



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**

**R110:1983**

# **God arbetsmiljö och energi- hushållning**

**Samverkande eller oförenliga krav  
vid industriplanering**

**Adina Jägbeck  
Johan Lamm  
Ulf Ranhagen**

*K  
0111*

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac

*ser*

**Byggforskningsrådet**

R110:1983

GOD ARBETSMILJÖ OCH ENERGIHUSHÅLLNING

Samverkande eller oförenliga krav  
vid industriplanering

Adina Jägbeck  
Johan Lamm  
Ulf Ranhagen

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
800772-1 från Statens råd för byggnadsforskning  
till VBB AB, Stockholm.

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

R110:1983

ISBN 91-540-3965-7  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.  
LiberTryck Stockholm 1983



## INNEHÅLL

|   |           |
|---|-----------|
| FÖRORD .....  | 6         |
| SAMMANFATTNING .....  | 7         |
| 1. INLEDNING .....  | 13        |
| 1.1 Bakgrund .....  | 13        |
| 1.2 Problemställningar och syfte .....  | 17        |
| 1.3 Metodik .....   | 17        |
| 1.4 Rapportens uppläggning och innehåll .....   | 18        |
| <b>DEL A ALLMÄN PROBLEMANALYS .....</b>   | <b>21</b> |
| 2. INDUSTRIELLA ARBETSPLATSERS ENERGI-<br>OMSÄTTNING OCH HUSHÅLLNINGSPOTENTIAL .....  | 22        |
| 2.1 Avgränsningar och definitioner .....  | 22        |
| 2.2 Värdering och mätning av energi .....   | 23        |
| 2.3 Nuläge och utvecklingstendenser beträffande industrins energiförhållanden .....   | 24        |
| 2.4 Konsekvenser för arbetsmiljösituationen .   | 31        |
| 3. ARBETSMILJÖ IDAG OCH FÖRBÄTTRINGSMÖJ-<br>LIGHETER .....  | 33        |
| 3.1 Avgränsningar och definition av arbetsmiljön .....  | 33        |
| 3.2 Värdering av arbetsmiljön .....   | 34        |
| 3.3 Arbetsmiljöproblem idag och under 70-talet .....  | 35        |
| 3.4 Behovet av arbetsmiljöförbättringar och konsekvenser för energiomsättningen .....   | 39        |
| 3.5 Sammanfattande bedömning .....  | 43        |
| 4. INDUSTRIENS FRAMTIDA UTVECKLING - KONSEK-<br>VENSER FÖR ENERGI OCH ARBETSMILJÖ .....   | 44        |
| 4.1 Divisionalisering .....   | 44        |
| 4.2 Fusionering .....   | 44        |
| 4.3 Produktionsinriktning .....   | 44        |
| 4.4 Produktionsteknik .....   | 45        |
| 4.5 Byggnadsplanering och byggnadsteknik .....  | 46        |
| <b>DEL B ENERGIHUSHÅLLNING OCH ARBETSMILJÖ<br/>PÅ OLIKA PLANNIVÅRER .....</b>   | <b>49</b> |
| 5. ANALYSMETOD .....  | 50        |
| 5.1 Planeringsprocessen och industrins planläggning .....   | 50        |
| 5.2 Bedömning av samband mellan arbetsmiljö och energiaspekter vid lokalisering .....   | 50        |
| 5.3 Bedömning av samband mellan arbetsmiljö och energiaspekter vid område och tomtutformning .....                                      | 51        |
| 5.4 Modell för bedömning av samband mellan arbetsmiljöfaktorer och energiaspekter vid utformning av byggnad och produktionssystem ..... | 52        |

|              |   |            |
|--------------|---|------------|
| 6.           | LOKALISERING .....  | 53         |
| 6.1          | En överblick .....  | 53         |
| 6.2          | Process .....   | 53         |
| 6.3          | Lokalkomfort .....  | 56         |
| 6.4          | Trafik och transporter .....  | 57         |
| 6.5          | Teknisk försörjning .....   | 75         |
| 6.6          | Slutsatser .....  | 76         |
| 7.           | OMRÅDES- OCH TOMTUTFORMNING .....   | 77         |
| 7.1          | En överblick .....  | 77         |
| 7.2          | Process .....   | 79         |
| 7.3          | Lokalkomfort .....  | 79         |
| 7.4          | Trafik och transporter .....  | 85         |
| 7.5          | Teknisk försörjning .....   | 86         |
| 7.6          | Exempel .....   | 89         |
| 7.7          | Slutsatser .....  | 99         |
| 8.           | BYGGNAD OCH LOKALUTFORMNING .....   | 101        |
| 8.1          | En överblick .....  | 101        |
| 8.2          | Process .....   | 103        |
| 8.3          | Lokalkomfort .....  | 109        |
| 8.4          | Transport .....   | 131        |
| 8.5          | Teknisk försörjning .....   | 134        |
| 8.6          | Exempel .....   | 134        |
| 8.7          | Slutsatser .....  | 142        |
| <br>         |   |            |
| <b>DEL C</b> | <b>SAMORDNING AV ENERGI- OCH ARBETSMILJÖ-<br/>ASPEKTER I OLIKA PLANERINGSSTEG .....</b>   | <b>145</b> |
| 9.           | SAMORDNINGSMETOD, PLANERINGSNIVÅ OCH<br>BESLUTSSITUATION .....  | 146        |
| 10.          | ANSATS TILL SAMORDNING AV KRAV PÅ ENER-<br>GIHUSHÅLLNING OCH GOD ARBETSMILJÖ VID<br>LOKALISERING .....                                    | 147        |
| 10.1         | Problemanalys och målformulering .....  | 147        |
| 10.2         | Utveckling av förslag .....   | 147        |
| 10.3         | Genomförande .....  | 147        |
| 11.          | ANSATS TILL SAMORDNING AV KRAV PÅ ENER-<br>GIHUSHÅLLNING OCH GOD ARBETSMILJÖ VID<br>PLANLÄGGNING AV OMRÅDE OCH TOMT .....                 | 148        |
| 11.1         | Problemanalys och målformulering .....  | 148        |
| 11.2         | Utveckling av förslag .....   | 148        |
| 11.3         | Genomförande .....  | 149        |
| 12.          | ANSATS TILL SAMORDNING AV KRAV PÅ ENER-<br>GIHUSHÅLLNING OCH GOD ARBETSMILJÖ VID<br>PLANERING AV BYGGNAD OCH PRODUKTIONS-<br>SYSTEM ..... | 150        |
| 12.1         | Problemanalys och målformulering .....  | 151        |
| 12.2         | Utveckling av förslag .....   | 155        |
| 12.3         | Genomförande .....  | 161        |
| <br>         |   |            |
| <b>DEL D</b> | <b>RESULTATDISKUSSION OCH KUNSKAPSBEHOV .....</b>   | <b>163</b> |
| 13.          | RESULTATDISKUSSION .....  | 164        |

|                       |  |     |
|-----------------------|--|-----|
| 14.                   | PROGRAM FÖR FORTSATT FoU .....   | 165 |
| 14.1                  | Bakgrund och avgränsning av problemen .....  | 165 |
| 14.2                  | Syften .....   | 165 |
| 14.3                  | Förslag till pilotfall .....   | 166 |
| 14.4                  | Resultat och nyttiggörande .....   | 167 |
| BILAGA 1              | Utvecklingstendenser inom industrin av<br>betydelse för energihushållning och<br>arbetsmiljö ..... | 169 |
| LITTERATURFÖRTECKNING | .....  | 179 |

## FÖRORD

Föreliggande rapport utgör resultatet av den första etappens arbete i projektet "God arbetsmiljö och energihushållning - samverkande eller oförenliga krav vid industriplanering". Projektet har bedrivits vid VBB:s avdelning för samhällsplanering sedan våren 1981.

Det har sin upprinnelse i en uppsats som skrevs av undertecknad inom ramen för BFR:s K-block, den s k byggherreboken. På basis av uppsatsen utformades ett forskningsprogram med en bred inriktning. I projektets etapp I har en strävan varit att fullfölja programmets intentioner genom att ta ett helhetsgrepp över problematiken energihushållning och arbetsmiljö. Sålunda har möjligheterna att hushålla med energi för process, lokalkomfort, transport och teknisk försörjning ställts mot arbetsmiljöfaktorer knutna såväl till arbetssituationen som till företeelser i anknytning till arbetet såsom arbetsresor. Det breda angreppssättet har inneburit att möjligheterna att samordna krav på energihushållning och arbetsmiljö behandlas för flera plannivåer: lokalisering, område och tomt samt byggnad och lokal. Motivet för att ge denna vida ram för projektet har varit att få fram ett allsidigt underlag för att bedöma angelägna följdprojekt. Projektets etapp II avses i första hand genomföras i anslutning till praktikfall där möjligheterna att samordna krav på energihushållning och arbetsmiljö skall belysas mer konkret.

Projektets Etapp I har genomförts av en arbetsgrupp bestående av undertecknad, Adina Jägbeck och Johan Lamm (fr o m hösten 1982). Granskning och bearbetning av särskilda aspekter som berörs har utförts av Arne Hansson (trafik), Stig Andreasson (miljövård), Olle Kvarnskog, Theorells Ing byrå (uppvärmnings- och ventilationssystem) samt Tore Riltoft (materialhantering och transporter).

Ett seminarium kring ett första idéutkast hölls i maj 1981 för inbjudna från industriförbund, fackliga organisationer, myndigheter och högskolor. Efter ett andra seminarium i februari 1983 etapp I avslutats med avsikten att läggas till grund för den mer praktiskt inriktade fortsättning av projektet i etapp II som nu planeras.

Ett varmt tack riktas till alla dem som medverkat i projektet.

Stockholm 1983-04-22  
VBB

*Ulf Ranhagen*  
Ulf Ranhagen

## SAMMANFATTNING

Projektet har sin bakgrund i arbetsmiljö- och energifrågornas växande betydelse för individer, företag och samhälle.

Under 70-talet har såväl samhället som arbetsmarknadens parter satsat på arbetsmiljöområdet. Trots detta upplever LO-medlemmarna mer problem i arbetsmiljön nu än för tio år sedan. Förbättringar av arbetsmiljön framstår därför som mycket önskvärda.

Genom de successiva höjningarna av priset på energi har energin kommit att starkt påverka samhällets ekonomi. Omfattande hushållningsåtgärder har inletts under 70-talet och torde komma att fortsätta med ökad kraft under kommande decennier.

De två företeelserna - förbättring av arbetsmiljön och intensifierad hushållning med energi - framstår sålunda som angelägna och drivs av starka krafter i samhället. Man har emellertid uppmärksammat det förhållandet att förbättringar av arbetsmiljön i flera fall kräver ökade resurser, bl a i form av mera energi. I andra fall kan förbättringar av arbetsmiljön genomföras parallellt med åtgärder för förbättrad energihushållning.

Mot denna bakgrund har detta projekt inriktats mot att identifiera konflikter och samverkansmöjligheter mellan kraven på förbättringar av arbetsmiljön och förbättrad energihushållning. Vidare söker projektet påvisa vägar att tillgodose kraven samt utveckla former för att i industriplanering eliminera konflikter och dra fördel av samverkan.

De aspekter av energiomsättningen som har betydelse för energihushållningen vid industriplanering är energi för:

- o process
- o lokalkomfort
- o transport
- o teknisk försörjning
- o anläggning

Anläggningsenergin är dock av ringa storleksordning och behandlas ej i denna undersökning.

Arbetsmiljön omfattar enligt nu aktuella begrepp följande faktorer:

- o arbetsteknik
- o fysisk miljö
- o psykisk och social organisation
- o övriga faktorer som mat, hygien, vila, arbetstider, arbetsresor och risker.



Genom att ställa energiaspekterna mot arbetsmiljöfaktorer framträder konfliktområden och samverkansmöjligheter. Då industrins planering sker på flera nivåer i samhället har analysen genomförts för envar av dessa nivåer:

- o lokalisering (inom riket, regionen)
- o planering av område och tomt
- o utformning av byggnad och lokal

Med detta angreppssätt har problemområdet analyserats. Följande har framkommit.

### Lokalisering

Den industriella verksamhetens lokalisering inom landet/regionen har betydelse för såväl personalens arbetsresor som transporter av gods. Flera undersökningar indikerar att man genom lämplig lokalisering av verksamheter kan samordna arbetsmiljöförbättring med energihushållning. Sannolikt ligger inom detta område stora positiva effekter potentiella. Några riktlinjer kan vara:

- o gynnsam lokalisering med hänsyn till arbetsresor för anställda
- o förbättring i transportmiljön
- o utnyttjande av data och teleteknik för decentraliserade arbetsplatser
- o samordning av varutransporter.

Möjligheterna att nyttja industriell spillvärme för uppvärmning av andra än den egna verksamhetens lokaler är en andra betydande möjlighet till samordning av förbättring av arbetsmiljö med energihushållning. Konkreta möjligheter är således:

- o gemensamma system för produktion, lagring och distribution av energi
- o strukturell uppbyggnad och intern lokalisering med hänvisning till de gemensamma systemen.

Insikten om dessa möjligheter bör föranleda fördjupade FoU-insatser inom området. Man bör härvid särskilt uppmärksamma det förhållandet att arbetsmiljöförbättring och energihushållning inom transport/spillvärmeområdena saknar huvudman i prövning av alternativa lokaliseringar. En knytning till 136a-prövning, länssamråd och koncessionsprövning kan övervägas.

### Planering av område och tomt

I storindustriområdena leder kraven på arbetsmiljösidan till allt glesare strukturer. Liknande tendens kan skänjas i områdesplaneringen. Vid planering av företagsbyar kan i stället viss koncentration åstadkommas.

Dessa förhållanden - arbetsområdenas täthet och struktur - har sålunda direkt samband med arbetsmiljöns krav och får stora konsekvenser för möjligheterna till intensifierad energihushållning. Man kan således peka på såväl positiva som (sannolikt) negativa utfall av kraven från arbetsmiljösidan för hushållningssidan. Väsentliga möjligheter ligger bl a i följande:

- o täthet och koncentration till gynnsam värmetetthet
- o gemensamma ytor för icke produktionsberoende funktioner.

Denna konflikt är i ringa utsträckning behandlad i aktuella undersökningar. Det bör vara en angelägen sak att genomföra studier kring detta problemområde till ledning för den kommunala översiktliga planeringen.

#### Samlokalisering - bostad/arbete/service

Samhällsbyggandet under 60- och 70-talen utvecklades med en i huvudsak differentierad fysisk planering. Områden för bostad, arbete, service och rekreation förlades skilda åt.

Under senare år och i aktuell debatt har stark kritik riktats mot funktionsuppdelningen av staden. Integration mellan skilda funktioner har lanserats som en ur flertalet aspekter gynnsam utvecklingslinje. Indikationer finns emellertid som pekar mot att bl a en utspridning av verksamheter har ogynnsamma effekter med avseende på arbetsresor. Detta har stor betydelse för såväl arbetsmiljö som energihushållning. Måhända är den fysiska organisationen av transportsystemet ur arbetsmiljö och energiaspekt väsentligare än funktionsintegrerade områden. Intressanta problem är således:

- o samlokalisering bostad/arbete/service på skilda nivåer
- o transportsystemets uppbyggnad såväl på person- som godssidan.

#### Klimatets påverkan

Det syns klarlagt att en av de väsentliga möjligheterna att förbättra arbetsmiljö och genomföra intensifierad energihushållning ligger i att beakta klimatets påverkan på ett riktigt sätt. De grundläggande kunskaperna för att kunna beakta klimatpåverkan torde redan föreligga genom utförd forskning.

De metoder och data som föreligger måste dock göras operativt användbara för att nå ut i praktisk verksamhet vid industriplanering. Sannolikt kan en begränsad insats inom området göra stor positiv verkan. Följande skall särskilt uppmärksammas:

- o vindens inverkan (sannolikt den mest betydande aspekten)
- o kallluftsflöden
- o solinstrålning och skuggning.

### Utformning av byggnad och lokal

#### Volym- och planutformning

En förutseende volym- och planutformning av industribyggnaden är en förutsättning för att uppnå god arbetsmiljö och energihushållning främst för verksamheter med måttliga och små värmeöverskott. Transmissionsförlusterna inom byggnaden är direkt proportionella mot omslutande ytan.

Antalet våningar betyder mer för att minska transmissionsförlusterna än förändring av planformen.

Detta gör att äldre industribyggnader i flera våningsplan trots sämre isolering, ineffektivare ventilations-system, etc, i utgångsläget borde kunna vara fördelaktiga ur total energisynpunkt, jämfört med utbredda enplanshallar. Även ur miljö- och stadsbildningssynpunkt kan sådana anläggningar ha kvaliteter jämfört med utbredd nybyggnad. Utvecklingen mot decentraliserade produktionssystem minskar också de transport och produktionstekniska nackdelarna med flerplanslösningar. Följande aspekter framstår som särskilt betydelsefulla:

- o Vid val mellan olika typer av enplansbyggnader innebär en förändring av planformen från förhållandet bredd:djup 1:10 till 1:1 (kvadratisk form) att den omslutande ytan minskar med 7,5 %. Samtidigt ökar elbehovet för belysning betydligt i djupare byggnader, vilket sammanlagt gör dem ogynnsammare ur energihushållningssynpunkt, åtminstone för kontorsliknande verksamheter.
- o Vidare behövs större fönsterytor i djupare byggnader för att öka dagsljuskvoten, vilket ökar transmissionsförlusten och bidrar till kallras eller övertemperaturer.
- o Närmast fasaden kan dagsljuset ersätta artificiell belysning under en stor del av året. Himmelsljuset räcker som allmänljus längre in i rummet (15-20 m) under ett par tusen timmar per år.
- o Vid större rumsdjup än ca 30 m blir det svårt att förena kraven på dagsljusfaktor och max fönsteryta ur energihushållningssynpunkt.

Detta gör att mer uppdelade byggnader, t ex E-formade anläggningar, borde vara gynnsamma ur både arbetsmiljö- och energihushållningssynpunkt. Utvecklingen mot självständigare flödesgrupper eller produktverkstäder inom bl a verkstadsindustrin gör de uppdelade byggnadstyperna mer acceptabla, ja t o m fördelaktiga ur produktionssynpunkt.

### Plan- och layout

Genom effektivare planlösning och layout kan ytbesparingar på upp till 50 % av den ursprungliga ytan erhållas. Om man härigenom minskar behovet av ny- och tillbyggnader kan betydande energibesparingar uppnås. Förutsättningen för effektiviseringen av ytan är minskande antal materialbuffertar, rationellare materialflöde och flödesorienterade layouter, vilket i sin tur ofta innebär en mer överblickbar och säkrare arbetsmiljö. Risken för olycksfall på grund av tätplacerade maskiner, med begränsade underhålls- och serviceytor måste dock uppmärksammas.

### Byggnadskonstruktion

När det gäller byggnadskonstruktion kan bl a följande kombinerade arbetsmiljö- och energihushållningsåtgärder nämnas:

- o Invändig isolering i kombination med ljuddämpning och nya ytskikt som alternativ till kostnadskrävande yttre tilläggsisolering och fasadrenovering.
- o Placering av portar, entréer och andra öppningar på läsidan av byggnaden. Utforma slussar med horisontella eller vertikala luftridåer eller strålningsvärmare för att minska drag och värme-läckage.

### Ventilation

Ventilationssystemet är energikrävande och utgör den största energiposten när det gäller lokalkomfort på arbetsplatsen. Stora energislukande ventilationssystem där man tillämpar den sk utspädningsprincipen garanterar inte den bästa arbetsmiljön. Systemen bör i stället göras lastanpassade, dvs vilket innebär att dess fullkapacitet utnyttjas när den verkliga behövs och att den reduceras vid andra tider. Det kan göras genom automatisk tidreglering av luftflöden i kombination med tilluftsspjäll för att reglera balansen mellan tilluft och frånluft. Hushållning med luft och en arbetsmiljö fri från drag och luftföroreningar erhålls genom:

- o indelning i lokalzoner för förorenings- och smutsalstrande resp rena funktioner,
- o inkapsling, automatisering och avskärmning eller punktutslugning från föroreningsalstrande processer och maskiner,
- o styrning av tilluftsströmmar från "rena" till "smutsiga" zoner,
- o större tilluftsflöde än frånluftsflöde för att motverka termiska stigkrafter och inläckning av uteluft (drag) i byggnaden.



Trots effektivare utnyttjande av det uppvärmda tilluftsflödet vid punktventilation leder införande av detta till ökat elbehov.

### Överskottsvärme

Möjligheterna att spara bränsle och förbättra arbetsmiljön är stora genom tillvaratagande av överskottsvärme från processen.

Vid Cewe Selfas pressgjuteri i Nyköping

- o inkapslades värmestrålände processer
- o fångades rökgaserna upp
- o erhöills en vertikal skiktning av luften med lågimpulsdon vilket gav bra termiskt klimat i vistelsezonen med ett måttligt flöde
- o installerades värmeväxling av frånluften för att förvärma tilluft.

Vid IBMs fabrik för skrivare i Järfälla har man bl a genom värmeåtervinning från datacentral och maskiner temperaturstyrning via dator lyckats reducera sitt oljebehov med 90 %. Det visar att även byggnader med verksamheter med måttligt värmeöverskott kan göras självförsörjande under större delen av året. Samtidigt har temperaturen kunnat hållas på nivån +21,5°C, lokal luftrening och platsbelysning kunnat installeras systematiskt.

### Resultat, slutsatser och fortsatt arbete

Preliminära resultat tyder på att det finns goda möjligheter att samordna krav på god arbetsmiljö och energihushållning. Svårigheten är emellertid att kunna mäta effekterna av energihushållningsåtgärder resp arbetsmiljöförbättringar på ett jämförbart sätt.

Energihushållning kan i stor utsträckning kvantifieras till skillnad från arbetsmiljön som i hög grad är subjektivt betingad. Det behövs fördjupade studier av sambanden mellan energihushållning och arbetsmiljö vid olika typer av planeringssituationer. För arbetsmiljön är emellertid de företagsekonomiska incitamenten att vidta förbättringar sällan lika påtagliga som för produktionen eller energin. Möjligheterna att kunna höja arbetsmiljöstandarden särskilt i små resurssvaga företag, är därför beroende av möjligheterna att genomföra förbättringar i samband med produktionsrationalisering eller energihushållning.

För att verifiera våra hypoteser och få en fastare grund att stå på vid praktiska bedömningar planeras i en fortsatt etapp av projektet, ett antal pilotstudier i samband med lokaliserings-, områdes- och tomtutformning samt byggnads- och lokalutformning.



## 1. INLEDNING

### 1.1 Bakgrund

Projektet har sin bakgrund i det ökade intresset, den vidgade debatten och den växande insikten om arbetsmiljö- och energifrågornas framtida betydelse för individer, företag och samhälle.

#### 1.1.1 Utvecklingen på arbetsmiljöområdet

Under 70-talet skedde en kraftig satsning på arbetsmiljöområdet från samhällets och arbetsmarknadsparternas sida. Detta har bl a resulterat i en ny arbetsmiljölagstiftning. Arbetsmiljölagen från 1978 anger grundläggande bestämmelser för arbetsmiljöns beskaffenhet och de anställdas rätt att medverka vid planering av lokaler, anordningar och arbetsmetoder. Arbetarskyddsstyrelsens anvisningar ersätts successivt med föreskrifter som i många fall innebär en skärpning i förhållande till nu gällande regler.

Arbetsmiljöavtalet från 1976 mellan SAF, LO och PTK samt medbestämmandelagen från 1977 har inneburit en förstärkning av de anställdas möjligheter att genom valda ombud påverka arbetsmiljön och samverka med arbetsgivaren i bl a dessa frågor. För den offentliga sidan finns medbestämmandeavtal. Ett utvecklingsavtal som baserar sig på medbestämmandelagen håller på att antas av parterna inom den privata sektorn. (Se figur 1:1.)

Några hållpunkter i utvecklingen under 70-och 80-talen

- 1968 • LO's arbetsmiljöenkät
- 1968 • Låginkomstutredningen, bl a arbetsförhållanden
- 1972 • Arbetarskyddsfonden: forskning, utbildning
- 1976 • Arbetsmiljöavtal SAF-LO-PTK
- 1977 • MBL
- 1977 • Arbetarslivscentrum-forskning om medbestämmande
- 1978 • AML-arbetsmiljölagen
- 1979 • Nya föreskrifter från ASS som ersätter tidigare anvisningar
- 1980 • Ny LO-undersökning om arbetsmiljön

Figur 1:1. Arbetsmiljö.

Arbetsmiljöbegreppet har vidgats från att väsentligen gälla arbetarskyddsfrågor till att avse arbetssituationen som helhet och även förhållanden utanför arbetet, som påverkar detta t ex arbetsresor. Trots betydande insatser på arbetsmiljöområdet under 70-

talet upplever LO-medlemmarna besvär och hälsorisker oftare nu än för tio år sedan. En av förklaringarna till detta antas vara att de anställdas anspråk på en god arbetsmiljö har ökat bl a genom utbildning och information.

Statistiken om levnadsförhållanden, sjukfrånvaro och yrkesskador visar att sjukdomar och skador som har samband med arbetsmiljön har ökat. Det är därför viktigt att man även inför kommande decennier satsar betydligt på en förbättrad arbetsmiljö inte minst i samband med införande av ny produktionsteknik och arbetsorganisation samt vid ombyggnad och underhåll av lokaler.

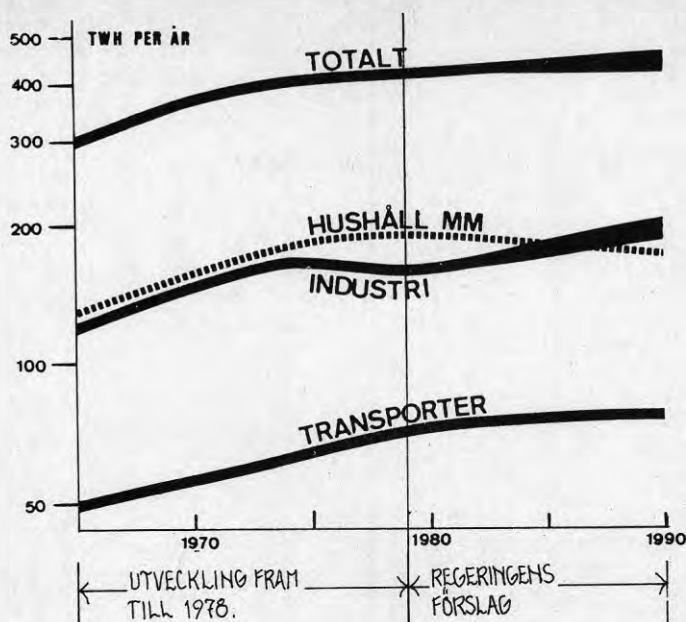
I de mindre och medelstora företagen finns ett stort ackumulerat behov av åtgärder som successivt måste genomföras för att de ska få en arbetsmiljö som är säker och hälsosam. Samtidigt utgör psyko-sociala förhållanden som personlig frihet och inflytande i arbetet oftare problem på de större arbetsplatserna.

### 1.1.2 Utvecklingen på energiområdet

Debatten om vår framtida energipolitik vad gäller bl a alternativa energislag och energihushållning kom på allvar igång först i mitten av 70-talet efter den s k oljekrisen 1973. 1975 beslutades om statliga energisparbidrag till industrin. Det största antal åtgärder, vilka erhållit statsbidrag under perioden 1975-78 har varit näringslivets byggnader medan olika typer av energibesparing vid industriella processer har erhållit störst andel av bidragssumman. Dessa bidrag upphörde fr o m 1980 då man bedömde att oljeprisets kraftiga ökning hade lett till att lönsamheten för många energisparåtgärder ökade markant.

1980 utkom energihushållningsdelegationens betänkande "Program för energihushållning i befintlig bebyggelse" med förslag bl a om samordning av utvecklingsfondernas och kommunernas besiktnings- och rådgivningsverksamhet samt centrala rekommendationer om maximitemperaturer på 20°C i lokaler. Kraven på energihushållning i byggnader har skärpts väsentligt i SBN 1980 jämfört med SBN 1975. Så föreskrivs bl a anordningar för värmeåtervinning ur frånluft i luftbehandlingsinstallationer.

Lagen om kommunal energiplanering, vilken trädde i kraft 1977 ålägger kommunen ett betydande ansvar för att i samhällsplaneringen främja hushållningen med energi. I energipropositionen, antagen av riksdagen våren 1981, anges den långsiktiga energipolitiken för Sverige. Målet är att minska oljeanvändningen med ca 12 miljoner ton till 1990, vilket ger en uppskattad minskning med mellan 35% och 52% av oljans andel av den totala energitillförseln. (Se figur 1:2.)



Några hållpunkter i utvecklingen under 70-och 80-talen

- 1973 • Oljekrisen
- Energidebatten startar
- 1974 • Energisparbidrag till bostadshus
- 1975 års Energipolitiska beslut rörande bl a:
  - Energisparande: information, rådgivning, kampanjer
  - Energisparbidrag till industri, lokaler, bostäder
- 1978 • Energisparplan i byggnader
- Lag om kommunal energiplanering
- 1980 • Program för energihushållning i befintlig bebyggelse
- 1980-81 Riktlinjer för energipolitiken (fram till år 1990)

Figur 1:2. Energianvändningens utveckling 1965-90.  
(Källa: PROP. 1980/81:90, Bilaga 1:1.)

### 1.1.3 Motiv för en studie av möjligheterna till kravsamordning

Den parallellt framväxande verksamheten inom energi- och arbetsmiljöområdena ställer frågan om det finns tillräckliga kunskaper hos t ex myndigheter, planerare, företagsledningar och fackliga organisationer om möjligheterna att samordna kraven på god arbetsmiljö med energihushållning. Motiven för att studera frågeställningen närmare har sin utgångspunkt i

det kärva ekonomiska klimat som vi befinner oss i. Det innebär att industrins utrymme för investeringar till andra ändamål än produktutveckling och rationalisering ur produktionssynpunkt är begränsade. Åtgärder rörande "kringfaktorer" som arbetsmiljö och energihushållning vidtas därför enbart om de på ett påtagligt sätt bidrar till företagsekonomisk lönsamhet på kort sikt. Det begränsade investeringsutrymmet ställer krav på samordning av åtgärder för att åstadkomma en optimal avvägning mellan de krav som olika intressenter ställer i varje given planeringssituation. (Figur 1:3.) Möjligheten att förbättra arbetsmiljön eller energihushållningen är sålunda ofta större om man vidtar samordnade åtgärder i samband med andra förändringar t ex

- o produktionsomläggningar
- o om- eller nybyggnad

# ARBETSMILJÖN HOTAS AV ENERGI- SPARANDE

"Skandal", säger  
arbetarskyddsstyrelsens  
ventilationsexpert om sparkontrakt

"Nonchalans. Okunnighet.  
Skandal."

Det säger Jan Sundell och Nils-Einar Wahlgren på arbetarskyddsstyrelsen om att energisparkommittén och näringslivet skrivit kontrakt om att spara energi genom att minska värmen och ventilationen i arbetslokaler.

De anser att kontrakten medför stora risker för att arbetsmiljön försämras kraftigt på många ställen.

Energisparkommittén tillbakavisar kritiken.

Figur 1:3. Stigande oljepriser kan äventyra arbetsmiljön.  
(Källa: Arbetarskydd nr 9, Sept. 1981.)

## 1.2 Problemställningar och syfte

De övergripande problemställningarna för forskningsprojektet formuleras i följande frågor:

- o Vilka konflikter mellan de olika kraven kan identifieras?
- o Kan man också identifiera samverkande krav?
- o Hur kan man vid industriplanering tillgodose kraven på förbättringar av arbetsmiljön som lagar och avtal åsyftar samtidigt som energihushållningskraven enligt riksdagens mål tillgodoses?
- o Kan man genom åtgärder i planeringsprocessen, ändrad planorganisation och förutseende tekniska lösningar eliminera konflikterna och dra fördel av samverkan mellan kraven?

Mot bakgrund av dessa problemställningar har huvudinnehållet för forskningsprojektet formulerats. Det är att ta fram underlag för en ur såväl arbetsmiljö- som energihushållningssynpunkt bättre planering av industrianläggningar med avseende på lokalisering, områdesplanering, tomtdisposition samt byggnads- och lokalutformning. Resultat av generellt intresse för industriplanering eftersträvas.

Huvudmålet kan preciseras i följande delmål:

- o att sammanställa och vidareutveckla metoder för att kunna beakta, jämföra och värdera arbetsmiljö och energihushållningsaspekter i olika steg av planerings- och projekteringsprocessen
- o att utveckla praktiska hjälpmedel för att metodiskt identifiera konflikter och/eller samverkan mellan krav på god arbetsmiljö och intensifierad energihushållning
- o att identifiera och utveckla konkreta utformningsprinciper som illustrerar dels hur konflikter mellan arbetsmiljökrav och energihushållningskrav kan lösas, dels hur samverkan mellan kraven kan nås.
- o att beskriva kunskapsfronten som underlag för FoU-behov.

## 1.3 Metodik

Mot den ovan beskrivna bakgrunden samt projektets problemavgränsning och syfte har för projektets genomförande följande metodik ansatts.

### 1.3.1 Etapp I - denna rapport

Projektets etapp I - denna rapport - omfattar en fördjupad sökning och identifiering av problem.



Metodikerna utgår ifrån definitioner av begreppen energi/arbetsmiljö i de delar som har relevans för den fysiska planeringen av industri. Även planeringsprocessens nivåer avgränsas och identifieras.

Genom att ställa energiaspekter mot arbetsmiljöaspekter inom varje planeringsnivå framträder konflikter och möjligheter till samverkan. Med utgångspunkt i de problem som framträder identifieras möjliga lösningar och angreppssätt samt behov av fortsatt FoU-arbete.

Med utgångspunkter i de FoU-behov som identifierats i föregående steg föreslås ett begränsat antal FoU-insatser som bör påbörjas på kort sikt. Då projektet som helhet syftar till praktiskt användbara resultat föreslås att dessa insatser i huvudsak genomförs i anslutning till konkreta praktikfall på varje planeringsnivå.

Som arbetshypotes utnyttjas i huvudsak den principmodell över planeringsprocessen som redovisats av Ranhagen (1980).

Generella slutsatser och förslag till praktiska metoder formuleras.

#### 1.3.2 Etapp II - fortsatt arbete

Projektets huvudresultat i etapp II förväntas bli praktiska anvisningar om hur man kan samordna åtgärder för energihushållning med förbättringar av arbetsmiljön. Redovisningen härav kommer att ta sikte på en metodik för arbetets bedrivande i skilda situationer.

Eventuellt kan materialet i ett senare skede läggas till grund för överväganden om ändrade styrmedel för genomförande av energihushållningsåtgärder och/eller arbetsmiljöåtgärder.

### 1.4 Rapportens uppläggning och innehåll

Rapportens del A omfattar en allmän problemanalys, se figur 1:4.

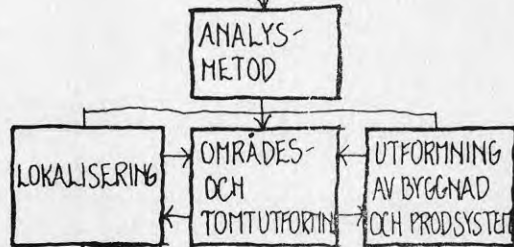
I kapitel 2 och 3 görs avgränsningar och definitioner av energi- och arbetsmiljöbegreppen. Vidare diskuteras problem i samband med värdering och mätning av energi resp arbetsmiljö. Vilka konsekvenser för arbetsmiljön som en intensifierad energihushållning innebär respektive arbetsmiljöförbättringars konsekvenser för energihushållning behandlas översiktligt.

Slutligen beskrivs vilka konsekvenser som industrins framtida utveckling kan förväntas få på energihushållning och arbetsmiljö i kapitel 4.

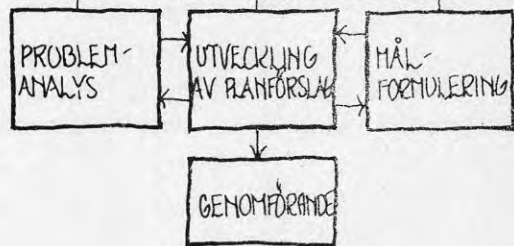
DEL A  
ALLMÄN  
PROBLEMANALYS



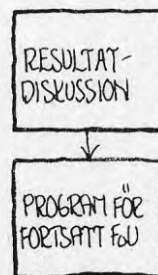
DEL B  
ENERGIHUSHÅLLNING-  
ARBETSMILJÖ PÅ  
OLIKA PLANNIVÅER



DEL C  
ENERGIHUSHÅLLNING-  
ARBETSMILJÖ I OLIKA  
PLANERINGSSTEG



DEL D  
RESULTATDISKUSSION  
OCH FÖLJ-PROGRAM



Figur 1:4. Rapportens huvuduppläggning

Rapportens del B inriktas mot en analys av samband mellan energihushållning och arbetsmiljö vid industriplanering på följande nivåer:

- o lokalisering (kapitel 6)
- o områdes- och tomtutformning (kapitel 7)
- o byggnads- och lokalutformning (kapitel 8)

Den analysmetod som tillämpas beskrivs närmare i kapitel 5.

Rapportens del C omfattar en ansats till metod för samordning av energi- och arbetsmiljöaspekter vid industriplanering.

Del D avslutar rapporten med en kritisk diskussion av projektets resultat i del A-del C samt förslag till program för fortsatt FoU.

# **DEL A**

## **Allmän problemanalys**

## 2. INDUSTRIELLA ARBETSPLATSERS ENERGIOMSÄTTNING OCH HUSHÅLLNINGSPOTENTIAL

### 2.1 Avgränsningar och definitioner

Hushållning med energi är ett långsiktigt nationellt övergripande mål med avseende på energins kvantitet, energiråvara och kvalitet. Dessa mål torde vanligen icke sammanfalla med målen för bedrivande av industriella verksamheter. För huvudmännen för industriella verksamheter är det främst de ekonomiska effekterna inom avskrivningstidens ram som ter sig angelägna. Detta för till att energiproblematiken, som tidigare omnämnts, delvis måste behandlas ur andra än industrins intressen.

Då denna studie bl a syftar till att utveckla en metodik för att samordna energihushållning med arbetsmiljöaspekter inom skilda planeringsnivåer måste de studerade systemen avgränsas som underlag för beräkningar och planöverväganden. Mot denna bakgrund har följande avgränsning ansatts.

Energi antas i studien omsättas mellan olika former. Den kvantitet energi som omsätts på grund av verksamheten är därför av primärt intresse att beräkna. Energiomsättningen avgränsas dock till de kvantiteter som uppträder inom landet i kedjan produktion, lagring och distribution av energi. Den nationella gränsen har satts med hänsyn dels till att hushållning är ett nationellt mål, dels emedan energiomsättningen utom gränsen sannolikt är en ringa andel av den totala kedjan och dessutom svår att beräkna och jämföra med annan statistik.

Energiråvarorna har för nationens hushållning stor betydelse. Varje hushållningsåtgärd som minskar nationens beroende av importerad energiråvara blir därmed av intresse att belysa. Vidare är åtgärder som nyttjar inhemska flödande energiråvaror i stället för ändliga viktiga i sammanhanget, liksom även bedömningar av leveranssäkerheten. Att återföra de kvantitativa energibegreppen till energiråvara är därför av betydelse vid studier av energi/arbetsmiljö.

Den energi som omsätts på grund av en verksamhets anläggande och bedrivande kan analyseras med utgångspunkt från angreppssättet tillförsel och användning. Härvid ställer tillförselsidan krav på viss kvalitetsnivå medan detta behov ofta täcks med flera kvaliteter. I en studie där verksamheternas hushållningspotential skall analyseras blir därför förhållandet mellan energikvaliteterna hos tillförsel/användning en central aspekt.

Andra viktiga aspekter i bedömningen av hushållningspotentialen är vidare valda energisystems flexibilitet, funktion och miljöeffekter.



Den energi som omsätts på grund av en industriell verksamhet utgörs enl Göransson m fl (1980) av energi för

- o process
- o lokalkomfort
- o transport
- o teknisk försörjning samt
- o anläggning

Energi för anläggning av industri omfattar energi för konstruktion av alla fysiska produktionsfaktorer, byggnader, infrastruktur, maskiner m fl. Inom industri där karaktären på verksamheten ligger nära boende och service kan anläggningsenergin sannolikt ligga i storleksordningen  $\leq 5\%$  av totala energiomställningen. I extrem processindustri blir anläggningsenergidelen sannolikt mindre. Med hänsyn härtill behandlas anläggningsenergin ej vidare i denna studie.

Energiomsättning som genereras av industriell verksamhet kan omräknas i ekonomiska termer liksom även åtgärder för att förändra arbetsmiljön. Inom de förhållandevis kortsiktiga perspektiv som är vanliga i industriell verksamhet med hänsyn till avskrivningar är det naturligt att presentera underlag för beslut i ekonomiska enheter. Det föreligger dock utomordentliga svårigheter att presentera långsiktiga energikalculer i ekonomiska termer.

Mot denna bakgrund avgränsas studien så att energi- och arbetsmiljöaspekterna behandlas i de termer som är adekvata för varje aspekt. En ekonomisk sammanvägning utförs sålunda icke.

## 2.2 Värdering och mätning av energi

I fysiska strukturer omsätts energi för skilda ändamål. Storleken av denna energiomsättning går oftast att mäta i kvantifierbara termer.

Emellertid uppträder vid mätningen det förhållandet att energisystemet har en annan utsträckning än det fysiska systemet. Sålunda kommer exempelvis vid planeringen av energisystemet för lokalkomfort i en viss verkstad den frågan att uppkomma huruvida avgränsningen av systemet skall sättas vid verkstadens tomtgräns, vid transformatorn eller vid rikets gräns. Valet av mätpunkt blir avgörande för resultatet. Man får i detta hänseende vara uppmärksam på att alla jämförelser baseras på överensstämmelse i systemavgränsningarna.

Värdering av skilda energisystem är ett problem med många aspekter. Ett ensidigt kvantitativt resonemang är här ofruktbart. Beräkningar, analys, värdering och redovisningar av energiaspekter får därför inriktas mot ansatser att utgöra beslutsunderlag för subjektiva sammanvägningar.

Värderingen kan utgå från följande:

- o att finna vilken struktur som ger bästa förutsättningar för att minimera energiomsättningen
- o att genom val av struktur påverka olje/importberoendet
- o att öka leveranssäkerheten
- o att finna det strukturella alternativ som ger bäst förutsättningar för god resurshushållning
- o att öka flexibiliteten vid framtida förändringar/ett robust system
- o att finna en struktur med god funktion i det valda energisystemet

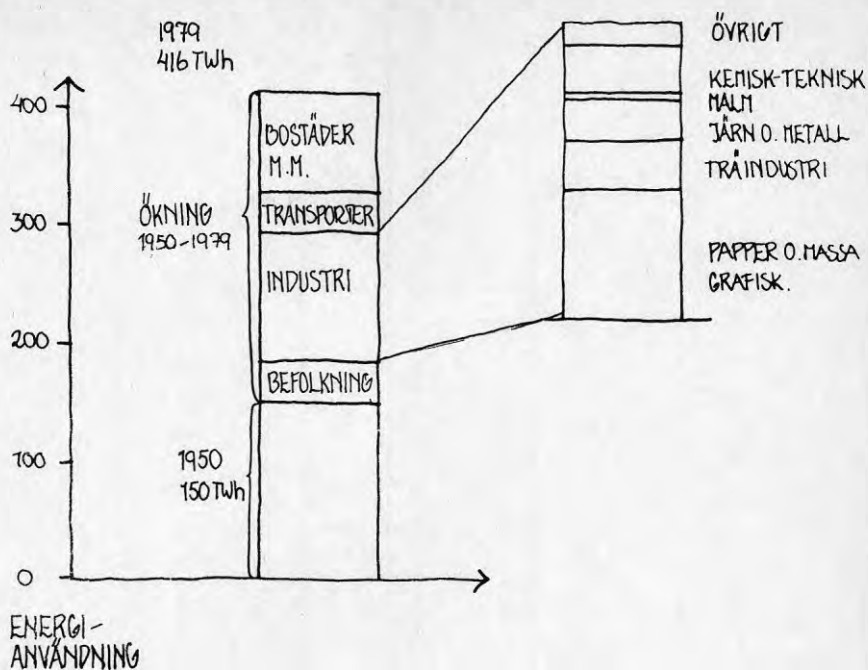
### 2.3 Nuläge och utvecklingstendenser beträffande industrins energiförhållanden

Sveriges energiomsättning uppgår omkring 1980 till ca 400 TWh per år. Den fördelar sig på ca 40 % för industri, 20 % för transporter och ca 40 % på hushåll m m. Under de senaste decennierna har samhällets totala energiomsättning ökat kraftigt. Detta kan till stor del tillskrivas en ökad industriproduktion (se figur 2:1). Enligt prognoser gjorda inför energipropositionen 1980 kommer energiomsättningen att öka långsammare än hittills. Utvecklingen för de olika samhällssektorerna blir dock olika. Transportsektorns energiomsättning fortsätter att öka medan industrins andel sjunker (jämför diagrammet i figur 1:2).

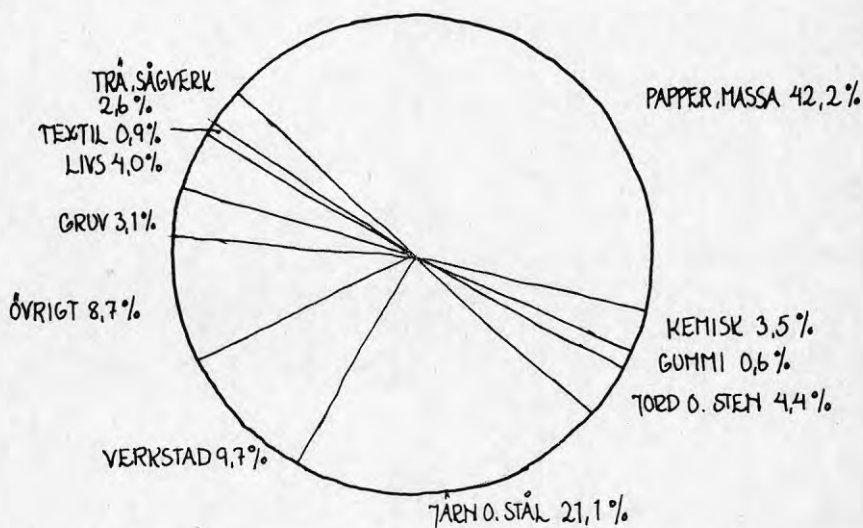
Skillnaden i energiomsättningen mellan industrins olika branscher är mycket stor. Processindustrierna - papper och massa samt järn och stål - omsätter tillsammans över 60 % av energin men sysselsätter bara drygt 20 % av de anställda inom industrin, (figur 2:2). Verkstadsindustrin sysselsätter över 40 % av de industrianställda men omsätter endast ca 10 % av energin.

Energiomsättningen per anställd varierar kraftigt, (figur 2:3). Men även energianvändningen för olika ändamål varierar. Andelen energi som används i processen i form av processvärme och kraft uppgår till nära 100 % i t ex stålverk. Andelen komfortenergi - lokalvärme, ventilation, belysning - är högst i monteringsarbete t ex elektroindustrin. Där är andelen "komfortenergi" 67,5 %, (figur 2:4). Resten av verkstadsindustrin intar ett mellanläge med knappt 40 % energi till lokalkomfort.

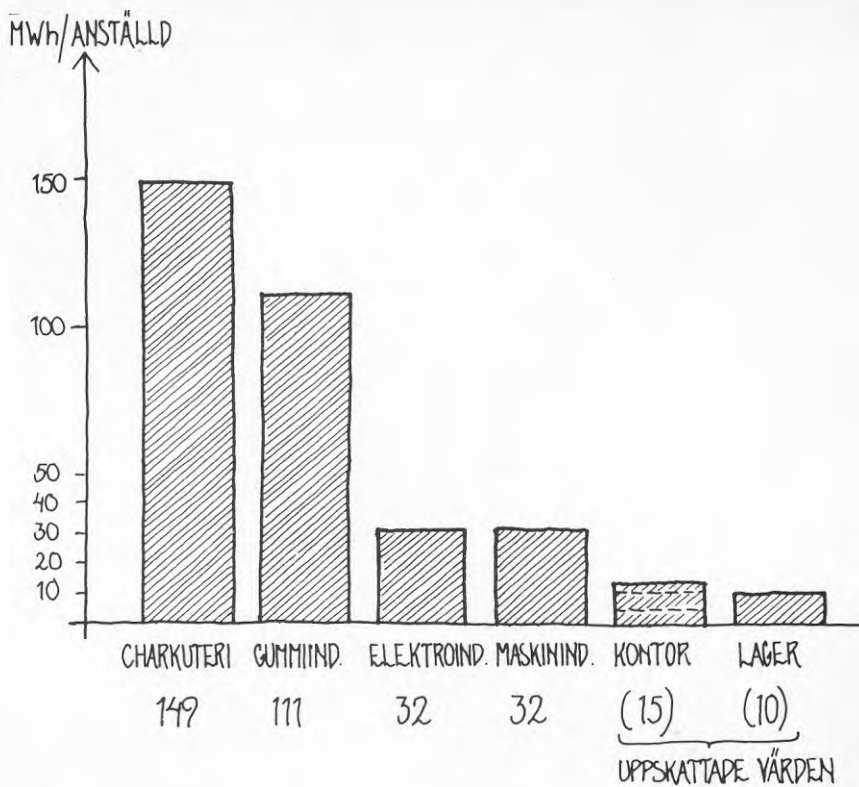
Olika industribranschers andel av den totala energiomsättningen framgår av tabell 2:1. Trots att tabellen är från 1977 framgår att man förutser en minskad andel för energitunga branscher t ex järn- och metallverk. Verkstadsindustrins tillväxt avspeglas genom en ökning av dess andel i energiomsättningen.



Figur 2:1. Energiomsättning i Sverige 1950-1979. Energiomsättningen har mer än fördubblats mellan 1950 och 1979. Endast en liten del av ökningen motiveras av den ökade befolkningen. Huvuddelen beror på högre levnadsstandard och förändringar i samhällsstrukturen. (Källa: Steen P, Johansson TB, Fredriksson R, Bogren E, : Energi till vad och hur mycket.)



Figur 2:2. Industrins energiomsättning 1976: totalt 160 TWh (Källa: NEFOS 1980:1).



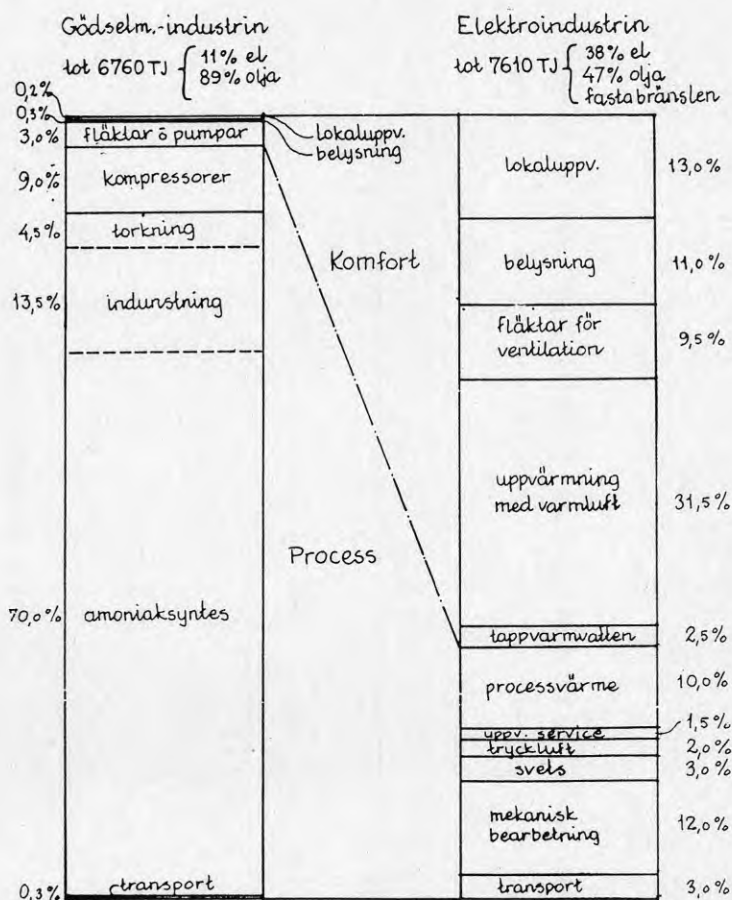
Figur 2:3. Total energiomsättning per anställd inom vissa verksamheter (Källa: SCB E 1981:16).

Den redovisade trenden torde vara än mer accentuerad utifrån dagsläget.

I rapporten "Bebyggelseanknutna basdata för energisparberäkningar" görs en översiktlig genomgång av besparingsmöjligheterna inom några branscher. Av den framgår att:

- o för trä-, massa- och pappersindustrier, t ex sågverk och skivindustri, är det lättast att genomföra värmeåtervinning av spillvärme; sågverk använder 80-90 % av värmeenergin och 30 % av elenergin till virkestorkning
- o för trävaruindustrin är stora energibesparingar möjliga bl a i ventilations- och utsugningssystem från energiintensiva processer som torkning av virke, limpressning och vissa ytbeläggningsmetoder
- o för annan pappers- och pappförbrukningsindustri samt övrig pappers- och pappvaruindustri, bedöms de byggnadstekniska energibesparingsmöjligheter som marginella

- o för verkstadsindustri är byggnads- och installationstekniska energisparmöjligheterna goda; av verkstadsindustriens energianvändning går endast 15 % till processenergi medan 56 % utgörs av energi för klimathållning och 9 % av el för belysning
- o för kemisk industri är återvinning av lågvärdigt värme (spillvärme) angelägen
- o för livsmedelsindustrin kommer konventionella sparåtgärder inom lokalkomfortområdet att dominera
- o för plastvaruindustrin och gummiindustrin är konventionella sparåtgärder i form av värmeåtervinning från ventilationsluft och kylvatten tänkbara.



Figur 2:4. Energiomsättning i två industrigrenar (Källa: NEFOS 1981:1).



Tabell 2:1. Industribranshernas andel av industrins totala energiomsättning. Procentuell fördelning inom industrin totalt (Källa: Sveriges energianvändning år 1980-2000, SIND 1977:9).

|                             | 1970 | 1974 | 1985 | 1990 | 1995 |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|
| Gruvor och mineralbrott     | 3,2  | 3,7  | 3,8  | 3,8  | 3,8  |
| Livsmedelsindustri          | 4,6  | 4,5  | 3,9  | 3,8  | 3,8  |
| Textilindustri              | 1,8  | 1,4  | 1,0  | 0,9  | 0,8  |
| Träförädlingsind.           | 43,8 | 45,5 | 45,6 | 44,7 | 43,7 |
| Grafisk industri            | 0,5  | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 0,4  |
| Gummiindustri               |      |      |      |      |      |
| Kemisk industri             | 7,5  | 6,9  | 7,7  | 7,9  | 8,0  |
| Petroleum, raffinaderier mm |      |      |      |      |      |
| Jord- och stenind.          | 9,0  | 7,8  | 6,7  | 6,3  | 6,0  |
| Järn- och metallverk        | 20,8 | 21,7 | 20,0 | 20,0 | 19,9 |
| Verkstadsindustri           | 8,0  | 7,4  | 10,4 | 11,7 | 13,0 |
| Varv                        | 0,7  | 0,6  | 0,4  | 0,4  | 0,5  |
| Övrig industri              | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| TOTALT                      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| El                          | 20,9 | 23,6 | 27,5 | 29,2 | 30,8 |
| Bränslen                    | 79,1 | 76,4 | 72,5 | 70,8 | 69,2 |

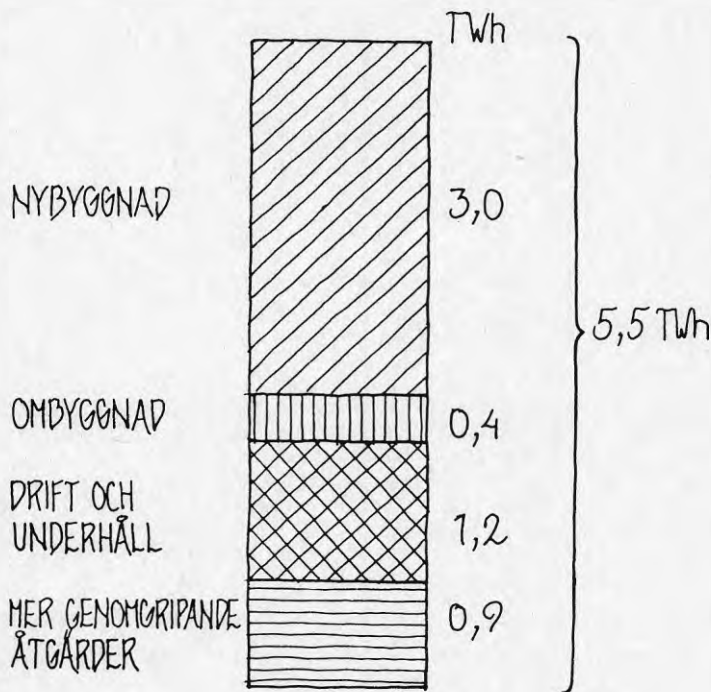
|                          |       |           |             |
|--------------------------|-------|-----------|-------------|
| VÄRMEÅTERVINNING         | I DAG | KR/ÅRSKWH | I FRAMTIDEN |
| - I INDUSTRIPROCESSER    | ←     | ≥ 0,40    | →           |
| - UR ÅTERLUFT            | ←     | ≥ 0,50    | →           |
| TILLÄGGSISOLERING        | ←     | ≥ 2,50    | →           |
| VÄRMEPUMP                | ←     | CA 1      | →           |
| UTBYGGNAD AV KÄRNKRAFT   | ←     | CA 1-1,50 | →           |
| UTBYGGNAD AV VATTENKRAFT | ←     | CA 1-1,50 | →           |
| SOLFÄNGARE               |       |           |             |
| - TAPPVARMVATTEN         |       | CA 3      | CA 1        |
| - HUSUPPVÄRMNING         |       | CA 10     | CA 3-5      |
| SOLCELLER                |       | CA 75     | CA 5-10     |
| VINDKRAFT                |       | CA 5-10   | CA 2-5      |

Figur 2:5. Uppskattade kostnader/års kWh vid olika typer av energibesparande åtgärder och energikällor i dag och i framtiden (Källa: Enno Abel, CTH).

En viss uppfattning av vilka åtgärder som ger störst energispareffekt framgår av figur 2:5. Figuren grundar sig på uppgifter från verkstadsindustri men relationerna mellan upptagna kostnadsposter är troligen densamma för andra typer av tillverkningsindustri.

Enligt industriverket är energisparpotentialen i befintliga anläggningar störst för massa- och pappersindustrin och järn- och stålindustrin. Kvoten besparingspotential/använd energi är dock större för verkstadsindustrin än för dessa två branscher.

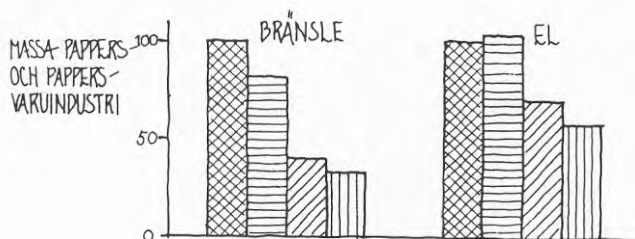
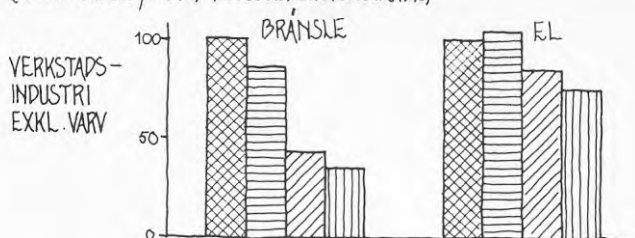
Man måste beakta att hushållningspotentialen är störst vid nybyggnad. Det innebär att det inom de utvecklingsintensiva branscherna - där ett förhållandevis stort nybyggnadsbehov kan förväntas - kommer att satsas betydande belopp på att utforma industri-anläggningar med hänsyn till bl a energihushållning. (Se figur 2:6.)



Figur 2:6. Besparingsmöjligheter vid olika typer av åtgärder i byggnader 1975-2000 (Källa: Framtidsstudie inom området industriplanläggning, delrapport 1 Mekanresultat 81003).

Enligt Steen och Johansson (1981) kan energiåtgångstalen inom olika branscher reduceras betydligt. Med avancerad teknik bedöms det som möjligt att minska energiåtgångstalen för bränsle till 25 % av 1975-års värden (se figur 2:7).

(ENERGIÅTGÅNG / KR BRUTTOPRODUKTIONSVÄRDE)



TECKENFÖRKLARING



1975



SIND 1990



IDAG BÄSTA KÄND TEKNIK



AVANCERAD TEKNIK

Figur 2:7. Energidelegationens uppskattning av framtida energiåtgångstal för två branscher. I figuren sätts "energiåtgången" år 1975 = ett index 100. Härefter visas SIND's skattning för år 1990, en skattning av möjliga hushållningsmål med idag bättre känd teknik samt en skattning av långsiktliga mål med avancerad teknik (Källa: Steen P, m fl: Energi - till vad och hur mycket).

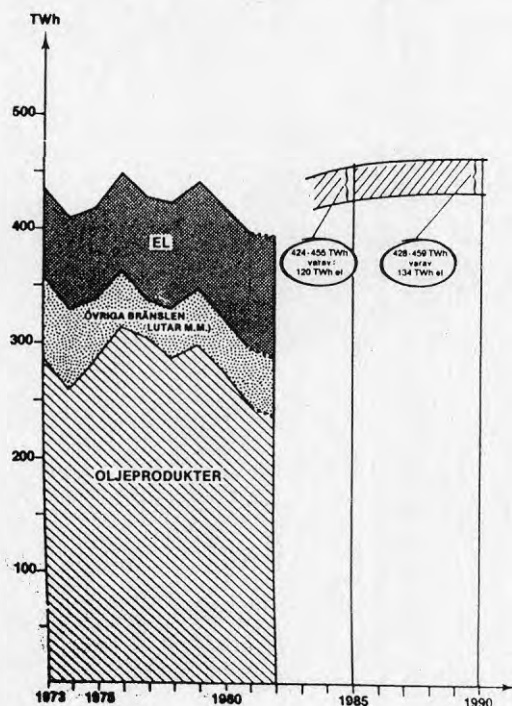
Sammanfattningsvis kan följande noteras

- o Den faktiska utvecklingen i förhållande till prognoser avseende fördelning på energiråvara framgår av fig 2:8. En uppåtgående trend har sålunda avsevärt dämpats.
- o Beträffande fördelningar på energianvändningen för process, komfort, transport och teknisk försörjning kan följande iakttas.

En utveckling mot energisnålare processer förväntas. Stora ansträngningar inriktas mot intensifierad hushållning inom komfortdelen. Hushållningspo-

tentialen inom transportdelen är sannolikt mindre än inom föregående sektorer. Beträffande tekniska försörjningssystem kan insatser göras men är sannolikt marginella.

Om denna utveckling äger rum kommer de överordnade planeringsåtgärderna i industriplaneringen att få ökande betydelse för energihushållningen.



Figur 2:8. Total energitillförsel (exkl raffinaderiförluster och restprodukter samt olja för icke energiamål) (Källa: VVS-tidningen 1982:7-8).

#### 2.4 Konsekvenser för arbetsmiljösituationen

- o Minskad energianvändning genom värmeåtervinning från industriella processer leder i regel till bättre arbetsmiljö genom minskade luftföroreningar och värmestrålning samt bullerreduktion. Genom lämpligt tillvaratagande av överskottsvärme kan i regel god klimathållning skapas också för angränsande lokaler.
- o Hushållning med energi för lokalkomfort kan endast ske till en viss gräns. Energisparåtgärder i form av temperaturminskningar, minskad belysningsstyrka etc kan om de drivs för långt leda till hälsorisker och minskad säkerhet på arbetsplatserna. Ny teknik behöver utvecklas för att lösa denna konflikt.

- o Den enligt Steen m fl (1981) långsamt ökande energiomsättningen i transportsystemet innebär rimligtvis att de arbetsmiljöaspekter som är kopplade till transportarbetet kvantitativt utvecklas mot en större belastning. Särskilda ansträngningar bör därför göras för att inom transportsektorn höja kvaliteten i arbetsmiljön.
- o Hushållning inom energiområdet avseende teknisk försörjning torde endast ha marginella effekter på arbetsmiljön genom den begränsade energiomsättningen och att systemen (t ex va-system) ej är av central betydelse för arbetsmiljöns standard.

I ett längre perspektiv får sannolikt förskjutningen mellan de arbetsverksammas inriktning på verksamhetsområden den avgörande betydelsen. I nuläget är sålunda ca 38 % sysselsatta inom industrin. I den mån denna andel sjunker bör rimligtvis den totala belastningen minska.



### 3. ARBETSMILJÖ IDAG OCH FÖRBÄTTRINGSMÖJLIGHETER

#### 3.1 Avgränsning och definition av arbetsmiljön

Arbetsmiljön är det samlade begreppet för de förhållanden som påverkar individen och har sin grund i arbetet. Beskrivningen av arbetsmiljön utgår från människan och hennes upplevelser av hur hon påverkas av arbetsförhållandena. En sådan beskrivning kräver en helhetssyn på människan och hennes arbete.

I och med att arbetet har ett starkt samband med individens hela livssituation - ekonomi, socialgrupp, boendeform, hälsa, fritidssysselsättning, politiska resurser osv - är gränsen mellan livssituation och arbetsmiljö svår att definiera. Denna gräns har också flyttats under 70-talet. Arbetsmiljöbegreppet har införts och vidgats successivt. Denna utveckling framträder bl a i förarbetet till arbetsmiljölagen.

I "arbetsmiljön" ingår följande faktorer:

#### **ARBETSTEKNIK**

- o arbetsmetod
- o arbetstyngd
- o arbetstakt

#### **FYSISK MILJÖ**

- o layout
- o luft
- o ljus
- o ljud
- o skadliga ämnen

#### **PSYKISK OCH SOCIAL ORGANISATION**

- o psykisk belastning
- o inflytande över arbetet
- o kontakt och samarbete
- o kunskap och utveckling

#### **ÖVRIGA FAKTORER**

- o mat, hygien, vila
- o arbetstider
- o arbetsresor
- o risker

Denna indelning i arbetsmiljöfaktorer ansluter i huvudsak till flera allmänna undersökningar kring arbetsmiljön. Den har samtidigt som syfte att vara användbar vid planering av den fysiska miljön - anläggningar, byggnader, lokaler. Faktorer som layout - dvs arbetslokalens storlek, läge och organisation

i arbetet liksom tillgång till lokaler för mat, vila och hygien och arbetsplatsens lokalisering har tillkommit trots att det saknas bredare undersökningar av hur arbetsmiljön är i dessa avseenden.

### 3.2 Värdering av arbetsmiljön

Bedömningen av arbetsmiljön utgår sålunda från en helhetssyn av den totala arbetssituationen. Inom den arbetsvetenskapliga forskningen finns en mängd ansatser att sammanväga värderingar av en rad arbetsmiljöfaktorer till en helhetsvärdering och en arbetssituation. Man använder sig av behovsteorier, vanligtvis Maslow. Någon allmänt vedertagen metod för att gradera den totala arbetsmiljön för en person, en arbetsuppgift eller ett yrke finns inte. Helhetssynen innebär därför i praktiken att man strävar efter en så allsidig beskrivning som möjligt av alla relevanta faktorer. Helhetssynen innebär också att de olika faktorerna graderas inbördes så att olika faktorer får olika vikt i olika situationer. Beskrivningen kan härigenom ge utbyte för förhållandena inom skilda sektorer av arbetslivet.

Ett annat sätt att värdera arbetsmiljön är möjligheten att påverka sin situation. Möjligheten för den anställde att påverka sin situation, individuellt eller i grupp ersätter delvis behovet av att utifrån eller objektivt söka värdera arbetssituationen i sin helhet. Möjligheten att påverka arbetssituationen kan vara av övergripande art: att delta i planeringen av lokalen, val av maskiner, uppläggning av arbetsmetoder. En annan möjlighet att påverka sin situation kan betecknas som individuell anpassning: att kunna reglera arbetsredskap och arbetstakt efter individuella kroppsmått, styrka och syn.

Förhållandena i arbetet skall anpassas till den allmänna standarden och utvecklingen i samhället i övrigt.

I och med att arbetslivet och samhället i övrigt ständigt förändras, är en "bra arbetsmiljö" ett rörligt, relativt mål.

De krav som kan ställas på arbetsmiljön finns delvis i form av normer, gränsvärden och rekommendationer från bl a arbetarskyddsstyrelsen. Sådana anvisningar kan dock inte omfatta alla arbetsmiljöfaktorer. I de flesta fall utvecklas en standard som ett resultat av tekniska och ekonomiska möjligheter samt förhandlingar mellan parterna inom företaget.

En total värdering av arbetsmiljön måste ta hänsyn till

- o objektiva mätningar eller beskrivningar av arbetsmiljöns olika faktorer
- o en avvägning mellan de olika faktorernas betydelse
- o den standard som kan krävas med hänsyn till utvecklingen i samhället.

Det har gjorts olika försök att gradera arbetsmiljön med hjälp av enkla skalor med tre-fyra steg. Syftet är att åstadkomma användbar metod att välja angelägna handlingsmål för arbetsmiljöarbetet. Exempel på sådana skalor finns i olika studiematerial som har utarbetats av arbetsmarknadens parter gemensamt. Författarna har i denna studie föreslagit följande fyra-gradiga skala för värdering av arbetsmiljön:

- 1 Enligt de uppsatta målen
- 2 Acceptabel enligt dagens krav
- 3 Förbättringar krävs (uppfyller lagar, innebär ändå obehag)
- 4 Hälsorisker - omedelbara åtgärder krävs.

### 3.3 Arbetsmiljöproblem idag och under 70-talet

I föregående avsnitt relateras olika sätt att beskriva och bedöma arbetsmiljön. Det framgår att det är svårt att med enbart hårddata ge en från olika områden konsistent värdering av arbetsmiljön - därtill saknas både metoder för jämförelse och heltäckande uppgifter.

Tekniska mätningar av några miljöfaktorer har gjorts för att studera ett visst problem generellt eller i någon bransch t ex buller, lösningsmedel eller asbest. I andra undersökningar har man försökt att kartlägga effekterna av vissa arbetsmiljöfaktorer genom hälsoundersökningar av t ex hörsel, syn och allergier.

Ett annat mått på arbetsmiljöns standard kan läsas ur olika enkät- och intervjuundersökningar bland anställda i olika branscher. Undersökningarna belyser dels faktiska förhållanden i olika branscher, dels de anställdas bedömning av olika förhållanden. Resultaten ger en bild av de anställdas situation och av vilka problem som dominerar i olika branscher.

Ett syfte med detta avsnitt är att redovisa vilka faktorer inom arbetsmiljön som orsakar besvär och inom vilka verksamheter de förekommer. De anställdas bedömning bör vara utslagsgivande när det gäller att välja vilka problem i arbetsmiljön som behöver åtgärdas. Enkät- och intervjuundersökningar har härvid använts.

Den bredaste bilden av arbetsmiljön finns i de stora enkät- och intervjuundersökningarna som redovisas av SCB i serierna Miljöstatistik och Levnadsförhållanden. Även de centrala fackliga organisationerna, LO och TCO, har genomfört breda medlemsundersökningar inom sina områden. Ett komplement till dessa källor är yrkesskadestatistiken som redovisar arbetsolycksfall, färdolycksfall samt erkända yrkessjukdomar.

Statistiken nedan är hämtad huvudsakligen från SCBs rapport om arbetsmiljön 1979. Anledningen till detta är dels att undersökningen tar med både kollektivanställda och tjänstemän, dels att denna undersökning är den andra i en serie som planeras fortsätta.

### 3.3.1 Utvecklingen under 70-talet

Flera försök har gjorts att slå fast om förändringarna i arbetsförhållandena under 70-talet har inneburit förbättringar eller försämringar för de anställda, se tabellerna 3:1 och 3:2. Ett sådant försök är jämförelsen mellan LO-undersökningen 1980 och motsvarande undersökningar 1968-69, resp 70 och 74-75. En annan jämförelse görs av SCB mellan levnadsnivåundersökningarna 1979, 1975 och i viss mån 1968.

Undersökningarna visar att andelen som upplever besvär har ökat.

Samtidigt anför en knapp tredjedel av de tillfrågade bland LO-medlemmarna att arbetsmiljön har förändrats till det bättre medan ca två tredjedelar anser att det inte har blivit någon skillnad. Endast ca 5 % av de tillfrågade anger försämringar.

Några förklaringar till att fler upplever besvär trots förbättringarna kan vara

- o en ökad medvetenhet om sambanden mellan ohälsa och arbetsmiljön
- o att vissa problem har ökat eller ändrat karaktär
- o att kraven på arbetsmiljön har höjts i takt med samhällsutvecklingen i övrigt
- o att fördelningen avseende ålder, arbetstider och könsfördelning har ändrats på arbetsmarknaden totalt och att förändringen är kraftigare i vissa branscher.

I SCBs undersökning görs ett försök att korrigera intervjuresultaten med hänsyn till förändringar i yrkessammansättningen. Nettoresultatet anger därmed förändringar i arbetsmiljön och eller i de anställdas inställning inom samma typ av arbete. Genom jämförelser med andra undersökningar försöker man skilja även mellan faktiska förändringar och ändrad anspråksnivå.

Försämringar kan konstateras ifråga om många fysiska arbetsmiljöfaktorer men särskilt tyngre lyft, upprepade arbetsrörelser, olämpliga arbetsställningar, skakningar och vibrationer, kyla, kraftigt buller, stress och psykisk ansträngning. Att andelen anställda som upplever besvär har ökat, avspeglas i att fler rapporterar olika typer av ohälsa. Likaså har andelen som upplever risk för olycksfall ökat.

Tabell 3:1. Arbetsmiljön 1979 och 1975 (Källa: SCB-rapport 32-1982).

|   | 1979 | (jus-<br>terat) | 1975 | Arbetare<br>1979 |
|---|------|-----------------|------|------------------|
| Tunga lyft  | 41.7 | (43.3)          | 38.2 | 60.5             |
| Upprepade o en-<br>sidiga rörelser                | 39.6 | (40.8)          | 36.9 | 55.3             |
| Olämplig arbets-<br>ställning                     | 38.0 | (34.3)          | 31.3 | 54.4             |
| Svettig av kropps-<br>ansträngning                | 23.3 | (24.8)          | 24.4 | 36.3             |
| Kraftiga vibra-<br>tioner                         | 9.3  | (10.5)          | 8.4  | 13.2             |
| Värme   | 26.5 | (27.4)          | 26.1 | 35.2             |
| Kyla  | 25.5 | (27.1)          | 21.2 | 33.2             |
| Drag  | 27.9 | (29.5)          | 26.6 | 37.3             |
| Otillräcklig<br>ventilation                       | 28.0 | (28.1)          | 26.0 | 34.1             |
| Mest utomhus + både<br>inom och utomhus           | 32.1 | (33.9)          | 32.0 | 33.0             |
| Olämplig belysning                                | 13.6 | (14.1)          | 12.6 | 17.0             |
| Nedsmutsning                                      | 43.5 | (46.8)          | 45.5 | 59.6             |
| Rök, gas, damm                                    | 27.4 | (30.1)          | 26.5 | 38.1             |
| Syror m m   | 13.6 | (14.1)          | 11.4 | 16.9             |
| Brandf.   | 16.0 | (17.2)          | 15.4 | 20.2             |
| Buller totalt<br>varav alltid                     | 40.2 | (43.2)          | 38.9 | 51.9             |
| Riskabelt (ganska<br>mycket)                      | 20.1 | (21.1)          | 17.0 | 29.5             |
| Utsatt för olycks-<br>fall                        | 6.4  |                 |      | 9.3              |
| Yrkessjukdomar                                    |      |                 |      |                  |
| Jäktigt   | 56.8 | (56)            | 56.7 | 53.6             |
| Enformigt   | 19.3 | (20.6)          | 19.2 | 30.3             |
| Psykiskt an-<br>strängande                        | 35.9 | (34.1)          | 32.5 | 29.7             |
| Kan inte planera<br>arbetet                       | 18.6 | (18.8)          | 23.4 | 28.4             |
| Kan inte påverka<br>arbetstakt                    | 10.2 | (10.5)          | 12.5 | 13.6             |
| Kan inte påverka<br>arbetstidens för-<br>läggning | 54.8 | (56.2)          | 61.0 | 69.2             |
| Kan inte påverka<br>förläggning av<br>raster      | 38.1 | (39.4)          | 42.4 | 46.4             |
| Känna arbetstill-<br>fredsställelse               | 71.3 |                 | 66.9 | 59.9             |
| Har möjlighet att<br>lära nytt                    | 56.1 | (55.0)          | 52.1 | 43.7             |
| Kan inte påverka<br>val av chef                   | 66.5 | (66.3)          | 77.5 | 71.6             |
| Kan inte påverka<br>val av arbetstakt             | 59.7 | (59.7)          | 65.9 | 65.8             |
| Kan inte ta emot<br>telefon                       | 14.1 | (14.8)          | 17.9 | 14.8             |
| Kan inte ta emot<br>kort besök                    | 19.1 | (20.2)          | 21.0 | 23.1             |
| Noga med tider                                    | 80.6 | (80.6)          | 80.2 | 84.5             |

  ökning mellan 1974 och 1979  
  minskning mellan 1974 och 1979



Tabell 3:2. Uppgivna miljörisker inom fyra "framtidbranscher". Andel som anger stort eller mycket stora besvär. (Källa: LO-undersökningen "Vad händer med arbetsmiljön?")

| ARBETS-<br>MILJÖFAKTORER | BRANSCHER      | TRÄINDUSTRI-<br>ARBETARE-<br>FÖRBUNDET |      | PAPPERSINDUSTRI-<br>ARBETARE-<br>FÖRBUNDET |      | METALLINDUSTRI-<br>ARBETARE-<br>FÖRBUNDET |      | FABRIKS-<br>ARBETARE-<br>FÖRBUNDET |      |
|--------------------------|----------------|--|------|--|------|---|------|------------------------------------|------|
|                          |                | 1970                                   | 1980 | 1970                                       | 1980 | 1970                                      | 1980 | 1970                               | 1980 |
|                          |                | BELASTNINGAR                           | 45   | 71   | 8    | 22  | 53   | 66                                 | 45   |
| BULLER                   | 58             | 78                                     | 13   | 28   | 62   | 76  | 53   | 75                                 |      |
| VIBRATIONER              | 18             | 26                                     | 18   | 35   | 15   | 35  | 14   | 53                                 |      |
| KLIMAT                   | TEMPERATUR     | 35                                     | 48   | 49   | 71   | 32  | 45   | 31                                 | 61   |
|                          | DRAG           | 53                                     | 55   | 49   | 58   | 42  | 55   | 45                                 | 60   |
|                          | LUFTFUKTIGHET  | 7                                      | 16   | 18   | 32   | 5   | 11   | 12                                 | 18   |
|                          | VÄRMESTRÅLNING | 4                                      | 7    | 11   | 32   | 8   | 13   | 8                                  | 26   |
| LUFTFÖRORENINGAR         | DANM           | 11                                     | 54   | 7  | 49   | 9   | 38   | 22                                 | 49   |
|                          | LÖSNINGSMEDEL  | 10                                     | 27   | 9  | 35   | 7   | 31   | 11                                 | 31   |
|                          | GASER          | 7                                      | 17   | 26   | 38   | 15  | 29   | 15                                 | 40   |
|                          | OLJEDIMMA      | 5                                      | 7    | 2  | 12   | 10  | 27   | 6                                  | 16   |
|                          | SVETSROK       | 3                                      | 16   | 8  | 22   | 26  | 32   | 6                                  | 18   |
|                          | METALLER       | 4                                      | 8    | 6  | 13   | 25  | 38   | 6                                  | 15   |
|                          | RADIAK         | 2                                      | 1    | 3  | 3    | 1   | 0    | 1                                  | 2    |
| FARLIGA ÄMNINGAR         | SYROR          | 6                                      | 9    | 25   | 27   | 8   | 16   | 9                                  | 26   |
|                          | ALKALIER       | 22                                     | 33   | 19   | 47   | 20  | 46   | 24                                 | 54   |
| BELYSNING                | 11             | 9                                      | 13   | 28   | 11   | 24  | 8    | 22                                 |      |

### DE FEM MEST BESVÄRANDE FAKTORERNA I VARJE BRANSCH

I några avseenden har arbetslivet förändrats till det bättre. Det gäller främst psykiska och sociala faktorer. Så anger man förbättringar när det gäller inflytandet över arbetetsuppläggning och arbetstempo, över förläggning av arbetstider, raster och semester samt över sociala förhållanden som val av chef och arbetskamrater, möjligheten att ta emot privata telefonsamtal och besök. Även möjligheterna (och kraven) att lära sig nya saker har ökat. Det är också vanligare att arbetet ger en känsla av tillfredsställelse. Dessa förbättringar gäller i första hand arbetare utanför den varuproducerande sektorn och bland tjänstemän, men är i övrigt relativt jämt spridda mellan åldrar, män och kvinnor, olika företagsstorlekar, privat och offentligt anställda.

Större förändringarna i arbetsmiljöstandarden, både positiva och negativa, tycks ha inträffat mer under 1968-74 än under 70-talets andra hälft. Detta framgår av jämförelsen mellan SCBs arbetsmiljöintervjuer och levnadsnivåundersökningarna. Perioden med större förändringar sammanfaller med en period av högkonjunktur och större investeringar. Andelen tjänstemän och serviceyrken ökade samtidigt som andelen anställ-

da i den varuproducerande industrin minskade snabbare än under den senare perioden. Sambandet mellan tillväxttakten i ekonomin och takten i förändringen av arbetsmiljön stöds av LO-undersökningen.

### 3.4 Behovet av arbetsmiljöförbättringar och konsekvenser för energiomsättningen

#### 3.4.1 Fysisk belastning

Hög fysisk belastning i form av tunga lyft, ensidiga rörelser och olämpliga arbetsställningar är mycket vanligt. Ca 40 % av de förvärvsarbetande och 50-60 % av arbetarna anför ovannämnda faktorer. Bland arbetare är det bara omkring 10 % som inte utsätts för olämplig fysisk belastning av de olika slagen, ca 36 % blir dagligen svettiga av kroppsansträngning.

Den fysiska belastningen sammanhänger med den tekniska utrustning man arbetar med. En större grad av automation medför mindre arbetstyngd. Den kan samtidigt medföra mer specialiserade arbeten (ensidiga rörelser) och färre anställda (större krav på de som är kvar). En förbättring av arbetsmiljön innebär därmed att färre personer utsätts för de fysiskt ansträngande arbetena.

Andelen energi som används i mekaniska processer samt i lyft och transportsystem är relativt liten i industrin

En fortsatt mekanisering av idag manuella arbetsprocesser innebär att energianvändningen per produktenheter ökar något i dessa fall. Vanligen ersätter man dock en enklare teknik - t ex handverktyg - med en mer avancerad - t ex automatisk hantering. Genom att den nya tekniken ofta också är effektivare och energisnålare är det troligt att energianvändningen per producerad enhet inte ökar.

#### 3.4.2 Klimat

Besvärande klimatförhållanden är ett annat traditionellt problemområde inom arbetsmiljön. 25-30 % av samtliga förvärvsarbetande och 35-40 % av arbetarna svarar att de besväras av vardera värme, kyla eller drag. En liknande andel av de tillfrågade anser ventilationen otillräcklig och lika många besväras av rök, gas eller damm. Drygt 30 % av de tillfrågade har arbeten som helt eller delvis utförs utomhus.

En bättre kontroll av klimatet, bättre uppvärmning och större luftomsättning är en typ av åtgärder som krävs.

1979 användes 8,8 TWh för uppvärmning och ventilation i verkstadsindustrin. Hur mycket energi som framdeles behövs för en förbättring av uppvärmning och

ventilation beror på den teknik som används. Stora sparmöjligheter finns i system som återanvänder värme ur frånluft eller överskottsenergi från arbetsprocesser. En skattning beträffande verkstadsindustrin pekar således mot nivån 6,6 TWh år 2000.

En annan typ av åtgärder för att förbättra klimatförhållandena är att flytta utomhusarbete inomhus. Arbete utomhus är självfallet vanligast inom jord- och skogsbruk och byggnadsarbete och samfärdsel (70-95 % av arbetarna berörs). Men även inom den varuproducerande industrin och handeln arbetar ca 20 % helt eller delvis utomhus. En förändring av arbetssituationen innebär här att den uppvärmda byggnadsvolymen för t ex lager och lastplatser ökar. (Om jord och skogsbruk, byggnadsarbete och samfärdsel utesluts berörs drygt 700 arbetare och tjänstemän).

### 3.4.3 Belysning

Olämplig belysning besvärar ca 14 % av de tillfrågade. Enligt LO-undersökningen är belysningen det område där mest förbättringar har skett. Trots detta har andelen som besväras av dålig belysning ökat något och det finns skäl att anta att många inte är medvetna om problemen. (Bl a är det fler unga än äldre som klagar på belysningen.)

Den energi som användes för belysning i verkstadsindustrin var 1979 1,1 TWh. En förbättrad belysning kan innebära större elanvändning. I många fall kan dock besparingar göras genom en bättre placering av belysningen, energisnålare armaturer, eller utnyttjande av dagsljus. Även värmen från belysningssystemet kan återanvändas.

### 3.4.4 Buller

Ett av de svårare och samtidigt vanligare problemen i arbetslivet är (fortfarande) bullret. Ca 50 % av arbetarna utsätts för buller. Möjligheterna att reducera bullret varierar. De åtgärder som kan komma ifråga är byte till mindre bullrande maskiner, infästningar som minskar spridningen av ljudvågor och andra vibrationer i byggnadsstommen, inbyggnad av maskiner med absorberer eller dämpning av ljudreflekter i lokalen. Åtgärder mot buller kan i vissa fall kombineras med energihushållning: inbyggnad av maskiner kan t ex minska kraven på ventilation, och absorberer kan förbättra byggnadens värmeisoleringsring.

### 3.4.5 Layout (utrymme och samband)

En arbetsmiljöfaktor som inte berörs i undersökningarna är utrymme kring arbetsplatsen och kravet på samband mellan arbetsplatserna. För att lösa vissa av de problem som finns kan lokalytorna behöva öka. Inbyggnad av last- och uppställningsytor har diskuterats.

Ytan kring den enskilda arbetsplatsen kan behöva ökas för att undvika felaktiga arbetsställningar och belastningar genom bättre utrymme kring maskinerna, mera närförråd, arbetsbänkar och lyfthjälp.

Transporttytor kan behöva ökas för att minska risken för truckolyckor och dylikt. Bulleravskärmningar och utrustning för utsug och luftrening tar ett visst utrymme. En ökad användning av farliga kemiska ämnen ställer högre krav på utrymningsvägar, nödduschar och överskådlighet. I vilken utsträckning energiomsättningen härvid stiger beror på den produktionsteknik som används.

#### 3.4.6 Risker

Ca 20 % av de tillfrågade anser sitt arbete vara ganska riskabelt eller mycket riskabelt. Ca 6 % hade själva råkat ut för olyckor. Byggnadsarbetare anser oftast sitt arbete vara riskabelt (drygt 50 %) därefter kommer samfärdsel, järn-, stål- och livsmedelsindustri.

Åtgärder för att minska antalet olyckor och deras svårighetsgrad kan vara av många olika slag från att automatisera vissa arbetsuppgifter helt, att förbättra skyddet på maskiner och verktyg, att förbättra lokalen genom bättre belysning, fallskydd o d, till att öka information om risker, förbättra märkning av farliga ämnen osv. Någon enhetlig effekt på energiomsättningen kan inte utläsas.

#### 3.4.7 Jäkt

Jäktiga och/eller enformiga arbeten förekommer både bland arbetare och tjänstemän och anförs av ca 2/32 i båda grupperna. Psykiskt ansträngande arbeten berör drygt 1/3 av samtliga sysselsatta.

Problemen är större inom serviceyrken som domineras av jäkt och psykisk ansträngning, medan enformighet är vanligast inom tillverkningsindustrin.

#### 3.4.8 Sociala förhållanden

En viss förbättring har skett när det gäller de sociala förhållandena i arbetet. Det är något vanligare att man kan påverka val av chefer och arbetskamrater (ca 35-40 % anser sig ha ett visst inflytande) och de flesta kan påverka planeringen av arbete och sin arbetstakt.

#### 3.4.9 Arbetets innehåll

Arbetets innehåll har förbättrats under 70-talet. Både arbetstillfredsställelsen och möjligheten att lära nya uppgifter har ökat. Detta gäller både arbetare och tjänstemän. Inom båda grupperna är

det de bäst utbildade som har de största möjligheterna att utvecklas vidare. (Bland arbetare anser sig byggnadsarbetare ha mycket större möjligheter att lära sig nya uppgifter - 60 % mot 44 % för genomsnittet.)

#### 3.4.10 Arbetstider

När det gäller arbetstiderna är det fler idag som kan påverka arbetstidens förläggning än tidigare. Det beror dock på att andelen tjänstemän har ökat. Bland arbetare är det endast 30 % som kan påverka sin arbetstid. (Det är vanligare i kvinno dominerande branscher och svårare i tillverkningsindustri och post och samfärdsel.)

Nära 40 % saknar inflytande över förläggningen av rasterna och 80 % anger att det är nogga med arbetstiderna.

Ett negativt samband kan antas råda mellan arbetstidens förläggning och energibesparing. En ökning av drifttiden skulle i princip sänka energianvändningen i första hand för lokaluppvärmning i förhållande till produktionen. Marginalvinster kan även tänkas när det gäller ventilation, igångsättning av maskiner och andra processer osv. Samtidigt leder det till större andel skiftarbeten och obekväma arbetstider.

#### 3.4.11 Mat, hygien, vila

Tillgång till personallokaler och standarden på dessa har inte undersökts av SCB. En viss ledning kan man få av svaren på frågor om möjligheterna att ta emot telefonsamtal och besök. Ca 20 % saknar sådana möjligheter. I viss utsträckning kan det bero på att personalutrymmena är otillräckliga eller ligger olämpligt i förhållande till arbetsplatsen.

#### 3.4.12 Farliga ämnen

Den stora andelen som utsätts för smuts och farliga ämnen i arbetet ger också en anvisning att standarden på hygienutrymme kan behöva förbättras. Kraven på jämställdhet i arbetslivet innebär samtidigt att ytan för omklädningsrum, toaletter m m måste ökas. Energiomsättningen för lokaluppvärmning, ventilation och varmvatten kan antas öka.

#### 3.4.13 Arbetsresor

Arbetsresorna utgör en stor påfrestning för många.

Tidsåtgången varierar mellan olika branscher.

Även ortens storlek spelar en viktig roll - ju större ort desto längre resor i allmänhet.



Energiomsättningen sammanhänger med resans längd och färdstätt. Kortare resor är naturligt en fördel både för den enskilde och för samhället. Kollektiva transporter istället för resor med privatbil är fördelaktigt ur energisynpunkt. Andelen arbetsresor med kollektiva transporter sammanhänger med ortens storlek, arbetsplatsens lokalisering, linjesträckning, arbetstider m m. En utveckling mot högre andel yrkesverksamma och kortare arbetstider kan förväntas generera mer arbetsresor per person och arbetstimme.

### 3.5 Sammanfattande bedömning

- o I avsnitt 3.1 har påvisats att arbetsmiljöbegreppet är relativt mångtydigt. Det vore därför värdefullt om en fortsatt analys och diskussion kunde resultera i en allmänt vedertagen definition av begreppet. En sådan utveckling kan initieras inom flera organ.
- o Värderingen av arbetsmiljön är även den föremål för olika sätt att möta och uttrycka mätresultatet. Blandningen av kvantitativa och kvalitativa aspekter gör problemet svårhanterligt. Behov finns även här att utveckla en samlad syn på värdeskalorna.
- o En analys av utvecklingen inom varje arbetsmiljöfaktor visar, som ovan beskrivits, att arbetstagnarna alltfört upplever stora problem.
- o Den samlade bedömningen är att alltfört stora behov av förbättringar i arbetsmiljön finns. I flertalet fall kommer förbättringar att påverka energiomsättningen. Det framstår därför som angeläget att utveckla en samlad syn på de två områdena.

#### 4.           INDUSTRINS FRAMTIDA UTVECKLING - KONSEKVENSER FÖR ENERGI OCH ARBETSMILJÖ

Nedanstående konsekvensbeskrivning grundar sig på den analys av industrins utveckling som presenteras i bilaga 2.

##### 4.1           Divisionalisering

Divisionalisering innebär att ett företag indelas i självständiga resultatenheter.

Strukturella förändringar genom divisionalisering tenderar att ge en uppbyggnad av byggnadsvolymer i mindre enheter vilket skulle ge ökande värmeförluster. Å andra sidan kan VVS- och belysningssystem decentraliseras vilket underlättar temperaturstyrning och innebär mindre energiförluster i kanalsystemen.

Ur arbetsmiljösynpunkt kan divisionaliseringen innebära fördelar på grund av bättre social överblick i en decentraliserad organisation. Mindre eller uppdelade byggnader kan också betyda god tillgänglighet, dagsljuskontakt, mindre spridning av bullerstörningar m m.

##### 4.2           Fusionering

Fusionering innebär bl a att olika verksamheter sammanslås antingen administrativt eller fysiskt. Härigenom uppstår teoretiska möjligheter till energivinster. Särskilt vid samlokalisering av olika typer av arbetsplatser kan överskott och underskott av energi balanseras.

Samtidigt finns risk för att arbetsmiljön blir mer svåröverblickbar både psykiskt och fysiskt. Stora organisationer kan t ex innebära nackdelar på grund av svårigheterna att upprätthålla kontakter inom arbetsgrupper. Stora sammanhängande byggnader kan medföra sämre tillgänglighet på grund av långa gångavstånd, sämre belysning i byggnadernas inre m m.

##### 4.3           Produktionsinriktning

De nya produkter och tjänster som kan komma enligt IVA (1979) kommer sannolikt att baseras på lägre energiomsättning i förhållande till förädlingsvärdet än 60- och 70-talens svenska industri. Storleken av denna förändring har icke beräknats.

Samtidigt innebär nya, i stor utsträckning data- och elektronikbaserade produkter t ex inom verkstadsindustrin en förskjutning från verksamheter med mindre gynnsam arbetsmiljö till verksamheter där förutsättningarna synes bättre för arbetsmiljön.

Principiellt är möjligheterna alltså goda att åstadkomma samordnade lösningar god arbetsmiljö och energihushållning vid en förändrad produktionsriktning.

#### 4.4 Produktionsteknik

Automatisering och mekanisering av industriella processer torde sammanlagt innebära en minskad energianvändning per producerad enhet genom effektivare produktionsteknik och lokalutnyttjande. Denna förväntas kompensera den ökade elanvändning som övergång från helt eller delvis manuella tillverkningsmoment medför. De stora vinsterna vad gäller energi erhålls dock genom att möjligheterna till återvinning av energi ur processerna ökar när dessa sluts och kontrolleras automatiskt.

Samtidigt torde införande av kontinuerlig drift innebära att energianvändningen för lokalkomfort i form av belysning, uppvärmning och ventilation i vissa fall kommer att öka. Automatiseringens konsekvenser för arbetsmiljösituationen innebär således både plus- och minusposter.

Generellt kan sägas att automatiseringen leder till personalminskningar eller ersätter personalökningar. Även förändringar i yrkeskraven följer. I själva produktionen minskar andelen mänskligt arbete medan uppgifter som övervakning, underhåll och reparation ökar. Lättast att automatisera är tempoarbeten med korta cykler och långa serier. Men en robot kan också programmeras att utföra en rad operationer efter varandra. Arbetsuppgifter tillkommer för planering av produktionen i form av utveckling av produktionsmetoder och bearbetningsprogram, programmering av maskiner, uppföljning och justering.

I vissa fall innebär automatiseringen möjligheter till produktförbättringar genom t ex större precision. Maskinen övertar då uppgifter som tidigare krävde stor noggrannhet och yrkesskicklighet.

Automater kan överta tunga eller farliga uppgifter t ex lackering, vilket minskar riskerna och den fysiska belastningen för de anställda.

Enformigheten och bundenheten vid övervakningsarbetet ökar. Likaså ökar kraven på skiftgång pga de höga investeringskostnaderna vid automatiseringen med de fysiska, psykiska och sociala olägenheter som följer enligt Åkerstedt m fl (1978). Skiftgången berör dock färre personer.

De nya systemen för styrning och kontroll av produktionen inom tillverkningsindustrin bygger på kontinuerlig och detaljerad information över produktionens alla delar. Den ersätter den mekaniska styrningen av arbetstakten som t ex det löpande bandet innebär. En stor del av den psykiska påfrestningen i industri-

arbetet härrör från kombinationen av monotona arbetsuppgifter och maskinstyrd arbetstakt. Med det nya systemet följer dock andra psykiska reaktioner. Den ständiga kontrollen av varje persons eller grupps arbetsprestation leder till att många tenderar att höja arbetstakten tidvis när den nu inte längre begränsas uppåt på mekanisk väg, detta trots att arbetet medger en jämn och lugnare takt. Fysiska besvär, som värk i nacke och rygg samt stressymptom har konstaterats. Ex: Saab bensinmotor, Volvo, Kalmar, DN reportage.

Inom processindustrin innebär de databaserade styrsystemen att den typiska arbetslokalen blir kontrollrummet och inte produktionshallen. Den fysiska miljön blir avsevärt bättre. Förändringar i yrkesroll, utplaceringar av personalen samt andra psykiska påfrestningar som kontrollrumsarbete medför har redan nämnts.

Sammanfattningsvis innebär automatisering ur energisynpunkt att produktionsprocessen allt mer kan skiljas från människan. Människans krav på klimat, luftkvalitet, buller m m kan avgränsas till särskilda delar av byggnaden, vilket kan ge utrymme för energibesparingar eller oftare möjliggöra bättre fysisk arbetsmiljö.

#### 4.5 Byggnadsplanering och byggnadsteknik

Krav på föränderbarhet kan tillgodoses genom flexibla eller generella lösningar. Med en generell utformning finns stor risk att energianvändningen totalt sett ökar eftersom de mest energikrävande delverksamheterna blir dimensionerade.

Rent fysiska arbetsmiljökrav som luftföroreningar och buller torde sällan kunna klaras i renodlat generella lösningar på grund av svårigheten att förutse arbetsmiljöproblemen vid projekteringen. Med hög grad av flexibilitet ökar möjligheterna att anpassa den fysiska arbetsmiljön efter de anställdas krav.

Samtidigt finns risk för att arbetsmiljön blir operoslig och svår att orientera sig i.

Ur arbetsmiljösynpunkt kan standardisering av byggsystem kombinerad med ett pressat tidsschema innebära att projektören inte kan ta hänsyn till de anställdas krav eller ens till speciella krav som olika typer av tillverkning kan innebära. Sådana kompletteringar kommer dock ofta inte till stånd. Det kan också vara dyrare att genomföra förändringar i ett befintligt byggsystem än att projektera rätt från början.

En kombination av generalitet och flexibilitet är nödvändig. Generaliteten ligger i stomsystem och i installationernas kapacitet medan flexibiliteten

ligger i rumsindelning och klimatstyrning. Sådana system ger förutsättningar för t ex generell värmeåtervinning och samtidigt individuell klimatstyrning, lokal luftrening osv.

Numera övergår man alltmer till platsanpassade och riktade system både när det gäller belysning, kontroll av drag, värmeutsug av luftföroreningar m m. Det ger möjlighet till sänkning av driftskostnaderna. Samtidigt blir klimat, belysning och luftkvaliteten bättre och kan lättare anpassas efter person och arbetsuppgift.

Det "industriklimat" som f n (1982) råder i landet präglas av osäkerhet. Tonvikten ligger i mindre grad på nyinvestering i byggnader än i andra åtgärder, t ex underhåll, maskininvesteringar, kapitalrationalisering etc. Detta gör det särskilt viktigt att förbättringar kan kopplas till energisparåtgärder i analogi med förhållandena inom bostadssektorn. Av egen kraft torde förbättringar i arbetsmiljön ha mindre genomslagsmöjligheter än i samverkan med andra åtgärder inom industriföretagen.





**DEL B**  
**Energihushållning och arbetsmiljö på**  
**olika plannivåer**

## 5. ANALYSMETOD

### 5.1 Planeringsprocessen och industrins planläggning

Planering av industriell verksamhet förekommer i fysiskt avseende på följande nivåer:

- o lokalisering till land/världsdel
- o lokalisering inom land/region/kommun
- o områdes/tomtutformning
- o byggnad/lokal - utformning
- o arbetsplatsens planering

Föreliggande studie behandlar planläggning av industri på de tre centrala nivåerna i denna hierarki.

Genomförandet av en studie över sambanden mellan arbetsmiljö och energiaspekter i planlägningsprocessen kan ur metodsynpunkt tänkas nyttja skilda angreppssätt. Man kan välja att utgå från energiaspekterna och se vilka konsekvenser en intensifierad energihushållning kommer att få för arbetsmiljön. Denna metod har utnyttjats i studiens inledande del - kap 2. Ett annat angreppssätt är att pröva hur förbättringar av skilda arbetsmiljöfaktorer påverkar energihushållningen. Detta angreppssätt har utnyttjats i kap 3.

Mot denna bakgrund har studiens huvuddel angripits utifrån planprocessens möjligheter att på olika nivåer samordna förbättring av arbetsmiljön med intensifierad energihushållning.

I följande text beskrivs sålunda metodiken för studiens genomförande på skilda nivåer mot denna bakgrund. I figur 5:1 redovisas metoden i form av en matris.

### 5.2 Bedömning av samband mellan arbetsmiljö och energiaspekter vid lokalisering

I denna projektdel anläggs ett angreppssätt utifrån energiaspekter vid lokalisering enligt BFR T27:1980:

- o process
- o lokalkomfort
- o transport
- o teknisk försörjning

Dessa ställs mot arbetsmiljö enligt kap. 3.1. En bedömning görs av förekomsten av eventuella samband vilka härfter behandlas var för sig. Problemen avgränsas, kunskapsläget beskrivs och FoU-behov skisseras.

|                                | PROCESS | LOKAL | TRANSPORT | TEKNISK FÖRSÖR? |
|--------------------------------|---------|-------|-----------|-----------------|
| ARBETSTEKNISKA FAKTORER        |         |       |           |                 |
| - ARBETSMETOD                  |         |       |           |                 |
| - ARBETSTYNGD                  |         |       |           |                 |
| - ARBETSTAKT                   |         |       |           |                 |
| FYSISK MILJÖ                   |         |       |           |                 |
| - LAYOUT                       |         |       |           |                 |
| - LJUS                         |         |       |           |                 |
| - Ljud                         |         |       |           |                 |
| - LUFT                         |         |       |           |                 |
| - SKADLIGA ÄMNEN               |         |       |           |                 |
| PSYKISK O. SOCIAL ORGANISATION |         |       |           |                 |
| - PSYKISK BELASTNING           |         |       |           |                 |
| - INFLYTANDE ÖVER ARBETET      |         |       |           |                 |
| - KONTAKT OCH SAMARBETE        |         |       |           |                 |
| - KUNSKAP OCH UTVECKLING       |         |       |           |                 |
| ÖVRIGA FAKTORER                |         |       |           |                 |
| - MAT, HYGIEN, VILA            |         |       |           |                 |
| - ARBETSTIDER                  |         |       |           |                 |
| - ARBETSRESOR                  |         |       |           |                 |
| - RISKER                       |         |       |           |                 |

Figur 5:1. Matris för analys av samband mellan energiposter och arbetsmiljöfaktorer.

### 5.3 Bedömning av samband mellan arbetsmiljö och energiaspekter vid områdes- och tomtutformning

I denna projektdel ges först en överblick avseende generella aspekter på områdes- och tomtutformning ur energihushållnings- och arbetsmiljösynpunkt samt anges möjligheterna till samordnade lösningar:

- o bebyggelsens naturanpassning och lokalklimat
- o exploatering och täthet
- o trafiksystem inklusive uppställningsytor
- o försörjningssystem

Sedan anläggs ett angreppssätt utifrån de olika typer av arbets- och tomtområden som förekommer:

- o storindustriområden
- o blandade arbetsområden
- o områden för småindustri och hantverk
- o äldre områden
- o industritomter

För varje områdestyp beskrivs möjlig energihushållning inom process, lokalkomfort, transport och teknisk försörjning enligt BFR T27:1980. Härfter påvisas samband med arbetsmiljöaspekter och planprinciper. Samverkan och konflikter identifieras och överväganden görs rörande behov av fortsatt FoU.

För industritomten anläggs ett angreppssätt utifrån följande principlösningar av industritomtens disposition:

- o Zonplan
- o Kvarterersplan
- o Dubbleringsplan

För dessa principplaner analyseras möjlig energihushållning beträffande process, lokalkomfort, transport och teknisk försörjning. Härfter påvisas samband med arbetsmiljöfaktorer. Samverkan och konflikter identifieras och FoU-behov beskrivs.

#### 5.4 Modell för bedömning av samband mellan arbetsmiljöfaktorer och energiaspekter vid utformning av byggnad och produktionssystem

I denna projektdel ges först en överblick över relevanta faktorer utifrån 5.1. Härfter görs en precisering av processdelen genom uppdelning på skilda processaspekter:

- o varma processer
- o process vid rumstemperatur
- o process som kräver kyla
- o produktion med obetydlig processenergi

Problem hörande till komfortdelen analyseras utifrån byggnadens formfaktorer i vid mening:

- o volym
- o planlösning
- o konstruktion
- o ljud
- o ljus
- o luft

Transporter och teknisk försörjning analyseras enligt huvudmatrisen. Avslutningsvis redovisas exempel på olika byggnadstyper och produktionssystem. Samordningsmöjligheter beskrivs och FoU-behov skisseras.



## 6. LOKALISERING

### 6.1 En överblick

Lokalisering av industri äger rum på två översiktliga nivåer:

- o val av läge inom landet samt
- o lokalisering inom regionen/kommunen.

I den process som föregår ett lokaliseringsbeslut har energiaspektrerna tidigare i allmänhet varit av underordnad betydelse. Undantag har varit speciellt energikrävande verksamheter. I framtiden kan dock energiaspektrerna komma att få en större betydelse vid lokalisering av industriell verksamhet. Följande energiaspekter har samband med lokalisering av industri, se figur 6:1.




- o Processen kan ha krav på speciell kvantitet, råvara eller kvalitet hos energin vilket verkar som styrande faktorer i lokaliseringshänseende.
- o Energi för personalens komfort inom industribyggnaden/verksamheten är som lokaliseringsfaktor i huvudsak beroende av klimatet på makronivå: landet och regionen.
- o Transportenergin är sannolikt den del av energiomsättningen som i lokaliseringsprocessen kan komma att ge stora variationer mellan skilda lägen. Enligt definitionen av begreppet arbetsmiljö ingår i arbetsmiljön även personalens arbetsresor. Detta gör transportdelen av energikalkylen än intressantare.
- o Inom sektorn teknisk försörjning på lokaliseringsnivå ligger bl a energi för särskilda media samt övrig samhällelig infrastruktur; vatten, avlopp, kraft, luftvård och avfall. Som en särskild post framträder förutsättningar för lokala resurser avseende produktion, lagring och distribution av verksamhetens energiomsättning.

### 6.2 Process

Energiomsättningen i den industriella processen påverkas i allmänhet ej av val av lokalisering inom riket/regionen eller kommunen. Sambanden med arbetsmiljöfaktorerna är således svaga.

I vissa fall kan processen ställa krav på speciell kvantitet, råvara eller kvalitet hos energin. Detta verkar i lokaliseringshänseende som en restriktion och kan i dessa fall vara avgörande. I Figur 6:2 illustreras ett sådant exempel.

|                                       | PROCESS | LOKAL | TRANSPORT | TEKNISK FÖRSÖR. |
|---------------------------------------|---------|-------|-----------|-----------------|
| <b>ARBETSTEKNISKA FAKTORER</b>        |         |       |           |                 |
| - ARBETSMETOD                         | X       |       |           |                 |
| - ARBETSTYNGD                         | X       |       |           |                 |
| - ARBETSTAKT                          |         |       |           |                 |
| <b>FYSISK MILJÖ</b>                   |         |       |           |                 |
| - LAYOUT                              |         |       |           |                 |
| - LJUS                                |         |       |           |                 |
| - LJUD                                | X       |       |           |                 |
| - LUFT                                | X       | X     |           |                 |
| - SKADLIGA ÄMNE                       | X       | X     |           |                 |
| <b>PSYKISK O. SOCIAL ORGANISATION</b> |         |       |           |                 |
| - PSYKISK BELASTNING                  |         |       |           |                 |
| - INFLYTANDE ÖVER ARBETET             |         |       |           |                 |
| - KONTAKT OCH SAMARBETE               |         |       |           |                 |
| - KUNSKAP OCH UTVECKLING              |         |       |           |                 |
| <b>ÖVRIGA FAKTORER</b>                |         |       |           |                 |
| - MAT, HYGIEN, VILA                   |         |       |           |                 |
| - ARBETSTIDER                         |         |       | X         |                 |
| - ARBETSRESOR                         | X       |       | X         |                 |
| - RISKER                              | X       |       | X         |                 |

-  MINDRE BETYDELSE  
 VISS BETYDELSE  
 STOR BETYDELSE

Figur 6:1. Betydelsen av lokalisering för energi och arbetsmiljö.

För den situationen att processenergin kan levereras med beaktande av lokala resurser för produktion, lagring och distribution av energi blir sambanden med arbetsmiljöfaktorerna intressanta. Förhållandena på en plats kan sålunda ge förutsättningar för val av visst energisystem medan förhållandena på en annan ort ger andra energimässiga förutsättningar.

# Smältverk för aluminium oförenligt med kravet på resurshushållning

## Hushållning med energi

Framställning av aluminium är mycket energikrävande varför tillgången till billig elenergi liksom möjligheten att kunna nyttiggöra spillvärmen är mycket viktiga lokaliseringsfaktorer. I ansökan framhålls bl a att elenergin i Norrbotten är billigare än i övriga landet och att Piteå kan utnyttja 170 GWh av spillvärmen i kommunens fjärrvärmenät. När det gäller användningen av spillvärme från smältverket i Piteå konstaterar planverket att Piteå får sitt värmebehov till största delen tillgodosett av leveranser från ASSI (ca 80 procent). Enligt planverket förefaller det vara en relativt liten del av spillvärmen som på det

här sättet kan nyttiggöras. Det framgår även av ansökan att det finns andra lokaliseringsorter där spillvärme skulle kunna utnyttjas i betydligt högre grad.

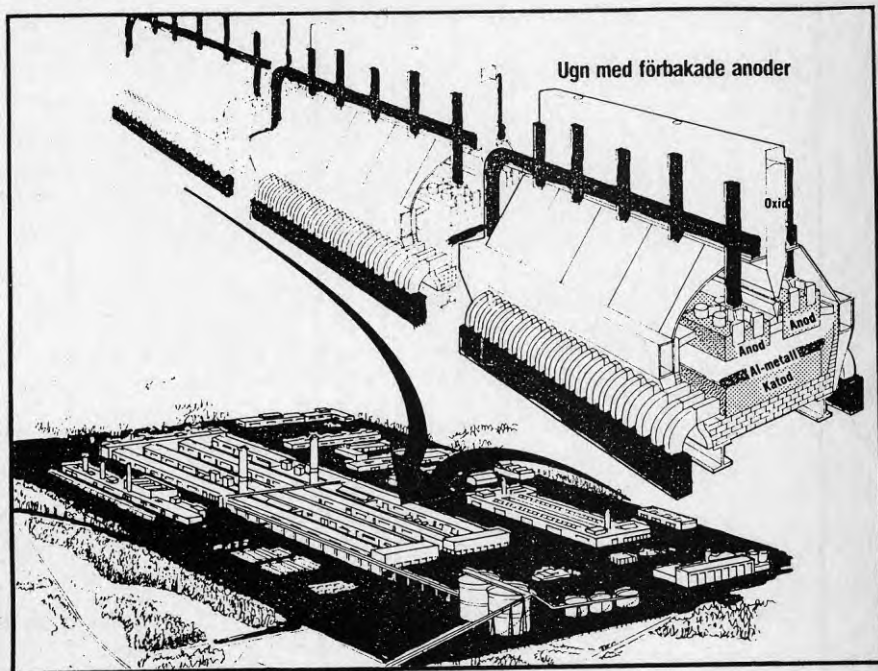
Planverket anser att en elförbrukning av 1,6 TWh i en anläggning för aluminiumframställning innebär en mycket stor belastning för energihushållningen på sikt. Vill man undvika stora satsningar på kolkondens- och vattenkraftsbyggnader i framtiden med därav föranledda påfrestningar på mark- och vattenmiljön bör man därför noga överväga om så energikrävande verksamheter som alumi-

niumsmältverk ska byggas. Denna slutsats bör vara giltig oberoende av lokaliseringsplats.

Aluminiumframställning hör till de mest energikrävande verksamheter som finns.

Planverket tar därför för givet att denna belastning på svensk energiproduktion noga vägs mot aluminiumframställningens angelägenhet när regeringen prövar om ansökan kan rymmas inom 136a – paragrafens energihushållningsvillkor.

Ur yttrande dnr 325/82



Gränges Aluminium AB vill uppföra ett smältverk i Piteå – ett elektrolytverk med ugnar med s k förbakade anoder. Teckning av Riber Hansson.

Figur 6:2. Exempel på energibedömning (Källa: Tidskrift Plan o Bygg 4/1982, Statens Planverk).

Härigenom uppkommer ett samband mellan energisystem i processen samt arbetsmiljöfaktorerna arbetsteknik, ljud, luft och fasta föroreningar.

Energiomsättning i industriella processer kan ge energiöverskott vilka skulle kunna nyttiggöras. Vanligen sker detta genom uppvärmning av lokaler för verksamheter eller bostäder. Förutsättningarna för att man skall kunna nyttiggöra överskottsenergin är bl a att bebyggelsen har tillräckligt hög värmetät-  
het samt att förlusterna i matarledningar och stamkul-  
vertnät är rimliga.

Den bostadsbebyggelse som kan komma att nyttja över-  
skottsenergi för uppvärmning måste - med känd teknik  
- ligga relativt nära industrin. Sannolikt kommer  
därför en viss andel av de industriverksamma att  
vara bosatta i de näraliggande, överskottsvärmda  
husen. Eftersom arbetsresorna ingår i arbetsmiljöbe-  
greppet föreligger därför ett starkt samband mellan  
arbetsmiljöfaktorer och energiaspekter vid lokalise-  
ring av industri med överskottsenergi.

FoU och/eller projekt rörande samspelet överskotts-  
energi och arbetsresor vid alternativa företagslo-  
kaliseringar har ej påträffats. Ett grundläggande  
arbete utförs i BFR-projekt "Bebyggelsestruktur  
och värmeförsörjning". I detta projekt utvecklas  
en kartering av bostadsområden i Sverige med värmetät-  
heter gynnsamma för fjärrvärme. Resultaten från  
detta projekt bör kunna utgöra ett viktigt underlag  
vid industrilokalisering med hänsyn till arbetsresor  
och överskottsenergi.

### 6.3 Lokalkomfort

Energiomsättningen för komfort har ett direkt samband  
med lokaliseringen. Två nivåer kan urskiljas, dels  
klimatskillnader på riksnivå, dels klimatskillnader  
inom regionen/kommunen.

I BFR T27:1980 ges en överblick över de olika klimat-  
faktorernas relativa betydelse. Vidare har Platen  
(1981) studerat vindens påverkan. En sammanfattning  
baserad härpå ger följande.

- o Energiomsättningen för uppvärmning är beroende  
av antalet grad dagar. Detta varierar från 4 000  
i söder till ca 7 500 i norr.
- o Vindens påverkan är beroende dels av makroklima-  
tet, dels av vindhastigheten. Vid vindhastighe-  
ten 10 m/sek kan exempelvis nettovärmebehovet  
vara 2,5 gånger större än vid 0 m/sek.
- o Lokalisering till kalla partier i terrängen  
kan ge skillnader om 0-5 % i nettovärmebehov.

- o Tillvaratagande av aktiv och passiv solenergi är beroende av såväl lokalisering inom landet som inom den lägre nivån. Passiva system kan exempelvis i enklare småindustri ge 10-15 % av nettovärmebehovet. Som övre ram för bidraget från aktiva system kan ansättas ca 50-60 %.

Arbetsmiljöfaktorerna ljus, ljud och luft inom byggnaden/lokalen är direkt beroende av energiomsättningen för komfort. Den industriella verksamhetens lokalisering har därmed en betydelse för energihushållningen. Man kan således för varje verksamhet finna lokaliseringar med gynnsam resp mindre gynnsam energianvändning för att nå god standard avseende de ovannämnda arbetsmiljöfaktorerna. Hypotetiskt kan tänkas att arbeta med lägre standard avseende vissa arbetsmiljöfaktorer inom komfortdelen för att uppnå energihushållningseffekter genom lokaliseringen. Man kan här urskilja en konflikt mellan arbetsmiljöfaktorer och energihushållning.

Problemet synes icke behandlat i aktuell FoU. Det är ej heller känt att man i praktiska sammanhang övervägt att minska arbetsmiljöstandarden i lokaliseringar som är ogynnsamma med avseende på komfortenergi för att uppnå hushållningseffekter.

Aktuella tendenser pekar mot att uppnå likvärdig standard inom de berörda arbetsmiljöfaktorerna oberoende av verksamhetens lokalisering. Någon differentiering av kraven föreligger således ej och man kan våga den gissningen att problemet ur energimässiga aspekter är av ringa betydelse.

För att ge underlag för ett ställningstagande till problemet erfordras dock fördjupad FoU.

## 6.4 Trafik och transporter

### 6.4.1 Transport och energi

Transportsektorn bedöms vara för ca 20 % av den energi som omsätts i Sverige. Den totala transportmängden sammanhängder med produktionssystem och bosättningsmönster. Ett sådant samhällsperspektiv ligger dock utanför den föreliggande studiens ramar. Ett försök till en historisk och geografisk överblick görs i skriften "Samhällsutbyggnad och energiförsörjning" BFR R52:1980.

I en analys från Sekretariatet för Samhällsstudier, Johansson och Lönnroth (1975) visas att om även energi för raffinering av olja, vägbyggnad, tillverkning av fordon och underhåll av trafikapparaten tas med, stiger transportsektorns andel av energiomsättningen till närmare 40 %.

Transportarbetet kan delas upp på gods- och persontransporter. Båda har ökat kraftigt:



- o Mängden godstransporter har mer än fördubblats mellan 1960-1974. Efter en minskning 74-77 beräknas godstransporterna, särskilt på lastbil, åter öka.
- o Resandet mätt i antal personkm har t ex fördubblats mellan 1960-76. Bensinförbrukningen för arbetsresor 1980 var drygt en miljard liter.

Vid lokalisering av industriella verksamheter är transportdelen sannolikt den del av energiomsättningen som kan påverkas mest. Om även arbetsresorna för de verksamma intas i arbetsmiljöbegreppet blir lokaliseringens betydelse för arbetsmiljön mycket stor. Enligt Transportforskningsdelegationen (1979:1) har följande parametrar betydelse för energiomsättningen:

- o energi för framdragnig (bränslen, el)
- o energi för rörlig materiel (tillverkning och underhåll)
- o energi för infrastruktur (tillverkning och underhåll).

En överblick över energiinsatser i olika former i transportsystemet visas i figur 6:3.

Vid bedömningar avseende möjlig energihushållning i transportdelen av energiomsättningen vid skilda lokaliseringalternativ framträder ytterligare några viktiga parametrar:

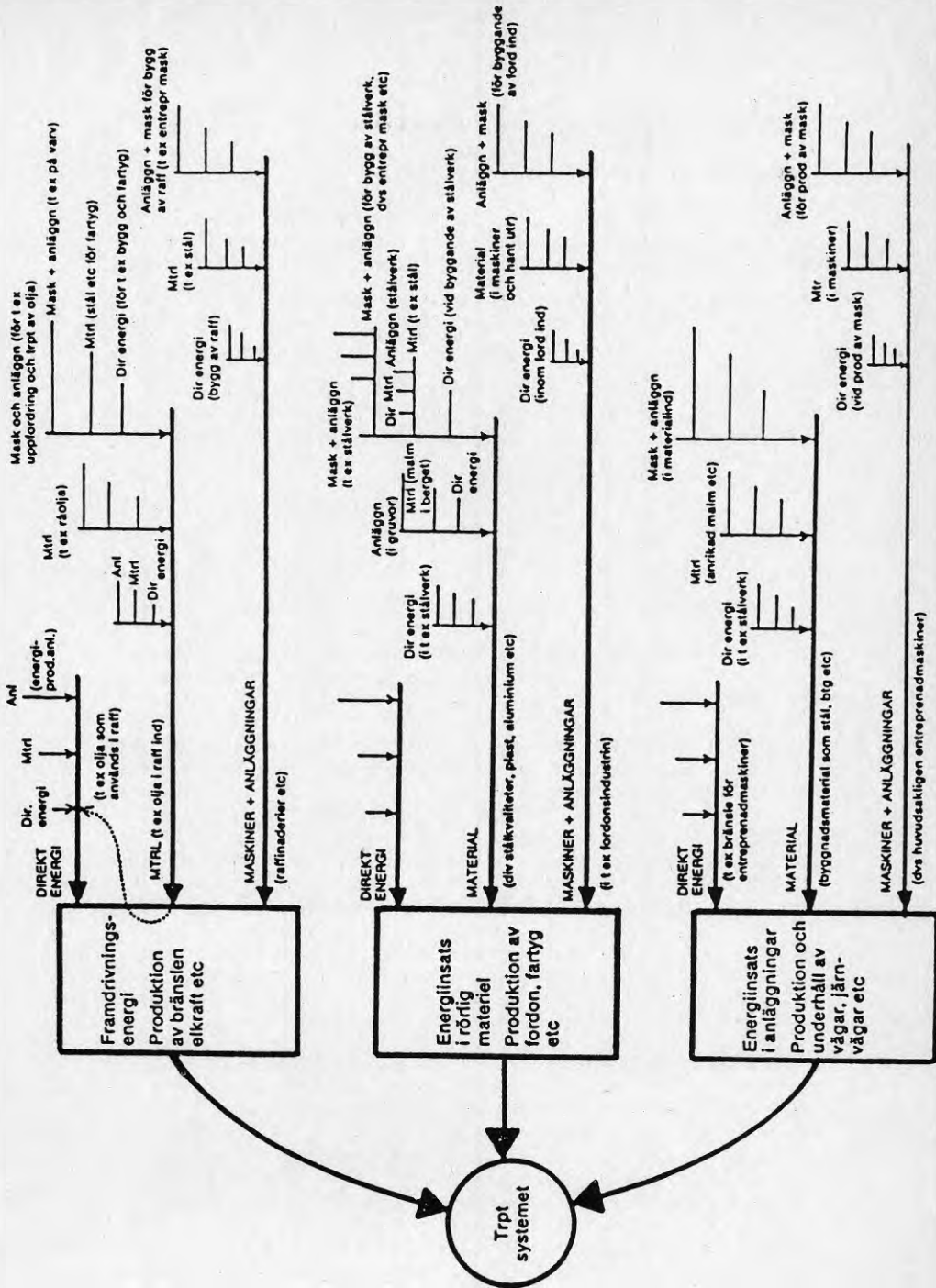
- o lastfaktorn
- o samordning av person- och godstransporter
- o strukturella förändringar i bebyggelsen

Den sammanlagrade effekten av möjliga hushållningsåtgärder i alla led är betydande.

#### 6.4.2 Transport och arbetsmiljö

En rad arbetsmiljöproblem är förknippade med olika typer av transporter: buller, avgaser, olycksfall. Problemen berör människor både inom och utanför arbetet, både under egna resor och genom att vistas i närheten av trafiken.

Den som vistas i trafiken i arbetet är naturligtvis utsatt i större utsträckning än de som endast har arbetsresor. Omkring 180 000 människor arbetar inom transportsektorn (FoB 1975). Dessutom berörs ett stort antal anläggnings- och byggnadsarbetare (Byggnadsarbetareförbundet), gatuarbetare och parkeringsvakter (Kommunalarbetareförbundet), vakter i parkeringshus (Handelsanställdas förbund) fastighetsskötare, park- och trädgårdsskötare osv.



Figur 6:3. Principskiss av energiinsatser i olika form till transportsystemet (Källa: TFD 1979:1).

Att arbeta inom transportsektorn innebär många arbetsmiljöproblem. Bland psykosociala faktorer kan nämnas stress pga tidspress, krav på ständig uppmärksamhet, konflikter i trafik, skiftarbete, långa perioder utanför hemorten, ensamhet, olycksrisker. Bland fysiska faktorer kan nämnas tunga lyft, enformig arbetsställning, buller, luftföroreningar, värme och kyla. Dessutom tillkommer speciella problem beroende på vilka ämnen man hanterar.

Vilken effekt en minskning eller effektivisering av transporter har på de anställda, beror på hur den genomförs.

- o Större andel närtransporter ger sociala fördelar i form av normala arbetspass och arbetstider.
- o Mekanisering av lastning och lossning löser vissa fysiska problem med lyft men kan innebära mindre behov av medhjälpare och därmed större andel ensamarbete.

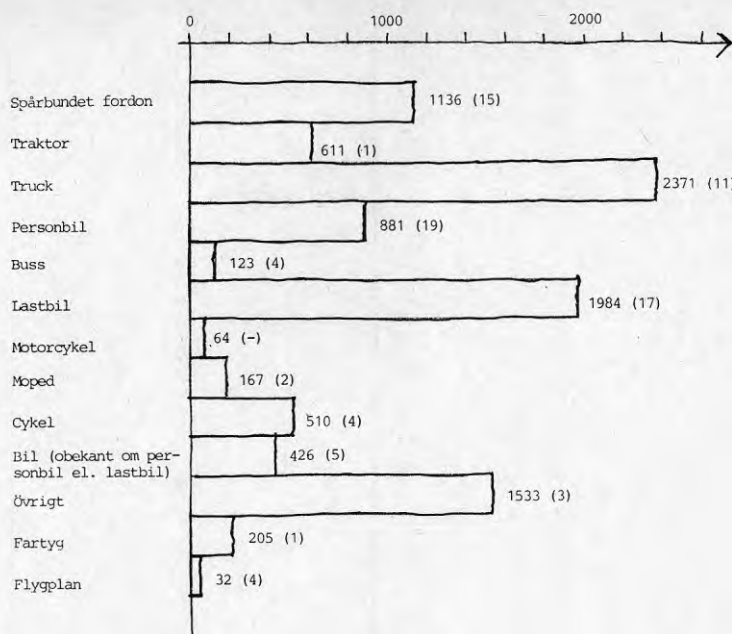
Ett annat sätt att komma i beröring med trafiken i samband med arbete är arbetsresor (till och från arbetsplatsen) och resor i arbetet. Följande siffror om arbetsresor säger något om problemets omfattning:

- o Arbetsresorna har ökat med 50 % under 70-talet.
- o Ökningen av arbetsresorna motsvarande i genomsnitt arbetstidsförkortningen under perioden 1932-1972.
- o 350 miljoner timmar per år går åt till arbetsresor. Det motsvarar 200 000 årsarbetande överfört på arbetstimmar.

De allt längre restiderna, särskilt i de större tätorterna, är en allvarlig belastning. Först och främst är resorna tröttande. De förlänger arbetsdagen och försvårar samordningen inom familjen mellan olika arbets- och skolscheman. Ytterligare en annan effekt av de långa arbetsresorna är att många anser det meningslöst att förkorta den dagliga arbetstiden utan föredrar att samla arbetet till långa dagar och ledigheter till sammanhängande veckoslut.

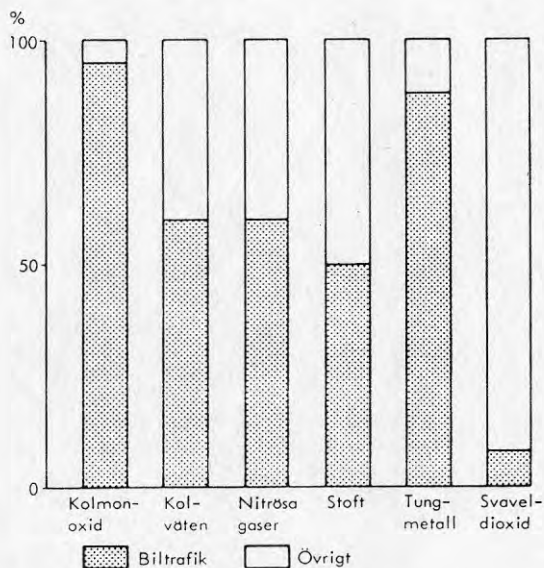
I ett större perspektiv leder arbetsresornas ökning även till att handeln och annan service övergår till att hålla öppet på mer obekväma tider.

Ett allvarligt problem i samband med trafiken är olycksfall och olycksrisker (figur 6:4). Ca 9 000 arbetsolycksfall orsakades av fordon 1976 (SCB). I ytterligare ca 1 000 fall bidrog fordon till olycksfallet. Det är totalt omkring 9 % av det totala antalet arbetsolycksfall. Fordonsolyckorna är relativt svåra. Fordon var orsak till nära 60 % av dödsfall i arbetsolyckor. Olyckor med truck och lastbil dominerar i antal medan personbilolyckorna är relativt svårast.



(Inom parentes= därav dödsfall)

Figur 6-4a. Fordonsolyckor i arbetet 1976. Män och kvinnor, samtliga arbetsgivare (Källa: Yrkeskador 1976 -juni 1977 Sveriges Officiella Statistik).



Figur 6:4b. Luftföroreningar i Stockholm (Källa: Trafik i nordisk tätort).

### 6.4.3 Energihushållning och förbättring av arbetsmiljön

Som tidigare anförts är energiomsättningen i transportsystemet sammansatt av en mängd delposter. En var av dessa rymmer en hushållningspotential vars relativa storlek kan belysas enligt följande.

#### Förändringar i produktionen

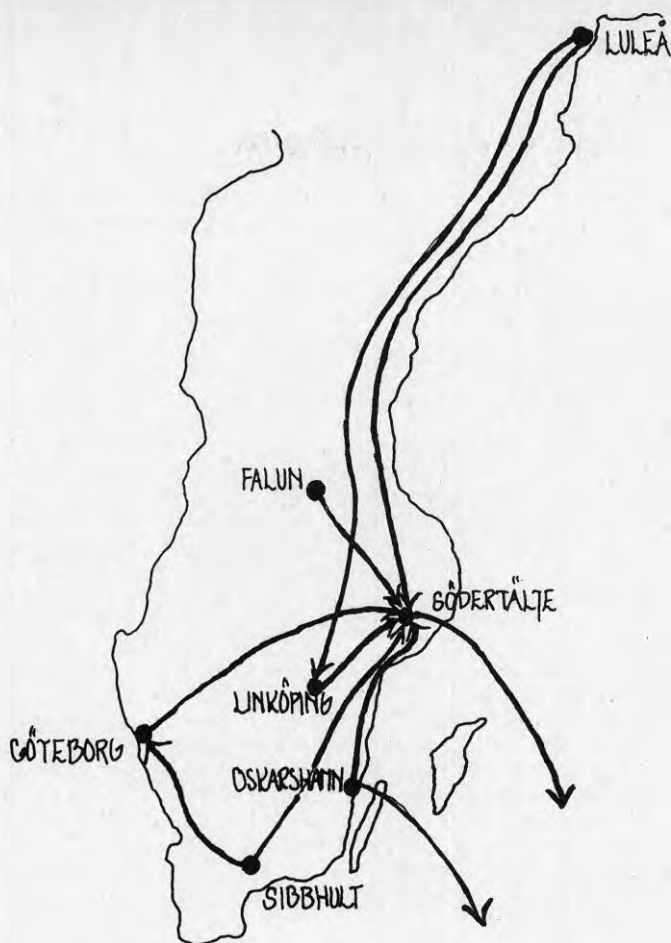
Mindre transporter för produktionen kräver en förändring av strukturen inom varje bransch. Stora företag förlägger ofta olika delar av sin tillverkning till olika orter eller t o m olika länder. I de fall det är fråga om steg i tillverkningen av samma produkt, innebär det avsevärda "interna" transporter mellan arbetsställena. Koncentration till samma ort skulle alltså minska transportkostnaderna. Nackdelarna kan vara att orten eller regionen blir helt dominerad av ett företag och dess underleverantörer och att det blir svårt att få tag på arbetskraft (figur 6:5).

Samarbete mellan mindre företag inom en region bör också bidra till att minska transportarbetet. Företagen blir varandras underleverantörer. Bygger regionens ekonomi också på förädling av lokala råvaror minskas transportbehovet ytterligare. Sådant samarbete uppmuntras av de regionala utvecklingsfonderna. Ett exempel är Skellefteås snickericentral. Några småföretag har bildat en ekonomisk förening vars syfte är att med hjälp av en viss gemensam administration ge medlemmarna möjlighet att åta sig gemensamma beställningar och samarbeta med sina olika specialiteter. Verksamheten bygger till stor del på det lokala skogsbruket.

Datateknikens användning för informationsbehandling och styrsystem har öppnat möjligheter att arbeta med planering, produktionsstyrning och administration helt skilt från produktionen. Rent fysiskt innebär att man kan välja att förlägga sådana arbetsplatser snart sagt var som helst. Det finns också exempel över hela skalan; Från amerikanska banker som har flyttat en del rutinarbeten till den anställdes hem, till stora datalandskap som i postgiro i Stockholm. Eftersom kravet på närhet till produktion kan släppas kan andra krav bli viktigare.

En vinst för arbetsgivaren kan vara att kostnaden för arbetslokal kan minska eller utgå helt. Det kan även totalt innebära att den uppvärmda byggnadsvolymen minskar. Särskilt på senare år har kontorsytorna ökat pga att fler deltidsarbetar. (Bostadsytan per person har dock inte minskat utan ökar fortfarande.) En annan energi- och tidsvinst är att arbetsresor bortfaller.





Figur 6:5. Godstransporter inom ett företag. Transporter av material och halvfabrikat mellan olika steg i tillverkningen. Transporter från underleverantörer ingår inte.

Att flytta arbetsuppgifter hem till den anställde har dock många andra negativa konsekvenser, vilket de amerikanska exemplena visar: brist på stimulans och utvecklingsmöjligheter, ökad kontroll eller ackordsbetalning, brist på sociala kontakter och facklig gemenskap. Möjligheterna att hävda sig gentemot arbetsgivaren och bedriva fackligt arbete kan kanske jämföras med hushållsanställda eller arbetare enligt förlagssystem (t ex hemsömmerskor).

En annan nackdel är att arbetet måste vara av sådan art att det kan utföras utan samarbete med arbetskamrater.

I de amerikanska bankförsöken användes anställda med lång vana. Det innebär att hemarbete bara kan användas marginellt och i övergångsskeden. Det innebär att till kontorsarbete hemma måste reserveras enkla rutinuppgifter, som är lätta att lära in. Hemma uppvägs inte heller enformigheten i arbetet av de sociala kontakterna på arbetsplatsen.

Hemarbetande riskerar också att användas som reservarbetskraft, med mer eller mindre lös anknytning till arbetsgivaren.

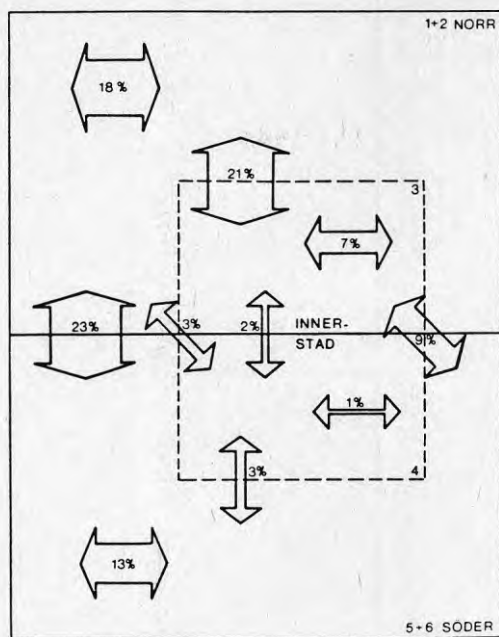
Om arbetsplatsen däremot placeras närmare bostaden innebär det en tidsvinst för den anställde och en energibesparing genom kortare arbetsresor. En sådan idé prövas av Nordiska Institutet för Samhällsplanering och VBB och kallas "Grannskapscentral". Flera grupper anställda från olika arbetsgivare delar på en arbetslokal centralt i sin ort i stället för att pendla till centralorten. Målet med den här utformningen är att undvika nackdelarna med arbetet hemma. Man planerar också att pröva dels hur olika avancerade arbetsuppgifter kan utföras i grannskapscentralen och dels olika modeller för att skifta mellan huvudarbetsplatsen och grannskapscentralen.

#### Förändringar i varudistributionen

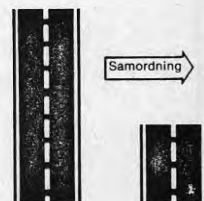
Transportarbetet inom distributionen sammanhänger med företagets lokalisering i förhållande till sina kunder och särskilt inom konsumtionsvarusektorn - livsmedel, textil, konfektion, möbler, hushållsapparater m m - får en centralisering stora effekter på transportbehovet. Försäljningsställena är mycket spridda - även om också detaljhandeln har koncentrerats till större enheter.

Samordning av varutransporter i tätort har studerats i ett forskningsprojekt VART av VBB (1979). Man har studerat en övergång från transporter med enskilda firmabilar till samordnad distribution från en terminal (figur 6:6). Med hjälp av data läggs fordonens körrutter så att varje bil får minimal körsträcka och minimal tomkörning. Systemet antas bli lönsamt i första hand för företag med ett fåtal firmabilar. Trafikarbetet för godstransporter för ett sådant system i Stockholm skulle teoretiskt kunna bli mindre än hälften av dagens.

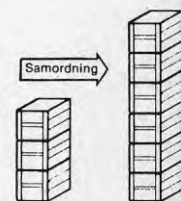
Ur arbetsmiljösynpunkt kan det finnas fördelar med det här systemet. Genom att transporter samordnas kan lastning och lossning ske centralt. Därmed finns det underlag för bättre arbetsrutiner, modern utrustning och välplanerade ytor och lokaler. De enskilda företagen tvingas paketera och märka godset väl. På ett distributionsföretag finns det också bättre möjligheter att bygga upp yrkeskunskaper, facklig verksamhet och skyddsverksamhet. Lastningsförhållandena i tätorter, särskilt hos mindre företag i stads-



FÄRRE FORDON

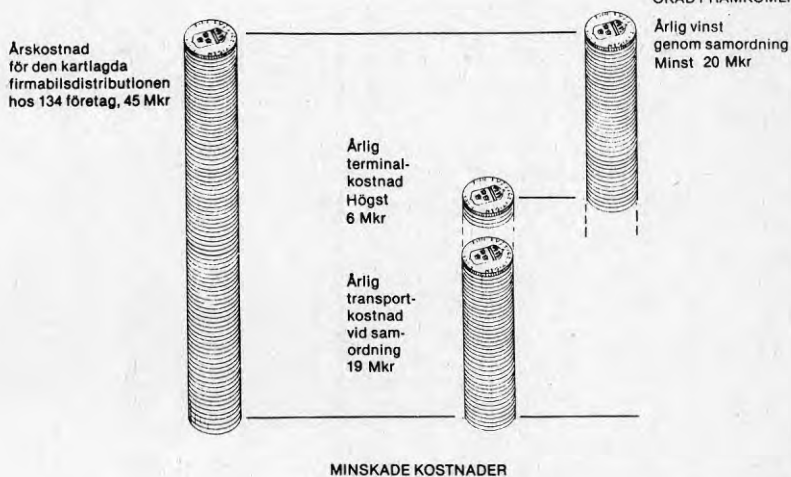


MINSKADE KÖRSTRÄCKOR

BÄTTRE UTNYTTJAD  
LÅSTKAPACITET

## ANDRA VINSTER

MINDRE ENERGIÄTGÅNG  
MINDRE VÄGSLITAGE  
FÄRRE TRAFIKÖLYCKOR  
ÖKAD MILJÖFÖRBÄTTRING  
ÖKAD FRAMKOMLIGHET

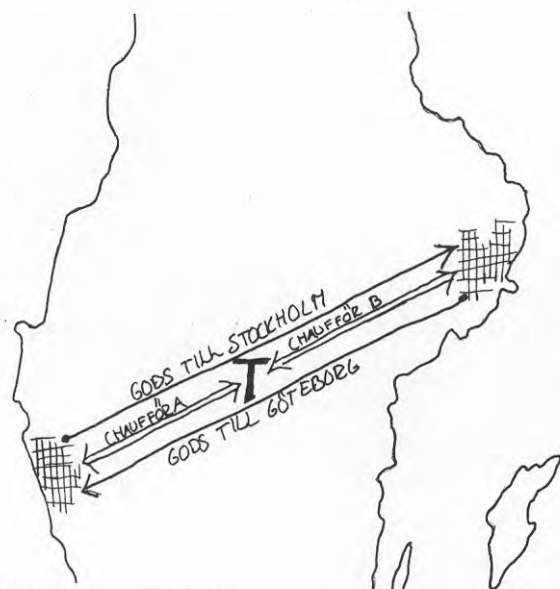


MINSKADE KOSTNADER

Figur 6:6. Illustration av samordning av varudistribution i tätort (Källa: VART III S, 1981, Slutrapport TFD DNR 71/78-42, VBB, Stockholm).

kärnan kan vara undermåliga. Nackdelen med samordningen kan vara att anställda i ett centralt distributionsföretag inte har möjlighet att påverka lokalutformningen hos kunderna.

Samma typ av samordning av transporter kan även komma ifråga för frakt inom eller mellan regioner. Transporten utgår då från kunden till tätortens terminal (figur 6:7). Därifrån går den till destinationsortens terminal och körs ut till adressaten av den lokala distributören.



Ett system med terminaler efter de stora vägarna kan fungera för:

- o regionala terminaler för omlastning till järnväg eller annan lastbil
- o rast- och matställe för genomfartstrafik
- o möterplats för omlastning och chaufförsbyte

#### FÖRDELAR:

- o samordning lastbil-järnväg
- o 4 + 4 timmars pass för chauffören och ingen övernattning utanför hemorten

Figur 6:7. Idé till samordnade transporter inom och mellan regioner.

En sådan samordning av de längre transporter skulle ge underlag för bättre planering av chaufförernas arbetspass och arbetstider. Genom en serie knutpunkter som utgör både lokala terminaler och mellanlandningsplatser skulle man kunna organisera omlastning och chaufförsbyten. Målet är att undvika alltför långa arbetspass och övernattnin utanför hemorten. Ekonomiska fördelar kan samtidigt vara att behovet av dubbla chaufförer bortfaller liksom behovet av övernattningsutrymme i bilen.

Av de olika möjligheterna att minska transportkostnaderna som har studerats finns det några som kan möjliggöra både energibesparing och bättre arbetsmiljö.

- o Övergång till miljövänligare drivmedel t ex alkohol ger mindre föroreningar och innebär en väsentlig besparing av olja (ej energi). Ett försök pågår i Stockholm med kommunens egna bilar.

#### Ändringar i samhällsplaneringen

En generell minskning av avståndet mellan bostad och arbetsplats innebär en energibesparing och en fördel för de anställda främst i form av tidsvinst.

En konsekvent samlokalisering av arbetsplatser och bostäder i en region minskar dock inte generellt transportarbetet om regionen utgör en gemensam arbetsmarknad. Arbetsresorna kan tvärtom bli längre om man ensidigt satsar på att förstärka perifera förorter med arbetsplatser eftersom resor tvärs över hela regionen då kan bli aktuella.

Studier av vilket teoretiskt mönster för samhällsbyggnad, som är mest effektivt ur transportsynpunkt blir lätt alltför komplicerade och ohanterliga på grund av alla faktorer som ska tas med. En enkel studie med få faktorer är å andra sidan inte tillförlitlig. I praktiken är det ej heller vanligt att man ställs inför uppgiften att planera för ett helt nytt samhälle som ska byggas i ett sammanhang efter ett optimalt mönster. Sådana mönsterprojekt förekommer ibland i utvecklingsländerna. För svenska förhållanden finns flera studier som analyserar konsekvenserna av olika alternativ för förändringar - utbyggnad, förtätning, ombyggnad och förnyelse.

Om man för ett givet området ändrar proportionen mellan bostäder och arbetsplatser kan man teoretiskt finna att den totala pendlingen blir minst vid sammansättningen 75 % bostäder och 25 % arbetsplatser (se figur 6:8a). Detta förutsätter då en perfekt samordning i valet av bostad och arbetsplats.

En sådan "samordning" är sällan möjlig, av flera skäl. Människors val av bostad och arbetsplats, i den mån det alls finns valmöjligheter, styrs av



ett antal faktorer av vilka avståndet bara är en (se figur 6:8b som visar den statistiska fördelningen på avståndet bostad-arbetsplats, typisk för en medelstor svensk stad).

Faktorer som den tilltagande specialiseringen inom näringslivet, med krav på större upptagningsområde för arbetskraften och det ökande antalet hushåll med mer än en förvärsvarsarbetande har i hög grad bidragit till de ökande pendlingsavstånden, förutsom givetvis tätorternas utglesning och bilismens tillväxt. Åtminstone de förstnämnda faktorerna kan antas fortsätta att försvåra en möjlig samlokalisering av bostäder och arbetsplatser. Flera undersökningar pekar i denna riktning.

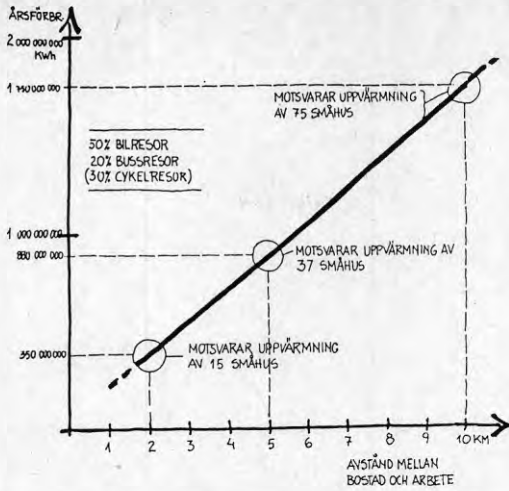
En studie från Borås (1979) visar att ur energihushållningssynpunkt är en omlokalisering av industrin från ett centralt till ett perifert läge tveksam. Med hänsyn till den lägesberoende delen av energiomställningen är det motiverat att satsa på centralt belägna verksamhetsområden. Planeringsåtgärder som syftar till ett intensivare utnyttjande av de centrala verksamhetsområdena kan på sikt bidra till en betydande energihushållning.

Ett exempel på vad ett minskat avstånd mellan arbetsplatser och bostad innebär ur energisynpunkt illustreras i figur 6:8c.

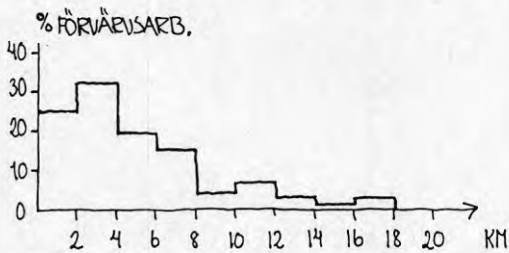
Inom Stockholms Läns Landsting (1982) har man analyserat olika utbyggnadsalternativ för regionen och dess konsekvenser för trafiken. En utbyggnad av arbetsplatser i de perifera lägena och bostäder i stadskärnan ger låga värden på resor (figur 6:9). Om de perifera arbetsområdena samlas till några större områden ger det bättre underlag för kollektiv trafik. Sprids de däremot ut i mindre områden leder det till totalt lägsta trafikarbetet och kortaste restiderna. Utbyggnad med arbetsplatser i centrum eller en blandning av bostäder och arbetsplatser i perifera lägen ger sämre resultat både vad gäller trafikarbete och restider. Allt detta gäller tillskott till den befintliga strukturen i Stockholmsområdet.

Lippoy (1982) har undersökt sambandet mellan bebyggelselokalisering och energianvändning samt resstandard för personresor, med exempel från två medelstora svenska städer. Bebyggelselokaliseringen visas ha en relativt liten effekt för energianvändningen år 2000, relativt andra faktorer:

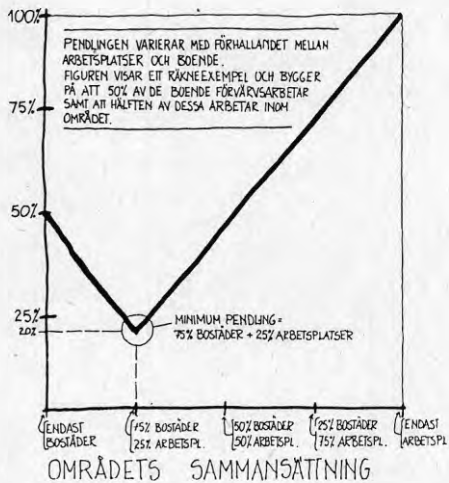
- o olika scenarier för landets ekonomiska utveckling (hushållsinkomster, energipriser) innebär skillnader med upp till 30-50 %
- o möjliga trafikpolitiska åtgärder (förstärkt kollektivtrafik, vissa restriktioner mot bilismen) kan innebära 5-10 %



Figur 6:8a. Energiförbrukning - arbetsresor 1500 personer.



Figur 6:8b. Pendlingsavståndets fördelning i en medelstor svensk tätort (typexempel).



Figur 6:8c. Andel pendling bland boende och arbetande.

- o realistiska bebyggelseförändringar (möjlig förtätning m h t nybyggnadsbehov och tillgänglig mark relativt en fortsatt utglesning) innebär endast 3-5 %.

Även i denna studie befanns det bästa läget för nya arbetsplatser generellt vara relativt centralt i tätorten, dit tillgängligheten för kollektivtrafik är som bäst. En lokalisering till förorter kan dock vara positiv i vissa fall, främst för industri som huvudsakligen sysselsätter okvalificerad kvinnlig arbetskraft.

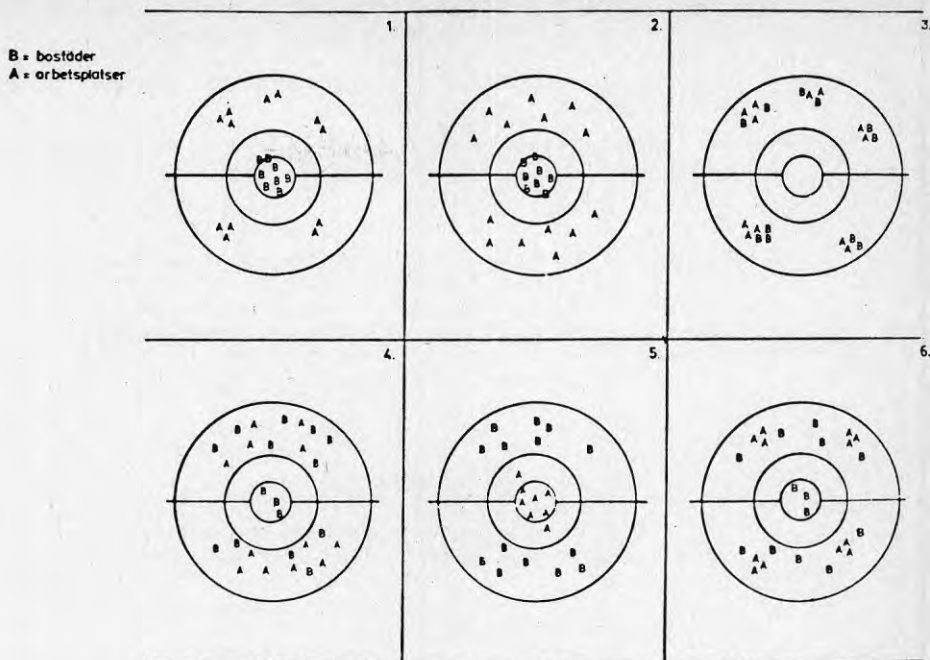
ÅR 2000

| FAKTOR                       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Total fordonspendling        |   |   |   |   |   |   |
| Antal bilresor               |   |   |   |   |   |   |
| Antal kollektivresor         |   |   |   |   |   |   |
| Bilandel i %                 |   |   |   |   |   |   |
| Medelrestid - fordonsresor   |   |   |   |   |   |   |
| Medelrestid - bilresor       |   |   |   |   |   |   |
| Medelrestid - kollektivresor |   |   |   |   |   |   |
| Trafikarbete fordonsresor    |   |   |   |   |   |   |
| Trafikarbete bilresor        |   |   |   |   |   |   |
| Trafikarbete kollektivresor  |   |   |   |   |   |   |
| Inompendling                 |   |   |   |   |   |   |
| Inpendling till innerstaden  |   |   |   |   |   |   |



De sex alternativen inbördes visar kraftiga skillnader mellan pendlingsströmmen i olika områdesrelationer. Däremot är skillnaderna i totalvärden för fordonsmängder och restider måttliga.

Figur 6:9a. Sex strukturalternativ år 2000 (Källa: Kompendium i Energi och stadsbyggnad, 1978, Tekniska högskolan i Stockholm, avd för samhällsbyggnad 3:1978, Stockholm).



De sex alternativen kan kortfattat karaktäriseras på följande sätt:

- Alt 1 förutsätter att tillskottet i bostäder lokaliserar till innerstaden medan arbetsplatstillskottet förläggs till ytterområdet i ett antal koncentrationer.
- Alt 2 förutsätter att bostadstillskottet lokaliserar till ytterområdet, men i ett mer utspritt mönster än i alt 1.

I alt 3 förläggs såväl tillskotten i bostäder som i arbetsplatser i koncentrationer i ytterområdet.

I alt 4 tänkes tillskotten av bostäder fördelade dels till innerstaden, dels i ett utspritt mönster i ytterområdet medan arbetsplatstillskottet förläggs i ett likaledes utspritt mönster till ytterområdet.

I alt 5 fördelas tillskottet i arbetsplatser dels till innerstaden, dels till kärnområdet medan tillskottet i bostäder decentraliseras i ytterområdet.

I alt 6 förläggs arbetsplatstillskottet i koncentrationer i ytterområdet samtidigt som bostadstillskottet fördelas dels till innerstaden, dels till ytterområdet.

Figur 6:9b. Stockholmsregionen år 2000 - pendlingsmönster vid alternativa sätt att lokalisera arbetsplatser och bostäder (Källa: Kompendium i Energi och stadsbyggnad, 1978, Tekniska högskolan i Stockholm, avd för samhällsbyggnad 3:1978, Stockholm).

Ur miljösynpunkt skulle en minskning av avståndet mellan bostad och arbetsplats kunna innebära:

- o bättre förutsättningar för mindre tröttande arbetsresor
- o bättre möjligheter för individen att hinna med hemsysslor
- o minskad sannolikhet för trafikolycksfall

En ökad samlokalisering av bostäder och arbetsplatser i perifera lägen kan dock innebära längre tröttande arbetsresor. Detta får vägas mot eventuella andra men uppenbart svårämbara fördelar i form av ökad tillgång till service invid arbetsplatsen respektive en socialt rikare vardagsomgivning i samhället som helhet.

#### Ändringar i persontransportsystemen

Förutom att förkorta arbetsresorna kan energibesparingar i samband med arbetsresor också åstadkommas genom

- o större andel kollektivtrafik
- o större andel energisnåla färd sätt vid korta avstånd (cykel, moped, till fots)
- o samåkning
- o energisnålare personbilar
- o mer ekonomiskt körsätt t ex lägre hastigheter.

Dessa åtgärder innebär att buller och föroreningar minskar, en ökad andel kollektivtrafik och lägre hastigheter vilka reducerar olycksriskerna.

Valet av transportsätt är bl a beroende av avstånd arbetsplats-bostad, kostnad och standard för olika färdmedel, topografi, klimat, osv. Givetvis är många fler beredda att cykla på en lugn plan väg i lätt sommarbris än i branta lutningar på smala hårt trafikerade gator i novemberrusket. Olika känslighetsanalyser finns för de olika faktorerna. En generell slutsats av dessa studier är att en väsentlig övergång från bil- till kollektiv- eller cykelresor är svår att åstadkomma utan restriktioner mot biltrafiken.

Det är svårt att generellt säga vilket transportsystem för resor till och från arbetet som är fördelaktigast ur energi- och miljösynpunkt. En ökad andel gång- och cykelresor är fördelaktig ur flertalet synpunkter, men måste kombineras med trafiksäkerhets- höjande åtgärder. Dessa färd sätt är dock främst aktuella för avstånd under 3-5 km samt främst i södra delen av landet - om kollektivtrafiken dimensioneras efter vinterförhållanden så innebär det faktum att vissa resenärer cyklar sommartid ingen energibesparing.



Kollektivtrafik med buss kräver mindre energi än biltrafik så länge bussens medelbeläggning är minst 8-10 passagerare. Beläggningen i storstäder är nu väsentligt högre, och en utbyggnad skulle där vara fördelaktig ur energi- och givetvis även miljösynpunkt. I mindre kommuner är beläggningen däremot ofta lägre än den kritiska nivån. En fortsatt utbyggnad innebär då ingen energibesparing, även om den kan försvaras av t ex sociala skäl. Relativt stora besparingar är dock ofta möjliga genom t ex andra linjesträckningar (genom kortare körvägar, längre gångavstånd) och samordning med skolskjuttrafik.

En övergång från bil till cykel- eller kollektivtrafik innebär som regel en ökad tidsåtgång för arbetsresorna (figur 6:10). Undantag kan vara storstäder med stort underlag för en effektiv kollektivtrafik (främst Stockholm) samt generellt på korta avstånd där cykeln kan konkurrera.

Omsorg vid förläggning av entréer, personalutrymmen och olika avdelningar inom en anläggning kan marginellt minska andelen arbetsresor med bil. Däremot kan förflyttningarna inom en anläggning minskas, liksom förutsättningarna att anordna interna bussar med hög turtäthet.

Hittills gjorda försök med samåkning har visat på stora möjligheter till energibesparing. Inom ramen för ett samåkningsprojekt vid Nordplan har man kunnat visa en energibesparing på 40 m<sup>3</sup> bensin/år för en grupp på 22 personer, som tillämpat samåkning på följande sträckor:

- o Täby-Räcksta (5 personer)
- o Kungsbacka-Hisingen (8 personer)
- o Linköping-Norrköping (9 personer)

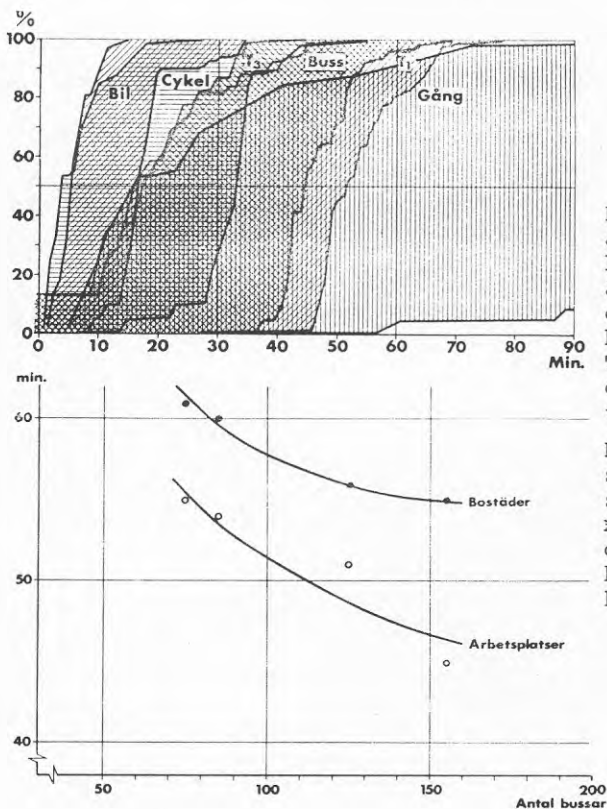
Systemet har kollektivtrafikens fördelar - det är bekvämt, endast en person behöver köra - och privatbilens fördelar - går nästan direkt från start till mål.

Ett jämförbart system är "Byabussen", studerad av Chalmers Tekniska Högskola. Denna tänkes ägd och framförd av de boende i en förort, vilka alla har sina arbetsplatser inom ett begränsat område samt gemensamma arbetstider.

Väsentliga vinster avseende energi, restider och kostnader för kollektivtrafiken kan vara möjliga genom en planerad förskjutning av arbetstiderna mellan de större arbetsplatserna i en tätort. Ett exempel från Ottawa, Canada visar på en reduktion i antalet fordonskm med buss med ca 30 %. Planeringsinstrument för sådana åtgärder saknas dock ännu i Sverige.

| lastfaktor             | Energiåtgång totalt |                        |                    |    |
|------------------------|---------------------|------------------------|--------------------|----|
|                        | kWh/per-<br>sonkm   | varav<br>di-<br>rekt * | indi-<br>rekt<br>% |    |
| <u>Mellan tätorter</u> |                     |                        |                    |    |
| Bil                    | 2.9 personer        | 2.2                    | 51                 | 49 |
| Flyg                   | 53 % fullt          | 2.5                    | 73                 | 27 |
| Buss                   | 47 % "              | .98                    | 51                 | 49 |
| Tåg                    | 37 % "              | 1.3                    | 58                 | 42 |
| Pendeltåg, el          | 31 % "              | 1.5                    | 11                 | 89 |
| <u>Stadstrafik</u>     |                     |                        |                    |    |
| Bil                    | 1.9 personer        | 2.8                    | 58                 | 42 |
| Buss                   | 12 "                | 1.7                    | 57                 | 43 |
| Motorcykel             | 1.1 "               | 1.6                    | 49                 | 51 |
| Cykel                  | 1.0 "               | .41                    | 59                 | 41 |
| Gång                   | 1.0 "               | .25                    | 51                 | 49 |

\* bränsle enbart



Det övre diagrammet visar andel arbetsplatser, som kan nås inom kortare tid än angiven till fots, med cykel, med bil eller med buss i trafiksituationerna T1 "liten kollektivtrafik" och T3 "stor kollektivtrafik"

Det undre diagrammet visar sambandet mellan bussinsatser och restiden i min. med buss från det sämsta området till hälften av de boende respektive till hälften av arbetsplatserna

Figur 6:10. Några data om lastfaktorers storlek och andelen använd energi direkt för persontransporter (Källa: Trafik i nordisk tätort).

## 6.5 Teknisk försörjning

Energiomsättningen i tekniska försörjningssystem omfattar energi för drift av systemen för

- o vatten och avlopp
- o renhållning
- o miljövård
- o fast avfall
- o m fl

### 6.5.1 Möjligheter till energihushållning

Vid lokalisering av storindustri kan man översiktligt bedöma att betydande skillnader kan föreligga beträffande energiomsättningen mellan olika lokaliseringar med avseende på energi för teknisk försörjning. Generella slutsatser/rekommendationer går här ej att framlägga utan problemen får studeras från fall till fall.

Vid lokalisering av annan industri torde generellt små skillnader finnas i energiomsättning för teknisk försörjning mellan olika lägen.

### 6.5.2 Möjliga förbättringar av arbetsmiljön genom lokaliseringar

Beträffande miljövård föreligger starka samband enligt följande.

Miljövårdskrav avseende luftföroreningar föreligger i två former dels som utsläppskrav, dels som maximalt tillåten halt i omgivningsluft.

Beträffande tillåten halt i omgivningsluft är riktvärdena utformade för att gälla hela landet och alla utsläppskällor, d v s såväl fasta anläggningar som fordonstrafiken. Svenska riktvärden föreligger f n endast för svaveldioxid och sot. Ett arbete pågår för införande av riktvärden även för koloxid och kvävedioxid.

Krav för att reducera utsläpp till atmosfären föreligger dels som generella krav, dels som riktlinjer. Det generella kravet gäller begränsning av utsläpp av svaveldioxid. Kravet har införts regionsvis och omfattar fr o m 1984-10-01 hela landet. Detta krav innebär att eldningsolja med en högre svavelhalt än 1,0 viktprocent eller annat fossilt bränsle inte får förbrännas om svavelhalten överstiger 0,24 g/MJ bränsle.

Beträffande utsläpp av andra ämnen skall en prövning enligt miljöskyddslagen ske. Denna prövning sker för vissa utsläppskällor av koncessionsnämnden för miljöskydd och för vissa andra utsläppskällor av länsstyrelsen i resp län. Som underlag för bedömningen av utsläppens storlek har statens naturvårdsverk angivit riktvärden som publicerats i SNVs publikation 1973:8 Riktlinjer för luftvård. Vissa av de i denna publikation angivna riktvärden har efter hand skärpts. Saknas riktvärden sker en bedömning av acceptabelt utsläpp med hänsyn till vad som ur olägenhets och hälsosynpunkt kan accepteras i omgivningsluft. Hänsyn tas även till vad som är tekniskt-ekonomiskt rimligt. Detta medför att olika regler för utsläpp vid olika lokaliseringar kan förekomma. De faktorer som påverkar kravet är då bl a tidigare föroreningsbelastning i området, typ av övrig verksamhet i området samt spridningsförhållanden och topografi,

## 6.6 Slutsatser

Sambanden mellan energianvändning och arbetsmiljö är få när det gäller lokalisering av industri.

När det gäller processenergi påverkas i allmänhet inte omsättningen av lokaliseringen. Valen av energislag och därmed hanteringen och dess risker kan påverkas i viss mån.

Energiomsättningen - för lokalkomfort - uppvärmning, belysning - sammanhänger med klimatet och därmed med lokaliseringen. Skillnaderna mellan norr och söder kan utgöra ca 30%. Lokala variationer beroende på vindar, topografi och väderstreck kan vara av samma storleksordning.

Den väsentligaste energifaktorn vid lokalisering utgörs av transporter och resor. Arbetsmiljön vid transportarbete innebär många allvarliga problem. En minskning av transporter och resor skulle ha positiva effekter på både energiomsättning och arbetsmiljö. Av de tänkbara förändringar som har studerats kan man dra följande slutsatser.

- Förändringar i produktionssystemet mot mer lokal integration av produktion innebär att transporterna i såväl produktion som distribution kan minska. Effekten kan inte preciseras utifrån den forskning vi har studerat. En sådan utveckling skulle kräva ett klart politiskt-ekonomiskt ställningstagande.
- Förändringar i distributionssystemet för att förbättra transporternas ekonomi, effektivitet och arbetsförhållanden kan skönjas. I de flesta fall tycks förbättringar i arbetsmiljö och bättre energihushållning följas åt. Lösningar som innebär samordning av transporter ter sig både fördelaktiga och möjliga. Lösningar som innehåller tekniska förändringar av transportmedlen förefaller framkomliga och ger fördelar främst ur energi- och allmän miljösynpunkt.

Övergång till större andel kollektivresor med nuvarande samhällsstruktur tycks inte leda till energibesparingar, men kan ge allmänna miljövinster. Samåkning vid arbetsresor kan vara ett sätt att spara energi med bibehållen komfort, men har hittills inte kunnat organiseras i större skala.

- Förändringar av samhällsplanering vad gäller lokalisering av bostäder, service och arbetsplatser och integration mellan dessa funktioner är en viktig fråga. Effekterna på energiomsättning och arbetsmiljö är dock inte entydiga. Olika tendenser kan läsas ut ur olika studier. Behovet av ytterligare kunskap är stor. Det gäller i första hand de idag aktuella förändringar av typ förnyelse, förtätning och komplettering.

## 7. OMRÅDES- OCH TOMTUTFORMNING

### 7.1 En överblick

Hur arbetsområdet och industritomten utnyttjas och disponeras är av betydelse för energihushållning och möjligheterna att skapa en god arbetsmiljö.

Vid nyplanering eller förnyelse av arbetsområde och industritomter finns stora möjligheter att samordna krav på god arbetsmiljö och intensifierad energihushållning. Den övergripande planeringen har betydelse genom att ramar för planeringen av byggnader och anläggningar skapas. En förutseende områdes- och tomtutformning kan därför underlätta den efterföljande projekteringen med hänsyn bl a till kraven på arbetsmiljö och energihushållning.

Vid planläggning av arbetsområdet kan följande samband (se figur 7:1) mellan arbetsmiljö och energi ha betydelse:

- o Processen kan ställa krav på energimängder och energislag som påverkar den tekniska försörjningen inom arbetsområdet och placeringen av olika anläggningar. Sammansättningen av verksamheter påverkar dels bebyggelsetätheten, dels möjligheter att utjämna skillnader i effektbehov mellan olika verksamheter (i tid och rum).
- o Behovet av energi för lokalkomfort påverkas dels av naturförhållanden som terräng och klimat och dels av bebyggelsens utformning, orientering, täthet, placering av trafikytor, ingångar m m.
- o Transportenergin påverkas av områdets storlek och utformning. Det gäller dels underlag för olika transportmedel - järnväg, vägstandard, flygtransporter, dels möjligheterna att samordna varu- och persontransporter.
- o Möjligheterna att utnyttja gemensamma energiförsörjningssystem, utjämning mellan olika verksamheter och ev omgivande bebyggelse och att bygga upp energilager (t ex säsongslager) påverkas bäst på denna planeringsnivå).




Olika typer av arbetsområden har skilda förutsättningar för sin disposition. På områdes- och tomtnivå kan sålunda urskiljas i huvudsak fyra typfall:

- o Områden för storindustri
- o Områden för blandade verksamheter
- o Områden för småindustri/hantverk
- o Äldre arbetsområden
- o Industritomtens disposition

Integration med boende/service tillkommer i de tre senare fallen.



|                                       | PROCESS | LOKAL | TRANSPORT | TEKNISK FÖRSÖR. |
|---------------------------------------|---------|-------|-----------|-----------------|
| <b>ARBETSTEKNISKA FAKTORER</b>        |         |       |           |                 |
| - ARBETSMETOD                         |         |       |           |                 |
| - ARBETSTYNGD                         |         |       |           |                 |
| - ARBETSTAKT                          |         |       |           |                 |
| <b>FYSISK MILJÖ</b>                   |         |       |           |                 |
| - LAYOUT                              |         |       |           |                 |
| - LJUS                                |         |       |           |                 |
| - LJUD                                |         |       |           |                 |
| - LJFT                                |         |       |           |                 |
| - SKADLIGA ÄMNE                       |         |       |           |                 |
| <b>PSYKISK O. SOCIAL ORGANISATION</b> |         |       |           |                 |
| - PSYKISK BELASTNING                  |         |       |           |                 |
| - INFLYTANDE ÖVER ARBETET             |         |       |           |                 |
| - KONTAKT OCH SAMARBETE               |         |       |           |                 |
| - KUNSKAP OCH UTVECKLING              |         |       |           |                 |
| <b>ÖVRIGA FAKTORER</b>                |         |       |           |                 |
| - MAT, HYGIEN, VILA                   |         |       |           |                 |
| - ARBETSTIDER                         |         |       |           |                 |
| - ARBETSRESOR                         |         |       |           |                 |
| - RISKER                              |         |       |           |                 |

-  MINDRE BETYDELSE  
 VISS BETYDELSE  
 STOR BETYDELSE

Figur 7:1. Betydelsen av områdes- och tomtdisposition för energi och arbetsmiljö.

I följande avsnitt (7.3, 7.4 och 7.5) analyseras generella aspekter på områdes- och tomtutformning och vilka energihushållnings- och arbetsmiljökonsekvenser dessa innebär.

## 7.2 Process

Vid utformning av områdesplaner för arbetsområden är de industriella verksamheternas processenergi i normalfallet inte kända. Uppbyggnad av området med beaktande av vissa verksamheters energiförhållanden måste därför göras utifrån generella ansatser.

Möjligheterna att producera, distribuera och ev lagra energi för processändamål måste därför inarbetas i planen genom gemensamma system vilka kräver särskilda reservat. Kriterier för lokalisering av dessa behövs.

Om ett industriområde skulle kunna betraktas som ett integrerat system vore sannolikt stora hushållningseffekter att hämta. Detta skulle bl a innebära att energiflödena i områdets olika processer skulle utgöra kriterier för var i området lokaliseringar bör ske. Modeller för dylika kriterier finns f n ej utvecklade.

Ur arbetsmiljösynpunkt bör möjligheterna att beakta processenerginns förhållanden i områdesplanen kunna leda till indirekta förbättringar genom att mindre energi skulle behöva tillföras området. I idealfallet skulle området betraktas som ett slutet system varvid t ex luftmiljön skulle kunna åtgärdas i en huvudpunkt.

I de fall de industriella verksamheterna är kända vid områdesplanens upprättande eller då tomten disponeras bör samordningsmöjligheterna i processenergin för framtiden utgöra ett tungt inslag i planeringen.

## 7.3 Lokalkomfort

### 7.3.1 Energi

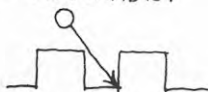
Redan på översiktlig nivå kan orientering, byggnader och utomhusytor planeras med hänsyn till terräng och vegetation. Skillnader i lokalklimat vid olika disposition av tomten kan bli stora. Det ger utslag på främst värmeekonomi och klimatkomfort men även på synförhållanden och t ex behov av belysning.

Anpassning till naturen kan betecknas som en typ av passiv energihushållning. Huvudsyftet är att förhindra att byggnaderna läcker värme på grund av ett ofördelaktigt lokalklimat. Exempel på sådan anpassning är:

- o Byggande i soliga lägen, på plan mark och i söderslutningar. Byggnaderna placeras så att de skuggar varandra så litet som möjligt (figur 7:2).
- o Undvikande av vindpinade lägen och begränsning av vindens avkylning genom vegetation och rätt orientering av byggnader (figur 7:3).

- o Låg, tät bebyggelse inbäddad i vegetation är mer skyddad än höga enstaka hus. Det är också mindre risk för att byggnadernas placering förstärker vindarna, särskilt i marknivån (s k vindanomolier).
- o Undvikande av kalla lägen t ex terrängsvackor i norrlägen där kall luft kan ansamlas.

• AVSTÅNDET



JUNI 53°

SOLINFALL KL. 12<sup>00</sup> 60° N

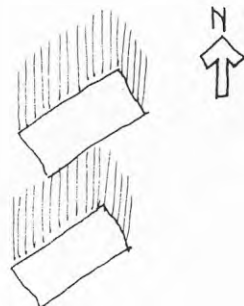
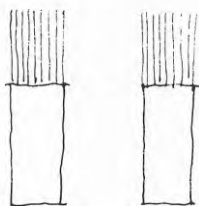
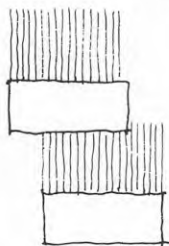


MARS/SEPT 30°



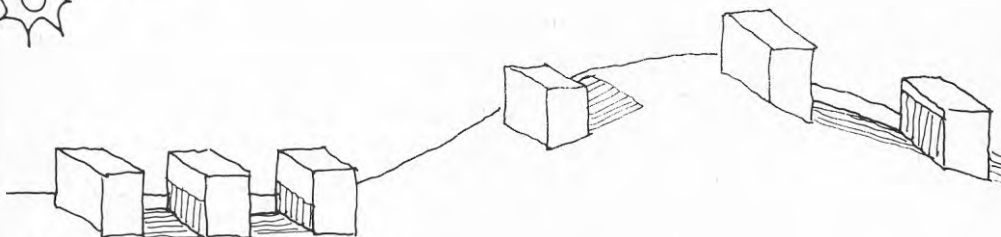
DECEMBER 7°

• ORIENTERINGEN



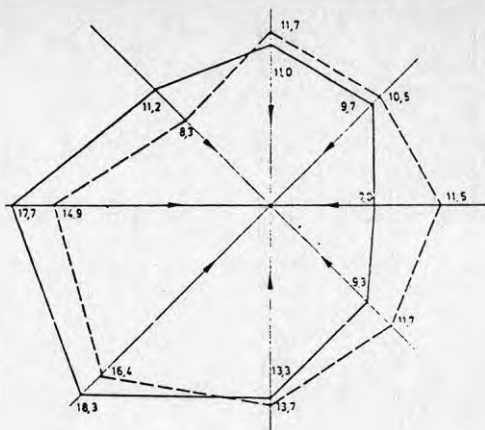
2-VÅN. HUS MARS/SEPT KL. 12<sup>00</sup> 60° N

• TERRÅNGEN



MARS/SEPTEMBER KL. 9<sup>00</sup> 60° N

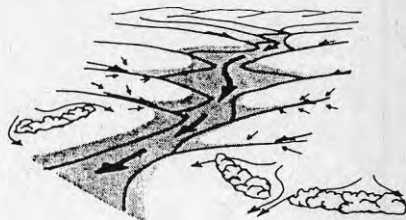
Figur 7:2. Faktorer som påverkar solinfallet.



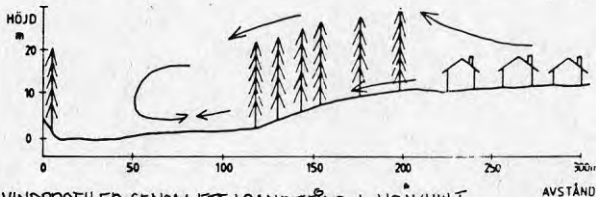
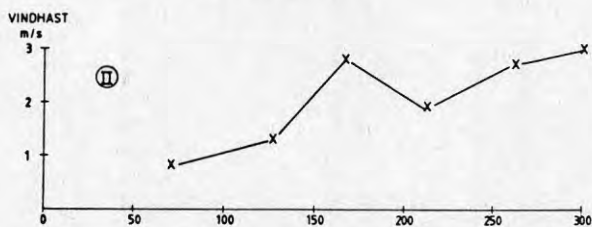
— VINTERHALVÅR LUGNT 2,9 %  
 - - - SOMMARHALVÅR LUGNT 2,7 %.

PROCENTUELL FREKVENNS OLIKA VINDRIKTNINGAR, STHLM

KALLUFT

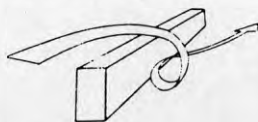


Strömmen med kallluft är mycket trögflytande och fastnar lätt på hindrande föremål varvid kallluftfickor bildas, t ex på bergsidan av hus och vegetation i sluttande terräng.

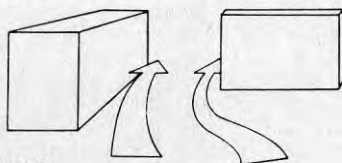


VINDPROFILER GENOM ETT BRANBESTÄND I KRÅKHULT

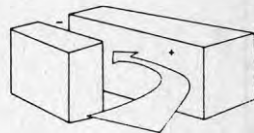
BARRIÄREFFEKT



TRATTEFFEKT



UTÄMNINGSEFFEKT



OLIKA VINDEFFEKTER PÅ BYGGNADER

Figur 7:3. Vind, topografi och lokalklimat (Källor: TYA-rapport 1981:2 del 2; Energihushållning i stadsplanen T6:1980; Energiförluster genom vind R176:1980).

Ansamling av kall luft sker under stilla vinternätter i terrängens lågpunkter, s k kallluftsjöar. Temperatur-skillnaderna mellan kallluftsjöarna och kringliggande mer gynnsam terräng kan uppgå till flera grader celsius. Kallluftsjöarna kan "dräneras" ut genom upphuggningar i skog, bebyggelsens gruppering på tomt/området eller genom terrängarbeten.

Hur stor andel av uppvärmningsenergin kan sparas på detta sätt? Det finns flera försök till teoretiska beräkningar av energieffekterna i samband med utvärdering av stadsplaner. De är gjorda för bostadsbebyggelse. Vid större anläggningar där byggnadernas volym är större i förhållande till fasadytan, minskar effekten på värmeekonomin. Följande tabell ger en uppfattning om möjligheterna av energihushållning genom naturanpassning.

| Åtgärd              | max besparing<br>(skillnad mellan<br>bästa och sämsta läge | Källa |
|---------------------|--|-------|
| Orientering mot sol | 10%  | (1)   |
| Lä                  | 10%  | (1)   |
| Undvika kallsjö     | 6-8%   | (1,2) |

Källa: BFR-rapporter -

- 1) R176:1980 s.12:CTH beräkningar för ett Modulenthus (bostäder): bästa orientering i Göteborg 3 770 kWh, sämsta orientering 1 740 kWh under uppvärmningssäsongen s.20:alla värden.
- 2) T6:1980 S64:5%.

Maximal besparing genom att kombinera de tre olika kriterierna är svåra att uppnå. Sålunda fås t ex motverkande tendenser genom att maximal solinstrålning kan innebära att avståndet mellan byggnaderna ökar och därmed att husen blir mer utsatta för vind. En förhärskande sydlig vindriktning kan innebära att en konsekvent sydorientering inte ger totalt den bästa ekonomin.

Besparingarna i uppvärmningsenergin måste sättas i relation till den totala energiomsättningen och till klimatkraven i varje enskilt fall.

Anpassning av bebyggelsen till naturen med hänsyn för att uppnå god arbetsmiljö innebär att man strävar att åstadkomma

- o goda klimat- och ljusförhållanden både utomhus och inomhus. Särskild hänsyn måste tas till arbetsuppgifter som innebär övergång mellan inomhus- och utomhusarbete, t ex lastning och lossning
- o vind- och bullerskyddade grönytor och solbelysta uteplatser i anslutning till arbetslokaler och personalrum.



### 7.3.2 Arbetsmiljö

Allmänt gäller att ett jämnt och skyddat lokalklimat invid bebyggelsen är fördelaktigt ur miljösynpunkt. Genom att från början arbeta med lämpliga hushöjder och planformer, kan man ta tillvara och åstadkomma god miljö utan extra energiinsatser eller nackdelar ur funktionell synpunkt.

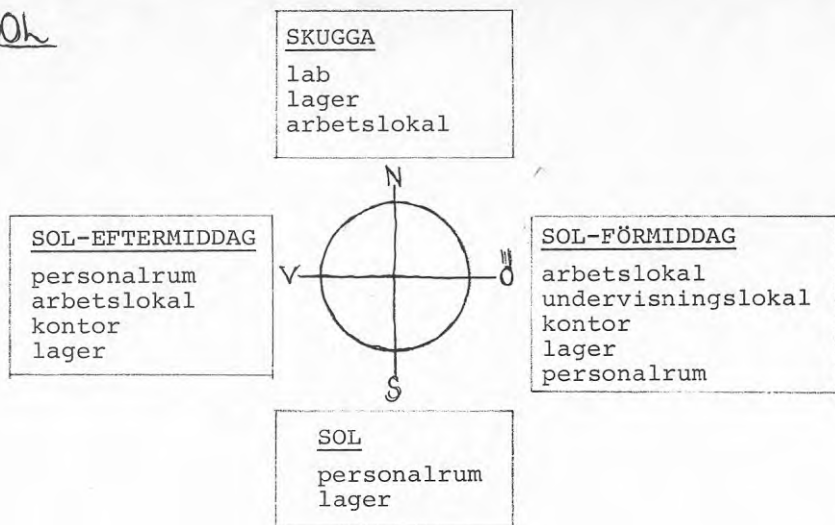
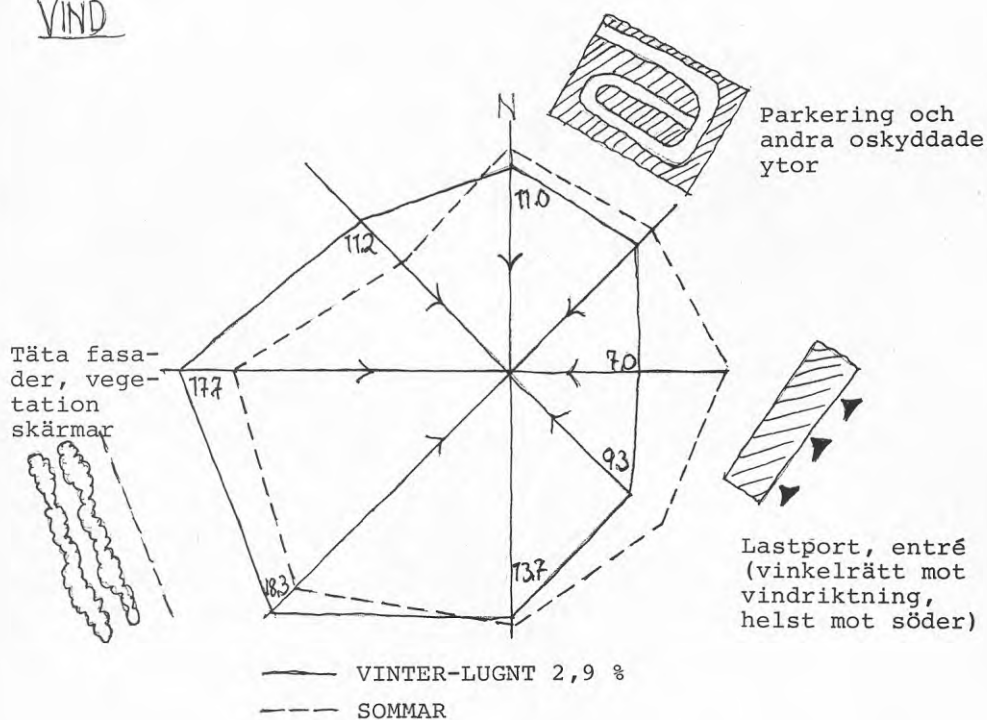
Arbete utomhus innebär ofta påfrestningar. Särskilt vid tungt arbete vintertid är det svårt att anpassa klädseln till både ansträngning och viloperioder. Vid stillasittande arbete utomhus, t ex truckkörning är det svårt att hålla värmen längre perioder. Utomhusarbete innebär också risker för halk- och trafikolyckor. Kroppsarbete i kyla inom- och utomhus innebär risk för skador i muskler och ledband och en högre förslitning av leder. Det är därför mycket viktigt att så många arbetsuppgifter som möjligt flyttas inomhus och ges normal arbetstemperatur. Detta kräver dels en ökad byggnadsvolym, dels ett större uppvärmningsbehov.

Andra klimatproblem i samband med transporter in till en arbetslokal är drag och värmeläckage i byggnaden.

När det gäller anpassning till naturen samverkar strävan att minska energiomsättningen och förbättring av arbetsmiljön i stor utsträckning (figur 7:4). Behovet av ett skyddat klimat för människor, byggnader och maskiner sammanfaller. Vinden är sannolikt den parameter som har störst betydelse för såväl energihushållning som arbetsmiljö. Exponering för vind medför sålunda snabbt ökande avkylning. En sänkning av vindhastigheten runt industrin i förhållande till ortens genomsnitt kan åstadkommas genom lämpliga åtgärder i områdes- och tomtdispositionen, undvikande av vindutsatta lägen och byggnadsgrupperingar, vindskyddade planteringar eller vindbrytande staket.

Genom att utnyttja överskottsmassor vid nybyggnad till vallar eller genom att terrassera byggnaderna kan man skapa ett omväxlande och spännande landskap samtidigt som energiomsättningen kan minskas genom att vallarna bildar lä för huset. Genom att motfylla mot väggen kan behovet av isolering minskas. Denna typ av åtgärder medverkar också till att höja miljö kvalitén.

Sammanfattningsvis kan påvisas att betydande energihushållningsvinster kan nås genom att disponera område/tomt på ett ur klimatsynpunkt gynnsamt sätt. Arbetsmiljön som helhet torde i flertalet fall förbättras härav. Undantag kan vara industriella verksamheter där man av särskilda skäl önskar god ventilation p g a utsläpp/läckage av farliga ämnen.

SOLVIND

Figur 7:4. Exempel på orientering.

## 7.4 Trafik och transporter

### 7.4.1 Energi

Kraven på uppställningsytor utomhus kommer i framtiden att ökas för t ex

- o uppställning av containers och växelflak
- o ytor för alternativ energi, t ex bark, flis, kol.

En ökning av ytbehovet för uppställningsytor ger en sämre energiekonomi eftersom värmetettheten minskar. Stora öppna ytor ger också fritt spelrum för vind vilket också bidrar till att öka energiomsättningen.

Lastnings- och lossningsytorna kan möjligen utnyttjas för ytjordvärme. För uppvärmning av 100 m<sup>2</sup> våningsyta fordras 500-1000 m<sup>2</sup> mark beroende på markens egenskaper. För en normal verkstadsindustri skulle kontor, personalutrymmen och delar av verkstadslokalen, t ex verkstadskontor och huvudförråd, kunna värmas via ytjordvärme.

### 7.4.2 Arbetsmiljö

Ur arbetsmiljösynpunkt är det fördelaktigt att minimera transporter om man därigenom kan minska gångavstånden och skapa större tillgänglighet och bekvämlighet för gångtrafikanter.

Användning av alternativa energislag t ex i form av ytjordvärme innebär nackdelar ur arbetsmiljösynpunkt. Risken för isbildning och frosthalka och därmed risken för olycksfall ökar då yttemperaturen sänks.

Lastnings- och lossningsytorna bör om möjligt minimeras för att så stor del som möjligt av den naturliga vegetationen ska kunna bibehållas. Detta ger fördelar ur både energi- och arbetsmiljösynpunkt. En minimering av lastnings- och lossningsytorna får dock självklart ej gå ut över säkerhets- eller funktionskrav.

### 7.4.3 Samordning

Genom att samordna lastnings- och lossningsytan för flera företag eller byggnader kan man minska den sammanlagda yta som krävs. En sådan samordning innebär att en högre exploateringsgrad och därmed ökad värmetetthet kan uppnås. Denna typ av samordning är, förutom i industribyar, mycket ovanlig i dag. Hänsyn bör vid denna typ av samutnyttjande tas till de ökade trafikolycksfallsriskerna.

För att minimera transportarbetet inom en anläggning bör lastning och lossning samt parkering placeras så nära tillfartsvägarna som möjligt. Likaså bör avståndet mellan hållplats och arbetsplats ej vara för stort då fler väljer egen bil istället för kollektiva transportmedel (se avsnitt 6.4.3 ändringar i persontransportsystemen).

Men även utformningen av tomten, t ex avstånd från hållplats eller parkering till entrén, spelar roll för valet mellan bil och kollektiva transportmedel. Ett försök att uppskatta energiförbrukningen för tillkommande bilister görs i en studie av olika tomtdispositioner för FOA i Botkyrka. En ökning av avståndet mellan tomtgräns och entré från 100 m till 900 m beräknas leda till en ökning från 350 till 375 bilister. Energianvändningen för arbetsresor ökar då med ca 200 MW/år eller ca 5 %.

Inom större anläggningar bör man eftersträva att anordna samlade gång- och cykelvägar som är separerade från godstransportvägar. I en del fall blir avstånden inom anläggningen så stora att personal använder bil även vid interna förflyttningar. En samlad energispareffekt kan sålunda uppnås genom kombinationer av åtgärder

- o att reducera avstånd till och inom en anläggning
- o att reducera resor inom arbetet och mängden material och verktyg som man medför.

Även interna busslinjer med regelbunden turtäthet (t ex var 15:e minut) är bra ur såväl miljö- som energihushållningssynpunkt.

## 7.5 Teknisk försörjning

### 7.5.1 Energi

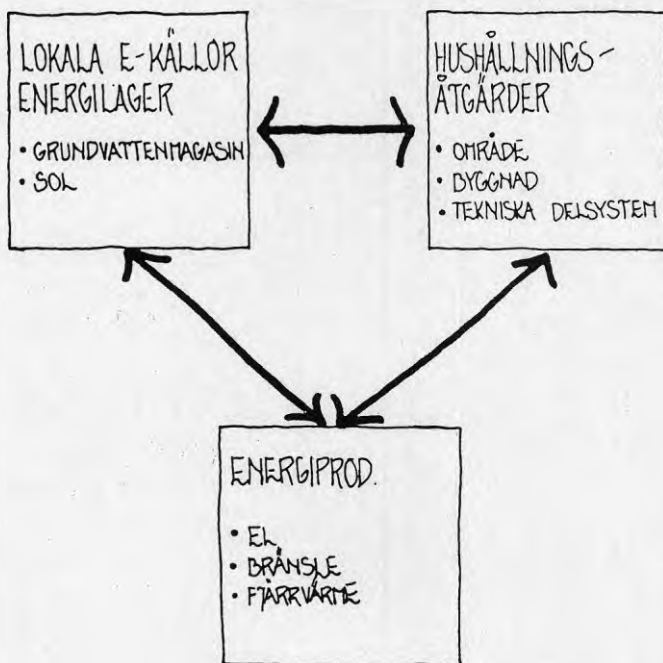
Av stor betydelse för energiomsättningen är värmeförbrukningen. Värmeförbrukning definieras som nettovärmebehovet/ytenhet mark inom ett område. För att en utbyggnad av ett centralt distributionssystem ska vara motiverad krävs en värmeförbrukning på ca 20 GWh/km<sup>2</sup>. Inom tillverkningsindustrin motsvarar detta en exploateringsgrad (byggnadsyta dividerad med tomtyta) på ca 0,15-0,2, beroende på energiomsättningen i processen.

Ett normalt exploateringsstal för industri är ca 0,20-0,25 (en fullt utnyttjad tomt normalt 0,30-0,40). Som synes kan fjärrvärmesystem vara tveksamma speciellt om bebyggelsen är väl utspridd. Vid nyexploatering kan det därför ur energisynpunkt vara lämpligt att samla bebyggelsen.

Ledningar för teknisk försörjning, t ex vatten, avlopp och fjärrvärme bör samlas i gemensamma ledningsstråk (figur 7:5). Det motiveras främst av att underhållet av ledningarna underlättas. Stämmarna för fjärrvärme bör dock om möjligt dras i kulvertar i byggnader då förlusterna i ledningen kan reduceras.

I framtiden kommer olika former av lokal energiförsörjning sannolikt att bli vanligare inom svensk industri. Exempel på olika lokala system som kan tänkas är

- o spillvärme
- o ytjordsvärme
- o grundvattenvärme
- o avfall
- o solceller



Figur 7:5. Skiss över det totala energisystemet i Skrubba. I ett projekt knutet till Skrubba arbetsområde görs en ansats att betrakta hela industriområdets energisystem.

Flera nya material och metoder för fjärrvärmeledningar är under utveckling. Dessa nya system kommer främst att användas för lågtemperatursystem (50- 80 C) eller för spillvärme.

Att utnyttja lokala energikällor ställer nya krav:

- o Energianläggningarna tar större plats. Det kan krävas stora upplag för bränsle och aska.
- o Nya energislag medför nya konsekvenser för arbetsmiljön.
- o Konsekvenser för grannar och närboende (t ex damning eller sänkt grundvattentemperatur).

För tomtutformningen innebär användandet av nya energislag främst att ytor för upplag och aska arrangeras. Hänsyn bör även tas till transporter till upplagen, dvs val av transportmedel och tillgänglighet. Man bör också undersöka om det på tomten finns ytor lämpliga för marklagring av spillvärme.



Ianspråktagandet av nya energisystem kan få återverkningar för grannar och kringboende. Om ett företag t ex utnyttjar grundvattenvärme kan en rad företag nedströms ej göra det för att potentialen är utnyttjad. I värsta fall kan det innebära en höjd energiomsättning om det avkylda grundvattnet måste värmas för en viss process.

Det är dock troligt att man i industrin alltmer går över till lågtemperatursystem då de är

- o billigare
- o enklare att anpassa till tillvaratagande av överskottsenergi
- o bättre ur energihushållningssynpunkt (mindre förluster)
- o lättare att anpassa till luftburna värmesystem.

#### 7.5.2 Arbetsmiljö

Ur arbetsmiljösynpunkt bör försörjningssystemen ligga så att de är lätt åtkomliga och är lätta att underhålla. Detta är inte alltid möjligt då det kan innebära begränsningar i flexibilitet. Inom vissa industrier, t ex processindustri där försörjningssystemen dominerar förläggs ofta ledningarna i lätt åtkomliga kulvertar eller direkt på marken. Man bör vid utformningen av sådana ledningsstråk tänka på

- o att ventiler, pumpar och avstängningsanordningar sitter lättåtkomligt och är väl märkta
- o att risken för olyckor minimeras
- o att påfrestande arbetsställningar undviks och att hänsyn till detta tas redan vid projekteringen.

Utnyttjande av nya energislag påverkar arbetsmiljön. I projektet Kol-Hälsa-Miljö undersöks hur kol och kolhantering påverkar arbetsmiljön. Det är främst damningen och kolhanteringen som medför risker. Liknande risker finns vid användning av sågspån.

Ur arbetsmiljösynpunkt är en utveckling mot lågtemperatursystem önskvärd då riskerna är mindre i ett lågtemperatursystem än i ett med högre temperatur.

Många industrier får stora överskott av energi. Man undersöker för närvarande på flera platser att utnyttja denna spillvärme internt inom industrierna eller externt i de kommunala fjärrvärmenäten.

Genom att utnyttja överskottsvärme från arbetsprocesser kan arbetsmiljön förbättras utan att energiomsättningen behöver öka. System kan byggas upp där överskottsvärmen leds till tidigare kallager eller pausrum för utomhusarbete. Genom att leda överskottsvärme till gångbanor, lastkajer och lasttytor kan dessa befrias från is och snö.

Kaskadkoppling mellan flera byggnader är främst intressant för större anläggningar. Det finns flera tillämpningar av detta, t ex hålla ett kallager över fryspunkten eller värma upp lastbryggor under den kalla årstiden. Vid Volvos anläggningar i Torslanda använder man sig av spillvärme från BP-raffinaderiet i närheten. Man har på detta sätt sparat ca 40 % av oljebehovet för uppvärmning.

## 7.6 Exempel

### 7.6.1 Ett storindustriområde

Storindustriområdets problem exemplifieras med Stenungsunds industriområde, se figur 7:6. Inom detta storindustriområde finns f n (1982) fem större verksamheter inom den petrokemiska sektorn. De enskilda petrokemiska företagens tomtdispositioner är utpräglade kvartersplaner.

Ur energisympunkt kan processen knappast påverkas av dispositionen. I ett senare skede planeras ett utnyttjande av det sydligaste företaget (Unifos) kylenergi som energikälla för uppvärmning av de söder härom liggande bostadsområdena. Viss processutrustning måste härvid installeras.

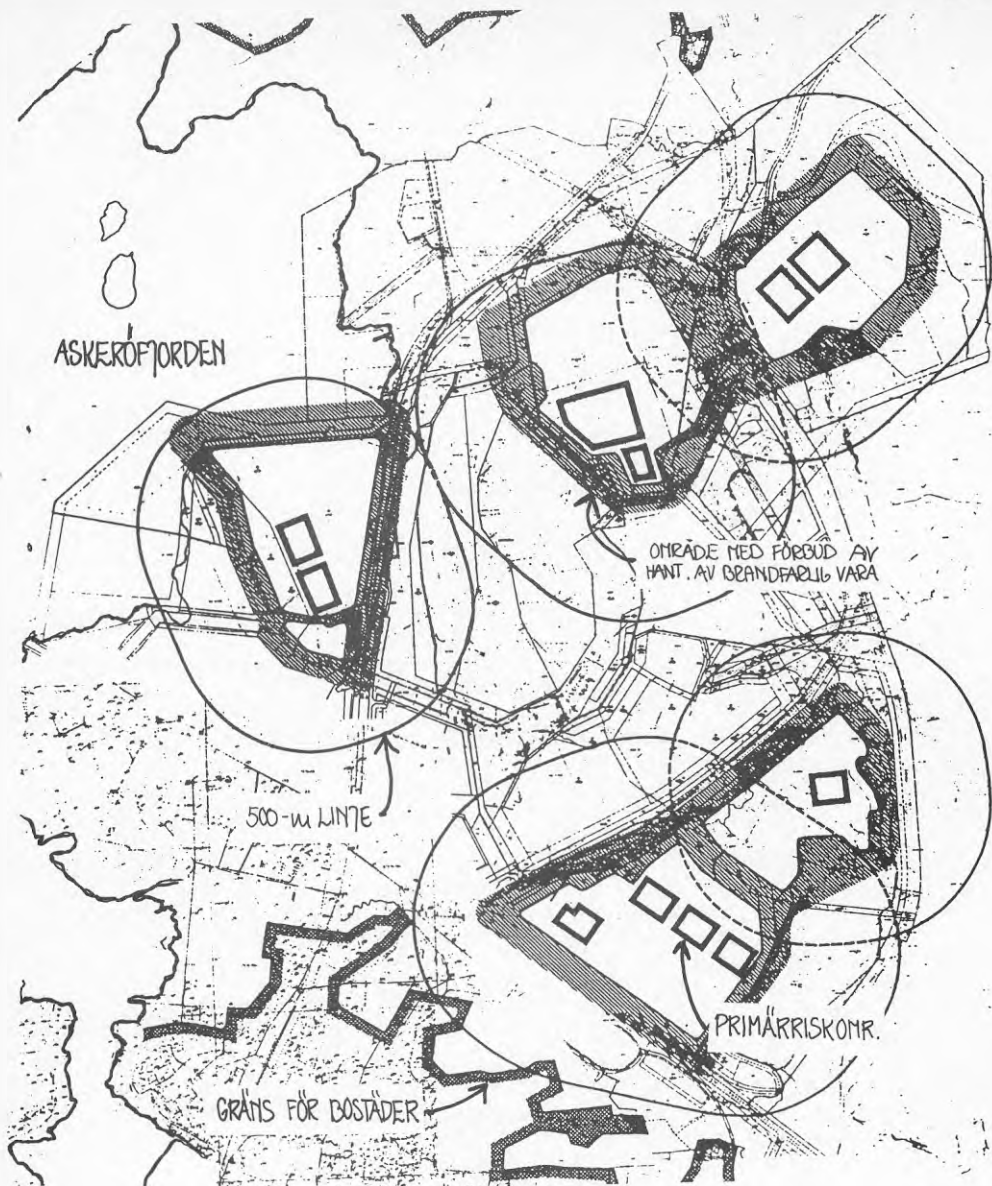
Energibehoven för lokalkomfort påverkas av lokalisering inom området med avseende på klimatet. Man kan t ex jämföra det för kylande vindar exponerade lägena i väster med de skyddade lägena inne i landet.

Energiomsättningen i transportsystemet är i vad avser båttrafik, väg och järnvägstransporter bunden till existerande förutsättningar och planlagda vägar och kan därför endast i ringa mån påverkas genom planåtgärder.

De tekniska försörjningssystemens, energiomsättning - i vilka ingår pipelines för transport av råvaror/produkter har viss betydelse. Hushållningspotentialen är dock liten. Sammanfattningsvis kan sägas att processenergin är helt dominerande. Hushållningspotentialen är därmed beroende av processen och i ringa mån av områdesplanen.

Utformningens samband arbetsmiljöfaktorerna är stor. Följande faktorer är av avgörande betydelse.

Fysisk säkerhet mot explosion och brand är den mest styrande utformningsaspekten vid såväl områdes- som tomtdisposition. Säkerhetsaspekterna utgår från de mest intensiva, "farliga" områdena i processen, de s k primärriskområdena. Till nästa grupp hör områden för lager, viss hantering m m, s k sekundärriskområden. Särskilda måttförhållanden mellan områden för primärrisk, sekundärrisk samt övriga områden såväl inom tomtens som mellan riskområdena sinsemellan och kringliggande vägar och bebyggelse gäller.



Figur 7:6. Skyddszoner kring fem storindustrier i norr Stenungsund (Källa: PM betr skyddsområden, VBB, 1975).

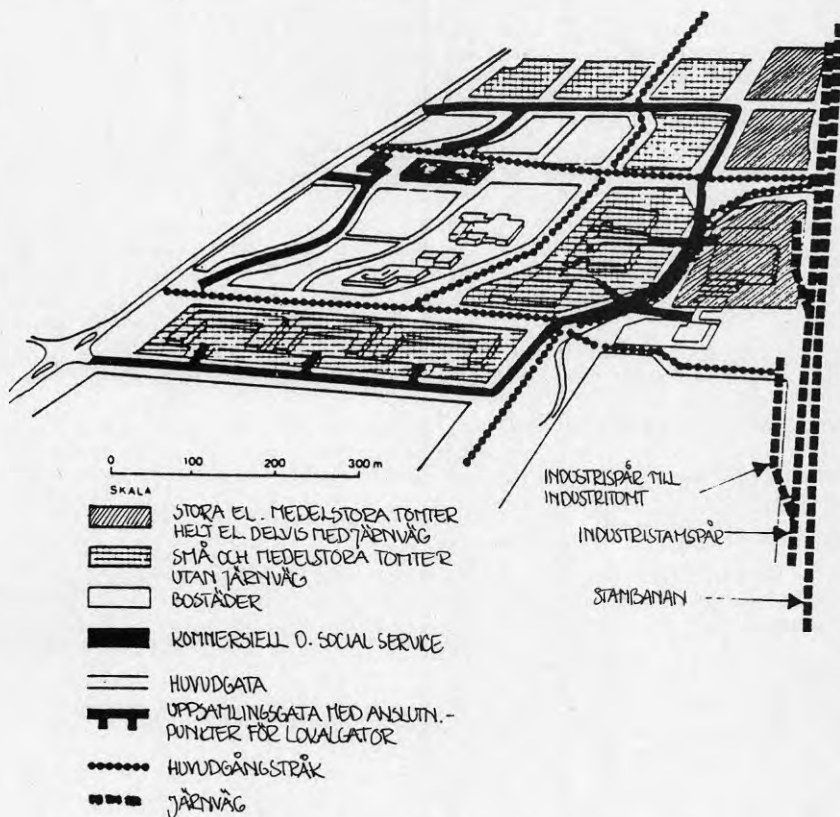
Man kan förmoda att den relativt glesa struktur som säkerhetsaspekten ger upphov till står i konflikt med energihushållningsintresset. Utvecklingen inom området har dock sedan storindustriområden av denna art etablerats hela tiden indikerat en ökning av säkerheten genom större utspridning. Vad detta medför för uppoffringar i energihänseende synes ej belyst.

Utsläpp av farliga ämnen i luften är en andra starkt styrande faktor i områdesplaneringen. Orientering i förhållande till förhärskande vindriktning är den viktigaste planpåverkande faktorn.

På samma sätt som säkerhetsfaktorn tenderar utsläppsfaktorn att göra strukturerna glesare. Att detta har negativa konsekvenser för energianvändningen är sannolikt. Systematiska studier häröver har dock ej påträffats.

#### 7.6.2 Områden för blandade verksamheter

Ett exempel på ett område för blandade verksamheter utgörs av området Malmskogen i Linköpings kommun, se figur 7:7. De "tung" verksamheterna föreslås förlagda på stora tomter nära järnvägen i söder. Mot norr - i riktning mot befintlig bostadsbebyggelse - minskar tomterna i storlek och ger en småskalig övergång med lättare verksamheter i anslutning till villaområdet. Viss integration med flerbostadshus och service är föreslagen.



Figur 7:7. Dispositionsplan för Malmskogen (Källa: Plats för arbete, Statens Planverk, rapport 60, del 1).



Energianvändningen för process i de enskilda företagen torde icke påverkas av områdets eller tomtens disposition. Möjligheter att nyttja processvärme i ett med bostadsbebyggelse och service gemensamt fjärrvärmesystem bör dock vara som mest gynnsamma i ett typområde som detta. Man kan omvänt tänka sig att något företag skulle vara av typ som krävde större volym processenergi vilket skulle kunna påverka fjärrvärmesystemets uppbyggnad liksom även lokala resurser för produktion och lagring av energi. Typområden av detta slag med integrerade energisystem har ännu ej utbyggs.

Energianvändningen för lokalkomfort kan starkt påverkas av områdets disposition främst avseende klimatet.

I transportledet kan energianvändningen på godssidan påverkas genom planutformningen. Järnvägens och gatunätets utformning och linjeföring ger här klara möjligheter. En ansenlig del av transportarbetet inom området kan utgöras av transporter mellan företag. Här kan samordnad distribution ge väsentliga hushållningseffekter.

Med avseende på arbetsresorna är det en ofta diskuterad hypotes att samlokalisering arbete - bostad skulle ha energihushållningseffekter. Integration mellan boende och verksamheter har vidare under senare år blivit en ofta framförd tes i strukturdiskussionen med bl a hänvisning till energihushållningspotentialen. Undersökningar kring frågeställningen är dock få. Linderstad (1982) har sålunda visat att för Göteborgsregionen är arbetsresornas längd i huvudsak beroende av avståndet till centrum.

Motiven för en integration av boende och verksamheter är bl a förbättrade sociala kontakter, bättre underlag för service och överhuvud taget en rikare, mera stimulerande miljö - sovstad kontra "stad".

Mot bakgrund av att man sålunda ur många andra aspekter önskar genomföra en blandning av boende, verksamheter och service synes det angeläget med fördjupad FoU kring energihushållningspotentialen i dessa strukturer.

Beträffande energianvändningen i övriga tekniska system påverkas den av plandispositionen. Den är emellertid av en ringa storleksordning och är därför vanligen av mindre intresse.

Ett exempel på ett blandat arbetsområde som planeras med sikte på nyttjande av lokala resurser för produktion och lagring av energi för uppvärmning är Skrubba-området beläget ca 10 km söder om Stockholms centrum. Projektet, som befinner sig i ett inledande skede avser studera samband mellan nyttjandet av lokala energiresurser och områdesutformning.

Ur arbetsmiljösynpunkter kan man genom lämplig disposition av områdesplanen i det blandade området främst



påverka arbetsmiljöfaktorerna fysisk miljö, vila och avkoppling, fritid och sociala förhållanden samt arbetsresor.

Den fysiska arbetsmiljöns utformning har under de senare årens utveckling tenderat att inriktas mot en glesare bebyggelse inom de blandade verksamhetsområdena ehuru icke i så extrem utsträckning som i storindustriområdena. Detta hänger till viss del samman med övergången från flerplanslösningar till bebyggelse i ett plan men en stor del beror utglesningen även av krav på förbättrade fysiska förhållanden bl a avseende arbetsmiljöfaktorerna. Tendensen kan iaktas såväl på områdesnivå som vid disposition inom den egna industritomten.

Man kan överväga huruvida de glesare strukturerna medfört någon förändring beträffande energiaspekten. Det förefaller dock sannolikt att den ökade utglesningen medför ogynnsamma effekter ur total energihushållningssynpunkt. Jämförande studier härav föreligger dock ej.

#### 7.6.3 Områden för industri och hantverk

Utvecklingen inom bebyggelseplaneringen för småindustri och hantverk har under senare år inriktats mot uppförande av koncentrerade "byar" (figur 7:8). Inom företagsbyar eller företagshotell hyrs lokaler ut till företagsenheter. Anläggningen består i regel av ett eller flera industrihus. Ytor mellan byggnaderna såsom grön- och lastytor liksom olika serviceinrättningar förvaltas gemensamt.

Genom att flera företag inhyses i varje byggnad och att ytor mella husen nyttjas gemensamt erhålls en mer koncentrerad bebyggelsestruktur än i föregående typfall.

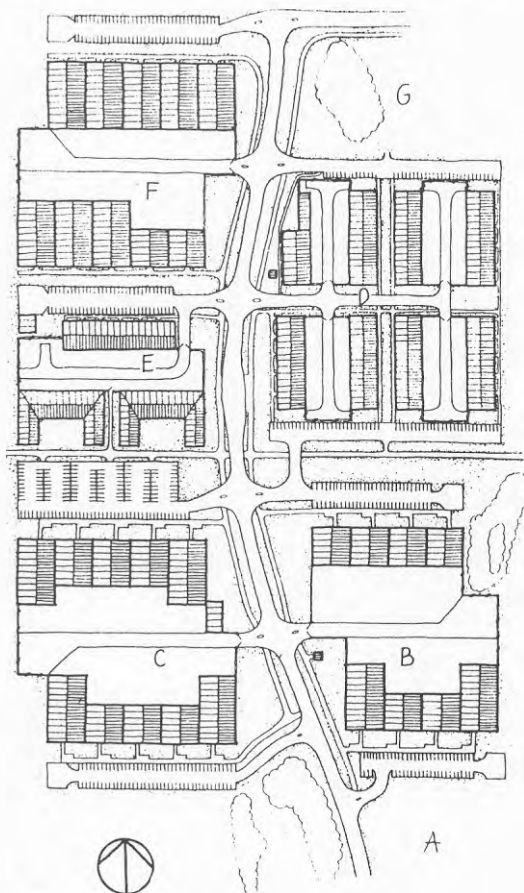
Möjligheterna att påverka processenergin genom dispositioner i området är trots detta små då man vanligen ej känner till verksamheterna i planskedet. Likväl kan man tänka sig att inom industribyn tillämpa någon slags zonindelning där verksamheter med processvärme placeras så att kaskadkopplingar till verksamheter som kan nyttiggöra överskottsvärme skapas.

Energianvändningen för lokalkomfort påverkas gynnsamt genom gynnsam placering av industrihus i förhållande till vind, kallluft och sol i enlighet med de principer som behandlas i avsnitt 7.3.

Energi för transporter och teknisk försörjning kan påverkas i mycket ringa mån genom alternativa dispositioner av området. Gemensam varudistribution, samåkning och fjärrvärme är intressanta för hushållningsaspekten.

Av arbetsmiljöfaktorerna kan den fysiska miljön, möjligheterna till vila och avkoppling, fritid och sociala relationer förbättras genom åtgärder vid dispositionen av området.

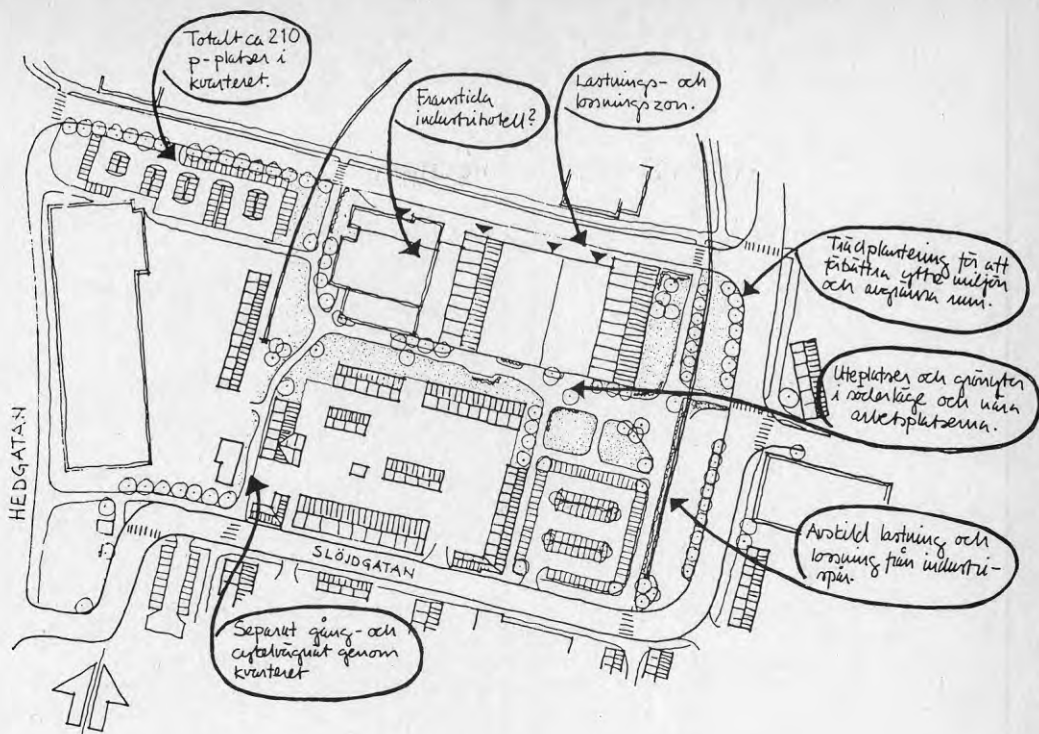
Den koncentrerade bebyggelsestrukturen är fördelaktig såväl för miljö som energihushållning.



Figur 7:8. Plan över Vivalla företagsby. Från matargatan genom området leder lokalgator in till lastgårdar och personalparkeringar. Lastgårdarna är gemensamma för flera företag. De är så utformade att de kan kringgärdas med stängsel för att möjliggöra uppställning utomhus. Inom område finns också separata gång- och cykelbanor (Källa: VBB, Vivalla företagsby, dispositionsplan, idéskiss 1979).

#### 7.6.4 Ett äldre arbetsområde

Det äldre arbetsområdet omfattar komplexa förhållanden avseende flera energiaspekter och arbetsmiljöfaktorer. En studie häröver har företagits i området Holmen i Örebro, se figur 7:9.



Figur 7:9. Exempel på förbättring av den yttre miljön (Källa: Örebro, förnyelseprogram för Holmens arbetsområde, VBB).

I denna studie har man övervägt följande för att nå energihushållningseffekter.

Energi för process, lokalkomfort och teknisk försörjning behandlas sammantagna. För dessa delar av energianvändningen förordas en förtätning av bebyggelsen till ett värmebehov som ej understiger dagens och som svarar mot värmeanläggningens kapacitet. Upprättande av ett fjärrvärmesystem ses som en förutsättning.

Med ett fjärrvärmesystem kan en samverkan mellan företag med skilda energibehov utvecklas. Genom en aktiv industripolitik skulle man vid framtida omDispositioner kunna omforma området efter en s k kaskadprincip där det ena företagets energi omvandlas och tillvaratas för nästa osv. Energin nyttjas flera gånger med början i högsta kvalitet och når i slutet av kedjan sin lägsta kvalitet.

Fjärrvärmesystemet ger även förutsättningar för gemensam produktion/återvinning och lagring av energi.

Inom transportdelen av energiomsättningen har det äldre arbetsområdet analoga förutsättningar med nyanlagda.

Författarna framhåller konflikten mellan samhälls- och företagarintresse i arbetet.

En översiktlig analys av förbättringar av arbetsmiljöfaktorerna pekar främst mot möjligheterna att förbättra den fysiska miljön, möjligheter till vila och avkoppling samt förbättringar avseende arbetsresorna. Konflikter med energihushållningsintresset framträder ej.

Sammanfattningsvis pekar studien mot relativa möjligheter till förbättrad energihushållning genom förtätning och gemensamma energisystem för produktion, lagring och distribution av energi. Gemensamma friytor ger utrymme för planteringar vilka kan förbättra klimatet till fördel för såväl arbetsmiljö som energihushållning. I transportledet finns analoga förutsättningar som vid nyplanering.

Om gemensamma ytor kan disponeras för produktion och lagring av solenergi (t ex solfångare, jordvärmslingor o d) kan fördelarna eventuellt medföra en ökad utglesning vilket då tenderar att sänka värmetätheten. Vid en långtgående anpassning till solenergisystem kan konflikter mellan krav på gemensamma solfångarytor och friytor eller serviceytor uppstå.

#### 7.6.5 Den enskilda tomten

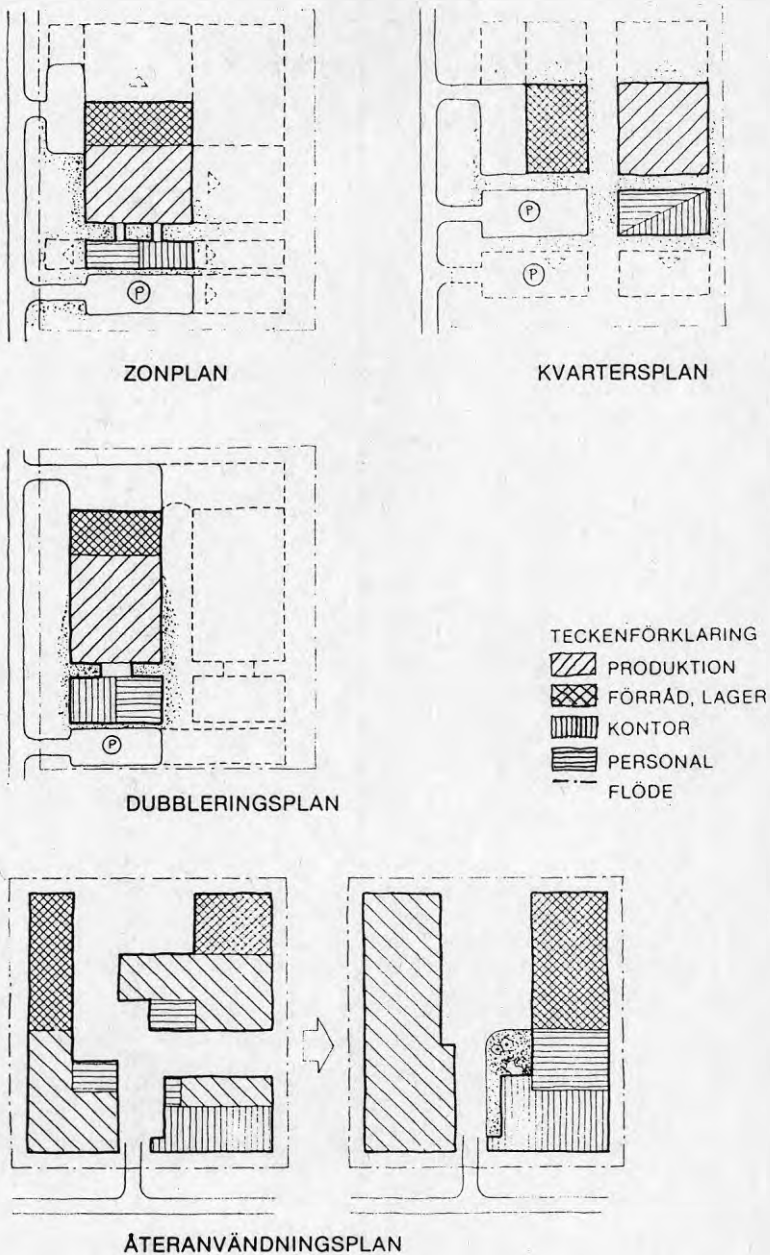
Med avseende på industritomtens disposition (figur 7:10) kan enligt Sveriges Mekanförbund (1982) urskiljas följande principer.

- o Zonplanen, vilken innebär att tomten delas in i zoner för olika verksamheter, som kan expandera oberoende av varandra inom respektive zon.
- o Kvartersplanen, där tomten indelas i kvarter inom vilka expansion sker. Mellan kvarteren reserveras utrymmen för trafik- och försörjningsstråk.
- o Dubbleringsplanen där utbyggnaden sker genom dubbering av en första utbyggnadsetapp.

Återanvändning, förnyelse av befintlig anläggning innebär att man tar tillvara äldre bebyggelse och genom förändringar av byggnadsbeståndet når en mer rationell tomtdisposition. Alla de föregående plantyperna äger i varierande grad sin tillämpning på förnyelsefallet.

Av dessa huvudprinciper kommer troligen i framtiden zonplanen och kvartersplanen att dominera vid större nybyggnader. För mindre företag kommer etablering i industrihotell i äldre industrifastigheter eller i industrihus och industribyar att bli vanligare

(se avnitt 7.6.3). Förnyelse och återanvändning av befintliga industrianläggningar kommer att bli vanligare för alla företagsstorlekar.



Figur 7:10. Olika principer för tomtdisposition (Källa: Ranhagen U, Bergenståhl H, 1981).



I följande avsnitt redovisas problem kring komplexet energihushållning och förbättring av arbetsmiljön med utgångspunkter i dessa planprinciper.

Energiomsättning för process torde ej direkt påverkas genom val av planprincip. Möjligheter till hushållningsåtgärder skulle här ligga i att de koncentrerade lösningarna eventuellt skulle kunna göra det enklare att nyttiggöra energiöverskott respektive underskott från processen för nyttiggörande dels mellan processens olika delar, dels för lokalkomfort.

En uppdelad bebyggelse inom tomten ger bättre förutsättningar för passiva solenergisystem för lokalkomfort i analogi med vad som gäller bostäder, se Engström (1980).

Den samlade strukturen ger gynnsamma förutsättningar för tillvaratagande av energikvantiteter mellan skilda delar i anläggningen. Klimatdelen har här stor betydelse. Bebyggelsens gruppering och samverkan med massor samt vegetation kan ge betydande nedsättningar i vindhastigheten.

Transportflödet/materialhanteringen inom industritomten är för verksamheten en nyckelfråga. Allmänt kan sägas att en generell jämförelse mellan de tre principplanerna måste baseras på den förutsättningen att samma produktionslinje skall utvidgas.

Transporterna/materialflödet utvecklas i allmänhet enklast i sammanhängande linjer. Avbrott genom byte av bärare, t ex från mindre truck till större utomhus-truck innebär en störning. Intagning av råvara och utleverans av produkter bör helst samlas till en enhet. Dessa aspekter talar till förmån för enkla, samlade ytor som mest gynnsamma ur transport/materialhanteringssynpunkt och därmed även med avseende på energiomsättningen.

De tekniska försörjningssystemen har en begränsad styrande verkan vid disposition av industritomten vid småindustri och lätt industri. I tung industri ökar betydelsen och i processindustrin är försörjningsstråkens uppläggning oftast avgörande för dispositionen.

Relativt andra delar av energiomsättningen är dock konsekvenserna av skilda planprinciper sannolikt av ringa omfattning.

Arbetsmiljöfaktorerna fysisk miljö, sociala kontakter samt möjligheterna till vila och avkoppling torde gynnas av de uppdelade lösningarna.

Beträffande arbetsmiljön som helhet torde de minskade transporterna i koncentrerade lösningar vara gynnsamma med hänsyn till olycksfallsrisken. Man får i enskilda fall överväga om den för vissa faktorer förbättrade arbetsmiljön, som den koncentrerade lösningen ger, uppvägs av nackdelar för andra faktorer.

Som arbetsmiljöfaktor har de tekniska försörjnings-systemens disposition på tomten vanligen ytterst begränsad betydelse.

## 7.7 Slutsatser

Ur materialet kan följande slutsatser dras rörande områdes- och tomtutformningens samband med energihushållning och arbetsmiljö.

### 7.7.1 Täthet

Arbetsområdets täthet har samband med såväl energihushållning som arbetsmiljö. I storindustriområdena leder arbetsmiljökraven till extremt glesa strukturer, sannolikt omkring 5 sysselsatta per hektar eller ännu lägre. Även i de blandade verksamhetsområdena ger bl a kraven på förbättrad arbetsmiljö en ökande utspridning åt bebyggelsen.

I områden för småindustri och hantverk liksom även vid förnyelse av äldre arbetsområden strävas efter gemensamma nyttigheter t ex lastgårdar, parkering, grönytor m m. Dessa torde ge en koncentration åt bebyggelsen jämfört med traditionellt företagsindividuella lösningar.

Önskemål om god energihushållning med avseende på användande av energi från process för uppvärmning m m, lokalkomfort samt transport talar för koncentrerade områdes- och tomtlösningar. Detta gäller även arbetsmiljöaspekter på transportdelen, men ej säkerhetsdelen.

Utnyttjande av passiv solenergi samt flera arbetsmiljöfaktorer pekar mot mer gynnsamma förutsättningar vid mindre enheter i volym och gruppering.

Man kan sålunda iakttaga både positiva som (sannolikt) negativa utfall för energihushållningen av åtgärder initierade från arbetsmiljösidan. Studier av bebyggelsens täthet och sambanden med energi och arbetsmiljö framstår därför som intressanta.

### 7.7.2 Bostad/arbete

I samhällsbyggnadsdebatten har under senare år integrationen mellan arbete och bostad framkommit som en huvudtes. Motiven härför har tidigare översiktligt redovisats.

Man kan dock konstatera att systematiska studier över energikonsekvenserna av de integrerade områdena ännu inte företagits och att jämförande värderingar härav med avseende på arbetsmiljön även är av begränsad omfattning.

Då integrationstanken i flera sammanhang framförs som en väsentlig stadsbyggnadsteori vore det därför angeläget med fördjupad FoU inom detta fält.

### 7.7.3 Klimat

Det synes klarlagt att möjligheterna att påverka bebyggelsens närklimat är stora genom en omsorgsfull utformning på områdes- och tomtnivå. De grundläggande kunskaperna för att kunna beakta klimatpåverkan torde föreligga genom nedan utförd forskning.

De metoder och data som föreligger måste dock göras operativt användbara för att nå ut i praktisk planeringsverksamhet. Insatser inom detta område bör därför övervägas.

## 8. BYGGNAD OCH LOKALUTFORMNING

8.1 En överblick

Utformningen av byggnad och lokal i den enskilda anläggningen utgör den mest detaljerade planeringsnivån där energiomsättningen i av arbetsmiljön bestäms. Det sker genom val av maskiner och tekniska anordningar, utformning av byggnader och lokaler samt bestämning av sambanden mellan dem, deras konstruktion, material och försörjningssystem.

|                                       | PROCESS | LOKAL | TRANSPORT | TEKNISK FÖRSÖR. |
|---------------------------------------|---------|-------|-----------|-----------------|
| <b>ARBETSTEKNISKA FAKTORER</b>        |         |       |           |                 |
| - ARBETSMETOD                         |         |       |           | X               |
| - ARBETSTYNGD                         | X       |       | X         |                 |
| - ARBETSTAKT                          |         |       |           |                 |
| <b>FYSISK MILJÖ</b>                   |         |       |           |                 |
| - LAYOUT                              |         | X     |           |                 |
| - LJUS                                | X       | X     |           | X               |
| - Ljud                                | X       | X     |           | X               |
| - LUFT                                | X       | X     |           | X               |
| - SKADLIGA ÄMNE                       |         |       |           | X               |
| <b>PSYKISK O. SOCIAL ORGANISATION</b> |         |       |           |                 |
| - PSYKISK BELASTNING                  | X       |       |           | X               |
| - INFLYTANDE ÖVER ARBETET             | X       |       |           | X               |
| - KONTAKT OCH SAMARBETE               | X       |       |           | X               |
| - KUNSKAP OCH UTVECKLING              | X       |       |           | X               |
| <b>ÖVRIGA FAKTORER</b>                |         |       |           |                 |
| - MAT, HYGIEN, VILA                   |         | X     |           |                 |
| - ARBETSTIDER                         | X       |       |           | X               |
| - ARBETSRESOR                         | X       |       |           | X               |
| - RISKER                              | X       |       |           | X               |

- MINDRE BETYDELSE  
 VISS BETYDELSE  
 STOR BETYDELSE

Figur 8:1. Betydelsen av utformningen av byggnad och lokal för energi och arbetsmiljö.

De faktorer (figur 8:1) i energianvändningen och arbetsmiljön som är relevanta på denna planeringsnivå är:

- o Process: energiomsättningen i processen påverkas av automatiseringsgrad, styr- och reglersystemet. Dessa påverkar i sin tur arbetsmiljön i de flesta avseenden men främst arbetsställningar och hjälpmedel, arbetstyngd, luft och klimat, bundenhet, krav på utbildning, behov av kontakter, inflytande över arbetet, arbetstider och risker.

Energiomsättningen kan ändras genom ändrad teknik t ex genom val mellan en mekanisk eller kemisk bearbetning. Ur arbetsmiljösynpunkt påverkas kontakten med ev skadliga ämnen, luftkvaliteten och ev risker för olycksfall eller sjukdom.

- o Lokalkomfort: klimat, luftkvalitet och belysning måste ofta dimensioneras med hänsyn till människans krav. Vilka energikvaliteter och mängder som krävs för att upprätthålla en god arbetsmiljöstandard beror på hur effektivt byggnaden används, tillgången på överskottsenergi ur processen och behovet av luftomsättning. Byggnadens form och planlösning, dess konstruktion och installationer bidrar till möjligheten att hushålla med den energi som används för lokalkomfort.

Energiomsättningen för tappvarmvatten i industrin hänför sig till större delen till processvatten för rengöring. Den andel som används för hygien är försumbar i sammanhanget och tas därför inte upp.

I vissa fall ställer även processen krav på temperatur och luftkvalitet t ex vid hantering av livsmedel eller tillverkning med stora precisionskrav. Särskilda lokaler anpassade efter människans klimatkrav kan krävas t ex vid arbete där produktionen sker i stark kyla eller värme. Därmed ökar behovet av lokalyta och energi för klimathållning i denna.

Byggnadens utformning påverkar arbetsmiljön på flera områden. Fysiska arbetsmiljöfaktorer som utrymme och samband påverkas av layouten. Layout och konstruktion ger också förutsättningar för ljus, ljud och luftkvalitet. Förhållanden kring arbetet som mat, hygien, vila och olycksrisker påverkas av byggnadens utformning. Dessutom har den fysiska miljön betydelse för möjligheterna att organisera arbetet på ett tillfredsställande sätt, att skapa och upprätthålla kontakter.

- o Transporter: de interna transportererna av material, produkter och avfall kräver ofta mekanisk energi. Även persontransporter kan kräva hjälpmedel som hissar eller rulltrappor. Valet av transportsystem påverkar dels mängden energi dels energiråvaran (el, bränsle). Transportsystem för material



och produkter påverkar i sin tur den fysiska belastningen i form av lyft och arbetsställningar. Systemets utformning påverkar ofta också byggnadens layout samt riskerna för olycksfall.

- o Teknisk försörjning på byggnadsnivå gäller energisystem, avfall, vatten och avlopp, el och andra media. De tekniska systemens effektivitet och ev ledningsförluster påverkar energihushållningen. Samtidigt har systemens läge, kapacitet och funktion betydelse för flexibiliteten i t ex ventilation och belysning och därmed möjligheten att reglera dessa så att energiomsättningen minimeras.

De tekniska systemens kapacitet och utformning påverkar flera arbetsmiljöfaktorer. Det gäller främst ljus-, ljud- och luftkvalitet, kontakt med skadliga ämnen och risker för olyckor och sjukdomar. De tekniska systemens funktionssätt avgör också möjligheten att påverka klimat och belysning och anpassa dessa efter arbetsuppgiftens art och individuella krav.

De tekniska systemen har särskild betydelse för drift, underhåll och renhållning, vilket påverkar arbetsmiljön för alla anställda men särskilt för de speciella grupper, som har dessa funktioner som huvudsaklig arbetsuppgift: reparatörer, städpersonal o d.

## 8.2 Process

Av den energi som industrin använder binds endast en bråkdel i produkter. Resten används i processerna för att så småningom hamna i omgivningen i form av spillvärme. Den energi som frigörs ur den ursprungliga processen har en lägre kvalitet än den tillförda energin. Mängden är dock så stor att det ofta är motiverat (samhällsekonomiskt och/eller företagsekonomiskt) att söka använda den. Detta kan ske antingen genom att förädla/koncentrera energin på nytt till den ursprungliga nivån eller genom att använda överskottsenergin till ändamål där den lägre energikvaliteten passar. Ett sådant ändamål kan ofta vara lokalkomfort. Detta ger utrymme för förbättringar av arbetsmiljön. Överskottets storlek i varje typ av tillverkning är avgörande för hur stort förbättringsutrymmet är. I många fall har det visat sig att investeringar i system för energiåtervinning har avskrivningstider på 2-3 år. Genom prishöjningar på olja har dessa i praktiken ofta blivit ytterligare förkortade. I följande avsnitt görs en genomgång av några produktionsprocesser med olika förutsättningar vad gäller energianvändning.

Överskottsenergi i produktionsprocessen kan också nyttiggöras genom att energin överförs (säljs) till andra användare (t ex genom gemensamt värmenät eller

mottryck på elnätet). Energin kan användas direkt eller lagras. I detta kapitel diskuteras dock endast användning inom samma anläggning.

Att ta vara på spillvärme är dock inte det enda sättet att hushålla med energi. Ett annat vanligt och delvis konkurrerande grepp är att minska produktionens behov av energi. Ansträngningarna att minska energiomsättningen per producerad enhet har lett till att de nyaste anläggningarna också är energisnållare än de äldre. Detta sker genom nya tekniker, modernare maskiner samt bättre styr- och reglerteknik i processen som effektiviserar energianvändningen. I branscher med hög investeringstakt sjunker därför energiomsättningen och utrymmet för förbättrad arbetsmiljö med hjälp av överskottsenergi minskar (utom i extremt energislukande processer där överskottet är stort ändå). Samtidigt finns i samband med större förändringar goda möjligheter att planera för en bättre arbetsmiljö ur alla aspekter. Nyinvesteringar anses ofta leda till bättre arbetsmiljö, Bolinder m fl (1981).

Forskning och utveckling av energisnåla industriella processer stöds av staten inom energiforskningsprogrammet. För perioden 78/79-80/81 anslogs 99 Mkr. Under innevarande 3-års period (81/82-83/84) har budgeterats 221 Mkr. En stor andel (72 %) är avsedd för de mest energiintensiva processerna - trä, papper och massa samt järn och stål. Därutöver ges bidrag och lån till experiment- och demonstrationsanläggningar.

Industrin bedriver egen energiforskning, se figur 8:2. Enligt Svensk industriell energiforskning (1980) satsades 1980 totalt 600 Mkr.

### 8.2.1 Varma processer

Idag är detta kanske det mest prövade och självklara området för åtgärder för energihushållning. I industrier med stor processvärme är problemet ofta att temperaturen i arbetslokalen är för hög. Att ventilera bort överskottet genom att byta ut luften leder till svåra besvär med drag och ojämn temperatur.

Principen för goda lösningar är:

- o Inkapsling och isolering av processen för att undvika lokal värmestrålning som påverkar mikroklimatet negativt.
- o Värmeåtervinning av processvärmern genom exempelvis styrda luftflöden eller fördelning med hjälp av teknisk installation.
- o Upprätthållande av balans i byggnaden.
- o Tätning och isolering av byggnaden och placering av värmestrålande maskiner vid väggar för att undvika drag och kallras.

# 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 m<sup>3</sup> per timme. Oljedimmorna i arbetslokalen var besvärande.

De åtgärder som föreslogs var:

- Inbyggnad och isolering av pressarna för att temperaturen i pressboxen skulle höjas.
- Styrd 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 m<sup>3</sup>/h.

Företaget isolerade och kapslade in pressar och vulkugn. Varje processenhet fick egen ventilations- och värmeåtervinningsenhet. Kylvärmern 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

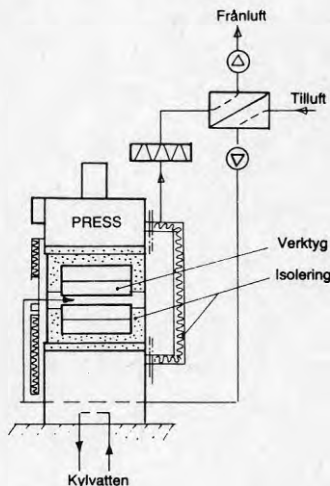
Minskade transmissionsförluster (uppvärmning) 15 kWh/d/press  
 Totalt 165 kWh/d/press  
 Avgår fläktarbete 0,5 kWh × 24 - 12 kWh/d/press  
 153 kWh/d/press

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 luftinblåsningen 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 8:2. Energiåtervinning ur varma processer (Källa: PoD-rapportering, energi nr 2/82).

I de flesta fall kan överskott utnyttjas också i andra processtyper för att underlätta hanteringen. Förvärmning, torkning före och efter värmeprocessen gör det lättare att handha materialet och förkortar väntetiden mellan olika steg. Ett dramatiskt exempel är förtorkning av kokiller i gjuteri som bl a eliminerar risken för ångexplosion i smältugnen.

En snabb utveckling pågår. Den bygger på de nya möjligheter till processtyrning och kontroll som datatekniken ger. Tillämpningar finns inom bl a järnverk, gjuterier, pappers- och massaindustri, livsmedelsindustri, oljeindustri, kemisk industri, betong- och cementindustri, trä- och skivindustri.

Ur arbetsmiljösynpunkt är effekterna av att ta tillvara överskottsvärme enbart positiva. I första hand blir klimatet kring den värmeintensiva processen bättre. Värmeutstrålningen kan elimineras nästan helt. Även luftföroreningar och andra utsläpp minskar kraftigt. Behovet av luftväxling för att ventilera bort värme och skadliga ämnen minskar, samtidigt som den tillförda luften kan förvärmas till lämplig temperatur för att minska drag. Lokalen kan hållas renare, vilket innebär att urvalet av inredningsdetaljer blir större. Man kan välja material, belysningsarmaturer, färgsättning m m utan samma hårda krav på tålighet och med mera hänsyn till andra egenskaper och funktioner. Samtidigt kan bullret minska genom inbyggnad av processen.

Trots utrymmet för stora energibesparingar i processen är värmeöverskottet ofta så stort att andra byggnader som personalutrymmen och kontor kan värmas.

Värmeöverskottet skulle oftare än i nuläget kunna användas även till andra miljöförbättrande åtgärder:

- o Värmeöverskottet kan sommartid omvandlas till kraft som driver värmepump eller kylaggregat för att kyla arbetslokaler med övertemperatur.
- o Flera verksamheter kan flyttas in under tak i uppvärmda lokaler, t ex lastning och lossning, lager för råämnen och material som inte i sig kräver värme.
- o Givetvis kan värme levereras som tillskott till samhällets värmenät.

### 8.2.2 Process vid rumstemperatur

Där motorer och belysning används utvecklas värme.

På kontor är det idag självklart att sådan värme tas tillvara. Det är vid nybyggnad inte ovanligt att ingen extra energi krävs för att värma huset eller ventilationsluften utan att man klarar sig helt med värmeåtervinning. Förutsättningen är att lägre temperatur accepteras på natten och att värme kan lagras över dygnet. Lagring kan ske i byggnadens



stomme (vid luftburna värmesystem) eller i något magasin (t ex vid vattenburna värmesystem). Överföring av värme till värmelagret innebär samtidigt att övervärme förs bort från arbetslokalen. Därmed förbättras klimatet även under arbetstid.

Liknande förutsättningar råder inom en del av tillverkningsindustrin t ex den elektroniska industrin, en del av maskinindustrin o d. Ytterligare tillskott av värme kan fås ur värmekrävande delprocesser som ofta ingår i en tillverkningskedja t ex gjutning, ugnslackering, torkning osv. Inte sällan finns det även energirikt avfall som träprodukter och oljor.

Det är ännu inte vanligt att samma klimatkrav ställs i industri som på kontor. Det är dock inte omöjligt att åstadkomma detta. Lösningen är en större investering i system för värmeåtervinning och styrsystem för värme och ventilation. Resultatet blir ett avsevärt bättre klimat och kraftigt sänkt energiomsättning. Besparingen gäller energi för uppvärmning - ofta olja. Användningen av elenergi för pumpar och fläktar ökar samtidigt. Energiomsättningen sjunker dock totalt - se exempel i figur 8:3. Det samlade greppet över energiproblemet leder till bättre lösningar även när det gäller andra miljöproblem som buller, luftföroreningar och belysning.

Det är kanske förklarligt att sådana system införs först i industrier där en jämn temperatur är en förutsättning för att klara måttnoggrannheten i tillverkningen. Resultatet tyder dock på att investeringen i klimatförbättring kan återbetalas redan efter kort tid genom sänkta energikostnader. En särskild fördel med sådana system är att de kan sättas in i befintliga byggnader.

### 8.2.3 Process som kräver kyla

Processer som kräver kyla förekommer främst inom livsmedelsindustrin och omfattar alla led: tillverkning, förpackning, transport, lagring och distribution. För att hålla rätt temperatur åtgår energi. Samtidigt innebär arbete i kyl- eller frystemperatur stora arbetsmiljöproblem bl a genom förslitning av leder och skaderisker.

Ansträngningar att minska energianvändningen har gjorts. I lager införs t ex automatiska transport- och plocksystem, så att man kan packa varorna bättre och minska läckaget vid passage in och ur lagret. De anställda arbetar inte i frystemperatur i samma utsträckning. Ett annat sätt är att förändra produktionsprocessen. Vid köttproduktion börjar man övergå från styckning av frysta djur till varmstyckning direkt efter slakt. Detta innebär stora förbättringar i arbetsmiljön. Förmodligen kan även energianvändningen för lagringen minska då man slipper infrysning av de ostyckade djuren och omfrysning efter styckning. De delar som används till charkprodukter behöver inte frysas.



Redan 1973 startade IBM en världsomfattande energisparkampanj. Målet var satt till fem procent per år. Vid den tidpunkten var man relativt oförstående i Sverige. Oljan var billig. Men redan ett år senare kom man på andra tankar. Då var oljekrisen ett faktum.

### STEG 1 1973-78

- ANVÄNDNING AV ÅTERLUFT
- MINDRE LUFTKONDITIONERING
- PLATSBEVÄLSNING
- STÄNGA AV FLÄKTAR, BELYSNING MM DÄR INGEN ARBETAR

#### ARBETSMILJÖ

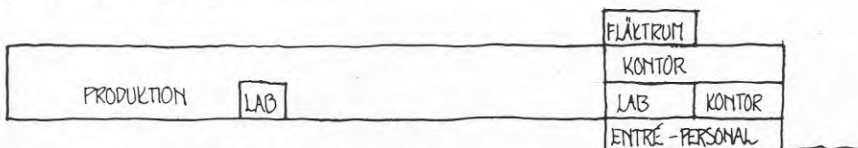
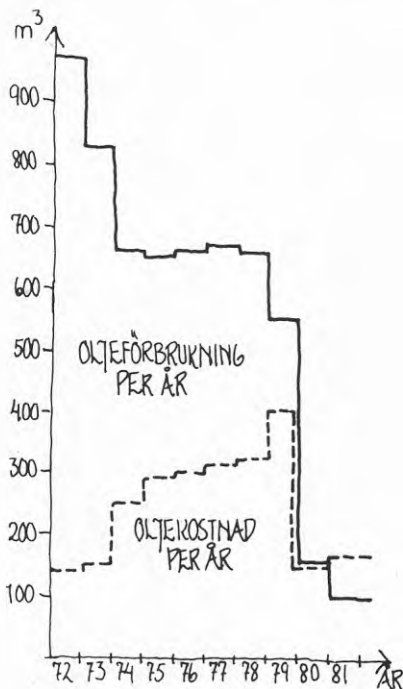
När hotet om ransonering av bensin och el försvann igen "blev det svårt att motivera fabriakens 1200 anställda att komma med nya ideer till besparingar. Och än svårare att få dem att acceptera små intrång i den egna bekvämligheten", säger Reinhold. "Som till exempel att vi har blivit litet mer återhållsamma med luftkonditioneringen.

### STEG 2 FRÅN 1978

- VÄRMEPUMP
- DATORSTYRD TEMPERATUR
- ÖVERSKOTT FRÅN DATACENTRAL OCH PROCESSVÄRME ANVÄNDS

#### ARBETSMILJÖ

KLIMATET KAN STYRAS INOM 1°C  
TEMPERATUREN INSTÄLLD TILL 21,5°C  
LUFTEN RENAS LOKALT



BYGGNADEN ÄR INDELAD I 18 M BREDA ZONER. LUFTEN STYRS SEPARAT INOM VARJE ZON SÅ ATT TRYCKSVINGNINGAR OCH STRÖMMAR MELLAN ZONERNA INTE UPPSTÅR

Figur 8:3. Energibalansering i verkstadsindustrin, IBM, Järfälla (Källa: IBM).

#### 8.2.4 Produktion och hantering med obetydlig processenergi

I verksamheter med låg energiomsättning måste energi för uppvärmning, ventilation, belysning m m tillföras. Materialgårdar utomhus och uppvärmda lagerlokaler innebär svåra arbetsmiljöproblem, ofta med tidvis hårt kroppsarbete i kyla. Även vid delvis uppvärmda lagerlokaler, varumottagningar o d finns ofta problem med drag, kyla, olämplig belysning och avgaser.

Här kan en energiinriktad byggnadsplanering bidra till bättre arbetsmiljö genom att:

- o Undvika värmeförluster genom att välja ett skyddat läge och täta, välisolerade konstruktioner.
- o Ta vara på solvärme genom passiva och aktiva system som lämplig orientering, och placering av fönster, värmelager, solfångare. Även dagsljusets bidrag till en bättre belysning bör tas tillvara.
- o Utforma byggnad och layout så att arbetsplatser förläggs till de ur klimat och belysningssynpunkt gynnsammaste lägena inom byggnaden.

#### 8.3 Lokalkomfort

Byggnader för arbetsplatser utformas i första hand för att på ett funktionellt och ekonomiskt sätt fylla de krav som den planerade verksamheten ställer. Det gäller utrymme för produktion, administration, lager och personalfunktioner samt krav på interna och externa samband, transporter och teknisk försörjning.

Ofta finns det olika sätt att utforma en byggnad så att den svarar mot samma verksamhetskrav. Önskemål om god arbetsmiljö, energihushållning - eller bådadera - kan användas som urvalskriterier mellan i övrigt möjliga utformningsalternativ. I detta avsnitt undersöks några egenskaper hos byggnaden som kan påverka energihushållningen och arbetsmiljön.

Byggnadens utformning påverkar energiomsättningen vad gäller:

- o Värmeförluster genom ytterväggar, golv och tak.
- o Möjligheterna att utnyttja solvärme och spillvärme från verksamheten.
- o Möjligheterna att utnyttja dagsljuset för belysning.
- o Möjligheten att utnyttja ytan effektivt och därmed spara på energi för uppvärmning.

Dessutom påverkar byggnadens form och organisation möjligheten att åstadkomma goda och effektiva tekniska lösningar för belysning, uppvärmning, ventilation och annan teknisk försörjning.

Sambanden mellan arbetsmiljön och byggnadens utformning är viktiga men, av naturliga skäl, inte entydiga. Byggnaden utgör en av förutsättningarna inom vilken verksamheten organiseras. En lämplig plan kan bidra till arbetsmiljön genom att möjliggöra:

- o Rumsindelning eller annan avgränsning med hänsyn till arbetsgruppens storlek, behov av kontakter mellan arbetsfunktioner och överblick av verksamheten.
- o Gruppering och avgränsning av verksamheter så att störningar genom ljud, föroreningar, bländning, drag m m minimeras.
- o En layout där olyckor p g a transportsystem eller konflikter mellan kommunikationsytor, arbetsytor och maskiner undviks och där skadeverkningar p g a brand och olycksfall begränsas genom lättillgängliga utrymningsvägar.

### 8.3.1 Byggnadens form

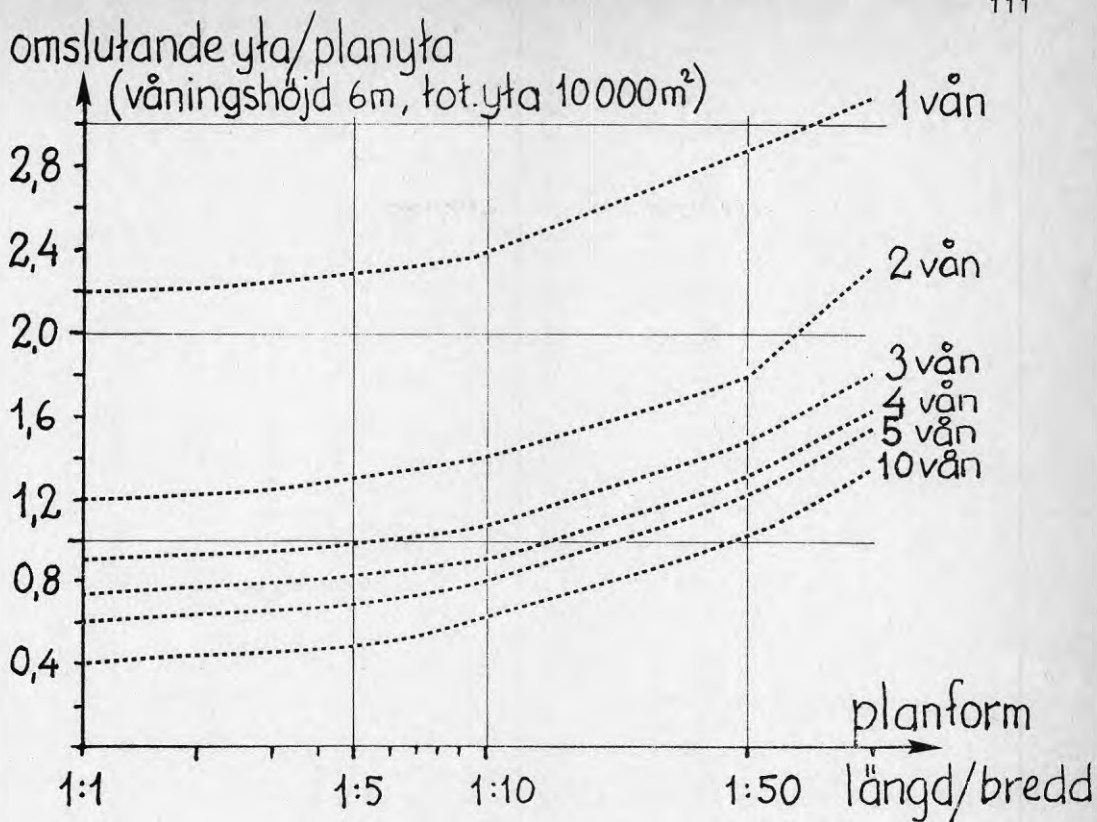
Värmeförlusten är beroende av den omslutande ytan. Byggnadens form har betydelse för värmeförlusterna genom golv, väggar och tak (figur 8:4). För att minimera transmissionsförlusterna bör man sträva efter en så samlad volym som möjligt och på så sätt hålla nere de omslutande ytorna. Därför vill man i ett lågenergialternativ samla alla utrymmen i en huskropp som har en så kvadratisk planform som möjligt.

Vilka förändringar av plan och byggnadsform är effektiva när det gäller industribyggnader? Nedanstående slutsatser bygger på räkneexempel med olika planformer och våningsantal. Utgångspunkten är en byggnad på 10 000 m<sup>2</sup> och en våningshöjd på 6 m. För mindre byggnader blir förändringarna i omslutande ytor relativt större.

Bör man förändra byggnadens form för att minska transmissionsförlusterna?

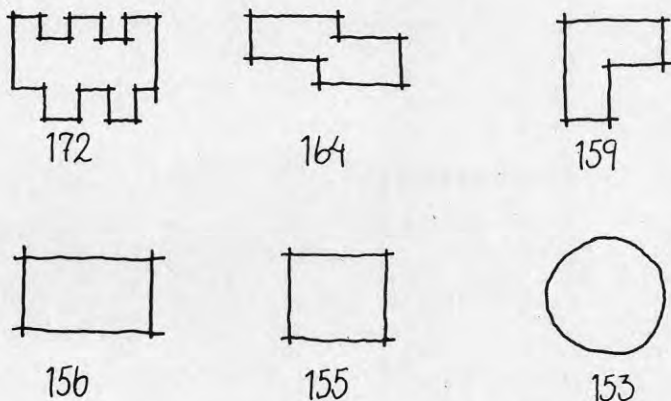
Inom industrin används normalt envåningsbyggnader. Fasadytan är i envåningsbyggnader liten i förhållande till golv och tak, effekten av en förändrad planform blir därför liten. En stor förändring, som att ändra planform från förhållandet 1:10 (bredd: längd) till en kvadratisk form, minskar den omslutande ytan med knappt 7,5 %.

Effekterna på planorganisation, interna transporter, störningsspridning, belysning, rumsindelning är tyngre argument för en viss utformning än kraven på att spara energi.



FÖRÄNDRINGAR AV PLANFÖRTEGEN GER BETYDLIGT MINDE EFFEKT ÄN ANTALET VÅNINGAR.

Figur 8:4. Förhållande mellan byggnadens omslutande yta och planformen.



Figur 8:5. Energibehov för en 130 m<sup>2</sup> byggnad. Dimensionerande innetemp +21°C. Energibehov 1 KWh/år/m<sup>2</sup> bruttoyta (Källa: Heat Requirements for Residential Planning, 1981, Danmark).

Strävar man efter en mera kvadratisk plan i syfte att minska ytterväggsytan (figur 8:5) ställs man inför olika problem då det gäller att hålla rumsklimatet konstant, beroende på var i rummet man befinner sig, i förhållande till ytterväggen. För att få tillräckligt med dagsljus till de innerst belägna arbetsplatserna krävs stora fönsterytor, vilket i sin tur medför problem för platser närmast fönstret (kallras/övertemp). En lösning på problemet kan vara att förlägga kommunikationsytor i zonen närmast fönstren eftersom den funktionen inte har samma höga krav på klimat som arbetsplatserna.

En stor byggnad eller flera mindre?

En uppdelning i flera mindre byggnader är i många fall fördelaktigt ur miljösynpunkt då de t ex

- o Ger ökad samhörighet i varje byggnad.
- o Ger en mer varierad och spännande miljö.
- o Möjliggör en markerad funktionsuppdelning t ex mellan produktion-, kontor-personalbyggnader, vilket underlättar orienteringen.
- o Möjliggör en uppdelning i produktverkstäder, vilket ger den anställde en bättre överblick över arbetet.

För energianvändningen spelar en uppdelning i flera byggnader en liten roll. Genom att dela upp en kvadratisk enplansbyggnad i två hus med samma form ökar den omslutande ytan totalt med ca 4,5 %. För en avlång byggnad blir skillnaden ett par procent större (7 % för förhållandet bredd/längd, 1:10).

Att öka antalet våningar kan ge större effekt. Betydelsen av antalet våningar för den omslutande ytan framgår också av figur 8:4. Stora energibesparingar kan göras genom att bygga 1½- eller 2 vån istället för 1 våning. En flerplansbyggnad kan dock skapa andra problem. Nackdelarna är främst

- o högre anläggningskostnad,
- o komplicerade materialflöden.

### 8.3.2 Planlösning och ytutnyttjande

Att utnyttja byggnadens yta rationellt och effektivt har blivit ett allt viktigare mål för industrin i takt med stigande drift- och kapitalkostnader. Inom svensk industri kan troligtvis stora ytor sparas genom t ex

- o Minskning av förråd och buffertlager.
- o Rationellare och yteffektivare layouter.

Vid ytminskning av verksamheten är det av stor vikt att samla och koncentrera lokalanvändningen. Man slipper då värma upp onödiga lokalytor och kan samtidigt effektivare ta tillvara överskottsenergi från



tillverkningen. De eventuellt frigjorda ytorna kan dessutom hyras ut till andra företag. Ur energisynpunkt är det mest effektivt att spara utrymme i lokaler med extrema temperaturer - värme eller kyla. Att ha gott om utrymme innebär samtidigt möjligheter till inte alltför kostsamma förändringar dvs flexibilitet.

Ur arbetsmiljösynpunkt kan en alltför omfattande ytminskning få negativa effekter, t ex

- o öka risk för olycksfall om maskinerna står för nära varandra.
- o Svårare att komma åt för underhåll och service.
- o Miljön gör ett "rörigt" intryck, vilket försvårar överblicken.

Säkerhetsavstånd kring maskiner och kring transporter minskar olycksriskerna. Rymlighet gör att det är lättare att organisera redskap och hjälpmedel på ett bekvämt sätt.

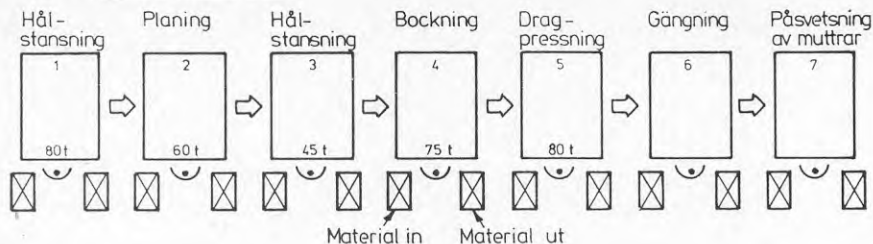
Brandutrymningskraven ställer gränser för byggnadens storlek. Brandcellens storlek avgörs dels utifrån hur brandfarlig verksamheten är och dels utifrån larm och släckningsanordningar. Vid låg brandbelastning (t ex cement och betongindustri, mekanisk verkstad) samt brandventilation och automatiskt brandlarm är den största tillåtna brandcellen 10 000 m<sup>2</sup>. Vid hög brandbelastning (trä- och pappersvaror, vissa plastindustrier) och inga särskilda tekniska åtgärder går gränsen vid 600 m<sup>2</sup>. Där det finns sprinklersystem behöver inte byggnaden indelas i brandceller annat än för att begränsa utrymningsvägens längd.

I SBN anges även krav på utrymningsvägens längd. Denna är beroende på hur brandfarlig verksamheten är, framkomlighet och överblickbarhet i lokalen, personernas lokalkännedom och deras möjlighet att varna varandra (persontäthet).

Genom automation minskar persontätheten samtidigt som maskinerna kan ställas närmare och kopplas ihop genom robotar och transportörer. Framkomligheten minskar.

Genom att placera maskinerna mer kompakt kan yta sparas samtidigt som genomströmningshastigheten kan höjas då det blir svårare att bygga upp materialbuffertar mellan maskinerna (figur 8:6). Inom verkstadsindustrin kan ytbesparingarna genom effektivare layout i vissa fall uppgå till 50 % av ytan enl Yamashina m fl (1982). För att skapa förutsättningar för en ytsnål layout kan det vara nödvändigt att studera konstruktionssystem och tekniska system. Vid Almquist och Wiksells tryckeri i Uppsala undersökte man vad en större fri spännvidd betydde för yteffektiviteten i samband med att man byggde ett nytt

## FÖRE FÖRÄNDRING



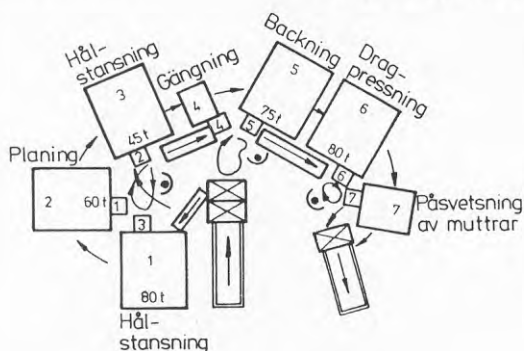
|                                     |      |
|-------------------------------------|------|
| Tillverknings-<br>kvantitet per dag | 3200 |
| Cykeltid                            | 9s   |
| Antal<br>operatörer                 | 7st  |

- 1 Avskaffande av materialbuffertar och eliminering av onödiga rörelser för operatörerna.
- 2 Synkronisering av flöde och layout för att bättre kunna hantera planeringsändringar.
- 3 Minskning av ledtid.
- 4 Minskning av antalet operatörer.

|                                     |      |
|-------------------------------------|------|
| Tillverknings-<br>kvantitet per dag | 3200 |
| Cykeltid                            | 9s   |
| Antal<br>operatörer                 | 3st  |

## EFTER FÖRÄNDRING

Flermaskinsoperatörer



### Kanban-systemet — produktverkstäder — flödesgrupper

En grundtanke är att man skall organisera eller lägga upp sin tillverkning så att den blir lätt att överblicka och styra, dvs i meningens överblickbar med ögat och direkt styrbar. Detta uppnås genom införande av produktorienterad eller flödesorienterad layout i stället för funktionell eller operationsorienterad layout.

Figur 8:6. Kanban-systemet (Källa: Japansk tillverkningsfilosofi och Kanban-systemet, IVF-resultat 82610).

tryckeri. Genom att öka stomnätets mått väsentligt kunde man spara 5 % av ytan genom rationellare layout. De merkostnader som uppstod för den större spännvidden var intjänade redan vid en ytminskning av 1 à 2 %.

Ett annat exempel på ytbesparing är höglagret. Ett höglager är över 10 m högt medan ett normalt lager är maximalt 6-8 m. Genom att stapla på höjden sparar man golvyta. Med hjälp av staplingskranar kan dessutom bredden på gångarna mellan lagerstativen minskas. För ett lager med 8000 pallplatser kan ytbesparingen uppgå till 65 % mellan dessa alternativ.

### 8.3.3 Att spara volym

Mindre volymer t ex lägre rumshöjd är ett annat sätt att minska energianvändningen. Minsta rumshöjd i industri och hantverkslokaler är 2,70 m (SBN). Ofta är dock rumshöjden betydligt större: 4-6 m. I stort sett minskar byggnadens energibehov för uppvärmning i proportion med volym-minskningen. Ny teknik kan nu ge möjlighet att sänka rumsvolymer utan att andra olägenheter uppstår.

Rumshöjden är nödvändig för lyftdon, transportörer och installationer. Nya transportsystem t ex slingstyrda vagnar kan dock ersätta conveyer-system och därmed minska kraven på rumshöjd. Möjligheterna att sänka rumshöjden i arbetslokalerna ökar alltså. Därmed är det lättare att uppnå bättre ljuddämpning och anpassa belysningen till layouten.

Lägre rumshöjd kan ha effekter dels på luftkvaliteten och dels på möjligheter att installera lyftdon. Med moderna ventilationssystem minskar dock betydelsen av luftvolym - det är inte längre fråga om att späda ut föroreningarna.

### 8.3.4 Funktionsindelning och -inredning

En indelning i skilda rum för olika funktioner och arbetsgrupper ger stora fördelar för både arbetsmiljö och energihushållning. Man kan skilja på funktioner med olika klimatkrav samt begränsa spridning av buller och luftföroreningar och bygga upp sammanhållna arbetsgrupper kring avgränsade produktionsavsnitt. Avskärmningarna mellan olika funktioner kan vara mer eller mindre fasta.

Flexibla indelningar i form av lätta väggar eller skärmar medger snabbare förändringar av layouter och är därför vanliga trots att det ofta kräver höga investeringskostnader i form av högre generell teknisk försörjning samt högre kvalité på byggnadsdetaljer och anslutningar. Både vägelement och självständiga rumsmoduler förekommer. Med en god planering kan sådana avskärmningar bidra till både hushållning med energi och bättre arbetsmiljö. Man kan styra luftströmmar mot ett utsug, absorbera värmestrålning från en ugn, skydda från direkt solinstrålning eller drag från portar.

Som permanenta indelningar kan användas t ex en värmetrög kärna i en byggnad. Ur energisynpunkt är det lämpligt att placera i kärnan funktioner med krav på jämt klimat som datorrum eller laboratorier.

En typ av konsekvent indelning i klimatzoner utgörs av inglasade men uppvärmda utrymmen som fungerar som buffert mot det fria. I Trondheim har Tekniska Högskolan byggts med glasövertäckta kommunikationsytor mellan husen. Därigenom fås en halvklimatiserad zon och man kan spara in på de inre väggarnas standard och hushålla med energi. Samtidigt har man skapat en skyddad samlingsyta utan att öka energiom-sättningen. I en verkstadsindustri, IBM Järfälla, finns en zonindelning för olika luftzoner. Zonerna är uppbyggda efter modulnätet. Dessa skiljs inte åt av mellanväggar utan så att till- och frånluft balanseras inom zonerna och luftströmmar mellan dessa förhindras därmed.

### 8.3.5 Konstruktion

De egenskaper hos konstruktionen som är av intresse för energihushållningen (figur 8:7) är

- o Värmekapacitet och värmetröghet
- o Isoleringsförmåga
- o Täthet

Kraven på värmeisolering i nybyggda arbetslokaler har höjts genom energinormerna. Det finns både lätta konstruktioner med isolering av mineralull och lättbetongelement. Dessutom har ett antal typer av självbärande sandwichkonstruktioner med högre värmeisolering och tätare anslutningar utvecklats.

När det gäller äldre byggnader har tilläggsisolering sällan ansetts lönsam. En fördelaktig kombination av åtgärder torde dock vara: invändig isolering, ljuddämpning och förnyelse av ytskikt.

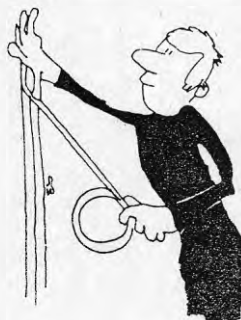
En annan lämplig kombination av åtgärder är att förbättra isoleringen i samband med reparation eller byte av takkonstruktion, förbättring av ventilation och åtgärder för värmeåtervinning ur ventilationsluft.

Ur arbetsmiljösynpunkt är viktigt att inomhusklimatet är jämt - ett krav som ökar i betydelse ju mer bundet och ensidigt arbetet är. Om detta åstadkoms med täta och värmetröga konstruktioner eller med flexibla och finreglerade klimatanläggningar är mindre betydelsefullt.

Byggnadsdelar av särskild betydelse för arbetsmiljö och energihushållning är bl a:

- o Öppningar - portar, slussar, fönster unvdik drag och köldbryggor
- o Invändiga ytskikt - rengöring, akustik, tålig yta.

- TILLÄGGSISOLERING - FRÄMST KONTOR
  - SAMORDNA TILLÄGGSISOLERING MED FÖRBÄTTRING AV ARBETSMILJÖN (TEMPERATUR, DRAG, LJUS OCH LJUD)
  
- TÄTA OCH ISOLERA SYSTEMATISKT KRING FÖNSTER, DÖRRAR O. PORTAR
  - TÄTA MED TÄTNINGSLIST RUNT BÅGAR O. DÖRRAR
  - TÄTA MED MINERALULL OCH BRUK ELLER KITT RUNT KARMAR
  - INSTALLERA LUFTSLUSSAR VID HÖGTRAFIKERADE DÖRRAR
  - SKÄRTA AV ENTRÉHALLEN FRÅN ARBETSUTRYMMEN
  
- REDUCERA SOLINSTRÅLNING SOMMARTID OCH VÄRMEFÖRLUSTER VINTERTID
  - PERSIENNER, MARKISER, GARDINER
  - FASTA SOLSKÄRMAR



Figur 8:7. Översikt över byggnadstekniska hushållningsåtgärder (Källa: Sammanställning ur Mekanförbundet, 1976, Hur man spar energi inom verkstadsindustrin).

Portar, entréer och andra öppningar - t ex ventilationsgaller 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 vindförhållandena kring byggnaden. Krav finns på manöverutrymme för att lastytan måste vara bred (20-50 m). Vindavskärmning är därför svårt att ordna. Byggnaderna måste placeras så att vinden inte förstärks p g a tunneleffekt eller andra vindanomalier.

Slussar för både entréer och infarter spar energi och minskar drag. Stora slussar, som rymmer hela fordonet, kan fungera som halvvarma zoner vilka skyddar den övriga byggnaden och minskar värmeförlusterna (figur 8:8).

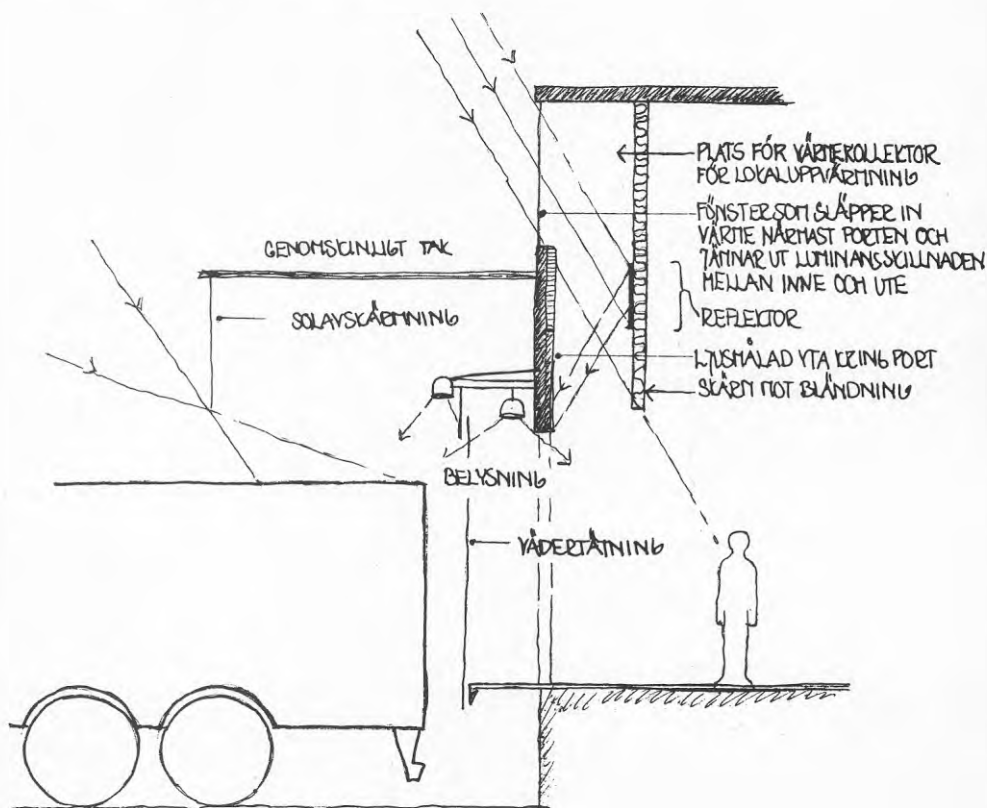
Fönstrens storlek, form och konstruktion påverkar både arbetsmiljö och energi.

Både väggfönster och takfönster orsakar värmeläckage samtidigt som det är svårt att utnyttja det värmetillskott, som fönster kan ge p g a att värmebe-



lastningen vid arbetsplatser kan bli besvärande. Genom olika tekniska lösningar kan dock värmeförlusterna reduceras kraftigt. Det förekommer idag att kontor byggs med 4-glasfönster. Ett annat exempel på tekniska nyheter är genomskinliga isoleringsmaterial som kan användas mellan fönsterglas, t ex i takfönster.

Ytskikten har en ur energisynpunkt marginell betydelse. Rätt material kan dock bidra till att man undviker klimatbesvär lokalt. Därmed kan särskilda anordningar (konvektorer, radiatorer m m) uteslutas. På samma sätt kan en färgsättning bidra till lägre elanvändning för belysning.

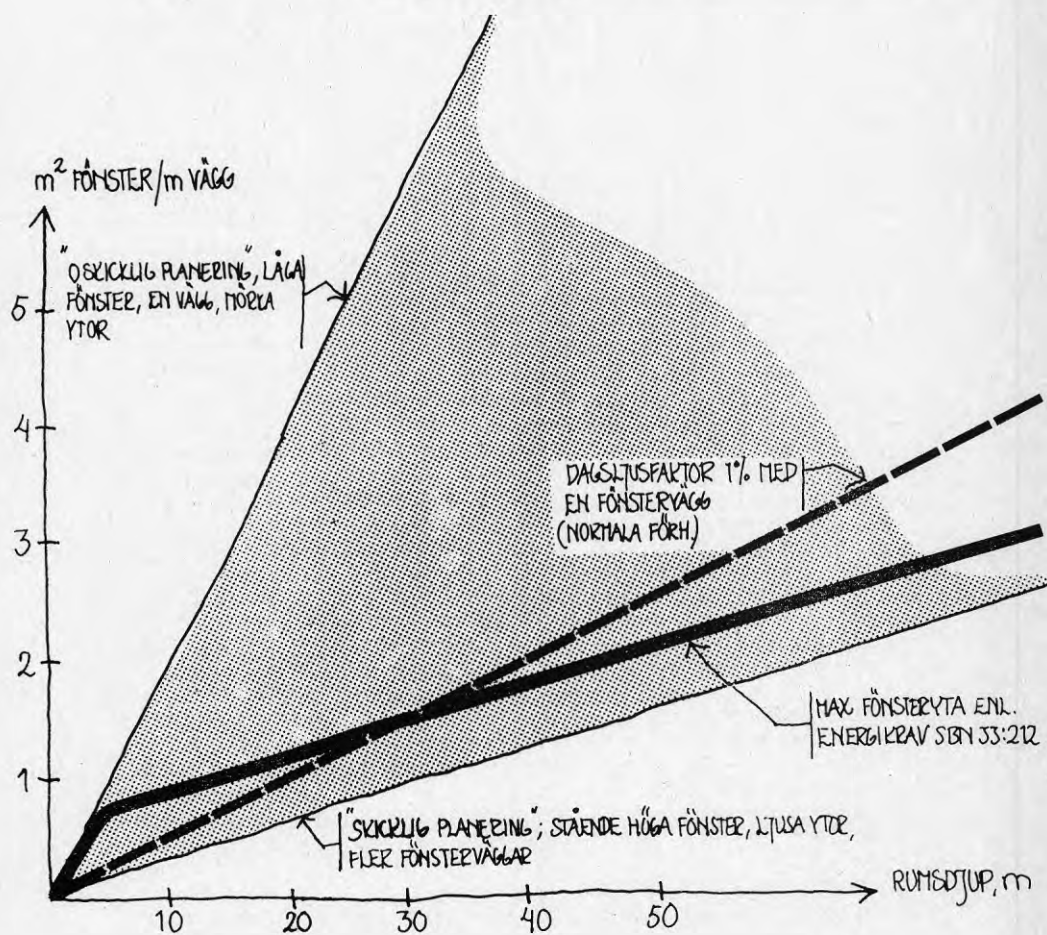


Figur 8:8. Att utnyttja solljus och solvärme för att motverka drag och bländning vid lastkaj.

### 8.3.6 Ljus

Dagsljuset som ljuskälla i arbetslokaler har förlorat i betydelse allt mer (figur 8:9). Detta har flera orsaker. En är att dagsljuset inte kan utgöra den enda ljuskällan i arbetslokaler. Variationer i dagsljusnivån, stora och djupa rum och hus i flera plan, har lett till att artificiell belysning måste instal-

leras för de tider och de ytor där dagsljuset är otillräckligt. En annan orsak är att fönster utgör en komplikation i planering och konstruktion. Man får problem med drag, värme, bländning, läckage och underhåll. Billig elkraft har naturligtvis bidragit till denna utveckling. På grund av krav på energihushållning begränsas den tillåtna fönsterarean (SBN 1933:212).



Figur 8:9. Dagsljusfaktorn 1 % vid olika fönsterytor och rumsdjup. Stående väggfönster.

Ur arbetsmiljösynpunkt finns krav på dagsljus och kontakt med yttervärlden bland anvisningarna till arbetslokaler (SBN och ASS). Dessa är främst kvalitativa krav vilket innebär att fönstrens utformning och placering är viktigare än deras storlek. T ex är fönster i ögonhöjd av mycket större värde för miljön än högt sittande fönster. Fönster som går ner till golv ger kontakt med marken närmast huset - t ex en uteplats eller en entré, vilket kan vara

viktigare än en avlägsen utsikt. På samma sätt kan få fönster som placeras strategiskt i förhållande till förflyttningsstråk och maskiner vara en bättre lösning än långa fönsterband som placerats likformigt på ytterväggarna.

Ett annat problem för övergångar mellan ute och inne är ljuskontraster som tröttrar ögonen och direkt bländning. Området närmast innanför en port måste målas ljust och belysas starkare. Utanför kan portens närmaste omgivning skuggas. Ligger porten mot söder är det lätt att skugga den med tak som samtidigt kan vara regnskydd. I öst och väst riskerar man att bli bländad när solen står lågt.

Ur arbetsmiljösynpunkt finns dock krav på möjligheter till utblick och kontakt med yttervärlden enl SBN 38:1. Om inte verksamhetens art förhindrar detta krävs en dagsljusfaktor av 1 %. Möjligheten att uppnå detta sammanhänger med byggnadens form (hustjocklek), planlösning (rumsdjup, planering av mellanväggar), layout (placering av arbetsplatser, skärmar) och miljöns utformning i övrigt (t ex fönstersättning, färg på tak, väggar, golv och inredning).

Sambandet mellan fönsteryta, rumsdjup och dagsljusfaktor framgår av figur 8:9. Den fönsteryta som kan uppnå sammanhänger givetvis med takhöjden. Rummets utformning (fönsterplanering och färg) spelar stor roll. Ju större fönster desto djupare tränger ljuset.

Hur stort bidrag dagsljuset kan ge ur belysningssynpunkt framgår av figur 8:10. Närmast fasaden kan dagsljuset ersätta allmänljus under stor del av arbetsåret. Även längre in i rummet (15-20 m från en helglasad fasad) räcker himmelsljuset som allmänljus under ett par tusen arbetstimmar per år. I praktiken reduceras visserligen siffrorna av olika skäl (mindre fönster, avskärmning p g a värme eller bländning, mörka ytor, osv). Den möjliga besparingen förefaller dock vara tillräckligt stor för att vara intressant.

För att kunna utnyttja dagsljuset krävs dock att belysningen släcks då detta är möjligt. En möjlighet är att allmänljuset anpassas automatiskt till rådande dagsljusnivå, en annan att allmänljuset närmast fasaden dimensioneras ner eller tänds separat.

Ett annat krav är att individuell platsbelysning finns. Artificiell belysning behöver då endast utnyttjas där ljuset behövs.

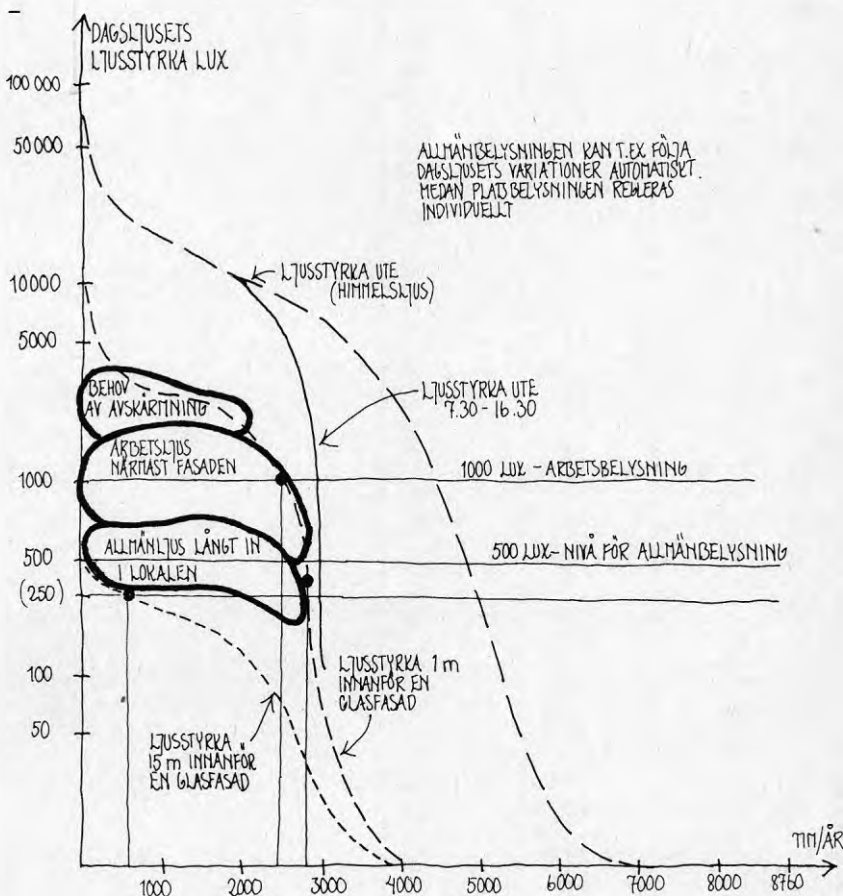
För att kunna utnyttja dagsljuset måste man vid planering söka undanröja eventuella olägenheter i lokalen och belysningen planeras med hänsyn till detta. T ex bör ytor närmast omkring fönstret vara ljusa för att undvika besvärliga kontraster (gäller även ytor kring armaturer). Belysningsanläggningen

bör utformas så att den i viss mån kompenserar skillnaderna i ljusstyrka mellan olika delar av rummet. Fönster där man riskerar bländning bör kunna skärmas av.

Fönster i arbetslokaler är inte endast en ljuskälla. En annan, minst lika viktig uppgift är utblick och kontakt med yttervärlden. Fönster (några) bör därför placeras i ögonhöjd (i förhållande till arbetsställningen).

Höga fönster (från golv till några decimeter över ögonhöjd) ger god utblick på olika avstånd från fasaden, t ex över en plantering intill byggnaden. Sådana fönster kan vara smala och glest placerade. Layout och fönsterplanering bör då samordnas.

Liggande fönsterband med högre bröstning ger jämnare dagsljus men sämre utblick intill byggnaden.



Figur 8:10. Möjligheten att utnyttja dagsljuset bör utredas.

### 8.3.6 Luftbehandling

En förutsättning för att man skall kunna skapa en bra arbetsmiljö är att man har god luftkvalitet och bra termiskt klimat.

Ventilationssystemet skall tillsammans med värme- och kylsystemet skapa dessa förutsättningar.

Ventilationssystemet är energikrävande och är den största energiposten när det gäller lokalkomfort på arbetsplatsen. Stora energislukande ventilations-system där man itllämpar den s k utspädningsprincipen, d v s man späder ut hela lokalens luftvolym med uteluft, garanterar inte alls den bästa arbetsmiljön. Den bästa miljön och det energisnålaste systemet nås oftast då man arbetar för att klara mikroklimatet, d v s lufttillståndet närmast människan eller objektet. Dessa system har ofta högre initialkostnader än ett konventionellt system men är totalekonomiskt mest fördelaktiga.

Det ökade kravet på energihushållning medför att man idag ofta tvekar att införa komfortkyla om man inte kan utnyttja värmeöverskottet i lokaler med värmeunderskott. Andra lösningar undersöks istället, exempelvis kylning med sval uteluft under natten. Byggnormens ökade krav på klimatskärmen har medfört att man idag oftast har värmeöverskott i byggnaden då verksamhet förekommer. Detta medför att man trots temperaturutjämning över dygnet oftast får ett antal dagar under året med övertemperatur i lokalerna. För att finna den totalekonomiskt mest fördelaktiga lösningen bör man dels betrakta energiflödet i hela byggnaden och försöka upprätta energibalanser, dels upprätta kostnadsunderlag där hänsyn tagits till kapitalkostnad samt drift- och underhållskostnader.

De ökade krav som ställts på klimatskärmen gör att den energi som idag krävs för transmissionsförluster har något underordnad betydelse. Trots att energikostnaden är relativt låg är värmesystemet viktigt för att motverka kalldrag från kalla ytor och därmed mycket viktigt att beakta för att nå god arbetsmiljö.

#### Luftkvalitet

Arbetsmiljölagen (1978) och Svensk Byggnorm (1980) anger minimikrav på den luft, som luftbehandlingsanläggningen skall skapa. Där anges krav på minsta uteluftsmängd och högsta tillåtna mängd hälsovådliga ämnen i luften. För övriga ämnen och partiklar finns inga direkta riktlinjer.

I detta avsnitt redovisas några system, som beskrivs med praktiska exempel, där man begränsar spridningen av luftföroreningar genom att angräpa luftföroreningen vid emissionsstället och i första hand skapa ett gott mikroklimat. Detta är förenligt med den utveckling som skett efter det skärpta energiläget.



### o Inkapslingar

Processer och maskiner som alstrar föroreningar bör byggas in så mycket som möjligt för att hindra spridning av föroreningar i lokalen. Inbyggnaden bör hållas under tryck så att störningar som t ex en lucka som öppnas eller rörelser vid eventuella öppningar ej påverkar inkapslingens effektivitet. Balansen mellan frånluft och tilluft får ej ändras alltför mycket och man bör, då inbyggnaden är slutent, ta in tilluft via särskilda öppningar.

Processer, maskiner eller arbetsmoment som är helt automatiserade bör kapslas in helt. Exempel på detta finns hos Volvo i Göteborg, där svetsrobotar används. Här har hela arbetsmomentet kapslats in.

Exempel på en arbetsplats där man har kapslat in och automatiserat arbetsmomenten så långt som möjligt finns på målningsavdelningen hos Cewe Selfa i Nyköping. Figur 8:11 visar detta. Här är de arbetsmoment som är mest olämpliga ur arbetsmiljösynpunkt automatiserade och ikapslade. Manuellt arbete är inkapslat så långt som möjligt. Verktygsrengöring med lösningsmedel sker vid en inkapslad bänk. Färgberedningen är helt avskärmad från övriga arbetsmoment. I färgberedningsrummet har man gjort inkapslingar där man ställer mindre färgburkar. Dessutom har man gjort inkapslingar av större färgdunkar med rörsystem för färg ut till avdelningen. Ingen färghantering sker ute på avdelningen. I de zoner där personer måste vistas tillför man ren luft med låg hastighet.

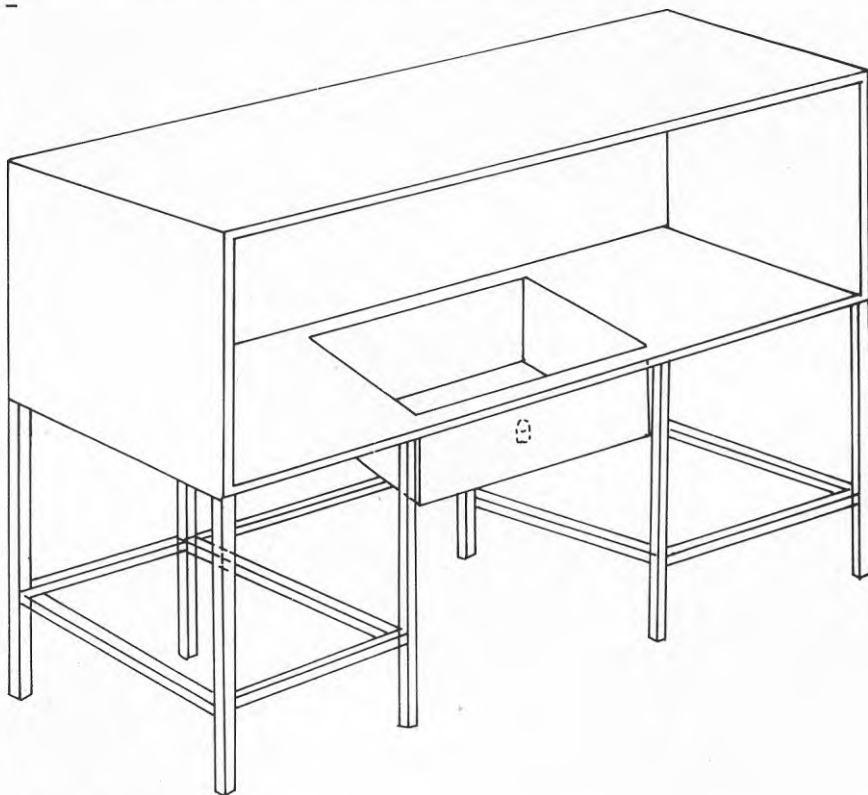
### o Punktutsug

Är inkapsling av förorenade processer eller maskiner av något skäl inte möjlig kan man undersöka om inte arbetsmomentet kan ändras så inkapsling blir möjlig. I vissa fall kan hygieniska och fysiologiska skäl tala för en ren automatisering. Om en ändring ej är lämplig bör någon typ av punktutsug utformas, så att föroreningar kan infångas och borttransporteras med minsta möjliga luftmängd.

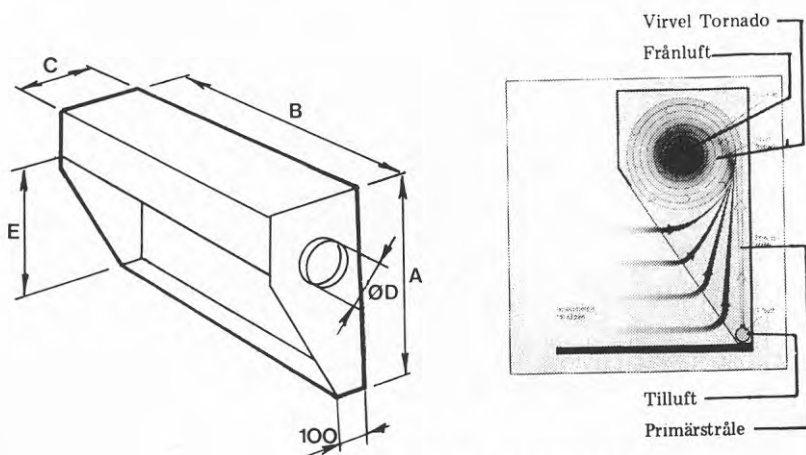
Vid arbeten där en relativt liten rörlighet krävs, kan någon typ av frånluftshuv utformas. Det kan vara ett konventionellt dragskåp eller som i Electrolux i Säffle (figur 8:12), där man för svetsningsarbete har utformat en frånluftshuv där rökgasens termiska rörelse utnyttjas.

Man kan minska luftflödet ytterligare vid kalla arbeten då arbetet ej kräver alltför stor rörlighet genom att använda sk frånluftsbord. Det innebär att man arbetar på ett bord med perforerad platta och föroreningarna sugas ned i bordet genom perforeringen. Exempel på detta finns på Ericssons Silk Screen tryckeri (figur 8:13) där rengöringsarbete med lösningsmedel utförs på frånluftsbord. Bordet är utformat så att även färdigt gods som torkar

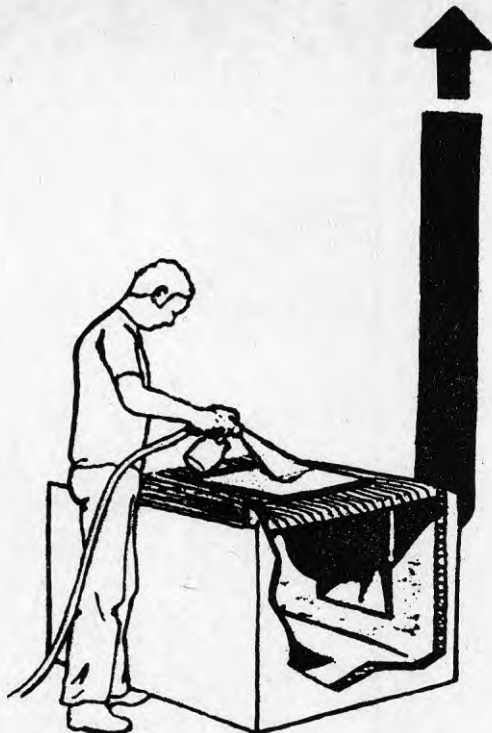
kan placeras på bordet. Dessutom kan man förse bordet med sidogavlar för att luftrörelser i omgivningen ej skall störa frånluftsbordets effektivitet.



Figur 8:11. Rengöringsbox.



Figur 8:12. Elektrolux, Säffle, Frånluftshuv typ "Tornado".



Figur 8:13. Frånluftbord, Ericssonsverkstaden.

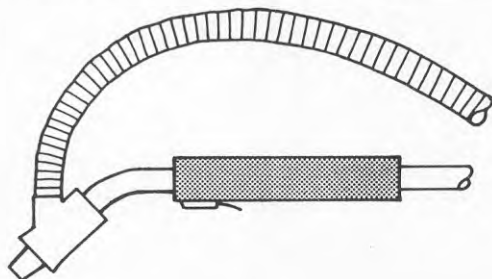
Vid arbetsmoment som kräver mycket stor rörlighet måste man utnyttja mindre och rörligare punktutsug. Exempel på detta är s k rökätare vid svetsning som är anslutna till ett frånluftssystem med flexibla slangar. Det finns även rökätare som är anslutna till ett portabelt aggregat som har partikelfiltrering samt absorbent för rökgasfiltrering.

Denna typ av punktutsug har en begränsad infångningsgrad och kräver ständig uppmärksamhet från användaren. Rökgasens termiska krafter samt utsugets begränsade infångningsgrad gör att en del rökgaser ändå når andningszonen.

Om arbetet tillåter är det effektivast att integrera utsuget med verktyget. Utsuget får ej upplevas som hinder för arbetet. Man måste därför utveckla det så att det blir en smidig konstruktion med små dimensioner. Ett exempel på integration mellan utsug och verktyg (figur 8:14) finns på Volvo i Göteborg, där man har utsug som arbetar med små flöden och högt tryck placerat på svetspistoler och fått ner dimensionerna och gjort arbetet smidigare.

Ventilation vid lödningsarbete inom Ericssonverkstäderna är ett exempel där man successivt integrerat ventilationssystemet med emissionskällan. Det första steget var ventilation genom utspädningsprincipen,

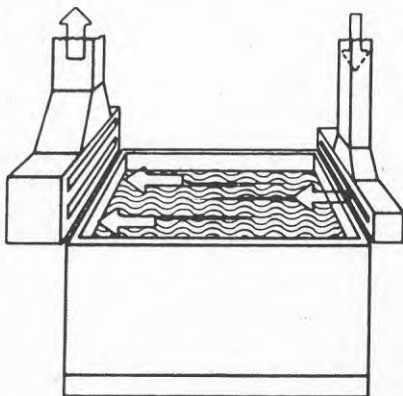
d v s man utnyttjade allmänventilationen och spädde ut den förorenade luften. Nästa steg var utformning av frånluftshuv. Detta medförde en avsevärd förbättring. Fortfarande fanns dock problem med lödrök som nådde andningszonen. Det tredje steget var ett utsug integrerat till lödpistol. Man hade nu nått en fullgod arbetsmiljö och fått den minsta energianvändningen av alla alternativ.



Figur 8:14. Integrerat punktutsug och svetspistol.

#### o Push- and pullventilation

Man kan förbättra verkan av punktutsug och göra det mindre känsligt för omgivande luftrörelser genom att man låter en styrd luftström transportera föroreningen till utsugsöppningen, s k "push- and pullventilation". Exempel på detta finns vid ytbehandlingsbad i Ericssonverkstaden i Mölndal (figur 8:15). Denna lösning reducerar frånluftsflödet jämfört med ett konventionellt punktutsug.



Figur 8:15. Ytbehandlingsbad, Ericssonverkstaden, Mölndal.

Goda resultat uppnås genom att styra ersättningsluft till frånluftsarrangemang så att luften passerar arbetarens andningszon. Exemple på detta finns på Cewe Selfas sandgjuteri. Tilluft blåses in i ett

don ovanför arbetaren med låg hastighet och passerar andningszonen och ner mot ett utsugsgaller för partiklar i golvet.

#### o Avskärmningar

I vissa fall där man trots punktutsug och övriga åtgärder får spridning av föroreningar eller värme till en mycket stor lokal kan man minska den erforderliga luftmängden genom att avskärma en del av lokalen. Denna metod har praktiserats vid IBM:s fabrik i Järfälla.

#### o Anpassad tilluft

Vid frånluftshuvar och punktutsug är det viktigt att utsugningsförloppet ej störs av andra luftrörelser eftersom verkan då snabbt försämras. Detta kan leda till att frånluftsflödet ökas för att kompensera den försämrade verkan. Hög nivå på lufthastigheten i en lokal med punktutsug leder således till såväl försämrad miljö som ökat energibehov. Dessutom måste tilluften anpassas så att andningszonen ej hamnar i s k bakströmningsområde, där man får virvlar med koncentrerad föroreningshalt.

#### o Tidreglering av luftflöden

För alla installationer som beskrivits ovan krävs ett forcerat flöde endast under delar av arbetsdagen. Här är en begränsning av den tid då fullt flöde krävs mycket värdefull ur energihushållningspunkt. Detta bör i första hand ske automatiskt. En manuell reglering kan leda till försummelse. Vid svetsning kan frånluftsflödet exempelvis styras av svetsströmmen. Detta måste kompenseras på tilluftssidan för att hålla balans mellan tilluft och frånluft. Det är lämpligt att exempelvis installera spjäll på tilluften som regleras i förhållande till frånluften.

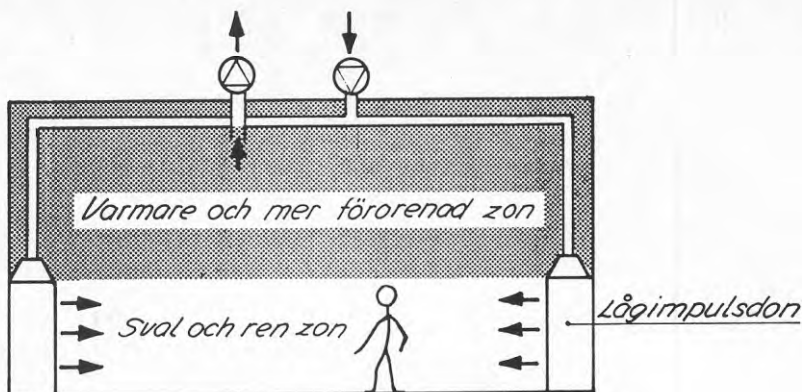
#### o Allmän ventilation

Även allmänventilationen har betydelse för den totala effektiviteten. Balans mellan till- och frånluft är av största vikt, d v s lokalen skall tillföras lika mycket luft som bortförs. Installeras punktutsug utan att man kompenserar med motsvarande mängd tilluft, kommer ej den avsedda kapaciteten att uppnås.

Även vid utformning av allmän ventilation bör man i första hand beakta mikroklimatet samtidigt som allmänventilationen ej får störa punktutsugets effektivitet (figur 8:16). Utnyttjande av lågimpulsdon är ett bra exempel på hur man förenar dessa krav.

Lågimpulsdonet tillför luften med låg hastighet över en stor frontarea. Luft tillförs vid vistelsezonen och den termiska stigkraften medför att man får en vertikal skiktning av varm förorenad luft vid tak samt en ren zon vid golvet. Även här kan man med ett mindre luftflöde få en bättre arbetsmiljö genom att dela in lokalen i zoner.





Figur 8:16. Allmän ventilation med vertikal skiktning.

#### Termiskt klimat

Idag finns ingen lagstiftning om påverkan av värme respektive kyla på arbetsplatsen. En del riktlinjer finns dock. Byggnormen anger exempelvis krav på riktad operativ temperatur.

De krav som finns på energihushållning gör att man måste utforma effektivare system för värme respektive kyla för att kunna uppfylla arbetsmiljökraven.

Det är ett känt faktum att det termiska klimatet inte kan tillfredsställa alla samtidigt. De individuella särdragen omöjliggör detta, vilket kan göra det svårt att nå fram till ett så bra termiskt klimat och som dessutom är förenligt med låga energikostnader. Detta innebär en avvägning mellan investeringskostnad, driftskostnad, arbetsmiljökrav samt tekniska och organisatoriska åtgärder.

Två grundprinciper för att nå dessa mål är att

- o Studera hela byggnaden/lokalen och försöka utnyttja värmeöverskott respektive underskott.
- o Uppfylla mikroklimatet i första hand.

Som underlag för utnyttjande av värmeöverskott respektive underskott kan man kartlägga energiflödet i byggnaden. Kartläggningen baseras på in- och utgående energimängder samt energiförluster.

Man bör analysera varje delflöde och undersöka vilka insatser som är viktiga ur energi- och arbetsmiljösynpunkt. Förutsättningarna varierar med olika byggnader och verksamheter.

En tung byggnad kan ackumulera en stor del värme och man får en temperaturutjämnning som ofta kan vara fördelaktig.

En lätt byggnad påverkas mer av yttre temperaturförändringar.

Dessutom ger verksamheten vissa förutsättningar och kan uppdelas i

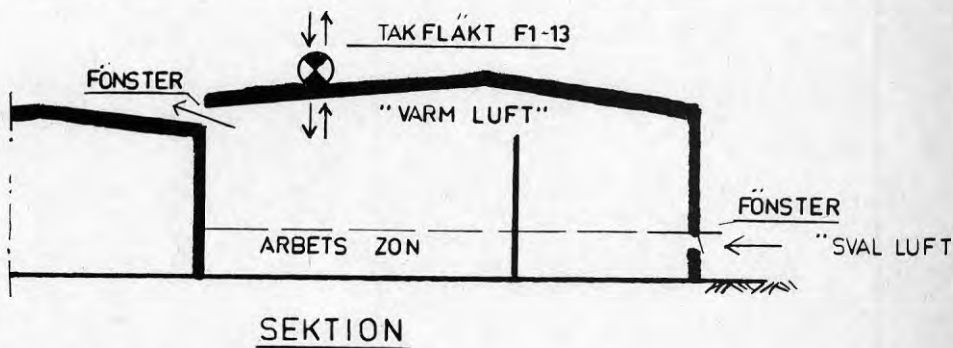
- o verksamhet som ger stort energiöverskott, ex processvärme
- o verksamhet med måttliga värmeöverskott, ex belysning, maskiner
- o inget värmeöverskott finns
- o verksamhet vid mycket låga temperaturer.

Verksamhet med stort energiöverskott

Energiöverskottet finns i form av processvärme. Processvärmen utnyttjas så långt som möjligt i olika steg i processen samt för komfortvärme. Trots detta förekommer höga temperaturer i lokalerna. Överskottet försöker man ofta ventilera bort med stora luftmängder, vilken kan ge problem med drag och ojämna temperaturer.

Ett exempel på inkapsling av värmestrålning processer samt beaktande av mikroklimatet finns på Cewe Selifa i pressgjuteriet. Här kapslade man in de heta delarna av processen så långt som möjligt. Rökgaserna från pressgjutningen fångas upp av punktutsug. En vertikal skiktning av luften erhålles med s k lågimpulsdon som ger ett bra termiskt klimat vid vistelsezonen med ett måttligt flöde. Tilluften förvärmades med evakuerad frånluft.

Vid Surahammars Bruk hade man problem inom kallvalsverket med övertemperaturer sommartid. Vintertid hade man problem med kalldrag i arbetszonen samt en varm zon vid tak. Detta berodde på en stor obalans i byggnaden. Man förbättrade arbetsmiljön avsevärt och sparade dessutom energi genom att man upprätthöll balansen i byggnaden och styrde luftflödet efter behov (figur 8:17).



Figur 8:17. Surahammars Bruk.

Luft från tak med låg emissionsnivå fördes ned till vistelszonen samtidigt som man reglerade antalet fläktar i drift och uteluftsintagens storlek efter utetemperaturen.

#### Måttliga värmeöverskott

I många verksamheter idag får man värme från belysning och maskiner under arbetstid. Detta värmetillskott bör tas tillvara.

Vid Ericssons Tellusanläggning i Stockholm har man tagit värmeöverskott från dataanläggningen och kyler via kyltorn. Kyltornsvattnets värme samt frånluftens värme omhändertages med en värmepump. Värmepumpen höjer energivärdet och via värmesystemet transporteras energin till rum med värmeunderskott.

Värmepumpen kan även installeras innan kyltornssteget och fungerar då som kylvärmepump. Ett sådant exempel finns på Ericsson i Älvsjö. Detta visar sig totalekonomiskt vara det mest fördelaktiga trots att värmefaktorn blir lägre. Med denna lösning tjänar man in omvandlingsfaktorn för kylmaskinen.

I lokaler som under arbetstid har värmeöverskott i form av belysning och maskiner är det viktigt att beakta kallras från fönster och kalla väggar. Om radiatorsystemet har termostatventiler och dessa stänger när temperaturen i rummet blir för hög kan problem med kallras uppstå. Detta är ett arbetsmiljöproblem som blir allt vanligare men som kan undvikas med enkla åtgärder.

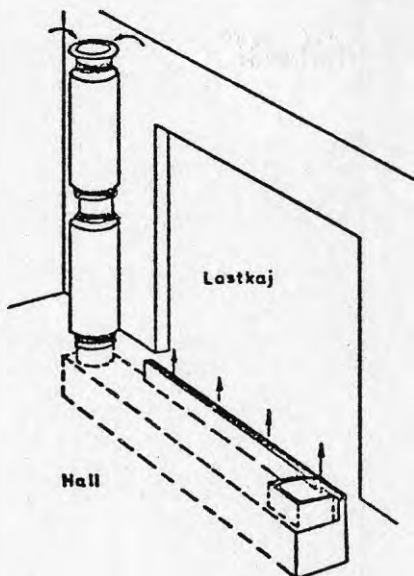
#### Inget värmeöverskott

Byggnader där man ej har värmeöverskott i någon lokal är ovanlig vid nybyggande men kan förekomma vid exempelvis lastningscentraler eller andra verksamhetstyper där olika arbetsmoment medför detta. Uppvärmning av lokaler är här en direkt energikostnad. Här finns ofta problem med drag och kyla. Lägre temperaturer och utomhusarbeten måste i viss utsträckning accepteras för att hålla nere energianvändningen.

Marginalerna är mycket små i denna typ av lokaler. Allt värmespill måste tillföras med prima energi. Konventionella värmeåtervinningsaggregat och återluft är här lämpliga att utnyttja. Dessutom kan byggnadens anpassning till naturen samt effektivt utnyttjande av passiv solvärme ge ett litet tillskott.

Det är mycket viktigt att täta och isolera och undvika värmeläckage genom luftslussar, strålningsvärmare vid portar etc. Dragupplevelsen är stor vid låg inomhustemperatur, vilket är viktigt att beakta. Vid Ericssonverkstaden i Visby har man vid lastterminalen en sluss med vertikalt luftflöde vid intaget mot lastkajen för att motverka drag (figur 8:18). Man kan använda andra lösningar beroende på hur stor trafiklast man har i slussen. Exempelvis sluss

med luftvärmare eller horisontellt flöde. Ur energisynpunkt måste lufttillförseln ske intermittent efter behov och lufttemperaturen i ridån styras av rumstemperaturen.



Figur 8:18. Luftridå, vertikalt flöde.

#### Arbete vid mycket låga temperaturer

Här kräver verksamheten mycket låga temperaturer. Det kan exempelvis vara en livsmedelsindustri. Man bör först dela in byggnaden i temperaturzoner och försöka skilja arbetsplatser från lagringsplatser så långt detta är möjligt. Dragproblemet måste beaktas mycket noggrant, då detta upplevs mycket påtagligt vid låga temperaturer. Den kylda luften måste föras in med låg hastighet över stora ytor, exempelvis med s k kyltak eller lågimpulsdon. Dessutom bör man införa slussar mellan kall och varm samt ren och mer förorenad zon. Slussar är ur energisynpunkt effektivare än styrning av luft genom övertryck. Dessutom kan tryckbalansen påverkas drastiskt av ändring i vindförhållanden.

### 8.4 Transport

#### 8.4.1 Godstransport

Interna transporter är ett arbetsfält med mycket stor spännvidd, då den typ av gods som skall hanteras, lastbärare, transportutrustning, flöden, layout o s v, varierar från fall till fall. En trend kan dock skönjas genom att fler och fler utrustningar för automatiserad materialhantering tas i bruk. Det kan röra sig ifrån allt mellan en enkel rullbana

till ett automatiserat höglager kopplat till ett system av förarlösa truckar. De krav som ställs på sådana anläggningar kan t ex vara:

- o hög effektivitet
- o hög tillgänglighet
- o låg skadeandel för det hanterade godset
- o god ekonomi

En förutsättning för att installera hanteringsutrustning av vilket slag som helst är att den uppfyller myndigheternas krav på säkerhet och arbetsmiljö. I begreppet god ekonomi ingår också att utrustningen skall ha en låg mediaförbrukning. För t ex en eltruck är detta av stor vikt med tanke på laddningstid, kostnader för batteribyte etc. När det gäller exempelvis en rullbana ges däremot mediaförbrukningen lägre vikt. Här är det i stället pris, byggmått, lastkapacitet och liknande faktorer som väger tyngst.

Från ovanstående kan man dra slutsatsen att när det gäller begreppen energihushållning och förbättring av arbetsmiljö är mycket ringa arbete utfört för att försöka tillfredsställa dessa båda begrepp inom materialhantering. Det är främst ekonomiska krav som styr val av utrustning, detaljutformning och layouter. Även på den ergonomiska sidan styrs framstegen genom olika typer av ekonomiska krav, då förbättringar av arbetsmiljön ger mindre sjukfrånvaro, mindre antal yrkesskador, o s v. Personalens åsikter rörande en viss typ av utrustning ger också viktig information om detaljutformning, arbetsställningar etc.

För att komma till ett resultat och initiera en utveckling inom detta område krävs ett tvärvetenskapligt angreppssätt, där arkitekter, energitekniker, materialhanterare och arbetsmiljöexperter samarbetar. Allt eftersom energikostnaderna blir allt mer betungande samt personalorganisationerna och myndigheter ställer högre krav på arbetsmiljön, kommer behovet av en samordnad forskningsinsats inom detta område att aktualiseras.

Nedan lämnas några exempel på beröringspunkter mellan begreppen energihushållning och förbättring av arbetsmiljön avseende interna transporter:

Exempel 1: Fördelar och nackdelar vid automatiserade transporter, t ex förarlösa truckar eller conveyors

- + optimering av energiåtgången
- + minskar körning med t ex dieseltruckar vid inlastningar o s v = mindre avgaser och olycksrisker
- + eliminering av tomgångskörning
- arbetsuppgifterna begränsas till övervakande funktioner.



Exempel 2: Fördelar och nackdelar med automatlager

- + kräver ett minimum av ventilation, värme och ljus
- + eliminerar monotona arbetsuppgifter
- + minskar skaderisker från t ex nedfallande gods.
- enbart övervakande arbetsuppgifter

#### 8.4.2 Persontransporter

Människornas rörelser inom en industriell verksamhet har samband med bl a följande faktorer

- o avstånd
- o fysisk säkerhet
- o de olika enheternas placering i byggnaden
- o kontakter mellan olika enheter
- o handikappades behov
- o ev mekaniska transportörer - hissar, ramper och rullband.

De direkta sambanden med energihushållningsproblematiken för ovan listade arbetsmiljöfaktorer bedöms som ringa. Konflikter torde i huvudsak ej föreligga.

Indirekt kan emellertid kopplingar uppträda. Krav på kortare avstånd kan exempelvis medföra ändrade layouter eller tätare struktur för personalens rum. Kraven på fysisk säkerhet kan - i analogi med förhållandena på områdesnivå - föranleda glesare strukturer och ökande ytbehov.

Enheternas placering inom en given yta liksom även kontakterna mellan dem kan ur arbetsmiljösynpunkt civilisera åtgärder som påverkar energiomsättningen. Exempel härpå är läkemedelsindustrin där människornas rörelsemönster från ankomsten till anläggningen i gångkläder styrs av arbetsmiljökrav fram till en i det närmaste helsteril miljö vid produktionsplatsen.

De handikappades behov av särskilda anordningar/utrymme medför i allmänhet jämförelsevis försumbara förändringar i energiomsättningen. Energiomsättningen i mekaniska anordningar är även den av sekundär betydelse.

Slutsatserna är att beröringspunkterna i vad avser persontransporternas samband med både energihushållning och arbetsmiljö är av begränsad omfattning. Goda samordningsmöjligheter torde i flertalet fall finnas.

## 8.5 Teknisk försörjning

De tekniska system som har betydelse för arbetsmiljö och energi är främst:

- o Belysning
- o Luft och ventilation
- o System för tillförsel av media
- o System för borttransport av avfall, avlopp, system för rengöring (t ex centralsug).

För samtliga tekniska system gäller att god tillgänglighet, enkla och åtkomliga dräningar och en bekväm placering ur underhållssynpunkt utgör fördelar ur både energi- och arbetsmiljösynpunkt.

Viktiga krav på tekniska system är

- o god kapacitet
- o anpassbarhet
- o driftsäkerhet
- o underhållsmässighet.

Större krav på möjlighet till förändring av layout och på flexibilitet i de tekniska systemen kan, förväntas resultera i att lösningar med installationsvåningar eller rymligare stråk för teknisk försörjning blir aktuella.

I dessa kan dessutom system för materialtransporter, bortforsling av avfall, central dammsugning m m, byggas in. Möjligheterna att utan större ingrepp styra och anpassa energianvändningen för luft och värme till de aktuella behoven ökar. Samtidigt kan återvinning av spillvärme ur alla system samordnas.

Ur arbetsmiljösynpunkt finns flera fördelar.

- o Ett förberett system för ventilation som lätt kan tas i bruk.
- o Enkelt att hålla rent och därmed undvika olycksrisker p g a t ex oljespill och metallspån.
- o Bättre förhållanden för reparatörer, driftspersonal och städpersonal.
- o Friare och renare golvytor, bättre överskådlighet, lättare och säkrare kommunikationer.
- o Mindre risk för kolliderande krav mellan t ex lyftanordningar och ventilationssystem.

## 8.6 Exempel

I detta avsnitt redovisas några synpunkter på möjligheterna att åstadkomma energihushållning och god arbetsmiljö i följande olika typbyggnader:

- o Sammanhängande rektangulär byggnad (ASEA reläverkstad, figur 8:19)
- o Byggnad med fristående kontors- och personalenhet (Iggesund Stålmanufaktur, figur 8:20).
- o Fritt gestaltad sammanhängande byggnad (Volvo Kalmarverken, figur 8:21).
- o Byggnad uppdelad med gårdar (Folksam-Auto, figur 8:22).

#### 8.6.1 Sammanhängande, rektangulär byggnad

Den sammanhängande, rektangulära byggnaden är den idag vanligaste byggnadsformen för industribyggnader. Den är relativt enkel i sin utformning och går lätt att anpassa till funktionella krav hos processerna eller till modulnät för stomsystem. I figur 8:19 visas ASEAs reläverkstad i Västerås som ett exempel på denna byggnadstyp. I denna byggnad har man integrerat kontors- och produktionslokalerna i en hall med en gemensam pauszon som avdelare mellan kontors och produktionszonen.

#### Energihushållning

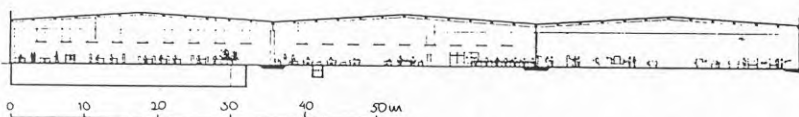
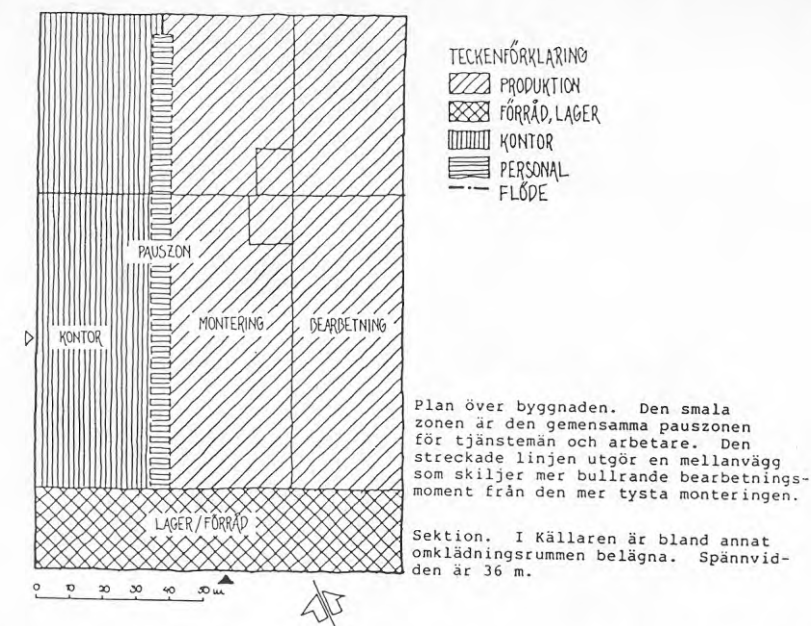
Som visades i figur 8:5 är den kvadratiske eller rektangulära planformen mer "energisnål" än andra planformer (med undantag för den runda formen). Genom att man kan uppnå ett mycket gott utnyttjande och därmed ytsnålhet minskar man också energianvändningen. Genom att placera energikrävande processer i kärnan av byggnaden kan man utnyttja kaskadeffekter i kringliggande utrymmen.

#### Arbetsmiljö

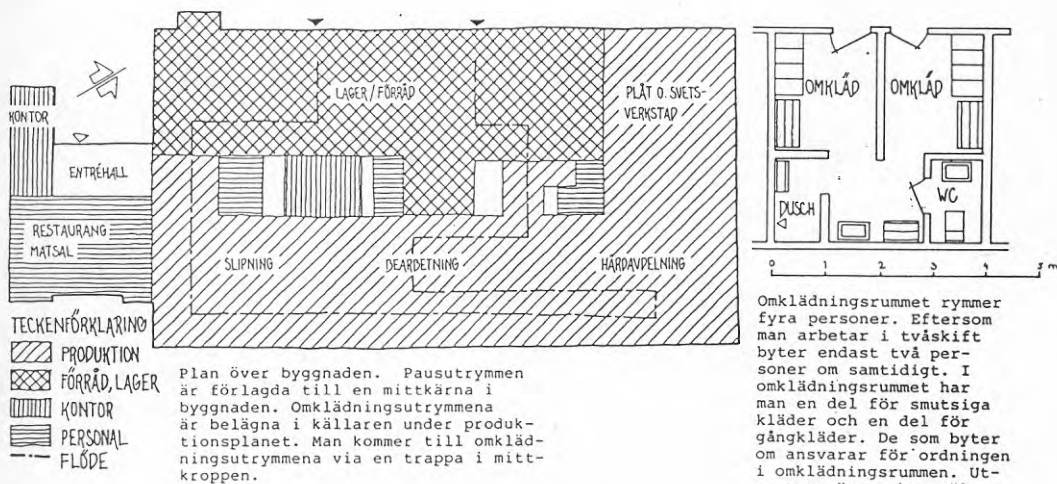
En placering av arbetsplatserna i närheten av eller längs fasaderna så att man erhåller utblicksmöjligheter är oftast ej möjlig. Det är också svårt att förlägga rast- och pausutrymmen så att möjlighet att gå ut direkt från rummet erhålls.

#### 8.6.2 Byggnad med fristående kontors- och personalenhet

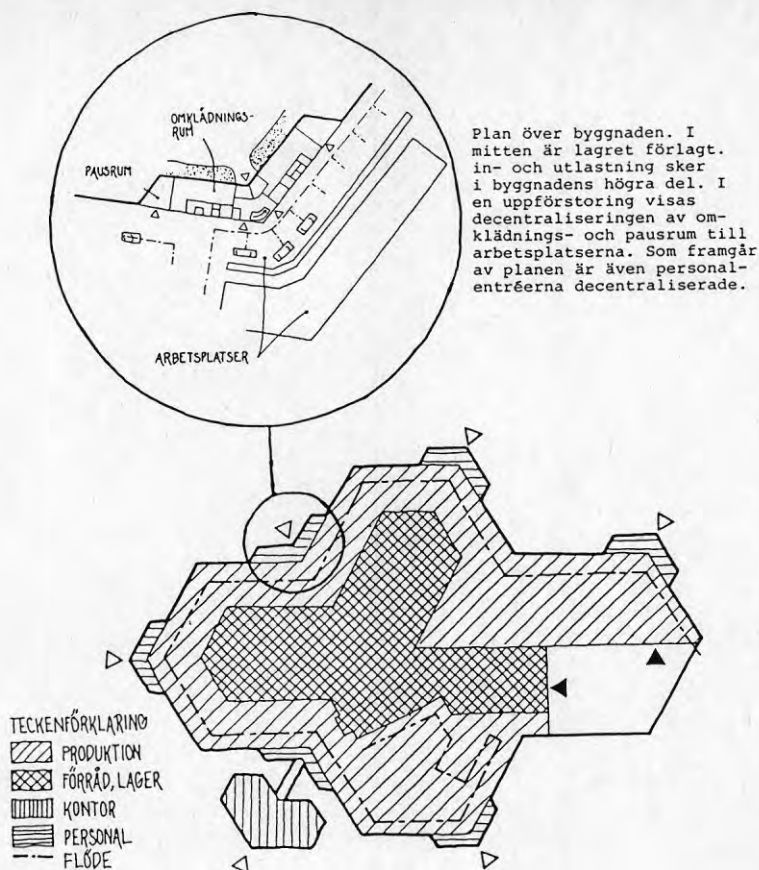
Denna byggnadstyp är också relativt vanlig. I denna princip är lager- och produktionslokalerna förlagda i en egen byggnad som är förbunden med kontors- och personalutrymmen via en eller flera gångar. Formen ger goda möjligheter till en flexibel och rationell layout för produktionen. I figur 8:20 visas Stålmanufaktur i Iggesund som exempel på anläggning med fristående kontor. I denna anläggning har man genomgående en mycket hög miljöstandard, bland annat delar 4 personer på ett omklädningsrum. Mer än två byter inte samtidigt om då personalen går i skift.



Figur 8:19 ASEA, reläverksstad (Källa: Ranhagen/Bergensstål, Industrilägningsutformning, Mekanresultat 81004, 1982).



Figur 8:20. Iggesund Stålmanufaktur (Källa: Ranhagen/Bergensstål, Industrilägningsutformning, Mekanresultat 81004, 1982).



Figur 8:21. Volvo-Kalmarverken (Källa: Ranhagen/Berg-enstål, Industrilägningsutformning, Mekanresultat 81004, 1982).

### Energihushållning

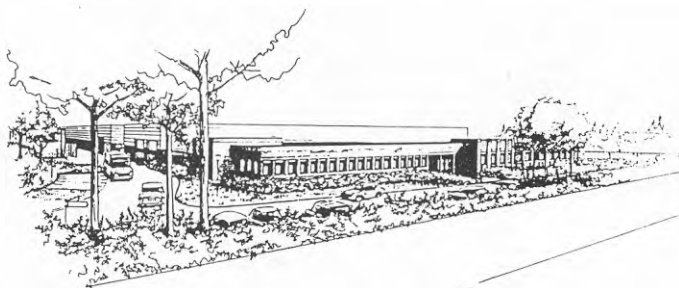
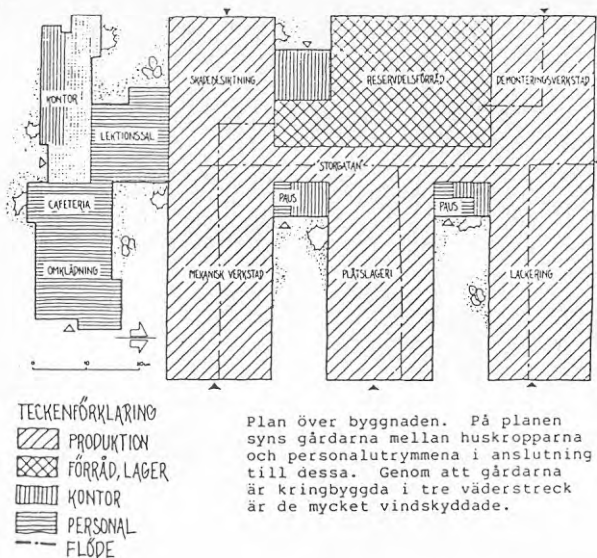
Även denna byggnadsform har en relativt gynnsam form ur energisynpunkt. Förlusterna genom väggar och tak blir ca 1 % större än i fall 8.6.1 vid samma isoleringstjocklek och procentuella fönsterandel. Även här kan verksamheter med stort värmeöverskott placeras i mitten av byggnaden och ge spillvärme till övriga kringliggande lokaler.

### Arbetsmiljö

I jämförelse med 8.6.1 kan en bättre arbetsmiljö erhållas genom att

- o Fler kan få arbetsplatser med möjlighet till utblick.
- o Skyddade gårdar för paus och rekreation kan skapas mellan byggnadskropparna.





Perspektiv från sydväst.

Figur 8:22. Folksam Auto AB, Växjö (Källa: Erik Holmqvist AB, Vi har projekterat Folksam Auto AB i Växjö).

### 8.6.3 Fritt gestaltad sammanhängande byggnad

I denna byggnadsform utnyttjar man en friare form för att gestalta byggnaden. Det mest kända exemplet är Volvo personvagnars sammansättningsfabrik i Kalmar (se figur 8:21). Byggnaden kan i denna princip ges en form som i vissa fall speglar processer inne i byggnaden. Den oftast ovanliga formen bidrar till uppmärksamhet och därmed till ett gynnsamt PR-värde. På grund av försämrad flexibilitet och högre anläggningskostnader är denna typ av byggnader relativt ovanliga inom industrin.

## Energihushållning

Den komplicerade formen ger i de flesta fall en större fasad- och takyta och därmed en större transmission än en konventionell industribyggnad. Genom att låta byggnadskroppen följa processen kan man minimera volymen i byggnaden och därmed uppvärmningsbehovet. Genom att till fullo utnyttja planformen för passiv solvärme genom t ex placering och inglasning kan en ur energihushållningssynpunkt mycket god lösning erhållas.

## Arbetsmiljö

Möjligheterna att skapa en god och varierad arbetsmiljö i den fritt gestaltade byggnaden är mycket goda.

### 8.6.4 Byggnad uppdelad med gårdar

I denna princip delas en anläggning upp i flera mindre byggnader som förbinds ihop genom t ex lagerutrymmen, kontor eller personalutrymmen. I de mindre byggnaderna kan en verkstad eller en samlad process installeras. Byggnadsformen ökar möjligheter till en decentraliserad organisation genom att varje enhet kan ges en "egen" lokal. I figur 8:22 visas Folksam auto i Växjö. Mot gårdarna har verkstadskontor och pausutrymmen förlagts med möjlighet för de anställda att utnyttja gårdarna för rekreation.

## Energihushållning

Genom den större ytterväggs- och takytan blir denna byggnadsform ej lika energieffektiv som en rektangulär byggnad. Genom att orientera byggnaden så att gårdarna förläggs åt söder eller väster kan ett ur energisynpunkt gynnsamt närklimat i gårdarna uppstå vilket kan bidra till en bättre energihushållning. Möjligheterna att erhåla ett så stort husdjup så att spillvärmealstrande verksamheter kan förläggas i mitten på varje byggnad är svårare än i en sammanhängande, rektangulär byggnad.

## Arbetsmiljö

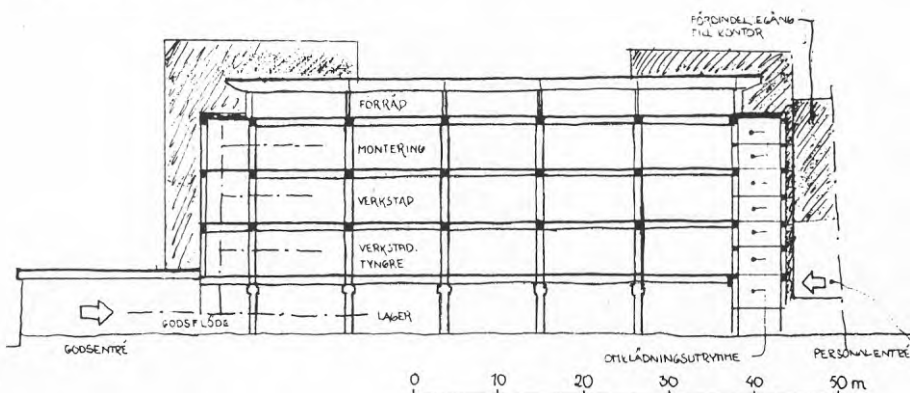
En arbetsmiljö med högt ställda krav kan i denna byggnadsform åstadkommas. Faktorer som bidrar till detta är bland annat:

- o Goda möjligheter till utblick för de anställda.
- o Närhet till rekreationsytor utomhus, möjlighet att förlägga pausutrymmen i anslutning till utomhusytor.
- o Små, överskådliga avdelningar med goda möjligheter till en decentralisering av organisationen.
- o Spridning av buller, avgaser etc mellan avdelningarna kan begränsas.

### 8.6.5 Flerplansbyggnad

Som rubriken anger uppförs byggnaden i denna princip i flera plan. I regel är det någon variant av de tidigare presenterade typbyggnaderna. Ofta väljer man en flerplansbyggnad i centrala lägen där marken är dyr och en hög exploatering önskas. Flerplansbyggnadens största nackdel är att besvärliga och orationella materialflöden mellan olika våningsplan erhålls. En flerplansbyggnad är också oftast dyrare än en i ett plan.

Ett exempel på flerplansbyggnad är Siemens Elema i Sundbyberg (se figur 8:23) där man bedriver produktion i tre våningsplan.



Figur 8:23. Siemens-Elema, Stockholm. Man bedriver produktion i 5 våningsplan med tyngre bearbetning i bottenplanet och montering i de översta planen. I en byggnad till höger om verkstaden finns kontor, utvecklingsavdelning och matsal (Källa: Ranhagen/Bergensstål, Industrilägningsutformning, Mekanresultat 81004, 1982).

### Energihushållning

Flerplansbyggnaden är mer energisnål än enplansbyggnaden då den omslutande ytan är mindre (se figur 8-5). Inom byggnaden kan överskottsvärme utnyttjas för uppvärmning av andra lokaler då avstånden mellan olika funktioner oftast är kortare än i en enplansbyggnad.

### Arbetsmiljö

Det finns goda möjligheter att skapa en god arbetsmiljö med möjlighet till utblick genom fönstren om man placerar lager eller förråd, toaletter m m i den mörka kärnan. Även om trappor eller hissar kan upplevas som ett problem är avstånden inom byggnaden relativt korta, t ex mellan omklädningsrum och arbetsplatsen, vilket är en fördel.

### 8.6.6 Undermarksförläggning

#### Energihushållning

Den ur energihushållningssynpunkt mest gynnsamma planeringen av verksamheter är under mark. För lokaler med temperaturkravet 20°C kan energibesparingen för underjordsförläggning uppskattas till 20 à 30 % jämfört med en välisolerad (SBN-80) byggnad ovan mark. Används lokalen som fast arbetsplats blir problemet att ta hand om värmeöverskottet från människor, belysning och maskiner.

#### Arbetsmiljö

Redan i den översiktliga planeringe bör man dock noggrant undersöka huruvida UM-förläggning av verksamheter är lämplig från arbetsmiljösynpunkt. Undermarks-läge bör endast komma ifråga för verksamheter där man inte arbetar eller vistas stadigvarande. Speciellt arbete i små utrymmen utan fönster upplevs som ett problem och ger upphov till stress enl Fritzell (1980). Likaså ökar

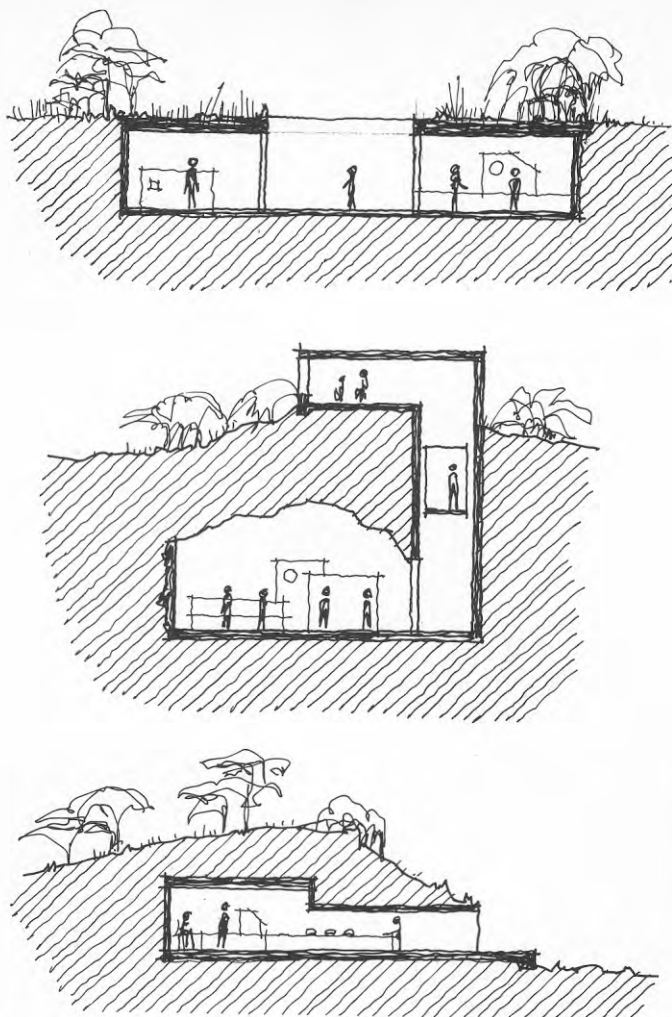
kraven på god ventilation, då man själv ej har någon möjlighet att påverka luften i lokalen om systemet går sönder och luften snabbt försämras.

Underjordsförläggning kan vara aktuellt för främst kyl- eller fryslager där man ej arbetar stadigvarande och där energibesparingar kan utnyttjas maximalt och motivera den högre anläggningskostnaden.

#### Samordningsmöjligheter energihushållning - arbetsmiljö

Om det blir nödvändigt att förlägga arbetsplatser där man arbetar en stor del av dagen under mark, kan t ex följande åtgärder övervägas i den tidiga planeringen (se figur 8:24):

- o En atriumgård sprängs in bland lokaler som för övrigt ligger under mark. Lokalerna kan förses med sidofönster varigenom begränsad visuell kontakt med utemiljön kan åstadkommas.
- o Rast- och pausfunktioner förläggs så att utomhuskontakt kan uppnås, åtminstone vissa tider under dagen.
- o Horisontell förbindelse och rampförbindelse med markytan anordnas, vilket innebär bättre tillgänglighet för undermarkslokaler än vertikala förbindelser. Möjligheten att utrymma lokalerna underlättas t ex betydligt. Det rumsliga och tidsmässiga avståndet mellan markytan och en viss undermarkslokal tycks ha liten psykologisk betydelse. Däremot finns vissa belägg för att entrépartiets liksom förbindelsegångars utformning är viktiga psykologiska faktorer.



Figur 8:24. Exempel på undermarksförläggning med olika dagsljuskontakt.

### 8.7 Slutsatser

Den viktigaste faktorn för både arbetsmiljö och energihushållning utgörs av processen. Processen svarar för den största delen av energiomsättningen i industrin. Stora hushållningsmöjligheter finns och stora forsknings- och utvecklingsinsatser görs både med hjälp av staten och av industrin. Återvinning ger redan idag billigare energi än t ex utbyggnad av kärnkraft eller vattenkraft.

Den andel av energiomsättningen som åtgår för lokal-komfort varierar mellan olika industrigrenar från två tredjedelar i monteringsarbete till någon procent i ren processindustri.



Vid nybyggnad kan energihushållning och bättre arbetsmiljö samordnas genom omsorgsfull projektering av

- o Planutformning
- o Konstruktion och klimatskydd, isolering
- o Ytutnyttjande
- o Utnyttjande av lä, solvärme och dagsljus
- o Effektiva ventilationslösningar.

Vid ombyggnad och förändringar i befintliga lokaler kan ett urval av ovanstående vara:

- o Återvinning av ventilationsvärme och förbättring av luftkvalitet och klimat.
- o Högre ytutnyttjande
- o Förbättring av konstruktionen för att hindra drag och värmeläckage i kritiska punkter som portar, takfönster, ventilationsöppningar.
- o Ändringar i styrsystem, organisation och beteende för att effektivisera energiutnyttjandet.

Ovanstående åtgärder är ofta ekonomiskt lönsamma och ger positiva effekter för arbetsmiljön.

Fortsatta ansträngningar att få fram bättre lösningar ur energi- och arbetsmiljösynpunkt bör koncentreras på:

- o Produktionssystem med litet energiöverskott.
- o Utsatta arbetsplatser ur klimatsynpunkt - främst lager och transportarbete samt arbete i kyla.

Vid nybyggnad gäller det främst att undvika problem med värme, föroreningar, buller m m redan vid planering av produktionen. Därmed kan antagligen stora fördelar uppstå genom mindre ytor och volymer och bättre arbetsorganisation, samordning och överblick.

Ombyggnad och återanvändning av äldre industribyggnader har blivit allt mer aktuellt på många håll. Samtidigt är ombyggnader till dagens standard kostsamma samtidigt som investeringstakten i industrin är låg. Det finns ett behov av billigare och enklare metoder för ombyggnad av utnyttjade byggnader i centrala och halvcentrala lägen.

Vid ombyggnad bör enkla och effektiva system för byte och komplettering av befintliga konstruktioner utvecklas. Det gäller dels detaljer som fönster, portar, slussar, dels stomförbättringar som invändiga och utvändiga väggbeklädnader för tätning, ljud- och värmeisolering, utbyte och komplettering av tak, inredning med mellanbjälklag, vägg- och rumselement. Även nya installationssystem med standardiserade lösningar framstår som intressanta för vidareutveckling.



**DEL C**  
**Samordning av energi- och arbets-**  
**miljöaspekter i olika planeringssteg**

## 9. SAMORDNINGSMETOD, PLANERINGSNIVÅ OCH BESLUTSSITUATION

Under tidigare avsnitt, kap. 6,7 och 8, har påvisats konflikter och samordningsmöjligheter vid planering av industri med avseende på energi och arbetsmiljöfrågor. En observation grundad på det samlade materialet i dessa kapitel är att problemen delvis ter sig analoga, delvis olika på skilda plannivåer.

Projektets långsiktiga resultat avses att bli praktiska anvisningar om hur man kan samordna energihushållning med förbättring av arbetsmiljön (1.3.3). Mot denna föreställning och på grund av den erfarenhet som framkommit ur problemsökningen i tidigare avsnitt har metodansatsen orienterats mot de praktiska besluts-situationer som föreligger på skilda plannivåer. Följande besluts-situationer har relevans.

- Lokaliseringsbeslut beträffande industri tas dels av företagsledning, dels av vissa myndigheter: 136a-prövning (regeringen), lokaliseringssamråd (länsstyrelse) och i koncessionsprövning (koncessionsnämnd).
- Områdesplan för industri antas av kommunfullmäktige och delges länsstyrelsen. Framdeles kan ev fastställelseprövning komma att ske i länsstyrelsen.
- Disposition av tomt regleras översiktligt i stadsplan men beslutas i detalj av företagsledning efter samråd med företrädare för arbetstagare och vissa myndigheter, bl a yrkesinspektionen.
- Byggnad-/lokalutformning sker i projekteringsprocessen och beslutas av företagsledning i samråd med företrädare för arbetstagare och vissa myndigheter samt fastställs i byggnadslovsgivningen av kommunens byggnadsnämnd.

En praktiskt användbar metod för att hantera energihushållning och arbetsmiljö måste sålunda utgå från de ovan skisserade processerna och beslutssituationerna. Metoden måste utformas så att den kan tolkas av de i processen ingående parterna och tjäna som en del av informationsmaterialet i varje led.

I fysisk planering kan man, oberoende av processnivå urskilja fem planeringssteg:

- Utgångsläge, förutsättningar.
- Mål och program för att nå dessa.
- Utarbetande av realistiska alternativ.
- Konsekvensbeskrivning och värdering av alternativ.
- Prioritering av huvudalternativ och bearbetning av detta till förslag

De beslutssituationer som tidigare skisserats måste föregås av dessa fem planeringssteg. Ansatsen till metod grundas således på att för varje plan och beslutsnivå anvisa hur energihushållning och förbättrad arbetsmiljö kan samordnas i processen.

## 10. ANSATS TILL SAMORDNING AV KRAV PÅ ENERGIHUSHUSHÅLLNING OCH GOD ARBETSMILJÖ VID LOKALISERING

### 10.1 Problemanalys och målformulering

Följande inventeringar utförs:

- o Lokala resurser för produktion, lagring och distribution av energi.
- o Möjliga förbrukare i närheten.
- o Klimat: graddagar, vind, kallluft, solinfall.
- o Vegetation.
- o Bosättningsmönster.
- o Transportförutsättningar person/gods.
- o Restriktioner för utsläpp i luft och vatten.

Mål formuleras för bl a följande aspekter:

- o Den industriella verksamheten, program härför
- o Energiråvaror
- o Transportsystem
- o Särskilda arbetsmiljöförhållanden

### 10.2 Utveckling av förslag

#### 10.2.1 Alternativ

De olika lokaliseringalternativen illustreras med enkla skisser och de energimässiga, arbetsmiljömässiga och övriga konsekvenser beskrivs och analyseras.

I energianalysen kan beräkningsmodellen enligt rapporten BFR T27:1980 utnyttjas. Redovisningen kan disponeras enligt rapporten BFR T20:1981.

I arbetsmiljödelen behandlas konsekvenserna med hjälp av analysen i kap. 3.1 och 3.2.

#### 10.2.2 Värdering

I värderingen av energihushållningskonsekvenser mot konsekvenser i arbetsmiljön för de olika alternativen ses dessa som delar i hela lokaliseringsprövningen. Principerna för redovisningen av materialet behöver vidareutvecklas.

#### 10.2.3 Förslag

Det slutligen prioriterade förslaget bearbetas vidare.

### 10.3 Genomförande



11. ANSATS TILL SAMORDNING AV KRAV PÅ ENERGIHUSHÅLLNING OCH GOD ARBETSMILJÖ VID PLANLÄGGNING AV OMRÅDE OCH TOMT

11.1 Problemanalys och målformulering

Följande inventeringar utförs:

- o Givna naturliga eller byggda resurser inom områdesplanen/industritomten för produktion, lagring och distribution av energi.
- o Möjliga producenter/förbrukare i närheten.
- o Klimat: vind, kallluft, solinfall.
- o Vegetation.
- o Hypotetiskt bosättningsmönster för de framtida verksamma. Befintliga bosättningsmönster.
- o Transportförutsättningar person/gods.
- o Restriktioner för utsläpp i luft och vatten.
- o Lokal servicestruktur.

Mål formuleras för bl a följande aspekter:

- o De industriella och eventuellt andra verksamheter-na/boende inom områdesplanen. Den industriella verksamheten inom tomten.
- o Energiråvaror.
- o Transportsystem för personer och gods.
- o Särskilda arbetsmiljö- och andra miljöförhållanden.

11.2 Utveckling av förslag

11.2.1 Alternativ

Förslag till olika principer för utformning av områdesplan och tomtdisposition illustreras med skisser. De energimässiga, arbetsmiljömässiga och övriga konsekvenser beskrivs och analyseras.

I energianalysen kan för områdesplanen beräkningar och data baseras på information ur rapporten BFR T27:1980. Redovisningen kan disponeras enligt rapporten BFR T20:1981. För dispositioner inom industritomten får data framtas för varje projekt. Härvid utnyttjas känd statistik.

I arbetsmiljödelen beskrivs konsekvenserna för arbetsmiljöfaktorerna för varje del enligt kap. 3.1 och 3.2.

11.2.2 Värdering

I värderingen av energikonsekvenserna prövas denna mot de uppställda målen. Man prövar en klassificering av alternativen i grova termer enligt följande:

1. Alternativet har gynnsamma förutsättningar ur energisynpunkt
2. Alternativet har ringa eller ingen betydelse ur energisynpunkt
3. Alternativet har ogynnsamma förutsättningar ur energisynpunkt.

I arbetsmiljödelen ansätts den fyrgradiga skalan enligt 3.2:

1. Enligt de uppsatta målen
2. Acceptabelt enligt dagens krav
3. Förbättringar krävs
4. Hälsorisker

För den sammanfattande värderingen bör ny metodik utvecklas.

#### 11.2.3 Förslag

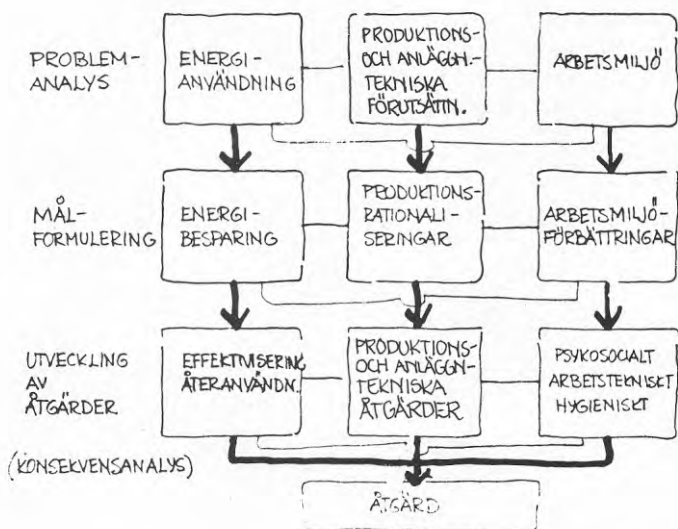
Det slutligen prioriterade förslaget bearbetas vidare.

#### 11.3 Genomförande

12. ANSATS TILL SAMORDNING AV KRAV PÅ ENERGIHUSHÅLLNING OCH GOD ARBETSMILJÖ VID PLANERING AV BYGGNAD OCH PRODUKTIONSSYSTEM

Produktionsprocessen utnyttjar olika typer av resurser:

råvaror, energi, arbetskraft, mark, byggnader, maskiner och installationer. Det ständigt föränderliga förhållandet mellan dessa styrs av den tekniska, ekonomiska och sociala nivån idag. Det skiljer sig mellan länder, branscher och enskilda anläggningar. Var och en av dessa faktorer kan i sin tur sättas i centrum av produktionssystemet. Med arbetskraften i centrum kommer övriga faktorer att utgöra människans omgivning. Dessa påverkar människans fysiska och psykiska välbefinnande och hälsa på kort eller lång sikt. Denna påverkan och individens upplevelse av den utgör arbetsmiljön. För att i ett forsknings- och utvecklingsarbete närmare kunna studera förhållandet mellan olika resursfaktorer och deras betydelse för planeringen, är det nödvändigt att avgränsa sig till ett fåtal av dessa (figur 12:1).



Figur 12:1. Skiss till planeringsmodell för studium av sambandet energihushållning - arbetsmiljö i olika planeringssteg.

Denna ansats till modell behandlar energianvändning och arbetsmiljö medan övriga produktionsförutsättningar utgör en bakgrund och tecknas endast mycket översiktligt. Förändringar i produktionssystemet utvecklas genom ändrade förutsättningar på olika områden. Här behandlas:

- o Förändringar på energiområdet förorsakade av prisökningar och en förväntad knapphet på energi i framtiden.
- o Förändringar inom arbetsmiljön förorsakade av bl a ökade krav på hälsa, säkerhet och komfort i arbetet.

Andra ändringar i produktionssystemet spelar dock en styrande roll för både energianvändning och arbetsmiljöförhållanden. Det gäller rationaliseringar, mekanisering och automation, nya tekniska system, nya produkter och ändrad arbetsorganisation. (En studie av aktuella och förväntade förändringar pågår parallellt inom arbetsgruppen.) Även samhälleliga styrmedel kan påverka både arbetsmiljöns utformning och energianvändningen.

Som generell planeringsmodell används här ett förslag framtagen av Ranhammar (1980): "Förnyelse av industriell arbetsmiljö" (BFR T2:1980). Eftersom projektets etapp I har sin tyngdpunkt på byggnadsnivån fördjupas diskussionen i detta avsnitt uppdelat på energi och arbetsmiljö.

#### 12.1 Problemanalys och målformulering

Följande inventeringar utförs:

- o Resurser för produktion, lagring och distribution av energi inom processen och kommande utifrån (till tomtgräns).
- o Möjliga avnämare/mottagare av energi inom tomten och utanför.
- o Möjliga variationer av processen med hänsyn till energi/arbetsmiljö.
- o Arbetsmiljöfaktorer inom varje avsnitt av verksamheten.
- o Klimat: vind, kallluft, solinfall.
- o Vegetation.
- o Transportförutsättningar in/ut av tomten avseende personer och gods.
- o Restriktioner för utsläpp.

Mål formuleras för bl a följande aspekter:

- o Skall företaget prioritera viss energikälla/energiråvara?
- o Självförsörjningsgrad.
- o Intäkter och kostnader för energisystemet.

- o Särskilda produktionssystem/egna processer.
- o Särskilda arbetsmiljökrav, m fl.

### 12.1.1 Energi

Energianvändningen styrs av produktionen vad gäller kvantitet och energiråvara. Val av energiråvara påverkas av olika faktorer som pris, tillgång, läge och den befintliga produktionsapparaten. Men även mer långsiktig hänsyn kan spela roll för valet av energiråvara t ex förväntad tillgång i framtiden, olika energiråvarors utbytbarhet, lagringsmöjligheter, möjlighet att återanvända överskott m m.

Den för produktionen erforderliga energin påverkas främst av produktionstyp. Men även andra faktorer spelar roll t ex anläggningens ålder, underhåll, transportläget och speciella anordningar för att återvinna energi som sedan utnyttjas inom eller utanför företaget.

Energibalansen i ett företag kan beskrivas av kedjan TILLFÖRSEL - ANVÄNDNING - ÖVERSKOTT. Tillförseln utgör en total energikvantitet där alla energiråvaror omvandlas till samma mått och sammanräknas. Användningen kan delas på olika sätt:

- a) enligt användningsställe t ex olika byggnader, verkstäder, verksamheter
- b) enligt användningssätt t ex uppvärmning, kraft, belysning, ventilation, processvärme o dyl transport.

Överskottsenergin kan uppdelas på två kategorier: återanvändning och spill.

Energianvändningen analyseras efter hela kedjor:

- o Tillförsel: för- och nackdelar med olika energislag.
- o Användning: energiintensiteten jämförs mellan verksamheterna samt med motsvarande verksamhet allmänt inom branschen. Energiintensiteten kan uttryckas på olika sätt och relateras till förädlingsvärde, byggnadsyta, antal anställda m m.
- o Överskott: mängden och formen av överskottsenergi beskrivs i t ex varmvatten, olja, rökgaser, temperatur, tidpunkter m m anges.

Energianvändningen kvantitativa del värderas efter en enkel - förslagsvis tregradig - skala: hög, medel, låg (figur 12:2A). Värderingen gäller här hela företaget men kan spaltas upp på olika användningsställen eller användningssätt.



## ENERGIANV. KVANTITATIV VÄRDERING

| HÖG | MEDEL | LÅG |
|-----|-------|-----|
|     |       |     |

A. SCHEMATISK BEDÖMNING AV KVANTITATIV ENERGIANVÄNDNING INOM ETT FÖRETAG

## ARBETSMILJÖ

|          |  |
|----------|--|
| BEVÄRT   |  |
| STÖRANDE |  |
| SKADLIGT |  |

B. SCHEMATISK BEDÖMNING AV ARBETSMILJÖNS STANDARD

## EXEMPEL 1

| ANVÄNDNINGSTÄLLE     | ENERGIANVÄNDN. |       |     |
|----------------------|----------------|-------|-----|
|                      | HÖG            | MEDEL | LÅG |
| MONT. O. REPAIRERING |                |       |     |
| MEK. VERKSTAD        |                |       |     |
| SNICKERI             |                |       |     |
| FÖRRÅD O. LAGER      |                |       |     |
| KONTOR               |                |       |     |

## EXEMPEL 1

| VÄRDERING | ARBETSMILJÖ          |              |          |        |              |
|-----------|----------------------|--------------|----------|--------|--------------|
|           | MONT. O. REPAIRERING | MEK. VERKST. | SNICKERI | KONTOR | FÖRRÅD LAGER |
|           |                      |              |          |        |              |
|           |                      |              |          |        |              |
|           |                      |              |          |        |              |

## EXEMPEL 2

| ANVÄNDNINGSSÄTT | ENERGIANVÄNDNING |       |     |
|-----------------|------------------|-------|-----|
|                 | HÖG              | MEDEL | LÅG |
| PROCESS         |                  |       |     |
| LOKALKOMPUT     |                  |       |     |
| TRANSPORT       |                  |       |     |
| TEKNISK FÖRSÖK. |                  |       |     |

## EXEMPEL 2

| VÄRDERING | ARBETSMILJÖFAKTORER |              |              |        |
|-----------|---------------------|--------------|--------------|--------|
|           | ARBETS-RETNISKA     | FYSISK MILJÖ | PSYKOLOGISKA | ÖVRIGA |
| BEVÄRT    |                     |              |              |        |
| STÖRANDE  |                     |              |              |        |
| SKADLIGT  |                     |              |              |        |

C. SCHEMA FÖR BEDÖMNING AV ENERGIANVÄNDN. EFTER ANVÄNDNINGSTÄLLE (EX 1) ELLER ANVÄNDNINGSSÄTT (EX 2)

D. SCHEMA FÖR BEDÖMNING AV ARBETSMILJÖN SOM HELHET INOM OLIKA VERKSÄMTHETER ELLER FÖR OLIKA FAKTORER INOM EN VERKSÄMTHETSÖREN EL. ETT ARBETSTÄMMENT

Figur 12:2 A-D. Olika scheman för bedömningar.

Sammanställning av mål för förändringar föreslås göras utifrån den tidigare värderingen av energianvändningen. Målet kan vara att minska energianvändningen med en viss procent, att minska toppbelastningen vid speciellt ansträngda tidpunkter eller att utnyttja energin i en speciell process mer effektivt.

Som beskrivits i kapitel 2 omfattar värderingen av energianvändningen sex huvudaspekter: Den kvantitativa är således endast en av dessa. Det är avsikten att i de praktiska pilotfallen väva in de övriga aspekterna i modellen. Detta avsnitt är sålunda en förenklad modell för att illustrera en principiell möjlighet.

### 12.1.2 Arbetsmiljö

Arbetsmiljöns beskaffenhet är beroende av produktionen. Grovt kan arbetsmiljön beskrivas genom indelning i fyra aspekter som påverkas direkt eller indirekt av olika produktionsfaktorer:

- o arbetsteknik
- o fysisk miljö
- o sociala och psykologiska faktorer
- o övriga faktorer

De arbetstekniska faktorerna påverkas främst av produktionstyp och teknisk nivå. Viktigt är transporter, arbetsställningar och utrymme vid maskiner, transporter, underhåll och produktens vikt och form.

Den fysiska miljön påverkas främst av produktionstyp och lokalstandard. Viktigt är material, bearbetning (föroreningar, värme, buller) och tekniska hjälpmedel och skyddsanordningar (ventilation, bullerdämpning m m).

De sociala och psykologiska faktorerna påverkas främst av produktionens organisation. Viktiga aspekter är arbetsorganisation (arbetsdelning, gruppstorlek, samarbetsformer) och teknik (maskinstyrning, bundenhet, takt, omväxling, uppgiftens längd, behov av yrskeskunskap m m).

I kapitel 3 har föreslagits en (ny) fyra-gradig skala för värdering av arbetsmiljön. Fortsatt analys och diskussion av denna eller anda skalor förutsätts ske i pilotfallen.

I detta kapitel är syftet att beskriva principerna i ansatsen till samordning av arbetsmiljö/energi (figur 12:2c). För att göra principresonemanget överblickbart och anknyta till aktuella begrepp har därför de fyra stegen i den föreslagna värdeskalan för arbetsmiljön här begränsats till tre, enligt följande samband:

#### Värdeskala

| Aktuell skala | Föreslagen skala    |
|---------------|---------------------|
| .             | Enligt mål          |
| . Bekvämt     | Acceptabel          |
| . Störande    | Förbättringar krävs |
| . Skadlig     | Hälsorisker         |

I de flesta fall blir dock en mer nyanserad beskrivning av arbetsmiljön nödvändig. Ett exempel på en sådan har visats av Ranhagen (1980). Problem kan listas och sammanställas med sådana ckecklistor. Det är viktigt att även försöka formulera fördelar i den befintliga miljön och arbetssituationen - förde- lar man bör värna om eller bra lösningar som kan efterliknas.

Sammanställning av mål för förändringar görs utifrån allmänna mål för arbetsmiljön. T ex kan målet vara att inga arbetsmoment ska falla under den lägsta kategorin - skadlig/hälsorisker.

### 12.1.3 Relation mellan arbetsmiljöstandard och energianvändning

Inventeringsresultat och problemsammanställningar som gäller arbetsmiljö respektive energi kan föras samman i den typ av schema som illustreras (figur 12:2C och D). Syftet är:

- o Att få en helhetsbedömning.
- o Att lokalisera problem till produktionsavsnitt, speciella tekniska system, speciella byggnader el dyl.

För att få en bättre bild kan noggrannare beskrivningar användas. Med hjälp av den matris som visas i figur 12:2E kan man få en bild av vilka produktionsavsnitt som det är särskilt angeläget att åtgärda.

| ARBETSMILJÖ | ENERGI ANVÄNDNING |       |     |                   |
|-------------|-------------------|-------|-----|-------------------|
|             | HÖG               | MEDEL | LÅG |                   |
| BEKVÄMT     | (4)               |       |     | 1 - SNICKERI      |
| STÖRANDE    |                   | (2)   | (1) | 2 - MEK. VERKSTAD |
| SKADLIGT    | (3)               |       |     | 3 - HÄRDEERI      |
|             |                   |       |     | 4 - KYLLAGER      |

Figur 12:2 E. Schema för bedömning av lokala positioner, av förekommande samband mellan arbetsmiljöstandard och energianvändning.

## 12.2 Utveckling av förslag

### 12.2.1 Energihushållning

Hushållningsåtgärder (figur 12:3a) kan principiellt indelas i följande typer:

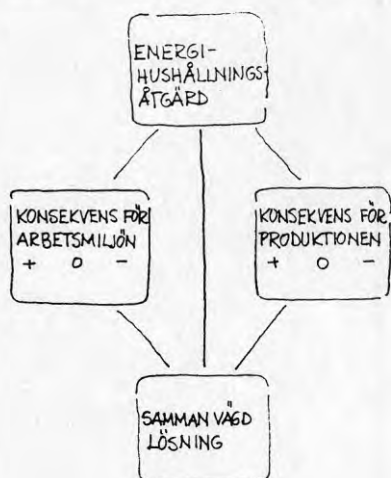
- 1) förändring av produktionstekniken eller lokaler-  
na så att de blir mer energisnåla. Exempel på  
sådana tänkbara åtgärder är:
  - o införande av effektivare motorer
  - o varvtalsreglering av pumpar
  - o lägre processtemperaturer
  - o bättre förarbete som kräver kortare process  
eller bearbetningstider
  - o styrsystem för exaktare temperaturreglering  
i byggnader eller produktion
  - o nya ämnen eller medel som effektiviserar proces-  
sen såsom katalysatorer
  - o andra råvaror
  - o effektivare (riktad) ventilation och belysning,
- 2) bättre användning av den tillförda energin.  
Exempel på detta kan vara:
  - o inbyggnad och isolering av byggnader, maskiner  
och processer för att minska värmeförluster
  - o tätning av öppningar, styrning av portar
  - o återvinning av värme från kylmedier, rökgaser,  
motorer, återluft, belysning, solinstrålning,
- 3) förändring av produktionens organisation så  
att energin används effektivare. Exempel på  
detta kan vara att:
  - o öka driftsäkerheten och undvika avbrott i proces-  
sen genom bättre underhåll, kontroll, städning
  - o minska transporter av personer och material  
inom och utom anläggningen
  - o förlägga olika produktionsmoment (eller hela  
företag) i en ur energisynpunkt fördelaktig  
ordning (sk kaskadkoppling).

De åtgärder som kan vidtas kan även grupperas efter  
deras omfattning:

- A nybyggnad, helt ny anläggning
- B tillbyggnad, komplettering
- C ombyggnad, omdisponering, utbyte av maskiner  
eller installationer
- D reparation, justering
- E renodlad omorganisation eller i kombination  
med någon annan åtgärd.

Vad som är möjligt eller aktuellt i ett enskilt fall beror på produktionsförutsättningarna och de mål man har satt upp. Tillgänglig teknik, marknadsutsikter, finansieringsläge, energipriser, och alternativa investeringar samt samhällets styrning påverkar vilka åtgärder som vidtas.

Med hjälp av tidigare diagram kan några typfall urskiljas enligt figur 12:3b. Konsekvenserna kan beskrivas närmare genom att precisera i vilka avseenden förändringarna kan innebära förbättringar eller försämringar. Genom en sådan utvärdering kan vissa åtgärdsalternativ uteslutas, förändras eller kompletteras så att de negativa effekterna elimineras (typ 1) och positiva effekter uppnås för såväl energiförbrukning som arbetsmiljö (typ 3).



Figur 12:3a. En strävan bör vara att samordna åtgärder för energihushållning med åtgärder för bättre arbetsmiljö och förändringar av produktionstekniken.

| ARBETSMILJÖ | ENERGI-ANVÄNDNING |       |     |   |
|-------------|-------------------|-------|-----|---|
|             | HÖG               | MEDEL | LÅG |   |
| BEKVÄMT     | ↖                 | ↘     | ↗   | 3 |
| STÖRANDE    | ↖                 | ↘     | ↗   | 2 |
| SKADLIGT    | ↖                 | ↘     | ↗   | 1 |

3 ENERGIHUSHÅLLNINGEN FÖRBÄTTRAS  
ARBETSMILJÖN FÖRBÄTTRAS

2 ENERGIHUSHÅLLNINGEN FÖRBÄTTRAS  
ARBETSMILJÖN KONSTANT

1 ENERGIHUSHÅLLNINGEN FÖRBÄTTRAS  
ARBETSMILJÖN FÖRSÄMTRAS

Figur 12:3b. Energihushållningsåtgärder påverkar arbetsmiljön - tre typfall.

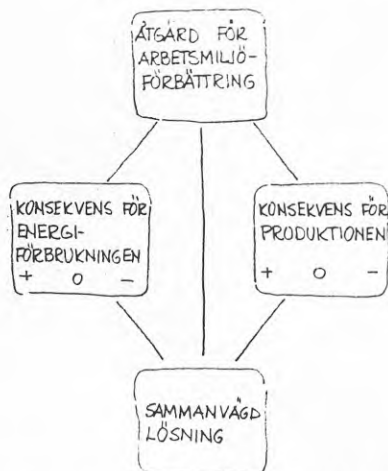
### 12.2.2 Arbetsmiljöförbättringar

Behovet av arbetsmiljöförbättringar är stort (figur 12:4a). Detta framgår bl a av en jämförelse mellan LO:s arbetsmiljöenkäter 1970 resp 1980. Majoriteten av medlemmarna (ca 2/3) menar t ex att det inte



skett någon påtaglig förbättring av arbetsmiljön under denna tioårsperiod. Vilka förbättringar som krävs varierar mellan arbetsplatser beroende på bransch, tekniknivå, lokalstandard m m. På samma sätt som med energi kan förändringar påkallade av arbetsmiljöskäl indelas i olika typer:

- 1) att produktionsteknik och arbetsorganisation förändras så att sociala och psykologiska krav tillfredsställs. Exempel på detta kan vara att:
  - o lay-outen medger sociala kontakter
  - o lokal och lay-out ger möjlighet till överblick och förståelse av produktionsprocessen
  - o arbetsuppgifterna får en för den anställde meningsfull sammansättning
  - o yrkeskunskaperna utnyttjas och utvecklas,
- 2) att arbetstekniska krav tillfredsställs genom lämpliga arbetstekniker, hjälpmedel, belastningar, arbetstakt, utrymme, säkerhet m m,
- 3) att hygieniska förhållanden är tillfredsställande genom lämpligt klimat, ofarliga ämnen och material, begränsning av föroreningar, bättre underhåll, säkerhet m m.

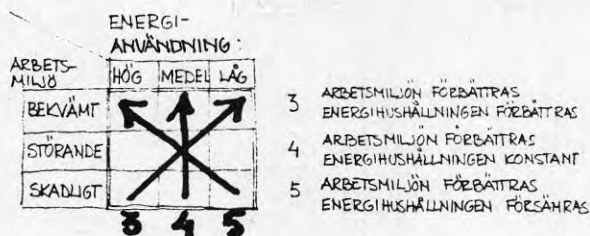


Figur 12:4a. En strävan bör vara att samordna åtgärder för bättre arbetsmiljö med åtgärder för energihushållning och förändringar av produktionstekniken.

Hur omfattande åtgärder som krävs för att förbättra arbetsmiljön till en tillfredsställande nivå bestäms av utgångsläget och varierar med bl a bransch, tekniknivå, anläggningens ålder.

Arbetsmiljöförbättrande åtgärder kan påverka energianvändningen. Några typfall kan konstrueras enligt figur 12:4b. Konsekvenserna kan beskrivas närmare

genom att studera förändringarna mera detaljerat. Genom en sådan utvärdering kan det mest gynnsamma alternativet väljas. En åtgärd av typ 5 kan kanske begränsas eller undvikas helt.



Figur 12:4b. Arbetsmiljöförbättrande åtgärder påverkar energianvändningen - tre typfall.

### 12.2.3 Möjligheter till samordning av energibesparande och arbetsmiljöförbättrande åtgärder

En strävan bör alltid vara att söka samordna energibesparande och arbetsmiljöförbättrande åtgärder och om möjligt söka uppnå det tredje typfallet dvs bättre arbetsmiljö och energihushållning (se figur 12:5).

#### Alternativ

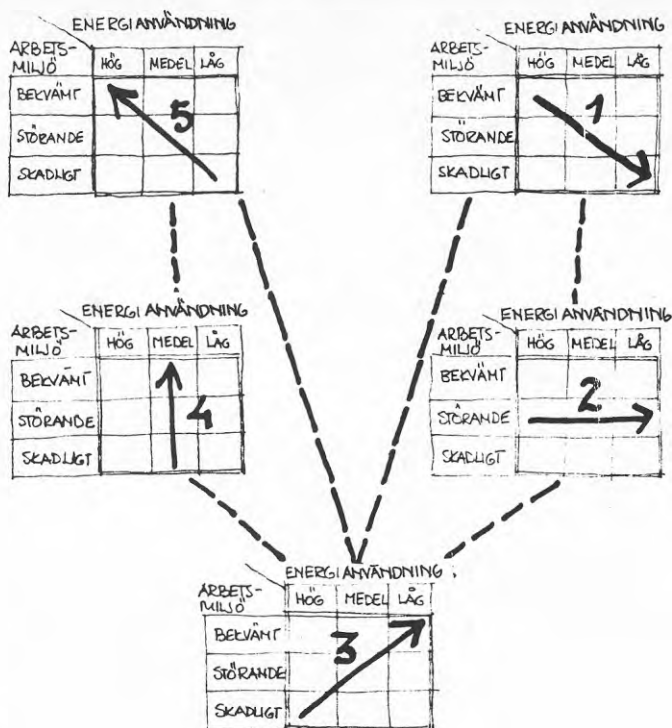
Konkreta alternativ för samordnade lösningar utvecklas skissmässigt och med erforderliga konsekvensbeskrivningar. Alternativen baseras på förutsättningar enl inventeringarna samt de mål som formulerats.

Alternativen förutses redovisade med skisser av fysiska dispositioner av byggnader och produktionssystem. Produktion, lagring och distribution av energi beskrivs liksom arbetsmiljökonsekvenserna.

#### Värdering

I värderingen av alternativen prövas dessa mot uppställda mål. En ansats att föra värderingsresonemanget kan vara

- 1) Alternativet är energimässigt gynnsamt i förhållande till uppställda mål. Konsekvenserna för arbetsmiljön är:
  - o enl målen
  - o acceptabla
  - o förbättringar krävs
  - o hälsorisker.



Figur 12:5. Strävan bör vara att söka samordna åtgärderna energihushållning och arbetsmiljöförbättring. Figuren illustrerar på ett förenklat sätt -

- o hur arbetsmiljöförbättringar kan påverka energianvändningen:
  - förbättrad arbetsmiljö ger lägre energianvändning (typfall 5)
  - förbättrad arbetsmiljö ger oförändrad energianvändning (typfall 4)
  - förbättrad arbetsmiljö ger minskad energianvändning (typfall 3),
- o hur energihushållningsåtgärder kan påverka arbetsmiljön:
  - minskad energianvändning ger sämre arbetsmiljö (typfall 1)
  - minskad energianvändning ger oförändrad arbetsmiljö (typfall 2)
  - minskad energianvändning ger bättre arbetsmiljö (typfall 3).

Strävan bör vara att vidta åtgärder som leder till typfall 3 som innebär såväl minskad energianvändning som bättre arbetsmiljö. Pilarna mellan figurens block söker illustrera hur man från olika utgångslägen successivt kan arbeta sig fram mot samverkande lösningar.

- 2) Alternativet är energimässigt ogynnsamt i förhållande till uppställda mål. Konsekvenserna för arbetsmiljön är:
- o enl målen
  - o acceptabla
  - o förbättringar krävs
  - o hälsorisker.

För värderingsfasen bör ny metodik utvecklas.

Förslag

Det slutligt prioriterade förslaget bearbetas vidare.

### 12.3 Genomförande





# **DEL D**

## **Resultatdiskussion och kunskapsbehov**

## 13. RESULTATDISKUSSION

I det skede där projektet nu befinner sig har problemen identifierats, kunskapsläget grovt inventerats och hypoteser skisserats till grund för prövning i en serie pilotfall. I denna situation syns en kritisk prövning av hittills utförda delar av studien vara befogad.

Ur metodsynpunkt utgör studien en ansats att identifiera och beskriva relationer mellan två företeelser - energi/arbetsmiljö i koppling till industriplanläggning på olika nivåer. Energisidan kan till sina huvuddelar hanteras med hårddata medan arbetsmiljön i huvudsak arbetar inom/i riktning mot mjukdatasidan. Dessa förhållanden understryker behovet av en kunskaps-teoretisk genomlysning av energi/planeringsproblematiken.

Arbetsmiljökomplexet utgår ifrån människans situation i arbetslivet: begrepp och referensramar är orienterade mot individen. Energihushållning inom industrin motiveras från organisationer såsom stat och företag. Observationen antyder en stor komplexitet i relationerna.

De beskrivna aspekterna på arbetsmiljö/energi enl ovan återspeglas i samhällets administrativa behandling av desamma. Sålunda behandlas t ex inom lokaliseringnivån miljöfrågorna i huvudsak i koncessionsnämnden medan energiproblematiken (eventuellt) tas upp i 136a-prövning. Den fysiska planen sakbehandlas för sig.

Denna uppspaltning av besluten på sektoransvariga är påtaglig i vårt administrativa system och försvårar/förhindrar vissa avvägningar. Effekterna av ett sektorbeslut påverkar andra sektorer på ett ofta icke kontrollerat sätt vilket ofta blir fallet när det gäller arbetsmiljö/energi. På sikt framstår därför behovet av samlade avvägningar genom förändrade administrativ uppbyggnad som ett viktigt utvecklingsområde.

En utbyggnad av studien mot branschvis differentiering kan eventuellt behöva genomföras om man ifrån intressenterna skulle ha behov av kriterier för beslut rörande avvägningar. Måhända kan en dylik diskussion tas upp i projektets sammanfattande del.

I praktisk hantering av problemkomplexet kan ett angreppssätt vara att skilja mellan inre och yttre förhållanden dvs att sätta gränser vid byggnadens yttre begränsning. Detta kan prövas i pilotfallen på byggnads- och lokalnivå.

En annan praktisk fråga gäller ansvarsfördelningen - för områdena energi/arbetsmiljö i industrin. Även här framträder sålunda relationen organisation/energi kontra individ/arbetsmiljö.

## 14. PROGRAM FÖR FORTSATT FOU

### 14.1. Bakgrund och avgränsning av problemen

BFR-projektet GOD ARBETSMILJÖ OCH ENERGIHUSHÅLLNING har inventerat konflikter och samordningsmöjligheter mellan förbättringar i arbetsmiljön och intensifierad energihushållning.

Projektet har framkommit med en Etapp I - delrapport i december 1982. Denna rapport har varit föremål för ett seminarium i februari 1983 varefter en slutlig bearbetning kommer att ske t o m april 1983.

Delrapporten omfattar ett första steg i studien av konflikter och samordningsmöjligheter. Detta steg har omfattat en systematisk genomlysning av forskningsfältet. Metodiken har varit att identifiera de faktorer som tillsammans konstituerar arbetsmiljön och att ställa dessa mot de energidelar vilka tillsammans ger den totala energiomsättningen. Denna metodik har anlagts på för industriplaneringen relevanta planerings- och beslutsnivåer:

- Lokalisering
- Områdesplanering
- Tomtdisposition
- Byggnads- och lokalutformning

Med utgångspunkt i en generell metod över planeringsprocessen på dessa nivåer har utvecklats en ansats till metod för hur man i praktiken kan samordna förbättringar i arbetsmiljön med intensifierad energihushållning (kap 10, 11 och 12 i den refererade rapporten).

Dessa metodansatser, avpassade till plannivåerna enligt ovan utgör hypoteser för Etapp II i projektet: Utvecklande av praktiska metoder och lösningsförslag för samordning av förbättringar i arbetsmiljö med intensifierad energihushållning.

Avsikten är sålunda att utveckla pilotprojekt vari hypoteserna prövas. Med dessa som grund erhålles konkreta exempel för problemkomplexets praktiska hantering. Föreliggande projektbeskrivning skall ses som ett ramprogram för dessa delprojekt. Slutligen sammanfattas resultatet från pilotstudierna varvid också jämförelser och tväranalyser mellan dessa görs.

Arbetsgången i etapp II illustreras i figur 14.1.

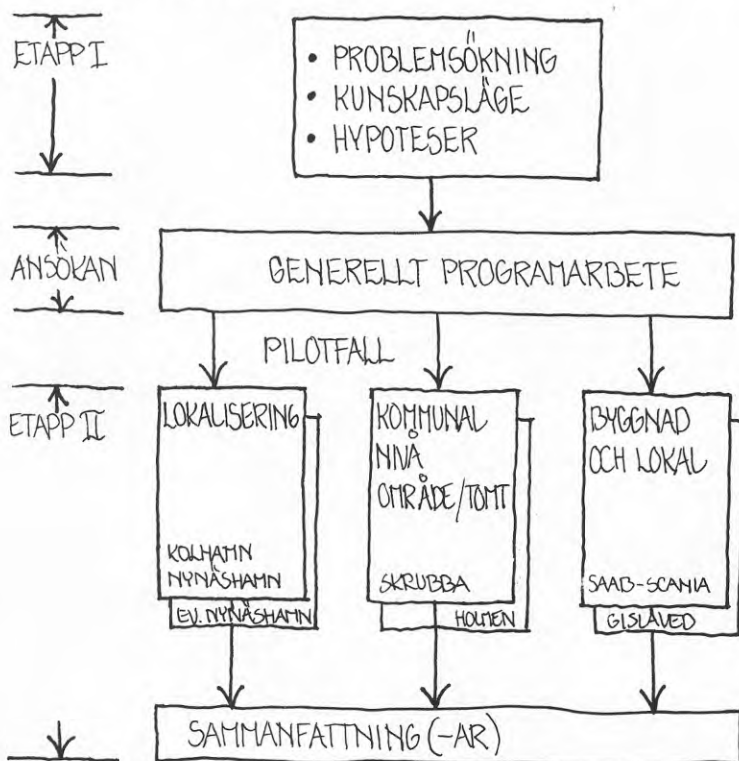
### 14.2 Syfte

Pilotprojektens syfte är sålunda

- o att vid de fall ett större industriprojekt skall lokaliseras, utveckla en modell för hur arbetsmil-

jöfaktorer och energihushållningsaspekter skall redovisas i det beslutsunderlag som skall framtas i 136a §-ärendet, koncessionsprövning vid lokalisering inom kommun/region i lokaliseringssamråd

- o att vid planering av arbetsområden på kommunal nivå, studera tätheter och strukturer mot bakgrund av kraven på intensifierad energihushållning och förbättring av arbetsmiljön samt att dra slutsatser om olika parametrars betydelse vid nyplanering och vid rehabilitering av äldre arbetsområden
- o att vid planering av nya industribyggnader/lokaler samt förändringar i befintliga utveckla en praktisk planeringsmodell vari förbättringar av arbetsmiljön kan samordnas med intensifierad energihushållning.



Figur 14:1. Översikt över projektet.

#### 14.3 Förslag till pilotfall

Utveckling av metoder och lösningar som syftar till att samordna krav på god arbetsmiljö och energihushållning måste utgå ifrån och förankras i praktiska situationer. För de tre nivåerna har därför valts följande projekt:

- o Som pilotfall på nivån lokalisering har föreslagits kolhamn. En första kontakt med bostadsdepartementets handläggande enhet för §136a-prövning har tagits.

- o Som pilotfall på nivån områdesplanering föreslås ett nybyggnads- och ett förnyelsefall.

Som nybyggnadsfall föreslås "Skrubba". Detta område ingår som pilotfall i en påbörjad BFR-studie med kopplingar till den här aktuella problematiken varför mycket av basarbetet så att säga erhålles utan extra insatser.

För planeringsfallet förnyelse/rehabilitering av äldre arbetsområde förordas en vidareföring av projektet om Holmens arbetsområde i Örebro. Även här föreligger ett omfattande basmaterial.

Eftersom det finns en klar tendens till ökad omfattning av förnyelseverksamheten inom arbetsområden föreslås också ett exempel på förnyelse av centralt beläget arbetsområde i Malmö kommun med bebyggelse för småföretag och inslag av "startlokaler". Vi har här tillgång till ett omfattande faktaunderlag i form av konkreta åtgärdsprogram för byggnader, ledningar m m.

- o Som pilotfall på nivån tomtdisposition och byggnads/lokalutformning föreslås Saab-Scania verkstäder i Falun där en total översyn av energibalansen och arbetsmiljösituationen inom anläggningen är aktuell.

För att bl a belysa konsekvenserna av nyttiggörande av spillvärme för fjärrvärmenätet föreslås ytterligare ett pilotfall på denna nivå nämligen Gislaveds gummifabrik. Preliminära kontakter har tagits med företaget.

#### 14.4 Resultat och nyttiggörande

Projektets resultat förväntas bli förslag till konkreta metoder för att samordna förbättringar i arbetsmiljön med intensifierad energihushållning samt praktiska lösningar där fördelar av en samordning kan påvisas. Resultaten och deras nyttiggörande kan ses enligt följande:

- o Bostadsdepartementets enhet för 136a-prövning, koncessionsnämnden och samrådsgrupperna på länsstyrelsen erhåller en modell för de krav som kan/bör ställas på industriföretagens redovisningar av arbetsmiljöfrågor och energihushållning i sökandehandlingen. Modellen utvecklas i en enkel skrift eller PM som kan tjäna de berörda intressenterna.
- o För det kommunala arbetet redovisas en modell för lokaliseringssamråd och planöverväganden mot bakgrund av arbetsmiljö/energiaspekter.



- o På områdesnivå erhålles
  - . dels en modell för hur arbetsmiljö/energi-frågorna kan/bör hanteras i den kommunala planeringen av arbetsområden
  - . dels praktiska exempel.

Materialet kan ev utgöra underlag för en rapport i Planverkets "Plats för arbete" - serie där bl a planfaktorerna - arbetsmiljö och energi - kan komma att byggas ut med särskilda rapporter.

- o På nivåerna tomtdisposition samt byggnads- och lokalutformning framkommer en modell för praktisk hantering och redovisning av arbetsmiljöförbättringar och energihushållningsåtgärder. Materialet bör/kan - förutom redovisning för BFR - ligga till grund för information om frågornas praktiska hantering från exempelvis Arbetarskyddsnämnden och Energiverket.

BILAGA 1. Utvecklingstendenser inom industrin av betydelse för arbetsmiljö och energihushållning

50- och framförallt 60-talet kännetecknades för Sveriges del av snabb industriutveckling och produktionsökning. Den svenska industrin hade i slutet av andra världskriget ett gynnsamt läge: en oskadd produktionsapparat och en diversifierad (självförsörjande) struktur. En hög och stadig tillväxt i den internationella ekonomin och handeln ledde till snabb exportökning. Den gynnade också en strukturrationalisering av den svenska industrin mot några få expansiva branscher och stora högproduktiva enheter.

Långtidsutredningen (1980) pekar på vilken betydelse de stabila priserna på råvaror och olja hade för denna utveckling:

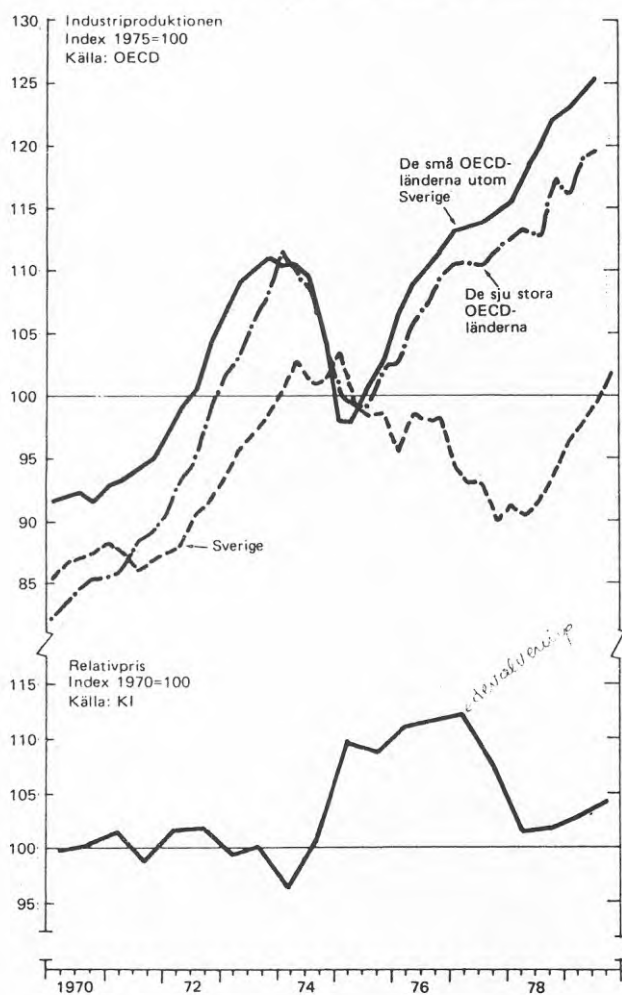
"En väsentlig faktor var stabila priser på råvaror och olja. Medan råvarupriserna med smärre fluktationer nära nog följde priserna på bearbetade varor så sjönk det relativa priset på olja. Detta förhållande hade flera positiva effekter på industriländernas ekonomier.

- a. De små prisvariationerna bidrog sålunda till en låg inflationstakt i industriländerna samt till stabilitet i relativpriserna.
- b. Nedgången i oljepriserna bidrog till att priserna på industriländernas importvaror kom att sjunka i förhållande till exportvarorna. De bidrog därmed till en snabbare realinkomstutveckling i industriländerna.
- c. Tillgången på råvaror och billig energi drev på utvecklingen mot att ersätta arbetskraft med kapital i storskalig produktion, som ofta är energikrävande. Detta bidrog till en snabb investerings- och produktionsutveckling.
- d. De sjunkande oljepriserna bidrog till att sänka transportkostnaderna, vilket i sin tur bidrog till den snabba tillväxten i världshandeln."

Mot slutet av 60-talet vände utvecklingen. Råvaru- och oljepriserna började stiga och inflationen tog fart. En anpassning till de nya priserna hade krävt nya produktionsprocesser, stora investeringar i produktutveckling och därmed rationaliseringar och behov av förändringar i form av ny- och ombyggnader. Att ställa om befintlig produktionsapparat och vidta nödvändig anpassning av bebyggelsen är emellertid en trög process.

I likhet med de flesta andra industriländer kom Sverige under 70-talet sålunda in i ett skede med väsentligt långsammare tillväxt än tidigare decennier

(se figur B1:1). En viktig anledning till att 70-talets kris för Sveriges del blivit särskilt långdragen är att Sveriges fördelar jämfört med andra länder under efterkrigstiden gradvis minskat. Detta gäller främst de områden där vi varit hårdast specialiserade: gruvprodukter, trä, massa, stål, fartyg och transporttjänster. Särskilt inom dessa områden har industrin fått vidkännas en ökande internationell konkurrens från både i- och - i växande grad - u-länder. Förändringarna i industrins struktur kan därför väntas fortsätta. Två utvecklingslinjer kan skönjas.



Figur B1:1.  
 (Källa: Långtidsutredningen LU 80).

En typ av strukturförändring är fusionering, dvs sammanslagning av enheter med olika tillverkningsriktning. Fusioneringen ger möjligheter till ett breddat kunnande och tillverkning av skräddarsydda

produkter av hög komplexitetsgrad. Samtidigt finns en tendens till divisionalisering, dvs att man även inom större koncerner spaltar upp organisationen i lätthanterliga mindre enheter. Snabbare byten av teknik och produkter ställer dessutom krav på att byggnader och installationer kan lätt anpassas till förändringar i produktionen.

Ett försök att belysa intressanta utvecklingsområden för svensk industri är IVAs studie "Kunskap och konkurrenskraft" från 1977/78. En sammanfattning av dessa följer nedan.

- o Energi: teknik för besparing, återvinning och produktion av energi. Här ingår system för styrning och mätning, värmepumpar, utnyttjande av olika energikällor som solvärme, havsvärme, torv, ved och biomassa, kol, vind- och vågkraft samt kärnkraft.
- o Elektronik, kommunikationsteknik och informationsbehandling. Som särskilt intressant betraktas tillämpningen inom industrin vid styrning av processer och maskiner.
- o Transport och distributionsteknik med bil, järnväg och sjöfart. Nya former för organisation, styrning och automatisk hantering kan få betydelse för kollektivtrafik, gemensamma distributionsorganisationer och automatisk materialhantering.
- o Materialteknik, metallurgi och mineralogi  
Mest intressant anses utveckling av tekniskt avancerade specialprodukter vara bl a olika former av ytbehandling, nya legeringar, kompositmaterial och andra material med speciella egenskaper.
- o Teknik för miljöskydd och miljövard. Det gäller luftvård, vattenvård, bullerbekämpning och avfallshandling.
- o Teknik för sjuk- och hälsovård såsom avancerad medicinsk apparatur och hjälpmedel.
- o Utveckling av maskiner till skogsbruk och jordbruk.
- o Tekniskt avancerade byggsystem för speciella krav, byggpaket, flyttbara anläggningar.

De flesta av de uppräknade områdena hör till eller berör verkstadsindustrin. Andra branscher som berörs är järn- och stålindustrin, den elektroniska industrin och byggnadsindustrin.

De områden som inom svensk industri bedöms som särskilt intressanta att utveckla består till två tredjedelar av etablerad teknik som vidareutvecklas och till en tredjedel av ny teknik. De flesta förslag syftar till tekniskt avancerade produkter, ofta till hela system. I många fall är det fråga om metoder att rationalisera befintlig produktion, minska personalen eller öka driftsäkerheten.





Detta utvecklingsmönster återspeglas också i sysselsättningsutvecklingen inom olika branscher enligt SIND (1979) (tabell B1:2). Långtidsutredningen räknar med att sysselsättningen kommer att minska i industrin både totalt och i de flesta branscher. Sysselsättningsutvecklingen blir mest positiv för kemisk industri och verkstadsindustri. Dessa siffror kan jämföras med de olika branschernas andel av energikonsumtionen 1970-1995. De mest energitunga branscherna bibehåller sina andelar.

Tabell B1:2. Antal sysselsatta inom olika industribranscher 1965-85 (Källa: Långtidsutredning LU 80).

|                                      | 1 000-<br>tal<br>syssel-<br>satta<br>1979 | Årlig procentuell förändring |               |               |                          |
|--------------------------------------|---|------------------------------|---------------|---------------|--------------------------|
|                                      |   | 1965-<br>1979                | 1970-<br>1974 | 1974-<br>1979 | 1975-1985<br>Alt 1 Alt 2 |
| Extraktiv ind.                       | 16,3                                      | - 2,9                        | - 1,2         | - 1,6         | - 1,0 - 1,6              |
| Skyddad livsmedelsind.               | 53,0                                      | - 0,3                        | - 2,9         | - 0,2         | 0,4 0,3                  |
| Konkurrensutsatt livs-<br>medelsind. | 21,8                                      | - 1,0                        | - 0,5         | 1,0           | - 2,1 - 2,4              |
| Dryckesvaru- och<br>tobaksind.       | 6,8                                       | - 3,6                        | - 5,9         | - 2,5         | - 3,2 - 3,0              |
| Textil- och beklädnadsind.           | 50,9                                      | - 5,1                        | - 8,2         | - 6,8         | - 6,4 - 6,0              |
| Trä-, massa- och<br>pappersind.      | 156,6                                     | - 0,2                        | 0,3           | - 0,8         | 0,3 - 0,7                |
| Grafisk ind                          | 59,7                                      | 0,7                          | - 1,4         | - 0,5         | - 0,6 - 1,7              |
| Gummivaruind.                        | 12,1                                      | 1,8                          | - 1,2         | - 5,1         | - 3,8 - 4,2              |
| Kemisk ind.                          | 54,5                                      | 3,1                          | 1,4           | 0,2           | 3,9 1,1                  |
| Petroleum- och kolind.               | 3,4                                       | - 6,0                        | - 1,0         | 7,2           | - 2,5 - 3,0              |
| Jord- och stenind.                   | 30,1                                      | - 3,3                        | - 4,1         | - 3,7         | - 1,7 - 2,3              |
| Järn-, stål- och metall-<br>verk     | 64,8                                      | - 1,5                        | 0,9           | - 1,6         | 0,7 - 0,7                |
| Verkstadsind exkl varv               | 401,4                                     | 0,9                          | 1,4           | - 0,8         | 3,2 0,2                  |
| Varvsind.                            | 29,2                                      | - 2,6                        | 5,2           | - 4,6         | - 9,3 - 12,5             |
| Övrig tillverkningsind.              | 7,5                                       | - 1,5                        | - 2,0         | - 4,2         | - 4,8 - 5,8              |
| Hela industrin                       | 968,1                                     | - 0,6                        | - 0,4         | - 1,4         | 1,0 - 0,9                |

Produktivitetsutvecklingen i den svenska industrin under 1900-talet har vid en internationell jämförelse varit snabb. En stor del av den svenska verkstadsindustrin bygger dock fortfarande på uppfinningar från 1800-talets sista decennier. Effekten av förbättringen i tekniken var därför mindre under mellankrigstiden än i seklets början. Efter andra världskriget steg produktionsökningen genom att de höga konjunkturerna och bristen på arbetskraft tillsammans ledde till att investeringarna inriktades i stor utsträckning på rationaliseringar och inte endast på produktionsökningar.

Under 70-talet har tillväxttakten i produktionen minskat igen pga lågkonjunkturerna och Sveriges försämrade handelsbalans. Utslagningen av företag har därför parats med en hög rationaliseringstakt i den återstående industrin.

Sverige står för endast 2 % av OECD ländernas industriella forskning. Genom handel med produkter, maskiner samt licenser och patent sker ständigt en spridning av teknik. För Sveriges del råder balans mellan import och export av teknik. Se tabellerna B1:3, B1:4 och B1:5.

Tabell B1:3. Kapitalstockens, arbetskraftens och teknikfaktorns bidrag i procent till produktionstillväxten i hela näringslivet 1870-1964\* (Källa: Kunskap och konkurrenskraft, IVA meddelande 233, 1969).

| Period    | Årlig prod.-<br>tillväxt (%) | Procentuellt bidrag till den årliga<br>produktionstillväxten från |             |              |
|-----------|------------------------------|---|-------------|--------------|
|           |                              | kapital   | arbetskraft | teknikfaktor |
| 1870-1913 | 2,8                          | 48  | 10          | 42           |
| 1920-1939 | 2,5                          | 39  | 22          | 39           |
| 1946-1964 | 3,4                          | 25  | 16          | 59           |
| 1870-1964 | 3,0                          | 43  | 14          | 43           |

\* Åberg, Y: Produktion och produktivitet i Sverige 1861-1965. Stockholm (IUI) 1969.

Tabell B1:4. Produktion, faktorinsats och teknikfaktor åren 1950-76 i hela industrin\* (Källa: Kunskap och konkurrenskraft, IVA meddelande 233, 1969).

| Period  | Procentuell förändring per år av |                   |                   | Teknik-<br>faktor | Teknikfaktorns<br>bidrag till prod.<br>ökningen (%) |
|---------|----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---|
|         | produktion                       | arbets-<br>timmar | kapital-<br>stock |                   |   |
| 1950-55 | 2,5                              | 0                 | 5,5               | 0,9               | 36  |
| 1955-60 | 4,8                              | -0,2              | 4,6               | 3,6               | 75  |
| 1960-65 | 6,9                              | 0                 | 5,4               | 5,3               | 77  |
| 1965-70 | 5,1                              | -1,8              | 4,8               | 4,9               | 96  |
| 1970-75 | 2,4                              | -1,8              | 4,6               | 2,2               | 92  |
| 1950-76 | 4,2                              | -0,8              | 5,0               | 3,2               | 76  |

\* Teknikfaktorns bidrag kan i själva verket mycket väl överstiga 100 procent, nämligen om en produktionsökning uppnås trots en sammanlagd nedgång i de kvantitativa insatserna av arbetskraft och kapital.

Tabell B1:5. Teknikfaktorns förändringar i några branscher 1950-76 (Källa: Kunskap och konkurrenskraft, IVA meddelande 233, 1969).

|           |       |                                      |
|-----------|-------|--------------------------------------|
| Verkstads | 4,7 % | (jämnt över perioden)                |
| Stål      | 4,6 % | (7 % i periodens början, f n 2 %)    |
| Teko      | 3,7 % | (jämnt över perioden)                |
| Varv      | 3,8 % | (stigande)                           |
| Gruv      | 1,6 % | (hög i periodens början, fn negativ) |
| Livsmedel | 1,5 % |                                      |
| Grafik    | 1,0 % |                                      |

Förändringen av produktionsteknik och produktionskala (den s k teknikfaktorn) har varit olika i olika branscher. Snabbast har förändringen varit i konkurrenssatta exportbranscher och under perioder med god avsättning för produkterna. Förändringar i några branscher visas i tabell.

Några utvecklingstendenser för framtiden:

Produktionsskalan anses inte kunna öka i samma takt som hittills. Inom processindustrin pågår fortfarande en utveckling till större och färre anläggningar DEV (57). Ökningen begränsas av att hemmamarknaden är för liten. Enligt IVAs bedömning har produktionskalan en underordnad betydelse i tekniskt högt utvecklade branscher. Ett alternativ till att öka produktionskalan är att standardisera produktionsapparaten så att den kan användas till fler produkter och/eller standardisera produkter eller dess komponenter. Resultatet är långa serier och en flexibel produktion på samma gång.

Denna teknik passar väl på processindustrier. Inom mejerier kan man med samma utrustning tillverka olika produkter som mjölk, fil, yoghurt genom att variera mjölkens behandling. Samma teknik kan tillämpas även inom t ex bilindustrin där bilens konstruktion består av olika moduler som tillverkas och monteras mha samma utrustning. Genom att kunden erbjuds ett brett urval av varianter på en grundmodell. Standardiseringen av produkter och produktionsmetoder minskar behovet av traditionella yrkeskunskaper i produktionen. Behovet av kunskap om material, verktyg och arbetsuppläggning minskar. En gemensam grundprocess för flera produkter kan dock ge en jämnare beläggning och därmed jämnare arbetsbelastning.

Automatisering med robotar eller NC-maskiner pågår främst inom verkstadsindustrin (tabell B1:6). På grund av att de höga investeringskostnaderna anses sådana investeringar lönsamma dels vid mycket långa serier främst robotar, dels för mycket unika och avancerade produkter främst NCmaskiner. Ett annat område där automatiseringen ökar är lagerhantering och transporter.

Automatiseringens effekter varierar i olika delbranscher beroende på maskinens eller robotens egenskaper och syftet med införandet av tekniken.

En viktig tendens inom industrin är nya system för styrning och kontroll av produktion och lager som utnyttjar mekanisering och automatisering i förening med datakommunikation och reglerteknik (tabell B1:7). Därmed öppnas möjligheten att med hjälp av data koppla ihop konstruktionen av produkter med produktionsplanering, styrning av maskiner, transporter, lager och leverans.

Tabell B1:6. Investeringar i NC-maskiner, industrirobotar, CAD-system, och PBB-system. Bedömningar av utvecklingen under 1980-talet och första delen av 1990-talet. (Källa: DEK SOU 1981:10.)

|                      | NC-maskiner  | Industrirobotar   | CAD-system  | PBB-system |
|----------------------|--|---|---|------------|
| 1970                 | 480  | 55  |   |            |
| 1973                 | 1 060  | 135   |   |            |
| 1976                 | 2 100  |   |   |            |
| 1977                 |  | 490   |   |            |
| 1979                 | 3 650  | 940   | 60  | 250        |
| Mitten av 1980-talet | 6 000  | 2 300   | 200   | 500        |
| Början av 1990-talet |  |   |   |            |
| - övre gräns         | 13 000   | 9 000   | 1 000   | 1 500      |
| - undre gräns        | 8 000  | 6 000   |   |            |
| Mitten av 1990-talet | Måttnad. Ungefär samma tillväxt som maskinin-vesteringarna totalt. | Tillväxten av-tager men är betydligt högre än tillväxten för maskinin-vesteringarna totalt. | Fortsatt snabb tillväxt. Dator-integrerade konstruktions- och tillverkningsystem utgör en snabbt växande andel av maskinin-vesteringarna. |            |

Tabell B1:7. Försäljning av styrsystemutrustning och tjänster fördelad på de näringsgrenar inom vilka slutanvändarna är verksamma, Mkr löpande priser. (Källa: DEK SOU 1981:10.)

| Näringsgrenar  | 1976 | 1977 | 1978 | Prognos 1979 | S:a 1976-1979 | Antal företag med försäljning |
|--|------|------|------|--------------|---------------|-------------------------------|
| Malmgruvor, andra gruvor och mineralbrott                          | 20   | 10   | 2    | 10           | 42            | 4                             |
| Livsmedels-, dryckesvaror och tobaksvaruindustri                   | 6    | 8    | 11   | 13           | 38            | 3                             |
| Textil-, beklädnads-, läder- och lädervaruindustri                 | 0    | 0    | 0    | 0            | 0             | 1                             |
| Massa-, pappers- och pappersvaruindustri                           | 52   | 60   | 55   | 64           | 231           | 19                            |
| Kemisk industri, petroleum, gummivaru- och plastindustri           | 5    | 8    | 14   | 17           | 44            | 14                            |
| Jord- och stenvaruindustri, glas och cementindustri                | 1    | 0    | 0    | 2            | 3             | 3                             |
| Järn- stål- och metallverk   | 34   | 12   | 15   | 19           | 80            | 9                             |
| El-, gas- och värmeverk, produktion och distribution av el         | 39   | 53   | 86   | 34           | 212           | 8                             |
| Vattenverk, renings- och renhållningsverk                          | 3    | 3    | 5    | 7            | 19            | 8                             |
| Trävaruindustri, verkstadsindustri och annan tillverkningsindustri | 2    | 2    | 4    | 5            | 13            | 9                             |
| Övrigt som ej kan hänföras till någon näringsgren enligt ovan      | 3    | 25   | 15   | 14           | 57            | 8                             |
| Summa  | 188  | 183  | 209  | 190          | 770           |                               |

Styrssystem, som används i verkstadsindustrin åstadkommer automatiska kedjor av bearbetningsmoment. Robotar och eller NC-maskiner kopplas ihop med hjälp av automatiska transportsystem och kan fungera utan tillsyn under en del av dygnet t ex ett nattskift. Ett idag extremt exempel på långt driven automatisering är det japanska företaget Fujitsu Fanic Jufi Factory. Företaget tillverkar robotar och NC-maskiner. Dagtid arbetar ett 100-tal personer med att övervaka driften, fylla på magasin till maskinerna och reparera verktyg. Under natten går produktionen med endast 2 anställda.

Inom processindustrin används mät och styrssystem för att reglera kemiska eller mekaniska processer (t ex kemisk industri resp sågverk).

Takten i införandet av ny teknik är kopplad till expansionsutrymmet och konkurrenstrycket i varje bransch. I långtidsutredningens bedömning sammanfaller den framtida investeringstakten i olika branscher med den allmänna utvecklingen i industrin. De branscher som investerar mest blir verkstadsindustri, kemisk industri samt skyddad livsmedelsindustri. För varje övriga branscher är bilden mer splittrad. Kapitalintensiva basindustrier väntas stagnera. Förhållandet mellan investeringar i maskiner resp byggnader varierar mellan branscherna. Under perioder med hård konkurrens tenderar andelen maskininvesteringar att öka. Inom verkstadsindustrin var denna andel 70 % för 1978-79 (enligt SOU (1981:17)). Data och elektronikkommittéen (DEK) räknar med samma förhållande under 80-talet. Processindustrin utnyttjar främst system för processtyrning.

Större förändringar i produktionsteknik kan därför väntas inom gummivaruindustrin, petroleum och kolinindustrin, verkstadsindustrin, varven samt trä- och massaindustrin. Detta påverkar både möjligheterna till energihushållning och arbetsmiljön.

Tendenser av betydelse för energi och arbetsmiljö:

- o Högre bostadsstandard och byggnadsstandard i allmänhet höjer kraven på industrins arbetsmiljö. Arbetsmiljölagen förutsätter att arbetsmiljön följer utvecklingen i samhället.

Utjämning i förvärvsfrekvens mellan kvinnor och män kräver nya lösningar vad gäller arbetstider, närhet mellan bostad - arbetsplats, skolor och daghem, service och allmänna kommunikationer:

- o Kortare arbetspass och större variation i arbetstidens förläggning. Det ger utrymme för mer kontinuerlig drift och bättre unyttjande av lokaler.
- o Samlokalisering av bostäder och arbetsplatser innebär att kraven på begränsning av buller och föroreningar skärps ytterligare (uppmuntran till återanvändning av råvaror och energi).



Varvad utbildning, vuxenutbildning, barnledighet m m leder till större omsättning av personal och större behov av ordnad introduktion, pry-verksamhet och fortbildning inom företagen.

Efterfrågan på tillfälliga, ev mindre kvalificerade arbeten består trots högre allmän utbildningsnivå. Det ger möjlighet att bemanna ensidiga arbeten och uppmuntran till införande av styrsystem och automatisk produktion.

Arbetsmiljö- och medbestämmandelagstiftningen liksom lagen om styrelserrepresentation har lett till att de anställda har tillgång till bättre information om planeringen av lokaler, produktionsmetoder och arbetsorganisation. Genom referens- och arbetsgrupper och vid förhandlingar har de anställda möjlighet att bevaka arbetsmiljökrav och medverka med sina erfarenheter för att förebygga fel vid planeringen av produktionen.

Industrins byggnader är traditionellt mycket generella. Verksamheterna förmår vid förändring att anpassa sig mer eller mindre väl till befintliga lokaler. Detta har lett till att byggnadsföretagen har utvecklat enkla standardiserade skalsystem som består av lätta, ofta prefabricerade element. Projekteringen har kunnat förenklas och byggnads(monterings-)tiden har hållits nere. Speciellt mindre och medelstora företag använder sig av detta system.

Flera tendenser kan märkas som leder till bättre samordning och säkrare beräkningar av byggnadens egenskaper. Datortekniken ger möjlighet till en förfinad beräkningsteknik. Konstruktionerna kan därför göras mer materialbesparande. Funktionen av installationssystemen - deras effekt och förbrukning kan bedömas bättre och "skräddarsys" för sitt ändamål.

Ett större mått av standardisering av byggnadsdelen och installationssystemen kombinerat med tveksamt datorstödd materialupphandling ger möjlighet att bättre anpassa byggnaden till verksamhetens behov. Generaliteten ligger därmed i modulsystem och standarddelar medan den färdiga byggnaden kan anpassas efter verksamhetens behov. Detta kan ske snabbt och senare i projekteringen än det har varit möjligt förut.

## LITTERATURFÖRTECKNING

Abel, Enno, 1980, stencil (CTH).

Andersson, B, Backman, A, Wahlberg, H, 1980, Värmeåtervinning ur avloppsvatten, förprojektering i Falun (BFR R42:1980).

Arbetarskydd, Arbetarskyddsverket tidning: utges av Arbetarskyddsstyrelsen, Stockholm.

Arbetsmiljöarbetet, 1976, SAF/LO/PYK, Avtal om allmänna regler för arbetsmiljöverksamhet i företagen samt om rekommendationer för partssamarbete etc (SAF, LO, PTK).

AML, Arbetsmiljölagen; SFS 1977, 1160-1171.

Arbetarskyddsfonden; SFS 1971:803.

Arbetarskyddsstyrelsens anvisningar, Liber distribution, Vällingby.

Beck, I, Dingertz, J, 1980, En studie av olika produktionsfaktorers betydelse för gjuteribranschen samt en orientering om olika energipolitiska styrmedels inverkan på densamma (examensarbete utfört inom ämnesområdet Produktionsekonomi vid Tekniska Högskolan i Linköping 1980:122) Linköping.

Bergqvist, B, 1977, Luftridåer för ventilation av ytbehandlingsbad (Arbetarskyddsfondens projekt nr 76/140) Stockholm.

Bergqvist, B, Swartz, H, 1980, Värmeåtervinning ur ventilationsluft inom verkstadsindustrin (STU, Sveriges Mekanförbunds energisparkommitté nr 164-1980)

Bergqvist, B, Altman, H, Keikkala, G, 1980, Diskussionsmaterial, infångnings och tilluftsdon för platsventilation vid smältsvetsning, (Therorells Ingenjörbyrå), Stockholm.

Berkowicz, G, m fl, 1980, Värmepumpar för flerbostadshus, förstudie 750 lägenheter i Minneberg, Stockholm (BFR R81:1980) Stockholm.

Berndtsson, L, Colven, R, Jönsson, A, Lindgren, 1980, Mångsidigt användbara förskolor och fritidshem, förstudie till energiexperiment, (BFR R48:1980)

Berns Tomas, Krister Forsberg, Olof Manholt, 1982, Underhållsarbetets ergonomi inom tung processindustri (ASF/ERGOLAB) Stockholm

Björefeldt, U, Öhrn, C, 1980, En studie av olika produktionsfaktorers betydelse inom sågverksbranschen samt en orientering om olika energipolitiska styrmedels inverkan på densamma (examensarbete utfört i produktionsekonomi vid Tekniska Högskolan i Linköping 1980:117).

DEK, Datateknik i verkstadsindustri, (Industridepartementet) SOU 1981:10.

Boliner m fl, 1070, Risker i jobbet: LO-enkäten (LO).

E Bolinder m fl, 1981, Vad händer med arbetsmiljön (LO-utredningen)? LO Tidens förlag, Stockholm.

Bruce,T, Hedlund,B, Nilsson,O, m fl, 1981, Solvärme-central Södertuna för ca 500 lägenheter, Förstudie, (BFR R28:1981).

Byggtekniska möjligheter att spara energi i befintligt bebyggelse, 1980, (Industrigruppen för Lätt byggeri).

Böös,B, Reichenberg,C, 1980, Energihushållning i befintlig bebyggelse. En stadsbyggnadsstudie, (BFR T26:1980).

Carlsson,L, Jonsson,S, 1980, Energihushållning i stadsplanen, Planstudier, (BFR T16:1980).

Elehn,G, Fransson,R, 1979, Efterkalkyl av energiförsörjningssystemen i Andersberg, Gävle, redovisning av praktikarbete på Gävle energiverk, (Statens institut för byggnadsforskning,samhällsplaneringsgruppen)

Energi och samhälle, Idéskiss i inledningen till en framtidsstudie, 1975, (Projektgruppen "Energi och samhälle" sekretariatet för framtidsstudier)

Energi i utveckling, program för forskning, utveckling och demonstration inom energiområdet 1981/82-1983/84 (EFUD 81), 1980, (SOU, delegationen för energiforskning 1980:35).

Energi i Örebro, (Örebro kommuns energisparkommitté) Örebro.

Energianvändning under utveckling volym 1, förslag till FoU-insatser 1981/82-1983/84 för programmet energianvändning i industriella processer m m (STU info nr 188-1980)

Energieffektiviteten för person- och godstransporter i Sverige; TFD (Transportforskningsdelegationen) 1979:1.

Energiforskning, Förteckning över angelägna forsknings-och utvecklingsprojekt inom massa- och pappersindustrin, 1977 (Svenska Cellulosa och Pappersföreningens energikommité EFP gruppen) Stockholm.

Energiförsörjningen 1977-83, 1979 (SIND PM 1979:1) Stockholm.

Energihushållning i befintligt arbetsområde, Holmen, Örebro, 1980, (Örebro kommun, VBB, Rapport Etapp I), Örebro.

- Energihushållning i befintlig bebyggelse, 1977, (Statens Planverk rapport 41) Stockholm.
- Energihushållning med besinning del 2, uppsatser om forskning och utveckling (BFR T10:1981)
- Energihushållning i företag, en handbok om energiekonomi och energisparåtgärder, 1980, (SIND) Stockholm.
- Energikonsulter vid regionala utvecklingsfonder, utvärdering av en försöksverksamhet, 1980, (SIND Energibyrå)
- Energikällor - energiomvandling, 1971 (Sveriges Mekanförbund)
- Engelbrekt, J, 1978, Livsmedelshandlarnas attityder till bidrag för energibesparande åtgärder (Handelns utredningsinstitut) Stockholm.
- Engström, Carl-J, 1980, Solvärme i bebyggelseplanering (Statens Planverk, rapport 53).
- B Eriksson och K Gustafsson, 1978, Arbetsmiljölagen (med kommentarer) Tidens Handböcker.
- Forskning och utveckling Januari 1980, (Theorells) Stockholm.
- Fritzell, Bo och Löfberg Hans A, 1970, Dagsljus inomhus (BFR T11:1970).
- Förnybara energikällor, en sammanställning av aktuella bedömningar, bilagedel, 1979, (DFE rapport nr 22).
- Granit, M, Möller, J, 1979, Energifrågor vid tomtutredningar-tillämpning FOA Borkyrka, (BFR R76:1979) Stockholm.
- Granit, M, Möller, J, 1980, Husform, kvaliteter och energibehov - en analys av fyra förvaltningsbyggnader, (BFR R80:1980).
- Grubbström, R-W, 1979, Det ekonomiska värdet av energi i olika former (Forskningsrapport 54 Tekniska Högskolan i Linköping).
- Göransson, A, Jansson, B, Lamm, J, Nielsen, B, 1980, Energi i bebyggelseplanering, beräkningsmetod för uppvärmning, transporter och försörjningssystem, (BFR T27:1980)
- Hagstedt, B, Hellan, P, Rosberg, K, 1980, Återvinning av kondensorvärme från kylanläggningar i livsmedelsbutiker, förstudie, (BFR R89:1980).
- Holmér, B, Lindqvist, S, 1980, Energihushållning i stadsplanen, lokalklimatologiska studier. (BFR T6:1980).
- IVA, 1979, Kunskap och konkurrenskraft (IVA) medd. 223.

Jansson,B, Kunnos,G, Troedsson,U, 1981, Energiushållning i befintlig stadskärna, Kristianstad. (BFR T3:1981).

Jerkbrandt,B, Jerkbrandt,C, Malbert,B, 1979, Ett ekologiskt synsätt i översiktlig planering - en kunskapsöversikt, (BFR R98:1979).

Johansson,T-B, Lönnroth,M, 1975, Energianalys en introduktion (Projektgruppen "Energi och samhälle" Sekretariatet för framtidsstudier) Stockholm.

Järnegran,A, Ventura,F, Wärneryd,O, 1980, Samhällsbyggnad och energiförsörjning (BFR R52:1980).

Kjellén,B, 1980, Energirådgivning "Vilsta-projektet" rapportserie (SIND rapport EK 80:1).

Kompendium i energi och stadsbyggnad, 1978, (Tekniska Högskolan i Stockholm, avdelningen för samhällsbyggnad 3:1978) Stockholm.

Lamm,J, Wennerhag,P, Wästlund,H, Ranhagen,U, m fl, Konzept, Borås energisparåtgärder, Industristruktur och lägerenergi, en studie över industrins läge och energiomsättning, slutrapport, (VBB) Stockholm.

Larsson,T, 1978, Värmepumpsystem, programplan för EFUD-78 programelement 04 (BFR G5:1978)

Levnadsförhållanden, Arbetsmiljö, 1979, SCB-rapport N 37, (Liber förlag) Stockholm.

Lundkvist, D m fl, Kartläggning av industrins energianvändning, 1980 (NEFOS 1980:1 Näringslives Stiftelse för Forskning och Utveckling på Energiområdet).

Lippoy, Robert, 1982, Den fysiska strukturen och olika planeringsåtgärders inverkan på persontransport. Exempel från Lund och Kalmar, (Institutionens publikationer för trafikteknik, Lunds Tekniska Högskola).

LU 80, Långtidsutredningen (Ekonomidepartementet) SOU 1982:14.

Mattsson,J-O, Åkerman,J, 1980, Energiförluster genom vind, bedömning av tre förslag till stadsplan för Bulltoftaområdet i Malmö, (BFR R176:1980).

Matsson,L-O, 1980, Solvärmearläggning ansluten till fjärrvärmevät, förstudie i Gävle, (BFR R49:1980).

MBL, Medbestämmandelagen; SFS 1976:580.

Miljöstatistisk årsbok 1978, Arbetsmiljö (SCB).

Miljöstatistisk årsbok, arbetsmiljön, 1979, (SCB, Liber förlag) Stockholm.



Morgondagens energi, 1982. (DFE) rapport nr 50, Uppsala.

National Agency for Physical Planning, 1979, Heat Requirements of Residential Areas, (Planstyrelsen, Miljöministeriet, Köpenhamn).

Nilsson, A, Svensson, P-O, Wallin, B, 1980, Kommunala energisparöversikter, metoder för insamling och bearbetning av faktaunderlag för kommunernas energisparverksamhet i befintlig bebyggelse, (BFR R144:1980).

B Nilsson, U Ranhagen, 1979, Industriell arbetsmiljö (Avd för arkitekter, KTH) Stockholm.

Ny arbetsmiljölagstiftning. Arbetsmarknadsdepartementet, Liber Tryck.

Odhe, B, Sandstedt, A, Strindehag, O, 1979, Värme från avsvältnande gods, uppföljning av en installation av avsvältningstunnlar i Smedjan vid Överums Bruk, (BFR R109:1979).

Olsson, S, 1978, Kommunal energiplanering, programplan för EFUD-78 programelement 06 (BFR G:7 1978).

Olsson, S, Werner, G, 1980, Energihushållning i stadsplanen, teknisk och ekonomisk analys (BFR T30:1980)

PM betr Skyddsområden i Stenungsund, 1975, (VBB).

Peterson, F, 1978, Byggnad, byggnadsdelar och inre försörjningssystem, programplan för EFUD-78 programelement 02, (BFR G4:1978)

Planering och energihushållning i kommunerna, Forskningsprojekt 1 Juli 1978 (BFR).

Plan O Bygg, 1982:4, (tidskrift, Statens Planverk).

Platen von, M, 1981, Vinden, värmen och pengarna, Lund.

Plats för arbete - Trafik - VBBs bidrag till rapportutkast 5 augusti 1980.

Plats för arbete, Statens Planverk, rapport 60 del 1-5.

Program för energihushållning i befintlig bebyggelse, betänkande från energihushållningsdelegationen, 1980:43 (SOU).

Psykiska och sociala aspekter på arbetsmiljön, AFS (Arbetarskyddsfonden) 1980:14 (1980)

Ranhagen, U och Bergenståhl, H, 1982, Industrieanläggningars utformning, Delrapport 2, (Mekanförbundet), Stockholm.

Rapp, B, 1980, Energiförbrukningen inom Malt- och läskedrycksindustrin i Sverige, (Tekniska Högskolan i Linköping, Forskningsrapport nr 60).

Riktlinjer för energipolitiken (Regeringens proposition 1980/81:90 bilagedel)

Statens Naturvårdsverk, 1973, Riktlinjer för luftvård, (SNV 1973:8).

Sahlberg, B-W, 1979, Kommunal planering med hänsyn till förnyelsebara energikällor, (BFR R13:1979).

SCB E 1981:16, Statistiska Centralbyrån, Enheten för energistatistik, Serie E - Energi, (Statistiska meddelanden).

SIND, 1977, Sveriges energianvändning under 1980- och 1990-talen, (Statens Industriverk).

Sjunnesson, L, 1978, Yttre försörjningssystem, programplan för EFUD-78 programelement 01, (BFR G:3 1978).

Sjölund, J, 1981, Värmeisoleringsekonomi, BFR R18:1981).

Solenergi för industribyggnader, 1979, En studie av förutsättningarna i fyra anläggningar (BFR).

Skurup, Askleden, 1981 Passiv energimottagning (VBB).

Stockholms Läns Landsting, 1981, Landstingets energihushållningsplan, (Stockholms Läns Landsting, förvaltningsutskottets utlåtanden och memorial 1981:14).

Statens industriverk, Oljeersättningsfonden, PoD-rapportering 2:1982.

Steen, P, Johansson, T m fl, 1980, Energi - till vad och hur mycket, (Delegationen för energiforskning, rapport 39), Stockholm.

Svedinger, B, m fl, 1981, Värme i jord, berg och vatten, utvinning och lagring, (BFR T1:1981).

Svensk industriell energiforskning 1980, (Ingenjörsvetenskapsakademien) IVA-rapport 212. Stockholm 1981

Sveriges energianvändning under 1980- och 1990-talen, prognoser 19785, 1990 och 1995, 1977 (utredning från Statens Industriverk SIND 1977:6)

Tekniska meddelanden 203 inst. för uppvärmnings- och ventilationsteknik, 1981 (KTH, Stockholm, Theorells 1981:3 vol 10).

Theorells Ingeniörsbyrå, 1980, Termiskt inomhusklimat (Theorells).

Theorelldagen jan 1980, Energi och arbetsmiljö, (Theorells Ingeniörsbyrå)

Theorelldagen 1980, Energi och arbetsmiljö 2 (Theorells Ingenjörbyrå)

Trafik i Nordisk tätort, 1978, Nordkoltprojektet (Nordiska ministerrådets rapporter 1978:14-16).

Varudistribution i tätort, 1977, TFD Dnr 37/76-42, VBB.

Varudistribution i tätort, 1979, VART II, TFD Dnr 71/78-42, VBB.

Varudistribution i tätort, 1981, VART III, TFD Dnr 71/78-42, VBB.

Ventilationsteknik, 1979, (Theorells)

Wene, C-O, 1976, Arbetsmiljö och energi - ett delproblem i frågan om energi och miljö (Projektgruppen "Energi och samhälle" Sekretariatet för framtidsstudier), Lund.

VVS-tidningen, (tidskrift) 1982:7-8, Stockholm.

Yamashina, Hajime, Peter Gröndahl, Anders Arnström, 1982, Japansk tillverkningsfilosofi och Kanban-systemet, (IVF-resultat 82610).

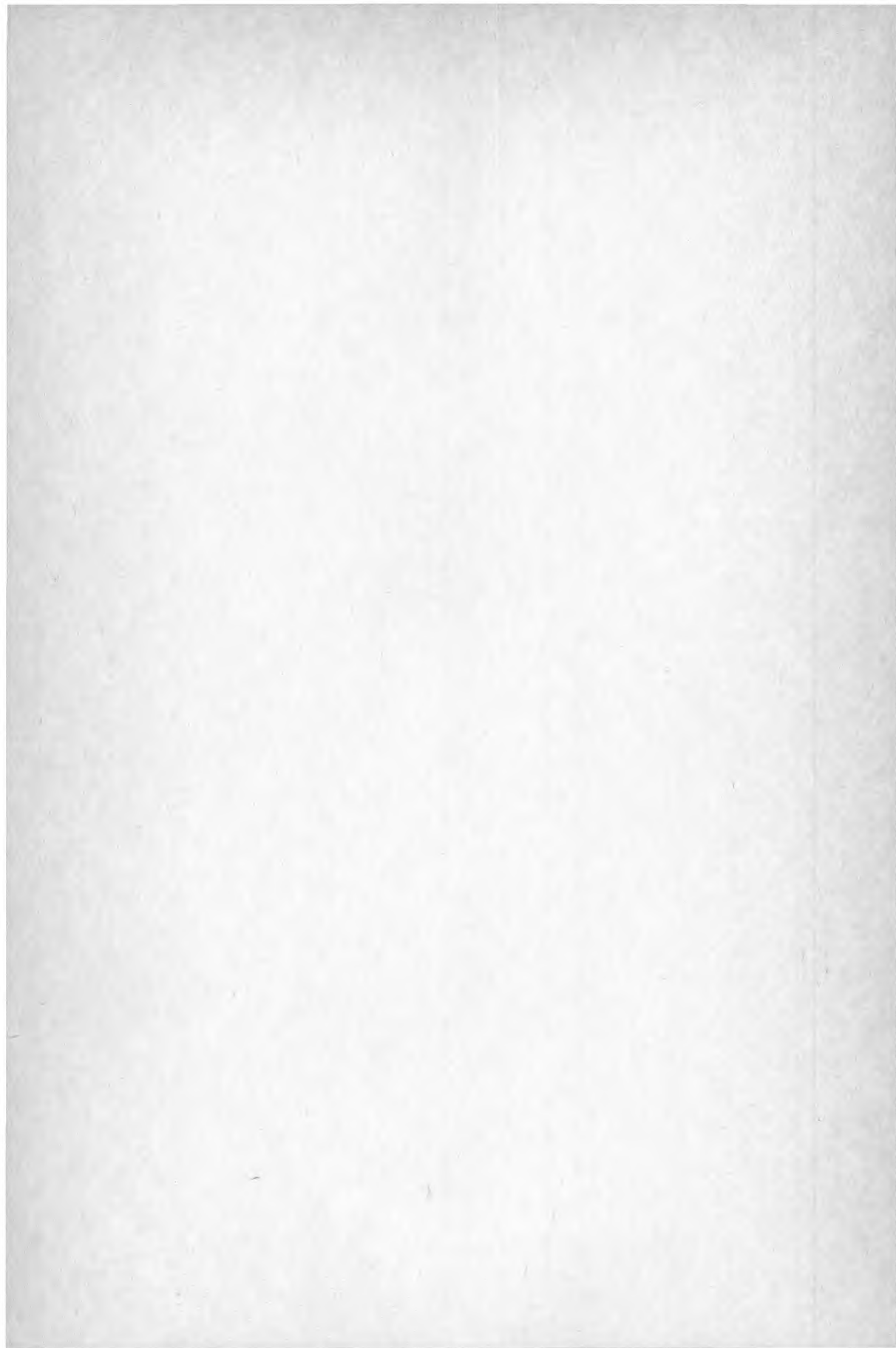
Öfverholm, E, 1978, Solvärmesystem och energilagring, programplan för EFUD-78 programelement 05 (BFR G6:1978).



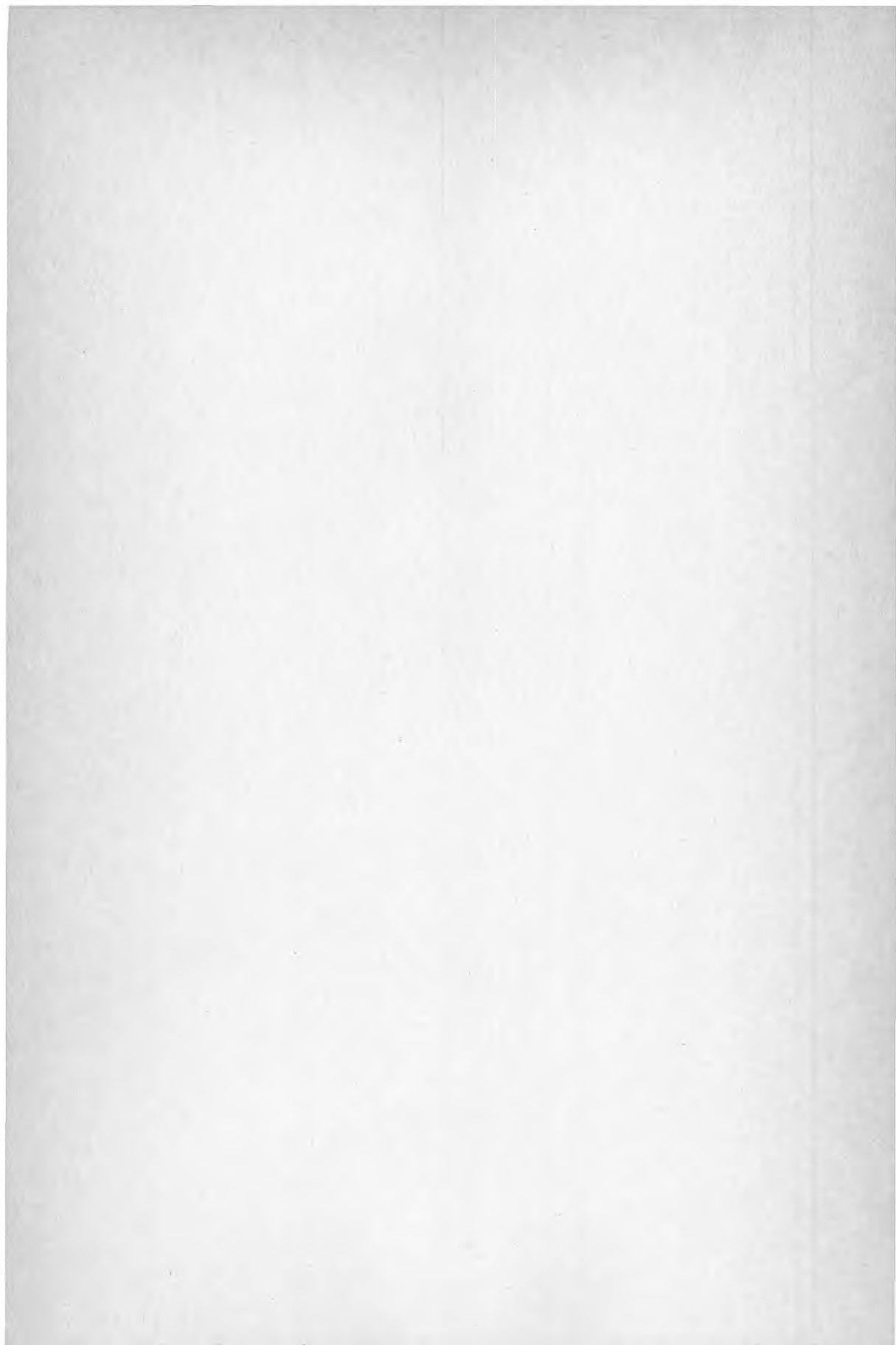
















**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
800772-1 från Statens råd för byggnadsforskning  
till VBB AB, Stockholm.**

**R110: 1983**

**ISBN 91-540-3965-7**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6700810**

**Abonnementsgrupp:  
Y. Byggnadsfunktion**

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

**Cirkapris: 45 kr exkl moms**