistribution och central värmepump - principskiss över området.



Figur 8:6. Gemensam sjövattnenvärmepump och varmvattendistribution inom Skrubba - principskiss.



Figur 8:7. Gemensam fastbränslecentral och varmvattendistribution - principskiss.



Figur 8:8. Fjärrvärmeanslutning av Skrubba arbetsområde - principskiss.

Värderingsparametrar	1. Indiv vatten- buren elvärme	2. Indiv olja panna	3. Indiv luftvärme- pumpar	4. Akvifer kallvatten- distr och (indiv vp)	5. Akvifer varmvatten- distr och gemensam vp	6. Gemensam sjövärmepump och varmvatten- distr	7. Gemensam fastbränsle- central och varmvatten- distr	8. Fjärr- värme (Tyresö)
a) Energikostnad	-	-	+	+	+	+	+	+
b) Investeringskostn	+	+	-	=	-	-	=	-
c) Flex utbyggn	+	+	+	=	-	-	-	-
d) Flex ansl fjv	=	=	-	-	+	+	+	+
e) Flex verksamh förändr	+	+	+	=	=	=	=	=
f) Möjligh att utn spillv	-	-	=	+	-	-	-	-
g) Driftsäkerhet	=	=	=	=	=	=	=	=
h) Konsekv f byggn utformn	=	-	=	+	=	=	=	=
i) Konsekv f omr utformn	+	+	+	-	-	-	-	-
j) Huvudmannaskap	+	+	+	=	=	=	=	=
k) Sårbarhet i krislägen	-	=	-	-	=	=	+	=
Summering:	5+	5+	5+	3+	2+	2+	3+	2+
	3=	3=	3=	5=	5=	5=	5=	5=
	3-	3-	3-	3-	4-	3-	3-	4-

Figur 8:9. Jämförelse mellan värmeförsörjningsalternativen mht olika värderingsparametrar

Följande kommentarer kan ges till värderingsschemat:

a) Energikostnad (nuläge)

Samtliga alternativ till elvärme och olja har lägre energikostnad.

b) Investeringskostnad (nuläge)

Låg energikostnad erhålls till priset av ökade investeringskostnader.

c) Flexibilitet utbyggnad

De mera centraliserade systemen har sämre flexibilitet beträffande utbyggnad än de individuella. Alternativ 4 med kallvattendistribution intar en mellanställning.

d) Flexibilitet anslutning till fjärrvärme

Alternativ 8 är anslutet till fjärrvärmenätet. Alternativ 5, 6 och 7 är enkla att ansluta till fjärrvärme, eftersom investeringarna i det lokala nätet är gjorda. I alternativ 3 och 4 har man gjort investeringar i system som ej kan användas vid fjärrvärmeanslutning. Man måste då investera i ett lokalt kulvertnät för fjärrvärme.

e) Flexibilitet verksamhetsförändring

De individuella systemen är mest flexibla beträffande verksamhetsförändringar. (Ny arbetsplats startas eller gammal läggs ner.)

f) Möjlighet att utnyttja spillvärme

I alternativ 3 och 4 med individuella värmepumpar är det möjligt att utnyttja spillvärme. Det gäller speciellt alternativ 4 med kallvattendistribution, eftersom spillvärmen då kan flyttas mellan fastigheterna och akviferen.

g) Driftsäkerhet

Samtliga system är så pass tekniskt välutrustade att de kan bedömas som driftsäkra.

h) Konsekvenser för byggnadsutformning

Oljepanna och tank tar mera plats än de övriga alternativen. Alternativ 4 ger positiva effekter, eftersom värmesystemet kan kombineras med ett energisnålt byggande (t ex inglasade gårdar, lastutrymmen etc) bättre än andra system.

i) Konsekvenser för områdesutformning

Beträffande områdesutformningen är det en viss fördel att slippa kulvertar i mark. Fastbränslecentralen ställer också större krav på tomtmark, upplag, väganlutning etc.

j) Huvudmannaskap

De individuella systemen är enklare beträffande huvudmannaskap.

k) Sårbarhet i krislägen

I krislägen är det en fördel om man kan elda med inhemska bränslen. Det är också en viss nackdel om man är helt beroende av el.

Jämförelsen ger möjlighet att urskilja vissa större skillnader mellan alternativen. Dels framstår de individuella alternativen (1-3) som mer fördelaktiga än de gemensamma (4-8). Bland de gemensamma framstår alternativ 4 ("Akvifer, kallvattendistribution och individuella värmepumpar") som bäst.

8.2.2 Känslighetsanalyser

Nuvärdeskostnader på 25 års sikt

Den ekonomiska jämförelsen mellan alternativen i avsnitt 8.2.1 utgår från en nulägesituation. För att göra bilden tydligare har en databearbetning som bygger på nuvärdeskostnader för alternativen under en 25-årsperiod räknats fram. Perioden omfattar tiden 1988-2012 och inkluderar såväl investeringskostnader som driftkostnader. För enkelhetens skull utgår beräkningen från att hela området byggs ut med det samma. (För närmare beskrivning av databearbetningen, se bilaga 1.) Beräkningen bygger på ett nettoenergi-

behov av 3 500 MWh/år. Fjärrvärmealternativet utgår från den taxa som Drefvikens Energiverk tillämpar. Alternativet utgår ifrån att kulvertkostnaderna slås ut på hela fjärrvärmenätet och därför inte kan belasta Skrubba.

I figur 8:10 redovisas resultatet av analysen. Kostnaderna för varje alternativ anges som genomsnittligt nuvärde i öre/kWh. Analysen visar att fortfarande är de individuella alternativen med "individuell vattenburen elvärme" (alt 1) och "individuella luftvärmepumpar" (alt 3) mest fördelaktiga. Individuella oljepannor (alt 2) framstår som klart ofördelaktigt. Höga oljepriser ger höga driftskostnader och därmed ett högt kWh-pris. Bland de gemensamma värmeförsörjningsalternativen är alternativen (alt 4 och 5) som bygger på ett utnyttjande av akviferen mest gynnsamma. Fjärrvärmeutbyggnad från Tyresö hör till de tre dyraste alternativen.

Om området får en ändrad värmtäthet?

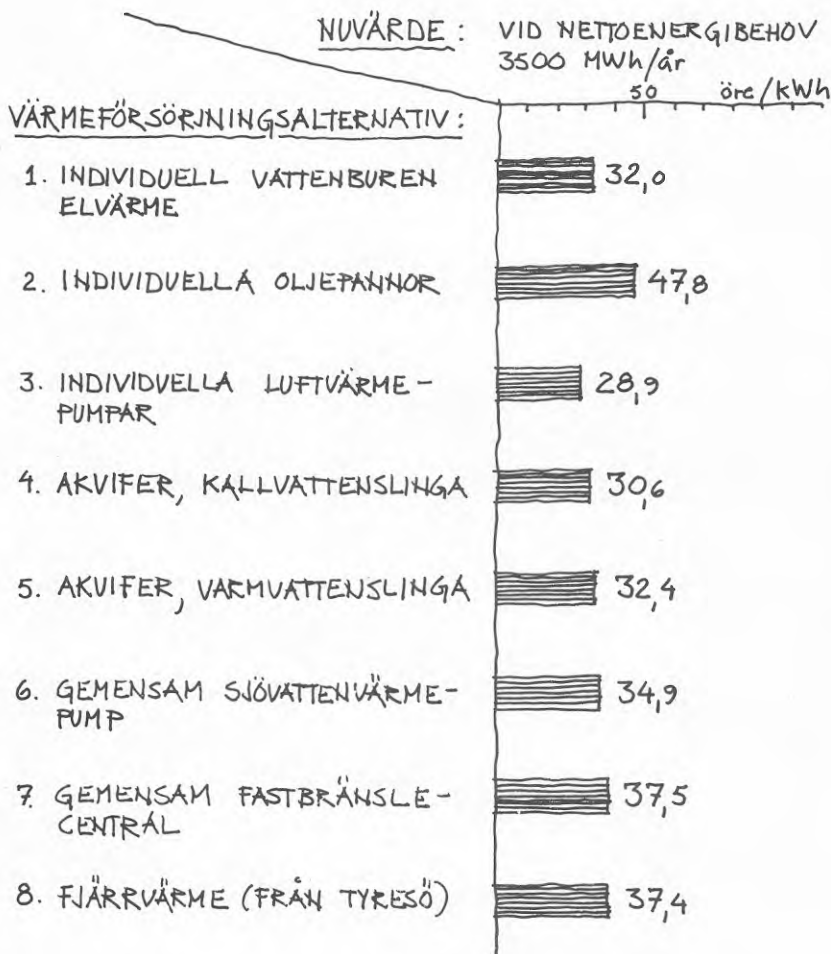
På flera olika sätt skulle områdets behov av värme kunna tänkas öka. Genom en tätare exploatering, genom minskad mängd överskottsvärme från produktionen eller genom sämre täthet eller isolering i byggnadsskalet. Det senare alternativet är mindre tänkbart. Att exploateringen, verksamhetssammansättningen eller produktionstekniken förändras är dock fullt tänkbart. På motsvarande sätt kan man tänka sig att värmtätheten minskar. Byggnadernas energihushållning drivs så långt att uppvärmningsbehovet reduceras ytterligare, verksamheter med stor produktion av överskottsvärme lokaliserar till Skrubba osv.

Det är därför vettigt att pröva alternativen vid olika stort nettoenergibehov. I figur 8:11 jämförs alternativen för ett nettoenergibehov på 1 750 MWh/år, 3 500 MWh/år och 7 000 MWh/år. Analysen bygger på samma databearbetning som tidigare beskrivits.

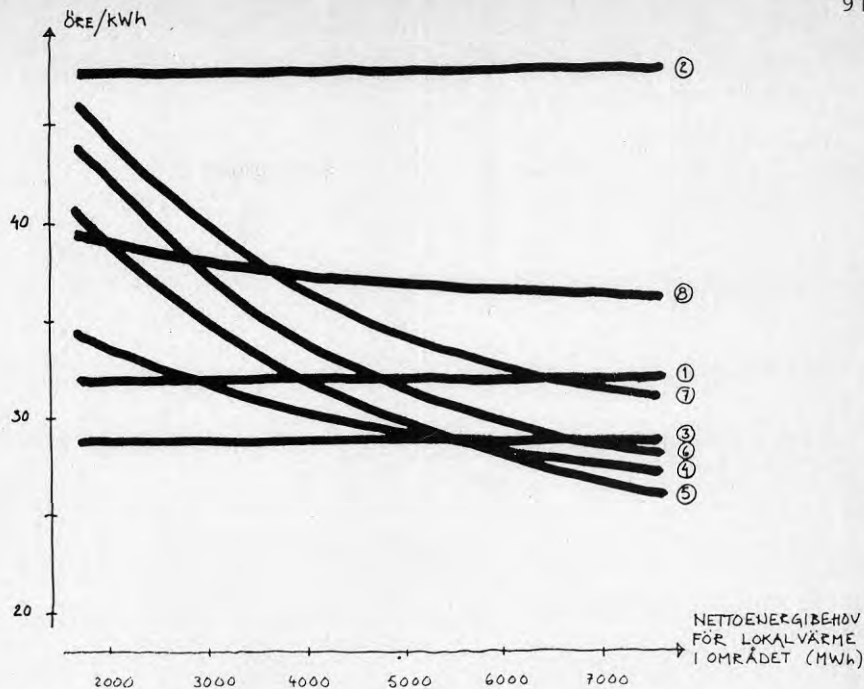
För de extremt låga nettoenergibehoven är alternativet med "individuell vattenburen elvärme" (alt 1) och individuella luftvärmepumpar" (alt 3) ännu fördelaktigare ur kostnadssynpunkt. Först vid ett nettoenergibehov av drygt 5 000 MWh/år blir de två alternativen som bygger på utnyttjandet av akviferen (alternativ 4 och 5) fördelaktigast.

Vid ett nettoenergibehov av 3 500 MWh/år är skillnaden mellan dyraste och billigaste uppvärmningsalternativen drygt 600 000 kr per år. Vid ett nettoenergibehov på 7 000 MWh/år är skillnaden mellan alternativ 5 (akvifer, varmvattendistribution, gemensam värmepump) och fjärrvärmealternativet (alt 8) ca 10 öre/kWh men nästan 700 000 kr per år i energikostnad.

Analysen pekar på att vid en utveckling mot lägre nettoenergibehov blir de individuella systemen allt mer fördelaktiga. Vid en utveckling mot högre nettoenergibehov (högre värmeförbrukning) blir de lokala gemensamma alternativen fördelaktigast. Alternativ som dessutom bygger på elenergi och hög verkningsgrad i sin teknikuppbyggnad (värmepump) är fördelaktiga.



Figur 8:10. Känslighetsanalys. Genomsnittligt nuvärde av uppvärmningskostnaderna under perioden 1988-2012 per producerad enhet och år uttryckt i öre/kWh. Behov 3 500 MWh/år. (Se även bilaga 1.)



Figur 8:11. Känslighetsanalys. Genomsnittligt nuvärde öre/kWh för de åtta alternativen vid olika nettoenergibehov i området.

Om energipriserna ökar?

En annan utvecklingslinje som har testats är ändrade priser för energiråvaror och ändrade priser för teknikkomponenterna.

I figur 8:12 redovisas de olika alternativen vid följande förändringar vad gäller energiråvarans pris:

- oljan blir 15 % dyrare per år fr o m 1993,
- elpriset ökar 10 % per år fr o m 1993,
- fastbränsle blir 4 % dyrare per år fr o m 1993.

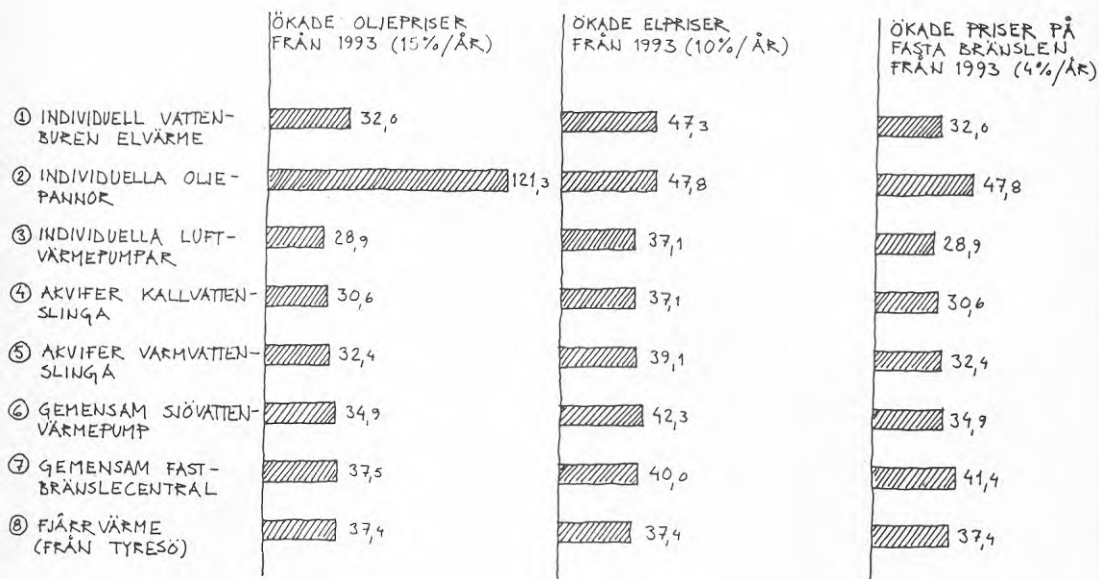
I det första fallet - kraftigt ökade oljepriser - är alternativ 2 och 8 klart ofördelaktigast. Även vid ökade elpriser och fastbränslepriser är dessa alternativ dyrast, om än inte lika markant.

Det billigaste alternativen är alternativ 1, 3 och 4. Alla tre är alternativ som bygger på el som bränsle. Vid ett läge då elpriserna stiger med 10 % per år fr o m 1993 är det viktigt att lägga märke till

att alternativ 3 och 4 är överlägsna alternativ 1. Alternativ 3 och 4 bygger på värmepumpsteknik, medan alternativ 1 bygger på vattenburen elvärme.

8.2.3 Utbyggnadsstrategi

De är sannolikt att utbyggnaden av arbetsområdet Skrubba kommer att pågå under en längre tid. Under denna tid kommer exploateringsgraden, värmeförbrukningen, verksamhetsstrukturen och teknikutvecklingen att skifta.



Figur 8:12. Känslighetsanalys. Genomsnittligt nuvärde av uppvärmningskostnader under perioden 1988-2012 (öre/kWh). Nettoenergibehov 3 500 MWh/år.

Därför bör utbyggnaden av värmeförsörjningssystemet vara flexibelt och möjligt att successivt anpassa till förändringar i området. Anpassningen kräver att man i vissa lägen kan byta system. Därför gäller det att inte för tidigt låsa sig till ett system som leder till stor kapitalförstöring vid byte till ett annat system.

I figur 8:13 har ett tänkbart utvecklingsförlopp för Skrubbas utbyggnad formulerats. Observera att det egentligen inte finns någon tidsaxel i schemat. "Händelserna" är bara placerade i en ordning som förefaller tänkbar. Ordningen kan alltså ändras och andra händelser komma till.

Om samtliga värmeförsörjningssystem ställs i relation till områdets utbyggnadsfaser och till varandra kan man urskilja två olika "vägar" i schemat som också delar in systemen i två olika grupper. I vissa faser och mellan vissa alternativ kan man inte utan stora kapitalförluster (skrotning av hela det ursprungliga systemet) gå från den ena gruppen till den andra.

Grupperna är alternativen 1 till 4 respektive 1,2 och 5-8 (se figur 8:13).

Under en uppbyggnadsfas är det mest troligt att företagen väljer något av de individuella systemen luftvärmepump (alt 3) eller vattenburen elvärme (alt 1).

Alternativ 1 och 2 är reversibla. Man kan också byta från alternativ 1 eller 2 till alternativ 3 (luftvärmepump) men knappast tillbaka. Detta förutsätter att företagen från början har satsat på lågtemperatursystem.

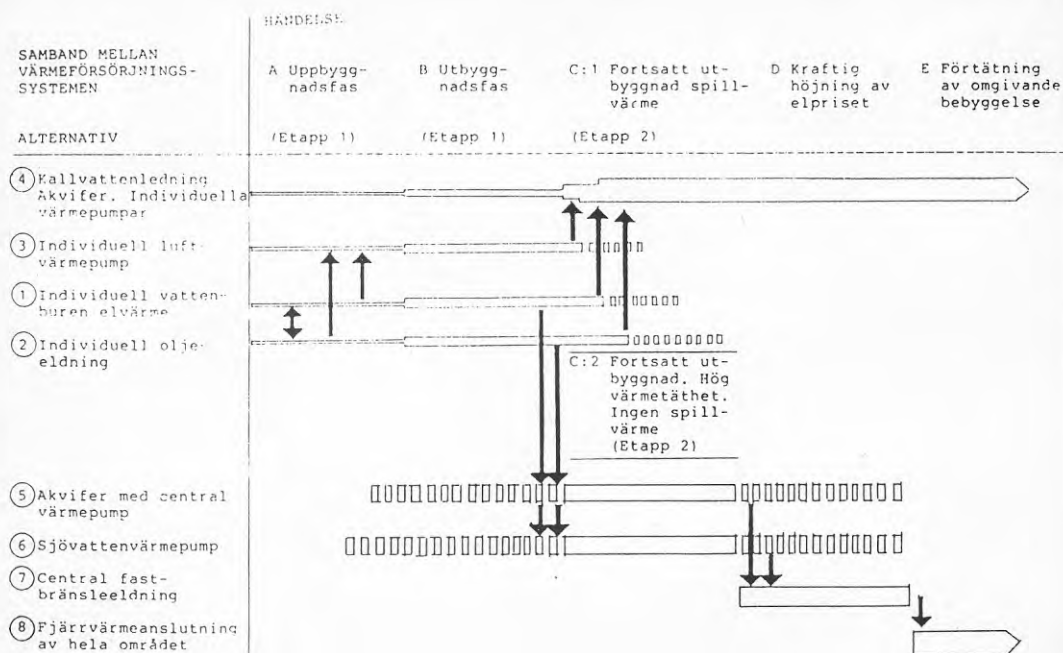
Vid en övergång från individuella luftvärmepumpar till ett lokalt gemensamt system som bygger på en kallvattenslinga från akviferen och individuella vattenvärmepumpar kan man delvis använda samma tekniska utrustning som fanns tidigare i alternativ 3 (individuella luftvärmepumpar). I värmepumpen byter man förångare från luft- till vattenförångare. Denna fördel har inte beaktats i den ekonomiska jämförelsen.

Att gå över från de individuella systemen till det lokala gemensamma systemet, alternativ 4, är ett definitivt vägval. Alternativ 4 kan nämligen inte kopplas till ett centralt fjärrvärmenät. Detta beror på distributionsnätets uppbyggnad med en slinga och temperaturnivå (kallvatten).

Samtidigt är det fullt möjligt att alternativ 4 byggs ut parallellt med att övrig infrastruktur byggs ut i området, eftersom det är så låga fasta kostnader beroende på ett enkelt distributionsnät.

Alternativ 4 rymmer också en möjlighet att inom det gemensamma systemet tillgodogöra sig spillvärme, kyla lokaler och i vissa lokaler koppla till aktiva solfångarsystem. De ekonomiska fördelarna av detta har inte kunnat beaktas.

Senare under områdets utbyggnad, och med högre värmtäthet, kan man i stället välja att satsa på alternativ 5 eller 6, "akvifer och varmvattendistribution" eller "gemensam sjövärmepump". Från dessa alternativ kan det vara motiverat att gå över till alter-

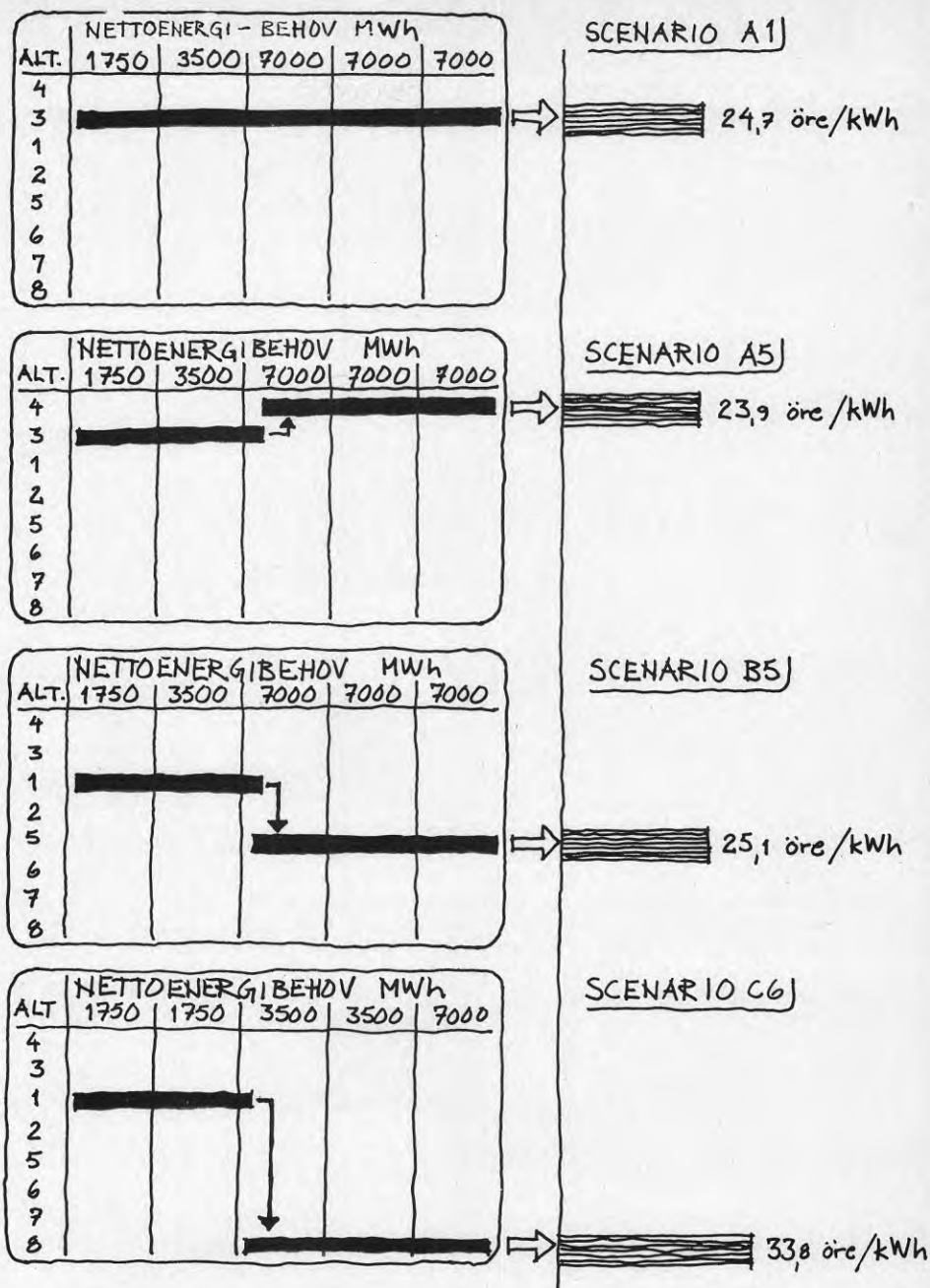


Figur 8:13. Värmeförsörjningssystemens utbyggnad kopplad till utvecklingen av Skrubba arbetsområde utbyggnadsstrategi.

nativ 7 (fastbränsleanläggning gemensam för området). Det kan också vara motiverat att gå direkt till fjärrvärmealternativet. Om bebyggelsen i framtiden förtätas runt Skrubba, kan det vara motiverat att gå över till fjärrvärmeförsörjning. Från alternativ 5, 6 och 7 kan man relativt lätt gå över till fjärrvärmeförsörjning. Distributionsnätet kan behållas intakt. Värmepumpar och fastbränsleanläggningar betraktas som blockcentraler.

En alternativ utbyggnadsstrategi är att alternativ 4 leder till en god lagring av spillvärme i akvifern. Effektuttaget kan göras större och även omgivande bostäder kopplas in med värmepumpar på en utbyggd kallvattenslinga.

De två beskrivna vägarna för utbyggnadsstrategin kan även prövas ekonomiskt. I figur 8:14 redovisas denna jämförelse.



Figur 8:14. Förändringsscenarior av nettoenergibehov och uppvärmningssystem för Skrubba arbetsområde (fullständig redovisning se bilaga 1).

8.3 Val av värmeförsörjningssystem

En rad olika faktorer ska vägas samman vid valet av värmeförsörjningssystem. Den tidigare analysen och jämförelsen ger en värdering av de åtta aktuella alternativen utifrån 19 olika parametrar. Sannolikt finns fler. Hänsyn måste också tas till förändringar i Skrubbas omgivning, att tekniken utvecklas inom energiförsörjningsområdet eller att verksamhetssammansättningen inom området blir helt annorlunda än de prognosticerade.

Under dessa förutsättningar kan följande konstateras för utbyggnaden av värmeförsörjningssystemen inom Skrubba arbetsområde:

1. Under en första utbyggnadsfas väljs individuella system. Billigast är sannolikt luftvärmepumpar.
2. Då området börjar få en tätare struktur och spillvärmegenerering liksom kylbehovet kan beräknas säkrare, byggs värmeförsörjningssystemet upp med kallvattenslinga från akvifern och individuella värmepumpar hos varje företag (alt 4).
3. När arbetsområdet förtätats ytterligare och genereringen av spillvärme kan bedömas ännu säkrare, kan systemet byggas ut till att omfatta även kringliggande villaområden etc. Systemet kan också kompletteras med sjövärmepump från Drevviken och från solfångare.

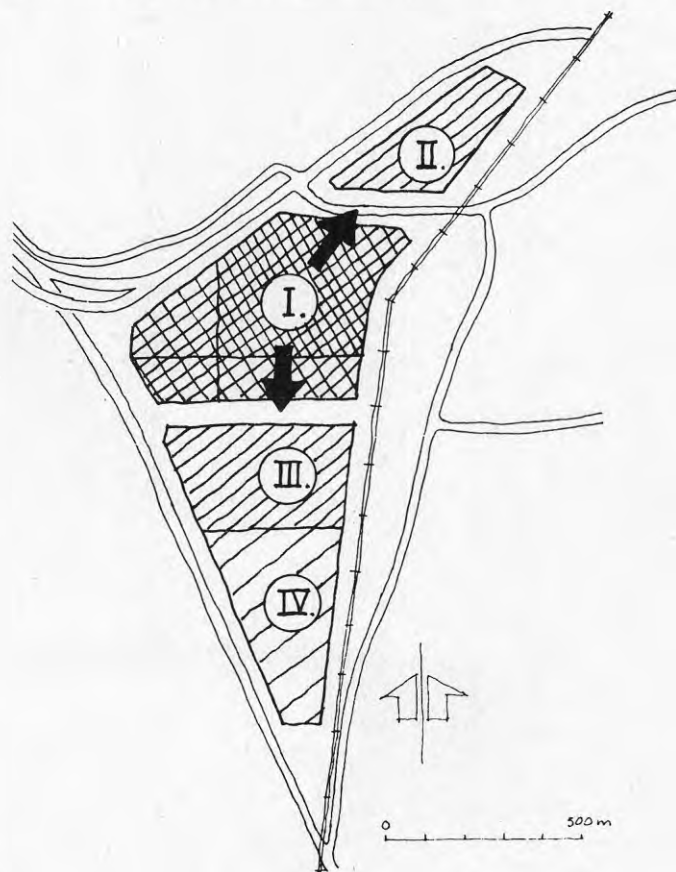
Hur osäkert en bedömning enligt ovan ändå är kan exemplifieras med följande:

Det redovisade valet av värmeförsörjningssystem ser Skrubba som en "isolerad ö" utan kontakt med omgivningen. Även fjärrvärmealternativet utgår från att omgivningen inte berörs av Skrubbas utbyggnad. Om man däremot betraktar Skrubba arbetsområde utifrån, förskjuts perspektivet. I diskussioner under forskningsprojektets senare del har Drevvikens Energiverk framfört att man skulle kunna tänka sig att se Skrubbas akvifer med eventuell knytning till sjövärmepump och utnyttjande av spillvärme som energiproducent i det totala fjärrvärmenätet. Vilka konsekvenser - tekniska, ekonomiska och miljömässiga - detta får för Tyresö och Skrubba arbetsområde kan inte avgöras med de tidigare redovisade analyserna. För detta fordras en analys av konsekvenserna för hela fjärrvärmenätet och Tyresö. Kanske talar detta ännu starkare för det valda alternativet eller också borde ett annat väljas. Systemet är dock så pass intressant att det bör studeras närmare i en förprojektering.

9. OMRÅDETS UTFORMNING MED HÄNSYN
TILL PLANFAKTORN **ENERGI**

I planläggningsarbetet ska en rad olika krav samordnas. Ofta måste lösningarna vara kompromisser av motstridiga krav.

Planfaktorn **ENERGI** reser en rad krav på utformningen av Skrubba arbetsområde. Det är givet att dessa krav måste vägas mot andra krav i planeringsprocessen. Här ska emellertid de krav som formulerats, i tidigare kapitel utifrån planfaktorn **ENERGI**, förtecknas. Meningen är att dessa ska kunna användas i fortsatt planläggningsarbete på såväl områdesnivå, kvartersnivå som för den enskilda tomten och byggnaden. Här kommer således inte kraven att vägas mot andra krav utan det är först i den egentliga planläggningen och projekteringen som detta kan göras.



Figur 9:1. Etapputbyggnad från centrum mot periferin.

9.1 Områdesutformning

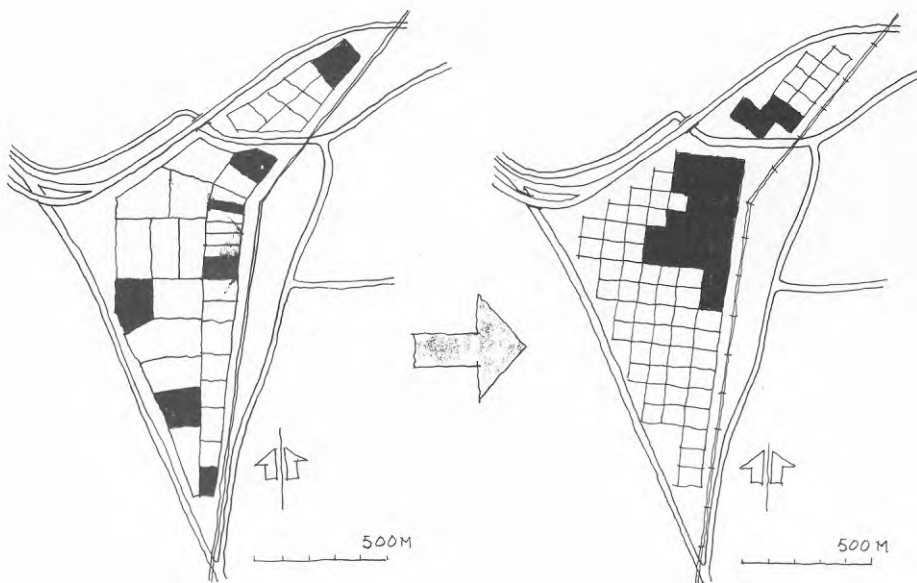
9.1.1 Etapputbyggnad

Om området förses med ett gemensamt värmeförsörjningssystem är det lämpligt att utbyggnaden av området sker från centrum mot periferin. Härigenom får systemet god ekonomi även under utbyggnaden. Den centrala delen hamnar också omedelbart intill akvifern.

9.1.2 Tomtstorlekar

Bebyggelsestrukturen måste vara tät och sammanhållen. Tätheten är i sig energisnål faktor, men tätheten gör också utbyggnaden av värmeförsörjningssystemet billigare, minskar transportarbetet etc.

Liksom andra arbetsområden kommer Skrubba att byggas ut under en lång period. För att kunna uppnå tät bebyggelsestruktur och för att få en etapputbyggnad från centrum mot periferin bör samtliga tomter vara generella och adderbara.



Figur 9:2. Tomterna ska vara generella och adderbara. Detta ger förutsättningar för en tät och därmed energisnål bebyggelsestruktur.

9.1.3 Verksamhetsfördelning

I stället för en zonindelning för olika verksamheter bör man under inflyttningsprocessen arbeta för en fördelning av verksamheterna som ger ett energisnålt arbetsområde. De generella och adderbara tomterna ger grunden för denna styrning av verksamheterna inom området. Centralt i området lokaliseras verksamheter med stor värmetetthet (kontor, partihandel, lätt tillverkningsindustri) och verksamheter som genererar mycket spillvärme (t ex tyngre industri, fryshus). Perifernt lokaliseras verksamheter med låg värmetetthet (ouppvärmda lager, utearbetsplatser etc).

9.1.4 Exploateringsgrad

De tidigare beskrivna utbyggnadsfallen (Kapitel 6) utgår ifrån en bruttoexploatering på ca 0,15 för en första etapp (norra delen). Etappens geografiska avgränsning är inte slutligt fastställd.

För enstaka kvarter eller tomter, där man t ex lokaliserar ett industrihotell eller motsvarande, kan dock exploateringen bli väsentligt högre.

Ur energihushållningssynpunkt bör exploateringsgraden vara så hög som möjligt. Detta ger förutsättningar för en tät och energisnål bebyggelsestruktur och dessutom god ekonomi i utbyggnaden av ett gemensamt värmeförsörjningssystem.

9.1.5 Vegetation

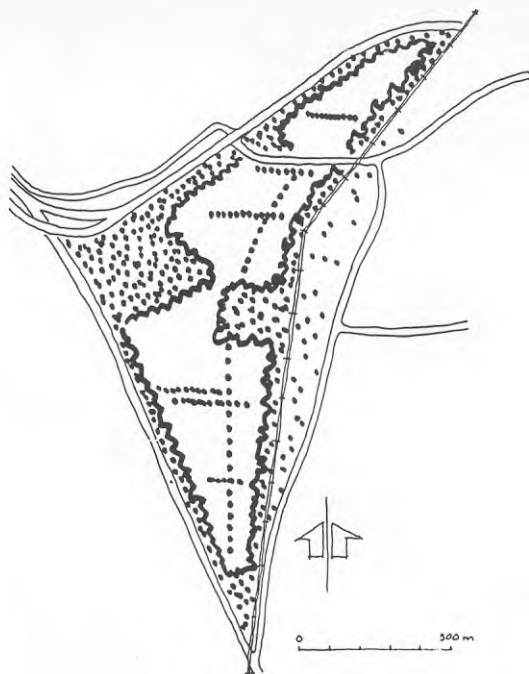
För att minska vindpåkänningen i området och förbättra mikroklimatet är det synnerligen viktigt att bevara befintlig vegetation. Eftersom vegetationen i Skrubba är mycket känslig för ingrepp, kan det bli nödvändigt med kompletteringsplantering.

Vegetationens vinddämpande effekt och påverkan på mikroklimatet kan ha stor betydelse för områdets nettoenergibehov för lokalvärme. Det är härvid viktigt att vegetationen sparas i större partier och att området delas upp med vinddämpande vegetationsbälten.

9.1.6 Vägar och parkering

Vägnätets överordnade struktur ska vara sådan att transportarbetet minimeras och en placering av husen med söderorientering underlättas.

Parkering och lastytor samordnas för flera företag. Därigenom minskar ytorna och transportarbetet.



Figur 9:3. Ursprunglig vegetation bevaras och kompletteras. Inne bland bebyggelsen utförs vinddämpande alléplanteringar. Mitt i området bevaras ett större parti av den ursprungliga vegetationen som ett centralt parkstråk i kontakt med bostäderna österut.

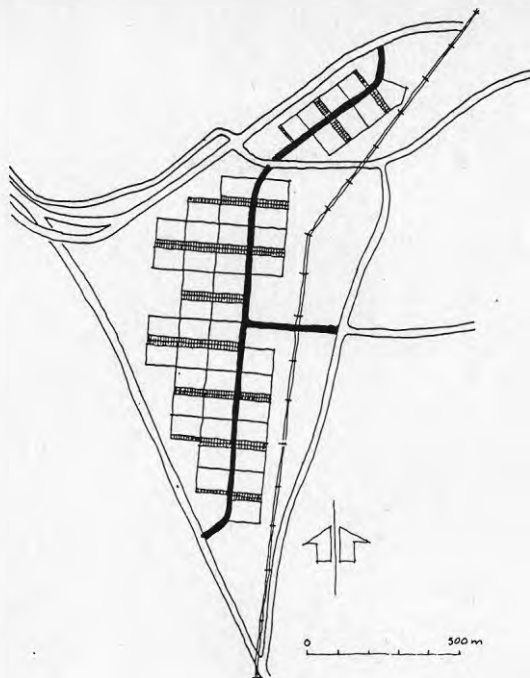
I figur 9:4 illustreras utbyggnaden av vägar och parkering enligt en generell struktur. Den nord-sydliga uppsamlingsgatan är viktig som centralt stråk i området. Dess läge och riktning medverkar också till att bebyggelsen kan söderorienteras.

De skrafferade ytorna markerar utrymme för såväl parkering som lastning och lossning. Ytorna placeras så att de kan delas av flera företag. Dessa ytor kan omvandlas till såväl I- som U-formade lokalgator.

9.1.7 Teknisk försörjning

Den nord-sydliga uppsamlingsgatan kan även vara huvudstråk för teknisk försörjning (va-nät, el, tele, processmedia och gemensamt värmeförsörjningsnät).

Det gemensamma värmeförsörjningsnätet kräver att mark för underjordisk ledning reserveras i stadsplanen. Likaså bör mark för pumpstation, akviferbrunnar och eventuella soldammar reserveras i stadsplanen.

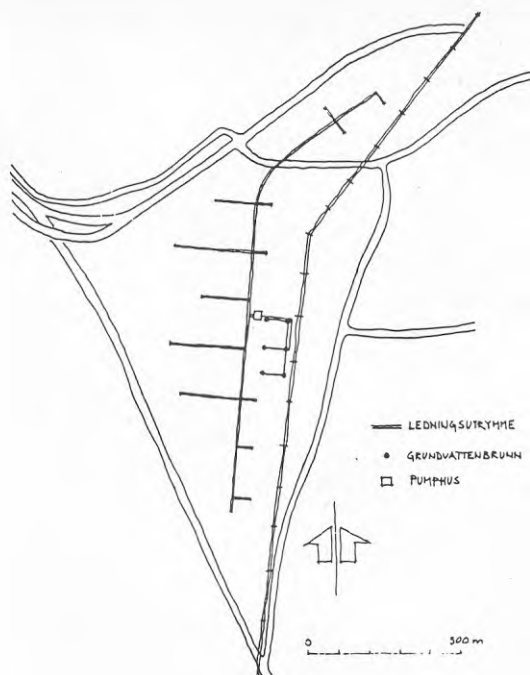


Figur 9:4. Överordnat vägnät och placering av parkering/lastnings-och lossningsytor - principskiss. (De senare kan vid en mera detaljerad studie ändras till lokalgator.)

9.2. Kvartersutformning

De enskilda kvarteren bör utformas enligt följande principer:

- Värmetät bebyggelse förläggs i anslutning till uppsamlingsgatan medan mindre värmetät bebyggelse förläggs i kvarterets inre.
- Parkerings- samt uppställningsytor samordnas för flera företag. Samordningen av anläggningarna bidrar till
 - att effektivisera ytutnyttjandet och därmed områdets exploateringsgrad,
 - att minska ledningsdragningarna och därmed distributionsförluster i ledningar samt underlätta kaskadkoppling mellan intilliggande verksamheter,
 - att bidra till ett bättre närklimat i anslutning till byggnader med vindskyddade uteplatser och gångstråk,
 - att höja trafiksäkerheten genom minskat antal tomtutsläpp på lokalgatan,



Figur 9:5. Teknisk försörjning i området. Överordnad struktur.

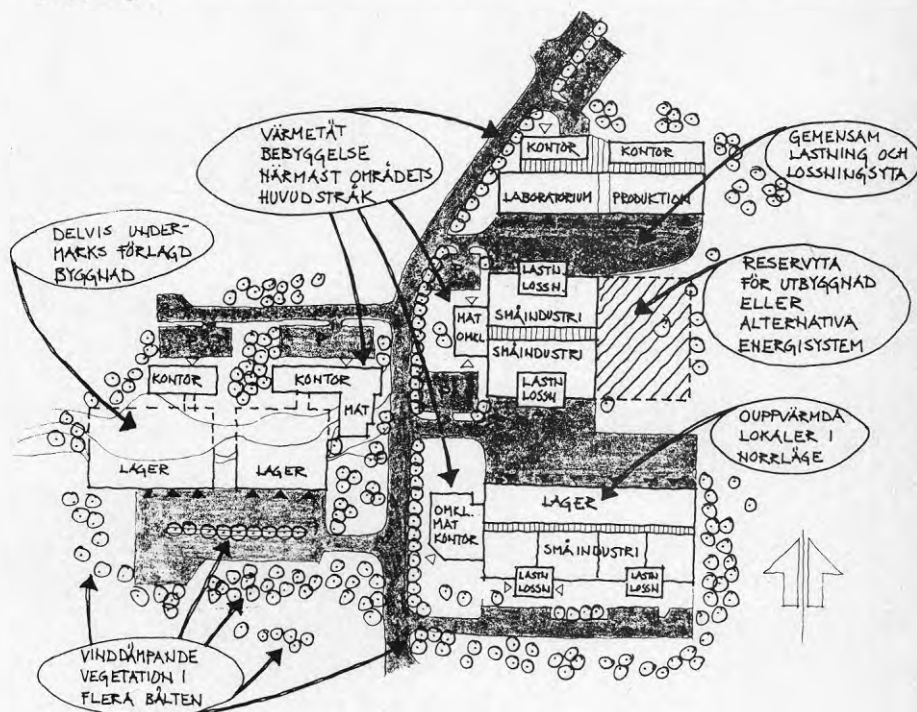
- att höja trafiksäkerheten genom minskat antal tomtutsläpp på lokalgatan.
- att minska exploateringskostnaderna genom att mindre utbyggnader av vägar och ledningar samt markarbeten erfordras.
- Ökad exponering för sol (passiv solvärme) genom att:
 - Lokalisera byggnader i terrängpartier som sluttar mot sydliga väderstreck. Det vill säga skugg-effekterna från omgivningen och framförallt bygggnader minskas.
 - Organisera byggnader av olika höjd så att skuggningseffekter minskas.
 - Orientera största möjliga fasadyta (framför allt fönsterfasader) mot sydliga väderstreck. Det vill säga instrålningen genom fönster kan nyttiggöras.
- Minskad exponering för vind genom att:
 - Utnyttja befintliga vindskyddande vegetations-skärmar och vid behov plantera nya vegetations-skärmar.

- Utnyttja vindskyddande terrängpartier.
 - Utnyttja det vindskydd som byggnaderna kan ge varandra. Till exempel kallager som skydd för en uppvärmd byggnad i den dominerande vindriktningen.
- Utrymme för alternativa energislag krävs som en beredskap för att kunna byta i en framtid då prisbild eller tillgång förändras. Det kan gälla fri tomtyta för:
 - slingor till jordvärmepump,
 - upplag för fasta bränslen och aska, körytor och ändrad pannanläggning,
 - solfångare,
 - säsongslagring av energi.

I vissa kvarter kan naturliga sluttningar utnyttjas för delvis undermarksförlagda byggnader.

I figur 9:6 redovisas uppbyggnaden enligt dessa principer för några kvarter i området.

Inom området bör någon form av industriby eller hantverkshus förläggas med generella lokaler för mindre företag.



Figur 9:6. Exempel på kvartersutformning.

9.3 Byggnadsutformning

I BILAGA 2 redovisas principer för utformning av byggnader. Principerna för en energisnål byggnadsutformning kan sammanfattas i följande punkter:

- Kompakta husformer är mest energisnåla. Detta får dock inte motverka de planmässiga, funktionella och arbetsmiljömässiga fördelar som står att vinna vid en uppdelning i flera huskroppar. De senare aspekterna kan ofta i sin tur leda till mycket mindre energi för produktion, transporter och lokalkomfort.
- Byggnader med mindre personalintensiv verksamhet kan utformas som byggnader med motfyllning mot väggarna eller undermarksbyggnader. Exempel på verksamhet i dessa byggnader är lager, förråd och produktion med begränsad bemanning.
- Passiv solenergi bör utnyttjas genom att södervända byggnaderna, genom att placera större delen av fönsterytan mot söder och genom att undvika skuggning. Man bör dock beakta risken för obehagligt hög värme sommartid.
- Passiv solenergi kan också utnyttjas genom en ännu längre driven anpassning av byggnaderna. Gårdar och gångar mellan husen kan glasas in. Därigenom minskas ytterväggsytan, varför isoleringen kan minskas där. Principen är bara tillämplig för verksamheter utan nämnvärd överskottsenergi. Även i detta fall måste man i byggnadsutformningen ta hänsyn till alltför hög värme sommartid.
- Genom att noga samordna verksamhet och byggnad kan man avgränsa t ex särskilda byggnader för kallager, särskilda ytor för verksamhet som kräver god ventilation etc. Därigenom sparas energi.
- Byggnadens konstruktion kan genom ökad isolering, täthet och värmetröghet göra byggnaden mer energisnål.
- Fönster och portar är svaga punkter i byggnadens energiskal. Genom att beakta täthet, isoleringsförmåga och öppningsfrekvens vid utformning av dessa delar kan energi sparas.
- Byggnaderna bör utformas så att de innehåller plats för företagsindividuella värmelager.

9.4 Överordnad struktur för områdets utformning - skiss

I figur 9:7 redovisas en skiss till utformning av området där de tidigare redovisade utformningsprinciperna sammanförts.

I nord-sydlig riktning löper en uppsamlingsgata med knytning till Tyresövägen i norr och Vendelsövägen i söder. Där kan den tyngre trafiken till området helt separeras från intilliggande bostadsområden. På mitten förs Bollmoravägen i en förlängning ut till denna uppsamlingsgata.

Längs uppsamlingsgatan placeras stråk för teknisk försörjning och lokalt gemensamt värmeförsörjningssystem.

I områdets centrala del är akvifern belägen. Där reserveras plats för akviferbrunnar, värmeväxlare, eventuella solvärmedammar.

Centralt i området har också ca 10 ha mark reserverats för det s k energicentrum. Eftersom energicentrum bl a har en inriktning mot konferenser, utbildning o dyl och för att ge en bra koppling till intilliggande bostäder, har också utrymme för en mindre motionsanläggning reserverats. Den kan kombineras med ett motionsspår i den vegetationszon som omger arbetsområdet. Därtill kan t ex ett mindre utomhusbad kombineras med test av solfångarteknik.

Gång- och cykelvägsnät byggs ut längs uppsamlingsgatan och från Bollmora in i Skrubba arbetsområde.

Så stor del som möjligt av befintlig vegetation sparas och även kompletterande plantering utförs.

Bruttoexploateringen är ca 0,15. Beräknat på att samtliga hus byggs ut i en våning. Skulle t ex andelen kontorshus bli större, blir exploateringstalet större.

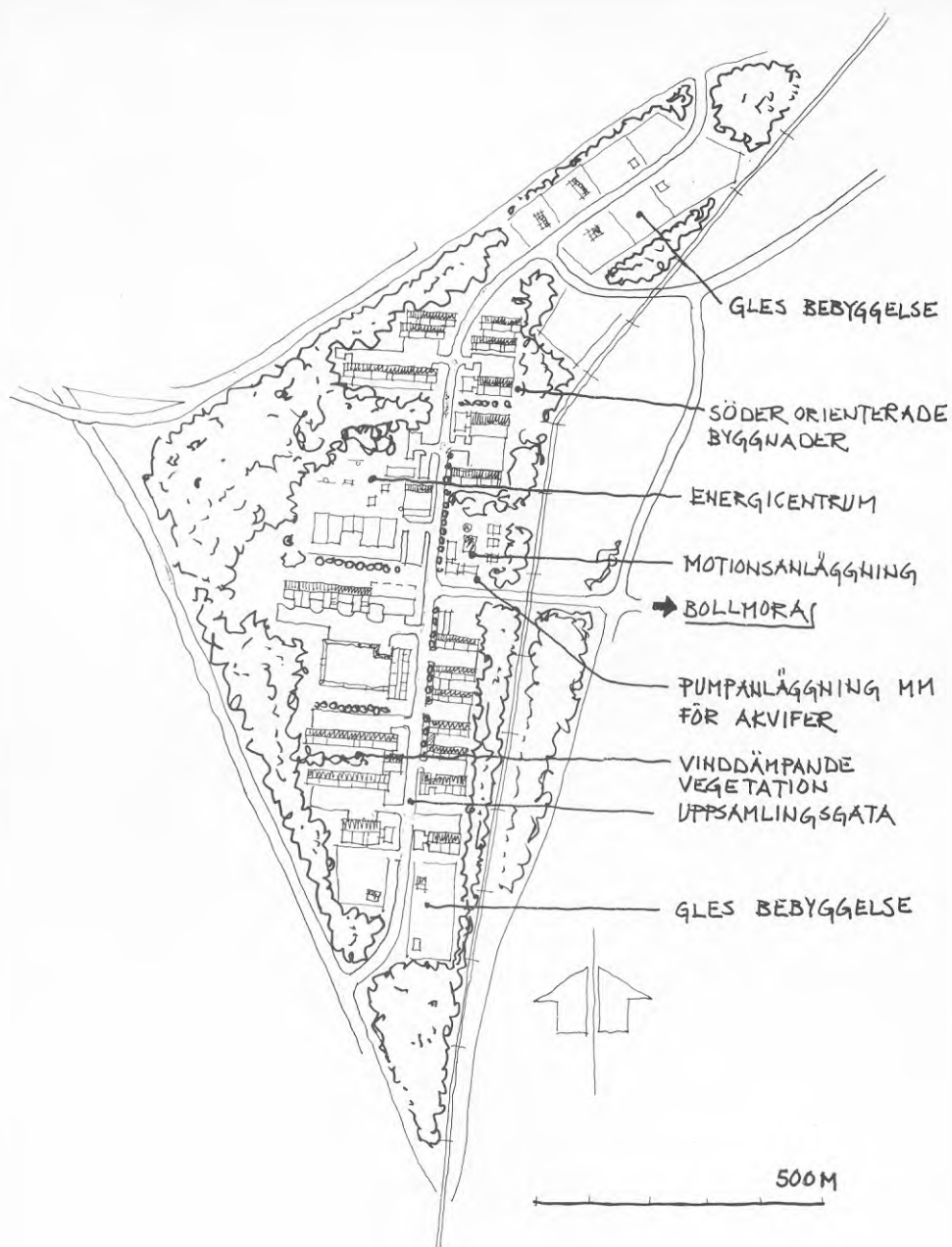
9.5 Fortsatt planläggningsarbete

I det fortsatta arbetet mot en färdig områdesplan måste hänsynen till övriga planfaktorer vägas mot planfaktorn ENERGI.

Med hänsyn till energihushållning är det viktigt att ta hänsyn till:

- verksamhetssammansättning,
- exploateringsgrad,
- tomtstruktur,
- samverkansformer,
- transporter,
- värmeförsörjningssystem.

Alla dessa faktorer är inbördes beroende. Samtliga är också av synnerligen stor betydelse, då områdets energibehov och möjligheter till energihushållning läggs fast. Endast till viss del är dessa planeringsförutsättningar låsta till följd av natur, miljö, ekonomi och marknadsförutsättningar. I övrigt förutsätter de till stor del politiska ställningstaganden, t ex



Figur 9:7. Skrubba arbetsområde - skiss till områdesplan med hänsyn till planfaktorn ENERGI.

"Skrubba arbetsområde skall ha en energisnål bebyggelse"

"Verksamhetssammansättningen skall ge förutsättningar för ett energisnålt område"

"Tomtstruktur och exploateringsgrad skall väljas så att förutsättningar för ett energisnålt och billigt värmeförsörjningssystem ges."

Ovanstående "uttalanden" är endast exempel! Meningen är att visa att det inte räcker med naturgivna eller tekniska förutsättningar. Att bygga upp ett arbetsområde med energisnål inriktning kräver från början en uttalad vilja om hur området ska gestaltas och utvecklas.

9.5.1 Kontakt med företag

När områdesplan antagits och arbetet med formella stadsplaner påbörjats, är det lämpligt att kontakt etableras med företag som är intresserade av en etablering i Skrubba.

På så sätt kan arbetet med detaljplaner slutföras parallellt med företagens inledande plan- och projekteringsarbete. (Detta beskrivs närmare, sett ur företagets synvinkel, i kapitel 12.)

Till viss del bör kommunen kunna lämna företagen råd och stöd beträffande ett energisnålt byggande.

9.5.2 Organisation och huvudmannaskap

I samarbete kommun - företag och mellan Stockholms och Tyresö kommuner bör också organisation och huvudmannaskap för t ex värmeförsörjningssystem, upplåtelseformer och energicentrum prövas närmare.

Sannolikt är att olika delsystem kräver olika organisation och huvudmannaskap.

9.5.3 Etapputbyggnad

Först efter det att ett mer detaljerat samarbete upprättats med företag som avser att etablera sig i området kan detaljerna i etapputbyggnaden preciseras.

Då kan också en tidsindelning av de olika etapperna göras, liksom beslut om utbyggnadstakt.

DEL III KOMMUNENS PLANERINGSARBETE

- Kapitel 10. Planfaktorn ENERGI i kommunövergripande planer
 - 10.1 Regionala energiplaner
 - 10.2 Regionala sysselsättningsplaner och kommunala näringslivsprogram
 - 10.3 Kommunal energiplan
 - 10.4 Kommunöversikt/markanvändningsplan
 - 10.5 Övriga utredningar och planer

- Kapitel 11. Kommunal planering av arbetsområden med hänsyn till planfaktorn ENERGI
 - 11.1 Verksamhetsstruktur
 - 11.2 Områdesutformning
 - 11.3 Produktionsutformning
 - 11.4 Byggnadsutformning
 - 11.5 Värmeförsörjningsprogram
 - 11.6 Samband och komplexitet - energiomsättning
 - 11.7 Organisation och genomförande
 - 11.7.1 Ansvarfördelning
 - 11.7.2 Samverkansmodeller
 - 11.7.3 Kommunens stöd till företagen

10. Planfaktorn ENERGI i kommun- övergripande planering

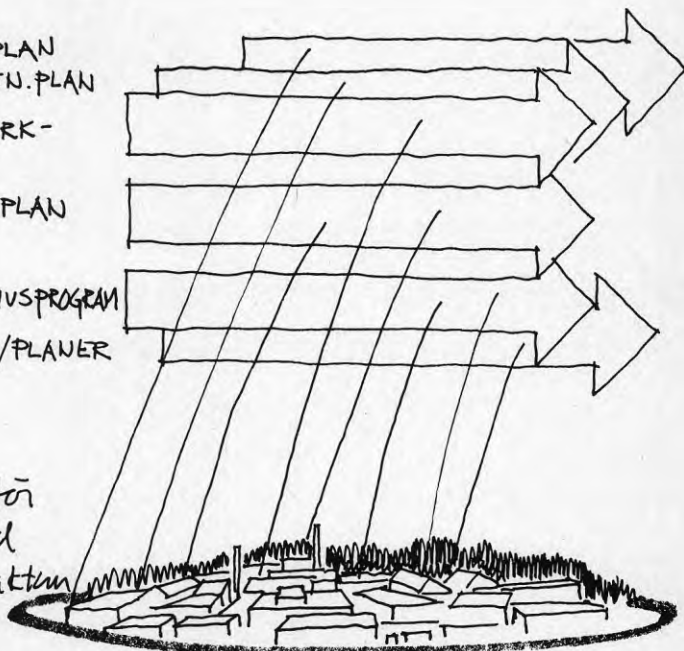
Exemplet Skrubba har visat att planfaktorn ENERGI vid planering av arbetsområden måste vara samordnad med övrig kommunal planering (se figur 10:1). Omvänt måste också dessa planer och utredningar uppmärksamma det som är av betydelse för utbyggnad av ett arbetsområde med hänsyn till planfaktorn ENERGI.

För att planeringen av ett arbetsområde ska kunna ta hänsyn till planfaktorn ENERGI måste den beaktas i:

- regionala energiplaner,
- regionala sysselsättningsplaner,
- kommunal energiplan,
- kommunalt näringslivsprogram,
- kommunöversikt/markanvändningsplan,
- andra utredningar och planer av betydelse för planfaktorn ENERGI.

- REGIONAL ENERGIPLAN
- REGIONAL SYSSLESÄTTN.PLAN
- KOMMUNÖVERSIKT/MARK-
ANVÄNDNINGSPLAN
- KOMMUNAL ENERGIPLAN
- KOMMUNALT NÄRINGSLIVSPROGRAM
- ÖVRIGA UTREDNINGAR/PLANER

OMRÅDESPLAN för
arbetsområde med
hänsyn till planfaktorn
ENERGI.



Figur 10:1. Samordning mellan olika planområden med hänsyn till planfaktorn ENERGI vid planeringen av ett arbetsområde. Principskiss.

Här följer en kort beskrivning av de olika planeringsområdena med hänsyn till planfaktorn ENERGI.

10.1 Regionala energiplaner

I regionala energiplaner definieras regionens energiförsörjningssystem i övergripande termer som resurser (t ex torvtäcker, fjärrvärmenät eller annan energiförsörjning viktig infrastruktur), behov (t ex värmebehov, behov av elenergi och utbyggnad av infrastruktur) och närhetsfördelar (energikombinat).

Planeringen och utbyggnaden av det enskilda arbetsområdet måste fogas in i detta överordnade mönster.

10.2 Regionala sysselsättningsplaner och kommunala näringslivsprogram

Arbetsrådets utbyggnad ger regionen ett nytt sysselsättningsmönster. I dessa planer läggs det enskilda arbetsrådets verksamhetsstruktur/typ av sysselsättning fast. Det är viktigt att dessa beslut värderas ur energisynpunkt. Det gäller framför allt:

- energiomsättning med hänsyn till verksamhetsstruktur (jfr kapitel 6),
- kombinat av verksamheter med hänsyn till planfaktorn ENERGI (kaskadkoppling),
- energibehov med hänsyn till förändrade transporter. Samma frågor bör beaktas i kommunala näringslivsprogram.

I det kommunala näringslivsprogrammen är det också möjligt att beakta det lokala näringslivets expansionsmöjligheter och framtidsbilder. Ur detta kan slutsatser om energikonsekvenser dras.

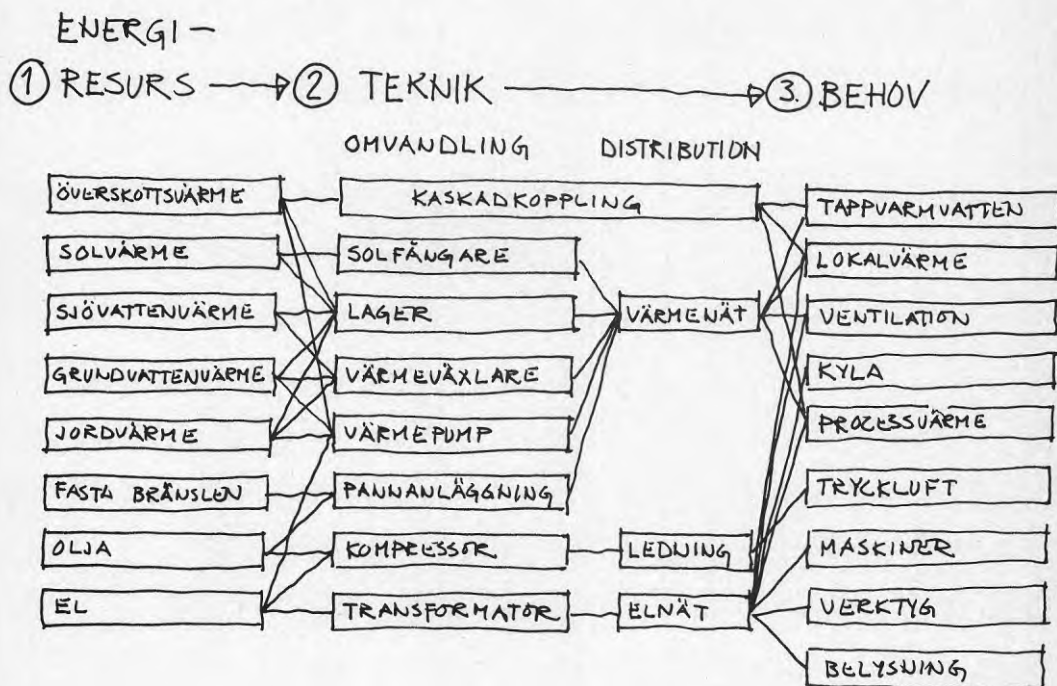
10.3 Kommunal energiplan

I lagen om kommunal energiplanering anges att kommunerna har ansvar för energiplaneringen och ska verka för en säker och tillräcklig energitillförsel¹⁾. Enligt riksdagsbeslut ska dessutom en oljeersättningsplan finnas i alla kommuner fr o m 1 juli 1982. Arbetsplatser och industrier intar en särställning i dessa planer genom att dels generera överskottsvärme dels vara stora energianvändare.

För den typ av arbetsområde som Skrubba representerar visar dessa studier att lokalerna - om de byggs enligt SBN:80 - kräver lite energi uppvärmning. Detta behov reduceras ytterligare om produktionsutrustningen genererar mycket överskottsenergi. Tvärtom kan då området ses som en resurs med överskottsvärme till andra energianvändare.

Sambandet mellan energiresurser (lokala och externa) med inriktning på ett arbetsområde beskrivs i figur 10:2. I en kommunal energiplan måste alla dessa aspekter prövas för ett arbetsområde. Verksamhetssamman-

sättningen i området är därvid helt avgörande för såväl den genererade överskottsvärmen, vilka andra energiresurser som utnyttjas, vilken teknik för omvandling och distribution som används och vilka behov av energi som finns i området. Eftersom verksamhets-sammansättningen oftast är i det närmaste helt okänd för ett arbetsområde under planering blir denna uppgift svår.



Figur 10:2. Samband energiresurser, energiteknik och energibehov med inriktning på lätt industri. Principskiss.

10.4 Kommunöversikt/markanvändningsplan

Lokala energiresurser som står till förfogande för ett enskilt arbetsområde avgränsas i fysisk planering. Det kan röra sig om utnyttjande av:

- sjövattnenvärme, grundvattnenvärme, jordvärme, vedråvaror, biomassa, vindenergi och solvärme,
- jordvärme,
- vedråvara,
- biomassa,
- vindenergi,
- solvärme.

Avgränsning av yta för att kunna utnyttja dessa resurser görs i den fysiska planeringen. Översiktligt

i kommunöversikt/markanvändningsplan och mera detaljerat i områdesplan respektive detaljplan (stadsplan). Typ av avgränsningar kan vara:

- vattendom för utnyttjande av sjövattnenvärme,
- reservat för brunnar till grundvattenmagasin,
- reservat för ledningsnät (u-område),
- reservat för upplag av fasta bränslen,
- reservat för fastbränsleanläggning,
- reservat för solfångare och därtill hörande energilager.

Behovet av reservat, för den ena eller andra typen av anläggning måste avgöras från fall till fall. Tidsperspektivet - när en teknik är intressant att etablera - måste också vägas in.

10.5 Övriga utredningar och planer

En rad andra utredningar och planer är av betydelse för hur planfaktorn ENERGI behandlas i fysisk planering. Det gäller alltså att ta fram ett kunskapsunderlag för den fysiska planeringen. Det har påpekats i flera rapporter och undersökningar att såväl metod kunskap, beräkningsparametrar som genomförda försök, med denna inriktning, saknas inom en rad områden²⁾. En del beräkningsmetoder finns framtagna för planfaktorn ENERGI vid bebyggelseplanering med inriktning på bostadsområden³⁾. Det finns också möjlighet att testas olika alternativ och utbyggnadsstrategier för värmeförsörjningssystem med hjälp av dator (se kapitel 8)⁴⁾.

De områden som bör studeras närmare ur energisynpunkt, inför den samlande fysiska planeringen, är t ex:

- geologi och hydrologi - för att få svar på frågan om det finns grundvattenmagasin eller andra lokala energikällor på platsen,
- mikroklimat - förhärskande vindriktningar och styrka, kallluftssjöar etc,
- vegetation - vad kan sparas, kompletteringar, energibesparande effekter för bebyggelsen, lönsamhet,
- transportenergibehov - som följd av bebyggelsestrukturen,
- uppvärmningssystem - alternativstudier, teknikkraV, förutsättningar och ekonomi.

Andra planer och utredningar som bör påverka utformningen av det enskilda arbetsområdet är t ex kommunens verksamhetsplaner för olika förvaltningsområden (energi, fastighet, teknisk försörjning och gator) och kommunala "framtidsscenarios".

11. KOMMUNAL PLANERING AV ARBETSOMRÅDEN MED HÄNSYN TILL PLANFAKTORN **ENERGI**

Vid kommunens planering av det enskilda arbetsområdet är det en rad faktorer som måste prövas med hänsyn till planfaktorn ENERGI. Dessa faktorer kan delas in i följande grupper:

- verksamhetsstruktur,
- områdesutformning,
- produktionsutformning,
- byggnadsutformning,
- värmeförsörjningssystem.

Dessa grupper avgör tillsammans områdets energiomsättning, vilken i sin tur bestämmer nettoenergibehovet för området (se figur 11:1). Grupperna av faktorer är också sinsemellan beroende av varandra. Så blir t ex områdesutformningen avgörande för vilket värmeförsörjningssystem som väljs och värmeförsörjningssystemet påverkar också områdesutformningen.

Genom att ändra förutsättningarna i en grupp (t ex ökad isolering) påverkas inte bara energiomsättningen och nettoenergibehovet utan också förutsättningarna för val av värmeförsörjningssystem.

Kommunen kan genom sin fysiska planering, exploateringsavtal, kontrakt och organisationsuppbyggnad för området mer eller mindre påverka dessa faktorer.

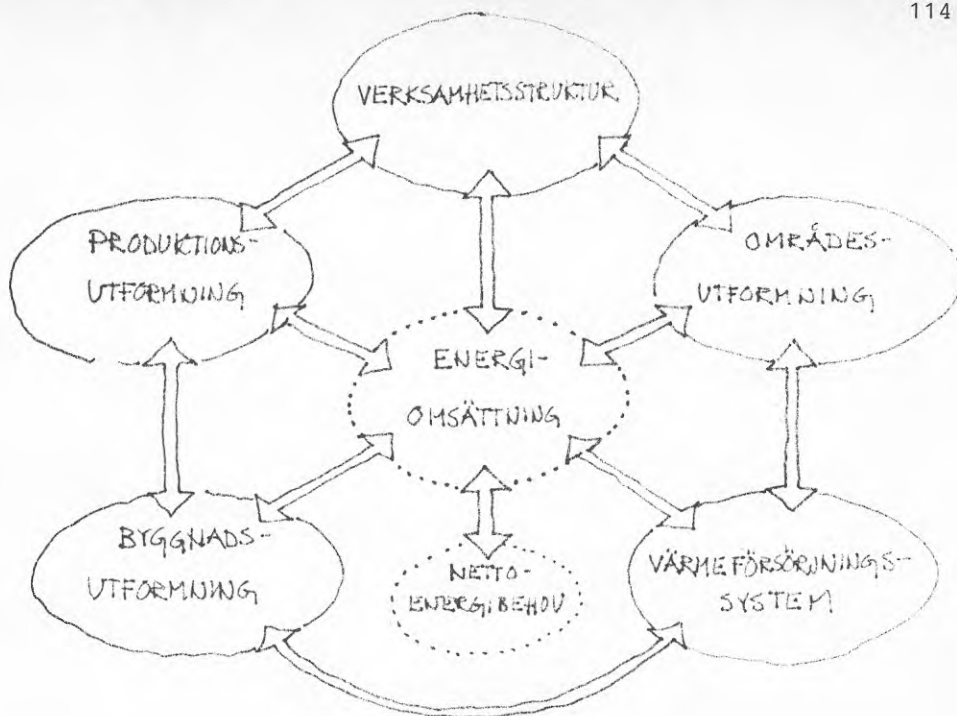
11.1 Verksamhetsstruktur

Som tidigare noterats avgörs en stor del av områdets verksamhetsstruktur på regional och central lokal nivå, i övergripande planer. En stor del av styrningen ligger dock utanför kommunens möjligheter till påverkan genom att företagen väljer sin etablering själva.

Till viss del kan kommunen styra verksamhetsstrukturen genom:

- tomtstorlekar,
- restriktioner för vissa störningar,
- tillgänglig infrastruktur (vägar, järnvägar, teknisk försörjning etc).

I figur 11:2 visas skillnaden i energiomsättning mellan att bygga ut hela Skrubba arbetsområde med lätt industri respektive kontor. Diagrammet bygger på värden framtagna i kapitel 6.4.



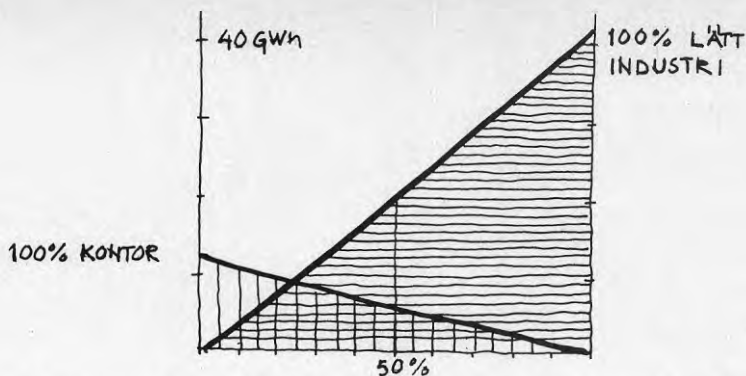
Figur 11:1. Sambandet mellan olika grupper av åtgärder riktade mot ett arbetsområde. Man kan inte göra en förändring i systemet utan att hela systemet påverkas.

Det är således av avgörande betydelse att kunna påverka verksamhetsstrukturen, om man vill kunna påverka områdets energiomsättning.

Ur energihushållningssynpunkt kan det vara värdefullt att försöka få en blandad verksamhetsstruktur i ett arbetsområde. Då kan man få verksamheter som genererar överskottsenergi nära intill andra som kan använda överskottsenergin.

11.2 Områdesutformning

Verksamhetsstrukturen påverkar områdets utformning och bebyggelsestruktur och därmed energiomsättning. Områdesutformningen med hänsyn till planfaktorn ENERGI styrs också av en rad områdesgivna förutsättningar t ex:



Figur 11:2. Skillnader i energiomsättningen i Skrubba beroende på verksamhetsstruktur.

- lokalklimat,
- topografi,
- möjlighet till undermarksbyggande,
- vegetation,
- läge för lokala energikällor,
- typ av lokala energikällor,
- omgivning (bebyggelse, fjärrvärme etc).

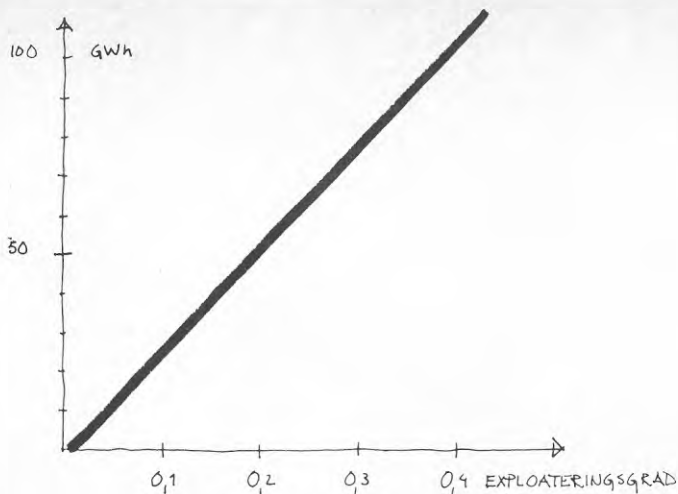
Detaljerade anvisningar för utformningsprinciper med hänsyn till planfaktorn ENERGI beskrivs i bilaga 2.

Genom områdesutformningen kan också bebyggelsens täthet och exploateringsgrad påverkas. Såväl tätheten som exploateringsgraden är av stor betydelse för energiomsättningen. I figur 11:3 redovisas hur energiomsättning varierar för olika exploateringsgrad i Skrubba (verksamhet: lätt industri). Områdets täthet och bebyggelsestruktur påverkas också av utbyggnadsordning liksom tomternas generalitet och adderbarhet. Det är viktigt att tomternas utformning och etappindelning kan ge en tät bebyggelsestruktur under den relativt långa tid som ett arbetsområde byggs ut. Därigenom minskar vindpåkning och lokalklimatets påverkan på uppvärmningsbehovet samtidigt som förutsättningarna för ett gemensamt värmeförsörjningssystem blir bättre.

11.3 Produktionsutformning

Hur produktionen utformas är till största delen en intern företagsåtgärd. Samtidigt är produktionsutformningen av stor betydelse för såväl byggnadsutformningen, verksamhetsstrukturen som energiomsättningen och därmed indirekt av stor betydelse för kommunens planering.

Genom ändrad teknik kan stora ändringar ske vad gäller t ex:



Figur 11:3. Exploateringsgrad och energiomsättning för lätt industri i Skrubba. (Hela området utbyggt med lätt industri grp B!) Energibehov enligt avsnitt 6.4.

- personalbehov,
- uppvärmningsbehov,
- behov av transportenergi,
- behov av mediaförsörjning,
- störningar.

Därför måste kommunen ha god kunskap om utvecklingen av företagens teknik för produktion, för att kunna ta hänsyn till planfaktorn ENERGI. I själva planeringsprocessen är det viktigt att man, så tidigt som möjligt, utvecklar ett bra samarbete med företag som ämnar etablera sig i området (se även figur 3:7).

Förändringar med inriktning på produktionen som kan påverka områdets energiomsättning är t ex:

- Automatisering. - Mer energi till produktionen, minskad för lokalkomfort och ändrade drifttider.
- Produktion med begränsad bemanning (PBB). - Minskad energi till lokalkomfort.
- Effektivare lagerteknik. - Minskad lokalvolym, minskat behov av uppvärmning och möjlighet till högre exploatering.
- Förändrade produktionstekniker. - Kräver mer kvalitativt högvärdig energi, ger mindre spillvärme, möjlighet till kaskadkoppling etc.
- Ökad datorisering av kontor. - Ställer krav på kylning.

11.4 Byggnadsutformning

Byggnadsutformningen är avhängig såväl produktionsutformningen som områdesutformningen och värmeförsörjningssystemets uppbyggnad.

För att styra området mot en energisnål struktur kan kommunen i samarbete med företagen beakta en rad faktorer vid byggnadsutformningen. De är t ex:

- På områdes- och stadsplanenivå:
 - byggnadernas orientering. - Långa fasader mot söder,
 - byggnadernas placering i terrängen. - Undvika kallluftsjöar, utnyttja södersluttningar, undermarksbyggnad etc,
 - byggnadernas form. - Hushöjd och skuggning, portplacering och vindpåverkan.
- Vid byggnadslovsgivning och därtill kopplad rådgivning m m:
 - isolertjocklek,
 - värmeåtervinning; värmeförsörjningssystem,
 - fönsterplacering, fönsterutformning,
 - utformning av portar och entréer,
 - planlösning; avgränsning av kalla utrymmen (för-råd) och störande utrymmen med höga krav på ventilation (punktutsug etc).

11.5 Värmeförsörjningssystem

Kommunen har en mycket viktig roll vid val av värmeförsörjningssystem. Genom att upprätta planer för värmeförsörjningen i kommunen kan kommunen bestämma vilken typ av värmeförsörjning den enskilde fastighetsägaren får ha. Detta kan gälla beslut om anslutning till fjärrvärme. Den typ av arbetsområden som Skrubba representerar är oftast lokaliserade så och har en sådan gles bebyggelsestruktur att fjärrvärmeutbyggnad är tveksamt.

Att bygga upp ett lokalt värmeförsörjningssystem som bygger på lokala energikällor (grundvatten, sjövattnvärme, spillvärme eller dylikt) kan ställa sig lönsamt (se kapitel 8). Även för en sådan utbyggnad ankommer det på kommunen att i tid pröva möjligheterna genom

- inventering av lokala energikällor och deras storlek,
- analyser av behov - måste vägas mot energisnål byggnads- och områdesutformning och överskottsvärme till lokalerna,
- prövning av systemsamband, t ex överskottsvärme, kylbehov, grundvattnvärme,

- val och utformning av teknik,
- markbehov, lämpliga ledningsstråk etc,
- utbyggnadsstrategier, möjliga teknikförändringar och tekniksamband vägt mot utveckling av energibehovet, etapputbyggnad

11.6 Samband och komplexitet - energiomsättning

Som framgår av figur 11:1 finns det ett komplext samband mellan de olika grupperna av åtgärder. En åtgärd inom en grupp kan få konsekvenser inom alla de andra.

Genom en mer eller mindre intensiv satsning på energisnål byggnads-, produktions-, områdes- och värmeförsörjningssystem kan energiomsättningen påverkas och därmed också nettoenergibehovet.

Att pressa nettoenergibehovet genom åtgärder kopplade till en grupp, t ex byggnadsutformning, kan leda till att man måste välja t ex ett värmeförsörjningssystem som är mindre fördelaktigt totalt sett. Det kan således vara en fördel att t ex välja en mindre energisnål byggnadsutformning, om man samtidigt kan välja det mest lönsamma värmeförsörjningssystemet. Planering med hänsyn till planfaktorn ENERGI kräver att kommunen tillämpar en planering som bygger på ett successivt passningsförfarande mellan olika delsystem.

Att enbart se till ett så lågt nettoenergibehov som möjligt är en alltför snäv deloptimering som kan få konsekvenser i andra delsystem, t ex alltför höga exploaterings- eller byggkostnader eller dålig arbetsmiljö. Planfaktorn ENERGI är en av flera faktorer att ta hänsyn till.

11.7 Organisation och genomförande

Energihushållning i ett arbetsområde är när det gäller värmeförsörjning, områdesutformning, verksamhetsstruktur och byggnadsutformning i stor utsträckning beroende av en sammanhållande organisation. Även då det gäller att genomföra olika energibesparande åtgärder liksom mera svårgripbara beteendefrågor är det viktigt med en gemensam organisation.

11.7.1. Ansvarsfördelning

Kommunen har - liksom vid tillskapande av andra områden - ett övergripande och samordnande ansvar.

Vid uppbyggnaden av ett arbetsområde där planfaktorn ENERGI beaktats och inordnats i en rad delsystem

måste detta ansvar fördjupas. Det kan t ex röra sig om att utveckla energisnål bebyggelse, tillvarata lokala energikällor eller utveckla en energimedvetenhet bland företagarna i området. Kommunen har ett ansvar för att initiera, utveckla och stödja detta arbete.

För att kunna bygga upp området och verksamheten med hänsyn till planfaktorn ENERGI krävs också en medvetenhet hos företagarna. Det kan röra sambandet energisnål produktion - energisnål bebyggelse, val av värmeförsörjningssystem eller gemensam distribution av varor för att spara transportenergi.

11.7.2 Samverkansmodeller

Det är inte ovanligt att företag inom samma arbetsområde har någon form av gemensam organisation. Den kan ha till uppgift att gemensamt ordna hälsovård, lunchrestaurang eller den yttre miljön. Ibland har den endast till uppgift att gemensamt företräda företagen gentemot kommunen, kringboende m fl.

Hänsyn till planfaktorn ENERGI kräver ofta gemensamma lösningar och kravet på en väl fungerande gemensam organisation blir då större.

Organisationen kan byggas upp efter flera olika modeller:

- förening,
- stiftelse,
- samfällighet,
- bostadsrätt,
- bolag.

Samfällighet eller bostadsrätt har flera fördelar. Båda kan byggas upp på ett sådant sätt att de inkluderar flera olika frågor - däribland energifrågor - utan att de juridiskt är kopplade till det enskilda företags verksamhet. Samfälligheten kan formos som en energisamfällighet t ex runt en gemensam energiproduktions- eller -distributionsanläggning. Bostadsrättsmodellen omfattar byggnaden.

De två samverkansmodellerna kan komplettera varandra inom ett arbetsområde. I figur 11:4 beskrivs denna samverkan.

Hur samfälligheten respektive bostadsrättsföreningen exakt byggs upp måste utgå från de rådande förutsättningarna i respektive område.

11.7.3 Kommunens stöd till företagen

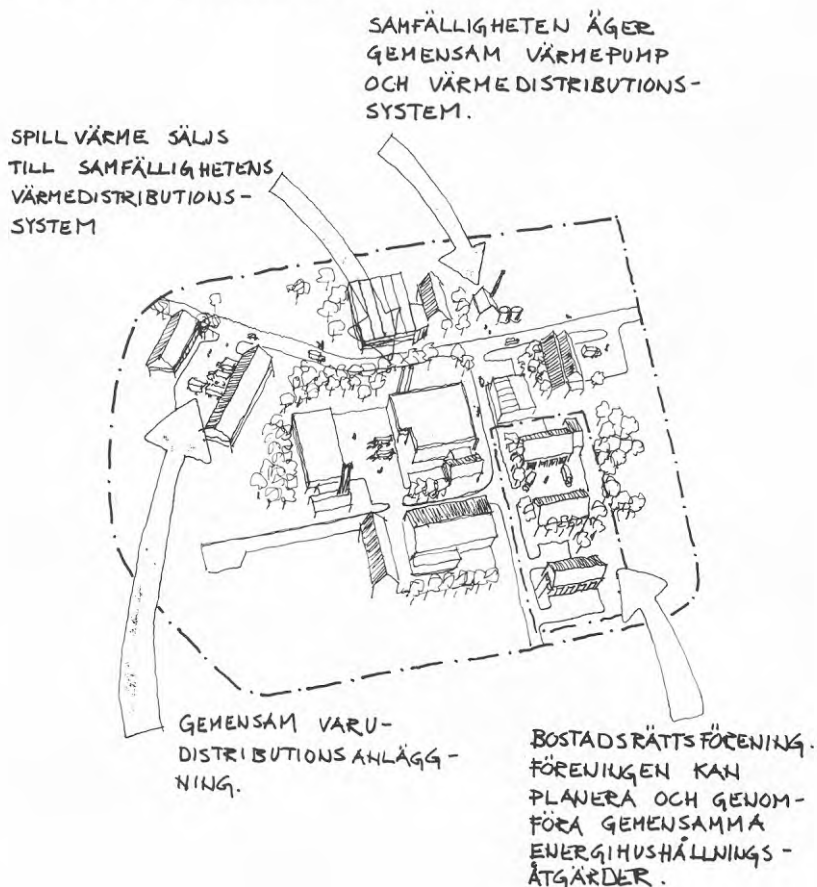
Förutom att kommunen medverkar till uppbyggnaden av samfällighet och/eller bostadsrättsförening kan man ge företagen ytterligare stöd med syfte att nå energisnåla lösningar.

Följande åtgärder kan vara motiverade:

Information till företagen om energihushållningsåtgärder, samspelet värmeförsörjning överskottsenergi i produktionen, energihushållningsidéer för hela området, organisation för att spara energi osv.

Handbok som beskriver intentionerna i området, lämpliga åtgärder för att spara energi genom byggnad, anläggningsteknik, produktion eller gemensamt agerande. Handboken kan delvis utgå från bilaga 2 i denna rapport.

Projekteringshjälp. Kommunen bör även kunna ge projekteringshjälp till intresserade företag. Under själva projekteringen fattas en rad beslut som rör energihushållning i byggnaden. Genom att kommunen deltar kan dessa beslut ställas i relation till överordnade energimål.



Figur 11:4. Samfällighet och bostadsrättsförening i ett arbetsområde. Exempel på arbetsuppgifter. Bostadsrättsföreningen omfattar ett mindre område inom samfälligheten.

DEL IV UTFORMNING, PLANERING OCH PROJEKTERING I
 FÖRETAGEN MHT PLANFAKTORN ENERGI

- Kapitel 12 Utformning, planering och projektering
 12.1 Utformningsprinciper och lösningar
 12.2 Planerings- och projekteringsförloppet
 12.2.1 Stragetisk företagsutveckling
 12.2.2 Förundersökning
 12.2.3 Förstudie
 12.2.4 Förslagsskede
 12.2.5 Detaljskede
 12.2.6 Genomförande

12. UTFORMNING, PLANERING OCH PROJEKTERING

12.1 Utformningsprinciper och lösningar

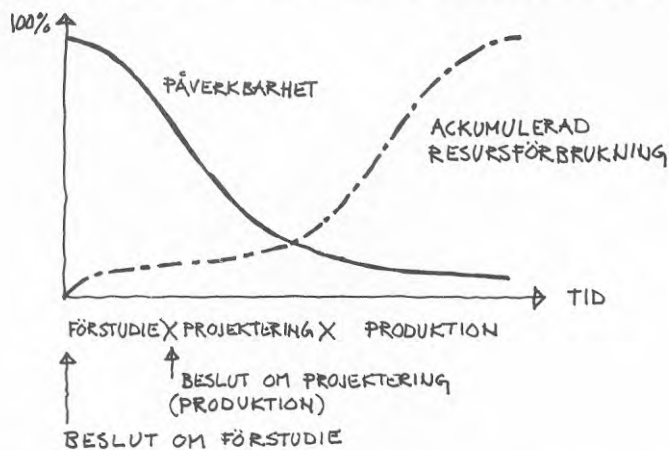
Även vid utformningen av den enskilda arbetsplatsen med hänsyn till planfaktorn ENERGI råder ett komplext samspel mellan produktion/verksamhet, utrustning, värmeförsörjning, byggnad, layout, arbetsmiljö, transporter och yttre miljö.

Utformningen för varje arbetsplats måste därför bli unik mht de speciella förutsättningar som råder där. Därför är det svårt att ge generella anvisningar för hur arbetsplatserna ska formas. I bilaga 2 ges en rad råd och exempel på utformning mht planfaktorn ENERGI. Avsikten är att bilagan ska kunna tjäna som inspirationskälla för det enskilda företaget. På sikt borde bilagan kunna utvecklas till en "handbok" för företagare för utformning av arbetslokaler mht till energiaspekten.

I det fortsatta ska här beskrivas hur energifrågorna¹⁾ kan inordnas i företagets planering och projektering¹⁾.

12.2 Planerings- och projekteringsförloppet

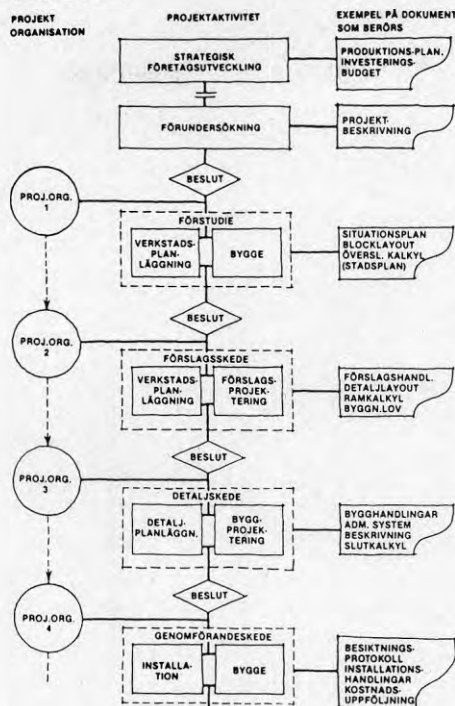
Beslut som rör företagets energiomsättning fattas vid olika tillfällen i planerings- och projekteringsförloppet. Det är viktigt att energibesluten kommer in i rätt skede på samma sätt som andra resursallokeringsbeslut för att de faktorer som styr energiomsättningen fortfarande ska vara påverkbara (se figur 13:1).



Figur 12:1. Möjligheterna att påverka ett byggprojekt avtar snabbt. Källa: Cepro AB.

I figur 12:2 redovisas de projektaktiviteter som förekommer i ett industriplanläggningsprojekt.

För de projektaktiviteter som beskrivs där noteras i följande avsnitt den huvudsakliga arbetsgången och de aspekter som bör uppmärksammas ur energihushållningssynpunkt.



Figur 12:2. Översikt över projektaktiviteter som kan förekomma i ett industriplanläggningsprojekt. Källa: Planläggnings- och projekteringsförloppet vid industrianläggningars utformning. Mekan publikation 84001.

12.2.1 Strategisk företagsutveckling

Företagets strategi för utveckling och långsiktig framförhållning bestäms av marknadsefterfrågan i förhållande till samhällsutvecklingen och den tekniska utvecklingen i företags omvärld.

Man kan urskilja flera delsystem i företags strategi för företagsutveckling:

- . produktmix,
- . produktionssystem,
- . materialadministration,
- . informationssystem,
- . arbetsorganisation,
- . mark, byggnader och anläggningar.

Det är framför allt inom delsystemet "mark, byggnader och anläggningar" långsiktiga beslut som rör energifrågor kommer in. Men även inom de andra delsystemen kan avgörande förutsättningar för energianvändningen läggas fast. Några exempel!

Produktmix

Vad företaget tillverkar, vilka råvaror man använder och vilken fördelning man har mellan olika produkter kan vara avgörande för vilka energiresurser man behöver sätta in. Genom att byta material i en produkt eller detalj till en produkt kan energi sparas.

Produktionssystem

Automatiseringsgrad och de processmedia som väljs till systemet kan ha stor betydelse för energiomsättningen. Omfattande automatisering gör det möjligt att bygga upp ett tätare produktionssystem, varför behovet av uppvärmd lokalyta minskar. Förändring av bearbetningsutrustning kan öka verkningsgraden (man utnyttjar energin bättre) och ge möjligheter att använda mindre energikrävande processmedia.

Materialadministration

Genom ökad materialomsättning kan tillgängliga produktionsresurser utnyttjas bättre. Uttrycket i energitimer ökar verkningsgraden.

Genom att minska lagervolymen kan behovet av uppvärmd lokalyta minskas.

Arbetsorganisation

Hur är arbetsorganisationen formad för att kunna bevaka energiomsättningens utveckling?

Mark, byggnader och anläggningar

Att planera för att erhålla ändamålsenliga lokaler, markytor och försörjningssystem som snabbt kan möta förändringar i produktionssystemet eller produktmixen kan ses som en väsentlig del av företagets strategiska utveckling.

Fysisk långsiktsplanering avseende mark, byggnader och anläggningar är en strategisk aktivitet, där man belyser en industriplanerings förutsättningar att svara mot förändrade produktionskrav.

Den fysiska långsiktsplaneringen skiljer sig från planeringen i ett avgränsat projekt genom att:

- den rör hela anläggningen,
- den på en översiktlig nivå anvisar förslag och riktlinjer för utnyttjandet av anläggningen och dess möjliga utbyggnad.

Inom ramen för den fysiska långsiktsplaneringen är det därför lämpligt att väga in ställningstaganden som rör energiomsättning och energihushållning på en översiktlig nivå. Det kan t ex gälla:

- total genomgång av lönsamma energisparåtgärder i det befintliga byggnadsbeståndet,
- anpassning till terräng, vegetation, förhärskande vindriktningar och solinstrålning,
- val av värmeförsörjningssystem,
- beredskap för alternativa värmeförsörjningssystem,
- kaskadkoppling mellan olika produktionssteg,
- minimering av interna transporter.

En väsentlig del av strategin för företagets utveckling är att man söker koordinera alla de delsystem som berörts ovan för att uppnå förbättrad marknadsanpassning, lönsamhet, produktivitet, flexibilitet och arbetsmiljö samt hushållning med företagets alla resurser.

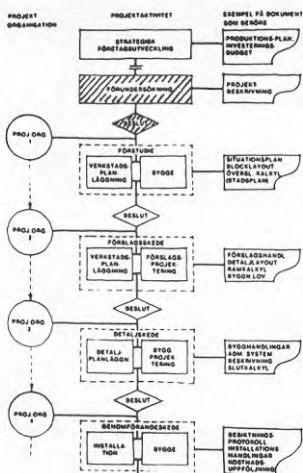
Energifrågorna och strävandena till energihushållning är därför bara en aspekt när de olika delsystemen studeras. Deras betydelse ska vägas mot en rad andra frågor. Endast i undantagsfall blir därför energifrågorna viktiga i företagets strategiska utveckling.

Samtidigt bör det framhållas att det är ett gemensamt samhälleligt intresse att energifrågorna uppmärksammas i företagets strategiska utveckling. Det är genom rätt beslut i detta skede som förutsättningarna för en långsiktig utveckling mot minskad energianvändning läggs fast.

12.2.2 Förundersökning

Förundersökningen är den fas då ett projekt definieras. I förundersökningen studeras olika alternativ grovt för att man ska kunna bedöma projektets omfattning. Undersökningen genomförs oftast inom linjeorganisationen. Syftet är att föreslå projektorganisation, tidplan och eventuellt anvisa idélösningar.

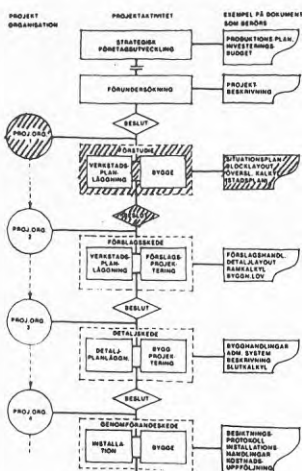
Det är härvid viktigt att energiaspekten finns med som en del i idélösningsarbetet och i den värdering som görs av olika alternativ.



Figur 12:3. Förundersökning. Energiaspekten uppmärksammas i värderingen av olika alternativ som provas.

12.2.3 Förstudie

Förstudien utgör den inledande fasen av själva projektet. Förstudien är ett planerings- och utredningsskede, där olika behov och krav på projektet sammanställs och utvärderas.



Figur 12:4. Förstudie. Ur energisynpunkt beaktas:

- tomtdisposition,
- utnyttjande av spillvärme internt och externt,
- energiåtervinning,
- val av värmesystem,
- energihushållning i byggnadsskalet.

Aktiviteter med anknytning till energifrågor utgörs av:

- Lokalisering, där man tar ställning till behovet av kontakter med andra verksamheter, transporter etc. Ur energisynpunkt kan det här gälla att granska möjligheterna till energiutbyte med någon annan verksamhet (industri, bostäder, kontor etc), vilket energislag man ska använda och vilka krav på teknisk utrustning detta ställer.

- Tomtprogrammet eller planprogrammet innehåller krav och målsättningar för den valda tomten. Ur energisynpunkt detaljeras bilden vad gäller terränganpassning, vindpåverkan, lämbildande vegetation och solinstrålning, placering av byggnader inbördes, placering av entréer och portar och interna transporter.
- Inventering innebär att man undersöker tomtens eller byggnadens förutsättningar. Ur energisynpunkt kan det gälla lämpligt läge för jordvärmepump, borrhållager eller saltlager i byggnaden.
- Situationsplanen upprättas på basis av program och inventering.
- Byggnads- och lokalutformning är det moment då man gör en översiktlig skiss över byggnaden. Detta görs samtidigt och kopplat till huvudlayoutarbetet. Ur energisynpunkt är det här viktigt att granska produktionsutrustningens energiomsättning, konsekvenser vad gäller lokalvärme och ventilation p g a valt produktionssystem och byggnadsskalets och stommens energihushållande förmåga.

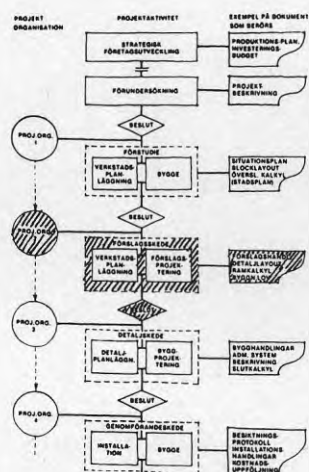
I figur 12:6 redovisas en metod att väga in energi- aspekterna i layoutarbetet.

12.2.4 Förslagsskede

Förslagsskedet innebär att man gör översiktliga ritningar över en hel anläggning eller delar av den. För verkstadsplanläggningen innebär det upprättande av detaljlayouter.

I förslagsskedet görs också tämligen detaljerade ekonomiska analyser.

Inom byggbranschen brukar man också benämna detta skede systemhandlingskedet.



Figur 12:7. Förslagsskede. Ur energisynpunkt beaktas:

- maskinernas energiomsättning och placering,
- transportsystem,
- värmetröghet i stomme,
- byggnadens isolering och täthet,
- dimensionering av värmesystem,
- dimensionering och lokalisering av ventilations-system,
- värmeåtervinning.

A.

FUNKTIONER	2	3	4	5
1. MEKANISK MASKINAVD.	4AE ab	3AB	3A	4A
2. MEKANISK BÄNKAVD		3AB cb	2GC	
3. SVETS AVDELNING		↑		
4. YTBEHANDLING METALL			↑	
5. VERKTYGSFÖRRÅD				↑

SÅ HÄR TOLKAS SIFFROR OCH BOKSTÄVER I FIGUREN TILL VÄNSTER:

Önskvärd närhet

4 = mycket stor

3 = stor

2 = måttlig

1 = viss närhet önskvärd

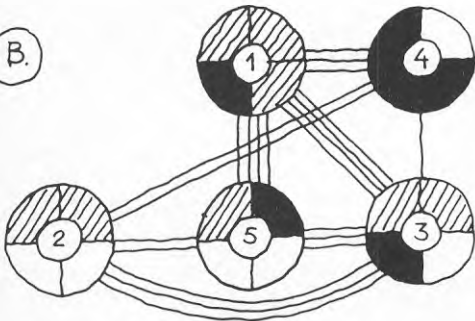
Befarade miljöstörningar

a = buller

b = luftföroreningar

c = processljud

B.



Orsak till närhetsvärdering

A = täta inbördes transporter

B = samma råmaterial

C = gemensam personal

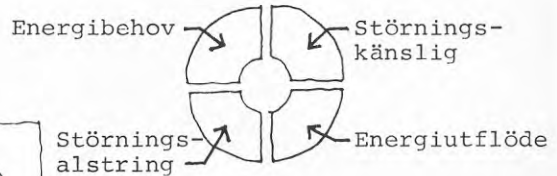
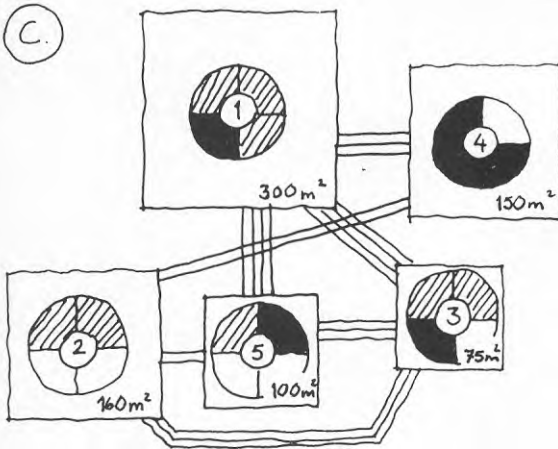
D = behov av kontakt pga

ensamarbete

E = energiutbyte

SÅ HÄR TOLKAS CIRKLARNA I FIGURERNA TILL VÄNSTER:

C.



Stor



Måttlig



Liten

Figur 12:6. Illustration av tre dokument närhetsvärderingsschema (A), närhetsdiagram (B) och blocklayout för att beskriva samband, energiomsättning och störningar samt ytkrav. Eftersom energiomsättningen finns med, kan arbetsgången användas för inledande ställningstaganden beträffande energiutbyte mellan olika verksamheter och lokaler.

Ur energisynpunkt bör följande beaktas med hänsyn till de olika delsystemen:

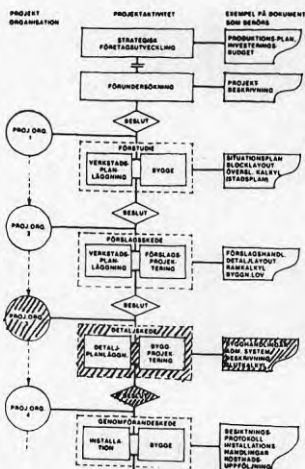
- Produktionssystem med avseende på maskinernas energiomsättning och placering samt transportsystem och flöden.
- Byggnadssystem med avseende på värmetröghet i stomme, isolering och täthet, fönster- och portplacering, material samt färgsättning.
- Teknisk försörjning med avseende på dimensionering av värmesystem, dimensionering och lokalisering av ventilationssystem och eventuell värmeåtervinning samt belysning avvägt mot dagsljusintag och färgsättning.

12.5 Detaljskede

I detta skede görs detaljerade specifikationer som underlag för genomförande. Detta gäller såväl verkstadsplanläggning som byggnadsprojekteringen.

Ur energisynpunkt bör följande beaktas med hänsyn till de olika delsystemen:

- Produktionssystem med avseende på detaljstudier av energiförsörjning, detaljprojektering av materialhanteringssystem.
- Byggnadssystem med avseende på detaljprojektering av portar, fönster och andra öppningar för att nå maximal energihushållning, detaljprojektering av väggar och tak med avseende på transmission och täthet.
- Teknisk försörjning med avseende på detaljprojektering av ventilationssystem och därtill kopplade energisparåtgärder (samordnat med maskinernas placering, imissioner samt energiomsättning), arbetsplatsbelysningens samordning med allmänbelysning och samordning av eventuella datoriserade styrsystem för produktion och lokalkomfort.



Figur 12.8. Detaljskede. Ur energisynpunkt beaktas:

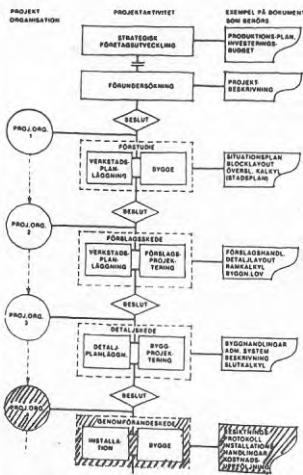
- detaljstudier av energiförsörjning,
- detaljstudier av lastnings- och lossningssystem kopplat till energisnål utformning av portar m m,
- transmission och täthet i byggnadsskalet,
- ventilationssystemets och sparåtgärdernas detaljsamordning med maskiner.

12.2.6 Genomförandeskede

Genomförandeskedet är det skede då projektet realiseras i form av byggnadsarbete, maskinininstallationer m m. Ur energisynpunkt beaktas intrimning av:

- ventilationssystem,
- värmeförsörjningssystem,
- värmeåtervinningssystem,
- eventuella luftridåer vid portar etc,
- eventuella kaskadkopplingar,
- belysning,
- datoriserade styrsystem.

Det är också viktigt att företaget utvecklar kunskap för att sköta och underhålla de avancerade energisystemen. (Se även bilaga 2 avsnitt 6).



Figur 12:9. Genomförandeskede. Ur energisynpunkt beaktas:

- o intrimning,
- o kunskapsuppföljning.

DEL V RESULTATDISKUSSION

- Kapitel 13 Resultatsammanställning
- Kapitel 14 Program för fortsatt FoU och systemprojektering
 - 14.1 Generella FoU-insatser
 - 14.2 Skrubba - specifika FoU-insatser

13. RESULTATSAMMANSTÄLLNING

Utifrån den genomförda studien - vad gäller behovet och möjligheterna att ta hänsyn till planfaktorn ENERGI, vid planering av ett arbetsområde - kan följande resultat formuleras. Förteckningen följer rapportens ordning.

- A) Planeringsmodell för integrering av energifrågor vid planering av arbetsområden (avsnitt 3.5)
- Hänsyn måste, på ett mera aktivt sätt, tas till produktionsutrustning och produktionssystem redan vid fysisk planering.
 - Modellen kräver också att omvärlden i form av energipolitiska förändringar, organisationsförändringar, ändrade värderingar och teknikutveckling vägs in i planeringsarbetet.
 - Både kommun och företag har som intressenter ett viktigt ansvar i planeringsprocessen.
 - Om man vill nå en styrning av arbetsrådets verksamhetssammansättning och därmed energiomsättning krävs en betydligt mera aktiv planering och styrning från kommunen.
 - Planeringen och uppbyggnaden av ett arbetsområde måste då utgå från ett större mått av flexibilitet och anpassning till nya förutsättningar.
- B) Underlag och samordning med övrig planering mht planfaktorn ENERGI (kap 4, 10, 11)
- Kunskap behövs om lokaliseringskonsekvenser, verksamhetsstruktur, bebyggelsestruktur, transportstruktur, teknisk försörjning och planer för angränsande områden.
 - Kunskaper och metoder för att inordna geologi och hydrologi, mikroklimat, vegetation, transportstruktur liksom värmeförsörjningssystem i planeringsarbetet.
 - Det är också nödvändigt med bättre samordning mellan olika intressenter i planeringsprocessen. Det kan gälla såväl kommun-företag som företag-företag. Just Skrubba-exemplet har också visat på behovet av nära samordning kommun-kommun och inom kommunen.

C) Olika verksamheters energiomsättning
(kap 6)

- Studien ger empiriskt framtagna närmevärden för energiomsättningen för kontor, partihandel, lager, lätt industri och mera energiintensiv industri. Energiomsättningen är fördelad på produktion/process (el till maskiner och fläktar, värme, övrigt, transporter), komfort (ventilation, belysning, lokalvärme). Detta är viktiga värden då områdets totala energibehov ska bestämmas, liksom möjligheterna till energihushållning.
- Studien redovisar också teoretiskt beräknade värden för energiomsättningen i en referensanläggning (kontor, lager, produktion).
- Jämförelse mellan teoretiskt och empiriskt framtagna värden ger upplysningar om stora brister i tillgängligt underlagsmaterial. Det empiriskt framtagna materialet ger hela 4 ggr så höga värden som det teoretiskt beräknade!

Eftersom just dessa värden är av synnerligen stor vikt då arbetsområdets energiomsättning, energibehov, utformning etc ska bestämmas är det mycket viktigt att ytterligare underlagsmaterial, för att bestämma dessa värden, tas fram (se vidare kap 14).
- Teoretiska beräkningar för referensanläggningens energibalans visar på ett mycket lågt nettoenergibehov.

D) Möjligheter till energihushållning
(Kap 7)

- Rapporten ger en metod för att bestämma energihushållningskonsekvensen av olika energisparåtgärder för olika typer av verksamheter. Energisparpotentialen för områdena produktion, byggnad och installationer redovisas.
- Beräkningarna visar att en delvis ny strategi för energihushållning kan formuleras för lätt industri, när byggnaderna är utförda enligt SBN 80. På sikt kommer besparingar med inriktning på produktionsutrustning, produktionslayouter och arbetsmetoder att få allt större betydelse.

E) Val av värmeförsörjningssystem
(Kap 8)

- Studien redovisar en metod för att välja värmeförsörjningssystem. Den består av tre

delar: värdering enligt tregradig skala av flera jämförelseparametrar, känslighetsanalys med hjälp av dataprogram med avseende på ekonomi och analys av tänkbar utbyggnadsstrategi.

- Samtidigt kan konstateras att värmeförsörjningssystemen är komplexa system och känsliga för omgivningsförändringar. Hade möjligheten till samordning med Tyresö fjärrvärmenät varit uppmärksammat tidigare i forskningsarbetet skulle de föreslagna valet av system sannolikt haft ytterligare fördelar.
- I studien föreslås att systemet med akvifer, kallvattendistribution och individuella värmepumpar studeras närmare i en förprojektering, och på sikt eventuellt blir områdets gemensamma värmeförsörjningssystem. Systemet är delvis nytt till sin uppbyggnad men innehåller känd teknik.

F) Områdes- och byggnadsutformning mht planfaktorn
ENERGI
(Kap 9 och bilaga 2)

- Områdets tomter bör ha en generell storlek och vara adderbara så att en sammanhängande bebyggelse erhålles även under områdets första år.
- Centralt bör värmeförbrukande och spillvärmeproducerande verksamheter lokaliseras.
- Perifert bör värmeglesa verksamheter (upplag, förråd etc) lokaliseras.
- Studien innehåller också en katalog av åtgärder vad gäller byggnader, installationer och produktionsutrustning för att nå energihushållning. Viktigt är att de åtgärder som vidtas är samordnade med övriga delområden (produktionssystem-byggnad-installationer).

14 PROGRAM FÖR FORTSATT FOU OCH
SYSTEMPROJEKTERING

BFR-projektet "Energisnål bebyggelse i arbetsområde - Skrubba" har dels givit strukturen till en planeringsmodell för arbetsområden, dels riktlinjer för utformningen av Skrubba arbetsområde och vissa allmänna principer för utformningen av arbetsområden och arbetslokaler med hänsyn till planfaktorn ENERGI.

Projektet har också riktat uppmärksamheten på behovet av fortsatta forskningsinsatser. Det gäller dels generella studier, dels studier kopplade till Skrubba. Naturligtvis kan också generella erfarenheter dras av fortsatt FoU-arbete i Skrubba. Här ska noteras det generella och skrubbaspecifika FoU-behovet.

14.1 Generella FoU-insatser

Följande områden kan anges utifrån föreliggande forskningsrapport:

- A) Inventering av energiomsättning och nettoenergiebehov för olika verksamheter/bebyggelse typer. För bostadsbebyggelse finns relativt noggrann energistatistik. Motsvarande statistik saknas för industrin. Bilden är också mera komplex beroende på typ av verksamhet, bebyggelsens energistatus, mekaniseringsnivå, mängden överskottsvärme m m.

Vid fysisk planering med hänsyn till planfaktorn ENERGI är denna typ av statistik en viktig förutsättning. För detta krävs en successiv uppbyggnad av referensvärden (t ex kWh/m² eller kWh/m³).

I avsnitt 6.4 ges några närmvärden för olika typer av verksamhet uttryckt i energiomsättning/m². Denna statistik borde dock förfinas och utvecklas genom kontinuerlig mätning, uppföljning och sammanställning i ett enhetligt system. Genomgången skulle omfatta såväl befintlig arbetsplatsbebyggelse, energisänerad bebyggelse som ny bebyggelse (Skrubba).

- B) Formulering av energisparstrategi. I avsnitt 7.6 formuleras en energisparstrategi för arbetslokaler och byggnader. Strategin måste utgå från en anpassning till produktionssystem, bebyggelse och energiförsörjning.

I takt med att erfarenhet vinnas från flera projekt där dessa aspekter integreras kan sannolikt strategin förfinas vad gäller åtgärder, prioritering och ordning.

Energisparstrategin måste också utgå ifrån ekonomiska konsekvenser av olika sparinsatser. Endast genom att systematiskt följa upp projektering och genomförande kan dessa insatser inordnas i strategin.

C) Konsekvenser för energiomsättningen till följd av ny teknik och arbetsorganisation. I rapportens bilaga 2 uppmärksammas utvecklingen av ny teknik och arbetsorganisation och dess konsekvenser för energiomsättningen. Det kan t ex gälla:

- automatisering,
- robotisering,
- ny transportteknik,
- styr- och reglersystem,
- skiftarbete,
- decentraliserad arbetsorganisation.

Den snabbaste förändringen inom industrin sker med avseende på produktionssystem, utrustning och organisation. Det är därför synnerligen väsentligt att fördjupa bilden av de energimässiga konsekvenserna av dessa förändringar.

14.2 Skrubbaspecifika FoU-insatser

En stor del av de generella FoU-insatserna kan också - bland flera andra projekt - följas upp och studeras i Skrubba. Det vore också värdefullt att följa upp den fortsatta planeringen, projekteringen och genomförandet av Skrubba arbetsområde i ett samlat FoU-projekt.

Följande insatser kan skisseras i detta arbete:

A) Fysisk planering. Uppföljning vad gäller hänsyn till planfaktorn ENERGI vid kommunens och företagens fysiska planering med avseende på:

- lokalisering,
- transportnät och organisation,
- bebyggelsestruktur,
- gemensamt värmeförsörjningssystem,
- terräng och vegetation,
- mikroklimat.

B) Projektering. Uppföljning vad gäller hänsyn till planfaktorn ENERGI vid projektering med avseende på:

- byggnadsutformning,
- värmeförsörjningssystem,
- layout och produktionsutrustning.

C) Genomförande. Uppföljning vad gäller:

- metoder,
- organisation,
- byggande och kontroll.

D) Nyttjande. Uppföljning vad gäller:

- anläggningens användning,
- organisation,
- upplåtelseformer,
- förändringsbehov och beredskap.

E) Resultat. Uppföljning vad gäller samspelet mellan:

- energihushållning,
- arbetsmiljö,
- funktion,
- ekonomi,
- produktionskrav.

REFERENSER

Kapitel 2

- 1) Energi - till vad och hur mycket? Kapitel 1-4. Steen m fl 1981.
- 2) A a sid 169.
- 3) A a sid 161.
- 4) A a sid 157-159.
- 5) A a kapitel 8.
- 6) Lagen om lokala organ. SFS 1979:408 och :1167.
- 7) God arbetsmiljö och energihushållning - samverkande eller oförenliga krav vid industriplanering etapp II. Pågående forskningsprojekt vid VBB, Stockholm.
- 8) Jfr "52 % DOWN - oil reduction at our Swedish facilities", Electrolux, "Energibalansering i verkstadsindustrin, IBM Järfälla", IBM och "Näringslivets energihushållning under 80-talet", SAAB-SCANIA, Rune Johansson.

Kapitel 3

- 1) Teknikvärdering i den kommunala energiplaneringen sid 13-15, Thorén m fl BFR R37:1982.
- 2) Detta avsnitt bygger dels på synsättet i BFR-rapporten "Att bedriva programarbete på områdesplaner", Kerstin Maunsbach R28:1978, dels synsättet i "Planläggnings- och projekteringsförloppet vid industrianläggningars utformning", Mekan publikation 84001.

Kapitel 4

- 1) De källor som primärt utnyttjats är:
 - o Regional Enregiplan Stoseb 80. Stockholms Energi AB 1980.
 - o Näringslivs- och sysselsättningspolitik i Stockholm. Varför och hur? Stockholms kommun, utl 1982:285 R1.
 - o Länsrapport 83, med regionalt industriprogram (utkast). Länsstyrelsen i Stockholms län. Planeringsavd, Regionalekonomiska enheten, 1983.
 - o Förslag till Energiplan för Stockholms kommun, Kommunstyrelsens utlåtanden och Memorial Bihang 1982:72.
 - o Energiplan för Tyresö kommun.

Dessutom har diskussionen i projektets referensgrupp bildat underlag och Stockholms stadsbyggnadskontors tjänstememorial 810518.
- 2) Länsrapport 83, med regionalt industriprogram (utkast). Lst i Stockholms län 1983, sid 7 och 84.

- 3) A a tabell sid 7.
- 4) Näringslivs- och sysselsättningspolitik i Stockholm. Varför och hur? Stockholms kommun utl 1982:285 R1 sid 4090, 4247 och 4249.
- 5) A a sid 4272.
- 6) Förslag till Energiplan för Stockholms kommun, Kommunstyrelsens utlåtande och Memorial, Bihang 1982:72, sid 106.
- 7) Energicentrum i Stockholm - förundersökning. 1983, VBB.
- 8) Energiplan för Tyresö kommun.
- 9) Kompendium i Energi och stadsbyggnad 1978, Tekniska högskolan i Stockholm, avd för samhällsbyggnad 3:1978, Stockholm.
- 10) En metod för att beräkna energibehovet för gods-transporter finns redovisad i "Energi i bebyggelseplaneringen. Beräkningsmetoder för uppvärmning, transporter och försörjningssystem", Göransson m fl BFR, T27:1980.

Kapitel 5

- 1) Flaten/Skrubba. Vegetation- och landskapsanalys. Landskapsarkitekterna Söderblom & Palm AB. 1978.
- 2) Klimatmätning och översiktlig klimatbedömning. Probstudie Skarpnäcksfältet 1980 SIB och Stockholms miljö-och hälsovårdsförvaltning.
- 3) BFR-rapport R176:1980 och R111:1983.

Kapitel 6

- 1) Stockholms stadsbyggnadskontors tjänstememorial 810518.
- 2) Energicentrum i Stockholm - förundersökning, VBB 1983.
- 3) Energipolitiken och den industriella utvecklingen, IVA 1983.
- 4) Temperaturnormer i lokaler. Rapport ESK 1979:02. Energisparkommittén.

Kapitel 7

- 1) Som exempel kan nämnas:
 - o "Energihushållning i företag - en handbok om energi-ekonomi och energisparåtgärder", SIND 1980.
 - o Flera studier vid Linköpings tekniska högskola, LiTH-IKP och IFM. Studier som framför allt rör besparingar inom process/produktion.
 - o "Energi - till vad och hur mycket?" Peter Steen m fl, 1981.
 - o Energiplanering inom industrin, J Andersson, 1977.

- 2) Energi - till vad och hur mycket? Peter Steen
m fl, 1981.

Kapitel 10

- 1) SFS 1977:439.
- 2) Naturvärme och klimatresurser i områdesplanering -
energiinriktad redovisning. Bengt Rydén m fl BFR
111:1983.
- 3) Energi i bebyggelseplanering. Beräkningsmetod
för uppvärmning, transporter och försörjningssys-
tem. Göransson m fl. BFR T16:1980.

Kapitel 12

- 1) Beskrivningen av planerings- och projekteringsför-
loppet bygger på "Planläggnings- och projekterings-
förloppet vid industrianläggningars utformning".
Mekan publikation 84001.

BILAGA 1 Ekonomisk utvärdering av olika
värmeförsörjningssystem i Skrubba

Innehållsförteckning

1. Beskrivning av utvärderingsmodel-
len
2. Beräkningsförutsättningar
3. Resultatredovisning
4. Ändringar av uppvärmningssyste-
met

BILAGA 1 EKONOMISK UTVÄRDERING AV OLIKA VÄRME- FÖRSÖRJNINGSSYSTEM I SKRUBBA

1. Beskrivning av utvärderingsmodellen

Den ekonomiska utvärderingen har genomförts med hjälp av en ekonomisk utvärderingsmodell för energiinvesteringar. Utvärderingsmodellen kan bl a användas för lönsamhetsberäkningar av olika värmeförsörjningssystem.* Beräkningarna avser nuvärdeskalkyler.

Utvärderingsmodellen är lämplig att användas för genomförande av samhällsekonomiska och kommunalekonomiska kalkyler.

Ingångsdata till beräkningsprogrammet är följande:

- o nettoenergiförbrukning per år
- o verkningsgrad och distributionsförluster
- o drift- och underhållskostnader exkl bränsle
- o investeringsutgifter
- o livslängder
- o antaganden om energipriser under den studerade tidsperioden
- o kalkylränta

Resultaten redovisas för varje värmeförsörjningsalternativ på följande sätt:.

- Summa nuvärde av uppvärmningskostnaderna, dvs drift- och investeringskostnader under den studerade tidsperioden
- Genomsnittligt nuvärde av uppvärmningskostnaderna per producerad enhet och år under den studerade tidsperioden uttryckt i t ex öre/kWh
- Kapitalintensitet dvs summa nuvärde av uppvärmningskostnaderna per investerad krona.

* Beräkningsprogrammet finns även i en version för utvärdering av olika energisparåtgärder.

Beräkningsprogrammet är flexibelt avseende bl a följande punkter:

- Den studerade tidsperioden kan varieras
- Antal energislag kan varieras
- Flera värmeförsörjningsalternativ kan utvärderas samtidigt
- Samtliga ingångsdata kan varieras under den studerade tidsperioden
- Flera investeringar kan beaktas under den studerade tidsperioden
- Investeringar med olika livslängder kan jämföras eftersom restvärden beräknas och beaktas i beräkningsprogrammet.

2. Beräkningsförutsättningar

Den studerade tidsperioden är i beräkningarna 1988-2012 uppdelad på 5 olika perioder med 5 år i varje period. Kalkylräntan enligt referensförutsättningarna är 6 %.

Samtliga kostnader och priser är uttryckta i fasta priser med 1984 som basår. Energipriserna för 1984 är följande uttryckt i öre/kWh inkl energiskatt:

El - vinter, låglast	19,0
Eldningsolja 1	26,0
Fasta bränslen	10,0
Fjärrvärme	28,0

Den procentuella ökningstakten (%/år) av energipriserna under den studerade tidsperioden har antagits

till följande:

	1988-92	1993-2012
El	0	4,8
Eldningsolja 1	0	3,5
Fasta bränslen	0	0
Fjärrvärme	0	2,0

Dessa beräkningsförutsättningar har använts i EK:81 utredningen. Vissa beräkningsförutsättningar har varierats i en känslighetsanalys.

En sammanställning avseende kostnader, livslängder, energiförbrukning och verkningsgrader för de olika alternativen av uppvärmning i Skrubba redovisas i tabell 1-3. Nettoenergiebehovet i Skrubba har varierats enligt följande (MWh/år):

- 3500 (referensalternativ)
- 1750
- 7000

Variationerna i nettoenergibehov har genomförts eftersom det föreligger osäkerhet avseende inriktningen på verksamheten i Skrubba samt hur snabbt arbetsområdet blir utbyggt.

3. Resultatredovisning

Uppvärmningskostnaderna har beräknats för samtliga uppvärmningsalternativ samt för de olika nivåerna på nettoenergibehov i Skrubba. Dessutom har uppvärmningskostnaderna beräknats under antagandet att uppvärmningssystemet i Skrubba förändras under den studerade tidsperioden och att nettoenergibehovet ökar på några olika sätt.

Först redovisas resultaten för de olika nivåerna på nettoenergibehov under antagande om att ett valt uppvärmningsalternativ i Skrubba ej förändras under den studerade tidsperioden.

Det framgår av resultaten i tabell 4 att individuella luftvärmepumpar ger lägst uppvärmningskostnad i Skrubba upp till 3 500 MWh i nettoenergibehov. Alternativen med akvifer och sjövärmepump ger lägst uppvärmningskostnad när nettoenergibehovet är 7 000 MWh/år.

I tabell 5 redovisas känslighetsanalysen vid ett nettoenergibehov i Skrubba motsvarande 3 500 MWh/år.

Vid kraftigt ökade elpriser från 1993 visar känslighetsanalysen att fjärrvärmealternativet ger ungefär lika låg uppvärmningskostnad som alternativen med akvifer, kallvattendistribution och individuella luftvärmepumpar.

Individuella luftvärmepumpar ger lägre uppvärmningskostnad än alternativet med akvifer, kallvattendistribution vid kalkylränta 8 % beroende på att det förra alternativet medför en lägre investeringskostnad, dvs är mindre kapitalkrävande.

I tabell 6 redovisas de olika uppvärmningsalternativens kapitalintensitet vid nettoenergibehovet 3 500 MWh. Kapitalintensiteten är ett mått på hur stora investeringar som krävs. En låg kapitalintensitet innebär att alternativet kräver höga investeringar. Alternativen med akvifer och sjövärmepump kräver de högsta investeringarna medan däremot individuell vattenburen elvärme kräver låga investeringar. Kapitalintensitet har ej angetts för fjärrvärmealternativet. Det beror på att inga investeringar har beaktats för detta alternativ i beräkningarna. Kostnaderna för att ansluta abonnenterna samt de årliga fasta avgifterna har tagits med i det rörliga fjärrvärmepriset som använts i beräkningarna.

Det är intressant att jämföra storleken på investeringarna mellan uppvärmningsalternativen. Ett uppvärmningsalternativ med låga investeringar ger lägre uppvärmningskostnader på kort sikt än ett alternativ med högre investeringar. Det kan vara lättare att erhålla industrier till Skrubba om uppvärmningskostnaderna är låga redan när området är nyetablerat. Detta pekar mot att ett uppvärmningssystem kan komma att väljas i Skrubba som kanske är mindre intressant ur energisynpunkt.

4. Ändringar av uppvärmningssystemet

I det följande skall resultaten redovisas under antagandet att uppvärmningssystemet i Skrubba förändras samt att även nettoenergibehovet förändras under den studerade tidsperioden.

I tabell 7 redovisas olika alternativ av förändringar, dvs scenarios av nettoenergibehov och uppvärmningssystem i Skrubba som studerats. Inga förändringar av uppvärmningssystem antas för scenario A.1-A.4, B.1-B.4 samt C.1-C.2. De olika förändringarna av nettoenergibehovet i Skrubba har antagits godtyckligt. Följande förändringar av uppvärmningssystem har studerats:

Förändring (scenario)	Från	Till
A	Individuella luftvärmepumpar	Akvifer, kall- vattendistribution
B	Individuell vattenburen elvärme	Akvifer, varm- vattendistribution
C	---	Fjärrvärme

Resultaten av beräkningarna redovisas i tabell 8. Det framgår att vid förändringar typ A ger det centraliserade uppvärmningssystemet med akvifer och kallvattendistribution högre uppvärmningskostnad vid låg energiförbrukning. Detta har redan kunnat konstateras genom de tidigare beräkningarna. Det framgår också av resultaten att akvifer med kallvattendistribution i Skrubba först bör installeras när nettoförbrukningen kommer i närheten av 7 000 MWh.

Liknande slutsatser erhålls vid jämförelse av resultaten av förändring typ B. I de tidigare resultaten som redovisats konstaterades att luftvärmepumpar ger lägre uppvärmningskostnad än vattenburen elvärme. Det är därför intressant att konstatera att antagna förändringar typ B.7-B.8 ger lägre uppvärmningskostnad än förändringar typ A.7-A.8. Skillnaderna är dock inte stora mellan de antagna scenarierna.

De antagna förändringarna typ C dvs anslutning till fjärrvärme vid olika tidpunkter ger högre uppvärmningskostnader än de tidigare typerna av förändringar av uppvärmningssystem, dvs byte till akvifer med kall- eller varmvattendistribution.

Slutsatsen från beräkningarna med olika typer av förändringar eller scenarios är för det första att lägsta uppvärmningskostnad på sikt kan uppnås i Skrubba om antingen individuell vattenburen elvärme eller individuella luftvärmepumpar väljs när energibehovet är lågt. För det andra är slutsatsen att förändring eller scenario enligt typ A.5 bör väljas i syfte att erhålla lägsta uppvärmningskostnad, dvs att först installera individuell luftvärmepump när energibehovet är lågt och sedan när energibehovet ökar installera ett system med akvifer och kallvattendistribution.

De genomförda beräkningarna exemplifierar variationer avseende några av de olika händelser som kan inträffa. Det kan konstateras att det finns en mängd olika faktorer som kan komma påverka valet av värmeförsörjningssystem i Skrubba. Här har bara några kunnat exemplifieras och redovisas.

Tabell 1 Sammanställning av kostnader och energiförbrukning för de studerade uppvärmingsalternativen

Nettoenergibehov: 3 500 MWh/år (inom området)

Alternativ	Invest kkr	Livs- År	DoU kkr	El MWh/år	El verkn grad	El värme- pump MWh/år	Värme- faktor ^{b)}	EO1 MWh/år	EO1 verkn- grad	Fasta bränsle (FB)	FB verkn grad	Fjärrv MWh/år	Fjärrv verkn grad
1 Indiv vattenburen elvärme	1000	20	10	3500	0,95								
2 Indiv oljepanna	1500	20	30					3500	0,8				
3 Indiv luftvärmepumpar	3750	15	75	700 ^{a)}	0,95	2800	2,3						
4 Akvifer, kallvatten-distribution	5860	20	117	525 ^{a)}	0,95	2975	3,0						
5 Akvifer vatten-distribution	6240	20	124,8	525 ^{a)}	0,95	2975	3,0						
6 Gemensam sjövärmepump	6650	20	133,0	525 ^{a)}	0,95	2975	2,6						
7 Gemensam fast-bränslecentral	5650	20	169,5	525 ^{a)}	0,95					2975	0,75		
8 Fjärrvärme	-	-	41,5									3500	1,0

a) elpanna komplement

b) $\frac{\text{Elvärme}}{\text{pump}} = \text{inköpt energi}$
Värmefaktor

Tabell 2 Sammanställning av kostnader och energiförbrukning för de studerade uppvärmingsalternativen

Nettoenergibehov: 1 750 MWh/år (inom området)

Alternativ	Invest kkr	Livs1 År	DoU kkr	El MWh/år	El verkn grad	El värme- pump	Värme- faktor ^{b)}	EO1 MWh	EO1 verkn- grad	Fasta bränsle (FB)	FB verkn grad	Fjärrv verkn grad
1 Indiv vattenburen elvärme	500	20	5	1750	0,95							
2 Indiv oljepanna	750	20	15					1750	0,8			
3 Indiv luftvärme- pumpar	1875	15	37,5	350 ^{a)}	0,95	1400	2,3					
4 Akvifer, kallvatten- distribution	3516	20	70,3	262,5 ^{a)}	0,95	1487,5	3,0					
5 Akvifer varmvatten- distribution	4370	20	87,4	262,5 ^{a)}	0,95	1487,5	3,0					
6 Gemensam sjövännen- värmepump	4655	20	93,1	262,5 ^{a)}	0,95	1487,5	2,6					
7 Gemensam fastbränsle- central	3950	20	118,5	262,5 ^{a)}	0,95					1487,5	0,75	
8 Fjärrvärme	-	-	33,2									1750 1,0

a) elpanna komplement

b) Elvärmepump = inköpt energi
Värmefaktor

1984-04-27
SPL/191/17
GSS/BBG

Tabell 3 Sammanställning av kostnader och energiförbrukning för de studerade uppvärmningssalternativen

Nettoenergibehov: 7 000 MWh/år (inom området)

Alternativ	Invest kkr	Livs1 År	DoU kkr	El MWh/år	El verkn grad	El värme- ^{b)} pump	Värme- ^{b)} faktor	EO1 MWh	EO1 verkn-grad	Fasta bränsle (FB)	FB verkn grad	Fjärrv. verkn grad	Fjärrv. verkn grad
1 Indiv vattenburen elvärme	2000	20	20	7000	0,95								
2 Indiv oljepanna	3000	20	60					7000	0,8				
3 Indiv luftvärme-pumpar	7500	15	150	1400 ^{a)}	0,95	5600	2,3						
4 Akvifer, kallvatten-distribution	9770	20	195,4	1050 ^{a)}	0,95	5950	3,0						
5 Akvifer varmvatten-distribution	8910	20	178,2	1050 ^{a)}	0,95	5950	3,0						
6 Gemensam sjövättens- värmepump	9500	20	190,0	1050 ^{a)}	0,95	5950	2,6						
7 Gemensam fastbränsle- central	8070	20	242,1	1050 ^{a)}	0,95					5950	0,75		7000 1,0
8 Fjärrvärme	-	-	51,8										

a) elpanna komplement

b) $\frac{\text{Elvärmepump}}{\text{Värmefaktor}} = \text{inköpt energi}$

1984-04-27

SPL/191/18

GSS/BBG

Tabell 4 Genomsnittligt nuvärde av uppvärmningskostnaderna under perioden 1988-2012 per producerad enhet och år uttryckt i öre/kWh

Nettoenergibehov	1750 MWh/år	3500 MWh/år	7000 MWh/år
Uppvärmingsalternativ			
1 Indiv vattenburen elvärme	32,0	32,0	32,0
2 Indiv oljepanna	47,8	47,8	47,8
3 Indiv luftvärmepumpar	28,9	28,9	28,9
4 Akvifer, kallvatten-distribution	34,3	30,6	27,6
5 Akvifer, varmvatten-distribution	40,5	32,4	26,6
6 Gemensam sjövärmepump	43,6	34,9	28,8
7 Gemensam fastbränslecentral	46,0	37,5	31,4
8 Fjärrvärme	39,3	37,4	36,1

Tabell 5 Känslighetsanalys, genomsnittligt nuvärde av uppvärmingskostnader under perioden 1988-2012 (öre (kWh). Nettoenergibehov: 3500 MWh/år

Variation	Ökade elpriser från 1993 (10%/år)	Ökade oljepriser från 1993 (15%/år)	Ökade priser på fasta bränslen från 1993 (4%/år)	Kalkylränta: 4 %	Kalkylränta 8 %
Uppvärmingsalternativ					
1 Indiv vattenburen elvärme	47,3	32,0	32,0	32,2	31,8
2 Indiv oljepanna	47,8	121,3	47,8	47,6	48,1
3 Indiv luftvärme-pumpar	37,1	28,9	28,9	27,8	30,2
4 Akvifer, kallvatten-distribution	37,1	30,6	30,6	28,5	32,9
5 Akvifer, varmvatten-distribution	39,1	32,4	32,4	30,1	34,8
6 Gemensam sjövärmepump	42,3	34,9	34,9	32,5	37,5
7 Gemensam fast-bränslecentral	40,0	37,5	41,4	35,0	40,1
8 Fjärrvärme	37,4	37,4	37,4	37,2	37,5

Tabell 6 Kapitalintensitet dvs summa nuvärde per investerad krona vid nettoenergibehov 3500 MWh/år

Uppvärmningsalternativ	Kapitalintensitet
1 Indiv vattenburen elvärme	12,6
2 Indiv oljepanna	12,5
3 Indiv luftvärme-pumpar	2,6
4 Akvifer, kallvatten-distribution	2,1
5 Akvifer, varmvatten-distribution	2,0
6 Gemensam sjövatten-värmepump	2,1
7 Gemensam fastbränsle-central	2,6
8 Fjärrvärme	-

1984-04-27
SPL/191/21
GSS/BBG

Tabell 7 Olika alternativ av förändringar (scenarios) av nettoenergibehov och uppvärmningssystem i Skrubba som studerats.

Förklaring: 1750,1 Nettoenergibehov MWh/år,
alternativ av uppvärmningssystem

Tidsperiod	1988-92	1993-97	1998-2002	2003-2007	2008-2012
Förändring (scenario)					
A.1	1750,3	3500,3	7000,3	7000,3	7000,3
A.2	1750,4	3500,4	7000,4	7000,4	7000,4
A.3	1750,3	1750,3	3500,3	3500,3	7000,3
A.4	1750,4	1750,4	3500,4	3500,4	7000,4
A.5	1750,3	3500,3	7000,4	7000,4	7000,4
A.6	1750,3	3500,4	7000,4	7000,4	7000,4
A.7	1750,3	1750,3	3500,3	3500,4	7000,4
A.8	1750,3	1750,3	3500,4	3500,4	7000,4
B.1	1750,1	3500,1	7000,1	7000,1	7000,1
B.2	1750,5	3500,5	7000,5	7000,5	7000,5
B.3	1750,1	1750,1	3500,1	3500,1	7000,1
B.4	1750,5	1750,5	3500,5	3500,5	7000,5
B.5	1750,1	3500,1	7000,5	7000,5	7000,5
B.6	1750,1	3500,5	7000,5	7000,5	7000,5
B.7	1750,1	1750,1	3500,1	3500,5	7000,5
B.8	1750,1	1750,1	3500,5	3500,5	7000,5
C.1	1750,8	3500,8	7000,8	7000,8	7000,8
C.2	1750,8	1750,8	3500,8	3500,8	7000,8
C.3	1750,1	3500,1	7000,8	7000,8	7000,8
C.4	1750,1	3500,8	7000,8	7000,8	7000,8
C.5	1750,1	1750,1	3500,1	3500,8	7000,8
C.6	1750,1	1750,1	3500,8	3500,8	7000,8

Tabell 8

Genomsnittligt årligt nuvärde av uppvärmningskostnaderna under perioden 1988-2012 uttryckt i öre/kWh för de olika antaganden om förändring (scenarios)

Förändring (scenario)	Elpriser enligt referensförutsättningar	Elpriser ökar med 10%/år
A.1	24,7 +	
A.2	30,9 -	
A.3	24,4 +	
A.4	39,4 -(+)	
A.5	23,9 +	32,3
A.6	28,1 -	36,4
A.7	28,2 -	37,8
A.8	29,8 -	39,1
B.1	30,9 -	
B.2	29,9 +	
B.3	30,2 -	
B.4	38,0 +	
B.5	25,1 -	34,1
B.6	26,2 +	34,8
B.7	27,8 +	39,1
B.8	28,6 +	38,4
C.1	32,6	
C.2	32,6	
C.3	32,4	52,2
C.4	33,4	53,3
C.5	32,4	54,4
C.6	33,8	55,9

BILAGA 2 Utformningsprinciper och lösningar

Innehållsförteckning

1. Produktions- och processutformning
 - 1.1 Produktionsutrustning
 - Plastisk bearbetning
 - Hopfogning
 - Avverkande bearbetning
 - Värmebehandling
 - Ytbehandling
 - Montering
 - Användning av tryckluft
 - Allmänna krav
 - 1.2 Layout och planlösning
 - 1.3 Interna transporter
 - 1.4 Lokalkomfort
 - Värme/Kyla
 - Ventilation
2. Utformning av byggnader och installationer
 - 2.1 Byggnadens form
 - 2.2 Hänsyn till passiv solvärme
 - 2.3 Konstruktion
 - Isolering
 - Val av material och väggtyp
 - Värmekapacitet och värmetroghet
 - 2.4 Portar och fönster
 - 2.5 Installationer
 - Grundläggande principer
 - Värmesystem
 - Ventilationssystem
 - Belysning
 - Produktionsmedia
3. Energilager i byggnader
4. Tomtutformning och anläggningars yttre disposition
 - 4.1 Tomtdisposition
 - 4.2 Trafik och transporter
 - 4.3 Teknisk försörjning
5. Anläggningen - som energihushållningssystem - den samordnade lösningen
 - 5.1 Omgivningsfaktorer

- 5.2 Faktorer knutna till byggnaden
- 5.3 Faktorer knutna till installationen
- 5.4 Faktorer knutna till verksamheten
- 5.5 Samordningsmöjligheter
Kaskadkoppling
- 6. Underhåll och drift

Litteraturförteckning

BILAGA 2 UTFORMNINGSPRINCIPER OCH LÖSNINGAR

Avsikten med denna bilaga är att visa lämpliga utformningar och lösningar - på företags- och anläggningsnivå - för att nå en bättre hushållning med energi.

Bilagan är delad i fem avsnitt:

- produktion och processutformning
- byggnad
- energilager i byggnaden
- "anläggningen som system"
- områdes- och tomtutformning
- underhåll och drift.

Varje avsnitt innehåller:

dels en allmän beskrivning av varje problemområde - dess betydelse i strävandena att spara energi o dyl,

dels en checklista över åtgärder som kan vidtas för att spara energi vid uppbyggnaden av arbetsplatser och industrier,

dels beskrivningar av exempel, där en eller flera av dessa åtgärder tillämpats.

1. Produktions- och processutformning

Produktions- och processutformning måste ses som en integrerad del i anläggningens och byggnadens utformning. Detta gäller naturligtvis även när energibehov och möjligheter till energihushållning prövas. Förändringar avseende produktionens inriktning och tekniska lösning kan ju öka eller minska energibehovet.

Energiomsättningen för olika industriella verksamheter visar stora variationer. Framför allt skiljer sig fördelningen processenergi och komfortenergi.

Grovt kan företagen delas in enligt figur 1. I figurerna 2-4 redovisas s k Sankey-diagram för några typiska företag ur de tre grupperna. Figur 1 ger en upplysning om att företag med stor andel processenergi, och stor total energiomsättning (Grupp A), bör spara med inriktning på processen/produktion. Två vägar är möjliga:

väg 1 ändrad produktion för att minska behovet av tillförd energi,

väg 2 utnyttjande av spillvärme för andra delar i processen, för arbetsmiljön eller till andra mottagare.

Gruppering av företagen m h t energiomsättning	Exempel på branscher ¹⁾ :	Energi för (procentuellt): process ²⁾ komfort		MWh/anställd och år ³⁾
VERKSAMHETER MED STOR ANDEL PROCESS-ENERGI OCH STOR ENERGIOMSATNING	1. Förpackningsindustri	99 %	1 %	450,0
	2. Fenolegeringsverk	98 %	2 %	1 965,5
	3. Järn- och stålverk	91 %	9 %	548,2
	4. Pappers- och massaindustri	90 %	10 %	1 306,5
	5. Tegelinndustri	84 %	16 %	364
MELLANGRUPP AV VERKSAMHETER	1. Garverier	80 %	20 %	90,9
	2. Bagerier	74 %	26 %	59,4
	3. Mejerier	67 %	33 %	176,2
	4. Lättbetongvaruindustri	64 %	36 %	214
FORETAG MED LITEN ANDEL PROCESS-ENERGI	1. Frukt- o grönsakskonserverindustri	59 %	41 %	94,3
	2. Elektroindustri	31 %	69 %	26,2
	3. Transportmedelsindustri	29 %	71 %	41,7
	4. Maskinindustri	25 %	75 %	36,8 ⁴⁾
	5. Kontor	0	100	2,8 ⁴⁾
	6. Lager	0 ⁵⁾	100 %	-

¹⁾ Uppgifterna hämtade ur "Kartläggning av industrins energianvändning", NEFOS 1980:1.

²⁾ Med processenergi avses här all energi som inte går till att värma lokaler, belysning, ventilation o dyl.

³⁾ MWh/anst ger i och för sig ingen absolut rättvisande bild av den totala energiomsättningen, eftersom värdet naturligtvis också är relaterat till automatiseringsgraden och företagets storlek. Ett bättre värde vore t ex energiomsättningen/producerad enhet.

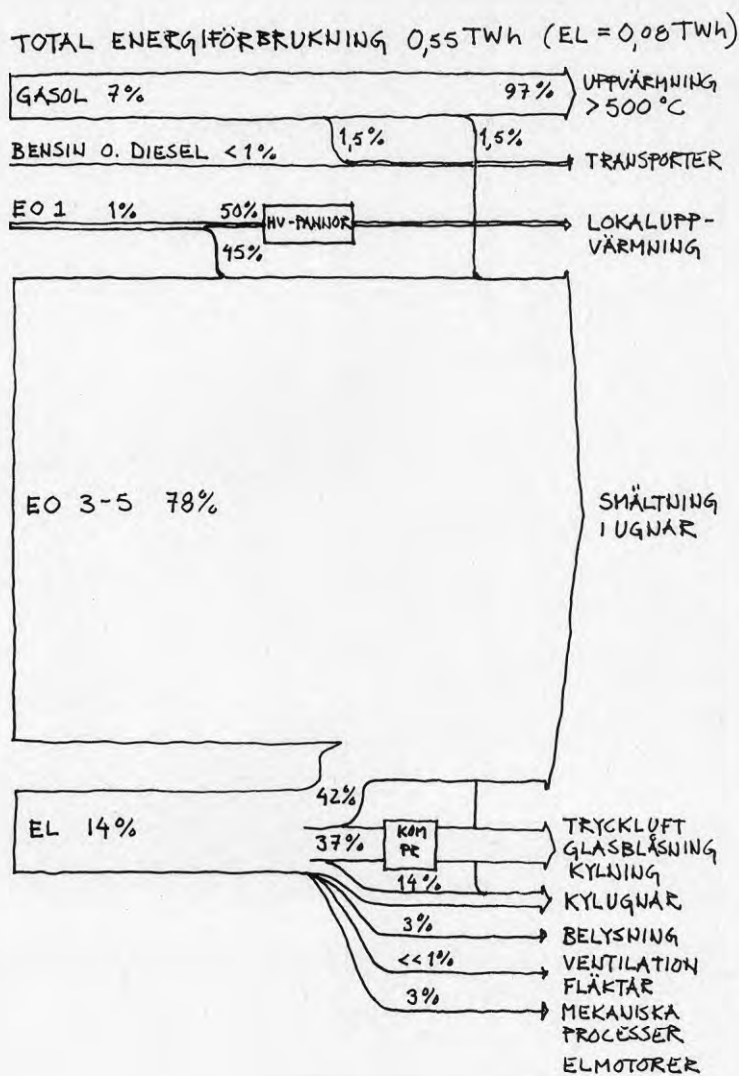
⁴⁾ Ett "vanligt" modernt kontorshus förbrukar ca 100-120 kWh/m² och år. Om man räknar med 25 m² lokalyta/anst ger detta 2,8 MWh/anst och år.

⁵⁾ Här kan man dock tänka sig olika stor energiomsättning beroende på typen av lager och därmed frekvensen transporter och annan hantering, kylning etc.

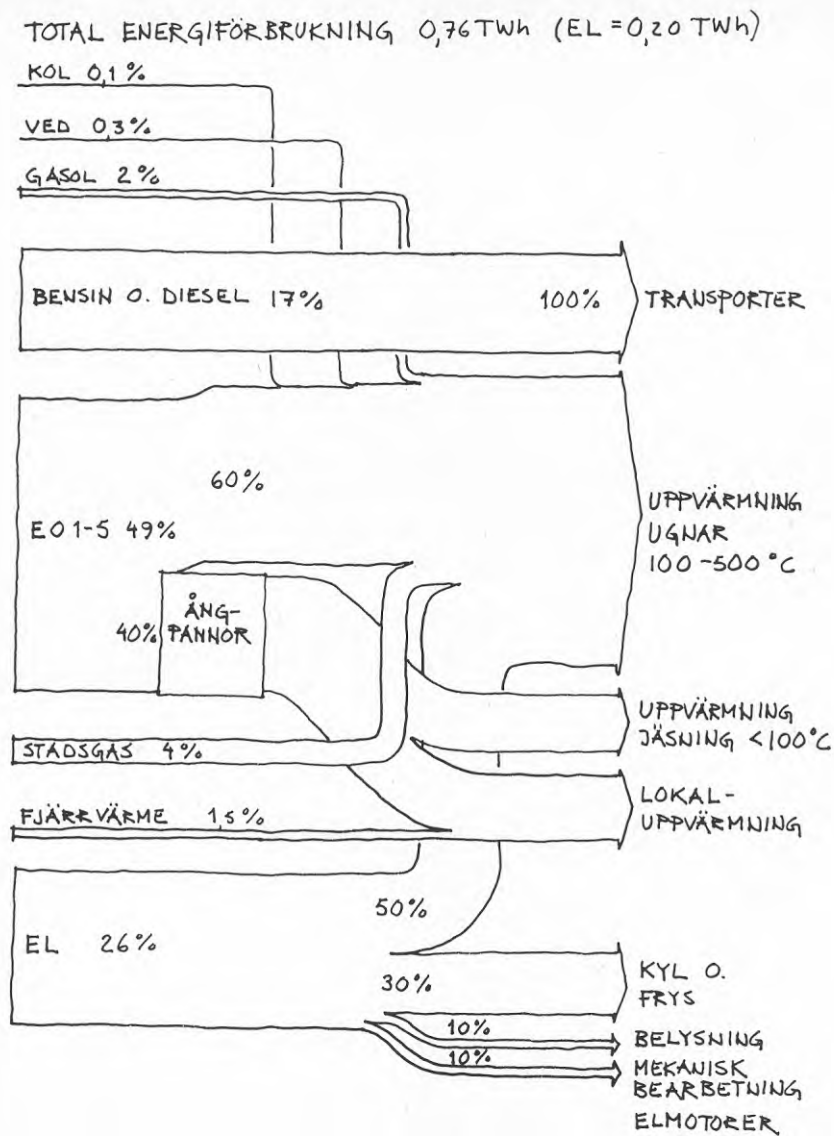
Figur 1. Gruppering av företag med hänsyn till energiomsättning för process/produktion och arbetsmiljö (empiriskt underlagsmaterial).

Mellan de två vägarna finns ett samband, som även är tillämpligt för företag ur grupp B och C, nämligen att väg 2 inte ska tillämpas då man kan minska sin energiomsättning enligt väg 1. Det kan gälla införandet av ny teknik, nya processer, nya material i tillverkningen eller t ex ny layout. Man bör alltså inte "bygga fast" en lösning som utgår från att spillvärme från en "föråldrad" process utnyttjas.

Om man ser till fördelningen av antalet företag och antalet anställda i svenskt näringsliv, finner man grupp C klart dominerande.

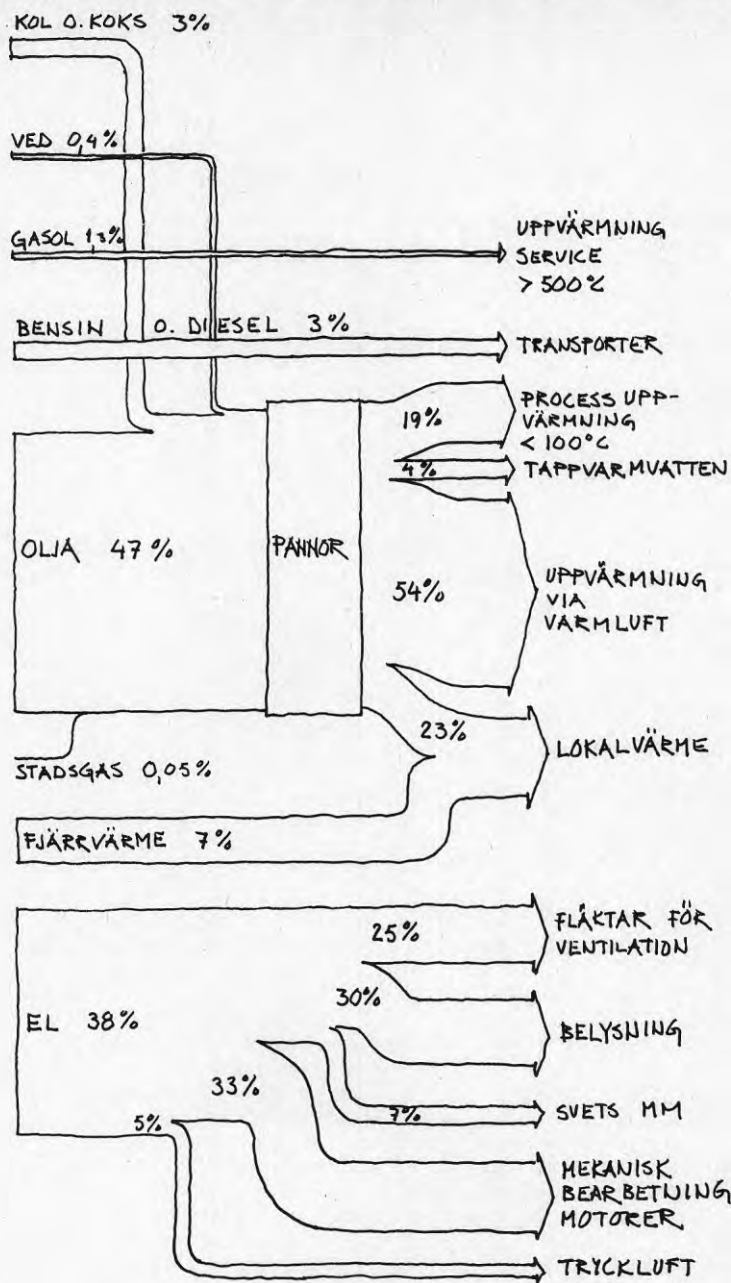


Figur 2. Förpackningsindustrins energiomsättning.
Källa: Kartläggning av industrins energianvändning
NEFOS 1980:1.



Figur 3. Bageriindustrins energiomsättning. Källa: Kartläggning av industrins energianvändning NEFOS 1980:1.

TOTAL ENERGI FÖRBRUKNING 2,11 TWh (EL 0,8 TWh)



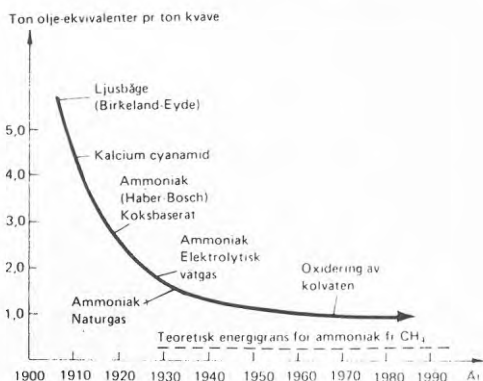
Figur 4. Elektroindustrins energiomsättning. Källa: Kartläggning av industrins energianvändning NEFOS 1980:1.

Sannolikt är att företag ur grupp C kommer att dominera i arbetsområden av Skrubbas typ. Det är dessa företag, med sin fördelning av energiomsättning för produktion och komfort, som bör styra formuleringen av råd och anvisningar till företag vid nyetablering.

1.1 Produktionsutrustning

Industrins produktionsutrustning förnyas betydligt snabbare än byggnaderna. Industriförbundet fann i en undersökning 1978 att produktionsutrustningens livslängd kunde beräknas till ca 14 år och byggnadsbeståndets motsvarande siffra var ca 29 år¹⁾.

En minskning av företagens energibehov kommer således snabbare till stånd genom en aktiv satsning på modern produktionsutrustning och produktionsteknik. En rad exempel talar för detta⁴⁾.

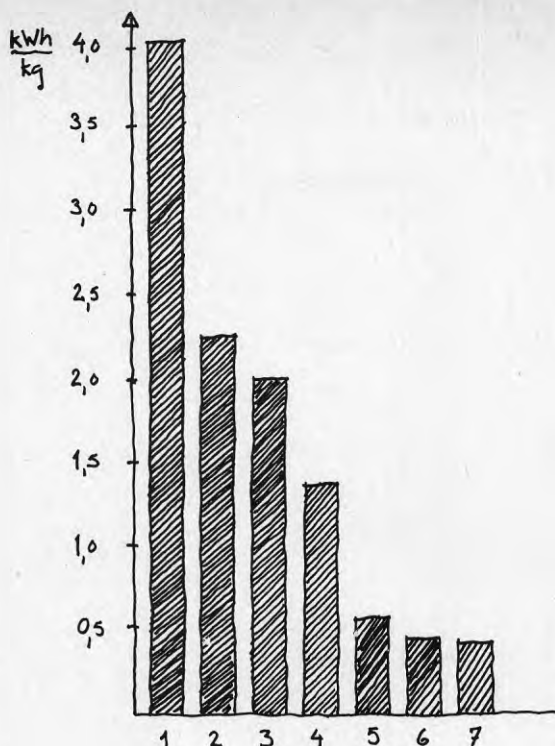


Figur 5. Energianvändning för framställning av ammoniak med olika processer. Källa: Energi till vad och hur mycket, sid 61, Peter Steen m fl.

Industrin förbrukar årligen ca hälften av landets elenergi³⁾. För produktionsutrustningen inom företag i grupp C, enligt ovan, är elenergi den dominerande energibäraren. Andra energibärare är olika bränslen vid olika värmebehandlande processer och tryckluft.

Ur energisynpunkt är de dominerande produktionsmomenten för företag i grupp C (enligt figur 1)⁴⁾:

- plastisk bearbetning (t ex smide)
- hopfogning (t ex svetsning och lödning)
- avverkande bearbetning (t ex svarvning)
- värmebehandling (t ex härdning)
- ytbehandling (t ex lackning)
- montering



1. Konventionell oljeeldad kammarugn företag 1.
2. Åtgärdad oljeeldad kammarugn företag 1. Åtgärder: Rekuperatorbrännare, isolerat med keramiska plattor, förvärmning av olja.
3. Konventionell oljeeldad kammarugn företag 2.
4. Åtgärdad oljeeldad kammarugn företag 2. Åtgärder: Rekuperator, slutna brännare, dragreglering.
5. Induktionsugnar företag 3. Genomsnittlig energiåtgång av 6 induktionsugnar under ett år.
6. Induktionsugn företag 4. Installerad effekt 200 kW. Mätning under produktion, uppvärmning rundstav \varnothing 55 mm.
7. Induktionsugn företag 4. Installerad effekt 325 kW. Mätning under produktion, uppvärmning fyrkantämne bredd 75 mm.

Figur 6. Energiåtgång i olika smidesugnar.
Källa: Verkstadsindustrins energianvändning. Tomas Johansson, LiTH-IKP-R-213, sid 45.

Vanligt för dessa företag är en ganska liten energiomsättning, fördelad över lokalytan, med enstaka koncentrationer av mer energiintensiva processer (t ex härdning).

Verkstadsindustrin kommer antagligen att vara den dominerande producerande industrigrenen i områden av Skrubbas typ. Processenergin för Sveriges verkstadsindustri är 3,6-5,0 TWh per år. Detta är ungefär 1 % av energianvändningen för hela Sverige.

Med hänsyn till vilken energibärare och vilket produktionsmoment som används kan följande checklista för energisparåtgärder formuleras:

Plastisk bearbetning⁵⁾

Ur energisynpunkt är varmsmidesprocesserna intressantast.

- Åtgärda oljeeldade smidesugnar med rekuperatorer, keramisk isolering, oljeförvärmning etc. Detta kan halvera energiåtgången (verkningsgrad 7-12 %).
- Övergång från oljeeldade smidesugnar till induktionsugnar kan minska energiåtgången till en tredjedel (verkningsgrad 33 %).
- Övergång till motståndsgugnar kan reducera energiåtgången ytterligare. Verkningsgraden för motståndsgugnar är ca 70 %. Valet av ugn är dock till stor del beroende av smidesgodsets storlek etc.

Hopfogning⁶⁾

Ur energisynpunkt är svetsning intressantast.

- Isolering av svetsstället har vid prov visat sig ge en halverad energiåtgång.
- Övergång till plasmavetsning.
- Övergång till svetsströmkällor och lasersvetsning.
- Övergång till svetsströmkällor med högre verkningsgrad, vid elsvetsning (s k invertrar).
- Svetsning med förhöjd arbetstemperatur.
- Ökad uppvärmningshastighet av svetsstället.

Avverkande bearbetning⁷⁾

- Minskning av spånmängder o dyl - i dessa finns stora mängder energi bundna indirekt, det kan t o m vara så att vissa metoder med hög processenergiåtgång, som t ex laserskärning, kan vara att föredra framför konventionella metoder, beroende på mindre energiförluster i form av spån.

- Övergång till pulvermetallurgi.
- Övergång till elektrokemisk- och gnistbearbetande metoder.

Värmebehandling⁸⁾

- Noggrann analys av kravspecifikationer för detaljen. Behöver den värmebehandlas? Övergång till andra material kan ge möjlighet att undvika värmebehandlingen.
- Isolering av ugnar med termiskt lätta material t ex keramisk fiber.
- Noggrann produktionsplanering för att hålla den specifika energianvändningen nere.
- Minskning av energilagringen i godsbeararsystem vid värmebehandling.
- Värmebehandlingsprocesser arbetar vid olika temperaturnivåer. Högtemperaturprocessernas "spillvärme" borde i högre grad kunna användas i flera processer med lägre arbetstemperaturer mot allt lägre temperaturer - kaskadkoppling.

Ytbehandling⁹⁾

- Vid lackering i sprutboxar kan en bättre strömnings-teknisk utformning minska ventilationsflödena.
- Slutna processer för att minska ventilationsflödena.
- Vid varmdoppning kan man minska strålningsförlusterna genom att använda lock över grytorna.
- I torksystem (efter lackning) av konvektionstyp ska torkluften utnyttjas så bra som möjligt, dvs låta luften bli mättad med fukt, lösningsmedel o dyl innan den lämnar anläggningen.
- Minskning av lackförlusterna genom elektrostatsprutning, doppning eller pulversprutning utan avkall på utseendekraven.
- Förbättrat strömutbyte och inkapslad processutrustning vid elektrolytiska processer.

Montering

Monteringsarbetet saknar direkt energikrävande delmoment. Viktigare är här att se till interna transporter, layout, belysning o dyl. Viktigt kan också vara att ställa monteringen och dess krav mot de mera energikrävande processerna. Kan man genom ändrad montering

välja andra material eller annan utformning av produkten och därmed minska behovet av energikrävande processer?

Användning av tryckluft¹⁰⁾

Cirka 3 % av elenergin som används inom industrin utnyttjas att driva kompressorer. Detta betyder en årsförbrukning på ca 1,2 TWh. Man tror att den mesta tryckluften används till att uträtta mekaniskt arbete. Verkningsgraden är teoretiskt beräknad till ca 25 % men i praktiken, p g a läckage, överdimensionering etc, oftast endast hälften.

- I takt med ökade energipriser bör en allmän användning av tryckluft ifrågasättas. Kan man använda elenergin direkt för det mekaniska arbetet?
- Noggranna kravspecifikationer på kompressor och kringutrustning.

Allmänna krav

Förutom de krav som tidigare formulerats kan också mera allmänna krav på produktionsutrustningen noteras. Eftersom den till stor del är eldriven, formuleras kraven framför allt med inriktning på hur elektriciteten används^{11), 12)}:

- Faskompensering på elnätet, som ger en högre effektfaktor, med hjälp av kondensatorer.
- Maximalt utnyttjande av elmotorernas effekt och deras driftförhållande granskas för att undvika underbelastade maskiner.
- Utrustning för avstängning eller alternativt energisnålare tomgång hos maskinerna.
- Varvtalsreglering av pumpar och fläktar eller kontinuerlig reglering mot driften.
- Vid elektrolytiska processer uppstår stora energiförluster vid likriktarna. Dessa kan minskas genom nya typer av omriktare samt noggranna studier av samspillet likriktare, överföring och elektrolyt.
- Övergång till moderna tyristorstyrda motorer medger enkel varvtalsreglering.

Exempel Figur 6 visar energiåtgången i olika smidesugnar vid en undersökning utförd av Linköpings Tekniska Högskola, IKP. Diagrammet visar kWh/kg uppvärmt ämne vid fyra olika företag med olika smidesugnar. Genom att förbättra en konventionell, oljeeldad kammarugn har energiåtgången minskats till hälften. Genom att gå över till en induktionsugn kan energiåtgången reduceras till en åttondel.

Exempel Ett verkstadsföretag som aktivt arbetat med att minska sitt energibehov är SAAB-SCANIA, lastbilsdivisionen. Minskning i energianvändning/produktenehet 1972-79 är 29 %. Produk-
2. tenheter är ett försök av företaget att jämföra energianvändningen över tiden. En produktenehet motsvaras av ett medelstort lastbilschassi: en tung, allhjulsdreven terränglastbil motsvarar ca 3 produktenheter.

Källa: Rune Johansson, SAAB-SCANIA, föredrag vid konferensen: Näringslivets energihushållning under 80-talet, Stockholm 1980-10-09. Näringslivets Energidelegation och Statens Industriverk.

1.2 Layout och planlösning

Rationellt och effektivt utnyttjande av byggnadens yta har blivit ett viktigt mål för industrin i takt med stigande drift- och kapitalkostnader.

Detta leder också till att energi kan sparas genom effektivare utnyttjande av produktionsutrustningen. Framför allt minskas dock mängden lokalytor som ska värmas upp. Dessutom ökar förutsättningarna att ta till vara överskottsvärme från de tätare placerade maskinerna.

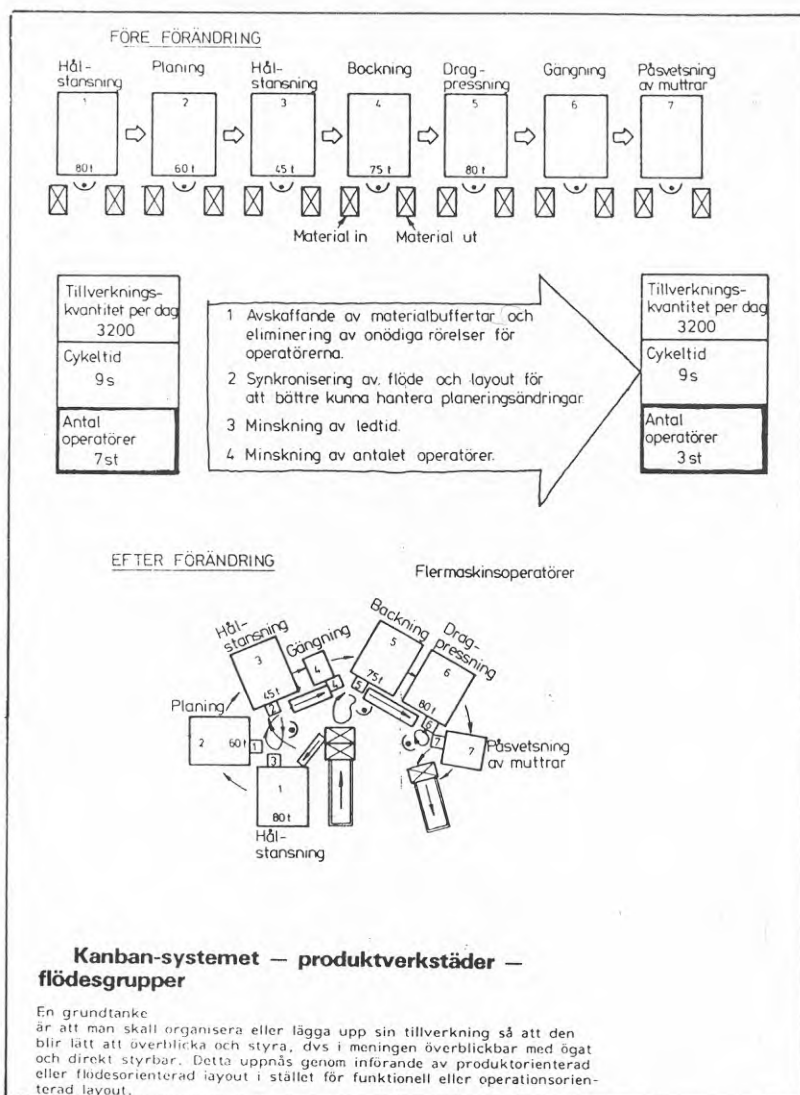
Genom automation minskar personaltätheten samtidigt som maskinerna kan ställas tätare och kopplas ihop med robotar och transportörer (se figur 7). Den tätare placeringen av maskinerna spar golvyta. Inom verkstadsindustrin kan ytbesparingarna i vissa fall uppgå till 50 %.

Genom att utgå från olika funktioners samband och deras behov respektive generering av värme, ventilation, belysning etc kan energi sparas. Härigenom kan man avgränsa lokaler som kan ha en lägre lokalvärme, samma belysning, ventilation m m. Ur energisynpunkt är det mest effektivt att spara utrymme i lokaler med extrema temperaturer - värme eller kyla.

Hantering som kräver kyla förekommer främst inom livsmedelsindustrin och omfattar alla led: tillverkning, förpackning, transport, lagring och distribution.

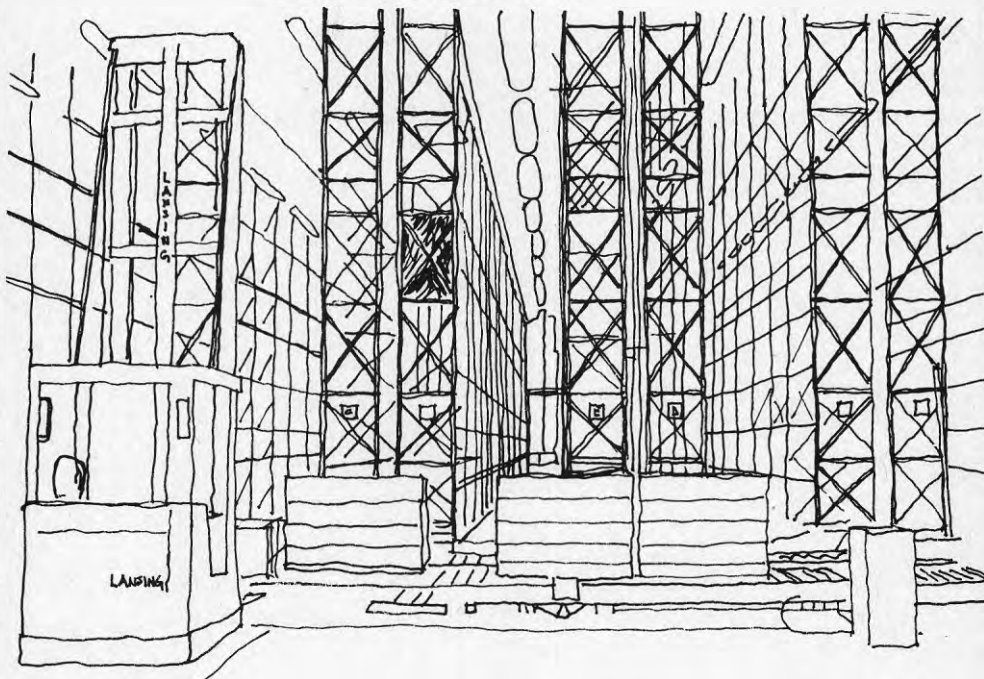
Energibesparande insatser kan genomföras på följande sätt:

- o Ändrad arbetsmetodik som reducerar antalet infrysningar, upptiningar och omfrysningar.
- o Minskade lagerutrymmen genom bättre system att packa varorna.
- o Minskat läckage från fryslagret genom bättre transportsystem till och från lagret.
- o Tillvaratagande av överskottsvärme från fryslager.



Figur 7. Kanban-systemet (Källa: Japansk tillverkningsfilosofi och Kanban-systemet, IVF-resultat 82610).

Exempel 3. Genom att gå över till höglager och speciella staplingskranar kan mycket lageryta och komfortenergi sparas. Ett höglager är över 10 m högt, medan ett normalt lager är maximalt 6-8 meter. Staplingskranarna gör att gångarna mellan lagerstativen kan minskas. För ett höglager med 2 000 pallplatser kan ytbefrysningen uppgå till 65 % relativt ett normalt lager. (Bild från höglager i Saab Scantias faluwerkstad.)



1.3 Interna transporter

De interna transporternas uppbyggnad varierar starkt beroende på verksamhet. Typen av gods, lastbärare, transportutrustning, flöden, layout osv varierar. Genom ett noggrant studium av samspelet mellan produktionsutrustning, layout och de interna transporterna kan en optimal lösning nås och de interna transporter- na begränsas.

En tydlig utvecklingslinje är att fler och fler utrustningar för automatiserad materialhantering tas i bruk. Det kan röra sig från allt mellan en enkel rullbana till ett automatiserat höglager kopplat till ett system av förarlösa truckar.

1.4 Lokalkomfort

Samspelet mellan å ena sidan produktionsutrustningen och å andra sidan en god lokalkomfort pekar på en rad områden av stor betydelse för energihushållningen. I sammanhanget är det också viktigt att betona sambandet med byggnadens utformning (se avsnitt 2).

Värme

Överskottsvärme från produktionen kan tillföras lokalerna som lokalvärme. För verksamheter aktuella i denna typ av områden gäller det framför allt avgränsade produktionsställen.

Vid dessa enstaka arbetsställen kan överskottsvärme vara ett komfortproblem.

Ju tätare byggnadens "skal" görs desto större påverkan på lokalvärmen får också värmen som genereras i produktionen. Därmed blir också behovet större att kunna "styra" denna värme i rummet och tiden.

Följande åtgärder för att ta till vara produktionens överskottsvärme bör uppmärksammas:

- Att dela in produktionen i temperaturzoner beroende på produktionens krav.
- Att fördela produktionsutrustning, som genererar överskottsvärme, på ett sådant sätt över anläggningen så att överskottsvärme kan tas till vara på ett rationellt och ekonomiskt sätt.
- Att gruppera funktioner i produktionsprocessen så att energin kan utnyttjas i flera steg. Ett uppvärmt kylvatten kan t ex användas för lokaluppvärmning, följt av markuppvärmning vid en portlastzon före återledning som kylvatten.
- Inkapsling av energikrävande processer ger möjlighet att bevara värmen inom processen, samtidigt som arbetsmiljön runt omkring kan ha en reglerad temperaturnivå. Inkapslingen kan också minska bullernivåer.
- Placering av värmestrålande maskiner vid väggar för att undvika drag och kallras.

Ventilation

En integrerad del i anläggningens omhändertagande av överskottsvärme är ventilationssystemet. Överskottsvärme ventileras bort. Ventilationssystemets uppgift är också att föra bort luftföroreningar för att ge en bra lokalkomfort.

Vid utformningen av produktionssystemet kan följande åtgärder spara energi med hänsyn till ventilationsbehoven:

- Att dela in produktionen i ventilationszoner efter mängden luftföroreningar och behovet av ventilationsluft.
- Inkapsla processer som ger luftimmissioner (t ex lackering) eller kräver stora luftgenomströmningar (t ex torkning) för att kunna rena, värmväxla och återanvända frånluften utan att påverka det övriga lokalklimatet. Kapslingen kan också i förekommande fall minska buller.
- Samgruppera funktioner som har samma ventilationskrav.
- För processer, där inkapsling och automatisering är omöjliga lösningar, ska man välja punktutsug eller push- and pullventilation i stället för att föra bort immissionerna med allmänventilation. I figur 8 redovisas några sådana system.

2. Utformning av byggnader och installationer

Vid utformning av byggnader, lokaler och installationer kan stora energibesparingar göras. Flera studier har visat att inom industrin finns stora besparingsmöjligheter. Vissa beräkningar pekar på att man med modern teknik kan reducera behovet av energi för uppvärmning till 25 % av dagens medelvärde. I dag uppskattas det genomsnittliga specifika åtgångstalet för lokaluppvärmning till 55 kWh/m³. Befintlig teknik³⁾ kan sänka användningen till 10-15 kWh/m³ eller lägre.

Reduktionsmöjligheterna är givetvis starkt beroende av verksamheten, produktionsutrustningen samt layouten.

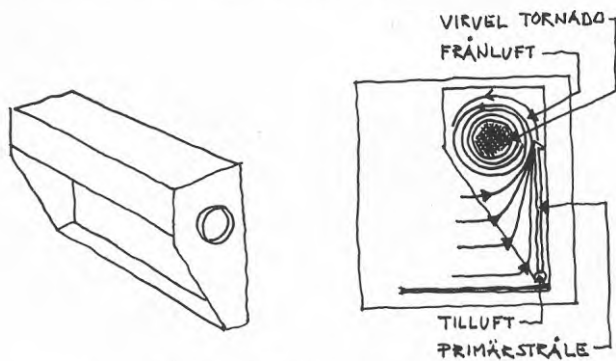
2.1 Byggnadens form

Värmeförlusterna är direkt beroende av den omslutande ytans storlek. Ur denna synpunkt bör strävan därför vara en så samlad byggnadsvolym som möjligt. Vid en förutsättningslös minimering av energibehovet skulle resultatet bli ett hus i form av en sfär. Andra krav, byggnadstekniska, funktionella, och ekonomiska, tycks dock utesluta den lösningen¹⁴⁾.

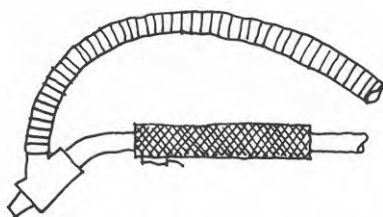
I figur 9 redovisas energibehovet för en 130 m² stor byggnad med olika planformer. Skillnaden vad gäller uppvärmningsbehovet för de fyra alternativen är endast ca 12 %.

Inom industrin används normalt envåningsbyggnader. Fasadytan är då liten i förhållande till golv och tak. Effekten av en ändrad proportion längd/bredd blir därför liten (se figur 10). Att öka antalet våningar ger däremot betydligt större effekt.

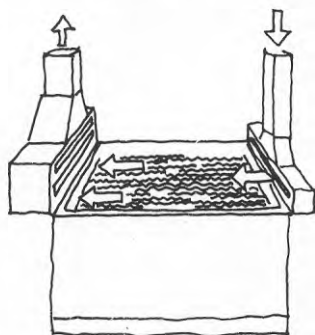
För energianvändningen spelar en uppdelning i flera byggnader en liten roll. Att dela upp en kvadratisk enplansbyggnad i två hus med samma form ökar den omslutande ytan med endast 4,5 %.



ELEKTROLUX, SÄFFLE. FRÄNLUFTSHUV TYP "TORNADO"



INTEGRERAT PUNKTUG, OCH SVETSPISTOL



YTBEHÄNDLINGSBAD, ERICSSONVERKSTADEN, MÖLNDAL

Figur 8. Olika former av punktugsug och push-and pullventilation.

Källa: God arbetsmiljö och energihushållning. Jägbeck m fl. BFR rapport R110:1983

- Exempel** Energiåtervinning ur varma processer. Inbygg-
nad och isolering. Styr ventilation. Användning
av kylvatten till lokaluppvärmning. Värmeväxlare.
5. Reducering av luftutsläpp. Årlig besparing
273 000 kronor. Rak pay off-tid på 2,6 år.
(Källa: PoD-rapportering, energi nr 2/82).

ENERGIÅTERVINNING UR VARMA PROCESSER

I Horda Gummifabrik, som formpressar gummidetaljer, förlorades mycket energi från pressar och vulkugn. Dessutom utvecklades mycket oljerök i de varma processerna, vilket krävde hög luftväxling. Trots värmeåtervinning ur frånluften var energiförlusterna betydande.

Av energikartläggningen framgick att 75 % av den tillförda energin försvann med den uppvärmda frånluften. Luftvolymen var 27 500 m³ per timme. Oljedimmorna i arbetslokalen var besvärande

De åtgärder som föreslogs var:

- Inbyggnad och isolering av pressarna för att temperaturen i pressboxen skulle höjas.
- Styr ventilation förbi pressverktygen under uttag av färdig detalj.
- Värmeväxling av till- och frånluft till pressen.
- Höjning av kylvattentemperaturen från pressarna till 60°C. Det varma kylvattnet används till lokaluppvärmning och varmvattenberedning.
- Isolering av tvättkar och vulkugnar.
- Reducering av luftutsläppet till 8 000 m³/h.

Företaget isolerade och kapslade in pressar och vulkugn. Varje processenhet fick egen ventilations- och värmeåtervinningsenhet. Kylvärmen från pressarna togs tillvara genom en värmepump för produktion av varmvatten.

Hela åtgärds paketet har resulterat i en förbättrad arbetsmiljö och en energibesparing på 45 % av den energi som fabriken skulle behövt.

Energibesparing

Energibesparing genom värmeväxling av frånluft ger ca 140 kWh/d/press
Energibesparing genom isolering och minskade transmissionsförluster ger (enligt elmätare) ca 10 kWh/d/press

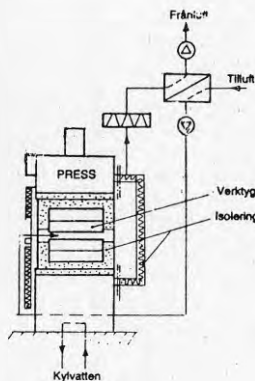
Minskade transmissionsförluster (uppvärmning) 15 kWh/d/press
Totalt 165 kWh/d/press
Åvår fläktrarbete - 12 kWh/d/press
0,5 kWh × 24 = 12 kWh/d/press
153 kWh/d/press

Företaget har alltså sparat minst 1 240 MWh eller 45 % av de minst 2 770 MWh man annars skulle förbrukat. Besparingen motsvarar 100 ton oljeekvivalenter (toe).

Driftserfarenheter

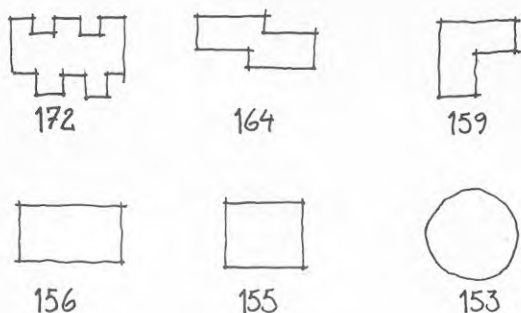
Arbetsmiljöförbättringarna är mycket positiva och lokalmiljön har radikalt förbättrats. Detta trots att rökutvecklingen i processen nu har ökat sedan man gått över till att få hela råvarubasen i halvbländat tillstånd.

Vid pressen slipper personalen att inandas röken. Värmestrålningen från pressen förhindras genom att lufinblåsningen från sidorna av pressen skyddar mot värmen.

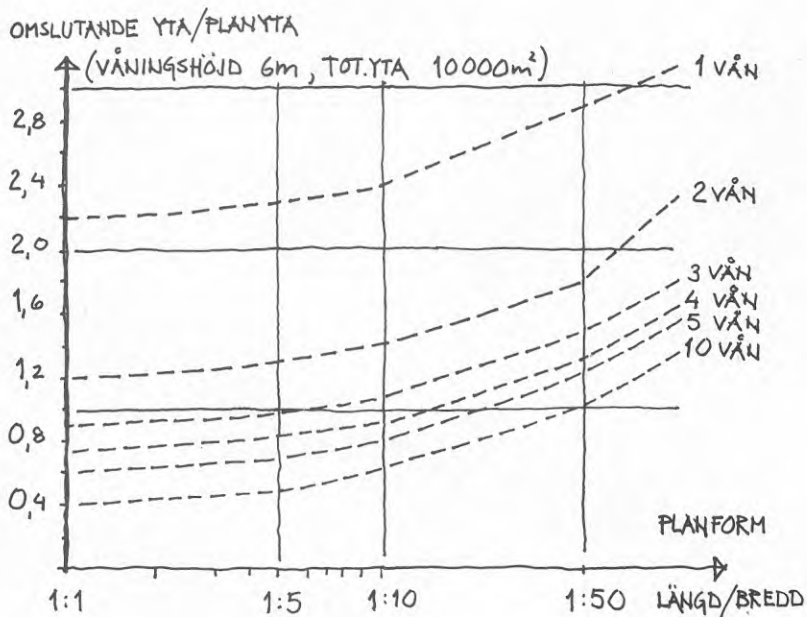


Ekonomi

Energipriset var 1981 22,1 öre/kWh vilket ger en årlig besparing på 273 000 kronor. Filterbyten kostar årligen ca 1 900 kronor. Merinvesteringen är enligt sammanställningen 836 500 minus alternativkostnaden för utökad ventilation, 130 000, dvs 706 500 kronor. Detta ger en rak pay-off på 2,6 år.



Figur 9. Energikrav för en 130 m^2 byggnad. Dimensionerande innetemp $+21^\circ\text{C}$. Energibehov $1 \text{ kWh}/\text{år}/\text{m}^2$ bruttoyta. (Källa: Heat Requirements for Residential Planning, 198 Danmark.)



Figur 10. Förhållandet mellan byggnadens omslutande yta och planformen.

Exempel Energibalansering i verkstadsindustrin. Användning av returluft. Mindre luftkonditionering. Platsbelysning. Tidsstyrda installationer. Tillvaratagande av överskottsvärme. (Källa: God arbetsmiljö och energihushållning. Jägbeck m fl BFR rapport R110:1983.)

6.

REDAN 1973 STARTADE IBM EN VÄRLDSOMFATTANDE ENERGISPARKAMPANJ. MÅLET VAR SATT TILL FEM PROCENT PER ÅR.

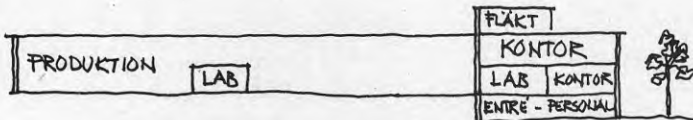
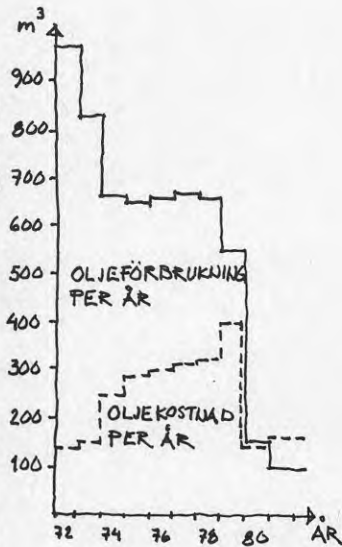
VID IBM, JÄRFÄLLA HAR FÖLJANDE ÅTGÄRDER VIDTAGITS:

STEG 1 1973-78

- ANVÄNDNING AV ÅTERLUFT
- MINDRE LUFTKONDITIONERING
- PLATSBELYSNING
- STÄNGA AV FLÄKTAR, BELYSNING MM DÄR INGEN ARBETAR

STEG 2 FRÅN 1978

- VÄRMEPUMP
- DATORSTYRD TEMPERATUR
- ÖVERSKOTT FRÅN DATA-CENTRAL OCH PROCESS-VÄRME ANVÄNDS



BYGGNADEN ÄR DELAD I 18 METER BREDA ZONER. LUFTEN STYRS SEPARAT INOM VARJE ZON.

Exempel Planformer

7.

Princip 1 för industri- och lagerbyggnader är den sammanhängande rektangulära byggnaden. Den kommer antagligen att dominera även i framtiden av följande skäl:

- marginell extra energiförbrukning på grund av planformen
- enkel och rationell planform
- låg byggkostnad.

En variant - med miljömäsiga fördelar - är byggnad med fristående kontors- och personalenhet. Ger något högre transmissionsförluster och sämre yteffektivitet.

Princip 2 är byggnad uppdelad med gårdar, t ex en kamformad byggnad. Fördelar med denna planform är

- zonindelning av byggnaden kan ske enkelt,
- höga krav på arbetsmiljön kan uppfyllas.

Nackdelarna är större transmissionsförluster än i princip 1 och ökade kostnader för byggnaden.

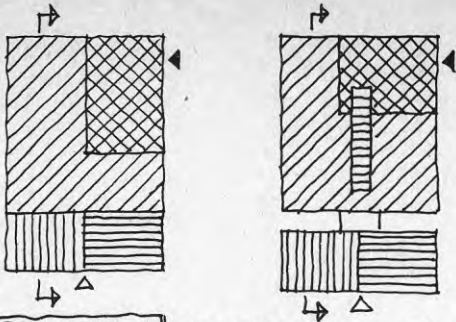
Princip 3 är byggnader med motfyllning. Endast två väggar kan motfyllas, övrig fasadyta behövs för last- och lossningsyta samt för kontor och dagsljuskontakt. Denna typ bör väljas för verksamheter med låg personaltäthet, t ex lager eller förråd.

Besparingar på ca 20 % av uppvärmningsbehovet kan göras, relativt princip 1. Anläggningskostnaderna är likvärdiga.

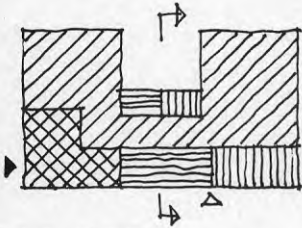
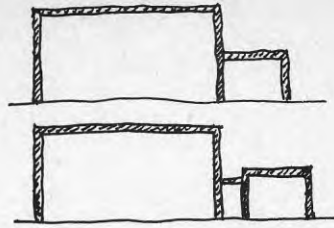
Princip 4 utnyttjar passiv solenergi genom att gårdar och gångar mellan husen glasas in. Ytterväggsytan minskar varigenom isoleeringen i dessa delar kan minskas. Det inglasade rummet kan nyttjas som "vinterträdgård".

Fördelarna är lägre energiförbrukning och trevnadsvärden.

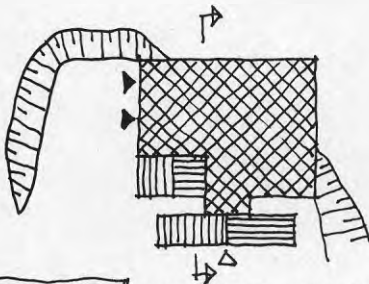
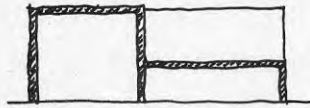
Principen är endast tillämplig för verksamheter utan nämnvärd överskottsenergi.



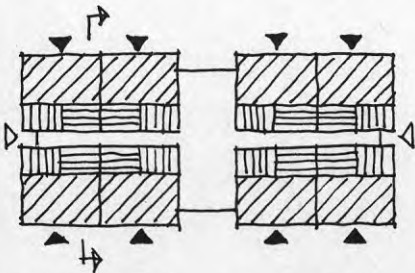
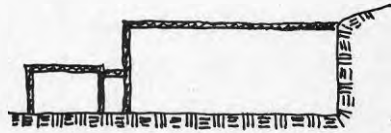
PRINCIP 1 REKTANGULÄR BYGGNAD



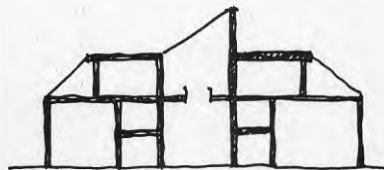
PRINCIP 2 KAMFORMAD BYGGNAD




PRINCIP 3 MOTFYLLD BYGGNAD



PRINCIP 4 ENERGISNÅLT INDUSTRIHUS



TECKENFÖRKLARING

-  PRODUKTION
-  FÖRRÅD, LAGER
-  KONTOR
-  PERSONAL

2.2 Hänsyn till passiv solvärme¹⁵⁾

Energiutbytet från passiv solenergi kan variera mellan 0 % och 20-25 % av det årliga energibehovet, om man beaktar solinstrålningen vid stadsplanering. Energiförbehovet kan minskas till 40-60 % av det ursprungliga, om även huset utformas för passiv solvärme.

För att kunna nyttja den passiva solvärmens vid uppvärmningen av hus måste tre åtgärder vidtas:

1. Huset måste vara en "solfångare". Sol måste kunna släppas in när så behövs samt hållas ute när så är nödvändigt. Detta uppnås genom att orientera huset rätt, utrymme för solinsläpp vintertid och skugga av huset sommartid.
2. Själva huset måste vara ett värmelager. Värmen måste kunna lagras till den tid då solen inte skiner.
3. Huset måste fånga värmen och avge den ut till rummen, isolera väl så att värmen vandrar så sakta som möjligt ut genom väggarna.

Vid passiv solvärme används husets fönster som solfångare. Beroende på hur många glas det är i fönstret släpper det in olika stor del av solenergin. Omvänt leder flera glas ut värmen sämre, de ger mindre transmissionsförluster.

Vid passiv solvärme lagras solenergin i själva huset i vägg-, golv- eller takmaterialen (se figur 11). Materialvalet har en stor betydelse. Alla stenmaterial har en bra värmelagringsförmåga. Ju högre värmeväggens värmelagringskapacitet är desto mer värme kan lagras i huset. Färgvalen i rummet är av betydelse. Mörka färgre absorberar solljuset, medan ljusa färger reflekterar ljusstrålarna.

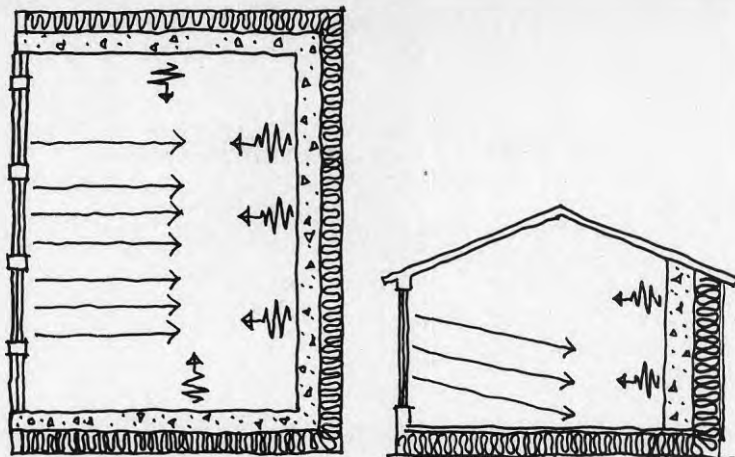
Solinstrålningen kan nyttiggöras som direkt solinstrålning eller indirekt solinstrålning. I det senare fallet får solen värma upp en vägg eller motsvarande, vars värme därefter tillförs arbetslokalen.

Sommartid kan det vara nödvändigt med solavskärmning. Omvänt kan det vara lämpligt med fönsterluckor och reflektorer för att undvika värmeutstrålning under natten och kallare tider.

2.3 Konstruktion

De egenskaper hos konstruktionen som är av intresse för energihushållningen är

- isoleringsförmåga
- täthet
- värmekapacitet och värmetröghet.



Figur 11. Värme lagras utefter väggarna i särskilda värmeväggar.

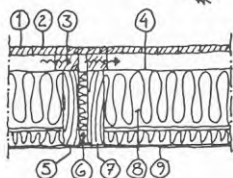
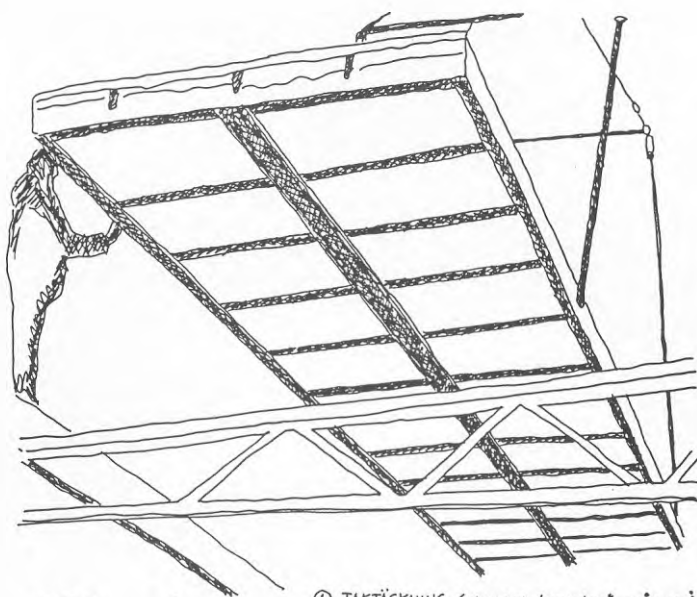
Val av konstruktion ska naturligtvis också ske med hänsyn till:

- o byggnadens användning
- o överskottsvärme från arbetsprocessen
- o installationer: framför allt uppvärmningsteknik
- o energipris.

Isolering

Kraven på värmeisolering i nybyggda arbetslokaler har höjts genom energinormerna. I Svensk Byggnorm 1980 (SBN 80) ges anvisningar om en direkt passning av byggnadens isolering till byggnadens användning. Högsta tillåtna k -värdet (värmegenomgångskoefficient) är knutet till lokalernas temperaturnivå, vilket direkt kan kopplas till användningen (ouppvämt lager, produktion med mycket överskottsvärme, annan produktion, personalutrymme, kontor etc).

Exempel Allmänt kan konstateras att ju mer man sätter på en energisnål byggnad desto större betydelse får det ofrivilliga luftläckaget. Det gäller att hålla detta så lågt som möjligt. Därvid är byggnadens konstruktiva uppbyggnad synnerligen viktig, att vindtätning och diffusionsspärrar fungerar. Här visas en teknisk lösning för att nå god täthet. Det är då också viktigt med noggrant utförande under byggnadsarbetena.



- ① TAKTÄCKNING (SARUAFIL/PAPP/STÅLPLÅT MM)
- ② VATTENFAST KRYSSFANÉR
- ③ KRYSSLÜFTNING
- ④ VINDTÄTNING
- ⑤ BJÄRBJÄLKAR
- ⑥ ÅNGSPÄRR (SAMMANRULLAD I SKARVEN)
- ⑦ BÄRLÄKT
- ⑧ 170 MM MINERALULLSISOLERING
- ⑨ AKUSTIKPLATTOR ALT. TRÄPANEL, GIPSPLATTOR, SPÅNPLATTOR ETC.

Sektion genom väggar och takelement i industri-och arbetslokaler. Källa: Häggmark och Johansson byggnadsfirma.

SBN 80 pekar också på att värmeöverskott från t ex en arbetsprocess bör nyttiggöras för lokalens uppvärmning.

Genom att göra byggnaden tätare och bättre isolerad kan större del av uppvärmningen byggas på den överskottsvarme som genereras av arbetsprocessen. På senare tid har också en utveckling skett mot allt tätare industrihallar. Det främsta argumentet för detta är att större delen av industribyggnaderna används 8 timmar/dygn. Under de resterande 16 timmarna tillförs inte värmeenergi från produktionsprocessen, i stället måste uppvärmningen ske med hjälp av värmeanläggningen. I en tät byggnadskonstruktion kan i många fall den i maskiner o dyl upplagrade värmeenergin bidra till uppvärmningen. Stora energimängder anses också kunna sparas under drifttid, om byggnaden inte läcker ut värme på grund av otäta väggar och tak¹⁷⁾. Det är således av största vikt att välja isolering och en så tät konstruktion som möjligt för att optimalt kunna utnyttja överskottsenergi i arbetsprocessen. (Se Exempel 8)

Om tillskottsenergin är större än överskottsenergin och den specifika transmissionsförlusten är större än ca 40 kWh/år, m³ byggnadsvolym, finns det anledning att närmare undersöka lönsamheten i tilläggsisolering¹⁶⁾. - För den referensanläggning som beräkningar och redovisning i kapitel 6 bygger på är den specifika transmissionsförlusten lägre än 40 kWh/år, m³. Isolering till k-värde 0,3 för temperaturzon III (enligt SBN 1980) så som referensanläggningen har beräknats får därför anses optimalt. Lokalvärmens svarar för endast 2 % till 30 % av byggnadens energiomsättning, beroende på verksamhet i byggnaden.

Att däremot öka isoleringen för att minska transmissionen och bevara överskottsvarme genererad i produktionsanläggningen, eller motsvarande, kan dock vara lönsamt i det enskilda fallet, i synnerhet om värmeförsörjningssystemet är så utformat att överskottsenergin kan tillgodogöras. Detta ska naturligtvis vägas mot dels eventuella möjligheter att minska överskottsvarmen genom energihushållningsåtgärder i produktionsanläggningen och dels eventuella kylbehov under den vara årstiden.

Höjda energipriser innebär ökade kostnader för att täcka transmissionsförluster. I figur 12 visas hur höjda energipriser påverkar valet av optimal isolering av t ex en vägg. Genom att summera kostnaderna för isolering och transmission erhålls ett kostnadsminimum i punkten A. I dag byggs många hus med isolering enligt vad som gäller i punkt B, medan kostnaderna är desamma i C, där energibehovet är lägre. Det är alltså ur samhällsekonomisk synpunkt (mindre energiåtgång) fördelaktigare att lägga sig i punkten C.

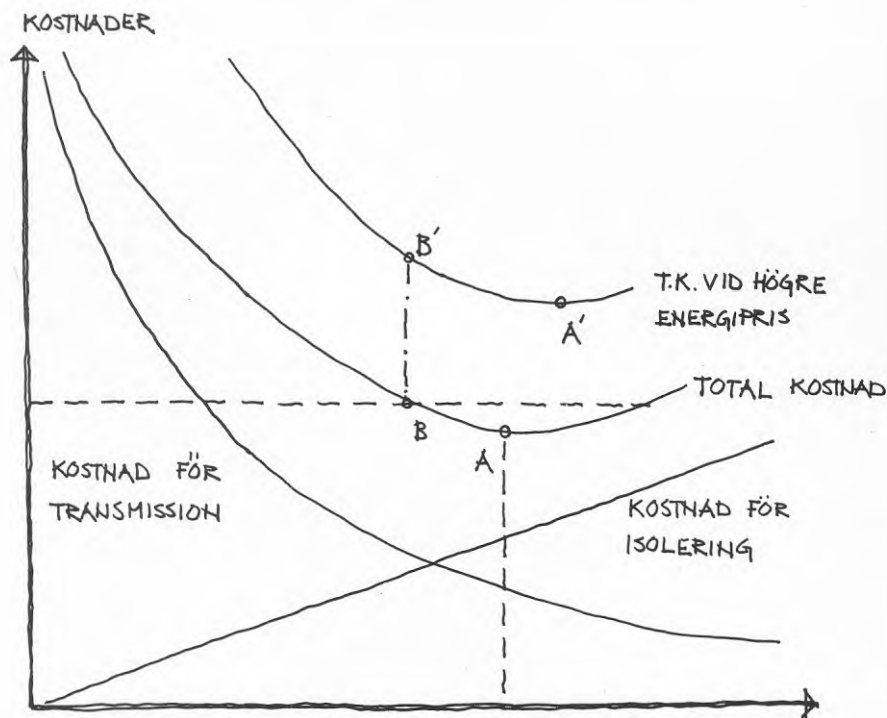
Om kostnaderna för transmissin ökar, kommer den övre kurvan att representera de totala kostnaderna. De totala kostnaderna i B kommer då att stiga till B'. Det intressanta är dock att den optimala punkten A förskjuts mot ökad vägg tjocklek, dvs kostnadsminimum hamnar i A'.

Val av material och väggtyp

Vid projektering av den enskilda arbetslokalen kan material och väggutförande av olika typer testas enligt den modell som figur 12 redovisar.

"Kostnad för isolering"-kurvan kan i det fallet motsvara olika material eller utförande av väggen.

Det finns både lätta konstruktioner med isolering av mineralull och lättbetongelement. Dessutom har ett antal typer av självbärande sandwichkonstruktioner med högre värmeisolering och tätare anslutning utvecklats.



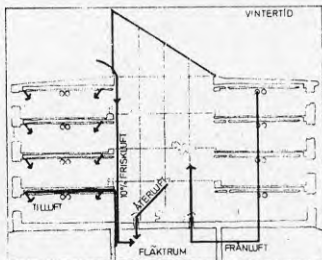
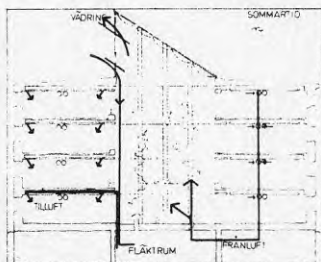
Figur 12. Kostnadsminimum - inverkan av höjda energikostnader. Källa: "Huset som energisystem", sid 66, LiTH-IKP-R-292, Curt Björk.

Exempel 9. Hur man kan använda inglasade gårdar och hålbjälklag i ett kontorshus. Hålbjälklaget används för att lagra momentan överskotts- värme och för att värma upp respektive kyla ner tilluften.

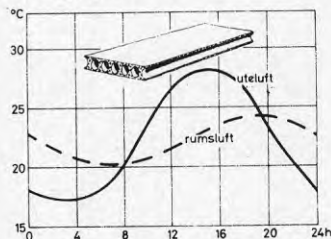
De inglasade gårdarna fungerar efter samma princip som växthus - passivt utnyttjande av solvärme.

Källa: Camera Solaris, BFR T28:1980.

Luffning sommar



Luffning vinter



Ytskikten har en ur energisynpunkt marginell betydelse. Rätt material kan dock bidra till att man undviker klimatbesvär lokalt.

Värmekapacitet och värmetröghet

Valet av byggnadsmaterial är också av betydelse för byggnadens värmekapacitet och värmetröghet och därmed indirekt energihushållning.

I princip gäller att ju tyngre material desto större värmekapacitet och värmetröghet, dvs förmågan att i sig själv binda och lagra värme. Värmen rör sig långsamt genom materialet.

Om byggnaden har momentana värmeöverskott - från verksamheten - kan dessa lagras i bjälklag eller andra byggnadsdelar med stor värmekapacitet och värmetröghet.

2.4 Portar och fönster

Stora dörrar och portar och andra öppningar i "byggnadsskalet" tillhör arbetslokalernas svaga punkter, om man ser till energihushållningen. I SBN 80, "Energihushållning m m" finns preciserade krav på dörrars och fönsters lufttätethet och värmegenomgångskoefficient (k-värde).

Portar, entréer och andra öppningar (t ex ventilationsgaller) bör placeras på läsidan av byggnaden.

Särskilt när det gäller lastportar till lager och terminaler, som ofta står öppna, måste dessa placeras med omsorg efter särskilda studier av vindförhållanden kring byggnaden. Byggnaden måste placeras så att vinden inte förstärks p g a tunneleffekt eller andra vindanomalier¹⁸⁾.

Följande åtgärder kan utnyttjas för att minska värmeförlusterna i portar¹⁹⁾:

- luftridåer (kall- eller varmlufts)
- avskärmning (tak och väggar) utanför porten -ofta i kombination med luftridåer
- luftslussar
- plastridåer
- enklare öppnings- och stängningsrutiner för att undvika slarv (automatisk fotocellstyrning m m)
- reducering av öppningshöjder (anpassad till de fordon som använder porten)
- förbättrade underhållsrutiner för portar avseende tätningar etc
- planteringar och/eller sk vindnät för att dämpa vindpåkänning från förhärskande vindriktning mot porten.

Fönster

Genom en rad olika tekniska lösningar kan värmeförlusterna genom fönster reduceras kraftigt:

- 3- eller 4-glasfönster vid nybyggnad
- värmereflekterande fönsterglas
- genomskinliga isolermaterial som kan användas mellan fönster
- fönsterluckor, persienner eller motsvarande, manuellt eller automatiskt reglerade.

Exempel Minskat läckage genom portar.

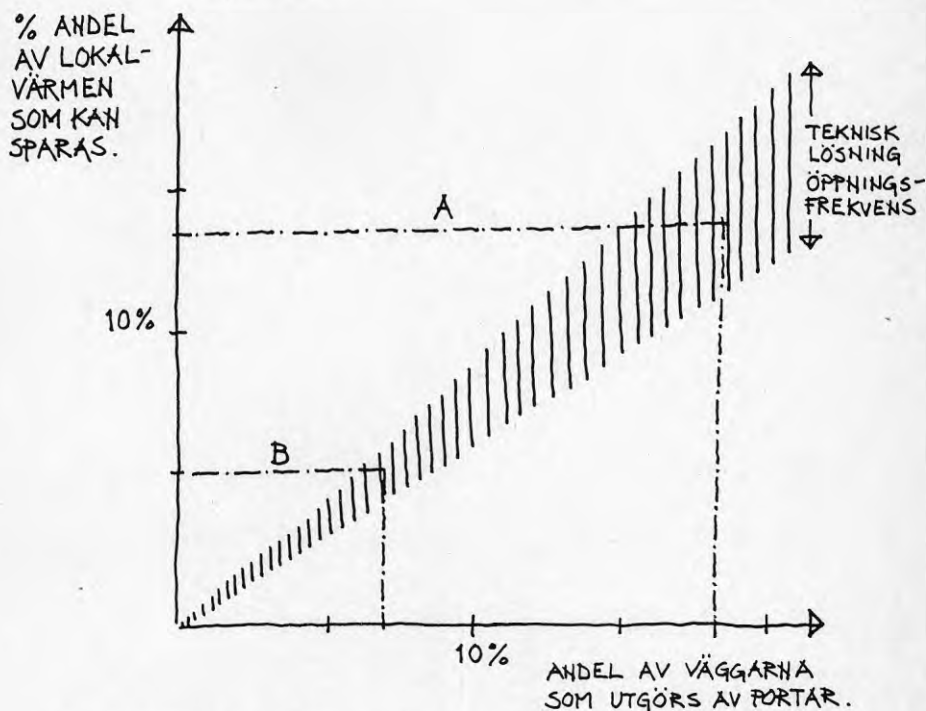
10.

Portar utgör ofta en stor del av arbetslokalernas väggyta. Därför kan de svara för en stor del av läckaget.

Mätningar för portar med och utan luftridåer visar på en besparingspotential på mellan 80 % och 90 % (artikel i tidskriften VVS 12/80 sid 69). Om man räknar med dessa värden samt med luftläckaget ca 20 % för referensanläggningen (Skrubba) kan ett diagram enligt figuren formuleras. Val av teknisk lösning blir beroende av:

- andel av väggarna som utgörs av portar,
- antal öppningar per dag.

Om portarna utgör en liten del av väggytan och antalet öppningar per dag är få, är det inte motiverat att välja dyra tekniska lösningar.



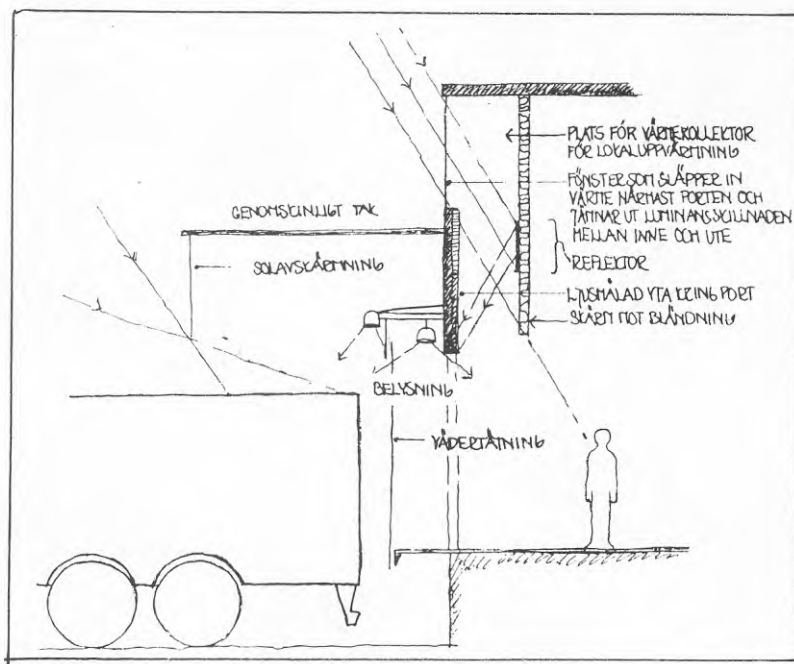
Samband mellan andel lokalvärme som kan sparas, portarnas andel av vägg (läckage) och teknisk lösning/portöppningsfrekvens A) Lagerlokal, 10 x k10 m, med en sida portar. B) Referensanläggning (Skrubba) två portar och en gångport

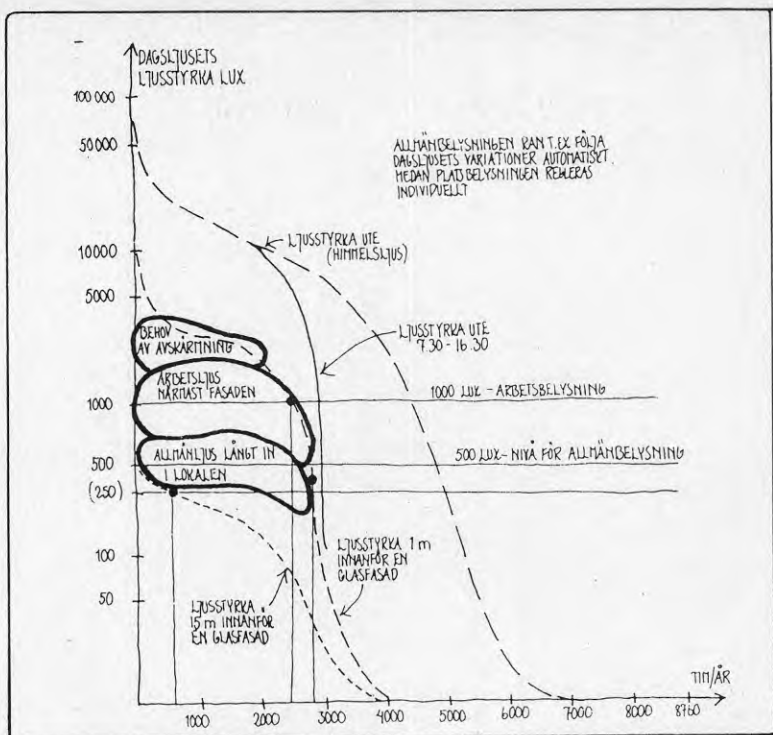
Fönsters storlek, form och konstruktion påverkar energihushållningen genom:

- transmission
- att släppa in solvärme
- ge ljus och minska behovet av artificiell belysning.

Dagsljuset som ljuskälla i arbetslokaler har förlorat i betydelse allt mer. Detta har flera orsaker. En är att dagsljuset inte kan utgöra den enda ljuskällan i arbetslokaler. Billig elkraft har naturligtvis också bidragit till utvecklingen. På grund av krav på energihushållning begränsas den tillåtna fönsterarean (SBN 1980:212). Ur arbetsmiljösynpunkt finns krav på dagsljus och kontakt med yttvärlden bland anvisningarna till arbetslokaler (SBN och ASS). Ur arbetsmiljösynpunkt är också bländningen en viktig faktor att ta hänsyn till (se figur 13 och exempel 11)

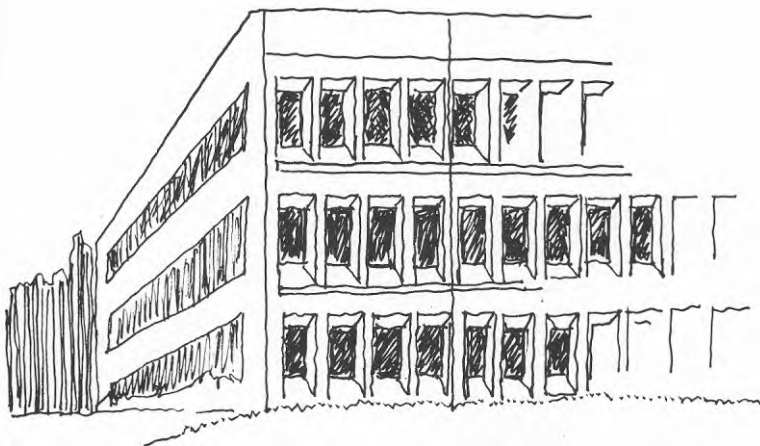
Exempel 11. Idéskiss avseende åtgärder för att motverka drag och bländning vid lastkaj.
Källa: God arbetsmiljö och energihushållning BFR R110:1983. Jägbeck m fl.





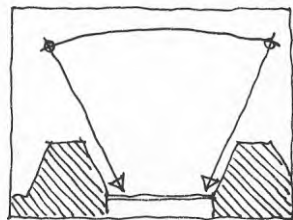
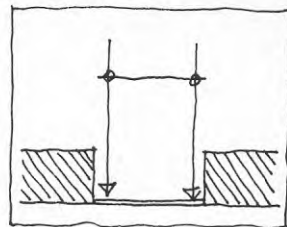
Figur 13. Allmän bild av förutsättningarna att utnyttja dagsljus i arbetslokaler. (Källa: God arbetsmiljö och energihushållning. BFR rapport R110:1983, Jägbeck m fl.

Exempel 12. Genom specialkonstruerade fönster och genom att ta till vara överskottsvärme från datorerna har värmekostnaderna reducerats till 3 kr/m² och år i Control Datas nya datacentral i Kista utanför Stockholm. 20-25 kr/m² och år är normalt.



Control Datas datacentral i Kista utanför Stockholm. Genom att använda spillvärme från datorerna och utrusta huset med specialfönster kan man spara mycket pengar. Värmeväxlaren tillkom till en kostnad av 10 000 kr men var återbetald på drygt ett år. Är datacentralens eller processens värmeeffekt mer än 80 % av husets värmebehov räcker det för att klara husets hela värmebehov. Tekniken är konventionell. Datacentralen har ett vattenkylaggregat. En kondensor tar hand om värmen.

Övre bilden visar ljusinsläppet på ett vanligt fönster. Den nedre bilden visar ljusinsläppet på fönstren hos Control Data. Genom att gluggen är större utåt än inåt släpps mer vintersol in än genom ett vanligt fönster medan sommarsolen stängs ute.



Källa: Dagens Industri, 1982

2.5 Installationer

I SBN 1980:39 anges som allmänna krav på energihushållning att:

"Installationer för uppvärmning, kylning och luftbehandling (ventilation) skall anordnas så, att värme och kyla produceras, distribueras och nyttiggörs med hänsyn tagen till kravet på god energihushållning."

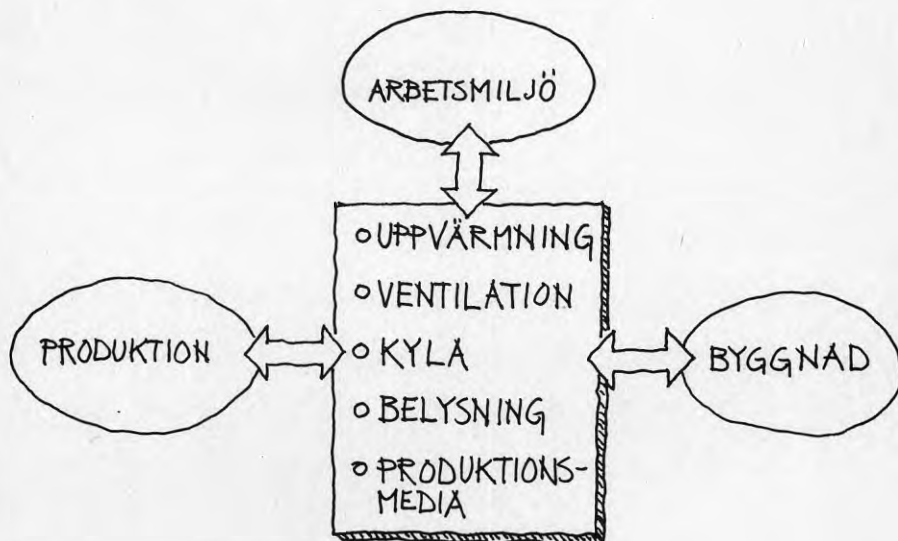
Av verkstadsindustrins energianvändning är 65 % knutna till lokalkomfort (inklusive belysning 9 %) ²⁰. För en delbransch som elektroindustrin är hela 77 % knutna till lokalkomforten (inklusive belysning 11 %).

För kontor, lager och motsvarande verksamhet utgör energin för lokalkomfort i det närmaste 100 % av energianvändningen.

Installationer i arbetslokalerna kan delas in enligt följande:

- installationer för värmeförsörjning/kyla
- installationer för ventilation
- installationer för belysning
- installationer för produktionsmedia.

Installationerna måste samordnas med produktion och byggnad. Vilken kapacitet man väljer är också till stor del beroende av arbetsmiljökrav. Sambandet illustreras i figur 14.



Figur 14. Sambandet: installationer - produktion - byggnad - arbetsmiljö.

Installationerna är därför unika för varje företag, beroende på verksamhet och byggnad.

Grundläggande principer

Eftersom det råder ett nära samband mellan de olika installationssystemen och process och byggnad, kan följande allmänna principer formuleras:

En genomgående tankegång i all energiplanering är att först leta efter överskott av energi innan energiråvara utifrån används²¹⁾. Detta kan beskrivas som "Teorin om högen och gropen" (se figur 15).

Överskott i processen återförs:

- i första hand till processen själv
- i andra hand används den till att täcka underskott i byggnadsuppvärmningen - inom eller utom den egna anläggningen.

Värmesystem

Upplevelsen av inomhusklimat är beroende av lufttemperaturen, luftrörelserna och yttertemperaturen på omgivande ytor. När värmesystemet byggs upp, måste hänsyn tas till detta.

Värmesystemet måste också anpassas till:

- Hur byggnaden ska användas.
- Tillgängliga energislag.

I ett arbetsområde - med den typ av verksamhet som Skrubba representerar - är ofta det individuella värmesystemets uppbyggnad styrd genom att man på områdesnivå lagt fast vilken energibärare och vilket energislag som ska användas (fjärrvärme, individuella oljepannor, elpannor el dyl).

Det är dock viktigt att denna styrning är så pass "mjuk" att den rymmer möjligheter till individuella avvikelser beroende på respektive verksamhet. Se vidare kapitel 3 och 7.

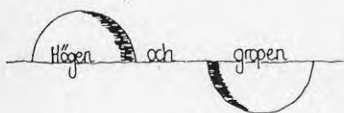
Följande checklista för utformning av det individuella systemet kan dock formuleras:

1 . Energislag och energibärare

- Vilket energislag och/eller energibärare svarar bäst mot verksamhetens krav?
- Kan billig natttaxa för el utnyttjas?
- Överskottsvärme från verksamheten?
- Är eldnings med fasta bränslen ett alternativ?
- Leveranssäkerhet?
- Prisutveckling?

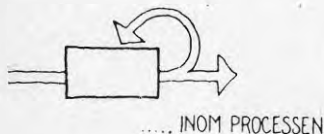
» HÖGEN OCH GROPEN «

SKALAN KAN VARIERAS...



Överskottet
och
Underskottet
" +" och " - "

"Teorin om högen och gropen". Först försöker man hitta överskott, "högen". Sedan undersöker man behovet, "gropen". Fyller "högen" "gropen" råder energibalans.



— PRINCIPEN ÄR DENSAMMA

Bedömnings sättet kan användas på alla nivåer:

- **inom industrin**
sök utjämning mellan samtidiga över- och underskott på energisidan genom att
 - skapa utjämnande ackumuleringsmöjligheter, om tidsskalan måste förändras
 - hålla energibalanserna aktuella och godta "nyproduktion", först sedan kostnaderna för investering och drift jämförts med återvinningsalternativ
 - beakta i jämförelserna de miljövinster som i allmänhet kan tillgodoräknas sparialternativet!
- **inom huset**
upprätta en energibalans som tar hänsyn till
 - processer och installationer
 - möjligheter att tidsmässigt utjämna skillnaderna i behov och överskott
 - möjligheter att genom lämplig byggnadsutformning kunna öka den termiska trögheten och därmed minska momentana effektbehov
 - uppställda krav ur arbetsmiljö- och energihushållningsvinkel
- **inom processen**
återför överskottet från utsida till insida, ta tillvara avfall
 - i första hand i den form det har och som ofta har erfordrat stora energiflöden att skapa
 - i andra hand som energiråvara

Bedöm för alla energi- och produktkrävande processer hur energi- och värmebalansen kan förbättras

Figur 15. Principen om högen och gropen kan användas på alla nivåer. Källa: Andersson J. Energiplanering inom industrin, 1977.

2. Pannanläggning

- Vilken effekt krävs? Utbyggnadsmöjligheter? Avvecklingsmöjligheter?
- Utrymmeskrav för pannan, för leveranser och för underhåll?

3. Alternativ till panna/motsvarande

- Kan värmepump användas för att utnyttja spillvärme, luftvärme, närliggande sjö eller jordvärme?
- Solfångare för t ex tappvarmvatten eller processvatten?
- Lagringsbehov?

4. Distributionssystem

- Krav på byggnadens utformning?
- Restriktioner för byggnadens användning?
- Tålighet mot skador och driftstörningar?

5. Regler- och styrutrustning?

- Optimal nivå för regler- och styrutrustning i förhållande till verksamhetens och byggnadens krav?
- System för att reglera vattentemperaturen; shuntning, automatisk shuntning och zonindelning?
- Temperaturgivare?
- Samordning med ventilationssystem och verksamhetens värmeavgivning?
- Driftsäkerhet?

Varje grads höjning av rumstemperaturen över 20°C medför en ökning av energiåtgången för uppvärmningen med ca 6 %²³⁾.

En värmeanläggning måste alltid injusteras innan den tas i bruk. Ofta görs inte detta, vilket medför ojämn värmefördelning i byggnaden²²⁾.

Individuella värmepumpar

Genom att utnyttja värmepumpstekniken kan värme ur industriella processer, avlopp, ventilationsluft etc tas till vara.

Ett specialfall utgör kyl- och fryslager, där värme produceras genom kyl- och frysanläggningen. I livsmedelsindustrin är denna typ av anläggningar vanlig. Så länge inga företag finns etablerade i Skrubba är det mycket svårt att beräkna energibesparingspoten-

tialen för dessa åtgärder, eftersom de är starkt beroende av vilka media och värmemängder som finns tillgängliga.

Solvärme till tappvarmvatten

Beräkningar visar att solvärme kan vara lönsamt att använda för uppvärmning av 60 %-100 % av industriers tappvarmvatten²³⁾. Storleksordningen är beroende av förutsättningarna i respektive företag, behovet av tappvarmvatten och tappvarmvattenvärme.

Särskilt livsmedelsindustrin bedöms ha goda förutsättningar att använda solvärme på detta sätt. I livsmedelsindustrin kan solvärme också användas för att producera kyla.

Ventilationssystem

En stor del av uppvärmningsenergin går åt till uppvärmning av ventilationsluften beroende på ventilationskrav i processen.

Ventilationssystemet kan utformas som:

- självdragsventilation
- frånluftssystem
- från- och tilluftssystem.

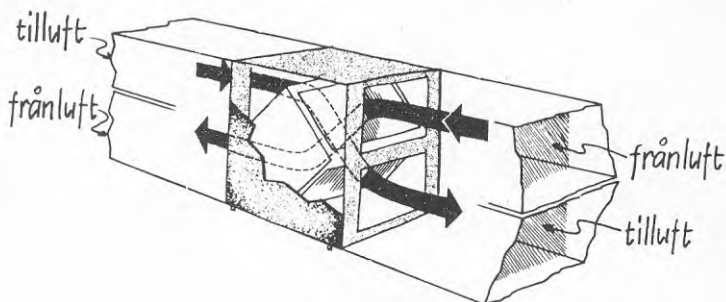
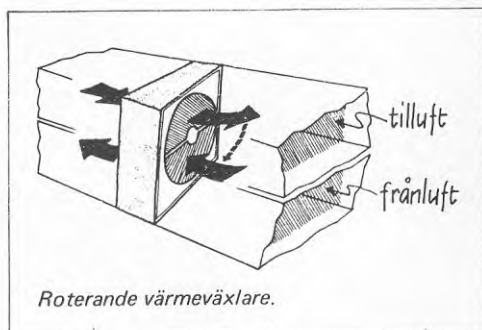
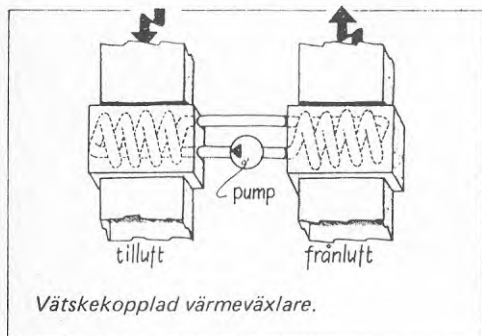
Vid nyproduktion av arbetslokaler är från- och tilluftssystemen de vanligaste. I dessa system erbjuds också störst möjligheter till energibesparingar genom styr och reglerutrustning kopplad till ventilationens mekaniska utrustning. (I referensexemplet i Skrubba antas att 75 % av den producerade värmen tas tillvara i ventilationssystemet.)

Följande energibesparande åtgärder med inriktning på arbetslokalers ventilationssystem bör uppmärksammas vid systemets uppbyggnad:

- Punktutsug kombinerat med inkapsling vid processer som kräver omfattande ventilation (se avsnitt i denna bilaga).
- Vilket luftflöde är lämpligt i allmänventilationen? Det vill säga, hur mycket luft ska bytas per timme?
- Hur mycket ska luftens temperatur höjas från intag till utsläpp?
- Driftstid - dvs, under hur lång tid behöver ventilationen vara i gång? Kan den t ex stängas av under natten?
- Är det lönsamt att installera värmväxlare? Bör särskilt uppmärksammas där ventilationen evakuerar stora luftmängder i samband med processen (t ex torkning, målning eller annan ytbehandling). Flera

olika typer av värmeväxlare finns. I figur 16 redovisas några olika sorter.

- Vilken kunskap och kompetens behövs inom företaget för att sköta avancerad ventilationsutrustning?
- Möjlighet till kombination av avfuktungs- och ventilationssystem i t ex lagerutrymmen, där man då kan hålla lägre temperatur utan risk för korrosionsskador o dyl.



Figur 16. Olika typer av värmeväxlare.

Belysning

Genom att placera fasta arbetsplatser längs fasaden kan man tillgodogöra sig dagsljuset som belysning. På så sätt kan man spara en del av elenergin för belysningsändamål.

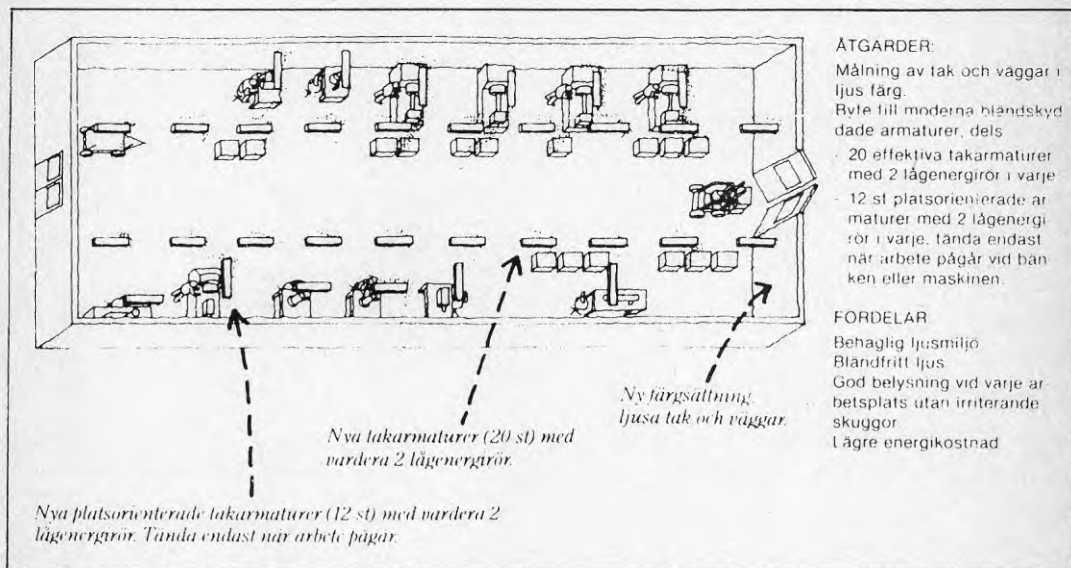
En systematisk gruppering av arbetsplatser efter deras ljuskraav underlättar också förändringar av belysningssystemet.

I arbetslokaler eftersträvas ofta generella belysningslösningar genom allmänbelysning i form av högt sittande s k linspända armaturer. Detta ger oftast otillräcklig ljusnivå, olämplig luminansfördelning samt skugg-

bildning på arbetsplatsen. Armaturerna bör i stället vara orienterade till arbetsplatsen och placerade efter arbetets art och individuella önskemål. Detta kan åstadkommas genom s k lokaliserad allmänbelysning i kombination med ställbar platsbelysning.

Relativt enkla åtgärder kan ge en energibesparing vad gäller belysning med ca 15 %. Exempel på detta är byte till effektivare lampor och armaturer, införande av arbetsplatsbelysning och reduktion av för höga belysningseffekter. Omfattande åtgärder kan ge upp till 40 % besparing. Till dessa räknas automatisk reglering med fotocell eller tidur²⁴). Hit bör också räknas besparingar genom ändrad layout så att dagsljuset kan tillgodogöras bättre.

I figur 17 visas ett exempel på hur man kan spara 40 % av energin för belysningsändamål genom att installera platsbelysning i kombination med ny färgsättning.



Figur 17. I en mekanisk verkstad på 240 m² och med en takhöjd på 4 m kan man med tämligen enkla åtgärder spara 40 % av energin för belysning och samtidigt få mer än 7 ggr så mycket ljus på varje arbetsplats. Källa: Ljuskultur, Ljuset och Energin 1981.

Produktionsmedia

Även vid uppbyggnad av system för produktionsmedia bör energihushållningsaspekten beaktas.

I elnätet uppträder alltid en reaktiv effekt till följd av spolar och lindningar i transformatorer och elmotorer. Denna reaktiva effekt är en direkt energiförlust. Genom faskompensering kan nätets effektfaktor höjas och den reaktiva effektdelen sänkas. Faskompensering sker med hjälp av kondensatorer.

Genom att utnyttja kondensatorernas förmåga att lagra spänning reducerar man tidsförskjutningen mellan ström- och spänningskurva.

Att komprimera luft till tryckluft är mycket energi-krävande. Tryckluftssystemets ledningar, ventiler och inkopplade apparater måste därför regelbundet täthetskontrolleras. Det är därför viktigt att systemets alla delar är lätta att komma åt och att underhållsrutiner finns.

3. Energilager i byggnaden

Det forsknings- och utvecklingsarbete som bedrivits inom området värmelagring i byggnader har till övervägande del initierats av intresse för bostadsuppvärmning. Industriellt tillämpade projekt med spillvärme från processen är mycket sällsynta..

Studier vid Linköpings tekniska högskola uppskattar den totala potentialen till ca 5,05 TWh lämpligt för korttidslagring i undersökta branscher²⁵⁾.

Sparpotentialen uppskattas för olika branscher enligt följande:

	Total energi användning GWh	Sparpotential GWh
Livsmedelsindustri	7 000	1 350
Gjuteriindustri	2 000	720
Textilindustri	1 000	180
Glasindustri	1 500	165
Plast- o gummi- industri	3 000	1 400
Trävaruindustri	8 300	1 400
Tegelindustri	390	8
Verkstadsindustri:		
Plastisk bearbetn	700	50
Värmebehandling	500	100
Ytbehandling	1 500	700

Det är orealistiskt att räkna med att hela sparpotentialen kan/behöver utnyttjas. Beräkningar vid Linköpings tekniska högskola pekar på ca 80 %.

Man har i sammanhanget också genomfört ett fullskaleförsök vid ett bageri (se exempel 12). Detta försök gav en energibesparing på ca 10 000 kWh/år, vilket betyder en halvering av uppvärmningsbehovet. Detta trots att ventilationssystemet, som ju för den varma luften genom lagret, uppvisar väsentliga brister. Efter förbättringar av detta bör besparingen kunna bli ännu större.

Avsikten med dessa korttidslager är att kunna tidsförskjuta utnyttjandet av överskottsvärme från t ex dag till natt eller något längre tid.

Dimensionering och utformning av värmelagret måste utgå från de speciella förutsättningar som råder vid det enskilda företaget. Viktigt att tänka på är då:

- Kommer processen att lämna överskottsvärme även i framtiden eller finns ny teknik, alternativa produktionsmetoder etc som reducerar överskottsvärmen?
- Är ventilationssystemet rätt utformat? Vilka förändringar behöver göras?
- Finns plats för värmelagret?
- Hur stort behöver lagret vara i relation till den tid det ska samla upp och avge värme?
- Driftsäkerhet?
- Ekonomi?

På motsvarande sätt kan man studera förutsättningarna för lagring av solvärme. I det fallet bör också följande aspekter studeras:

- Finns plats för solfångare (t ex stora takytor)?
- Hur ska distributionssystemet utformas?
- Driftsäkerhet?
- Ekonomi?

4. Tomtutformning och anläggningens yttre disposition

En rad faktorer utanför industribyggnaden, eller arbetslokalen, är också av betydelse för energihushållningen. Vid nybebyggelse är det lätt att ta hänsyn till dessa faktorer.

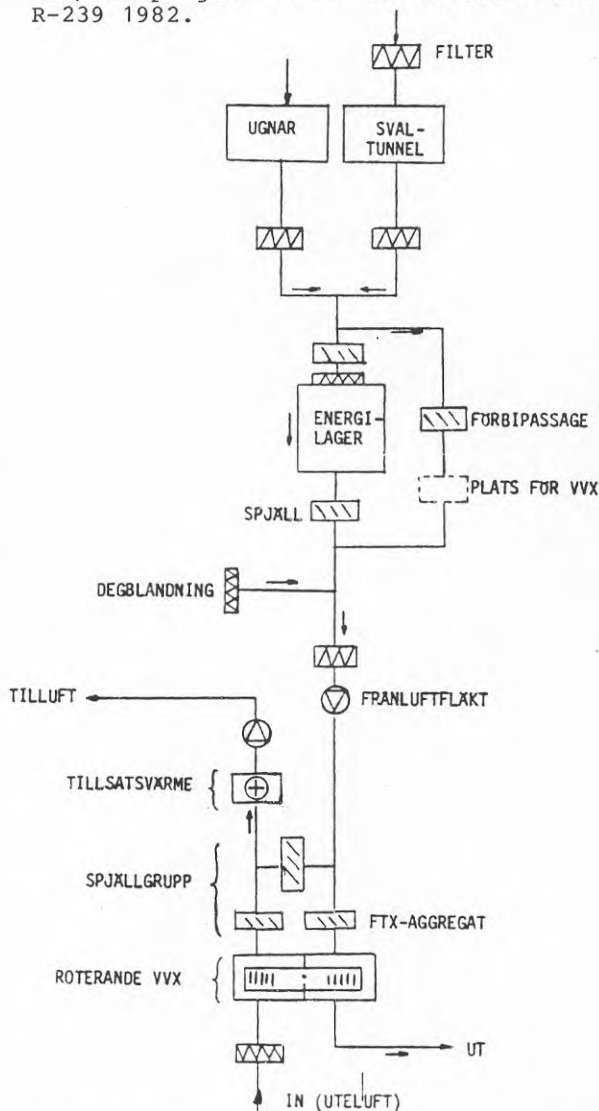
Hur stor betydelse dessa faktorer har är mycket svårt att uttrycka exakt. Snarare handlar det om att använda kunskapen om deras relativa betydelse, och vilka åtgärder som är möjliga, i den fysiska planeringen på områdes- och tomtnivå.

Här ska de olika faktorerna med tillhörande energihushållande åtgärder förtecknas. I förekommande fall anges möjlig energibesparing. Det bör dock observeras att dessa besparingar oftast är teoretiskt framräknade och då jämförs med en mera energikrävande "normal" lösning.

Exempel

13.

Fullskaleförsök med energilagring i bageri. Spillvärme från bakningen lagras i ett salt-smältlager, innehåll $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Återanvändning av värme sker genom att värma bagerilokalerna då brödproduktionen inte är i drift. Besparing ca 10 000 kWh/år (halvering av uppvärmningsbehovet). Besparingen beror på effektiv återvinning, energilagring och god reglering. Ventilationssystemet har dock väsentliga brister. Om detta förbättras, kan besparingen bli större. Källa: Energilagring i ett bageri. Slutrapport STU/ELS-projekt 3. Arnold Sohlman LiTH-IKP-R-239 1982.



Flera av de föreslagna åtgärderna är motstridiga. Så kräver t ex minskad vindpåverkan tätt exploaterade tomter, medan utrymme för alternativa energislag ger en relativt gles bebyggelsestruktur. Det är därför viktigt att man inte gör deloptimeringar utan strävar efter totaloptimering. Då måste även andra faktorer vägas in, dels t ex produktion, dels övergripande planer för hela området vad gäller värmeförsörjning.

4.1 Tomtdisposition

Man kan i nybyggnadssituationer urskilja fyra olika principer för tomtdispositionen. De är

- A. Zonplan
- B. Kvartersplan
- C. Dubbleringsplan
- D. Industriby.

I figur 18 beskrivs dessa principer och dess energihushållningskonsekvenser noteras.

Ur energihushållningssynpunkt bör följande faktorer tillgodoses när tomtmarken disponeras för arbetsplatsen:

Ökad exponering för sol (passiv solvärme) genom att:

- Lokalisera byggnader i terrängpartier som sluttar mot sydliga väderstreck. Det vill säga skuggeffekterna från omgivningen och framförliggande byggnader minskas.
- Organisera byggnader av olika höjd så att skuggningseffekter minskas.
- Orientera största möjliga fasadyta (framför allt fönsterfasader) mot sydliga väderstreck. Det vill säga instrålningen genom fönster kan nyttiggöras.

Princip A. Zonplan

Tomten delas in i zoner för olika verksamheter. Det vanligaste sättet att disponera en tomt. Lämpar sig för alla storlekar av anläggning.

Princip B. Kvartersplan

Tomten delas in i kvarter för respektive verksamhet. Expansion medges i anslutning till respektive verksamhet. Trafik och teknisk försörjning i stråk mellan respektive kvarter.

Medelstora och stora anläggningar.

Princip C. Dubbleringsplan

Utbyggnad genom dubblering av första etappen. Principen är en variant på Kvartersplanen.

Används främst då processen är styrande för byggnadens utformning, t ex pappersbruk, stålverk eller annan processindustri.

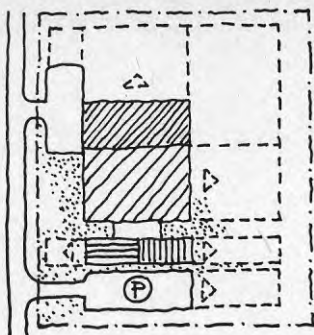
Princip D. Industribyn

Ett eller flera hus som kan rymma ett eller flera företag. Yttre anläggning och ytor är gemensamma.

Figur 18. Tomtutformningsprinciper

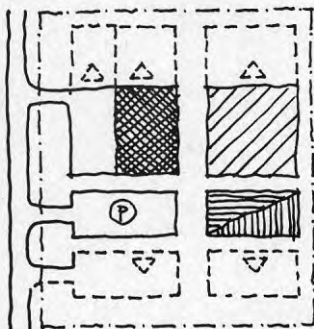
Källa: Industrianläggningars utformning.

Delrapport 2, Ranhagen och Bergensstål, VBB AB. Meklanresultat 82004



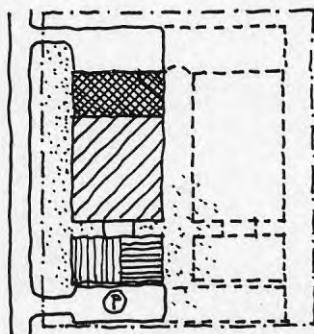
A. Ganska gynsamma förutsättningar för energihushållning.

God anpassning till topografi.



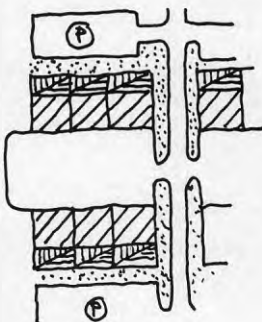
B. Mycket gynsamma förutsättningar för energihushållning.

Mycket god anpassning till topografi.



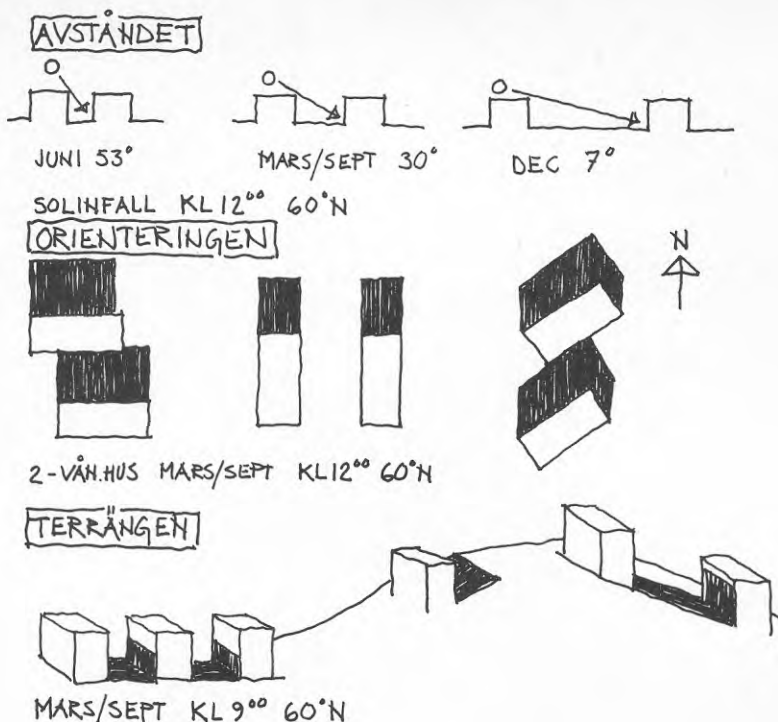
C. Mycket gynsamma förutsättningar för energihushållning.

God anpassning till topografi.



D. Gynsamma förutsättningar för energihushållning.

Mycket god anpassning till topografi.



Figur 19. Hänsyn till passiv solvärme vid tomtdisposition. Källa: God arbetsmiljö och energiomsättning BFR R110:1983, Jägbeck m fl

Skillnaderna i nyttiggjord solvärme kan sannolikt variera mellan 0 % och 20 % av det årliga uppvärmningsbehovet. Det är i första hand vid personal- och kontorsfunktioner solvärmestillskottet kan vara intressant. Det krävs dock en noggrann planering av både byggnad och KVS-system för att motverka överhettningsproblem framför allt sommartid. Anpassning mellan byggnad och vegetation kan vara en framkomlig väg.

Minskad exponering för vind genom att:

- o Utnyttja befintliga vindskyddande vegetationsskärmar och vid behov plantera nya vegetationsskärmar.
- o Utnyttja vindskyddande terrängpartier.
- o Utnyttja det vindskydd som byggnaderna kan ge varandra. Till exempel kallager som skydd för en uppvärmd byggnad i den dominerande vindriktningen.

Vinden kring en byggnad påverkar energiförbrukningen på flera sätt. Dels genom skillnader i lufttryck kring byggnaden som ger upphov till läckage i otätheter. Dels genom att ökad vindhastighet ökar värmeöver-

gången mellan väggytor och luften. Detta fenomen betyder mest på fönsterytorna.

Vindexponeringens betydelse kan ur energisynpunkt vara avsevärd vid jämförelse mellan ytterlighetsfall. Uppgifter förekommer i storleksordningen 10-20 %. Möjligheterna att påverka vindexponeringen vid planering av byggnader på en given tomt är dock oklara.

Utrymme för alternativa energislag krävs som en beredskap för att kunna byta i en framtid då prisbild eller tillgång förändras. Det kan gälla fri tomtyta för:

- gemensamt värmeförsörjningssystem,
- slingor till jordvärmepump,
- upplag för fasta bränslen och aska, körytor och ändrad pannanläggning,
- solfångare,
- säsongslagring av energi.

4.2 Trafik och transporter

I en undersökning i ett befintligt arbetsområde i Örebro konstaterades att trafikarbetet som genererades i området omsatte relativt stor del av energin²⁶⁾.

I ett arbetsområde av Skrubbas typ kommer transportenergin att ha relativt stor betydelse i den totala energiomsättningen. Varje åtgärd med inriktning på att spara energi för transportererna bör därför ha hög prioritet.

Följande åtgärder kan prövas:

- Inom den enskilda anläggningen placeras lastning och lossning samt parkering så nära tillfartsvägar-
na som möjligt. Likaså bör avståndet mellan kollektivtrafik och arbetsplats inte vara för stort.
- En sidoordnad åtgärd - för att begränsa energiomsättningen för lokalvärme - är att sträva efter begränsade lastnings- och lossningsytor samt parkering för att spara befintlig vegetation och ge utrymme för nya planteringar, vilket dämpar vindarna och därmed minskar energiomsättningen för lokaluppvärmning.
- Gemensamt för flera anläggningar kan samordnade lastnings- och lossningsytor byggas upp. Detta ger möjlighet att öka exploateringen och därmed värmetätheten inom området.
- Man kan också bygga upp samordnade varutransporter såväl internt som externt med denna terminal som bas. En studie av besparingspotentialen i en kommun visade att transportarbetet (fordonskilometer) kunde minskas med 50-60 % genom ruttdistribution via terminal²⁷⁾.

4.3 Teknisk försörjning

Inom området teknisk försörjning kan förutsättningarna för energihushållning framför allt ges genom reservering av stråk för gemensamma värmeförsörjningssystem (t ex fjärrvärme eller spillvärme från ett företag till ett annat) och utrymme för lokala energikällor.

Lokala energikällor kan vara:

- spillvärme,
- ytjordvärme,
- grundvattenvärme,
- sjövattnvärme,
- avfall,
- solfångare,
- solceller.

Stammarna för gemensamma värmeförsörjningssystem bör om möjligt dras i kulvertar i byggnader. Då reduceras energiförlusterna i ledningarna.

Media och distributionssystem för process- och lokal- kyla bör samordnas med värmedistributionen så att bortförd värme kan tillgodogöras.

5. Anläggningen som energihushållningssystem - den samordnade lösningen

Behovet av samordning av energiomsättningen utifrån omgivningsklimat, verksamhet och byggnadsutformning har tidigare noterats för skilda delområden.

Samordning över tiden, att kunna jämna ut energiomsättningen och energibehovet beroende av t ex generering av överskottsvärme och hur anläggningen används har också uppmärksammats. Dessutom kan i vissa fall finnas ett behov av energimässig samordning mellan olika produktionsmoment.

Ansträngningar för att nå optimal energihushållning syftar ofta till statiska lösningar. Man söker t ex den optimala lösningen vad gäller uppvärmningssystem i förhållande till produktionens överskottsvärme eller byggnadsskalets isolering.

Samtidigt kan det konstateras att en rad faktorer som påverkar anläggningens energiomsättning är av dynamisk karaktär. Energit behovet varierar över tiden och mellan olika lokaler. Detta är särskilt markerat för arbetslokaler.

Den utveckling som skett inom energiteknikområdet innebär samtidigt att möjligheterna att styra energiomsättningen inom olika delsystem och mellan delsystem ökats. Utvecklingen från t ex självdragsventilation till mekanisk till- och frånluftsventilation med avancerad styr- och reglerutrustning är ett exempel. Utveckling av automatisering i produktionen understödjer också möjligheterna att styra energiomsättningen mot en dynamisk bild av energibehovet.

Det bör dock samtidigt framhållas att enkla system, som utgår från ett dynamiskt synsätt vad gäller energiomsättningen, och som inte förutsätter avancerad teknik är mycket viktiga delsystem. Exempel på detta är t ex att ha bjälklag med hög värmetröghet och värmekapacitet för att enkelt lagra värme från dag till natt.

I det fortsatta ska de faktorer som påverkar energiomsättningen dynamiskt förtecknas. Slutligen förs också en diskussion om möjligheter till samordning och exempel redovisas.

5.1 Omgivningsfaktorer

De faktorer i anläggningens omgivning som framför allt påverkar energiomsättningen är de som är knutna till lokalklimatet. Det handlar således om:

- temperatur
- vindförhållanden
- luftfuktighet
- solbelysning/dagsljus

Exempel på statiska lösningar för att styra dessa faktorerers påverkan på energiomsättningen är vegetationsbälten, terränganpassning och själva lokaliseringen av byggnad/-er:

För att kunna parera dynamiska förändringar i dessa omgivningsfaktorer med hjälp av systemen som reglerar inomhusklimatet kan det t ex vara lämpligt med temperaturgivare på byggnadens fasad kopplade till värmeförsörjningssystemet. Det är därvid viktigt att givarens placering anpassas till omgivningsklimatet, t ex solbelysta och skuggade fasader eller dominerande vindriktningar.

5.2 Faktorer knutna till byggnaden

De faktorer som påverkar energiomsättningen inom delområdet "byggnaden" är t ex:

- byggnadens täthet och isolering,
- byggnadens värmetröghet och värmekapacitet,
- orientering av portar,
- orientering av fönsterpartier.

Kännetecknande för samtliga dessa faktorer är att deras påverkan på energiomsättningen är relativt statisk. Utifrån analyser som gjorts under planering och projektering har man valt utformning som är optimal ur energihushållningssynpunkt. De noterade faktorerna kan i väldigt liten utsträckning parera svängningar kring den situation som byggnaden är optimerad för.

Undantag finns dock. Så kan t ex fönster utformas så att de släpper in solvärme på dagtid och minskar värmeutstrålning från byggnaden nattetid. Ett annat exempel är att medvetet utforma bjälklagen som en integrerad del i ventilationssystemet och samtidigt ge dem en stor värmetröghet och värmekapacitet. Då kan de hjälpa till att utjämna de momentana svängningarna mellan dag och natt vad gäller energiomsättning för uppvärmning.

En strävan bör vara att utnyttja dessa möjligheter att i själva byggnaden parera dessa förändringar i energiomsättningen. Dessa åtgärder är enkla och kräver liten eller ingen tillsyn och ringa underhåll.

5.3 Faktorer knutna till installationer

Flertalet installationer kan genom regler- och styrsystem bringas att parera svängningen som påverkar energiomsättningen. Exempel på sådana åtgärder är:

- tidsstyrning av pannanläggning och värmedistributionsystem,
- samverkan ventilationssystem - värmedistributionsystem,
- värmelagringssystem,
- tidsstyrd belysning,
- samordning luftridå - portar och ventilations och värmedistributionsystem,
- differentierad temperatur i olika lokaler.

Besparingar på ca 20 % har påvisats.

5.4 Faktorer knutna till verksamheten

Den verksamhet som pågår i byggnaden påverkar i högsta grad energiomsättningen. Till skillnad från bostäder är förändringarna för arbetslokaler stora, både på kort och lång sikt.

På kort sikt är följande faktorer av betydelse:

- arbetssyklar i processen,
- momentan överskottsvärme,
- portöppningar,

- belysningsbehov,
- arbetstider (pauser, skift m m).

På medellång sikt är följande faktorer av betydelse:

- konstant genererad överskottsvärme,
- längre uppehåll i produktionen (semestrar, långa helger etc),
- utnyttjade lokaler eller lokaler som utnyttas mindre frekvent under viss del av året.

På lång sikt är följande faktorer av betydelse:

- ändrade arbetsmetoder som minskar/ökar överskottsvärme och behov av ventilation,
- automatisering.

En utveckling mot automatisering av produktionen ökar förutsättningarna för att styra verksamhetens påverkan på energiomsättningen.

5.5 Samordningsmöjligheter

Genom den utveckling som sker vad gäller:

- styr- och reglerutrustning för installationer,
- temperaturgivare som känner av utomhusklimat,
- automatisering av produktionen,
- byggnadsdelar som kan integreras i samordnade energihushållningssystem

ökar förutsättningarna att parera och utjämna de stora svängningarna vad gäller energiomsättningen för arbetslokaler. Modern datateknik ger också möjlighet att känna av och styra det komplexa system som fordras samt att ta hänsyn till svängningar i verksamheten (arbetstider, ändrade arbetsrutiner etc).

I exempel 13 och 14 redovisas två sådana system.

Kaskadkoppling

Med kaskadkoppling menas att hela temperaturfallet vid en arbetsprocess utnyttjas. Det kan t ex betyda att spillvärmen från en delprocess används för att värma upp en annan delprocess som genomförs vid lägre temperatur.

Vid en rad industrier utnyttjas redan denna kaskadkopplingsprincip²⁸⁾.

Sannolikt kan principen utnyttjas ytterligare åtminstone i steget process - lokalvärme inom samma anläggning.

Exempel Exempel på samverkande VVS-system i Skandias kontorshus i Växjö. Man har samlat maskinutrustningen i ett "hus i huset" för att ej störa övriga verksamheter. I ventilations-systemet utnyttjas värmepumpar för energi ur frånluft. Källa: Industrianläggningars utformning. Delrapport 2 i framtidsstudie inom området industriplanläggning. Ranhagen, Bergenståhl, VBB, Mekanförbundets 82004

14.

VÄRME- OCH VENTILATIONSSYSTEMET

Vi måste alla spara energi!

Vi har därför strävat efter att skapa en extremt energisnål byggnad.

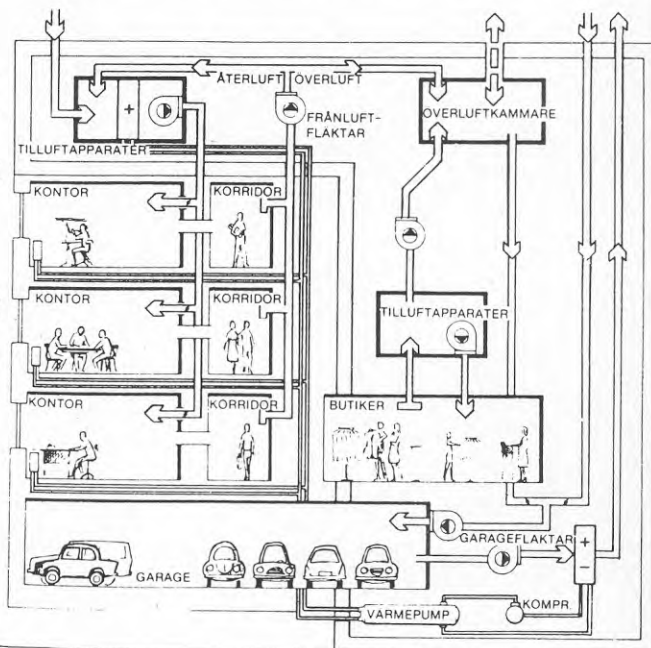
Förlusterna är små, byggnaden är tät och välisolerad.

Den energi byggnaden behöver för belysning, hissar och andra ändamål nyttiggörs för uppvärmningen.

Ventilationssystemets luftflöden varierar med belastningen i rummen, bara så mycket som behövs tillförs.

Vintertid återförs en del av luften från rummen till aggregaten, resten överförs till en för byggnaden gemensam kammare på vinden.

Garaget i källaren ventileras med luft från denna kammare. Frånluften från garaget kyls i en värmepump innan den lämnar byggnaden. Värmen från värmepumpen används för att värma tilluften – cirkeln är sluten!



Exempel Mönsteranläggning för låg energiförbrukning.

15.

(Los Angeles.) IBMs nya fabriksanläggning om 130 000 m², som är under uppförande i Tucson, avses att bli en mönsteranläggning för låg energi- och naturresursförbrukning.

Fabriksanläggningen, som kommer att sysselsätta 3 000 anställda, är nästan helt skild från stadens kommunala nät. Vatten tas ur två vattenkällor och renas efter användningen vid två egna vattenverk. Beroende på dess kvalitet sorteras vattnet till fem olika användningsområden från industriell användning till användning som dricksvatten. Allt vatten återcirkuleras.

Energiåtgången effektiviseras på motsvarande sätt. I tretton olika vattentanksystem lagrar man kylt vatten, som produceras vid lågeffektid, för användning till luftkonditionering, och varmt vatten från den varma delen av dygnet för senare uppvärmningsändamål.

Målet är att energiåtgången ska begränsas till 50 % jämfört med en konventionellt utförd anläggning.

Systemet styrs av två IBM serie 1-datorer.

Via sensorer mäter de väder- och temperaturfaktorer både ut- och invändigt.

Baserat på denna information styr de uppvärmning respektive kylning av anläggningens olika delar på det mest effektiva sättet. De olika byggnadskropparna har också orientrats och utformats så att de ska vara så energieffektiva som möjligt. Anläggningen har, innan den är färdig, redan erhållit två utmärkelser för miljömässiga förtjänster.

Källa: Byggforskning 3:1981

6. Underhåll och drift

Underhållskostnaderna för byggnader och anläggningar utgör en stor del av budgeten för fastigheter och anläggningar. Under de senaste åren har kostnaderna för drift och underhåll ökat snabbare än kapitalkostnaderna för byggnader och anläggningar.

Orsakerna är främst ökade energi- och lönekostnader samt större yta att underhålla.

På sikt bör man kunna räkna med att energiomsättningen reduceras. Sannolikt kommer dock detta till stor del att ske genom alltmer komplexa installationer såsom t ex

- värmeväxlare,
- värmepumpar,
- tidsstyrda ventilationssystem,
- solfångare.

Det är ett känt faktum att dessa system kräver ett noggrant underhåll och god skötsel för att fungera väl. Konsekvensen kan annars bli:

dyra investeringar i avancerade tekniska system och stora energikostnader p g a fortsatt hög energiomsättning.

Investering i avancerad energiteknik måste således ske parallellt med att:

- drift- och underhållsplanering för dessa system utformas,
- drift- och underhållsrutiner genomförs,
- kompetens finns hos personalen.

Har man inte resurser att utveckla dessa delar, bör man vara försiktig med alltför avancerad teknik. Det bör dock framhållas att viss del av den energitekniska utvecklingen går åt motsatt håll. Vi får robusta system som inte kräver mycket övervakning.

Noter

- 1) Energi till vad och hur mycket?, sid 276, Peter Steen m fl.
- 2) A a sid 59, 61, 62, 63, 113, 114 och 119.
- 3) Energihushållning i företag, SIND 1980, sid 10.
- 4) Verkstadsindustrins energianvändning, Tomas Johansson, LiTH-IKP-R-213.
- 5) A a sid 53-73.
- 6) A a sid 9-11 och 43-46.
- 7) A a sid 82-83.
- 8) A a sid 83.
- 9) A a sid 66 och 84.
- 10) "Energianvändning i tryckluftssystem", Solman och Höglund, LiTH-IKP-R-189.
- 11) Verkstadsindustrins energianvändning, Tomas Johansson, LiTH-IKP-R-213
- 12) Energihushållning i företag, SIND 1980.
- 13) Energi - till vad och hur mycket, sid 126, Peter Steen m fl 1981.
- 14) Huset som energisystem, sid 52, Curt Björk, LiTH-IKP-R-292, 1983.
- 15) Passiv solvärme. Vattenfalls projekt för solenergi och värmepumpar, 1980.
- 16) Energihushållning i företag. En handbok om energiekonomi och energisparåtgärder, sid 17, SIND 1980.
- 17) Stora, täta, energisnåla industrihallar, några mätresultat. Leif Lundin artikel i VVS och Energi 12/83 sid 54.
- 18) God arbetsmiljö och energihushållning, sid 117 BFR-rapport R110:1983, Jägbeck m fl.
- 19) Portar och drag. Klimatstudie vid SSABs lokfordonsverkstad i Luleå. Examensarbete 1982:k080. Högskolan i Luleå. Björn Jonsson.
- 20) Energi - till vad och hur mycket? sid 126. Peter Steen m fl.
- 21) Industriplanläggningars utformning. Delrapport 2. Ranhagen och Bergenstål, VBB AB, mekanresultat 82004.

- 22) Information om vattenburna värmesystem. Energi-råd 2, EDB. Byggforskningsrådet och Energisparkommittén, 1981.
- 23) Solenergi i industribyggnader - fyra studerade exempel, Holmberg m fl. Artikel i VVS Special 2:1980, sid 72.
- 24) Energi - till vad och hur mycket? sid 75. Peter Steen m fl.
- 25) Korttidsvärmelagring - möjligheter och begränsningar för industriella tillämpningar. LiTH-IKP-R-252. Tomas Johansson och Mats Söderström.
- 26) Energihushållning i befintligt arbetsområde, Holmen, Örebro. BFR-projekt 790257-3. VBB. Opublicerad.
- 27) Samordnad varudistribution. Sammanfattning av VART-projekten. VBB 1982.
- 28) Kaskadkoppling för effektivare energianvändning. Rapport 197 IVA, 1981.





**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 820922-2
från Statens råd för byggnadsforskning till planerings-
beredningens kansli i Stockholms Kommun, Stockholm.**

R189: 1984

ISBN 91-540-4285-2

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6704189

**Abonnemangsgrupp:
X. Samhällsplanering**

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

Cirkapris: 55 kr exkl moms