



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

R80:1980

Husform, kvaliteter och energibehov — en analys av fyra förvaltningsbyggnader

Michael Granit
Ib Möller

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	80-1339
Plac	Ser

R
GNT

BYGGDOK

Sankt Eriksgatan 46
112 34 Stockholm
tel: 08-617 74 50
fax: 08-617 74 60

Byggforskningsrådet

R80:1980

Husform, kvaliteter och energibehov -
en analys av fyra förvaltningsbyggnader

Michael Granit
Ib Möller

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 771377-7 från
Statens råd för byggnadsforskning till BS Konsult AB, Stockholm.

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

R80:1980

ISBN 91-540-3294-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

INNEHÅLL

FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	7
1. INLEDNING	11
2. FRÅGESTÄLLNINGAR	13
2.1 Varför får byggnader en viss form?	13
2.2 Byggnadsformens påverkan på energibehoven	16
2.3 Byggnadsform och kvaliteter	19
3. DE UTVALDA ANLÄGGNINGARNA	25
3.1 Urvalet	25
3.2 Kalmar, Tele Data	26
3.3 Kalmar, Östra Malmen	27
3.4 Norrköping, SMHI	28
3.5 Norrköping, Saltängen	29
3.6 Sammanställning av uppgifter om anläggningarna	30
4. BERÄKNINGAR	33
4.1 Beräkningar av värmetransmission	33
4.2 Solvärmebortfall vid gruppering kring gårdar	34
4.3 Ventilation	39
4.4 Fläktdrift	40
4.5 Energi för hissar	40
4.6 Energi för belysning	42
4.7 Ljusa och mörka ytor	42
5. BYGGNADSFORM - KVALITETER - ENERGIBEHOV	43
5.1 Måttförhållanden	43
5.2 Kvaliteter	47
5.3 Energiförbrukning	67
6. SLUTSATSER	89
LITTERATUR	92



FÖRORD

Föreliggande studie har utförts inom BS Konsult i samarbete med Byggnadsstyrelsen.
Hans Fog har regelbundet medverkat som konsult under arbetets gång.

Från BS Konsult har förutom undertecknade deltagit:

Irma Lindberg	arkitektavdelningen
Christine Tsakok-Möller	arkitektavdelningen
Sam Särnmark	konstruktionsavdelningen
Sander Faxvall	VVS-avdelningen
Günter Willsch	VVS-avdelningen

Från Byggnadsstyrelsens tekniska byrå har medverkat:

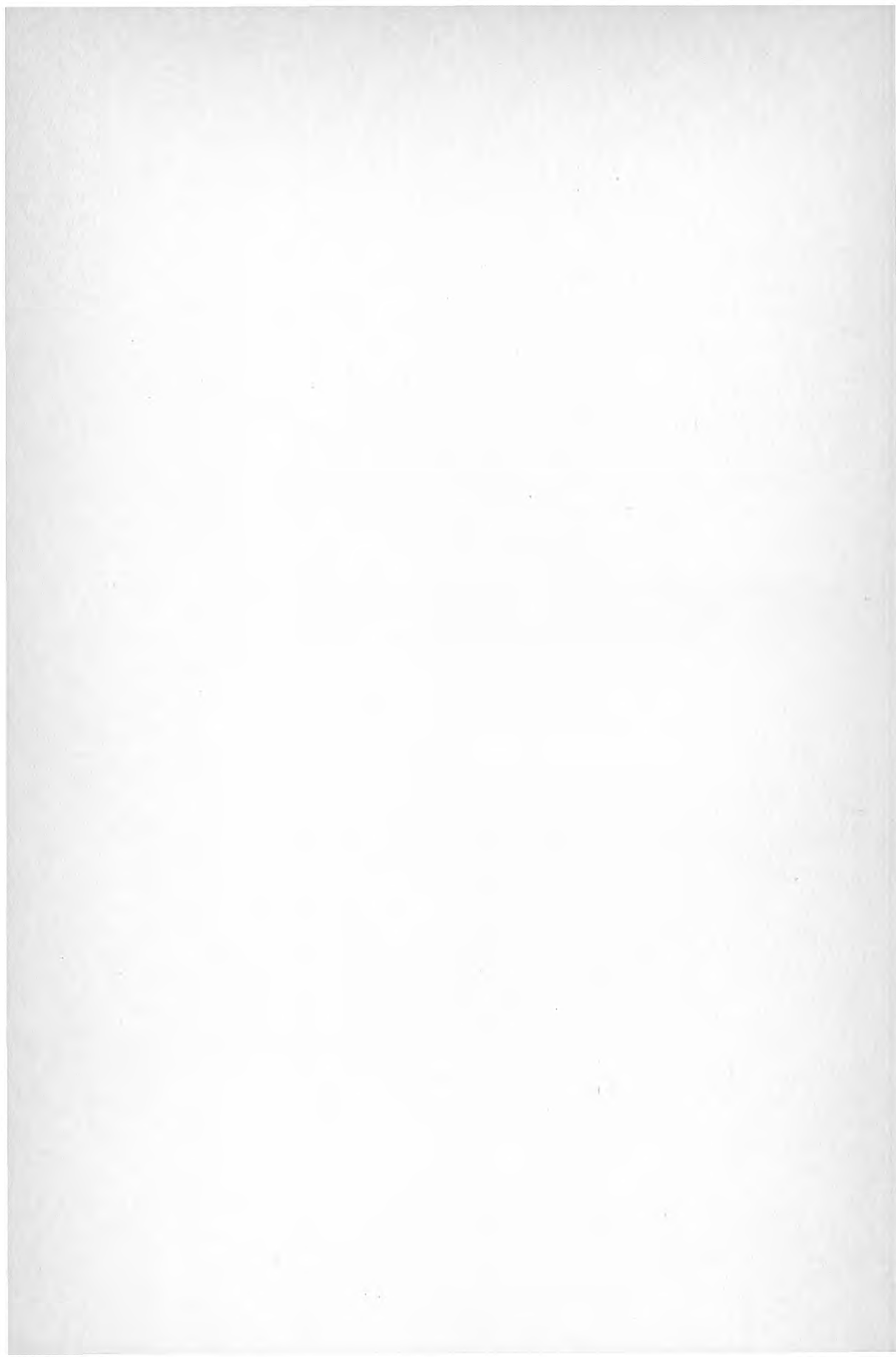
Ann Westerman	arkitektsektionen
Stefan Sandsten	VVS- och driftsektionen
Svante Nilsson	VVS- och driftsektionen
Åke Franzén	elsektionen

Råd och synpunkter har erhållits av:

Claes Reutersköld	BFR
Lars Göran Månsson	BFR
Olle Eriksson	konsult
Anders Liljefors	KTH
Stig Hammarsten	SIB
Anders Svensson	SIB

Denits Sjöstrand, Kone Hissar AB, har medverkat vid beräkningen av energi för hisstransporter.

Michael Granit	Ib Möller
----------------	-----------



SAMMANFATTNING

Byggnaders geometriska form inverkar på deras energibehov. Det gäller energibehov för byggande och byggnadsmaterial, för uppvärmning och ventilation och för belysning och transporter.

Formen betyder samtidigt mycket för både yttre och inre miljökvantiteter och därmed för lokalernas användningsvärde. En av de viktigaste kvaliteterna är tillgången till dagsljus och utblickar.

Denna studie belyser sammanhang mellan byggnadsform, användningsvärde och energibehov genom analyser av fyra verkliga förvaltningsbyggnader. Den tar upp de energibehov som är förknippade med användningsfasen och byggnaderna har valts ut som typexempel på olika byggnadsformer. Avsikten är att analyserna av dessa exempel skall kunna tjäna till vägledning i de många valsituationer som uppstår för beställare, brukare och projektörer under det att ett byggnadsprojekt tar form.

Diskussionerna kan röra sig om exempelvis:

- samlad eller utbredd anläggning
- smala eller breda huskroppar
- öppna eller slutna gårdar
- höga eller låga hus
- källare eller inte källare
- plana tak eller lutande
- högre eller lägre våningshöjder
- fördelningen av ljusa och mörka utrymmen
- sammanhängande eller uppdelad volym
- arkader eller inte arkader
- slät fasad eller fasad med ut- och indragna partier

Fyra statliga förvaltningsbyggnader valdes ut för studium. Två i Norrköping, SMHI och Saltängen, och två i Kalmar, Tele Data och Östra Malmen.

Tele Data

Byggnad i 2 våningar, mycket kompakt form. Byggt 1976-78, volym 36.000 m³, ca 150 arbetsplatser.

Östra Malmen

Byggnad i 2-3 våningar, ganska upplöst form. Byggt 1976-78, volym 59.000 m³, ca 380 arbetsplatser.

SMHI

I huvudsak smala hus i 2 våningar. Upplöst form. Byggt 1973-75, volym 70.000 m³, ca 425 arbetsplatser.

Saltängen

Sammanhängande komplex i 4 våningar. Kompakt form. Byggt 1973-75, volym 145.000 m³, ca 1.000 arbetsplatser.

Anläggningarna kan sägas utgöra typexempel på skilda sätt att utforma byggnader, men de uppfyller samtidigt i stort sett likartade funktionskrav vilket är väsentligt för jämförbarheten. I samtliga fall finns ett dominerande inslag av kontorsutrymmen men också särskilda utrymmen för speciella verksamheter, t ex laboratorier, tryckerier, datacentraler m m.

Denna studie visar att en mer kompakt byggnadsform inte alltid leder till ett lägre energibehov. Vissa steg i förändringen av den geometriska formen t ex där byggnadens inre börjar användas till arbetsplatser ger tvärtom en ökning av elbehovet för belysning som i många fall kan dominera över de vinster genom minskning av värmetransmissionen som en mindre omslutande area ger.

Kompakthet i form av större hushöjd ger dessutom en ökad ofrivillig ventilation, ett ökat elbehov för hisstransporter och - i varje fall för större anläggningar - en minskning av de nyttiga solvärmestillskottet på grund av att delar av husen kan komma att skugga andra i större utsträckning.

Utom i fråga om de mest kompakta hustyperna medför en förskjutning mot mer kompakt byggnadsform att det totala energibehovet minskar. Samtidigt är en försämring av byggnadskroppens miljö-kvaliteter och användningsvärde svår att undvika och det sker samtidigt en förskjutning mot en större andel el i energibehovet.

När en viss mängd rena förvaringsutrymmen o dyl kan beredas plats i en byggnads inre genom en mer kompakt form blir skillnaden i kvaliteter relativt små. De berör t ex föränderbarheten, orientering och kontakt mellan olika arbetsrum.

Kvaliteterna blir i högre grad lidande när kommunikationsutrymmen och rum för tillfällig vistelse kommer att förläggas i lägen utan tillgång till dagsljus och möjligheter till utblickar och vädring. Det gäller framför allt hörsalar, sammanträdesrum, pausrum, matsalar och vilrum men även trappor, korridorer, väntrum och toaletter. Här berörs sådana viktiga behov som behoven av orientering, variation och stimulans. Dessa är fundamentala mänskliga behov som inte får förbises. Det finns en förenklad rationalism som kanske kan ge vackra kalkyler för ekonomi och energi men som har förödande konsekvenser för den miljö där människor skall vara verksamma hälften av sin vakna tid, år ut och år in. En väl avvägd byggnadsform som kan tillgodose dessa fundamentala behov kostar inte mycket mer i energi men kan i hög grad öka välbefinnandet för de människor som använder husen.

Den största kvalitetsförsämringen sker när man väljer en så kompakt byggnadsform att de permanenta arbetsplatserna får en "mörk" förläggning. I sådana fall kan också det totala energibehovet öka till följd av erforderliga höjningar av den tekniska standarden.

De fyra anläggningarna visar prov på alla dessa olika steg och andelen dagsljusbelyst golvareal varierar från 69% i SMHI till så litet som 28% i Tele Data. Så gott som alla utrymmen där detta är väsentligt har kunnat få dagsljus och utblickar i SMHI och Östra Malmen. Men dessutom har där en viss del förrådsutrymmen, som egentligen inte kräver dagsljus, kommit att förläggas till dagsljuszon till följd av den valda byggnadsformen.

Tele Datas och Saltängens kompakta former har gått ut över dagsljuset i arbetsrum, sammanträdesrum och kommunikationsutrymmen vilket är allvarligt.

Utblickarna har också påverkats negativt, särskilt av Saltängens kompakthet. Från de flesta av fönstren i Saltängen ser man mest andra delar av samma hus med likadana fönster.

Bristen på dagsljus i kommunikationer är särskilt märkbar i Saltängen där en stor del likartade dubbelkorridorer och invändiga trapphus utan orienterande utblickar gör det svårt att hitta.

Mycket stora hus, som oftast är svårhanterliga både i fråga om yttre och inre miljökvaliteter, kan knappast försvaras med energihänsyn. Med en rimlig andel dagsljusbelysta utrymmen blir marginalnyttan i fråga om transmission mycket liten vid ökning utöver 5 å 10.000 m² golvarea. Vad man där vinner i fråga om transmission kan också lätt förloras t ex genom ökat tjuvdrag eller minskat solvärmestillskott. Med en uppdelning av de mycket stora enheterna kan man vinna väsentliga fördelar i fråga om orientering och överblickbarhet.

Analyserna av de fyra anläggningarna påvisar att det är vid mycket smala eller låga hus som formförändringar ger största utslag på omslutande areor och värmetransmission.

För de lägsta, smalaste och mest genomlysta husen, som finns i SMHI, medför byggnadsformen en ungefär dubbelt så stor värmetransmission per m³ som för de mest kompakta med små fönster. Största delen av denna skillnad svarar fönsterstorleken för. Därefter kommer fasadarea och area på tak- och bottenbjälklag. Sådana skillnader är var för sig över 100 MWh/år för de studerade anläggningarna vilket kan jämföras med energiförbrukningarna på 3-7000 MWh/år.

Anläggningarnas olika kompakthet har också medfört mycket stora skillnader i fördelning mellan utrymmen med eller utan dagsljus, vilket också ger stora skillnader i fråga om miljökvaliteter. Behovet av el för belysning påverkas samtidigt. Skillnaden har storleksordningen omkring 100 MWh/år.

Elbehov för hissdrift är mycket litet för de fyra anläggningarna, 0,6 - 6 MWh/år. Skillnaderna är därför obetydliga, men skulle börja bli av en viss betydelse vid jämförelse med högre hus.

För storleken av nyttigt solvärmestillskott och värme bortförd genom ofrivillig ventilation kan andra faktorer än byggnadsformen spela den största rollen. Byggnadsformens inverkan på dessa poster kan därför bli av helt olika storleksordning.

De undersökta byggnaderna är grupperade kring gårdar. Bortfallet av nyttigt solvärme jämfört med hus som inte skuggar sig själva har kalkylerats till 15-30 MWh/år för vissa av de gårdar som finns i anläggningarna. För hela anläggningarna blir storleksordningen 50-100 MWh/år.

En byggnadsform som ger stora elbehov för belysning eller solvärmeöverskott inverkar i hög grad på luftbehandlingsanläggningen. Det är i första hand elbehovet för fläktdrift och eventuella kylmaskiner som påverkas av detta medan värmehöjningen av ventilationsluften mer sammanhänger med rumshöjder och tillgång till öppningsbara fönster.

Kompakta byggnader med arbetsplatser i inre zoner får lätt besvärande värmeöverskott under stora delar av året, vilket blir dimensionerande för luftflöde och fläktkapacitet - i svåra fall även kylmaskineri. Att så är fallet trots senare års strävan mot lägre installerad belysningseffekt beror dels på ökad maskinell utrustning i övrigt och dels på att byggnaders värmeavgivning minskat i och med nya byggnormer.

Huvudtendenserna i resultaten från de fyra förvaltningsbyggnaderna torde även ha en viss giltighet för andra typer av arbetslokaler o dyl där verksamheten huvudsakligen sker t ex i enskilda arbetsrum, mindre verkstäder, laboratorier, undervisnings- och vårdrum.

Energijämförelser som baseras på volym eller area är olämpliga vid bedömning av nybyggnadsförslag. De volymer eller areor som jämförelsen baseras på kan vara långt ifrån likvärdiga i olika alternativ. Det kan rekommenderas att jämförelser även görs som tar hänsyn till förhållandet mellan "ljus" och "mörk" area i projektet. Man kan helt enkelt jämföra kalkylerade energibehov per m² "ljus" area. Den jämförelsen är visserligen grov och tar bara hänsyn till en del kvalitetsaspekter men bör ändå ge en något mer rättvisande bild än jämförelse grundad på enbart volym eller area. Jämförelser med eller utan hänsyn tagen till dagsljus för de fyra studerade anläggningarna visar helt omkastade relationer mellan byggnadernas specifika värmebehov.

Vid val mellan alternativa utformningar i enskildheter såsom öppna eller slutna gårdar, utsprång eller indragningar i fasader, takform, arkader m m låter sig kalkyler över energi-konsekvenser mycket väl göras. De kan begränsas till just det som skiljer alternativen åt, men det är viktigt att man tar in samtliga relevanta energiaspekter i bilden. Alla kanske inte låter sig beräknas med full säkerhet, t ex ofrivillig ventilation och solvärmestillskott, men de bör ändå tas in i bedömningen.

1 INLEDNING

Byggnaders geometriska form inverkar på deras energibehov. Det gäller energibehov för byggande och byggnadsmaterial, för uppvärmning och ventilation och för belysning och transporter.

Formen betyder samtidigt mycket för både yttre och inre miljö-kvaliteter och därmed för lokalernas användningsvärde. En av de viktigaste kvaliteterna är tillgången till dagsljus och utblickar.

Denna studie belyser sammanhang mellan byggnadsform, användningsvärde och energibehov genom analyser av fyra verkliga förvaltningsbyggnader. Den tar upp de energibehov som är förknippade med användningsfasen och byggnaderna har valts ut som typexempel på olika byggnadsformer. Avsikten är att analyserna av dessa exempel skall kunna tjäna till vägledning i de många vallsituationer som uppstår för beställare, brukare och projektörer under det att ett byggnadsprojekt tar form.

Diskussionerna kan röra sig om exempelvis:

- samlad eller utbredd anläggning
- smala eller breda huskroppar
- öppna eller slutna gårdar
- höga eller låga hus
- källare eller inte källare
- plana tak eller lutande
- högre eller lägre våningshöjder
- fördelningen av ljusa och mörka utrymmen
- sammanhängande eller uppdelad volym
- arkader eller inte arkader
- slät fasad eller fasad med ut- och indragna partier

Det måste därvid vara värdefullt att kunna få ett begrepp om vilka energibehov ett visst förslag till byggnadsutformning kan medföra jämfört med ett annat så att också energibehov kan sammanvägas med kostnader i övrigt och med de olika värden och tjänster som finns i förslagen.

Även en fastighetsförvaltare som t ex vill utreda orsaker till en energiförbrukning som är högre än normalt bör ha intresse av kunskaper om sambanden mellan energibehov och byggnadsform.



2 FRÅGESTÄLLNINGAR

Förvaltningsbyggnader med huvudsakligen kontorsverksamhet kan ha mycket olika form. Höjder från två till tiotals våningar förekommer liksom extremt breda hus med kontorslandskap eller datacentraler och extremt smala hus med en enda rumsfil längs en korridor. Bland förvaltningsbyggnader kan man således finna mycket olikartade hus som inrymmer i stort sett likartad verksamhet. Det förhållandet gör att förvaltningsbyggnader väl lämpar sig för studier av samband mellan byggnadsform och energibehov. Slutsatserna bör vara giltiga också för vissa andra slag av arbetslokaler där verksamheten i huvudsak sker i enskilda arbetsrum, i mindre verkstäder, laboratorier, undervisnings- eller vårdrum. En del andra typer av anläggningar är mer låsta i utformningen som t ex tyngre industrier där verksamheten normalt måste inrymmas i ett enda plan.

I fråga om bostadshus, där variationen i husbredd är ganska begränsad, har samband mellan byggnadsform och transmissionsförluster behandlats av Höglund, 1978 och Peterson, 1976.

Värmebehovens variationer för kontorshus med olika form berördes redan i den statliga byggnadsbesparingsutredningen på 1950-talet men ingen hänsyn togs där till användbarheten av de utrymmen som de olika formerna gav, Ödén, 1957.

2.1 Varför får byggnader en viss form?

Innehållet och verksamheten i en byggnad har många gånger endast begränsad betydelse för formen, medan verksamheten i andra fall är helt avgörande.

Vad är det då egentligen som påverkar byggnadsformen och hur går det till när ett byggnadsprojekt tar gestalt?

Upprinnelsen till varje projekt är ett lokalbehov av något slag. Byggnadsformen uppstår i samspelet mellan behov, resurser och olika former av restriktioner.

Behov är dels tekniska - så och så många kvadratmeter av olika lokaltyper, ett visst läge i en region, samband mellan olika verksamheter, avskildhet mellan delar, behov av dagsljus, ljud- eller säkerhetskrav, rumshöjd, hållfasthet m m. Dels är de icke tekniska - önskemål från brukare, allmänhet, beställare eller arkitekt beträffande olika utformningsaspekter, om dagsljus, bevarande av vegetation eller existerande byggnader, låga eller höga hus, anknytning till ett visst byggnadssätt m m.

Resurser innebär att det finns en viss budget, att det finns tomtmärck, arbetskraft, byggnadsmaterial, energi m m.

Restriktioner är bl a stadsplanebestämmelser, olika slag av normer, exempelvis för energihushållning och brandskydd, tomtens värde som medför krav på ett visst utnyttjande, grundläggningsförhållanden, topografi, befintlig bebyggelse, vegetation.

Uppvärmning och byggnadsform

I det komplicerade samspelet mellan olika faktorer som till sist

resulterar i en färdig byggnad har energiaspekten i alla tider spelat en betydelsfull roll. Backstugan grävdes ner i marken för att skydda mot drag och öka isoleringen. I parstugan koncentrerades vardagens liv till ena halvan av den långsträckt byggnaden kring härden. Det var endast vid helger eller på sommaren som livet inomhus expanderade till andra rum.

Kakelugnen som värmekälla gjorde att man kom att använda en korsplan med rummen grupperade kring skorstensstocken. Införandet av centralvärme möjliggjorde en friare byggnadsform. Massproduktionen av glas gav möjlighet till stora fönster.

Byggnadsformer med ett öppet samspel mellan ute och inne kom att bli en del av den modärna livsformen. Den billiga energin gjorde det möjligt att även på våra breddgrader på artificiell väg åstadkomma ett inomhusklimat året runt som motsvarade våra drömmar om evig sommar.

Den nya situation som uppstått i och med energins starka prisökning tvingar till eftertanke. Byggnadsformen och energin blir återigen starkt beroende av varandra.

Antag att de enda behoven skulle vara energisnålhet och kubikmeter byggnadsvolym. Byggnaden skulle då få formen av ett klot. Ett krav på horisontella ytor att röra sig på medför att klotet förmodligen blir ett halvklot eller en cylinder, vars höjd kommer att påverkas av ytterligare ett behov som formuleras i spelet mellan krav på samband och den relativa värderingen av horisontella och vertikala kommunikationer.

De former vi är vana vid att se hos byggnader sammanhänger med våra traditionella byggnadsmaterial och metoder samt med väg- och gatulinjer.

Uppdelningen av en större anläggning på ett flertal huskroppar sammanhänger också med traditionella byggnadsmaterial och metoder, men den beror kanske numera främst på en önskan om måttlig skala både med hänsyn till direkta mänskliga behov av överblick m m och till omgivande bebyggelse.

Ett annat skäl till uppdelning är behov av olika egenskaper hos lokalerna. Till exempel kan behov av separering uppkomma på grund av olika klimat- och hållfasthetskrav, säkerhetsaspekter eller störningar. Skall den enskilda arbetsplatsen vara ostörd behöver man ett rum med en dörr som man kan stänga om sig - cellkontoret. Mindre utpräglade krav på ostördhet och önskemål om direkta kontakter innebär att man kan överväga att arbeta i storrum - kontorslandskap.

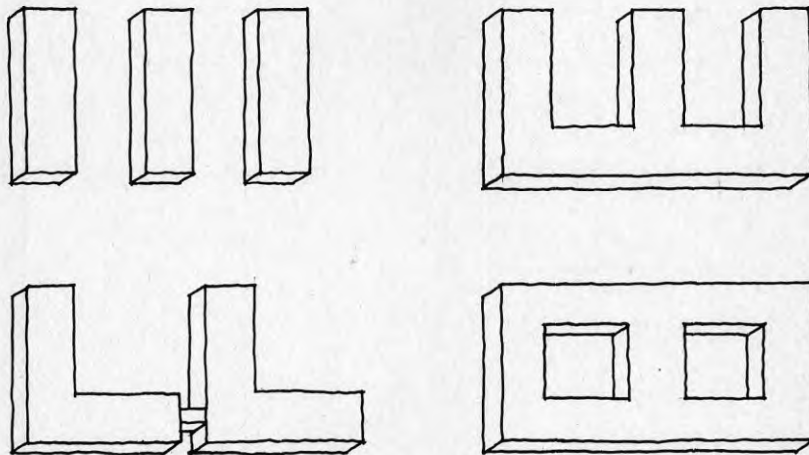
Störningar från allmänna kommunikationer medför, att dessa oftast separeras från arbetsrummen i korridorer och trappor. Arbetsplatserna i sin tur behöver kompletteras med utrymmen som arkiv, förråd, pausrum, sammanträdesrum, hygienrum m m vilka på olika sätt måste avgränsas från arbetsplatserna. Behov av bl a dagsljus, klimat, närhet till arbetsplatser för dessa utrymmen, resulterar i olika planformer.

Ett utsnitt ur en kontorsplan tar sig olika former beroende i första hand på dagsljusförhållanden i olika lokaler. Fyra grundformer kan urskiljas:

- dagsljus i praktiskt taget alla utrymmen
- dagsljus till arbetsplatser, indirekt dagsljus via öppna dörrar till korridor. Trapphus oftast ljusa (enkelkorridor)
- dagsljus endast till arbetsplatser. Övriga lokaler saknar dagsljus (dubbelkorridor)
- endast begränsat dagsljus till arbetsplatser. För arbetet är man helt beroende av artificiellt ljus.

Grundformerna adderas ofta till fyra huvudformer:

I-formen (lamellhuset)
 L-formen (vinkelhuset)
 U-formen (den öppna gården)
 O-formen (den slutna gården)



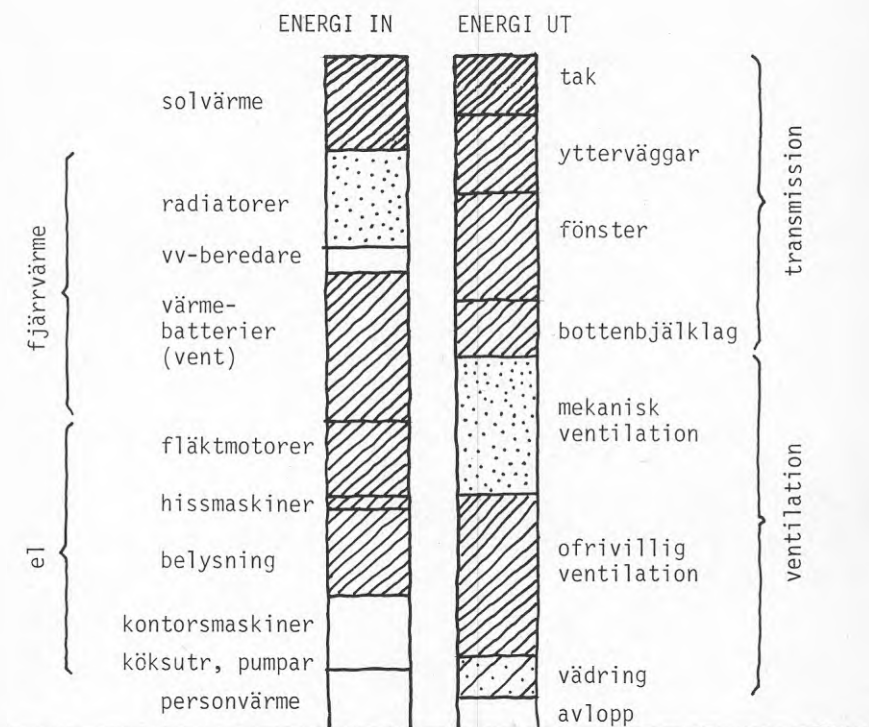
Figur 2.1 Huvudformerna adderas oftast var och en för sig, men inom samma anläggning kan även kombinationer av de olika grundformerna förekomma.

Det är arkitektens uppgift att i sitt skissande med hjälp av övriga projektörer avväga de olika önskemålen, möjligheterna och restriktionerna så att de sammanvägs till en god helhet.

Vid tomtvalet gör man oftast någon form av programtest och bildar sig då en första föreställning om en byggnad som är tänkbar på tomten och kan tillgodose det aktuella lokalbehovet. Detta är ett nyckelskede och de ställningstaganden som görs blir styrande för den följande projekteringsprocessen. En erfaren projektör kan redan i detta skede förutse och ta viss hänsyn till de olika krav som efterhand kommer att bli aktuella under projekteringen.

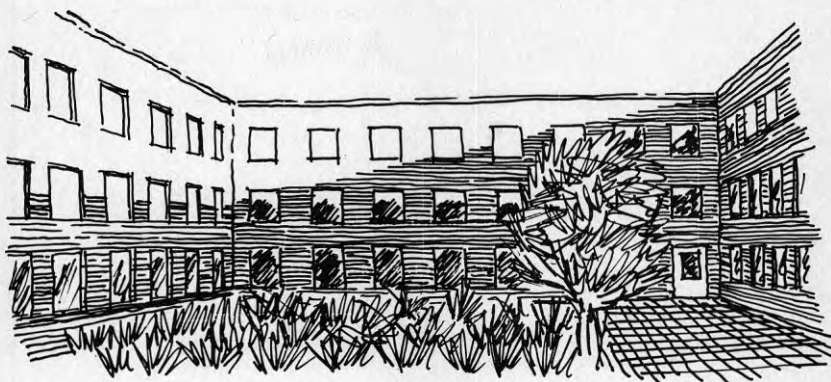
2.2 Byggnadsformens påverkan på energibehoven.

Det som i första hand direkt påverkas av byggnadsformen är en del olika förutsättningar t ex belysnings- och transportförhållanden, lufttrycksskillnader och storlek hos rum och omslutande ytor. Dessa i sin tur påverkar storleken hos olika delar av energiflödet genom byggnaden. Det gäller både energiflöden in i och ut ur byggnaden. Vissa av dessa flöden påverkar andra men det finns ingen direkt korrespondens mellan enskilda in- och utflöden. Dessa förhållanden kan diskuteras närmare utifrån en bild av hur energibalansen kan se ut.



Figur 2.2 Principiell bild av energibalansen för en fjärrvärmeansluten förvaltningsbyggnad under ett uppvärmningsskede. Delposternas storlekar är ungefärliga. Snedstreckade poster är sådana som byggnadsformen i större eller mindre utsträckning påverkar i första hand. I andra hand kan prickade poster påverkas genom återverkningar från de snedstreckade. Den värmemängd som går in via radiatorsystemet beror exempelvis av transmission, ofrivillig ventilation och solvärmestillskott. Ingen av posterna i det ingående flödet övergår oförändrad till det utgående utan flödena förgrenar sig, vänder och förenas på ett mycket komplicerat sätt.

Mängden solvärme påverkas av byggnadsformen dels genom att fasad-arean påverkas och att fasaderna kan ha olika fönsterandelar och dels genom att sol- och himmelsstrålning avskärmas i olika grad beroende på byggnadskropparnas gruppering.



Figur 2.3 Solinstrålningen påverkas av att somliga byggnadsdelar skuggar andra.

Tidvis ger solinstrålningen mer värme än som just då behövs. I den mån överskottet inte kan lagras upp i byggnaden för att komma till nytta senare blir temperaturen högre än önskvärt och man vädrar bort överskottet. I svårare fall tillgrips energi-krävande komfortkyla.

Ett regelsystem som är väl avpassat till byggnaden är en förut-sättning för att solvärmens i så stor utsträckning som möjligt skall ersätta annan värmeförsel.

I denna studie skall närmare undersökas hur skuggningen vid går-
dar i de utvalda anläggningarna kan inverka på solvärmeför-
skottet.

Behövlig energi till fläktmotorer och värmebatterier påverkas av byggnadsformen därigenom att olika uteluftflöden erfordras vid olika volym och personantal i bl a arbetslokaler. Tillgång till öppningsbara fönster eller inte medför också olika krav.

Behovet av hisstransporter ökar med större byggnadshöjd, men energibehovet för dessa transporter är troligen inte direkt proportionell mot höjden bl a därför att entréerna kan förläggas till olika höjd. Dessutom brukar principiellt olika hisstyper väljas beroende bl a på lyfthöjd.

På behovet av artificiell belysning inverkar byggnadsformen främst genom att husbredd, våningshöjd och fönsterarea påverkar de naturliga belysningsförhållandena.

När det gäller ändring av husbredden följer ibland en språngvis ändring av belysningsbehovet, nämligen vid de steg då en helt annorlunda indelning och användning av byggnadens inre blir aktuell.

Byggnadskropparnas höjd och gruppering inverkar också på belysningsbehovet genom skuggning, avskärmning och reflexion.

Byggnadsformens inverkan på värmetransmissionen genom tak, ytterväggar, fönster, källarväggar och bottenbjälklag sker främst genom att storlekarna på de olika omslutande areorna påverkas. I mindre utsträckning påverkas transmissionen också därigenom att byggnadskropparnas gruppering kan ge olika klimatförhållanden runt byggnaderna.

Dessutom kan en komplicerad byggnadsform medföra en större mängd köldbryggor i form av exempelvis fler utgående hörn. I regel skall dock köldbryggorna räknas in vid kontrollen av att godtagbara k-värden enligt SNB-75 erhålls. Ökningen av transmissionen blir därför obetydlig. I extrema fall kan följden i stället bli en något ökad isoleringstjocklek överlag.

De olika byggnadsdelarna utförs normalt med olika isoleringsförmåga eftersom normkrav, ekonomi och tekniska möjligheter spelar in.

Därför kommer ändringar av de omslutande areorna att ge olika stort utslag på energibehovet i fråga om de olika byggnadsdelarna. På samma sätt inverkar de olika temperaturförhållanden som råder ovan och under markytan. Vad dessa förhållanden betyder kommer att belysas i analyserna av de utvalda anläggningarna.

Storleken av den ofrivilliga ventilationen påverkas också på flera olika sätt av byggnadsformen.

Liksom en komplicerad form kan ge flera köldbryggor kan den också ge partier som är svåra att konstruera och bygga med fullgod täthet. Vidare inverkar olika byggnadshöjder genom att de medför skilda tryckförhållanden. Numera är det dock så att en sådan utformning som inte går att klara utan "oläglig luftläckning" inte tillåts enligt byggnormen, där värden på högsta godtagna luftläckning vid täthetsprovning anges. Därför kommer tjuvdraget att starkt begränsas för nybyggnader.

I praktiken går det naturligtvis inte att helt och hållet komma ifrån otätheter. Storleken av luftläckaget genom otätheterna beror till en del av vilka drivkrafter som finns och det är här byggnadshöjden kommer in. Dels utsätts en högre byggnad tidvis för starkare vindpåverkan eftersom vindhastigheten normalt ökar med höjden över marken. Dels får man en starkare stigningskraft eller termik hos den uppvärmda luften inuti byggnaden ju högre den är. Termiken verkar särskilt starkt i vertikala kanaler, ventilations- och hisschakt samt i trapphus och andra utrymmen som sträcker sig genom flera våningar.

Åtskilligt arbete har nedlagts på frågeställningarna kring otätheter. Arbetet har nu intensifierats bl a genom den sk täthetsgruppen men ännu tycks det inte vara möjligt att göra jämförande beräkningar över byggnadsformens inverkan på tjuvdragets storlek.

Vädringens omfattning slutligen beror indirekt av byggnadsformen därigenom att olika stora överskott av värme från t ex sol och belysning kan behöva vädras bort. Man skall dock komma ihåg att fönstren också ibland öppnas av andra skäl t ex för att få frisk luft och variation i inomhusklimatet. Byggnadsformen kan också

helt och hållet omöjliggöra vädring i de fall då t ex arbetsplatser och konferensrum måste placeras i lägen utan tillgång till öppningsbara fönster mot det fria.

2.3 Byggnadsform och kvaliteter

2.3.1 Fönstrens betydelse i arbetsmiljön

Förvaltningsbyggnadens planform är till stor del betingad av behovet av dagsljus. Detta motiverar en diskussion av fönstrens funktion.

De tre väsentligaste anledningarna till att man gör fönster är belysning, utsikt och vädring. I allmänhet är det först i andra hand som fönstrets egenskap att tillföra värme beaktas.

Belysning

Artificiellt ljus går att åstadkomma på ett synergonomiskt godtagbart sätt.

Det ljus man får från ett fönster skiljer sig från det artificiella i flera avseenden:

- spektralsammansättningen
- solsken
- riktning
- förändring

Flera författare har diskuterat dessa aspekter med hänsyn till människan som biologisk varelse, bl a med hänsyn till UV-strålning och dygnsrytm. Några entydiga belegg för att avsaknad av dagsljus i lokaler ger omedelbara biologiska effekter förefaller ej att finnas, Kjellberg 1979, men det råder knappast någon tvekan om att de flesta människor anser att dagsljusbelysning är ett värde.

Dagsljusets jämna spektralfördelning gör bl a att färger återges bättre än i artificiellt ljus.

Ljusets riktning är av stor betydelse för uppfattning av rummets och inredningens former. Ett ljus från sidan ger i allmänhet en mera markerad skuggning än ljus ovanifrån och en åskådligare volympuppfattning.

Av stor betydelse är föränderligheten som gör att man inte så snabbt tröttnas. Solsken, moln, skymning förändrar på olika sätt bilden av rummet. Utan att vi är medvetna om att så är förhållandet bidrar dagsljusbelysning till ett rikare perceptionsbrus (David Ingvar) som är av stor betydelse för välbefinnandet. Speciellt gäller detta i långtidsperspektivet. Det är betydelsefullt att man är medveten om att en arbetsplats är det ställe där människan vistas en stor del av sin vakna tid.

Utsikt

Erfarenhetsmässigt vet man att utsikt spelar en stor roll för bedömning av ett arbetsrum. Utsikt ger

- information
- omväxling
- minskar en känsla av instängdhet.

Informationen som man får om omgivningen via fönster är av betydelse även för orienteringen inom en anläggning. Föreställningen om var man är och hur man når olika mål är av stor vikt för överblicken av en anläggning. Informationen gäller även vädret och andra förhållanden utanför byggnaden. Den akustiska informationen i både positiv och negativ effekt inte att förglömma.

Omväxling i lagom form ökar trivseln. Ju mera stillasittande arbete man har och ju mer monotont detta är desto viktigare blir det att miljön ger en omväxling. Omvänt innebär ett överstimulerat arbete att det kan uppstå behov av avskärmning från yttre stimulans. Följaktligen bör chefer med ett omväxlande och rörligt arbete välja rum med monoton utsikt. Som bekant är det sällan fallet. Den som har makt att välja ser i de flesta fall till att han erhåller ett hörnrum med utsikt i två riktningar. Möjligheten till omväxling ökar dessutom genom att rummen är större och tillåter en personligare möblering.

Vid förfrågningar på Östra Malmen framfördes att tvåmodulsrum inåt gården upplevdes litet grann som ett fängelse. Det går givetvis inte att generalisera från detta men de slutna kvadratiska gårdarna erbjuder onekligen mycket litet av omväxling och stimulans. Upplevelsen att ha kontroll över sina möjligheter att ta sig ut i händelse av fara har beröringspunkter med fönstrens möjlighet att ge kunskap om sammanhangen i omgivningen. Ett fönsterlöst rum ger en känsla av instängdhet som visserligen kan motverkas genom sekundära fönster till omgivande rum, men man kan förmoda att den vaga känsla av obehag som ett rum i byggnadskroppens inre ger för många personer berör delar av psyket som formats i de skeden av människans utveckling då den snabba överblicken av hennes omedelbara omgivning var livsviktig.

Vädring

Artificiell kontroll av klimatet är liksom kontroll över belysning möjligt att åstadkomma på ett godtagbart sätt. Dock måste problem med infraljudsbuller från ventilationsanläggningar beaktas, Liszka 1978. Ändå innebär möjligheten att kunna öppna ett fönster och möjligheten att reglera värmen något som av flertalet upplevs som positivt, vilket kanske har med upplevelsen av kontroll över sin omgivning att göra.

Man bör heller inte glömma bort att det finns andra sinnesorgan än ögat. Ljud från folk som rör sig på gatan, vindens sus i träden, doften av en nyutslagen hägg eller av regnvåt mark är möjliga att uppleva via ett öppet fönster. Vid Kriminalvårdsstyrelsen, Saltängen, hade man skruvat av spridningsdelen på en takventil i ett storrums för att kunna ställa sig under luftstrålen. Man sade sig vilja förvissa sig om att det förekom luftomsättning. Det är möjligt att detta kan ses som ett symptom på den artificiella miljöns brist på omväxling.

En arbetsplats i kontakt med ett fönster ger helt andra möjligheter till omgivningskontroll än ett kontorslandskap där man är hänvisad till centralt styrt klimat. Att kunna öppna ett fönster ger en serie av olika sinnesupplevelser; via musklernas nervsignaler när man reser sig, går fram och öppnar fönstret, visuellt genom att perspektiven förändras sig och via hudens sinnesceller upplever man kylan och den friska luften som strömmar in - fönstren ger möjlighet för människans olika sinnesorgan att nå kontakt med yttervärlden.

Fönstrens placering och storlek

Fönstret kan placeras i många olika lägen. Det kan ligga indraget från fasadlivet (ex Kalmar och SMHI), i fasadens insida eller i kant med dess utsida. Fönster kan förekomma även utanför fasadlivet i form av burspråk. Fönstrets placering i förhållande till fasaden inverkar på utsikten och uppfattningen av kontakt med yttervärlden. Från ett burspråk ser man utefter fasaden, ju längre in fönstret placeras desto mer begränsas utsikten. Fönstrens läge högt eller lågt på fasader kan betyda en förändring i dess belysningsfunktion. Även utsikten förändras.

Informationsrikedom i utsikten varierar med höjd över mark - vad som vinnes av överblick i höghuset förlorar man i detaljrikedom.

Avståndet till motstående fasad påverkar både belysning och utsikt. Möjligheten till vädring beror av yttre miljö, buller och avgaser eller träd och grönska. Fönstrens placering kan med andra ord påverka deras storlek och följaktligen även energiförbrukningen.

Fönstrets storlek i förhållande till rummet väljs inte bara för belysningen utan också för att ge rummet en viss karaktär. Den kontakt mellan ute och inne som fönstren förmedlar beror bl a på hur stort det är. Ju större kontakt som eftersträvas desto större fönster brukar väljas.

Dagsljus i kommunikationsutrymmen och andra biutrymmen

Behovet av dagsljus i kommunikationer har inte samma förankring i det allmänna medvetandet som behovet av dagsljus i det enskilda arbetsrummet, men att under förflyttningar få utsikt och kontakt med omgivningen är mycket betydelsefullt för vår möjlighet att lätt hitta i en större anläggning. En korridor med fönster ger sålunda den bästa möjligheten till orientering och omgivningskontakt.

När man rör sig i korridorer erhålls utblickar och omväxling delvis via öppna dörrar till kontorsrummen. I detta hänseende ger en korridor intill en "mörk" kärna mindre kontakt med yttervärlden.

Vad som sagts om korridorer gäller även för trapphus. Att röra sig i ett trapphus med fönster ger möjlighet att uppleva kvaliteter i samband med utsikt och dagsljus. Trapphus placerade i huskroppens kärna ger i allmänhet ingen möjlighet till utsikt.

Betydelsen av fönster i trapphusen och korridorerna kan exemplifieras av Saltängen där man sade sig ha vissa svårigheter att hitta även efter att ha arbetat en längre tid i anläggningen. Inga sådana erfarenheter fanns från SMHI där såväl trappor som betydande partier av korridorerna har fönster.

Förutom renodlade arbetsrum och kommunikationsrum har en förvaltningsbyggnad (liksom övriga kontorsbyggnader) ett antal andra rum som sammanträdesrum, grupparbetsrum, vilrum, hygienrum, arkiv, lager och dataanläggningar.

Ett avgörande skede ur dagsljussynpunkt är då man väljer mellan en plan med en "mörk" kärna eller utan.

Ett dubbelkorridorsystem med mörk kärna medför ofta att såväl trapphus som sammanträdesrum, grupparbetsrum samt trapphus placeras inom den mörka zonen, (Saltängen). Byggnaden får då en

lägre dagsljuskvalitet. Val av dubbelkorridorsystem motiveras ofta med att den invändiga ytan är billigare att bygga än motsvarande yta vid fasad, att den kräver mindre energi, att avstånden mellan exempelvis arkiv och arbetsrum blir kortare. Införandet av en mörk kärna mellan kontorsrummen för följaktligen med sig en större närhet till vissa delar av verksamheten, men kontakten blir sämre mellan arbetsrum vid motstående fasader. Även ytekonomin försämras genom att korridorarean ökar i förhållande till rumsarean i övrigt.

Det är också mycket diskutabelt att lägga sammanträdesrum, hörsalar o dyl helt utan dagsljus. Den stimulans, variation, tidsupplevelse och även vädringsmöjlighet som fönstren ger är väsentlig också i dessa slags rum.

Sammanfattning

Även om det ej ännu konstaterats mätbara effekter av fönsterlösa arbetsmiljöer talar all erfarenhet för att de flesta personer upplever fönster som värdefullt.

Det är likaledes svårt att empiriskt belägga eventuella samband mellan en anläggning som har exempelvis ett stort antal rum vettande mot gårdar med liten visuell stimulans, svåravläsbara kommunikationer, ett stort antal icke dagsljusbelysta rum och frågor som vantrivsel, dåliga arbetsprestationer, stress och konflikter. En anledning till att man har svårt att göra jämförelser är att man sannolikt ej finner två anläggningar med i övrigt likartade betingelser. Ännu svårare är det att mäta långtidseffekter av monotona arbetssituationer. Så länge motsatsen ej konstaterats bör man lita till "sunt förnuft" som säger att de flesta människor värdesätter dagsljus och utsikt i sin arbetsmiljö. Man kan sålunda anse att förhållandet mellan dagsljusbelyst rumsarea och totalarea ger ett grovt mått på några kvaliteter i det omfattande och svårdefinierbara begreppet arbetsmiljö.

2.3.2 Yttre gestaltning

Byggnadens form påverkas naturligtvis ej endast av kraven på den inre miljön och är inte endast en angelägenhet för brukaren eller beställaren. Alla berörs av hur form, dimensioner och material hos en nybyggnad förhåller sig till omgivningen.

En stor utbyggnad av förvaltningen, sammanläggning av enskilda enheter, krav på att en viss enhet skall kunna växa då någon annan enhet minskar, behov av kontakt och närhet mellan personer och grupper, önskemål om samordning av central service och godsmottagning är några av orsakerna till senare tiders mycket stora och stadsbildsmässigt svårpassade hus. Invändigt har det uppstått långa, miljömässigt svårbemästrade kommunikationer och anonyma miljöer.

För att motverka monotoni och tristess uppkommer önskemål om en rikare och mera varierad utformning. Medel som står till buds är t ex materialval, fönstersättning och den geometriska formen i smått och i stort.

Avvägningen mellan en överdriven variationsrikedom och monotoni beror i hög grad på situationen. Det speciella sammanhang som existerar bl a med hänsyn till byggnadens läge och art av verksamhet. Stimulansnivån ligger förmodligen totalt sett högre i ett innerstadsläge än i en förort. Ett monotont arbete kräver en

mera stimulerande miljö.

En större anläggning utan avbrott i raden av cellkontor upplevs lätt som massiv och enformig. Interiörens brist på omväxling och variation förmedlas till utsidan.

Vid statliga förvaltningsbyggnader gäller vissa krav på frihet i placering av icke bärande innerväggar. Följden av dessa krav blir oftast fyra fönster i rad samt däremellan ett tätt parti vilket i någon mån minskar monotonin. Ett ytterligare steg kan tas genom att göra ett avbrott med en annan fönstertyp, eller genom att fasaden dras in (Östra Malmen) eller buktar ut (Tele Data, SMHI).

Ett i förhållande till fasaden indraget fönster ger en skuggad nisch, en uppdelning i vertikalled av fasaden (Östra Malmen). Motivet för burspråk kan dels vara att se utefter gatan men även ett sätt att dela upp en annars lång och monoton byggnadskropp.

En arkad är primärt ett skydd för folk som rör sig utefter en byggnad men gör också att byggnaden kan uppfattas som lättare och mindre dominerande i ett visst läge.

Ett valmat eller brutet tak artikulerar husets avslutning uppåt (Tele Data, Ö Malmen) vilket inte är fallet med plana tak där fasadens övre kant utgör avslutningen uppåt (SMHI, Saltängen). En indragen övervåning kan försvinna bakom taklister när betraktaren står nära huset.

Olika delar i en anläggning kan sammansättas på olika sätt. Allt ifrån den helt kompakta hopfogningen till den delade. Däremellan ligger olika varianter där endast trapphusen, enstaka burspråk, pausrum och dylikt får kontakt med yttervärlden.

I den uppdelade formen bildar korridorerna ibland inglasade bryggor mellan anläggningens olika delar, med resultatet att kommunikationerna blir omväxlande genom förändringar i belysning, utblickar m m. Även den yttre formen uppfattas då mindre massiv och tung.

Planform och sektion påverkar sinsemellan varandra. Vid en given storlek på anläggningen beror gårdars mått och avståndet mellan olika huskroppar av byggnadernas höjd.

Topografin kan påverka byggnadsformen mot mera uppdelade byggnader. Vegetations- eller landskapspartier kan vara önskvärda som element mot vilka man riktar byggnader eller öppna gårdar. Gårdarnas användbarhet för pauser motiverar att de orienteras så att man får lä och sol under en viss tid på dygnet. I varje situation existerar det ett visst antal valmöjligheter. Kanske färre i ett innerstadsläge än vid ett fritt läge och med en stor tomt.

Den typ av byggnad som här diskuteras skall komma att användas under många år, ofta med varierande verksamheter eller verksamheter som förändras till sin volym.

Kvaliteter som dagsljus, stimulerande utsikt, goda entreförhållanden och kommunikationer och en god yttre miljö är generella och knutna till mänskliga behov av grundläggande natur.

En byggnads utformning påverkar också dess förutsättningar att under sin användningstid tillfredsställa behov som uppstår av

olika verksamheter och kvaliteter av den art som här diskuteras. Ett byggnadsprogram som formulerar dagens behov måste alltid bedömas med hänsyn till det framtida användningsvärdet. I den goda arkitekturen ligger också en öppenhet, en frihet att i framtiden göra ombyggnader och tillbyggnader utan att väsentliga kvaliteter går förlorade.

För den som har sin dagliga arbetsplats i en anläggning av den art som här diskuteras är det av största betydelse att frågan om byggnadsform och energi studeras mot bakgrunden av kvalitetsaspekter som dagsljus, utsikt, orienterbarhet och variation och att energifrågan ej ses som en isolerad företeelse.

Dessa aspekter är givetvis väsentliga även för den allmänhet som besöker anläggningarna. Men för alla, anställda, besökande och de som endast ser byggnaderna utifrån, d v s från gator eller från omgivande hus är det också synnerligen väsentligt hur en anläggning förhåller sig till sin omgivning. Måttliga dimensioner gör i regel att hus upplevs som mer mänskliga och i detta avseende är höjdmåttet särskilt betydelsefullt. Att husen t ex är begripliga och har en identitet är viktigt liksom att de inordnar sig väl i landskap eller stadsbild. De totala dimensionerna spelar en stor roll för hur människor upplever husen, inte minst hushöjden som avgränsar himmelsljuset.

3 DE UTVALDA ANLÄGGNINGARNA

Av de fyra statliga förvaltningsbyggnaderna som studerats ligger två i Norrköping, SMHI och Saltängen, och två i Kalmar, Tele Data och Östra Malmen.

3.1 Urvalet

De fyra anläggningarna har valts ut för sin mycket olikartade byggnadsutformning som ger möjligheter att påvisa olikheter som har betydelse för energibehoven.

Anläggningarna kan sägas utgöra typexempel på skilda sätt att utforma byggnader, men de uppfyller samtidigt i stort sett likartade funktionskrav vilket är väsentligt för jämförbarheten. I samtliga fall finns ett dominerande inslag av kontorsutrymmen men också särskilda utrymmen för speciella verksamheter, t ex laboratorier, tryckerier, datacentraler m m.

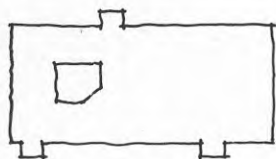
Genom valet av statliga byggnader och genom samarbetet med Byggnadsstyrelsen blev det möjligt att få del av driftstekniska och andra erfarenheter. Det medförde också en viss enhetlighet som bidrog till jämförbarheten mellan anläggningarna.

Då de två Kalmar-anläggningarna projekterades hade Byggnadsstyrelsens anvisning nr 27 om energiekonomi trätt i kraft. Det innebar bl a krav på värmeisolering ungefär som i SBN-75. Anläggningarna i Norrköping däremot projekterades med den isolerstandard som var normal omkring 1970.

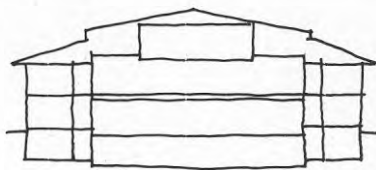
Att orterna Kalmar och Norrköping genom sitt klimat har praktiskt taget samma specifika värmebehov underlättar också jämförelserna.

Samtliga anläggningar är fjärrvärmeanslutna och man får därigenom en direkt mätning av förbrukad värmeenergi.

Det hade redan tidigare konstaterats att SMHI:s anläggning hade en betydligt större specifik energiförbrukning än anläggningen på Saltängen. Det kändes därför angeläget att undersöka hur stor del av den skillnaden som kunde hänföras till olikheterna i byggnadsform.



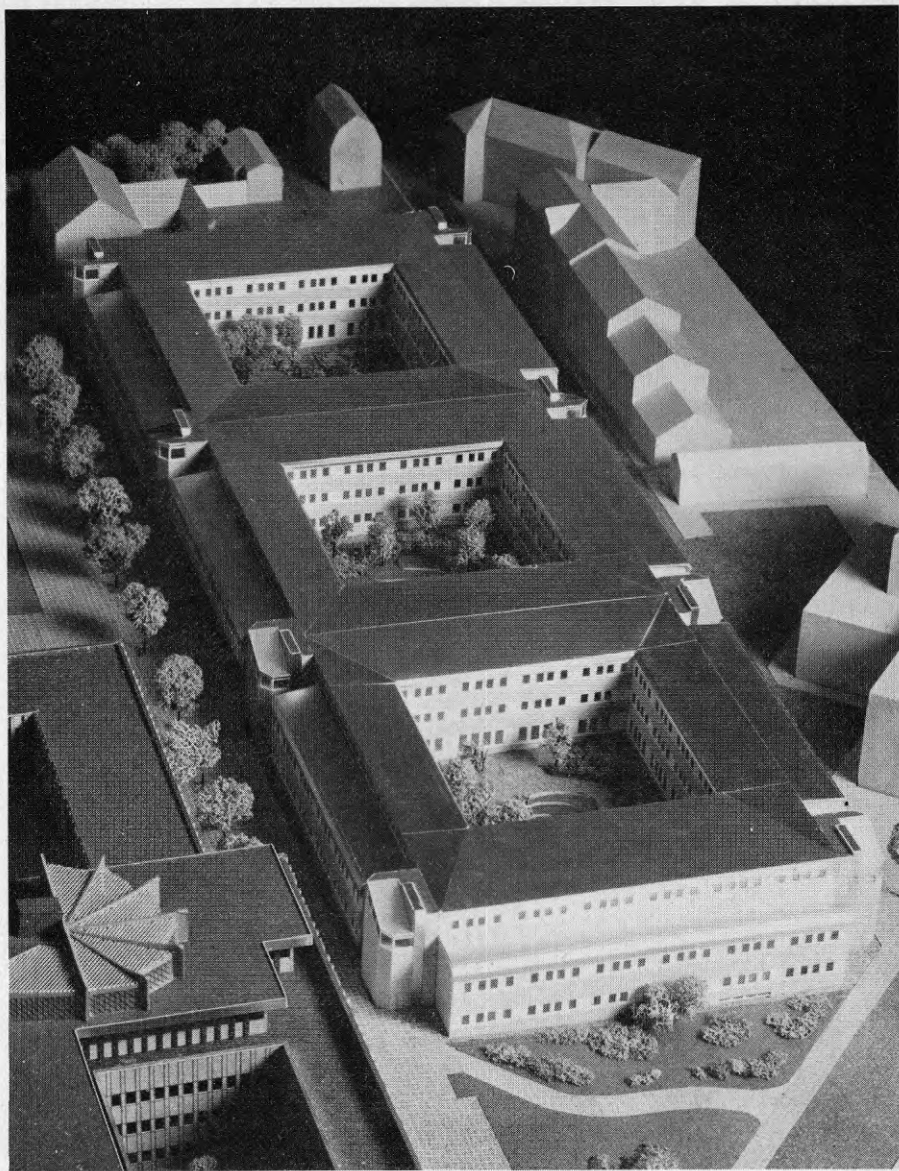
Plan



Sektion

*Figur 3.1 Kalmar Tele Data
Kontor och datacentral för Televerket.
Byggnad i två våningar plus källare och vind med fläktrum.
Kring den lilla gården ligger kontorsrum i två filer med mitt-
korridor. I övrigt är byggnaden helt kompakt med förråd, samman-
trädesrum, datalokaler och storrumskontor i mittzonen. Källaren
upptas till större delen av utrymmen för teknisk service.*

*Uppförd 1976-78
Volym 34.490 m³
Ca 150 arbetsplatser*



Figur 3.2 Kalmar Östra Malmen.

Kontor för Länsstyrelsens skatteavdelning m fl.

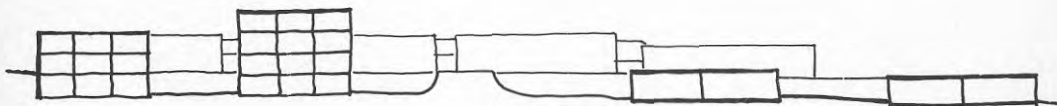
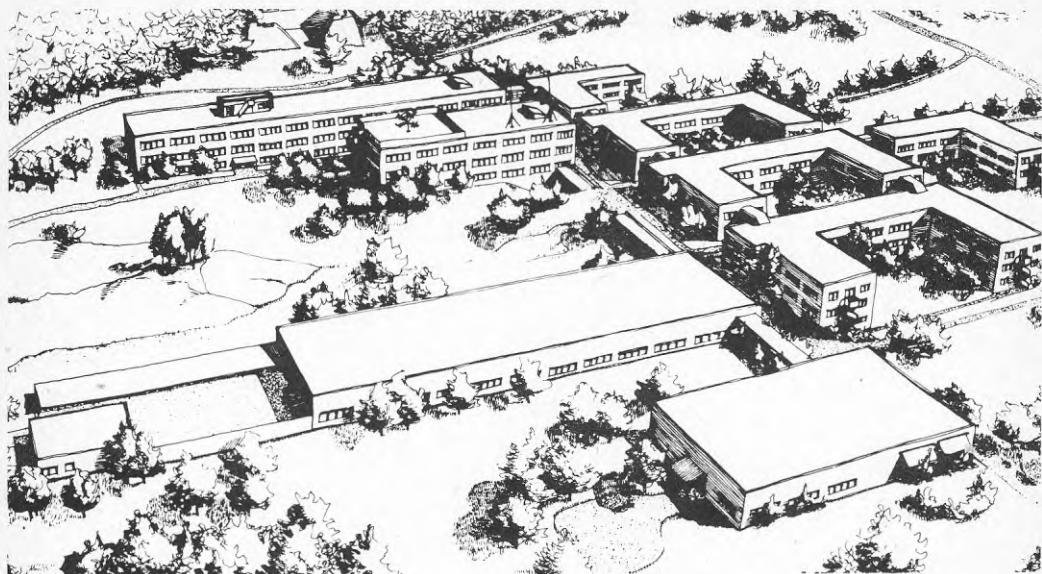
En av flera förvaltningsbyggnader i kvarteret.

Byggnaden har hel källare, som även omfattar ett garage under mittgården. Bottenvåningen är högre än övriga och inrymmer bl a datalokaler, personalrestaurang och utbildningslokaler. Trapphusen ligger i fasad. De tvärgående husdelarna är bredare än övriga och innehåller mörka förråd.

Uppförd 1976-78

Volym 57.380 m³

Ca 380 arbetsplatser



Figur 3.3 Norrköping, Sveriges Meteorologiska och hydrologiska Institut, SMHI.

Institutet har en mittaxel längs vilken man kan röra sig till de olika husen antingen på marken eller i en gångkulvert med fönster på ena sidan.

Byggnaderna till höger innehåller kontor och utbildningslokaler. Till vänster ligger laboratorier, prognos- och dataavdelningar samt i förgrunden personalrestaurang och motionslokaler.

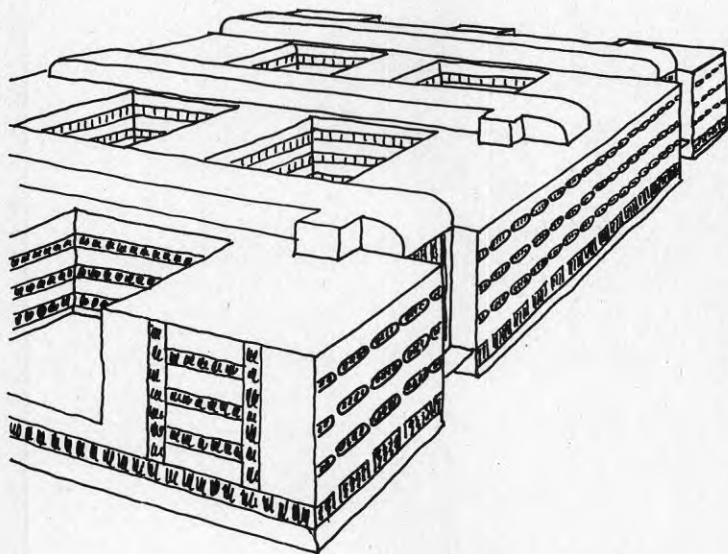
I våningen en trappa upp knyter inglasade gångbryggor samman korridorerna i de olika husen.

Terrängen är svagt sluttande och den bortreasta byggnaden har fått en souterrängvåning. Källare förekommer bara under mindre delar av kontorshusen.

Anläggningen uppfördes 1973-75

Volym 65.730 m³

Ca 425 arbetsplatser



Figur 3.4 och 3.5 Norrköping, Saltängen.
Kontor för Sjöfartsverket, Kriminalvårdsstyrelsen och Lokala Skattemyndigheten. Sammanhängande komplex i 4 våningar utan källare. Anläggningen grenslar över ett gatustråk varifrån man når huvudentréerna. I bottenvåningen ligger på ena sidan gatu-
stråket bibliotek, personalrestaurant och motionslokaler och på
andra sidan i ett 50 m brett plan förråd, arkiv, tryckeri, repro-
central och andra serviceutrymmen. Fläktrum och hissmaskinrum
ligger på taket.

Byggnaden uppförd 1973-75.
Volym 138.000 m³
Ca 1.000 arbetsplatser

3.6 Sammanställning av uppgifter om de studerade anläggningarna

	Tele Data	Ö Malmen	SMHI	Saltängen
1. Antal arbetsplatser, ca	150	380	425	1.000
2. Uppvärmd volym, m ³	34.490	57.380 ¹⁾	65.730	138.040
3. Volym per arbetsplats, m ³	230	151 ²⁾	155	138
4. Golvarea, m ²	8.690	17.240 ³⁾	19.140	39.261
5. Dagsljusbelyst golvarea, m ²	2.430	9.330	13.225	18.100
6. Dito i % av tot golvarea	28%	54%	69%	46%
7. Uppvärmd vol: golvarea, m	3,97	3,33	3,43	3,51
8. Omslutande area, m ²	10.380	19.780	31.030	39.631
9. Omslutande area: uppvärmd volym m ² /m ³	0,31	0,34	0,47	0,29
	%	%	%	%
därav: tak	31 0,10	26 0,09	29 0,14	28,5 0,08
ytterv ovan mark	22 0,07	29 0,11	25 0,12	34 0,10
fönster	5 0,015	9 0,02	11 0,05	8 0,02
ytterv under mark	11 0,03	10 0,03	6 0,03	1 0,004
bottenbjälklag	31 0,10	26 0,09	29 0,14	28,5 0,08
10. Fönsterarea i % av fasaden	20%	24%	30%	22%
<u>Energileveranser</u>				
11. Uppmätt elleverans juli 78 - juni 79, MWh	2.300	900	1.160	2.280
12. Uppmätt fjärrvärmel leverans juli 78 - juni 79, MWh	915	2.300	3.430	4.820

1) Inkl garage 5.050 m³ som endast värms till +5°C

2) Garaget inräknat. 138 exkl garage.

3) Inkl garage ca 1.850 m²

	Tele Data	Ø Malmen	SMHI	Saltängen
<u>Beräknade energibehov</u>				
13. Värmetransmission (15/9-15/5) vid isol standard 1970, MWh	470	990	1.650	1.900
14. Värmetransmission (15/9-15/5) vid isol enl SBN 75, MWh	370	730	1.285	1.470
15. Transm ⁴⁾ : omsl. area, kWh/m ²	30	37	42	36
16. Transm ⁴⁾ : volym, kWh/m ³	9,3	12,7	19,6	10,6
17. Transm ⁴⁾ : golvarea, kWh/m ²	37	42,5	67,1	37,4
18. Transm ⁴⁾ : ljus golvarea, kWh/m ²	132	79	97	81
19. Värmebehov, mek. vent MWh/år kWh/år, m ³	550 15,9	380 6,6	210 3,2	540 3,9
20. Elbehov för fläktdrift, MWh/år kWh/år, m ³	100 2,9	125 2,2	175 2,7	400 2,9
21. Värmebehov ofriv vent, MWh/år (schablonberäkn) kWh/år, m ³	400 11,6	640 11,2	710 10,8	1.490 10,8
22. Värmebehov, varmvatten, MWh/år (schablonberäkn) kWh/år, m ³	60 1,7	150 2,6	200 3,0	340 2,5
23. Elbehov för hissdrift, MWh/år kWh/år, m ³	0,6 0,02	-	-	6 0,04
24. Elbehov för belysning MWh/år kWh/år, m ³ kWh/m ² , år	130 3,8 15	165 2,9 10	215 3,3 11	475 3,4 12
25. Förlorad nyttig solvärme - för en gård, MWh/år - för alla gårdar, MWh/år	- -	16 48	15 .	33 ca 120

⁴⁾Vid isolering enligt SBN-75.

4. BERÄKNINGAR

I det följande redovisas sättet för beräkningarna och beräkningsförutsättningarna samt en del beräkningsresultat. De samlade resultaten redovisas och diskuteras i avsnitt 3 och 5.

4.1 Beräkningar av värmetransmission

Transmissionen har beräknats för uppvärmningssäsongen på vanligt sätt enligt formeln

$$Q = S (\sum k \cdot A)$$

Följande värden på S i gradtimmar har använts:

för tak och ytterväggar ovan mark vid 20° innetemperatur	102.600
för tak och ytterväggar ovan mark vid 5° innetemperatur	13.300
för ytterväggar 0-1 meter under mark vid 20° innetemperatur	92.400
för ytterväggar 0-1 meter under mark vid 5° innetemperatur	11.600
för ytterväggar >1 meter under mark vid 20° innetemperatur	93.800
för ytterväggar >1 meter under mark vid 5° innetemperatur	5.800
för bottenbjälklag >1 m under mark vid 20° innetemperatur	58.300
för bottenbjälklag >1 m under mark vid 5° innetemperatur	0
för golv på mark intill 1 m från fasad vid 20° innetemperatur	92.400
för golv på mark i mittfält	58.300

Godtagna k-värden enligt SBN-75 har använts vid jämförelser för att belysa vilken inverkan enbart den geometriska formen har på värmetransmissionen d v s

	för normala utrymmen (20°)	för garage(5°)
Tak	0,2	0,4
Ytterväggar	0,3 ¹⁾	0,6
Bottenbjälklag	0,3 ¹⁾	0,6
Fönster och glasade ytterdörrar	2,0	2,9

Dessutom har beräkningar gjorts med sådana k-värden som var normala 1970 - även om lägre k-värden kunde godtas enligt den då gällande byggnormen.

¹⁾Inkl värmeisoleringsförmågan hos marken.

Tak	0,35	
Ytterväggar ovan mark	0,3	
0-1 m u mark	0,5	1)
1 m u mark	0,7	1)
Bottenbjälklag 1 m u mark	0,4	1)
Golv på mark intill 1 m fr fasad	0,45	1)
"- i mittfält	0,3	1)
Fönster och glasade ytterdörrar	2,5	

Vid jämförelse med uppmätta energiförbrukningar har transmissionen, beräknad med de senare k-värdena, använts i fråga om de tidigaste anläggningarna. Där torde dessa k-värden vara ganska realistiska. Det finns dock alltid en risk för lokala svagheter i isolerings- och täthetshänseende, särskilt där utfackningar förekommer.

De omslutande areorna har uppmätts i ett plan 100 mm utanför värmeisoleringens insida. Areorna av ytterväggar, fönster och ytterdörrar har uppmätts var för sig. Summan av ytterväggsarea ovan mark och arean av fönster och ytterdörrar har kallats fasadarea. I fönsterarean ingår karm- och glasarea.

Det använda beräkningssättet förutsätter att värmetransmissionen är proportionell mot medelvärdet av skillnaden i temperatur inne och ute under den tidsrymd beräkningen avser. Med växlande temperaturförhållanden är detta inte alltid riktigt. Datorberäkningar som Byggnadsstyrelsen låtit utföra i annat sammanhang visar dock att de dynamiska förloppen inte ger några väsentliga avvikelser i fråga om tyngre byggnader av den typ som här studerats.

4.2 Solvärmebortfall vid gruppering kring gårdar

Ett hus i ett skuggatläge mottar mindre solenergi än det skulle göra i ett fritt läge.

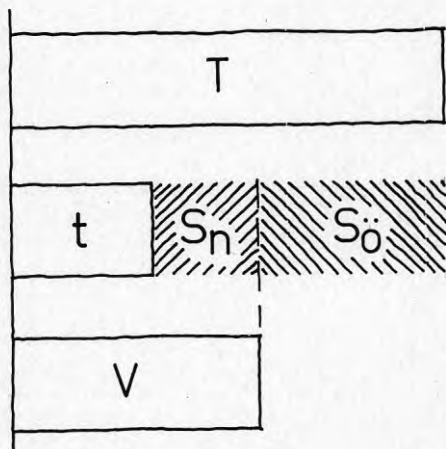
För de utvalda anläggningarna har det varit av intresse att studera bortfallet av nyttig solvärme till följd av skuggning vid gårdar eftersom detta är en direkt konsekvens av byggnadernas form och gruppering. Tre gårdar med olika form utvaldes för beräkningar som skulle visa hur mycket mer solvärme som skulle kunnat nyttiggöras om fasaderna varit vända åt samma håll men haft fria lägen i stället för att ligga mot gården. För att också belysa inverkan av gårdarnas orientering i förhållande till väderstrecken undersöktes två olika orienteringar för var och en av gårdarna.

Den solvärme man går miste om genom skuggningen måste delas upp i nyttig och onyttig. D v s solvärme som skulle ha kunnat bidra till den önskvärda uppvärmningen och sådan som skulle ha gett icke önskvärda värmeöverskott.

1) Inklusive värmeisoleringsförmågan hos marken



Figur 4.1 Under vintermånaderna är detta en normal bild av förhållandet mellan tillgänglig solvärme och nettovärmebehov. I detta fall då V är större än T skulle hela den bortskuggade solvärmen, S , kunna bidra till den önskvärda uppvärmningen. Hela S utgör således här bortfall av nyttig solvärme.



Figur 4.2 Under vår och höst kan det tidvis se ut på detta sätt. Den tillgängliga solvärmen i fritt läge (T) är betydligt större än nettoenergiebehovet (V). Den första skuggningen (S_o) tar i det fallet bort solvärme som skulle gett värmeöverskott och endast den sista delen av skuggningen (S_n) tar bort nyttig solvärme.

Endast bortfallet av nyttig solvärme är intressant. För att komma åt just detta måste hänsyn tas till hur förhållandena växlar under enskilda dagar och i enskilda rum. Dessa växlande förhållanden har måst schematiseras för att beräkningarna för en hel gård och en hel uppvärmningssäsong skulle bli hanterliga.

I det följande skall utförligt redogöras för de valda förutsättningarna och beräkningssättet som i stora drag går ut på att förlorad diffus instrålning beräknas med hjälp av avskärmningen för ett "medelfönster" och förlorad direkt och markreflekterad instrålning med hjälp av skuggningsstudier med solur i modell. Uppdelningen i nyttig och onyttig förlorad solvärme har sedan skett genom jämförelse med motsvarande nettovärmebehov.

Bortfall av direkt och reflekterad nyttig solvärme

Med hjälp av modeller i skala 1:100 och Gunnar Pleijels solur gjordes observationer av skuggningen på de olika fasaderna för varje timme 1 dag per månad för perioden september-maj.

På särskilda beräkningsblad, tabell 4.1 visar ett utdrag, noterades den skuggade glasytan för varje fasad som skulle ha träffats av solen vid den aktuella tidpunkten om fasaden legat fritt.

Med hjälp av tabeller för beräkning av solinstrålning mot byggnader, Höglund-Stephenson 1968, räknades för motsvarande timmar bortfallen av transmitterad solenergi fram, 3-glasfönster förut-sattes.

Den diffusa instrålningen ingår i de använda tabellvärdena och kommer därför att i viss utsträckning räknas dubbelt för de skuggade fönstren. Detta torde kunna uppvägas av att den mark-reflekterade strålning som i verkligheten bortfaller också för de oskuggade fönstren inte kommer att inräknas.

Väderlekens och därmed instrålningens växlingar under varje månad kan enligt Källblad-Adamson 1978, schematiseras så att solinstrålningens dagsvärden sedda över en månad faller linjärt från värdet för en helt klar dag till värdet för en mulen dag, om dagsvärdena sorteras om efter storlek. Detta har vi använt oss av och beräknat den bortskuggade solvärmens från direkt och reflekterad stålning (S) under en månad som

$$S = \frac{\text{summa bortskuggad solvärme under klar dag} \times \text{antal dagar}}{2}$$

2

Hela detta värde har räknats som förlorad nyttig solvärme i de fall värmebehovet är större än eller i närheten av maximalt tillgänglig solvärme i oskuggat läge under en helt klar dag. Detta är det normala fallet under större delen av uppvärmningssäsongen. Betongstommarna hos de studerade byggnaderna är exponerade mot rummen vilket ger en hög värmelagringsförmåga. Det är därför rimligt att låta kortvariga värmeöverskott ingå i beräkningarna.

I början och slutet av uppvärmningssäsongen förekommer det däremot att maximalt tillgänglig solvärme betydligt överstiger värmebehovet och under längre perioder. I sådana fall har därför halva, tre fjärdedelar eller i extrema fall hela den bortskuggade solvärmens räknats som sådan överskottsvärme som man i själva verket önskar vara utan.

Jämförelsen mellan tillgänglig solvärme under en klar dag och i oskuggat läge (T) och nettovärmebehov (V) har gjorts för en dag varje månad och baserats på 1 m² fönster (glasarea) med den aktuella orienteringen.

BYGGNAD: SMHI
GÅRDSFASAD MOT: SÖ

Timme på dagen	September			Oktober			November		
	A_s m^2	I_{DT} W/m^2	$A_s \cdot I_{DT}$ kWh	A_s	I_{DT}	$A_s \cdot I_{DT}$	A_s	I_{DT}	$A_s \cdot I_{DT}$
4									
5									
6									
7	12,5	281	3,5						
8	2,5	504	1,3	13	224	2,9			
9	0	601	0	0	477	0	10	55	0,5
10	0	615	0	0,5	551	0,3	6	330	0,5
11	0	558	0	3	525	1,6	7,5	392	2,9
12	1	447	0,4	4,5	431	1,9	9,5	340	3,2
13	3	288	0,9	8	290	2,3	15	227	3,4
14	4	115	0,5	11	124	1,4	24	86	2,1
15									
16									
17									
18									
19									
20									
Max instråln klar dag per m^2 fönster, kWh		3,41			2,62			1,43	
Bortskuggad instråln under klar dag, kWh			6,6			10,4			12,6
Värmebehov/dygn per m^2 resp hel fasad, kWh		1,1	26,4		1,7	40,8		2,1	60
Avskärmd instråln mulen dag för fasad, kWh			5,8			3,5			2,8
Förlorad nyttig instråln per mån kWh	pga skuggn av dir sol- strålning		0			81			189
	pga avskärmn av diffus stråln		174			108			84

A_s = skuggad glasarea

I_{DT} = transmitterad total solinstrålning genom 3-glasfönster med akutell orientering

Fasadens totala glasarea (A) = $24 m^2$

Avskärningsfaktor (B) = 0,67

Gårdens orientering:



Tabell 4.1 Beräkningsblad för solvärmefall, utdrag.

Uppdelningen i förlorad nyttig solvärme och värmeöverskott har gjorts enligt följande:

$$S = \text{nyttig solvärme} \quad \text{då} \quad \frac{T}{V} < 1,5$$

$$\frac{S}{2} = \text{nyttig solvärme} \quad \text{då} \quad 1,5 < \frac{T}{V} < 2 \quad \text{och} \quad \text{utetemp} < 10^{\circ}\text{C}$$

$$\frac{S}{4} = \text{nyttig solvärme} \quad \text{då} \quad 1,5 < \frac{T}{V} < 2 \quad \text{och} \quad \text{utetemp} > 10^{\circ}\text{C}$$

$$S = \text{överskottsvärme} \quad \text{då} \quad \frac{T}{V} > 2$$

De använda värdena på värmebehov/dag framgår av tabell 4.2

	Totalt värmebehov		Interna tillskott		Netto värmebehov, kWh
September	1,7	-	0,6	=	1,1
Oktober	2,6	-	0,9	=	1,7
November	3,3	-	1,2	=	2,1
December	3,8	-	1,4	=	2,4
Januari	4,3	-	1,2	=	3,1
Februari	4,3	-	1,1	=	3,2
Mars	3,8	-	0,8	=	3,0
April	3,0	-	0,6	=	2,4
Maj	2,0	-	0,5	=	1,5

Tabell 4.2 Värmebehov, interna tillskott och önskvärda solvärmetillskott/dag och m² fönster. Från de totala värmebehoven har dragits bort det som kan beräknas komma från personer och belysning. Det bör noteras att elbelysningen inte behöver användas i någon större omfattning sådana dagar då solen kan tänkas ge värmeöverskott. De totala värmebehoven utgår från en så stor husdel, b_xhxd = 2x3x6 m, som motsvarar 1 m² glasarea i fasad och förutsätter godtagbara k-värden enligt SBN-75 och minimiluftväxling. Hänsyn har tagits till värmegenomgång genom tak och bottenbjälklag, likaså till förhållandet att bottenvåningarna är de som skuggas i störst omfattning.

Bortfall av diffus nyttig solvärme

Den diffusa himmelsstrålningen avskärmas i ungefär lika stor utsträckning för alla fasader runt en sluten kvadratisk gård. En avskärningsfaktor B har beräknats med hjälp av vinkelkoefficienterna för de avskärmade fasadytorna över horisonten enligt formel B35.1a och b i kommentarerna till SBN 1977:3. Avskärmningen har beräknats för ett fönster i fjärdedelspunkten på varje olikartad fasad. Detta fönster har betraktats som representativt med tanke på glasytornas fördelning. Avskärningsfaktorn för det valda fönstret är ca 50% högre än för ett fönster i fasadens mittpunkt. Avskärningsfaktorerna framgår av tabell 4.3.

Avskärningsfaktor , B

Östra Malmen	0,48
SMHI, mot gård	0,34
SMHI, mot gatt mellan husen	0,67
Saltängen, gårdens kortsida	0,68
Saltängen, gårdens långsida	0,84

Tabell 4.3 Avskärningsfaktorer använda för beräkning av den diffusa himmelsstrålning som går förlorad genom grupperingen av byggnader kring gårdar. Faktorerna avser avskärningen för ett typiskt fönster på varje olikartad fasad.

Avskärmd diffus instrålning, W_{Sd} , har beräknats enligt

$$W_{Sd} = A \cdot B \cdot I_{dh} \cdot \alpha_{di}$$

där

A = fönsterarea
 B = avskärningsfaktor
 I_{dh} = diffus instrålning mot horisontell yta
 α_{di} = omräkningsfaktor för vertikalt fönster

Värdena på I_{dh} och α_{di} har hämtats från Källblad - Adamson, 1978.

De erhållna värdena på W_{Sd} är i allmänhet mycket små i förhållande till värmebehoven, varför de räknats som förlorad nyttig solvärme i sin helhet utom i maj då värdena reducerats med 50%.

Beräkningarna tar alltså endast upp solvärme som förloras genom att fönstren skuggas eller avskärmas. De bortser från den betydligt mindre effekten av att ytterväggens utsida också kommer att nås av mindre sol- och himmelsstrålning liksom själva gårdsmarken. Beräkningarna tar inte heller upp den ökning av instrålningen som reflekterad strålning från andra fasader runt gården bär ge.

De förenklingar som gjorts innebär både mindre över- och underskattningar som dock inte torde inverka på storleksordningen av solvärmeförlusten. Vad som är viktigt att minnas är att kalkylerna visar på det maximala önskvärda solvärmeförlustskott som skulle kunnat nyttiggöras om fasaderna varit vända åt samma håll men haft fria lägen i stället för att ligga mot gårdar. Användning av solavskärningar och begränsningar i uppvärmningssystemens följsamhet inverkar givetvis på nyttiggörandet av solvärmeförlustskotten.

4.3 Ventilation

Energibehovet för uppvärmning av den uteluft som tillförs anläggningarna genom mekanisk ventilation har beräknats med luftflöden, drifttider och återluftsgreder enligt bygghandlingar och uppgifter från driftpersonal. Värmning till +20°C har förutsatts för vanliga lokaler. För garage till +7°C.

Saltängen 60 och 80% återluftsgrad används med drift dygnet runt respektive 10 timmar per arbetsdag. Endast en liten del av luftflödet befuktas. Uteluftflödena uppgår sammanlagt till 12,7 m³/s.

SMHI 80 och 60% återluftsgrad används med drift dygnet runt respektive 10 timmar per arbetsdag. Det sammanlagda uteluftflödet är 6,2 m³/s. Därav befuktas 3,9 m³/s.

Östra Malmen

Sammanlagt uteluftflöde 12,8 m³/s och totalt luftflöde 25,6 m³/s. Endast en liten del av luftflödet befuktas. Driftstid 10 timmar per arbetsdag.

Tele Data

Sammanlagt uteluftflöde 7,6 m³/s och totalt luftflöde 12 m³/s. Driftstid 10 timmar per arbetsdag respektive dygnet runt. En del av luftflödet befuktas. Värmeåtervinning sker från dataanläggningens kylaggregat. Kyltornseffekt 800 kW. Därigenom torde mer än 50% av värmebehovet för ventilationsluften tillgodoses.

Den ofrivilliga ventilationen har beräknats enligt Byggnadsstyrelsens UV-information 74-11-26, d v s lika stor per volymenhet för de olika anläggningarna (0,4 luftomsättningar per timme under icke driftstid).

4.4 Fläktdrift

Erforderlig energi för fläktdriften har beräknats utgående från kända driftstider och totalflöden, en medeltryckupsättning för till- och frånluft på ungefär 70 mm vp samt en fläktverkningsgrad av 0,7.

Delar av energin för fläktdriften nyttiggörs genom att ventilationsluften uppvärms av fläktenergin. Det är normalt att lufttemperaturen höjs någon grad av fläktarna. Detta bidrar under större delen av året till den önskade uppvärmningen, medan det under varma sommardagar ger en icke önskvärd uppvärmning. I de fall fläktmotorn sitter i tilluftströmmen kommer hela motoreffekten att tillföras byggnaden. Energin för frånluftfläktar kommer endast till viss del husens uppvärmning tillgodo.

4.5 Energi för hissar

För beräkning av energibehovet för att driva hissmaskiner har effektbehov och hastighet för de hisstyper som normalt förekommer tagits fram:

	hastighet	motoreffekt
Personhiss hydraul för 8 pers	0,4 m/s	11 kW
Varuhiss hydraul för 2 ton	0,4 m/s	18,5 kW
Varupersonhiss, linhiss för 8 pers	1,0 m/s	6 kW

Personalens och godshanteringens fördelning på olika plan inom anläggningarna har tagits som utgångspunkt för följande antagna användningsmönster.

Tele Data

Personhissar

Uppfärder: 20 st/dag på genomsnittligt $\frac{8\text{m}}{0,4 \text{ m/s}}$ ger 0,11 drifttim/arbetsdag.

Nerfärden drar nästan ingen energi med hydraulhissar.

Godshiss

Uppfärder 10 st/dag på $\frac{8 \text{ m}}{0,4 \text{ m/s}}$ ger 0,06 drifttimmar/arb.dag.

Årligt energibehov blir då $250 (0,11 \cdot 11 + 0,06 \cdot 18,5) = 580 \text{ kWh}$ vartill kommer extra startström under de första femtio millisekunderna vilket i detta fall kan uppskattas dra ca 12 kWh/år. Sammanlagt alltså för Tele Data ungefär 0,6 MWh/år.

Saltängen

Hissfärden har delats upp i a) interna resor mellan olika plan under arbetstiden och b) sådana som sker på morgonen, vid lunch och vid dagens slut.

a) Internresorna

6 resor per timme om genomsnittligt 6 m antas för varje hiss. Med 12 hissar och hastigheten 1 m/s blir drifttiden på 8 tim:

$$\frac{6 \cdot 6 \cdot 12 \cdot 8}{3.600} = 0,96 \text{ tim/arb.dag.}$$

b) Till och från arbetsplatsen

All personal på de översta två planen antas ta hissen och hälften av den personal som arbetar i våningen närmast över entréplanet tillsammans ungefär 750 personer. 80% av de åkande eller 600 pers kan erfarenhetsmässigt antas ta hissen under en såpass samlad period att varje hisstur utnyttjas av 6 personer. Således för dessa 100 turer vid 4 tillfällen per arbetsdag.

För de övriga 150 åkande kan beräknas att 4 personer genomsnittligt utnyttjar varje tur. För dessa alltså $\frac{150 \cdot 4}{4} = 150$ turer

per arbetsdag.

Sammanlagt får vi 550 turer om $2 \times 9,6$ meter per dag. Med hastigheten 1 m/s blir drifttiden $\frac{550 \cdot 2 \cdot 9,6}{3.600} = 2,93$ tim/arbetsdag.

Årligt energibehov för hisstransporterna enligt a och b blir då $250 (0,96 + 2,93) \cdot 6 = 5.835 \text{ kWh}$. Extra startström kan i detta fall där betydligt fler starter förekommer uppskattas dra ca 175 kWh.

Sammanlagt för Saltängen alltså ungefär 6 MWh/år.

4.6 Energi för belysning

Beräkningarna av belysningsenergi har utgått från följande driftstider och installerade effekter, inklusive eventuella driftdon:

	Installerad effekt		Driftstid tim	
	allmän belysn	platsbelysn	i mörk zon	i dagsljuszon
Storrumskontor	20 W/m ²	60W	2000	1000
Smårumskontor	15 W/m ²	60W	-	800
Sammanträdesrum	20 W/m ²	-	1000	400
Korridorer	6 W/m ²	-	2000	800
Trappor	7 W/m ²	-	2500	800
Toaletter o kapprum	30 W/m ²	-	1000	400
Förråd	6 W/m ²	-	200	80
Serviceutrymmen	10 W/m ²		25	-

Tabell 4.4 Installerade effekter och driftstider som legat till grund för beräkningen av elbehovet för belysning.

4.7 Ljusa och mörka ytor

Större delen av de rum som finns i anläggningarna kan i sin helhet naturligt hänföras till endera av kategorierna dagsljusbelysta/icke dagsljusbelysta rum. Det förekommer dock även utrymmen som måste delas in i "mörk" och "ljus" zon, t ex korridorer, hallar och storrum. I sådana fall har följande indelningar gjorts:

Korridorer

Den dagsljusbelysta golvarean har räknats upp till 5 meter från fönster. För övriga delar av korridorer och andra kommunikationsutrymmen har golvarean räknats som icke dagsljusbelyst.

Storrum, hallar o_dyl

Sådana större rum har räknats som ljusa upp till 5 meter från fönstervägg och innanförliggande zon som mörk. Hela golvarean har dock hänförts till dagsljusbelyst zon i de fall fönsterväggens längd varit väsentligt större än rumsdjupet.

5 BYGGNADSFÖRM - KVALITETER - ENERGIBEHÖV

Bland de studerade förvaltningsbyggnaderna finns exempel på mycket varierande former. Innan konsekvenserna för kvaliteter och energibehov visas skall de olika måttförhållandenas variation hos anläggningarna tas upp.

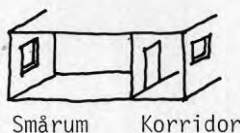
5.1 Måttförhållanden

När det gäller husens höjd och bredd finns markerade steg i huvuddimensionernas variationer. Stegen sammanhänger med lämpliga kombinationer av rum med användbara mått. Rumsmåtten är inte lika avgörande för huslängden. Den beror mer av sådant som anläggningens totala utrymmebehov, tomtens mått och normkrav ifråga om brandcellsindelning och utrymningsvägars längd.

5.1.1 Husbredd

De husbredder som förekommer i de fyra anläggningarna visas i figur 5.1.

Ö Malmen 6,5 m
(delar av övervån)

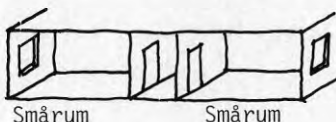


SMHI 10,5 m

Ö Malmen 11,5 m

Tele Data 11,5 m

Saltängen 11,5 m



Ö Malmen 17 m

Ö Malmen 18,5 m

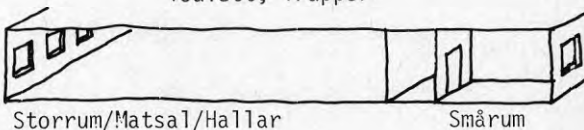
SMHI 18,5 m

Saltängen 20 m



SMHI 24 m

Tele Data 37 m



Tele Data 37 m

Saltängen 50 m
(del av bottenvån)

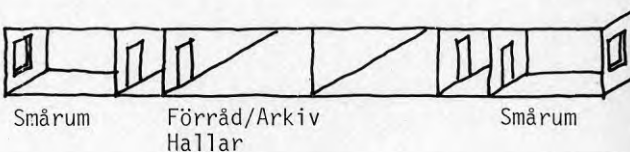


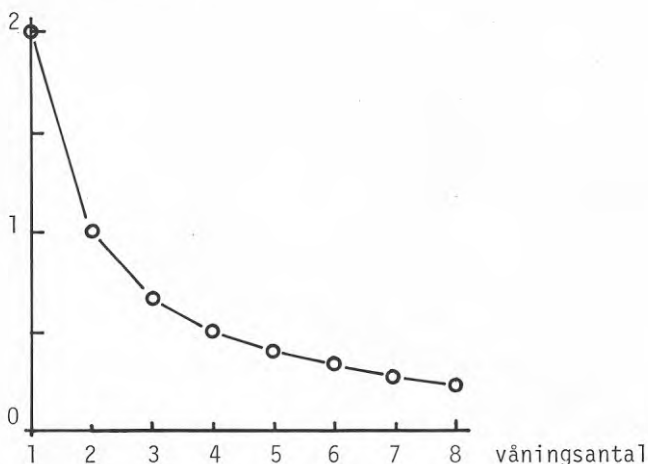
Fig 5.1 Förekommande husbredder och kombinationer av olika slags utrymnen. De indelningar som visas är typiska men även annat utnyttjande förekommer, t ex användning av hela husbredden på 11,5 eller 18-20 meter för storrumskontor eller hallar. Med hallar avses större arbetsrum för t ex datacentraler, lab. eller tryckerier.

Husbredderna är således inte slumpvis valda, inte ens i fråga om de största där måtten vid första ögonkastet kan synas godtyckliga. De bygger i stället på bedömningar av belyningsförhållanden och möjligheter att inrymma verksamhet med omfattande utrustningar och naturligtvis även på tomtens begränsningar. Saltängens 50-metersbredd är ett särfall där måttet svarar mot två ovanförliggande huskroppar om 20 och 11,5 meter och ca 19 meter breda gårdar mellan dessa. En orsak till detta byggnadssätt är tomtens höga grundvattennivå, som gjorde det svårt att bygga en källarvåning.

5.1.2 Hushöjd

Spännvidden på hushöjdens variationer, 1-4 våningar, hos de utvalda anläggningarna är mindre än för husbredderna som ju skiljer sig med en faktor 7,7. Den övervägande delen av de fyra anläggningarnas volym ligger dock i huskroppar med 10,5 till 20 meters bredd. Variationen i höjd bör utan vidare vara tillräcklig för att man skall se utslaget på t ex värmetransmissionen. Den största ändringen av tak respektive bottenbjälklagsarea vid en bestämd total golvarea sker nämligen vid övergång från en till två våningar. Vid ytterligare ökning av antalet våningar blir ändringen för tak och bottenbjälklag successivt allt mindre vilket åskådliggörs grafiskt i figur 5.2.

Tak- och bottenbjälklagens area i förhållande till den totala golvarean

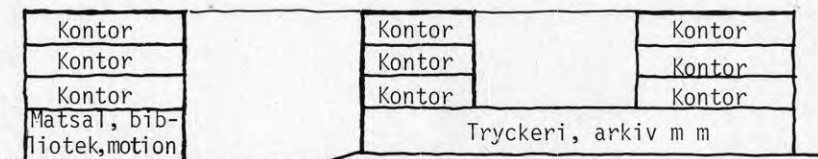


Figur 5.2 Diagram över våningsantalets inverkan på arean av tak och bottenbjälklag vid en given total golvarean. Reduceringen av tak och bottenbjälklag blir allt mindre för varje tillkommande våning. Samma förhållande gäller minskningen av fasaderna genom större husbredd.

Även i fråga om avskärmning av solinstrålning vid gårdar och hiss-transportbehov sker väsentliga förändringar med sådana variationer i hushöjd som förekommer i de fyra anläggningarna.

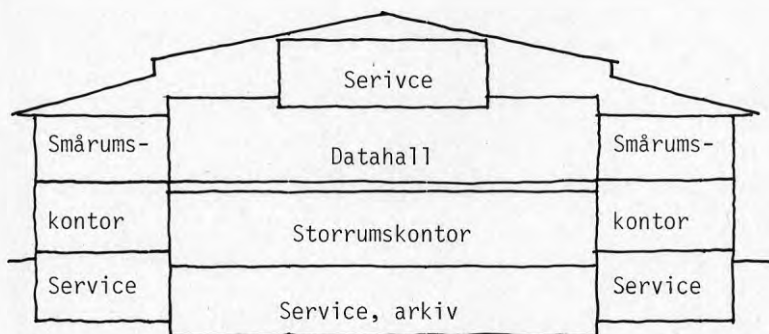
Större våningshöjder förstorar volymen kraftigt och ökar även fasadarean något.

Det är vanligt att man söker begränsa dessa effekter genom att sammanföra de lokaler som kräver en viss höjd till särskilda våningsplan eller byggnadskroppar. Så har skett i Östra Malmen, SMHI och Saltängen.



Figur 5.3 Principsektion av Saltängen som visar hur mer höjdkrävande lokaler samlats i bottenvåningen.

I Televerkets datacentral däremot har lokaler med olika höjdkrav måst förläggas till samma våningsplan vilket har lett till differentierade våningshöjder inom planen.



Figur 5.4 I Televerkets datacentral har fasadarea och volym i någon mån begränsats genom att våningshöjderna i olika delar av planen anpassats efter lokaltyperna.

Ett mått på medelvåningshöjden får man om man delar den uppvärmda volymen med golvarean, se tabell 5.1.

Kalmar	Tele Data	3,97 m
	Östra Malmen	3,33 m
Norrköping	SMHI	3,43 m
	Saltängen	3,51 m

Tabell 5.1 Medelvåningshöjd för anläggningarna.

5.1.3 Omslutande areor

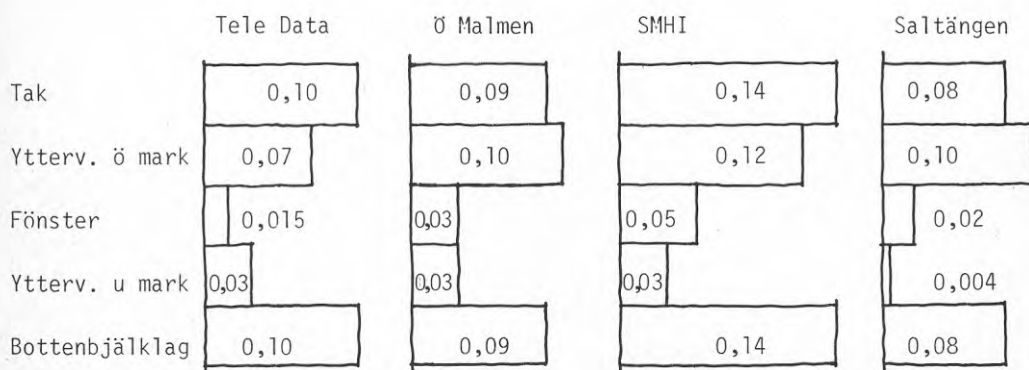
Ett mått på kompaktheten ger arean av omslutande byggnadsdelar dividerad med den uppvärmda volymen. Detta mått skiljer sig en hel del mellan de fyra anläggningarna, se tabell 5.2.

Anläggning		omslutande area uppvärmd volym (m ² /m ³)
Kalmar	Tele Data	0,31
	Östra Malmen	0,34
Norrköping	SMHI	0,47
	Saltängen	0,29

Tabell 5.2 Förhållande mellan omslutande area och volym för anläggningarna.

Motsvarande yt-/volymförhållande i fråga om bostadshus är normalt 0,25-0,5 för flerbostadshus och 0,6-0,9 för småhus.

För de fyra anläggningarna fördelar sig den omslutande arean på olika byggnadsdelar enligt figur 5.5.



Figur 5.5 Fördelning av den omslutande arean på byggnadsdelar med olika K-värden och temperaturförhållanden.

Siffrorna anger arean i m²/m³ uppvärmd byggnadsvolym. Arean för fönster inkluderar karmar, vilka utgör ca 40% av fönsterarean. I förhållande till fasadarean, d v s fönster + yttervägg ovan mark, utgör fönsterarean 20, 24, 30 respektive 22% i de olika anläggningarna.

De olika fördelningarna av den omslutande arean avspeglar byggnadernas olika höjd, tjocklek och djup under markytan. Fönsterstorlekarna kommer också in, men de begränsas numera i byggnormen och fönsterandelen kommer därför normalt att ligga på 20-25% av fasadarean.

5.2 Kvaliteter

5.2.1 Förhållande till omgivningen

Anläggningen för SMHI är uppdelad i många byggnader, de flesta låga och smala. Saltängen däremot är en lång sammanhängande anläggning bestående av breda byggnadskroppar i fyra våningar.



*Figur 5.6 Norrköping, SMHI. Det centrala gångstråket med kontors-
husen till höger och laboratoriebyggnaderna till vänster.*



Figur 5.7 Norrköping, Saltängen, norra sidan.



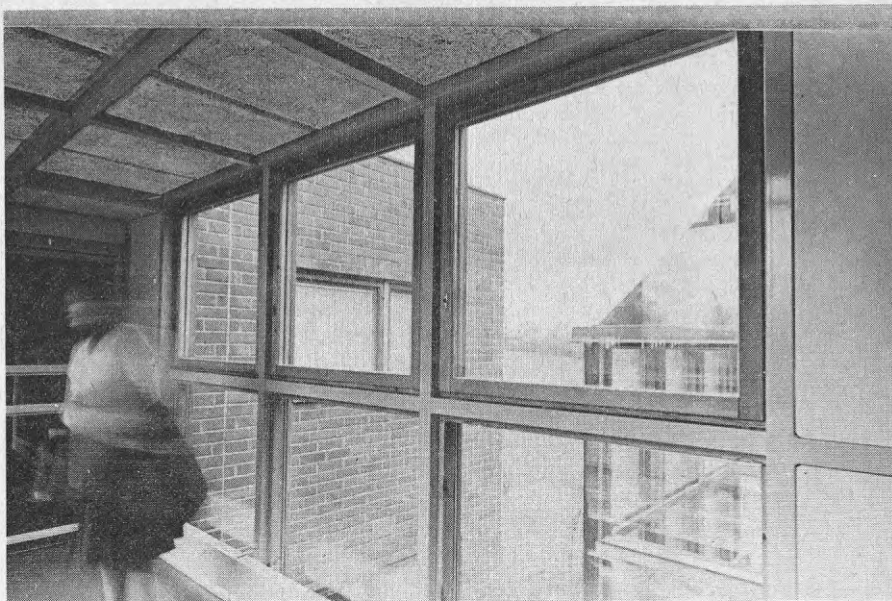
Figur 5.8 Kalmar, Televerkets Datacentral.

Östra Malmen och Tele Data är betydligt mindre än Saltängen men också sammanhängande byggnader. Genom takformerna har man sökt minska höjдинtrycket. I Östra Malmen är ytterzonerna dessutom en våning lägre.

Tele Data och Östra Malmen har på olika sätt veckade fasader. I det förra fallet är trapphusen till en del placerade utanför fasaden. I det senare är fasaden indragen kring trapphusen. Friläggningen av trapphusen i Östra Malmen är ett försök att genom en längdindelning i förening med den låga ytterzonen minska intrycket av en stor anläggning. Men dessa grepp har inte riktigt räckt. I folkmun kallas huset ibland för "Supertankern" vilket antyder att det uppfattas som alltför stort i denna mycket småskaliga stadsdel.



Figur 5.9 Kalmar, Östra Malmen.



Figur 5.10 SMHI. Korridorpassage mellan hus.

SMHI utmärker sig genom att vara den mest öppna anläggningen med ljus i trapphus och stora delar av korridorerna som passerar fritt mellan anläggningens olika delar i uppglasade gångar. Saltängen är den mest slutna anläggningen nästan utan fönster i korridorer eller trapphus och med grupparbetsrum och sammanträdesrum i den "mörka" kärnan. Gärdarna i Saltängen är slutna mot yttervärlden medan SMHI:s gårdar öppnar sig ut mot det omgivande landskapet.



Figur 5.11 Trapphus i Saltängen.

Man kan fråga sig vad som orsakar skillnaden i byggnadsform mellan de fyra anläggningarna

Tomtens förutsättningar kanske kan förklara något av skillnaden. Saltängen ligger i innerstaden med en begränsad tomtstorlek och byggnadshöjd. Samtidigt visar utformningen av Östra Malmen att även ett innerstadsläges begränsningar kan ge möjlighet till dagsljus i kommunikationssystemet. Tele Datas förhållandevis kompakta byggnadsform är framförallt motiverad av att kontorsrummen bildar en skyddande ram kring dataanläggningen. Även här är den disponibla tomtytan begränsad på grund av kringliggande byggnader och park.

SMHI disponerar den största tomtytan och ligger i ett ytterområde. Det är den enda av de fyra tomterna som sluttar, något som sannolikt bidragit till den uppdelade byggnadsformen med enheter som svagt terrasserar sig i söderslutningen.

Tomtens förutsättningar är olika även med hänsyn till utsikt och sättet att nalkas entréerna.

Både Saltängen och SMHI är uppbyggda, visserligen på olika sätt, kring en central gata varifrån de olika trapphusen nås. Tele Data och Östra Malmen nås utifrån via en central entré.

I Saltängen finns en stark inåtvändhet av anläggningen mot det centrala stråket. Det är endast bottenvåningen som öppnar sig mot parksidan med uppglasade fasader.

Tomterna är visserligen mycket olika med det finns inte anledning att tro att formen oundgängligen följt av tomtens förutsättningar.

Det finns säkert andra motiv som också inverkat, t ex inre miljö, energi, ekonomi, skala och flexibilitet.



Figur 5.12 Det invändiga gatustråket i Saltängen.

5.2.2 Tillgång till dagsljus och utblickar

Önskemålet om dagsljus är olika starkt när det gäller olika typer av rum. För arbetsrum finns i byggnormen ett uttalat krav på dagsljus och möjlighet till utblick när verksamhetens art inte direkt lägger hinder i vägen, som t ex i fråga om fotolaboratorier.

För rena apparatrum finns inget önskemål om dagsljus. Däremellan finns de olika slags lokaler där människor vistas mer eller mindre tillfälligt t ex sammanträdesrum, personalrum, kommunikations- och förvaringsutrymmen och där dagsljus och utblickar i olika grad kan vara önskvärt.



Figur 5.13 För stadigvarande arbetsplatser krävs i de flesta fall dagsljus och möjlighet till utblick. Östra Malmen, kontorsrum mot gård i översta våningen.

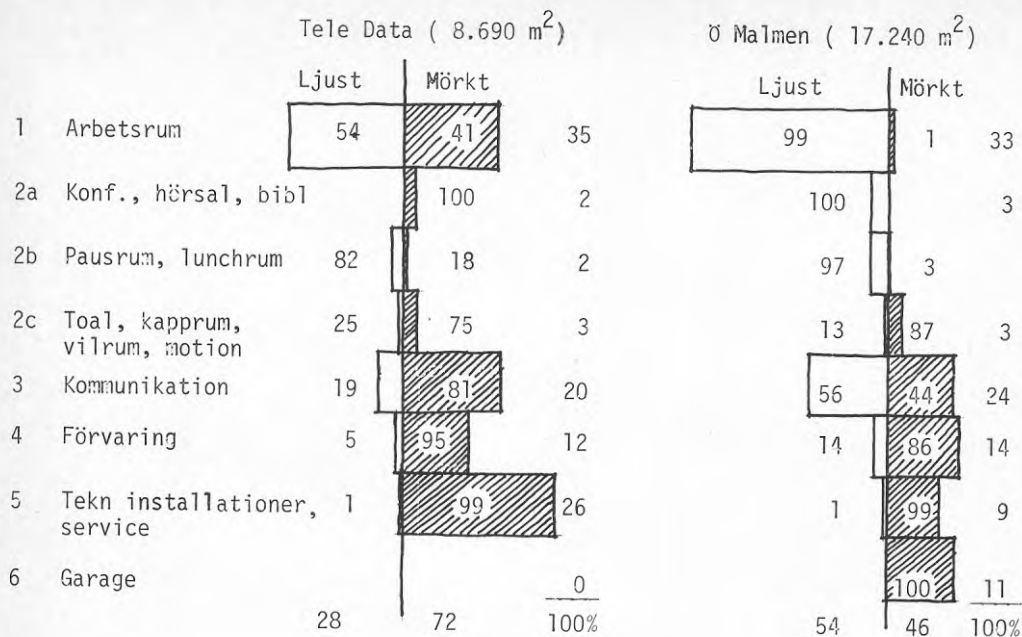
För de fyra anläggningarna har en uppmätning gjorts av "ljusa" och "mörka" ytor och samtidigt en sortering i olika lokalkategorier.

Fördelningen av utrymmen inom de olika lokalkategorierna avses visa på likheter och olikheter i programhänseende mellan de fyra anläggningarna. Därmed erhålls en indikation på i vilken mån anläggningarna är jämförbara och i vilka avseenden.

Uppdelningen av utrymmena inom de olika lokalkategorierna i sådana med eller utan tillgång till dagsljus och utblickar visar i grova drag hur de olika kraven kunnat tillgodoses med de olika byggnadsformerna.

Denna kartläggning av lokalkategorierna och dagsljusstandarden möjliggör också jämförande kalkyler över elbehovet för belysning.

Resultaten visas i diagramform i figur 5.14.

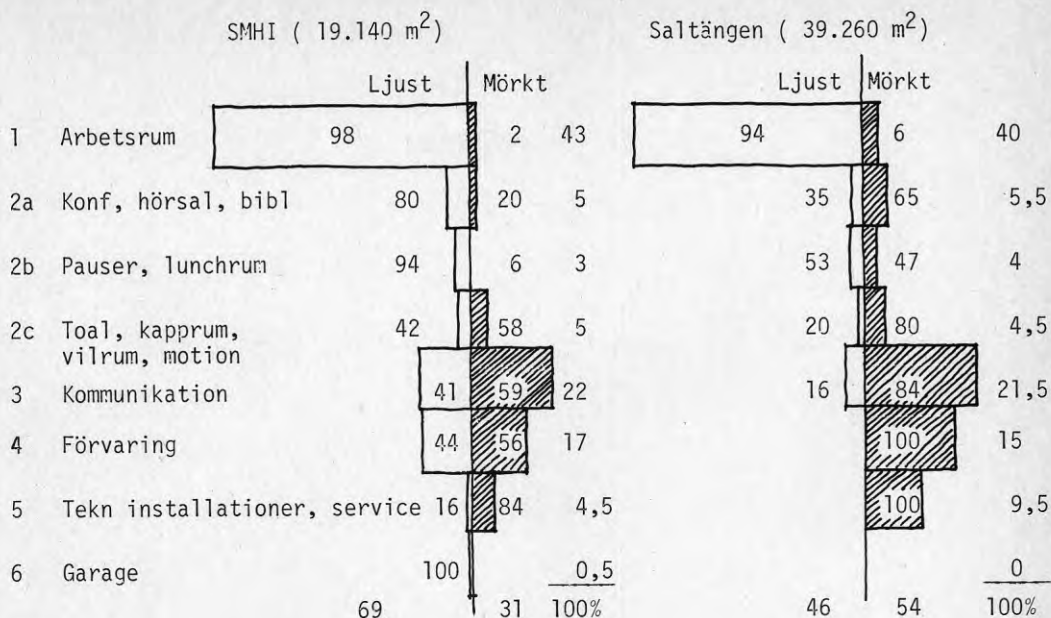


Figur 5.14 Fördelning av olika rumskategorier uppdelade på ljusa och mörka ytor. Siffrorna inuti diagrammet anger den procentuella fördelningen av ljusa och mörka ytor inom varje kategori. Siffrorna till höger anger kategoriernas procentandel av den totala golvarean i respektive anläggning.

Fördelningen av rumstyper är ganska likartad och blir det än mer om man undantar Östra Malmens garage och de extra stora utrymmena för teknisk apparatur som datordriften medfört i Tele Data. Bortsett från dessa speciella avvikelser är alltså fördelningen av rum med olika krav på dagsljus mycket snarlik. Ändå skiljer det avsevärt ifråga om fördelningen på ytor med och utan dagsljus, både ifråga om de enskilda rumstyperna och totalt sett. Här framgår alltså en tydlig följd av anläggningarnas olika byggnadsform.

Arbetsutrymmena ligger inte helt i ljus zon i någon av anläggningarna. Delar av kök, storrumskontor, laboratorier, vaktmästerier, tryckerier och datautrymmen har förlagts till husens mörka innandömen, vilket är mindre lyckligt - både ur arbetsmiljösynpunkt och med hänsyn till behovet av elenergi för belysning. Som framgår av figuren varierar andelen mörka arbetsutrymmen från 1% i Ö Malmen till 41% i Tele Data.

Gruppen 2a, sammanträdesrum, hörsalar, bibliotek o dyl, har fått mycket olika förläggning. 100% ljust i Ö Malmen och 100% mörkt i Tele Data. Denna kategori utgör en mycket liten del av det hela. Att ändra byggnadernas geometriska form så att samtliga dessa rum kunde få plats i dagsljuszon skulle bara medföra en obetydlig ökning av värmetransmissionen. Belysningsbehovet skulle däremot minska något och för arbetsmiljön skulle det innebära en avgjord förbättring. Samma sak gäller vissa delar av grupperna 2b och c.



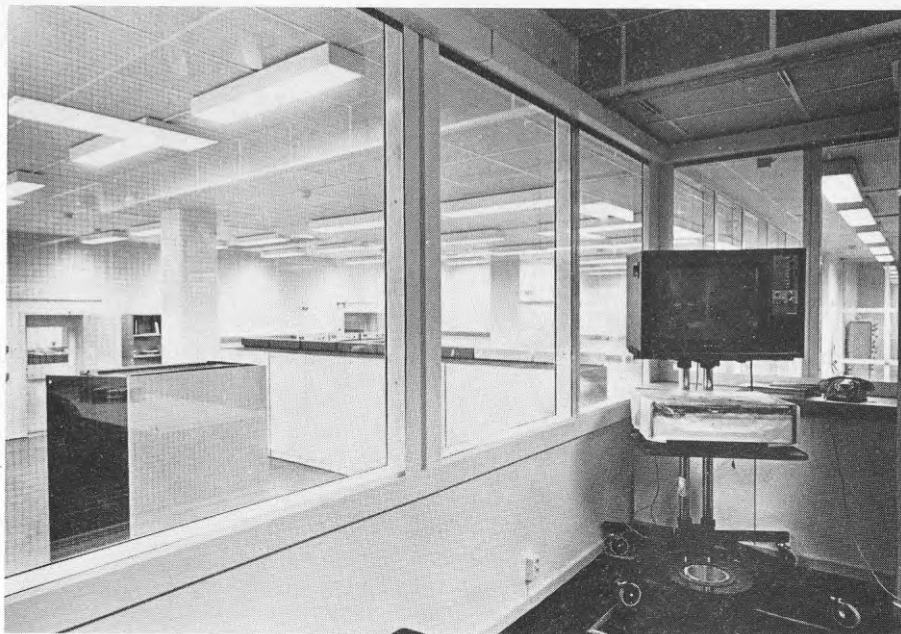
Grupp 3, kommunikation, innefattar korridorer, trappor, hissar, entréer, väntrum och varumottagning. Att sådana lokaler har fönster har betydelse både för orienterbarhet och belysningsbehov. Orienterbarheten ökar inte alltid med en större andel ljus kommunikationsyta men en tillräcklig andel i de rätta lägena är väsentlig. Hur mycket som är tillräckligt beror i hög grad på anläggningens storlek, komplexitet, variationsrikedom och omgivning.

Orienterbarheten är t ex uppenbart bättre i SMHI än i Ö Malmen trots att den ljusa andelen kommunikationsyta är bara 41% för SMHI mot 56% för Ö Malmen. I ett måttligt hus som Tele Data föreligger inga orienteringsproblem trots en så liten ljus andel kommunikation som 19%. I Saltängen däremot tycks 16% ljuskommunikationsyta inte alls räcka till för orienteringen trots en del extra utblickar genom pausrummen.

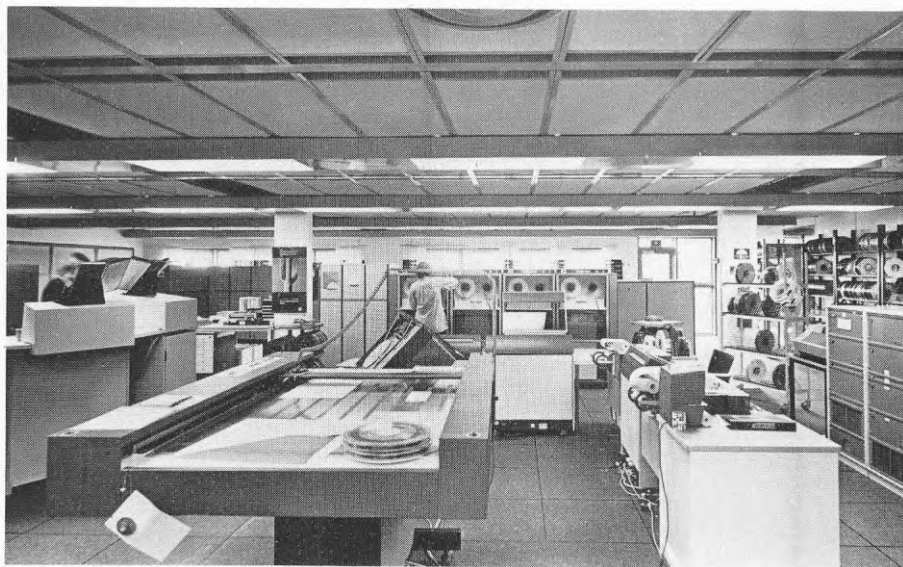
Grupp 4, förvaring, skiljer också anläggningarna åt. Saltängens stora mörka kärnor inrymmer samtliga förvaringsutrymmen medan de smala husen i SMHI medfört så mycket som 44% av förvaringsutrymmena i ljus zon. I Ö Malmen ligger 14% ljus och i Tele Data 5%.

Eftersom det här gäller ganska omfattande utrymmen som väsentligt kan påverka värmetransmissionen bör det finnas starka skäl innan man placerar en stor andel förvaringsutrymmen i ljus zon. Sådana skäl kan vara att vissa slags förråd och arkiv utgör mer eller mindre permanenta arbetsplatser. Ljus placering kan ge en mångsidigare användbarhet vid framtida förändringar.

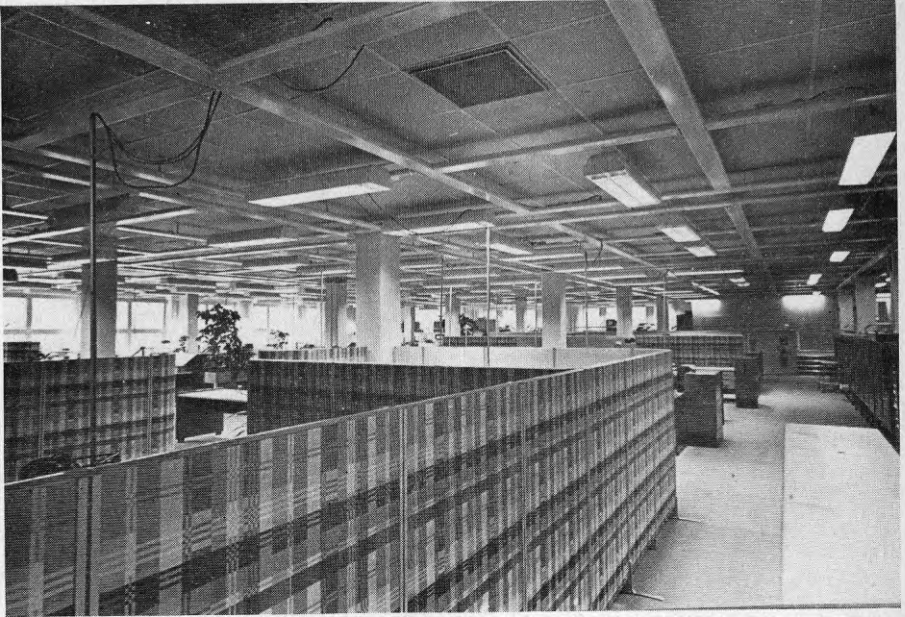
Med tanke på arbetsmiljön kunde Tele Data och Saltängen haft en större andel ljusa ytor medan sådana aspekter inte skulle blivit lidande av en något större andel mörka utrymmen i SMHI.



Figur 5.15 Kalmar Tele Data. Datorhallar utan dagsljus i byggnadens kärna. Det är här främst säkerhetskrav som givit placeringen av arbetslokaler i ett mörkt läge. Läget underlättar också en noggrann klimatkontroll. Ytterligare ett skäl till utformningen är önskemålet att inrymma en omfattande hantering med nära kontakter inom ett och samma plan. Liknande skäl ligger bakom den mörka placeringen av t ex tryckerilokaler i Saltängen.



Figur 5.16 Datacentralen på SMHI har visserligen fönster på en sida men dagsljuset begränsas av skärminredning och maskiner så att det artificiella ljuset blir outhärligt i större delen av hallen. Fönstrens huvuduppgift blir här att ge variation och kontakt med omgivningen genom utblickar.



Figur 5.17 Storrumskontor, Kalmar Tele Data. Rummet är ca 20x30 meter med fönster på en lång- och en kortsida. Dessa förhållanden och den omfattande skärminredningen gör att den elektriska belysningen alltid måste användas utom i zonen närmast intill fönstren.



Figur 5.18 Östra Malmen Storrumskontor i översta våningen som har sluttande tak vilket ger ett intimt rum vid fasaden. Husbredden är 11,5 meter. Med fönster på ömse sidor och en måttlig skärminredning har man ofta möjlighet att släcka lamporna, särskilt i ytterzonerna.



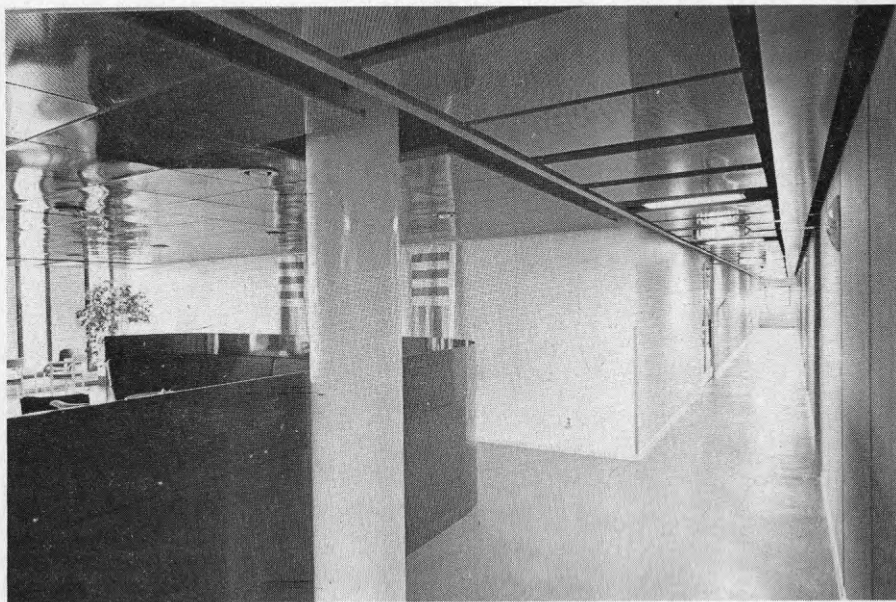
*Figur 5.19 Personalrestaurangen på SMHI.
Det anses i de flesta fall självklart att matsalar, lunchrum och
cafétérior skall ha dagsljus. Det har de också fått i alla fyra
anläggningarna men i något olika grad.*



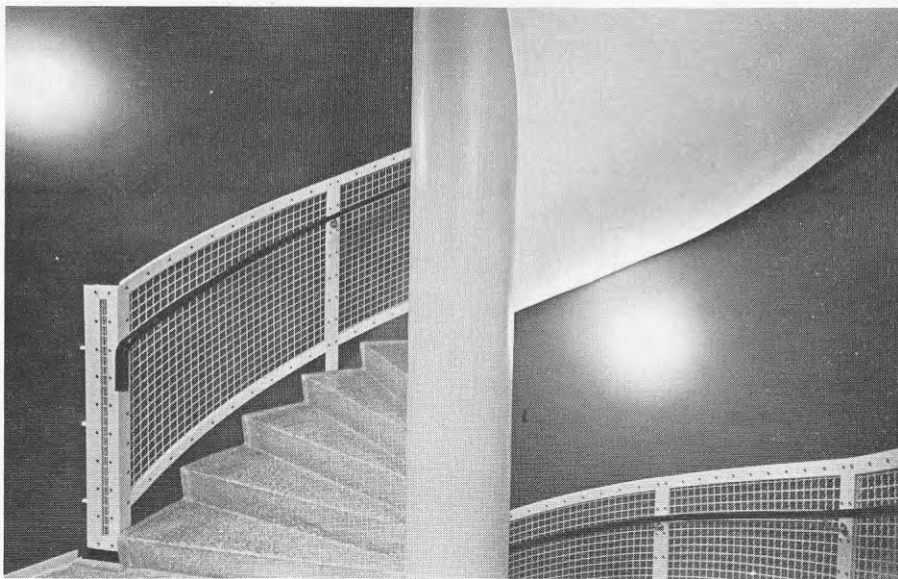
*Figur 5.20 Kalmar Tele Data.
Caféterian som delvis skjuter ut i och har fönster mot den lilla
gården.*



Figur 5.21 Pausrum i Östra Malmen. Pausrum och vissa andra personalrum och t ex vilrum brukar oftast få lägen med dagsljus. Så har också skett i alla de fyra anläggningarna.



Figur 5.22 Pausrummen i Saltängen är utformade som vidgningar i kommunikationssystemet.



Figur 5.23 Saltängen.

Trappa utan dagsljus eller utblicksmöjligheter. Här måste belysningen vara tänd så länge människor vistas i huset.

Från huvudtrapporna i Saltängen finns dock på vissa våningar möjlighet till utblick mot gårdar genom öppna expeditioner o dyl.



Figur 5.24 Väntrum, korridorer och kärna med trappa. SMHI, läbhus 11.

Lämpliga ljusinsläpp och måttliga korridorlängder har på SMHI gjort det möjligt att släcka ner belysningen i kommunikationsutrymmena vid tillräckligt dagsljus. 20% av armaturerna behålls alltid tända som ledljus, övriga släcks automatiskt av en fotocell utomhus. Besparingen kan uppskattas till 20 MWh/år.



Figur 5.25 Saltängens motionshall

Utrymmen för motion får ibland en ljus förläggning trots att de används av relativt få personer och tillfälligt, ofta på kvällstid. Även SMHI:s motionshall har fönster medan Tele Data och Östra Malmen har mindre motionsutrymmen i källarvåningen.

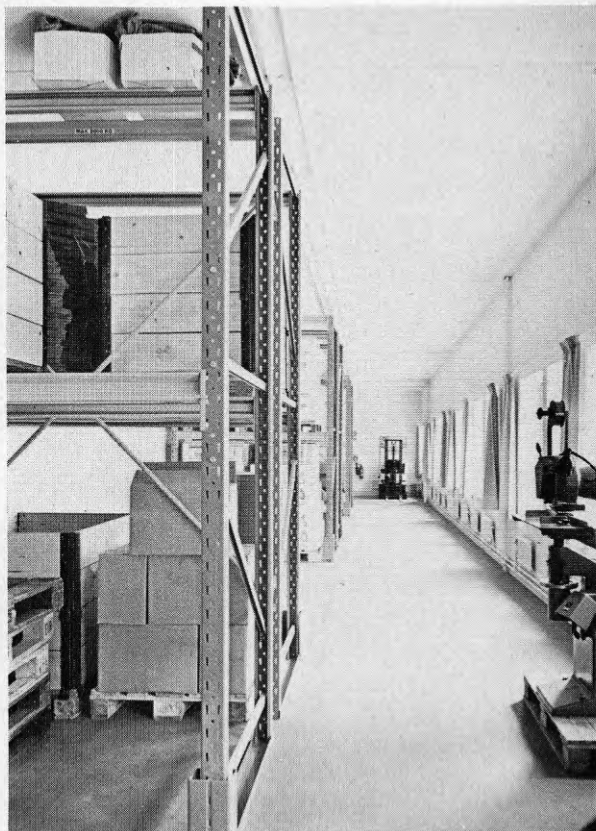
Figur 5.26

Östra Malmens pappersförråd för datacentralen.

Både i Östra Malmen och SMHI förekommer ljusa förvaringsutrymmen trots att dagsljus inte krävs. Detta sammanhänger med de smala huskropparna.

En fördel är att dessa rum vid förändrade behov lätt kan göras om till vanliga kontorsrum.

Stora arkiv och förråd med en omfattande materialhantering bör nog också betraktas som stadigvarande arbetsplatser som skall ha dagsljus.





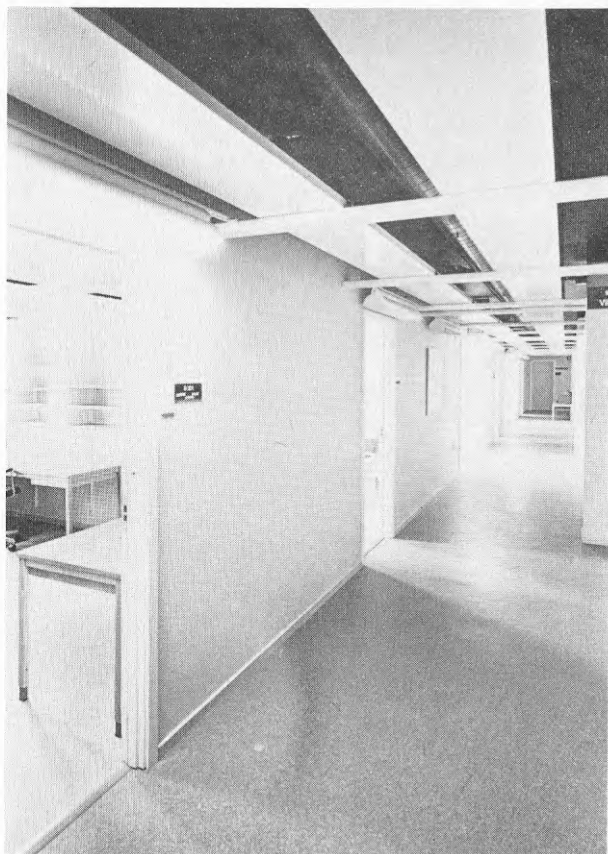
Figur 5.27

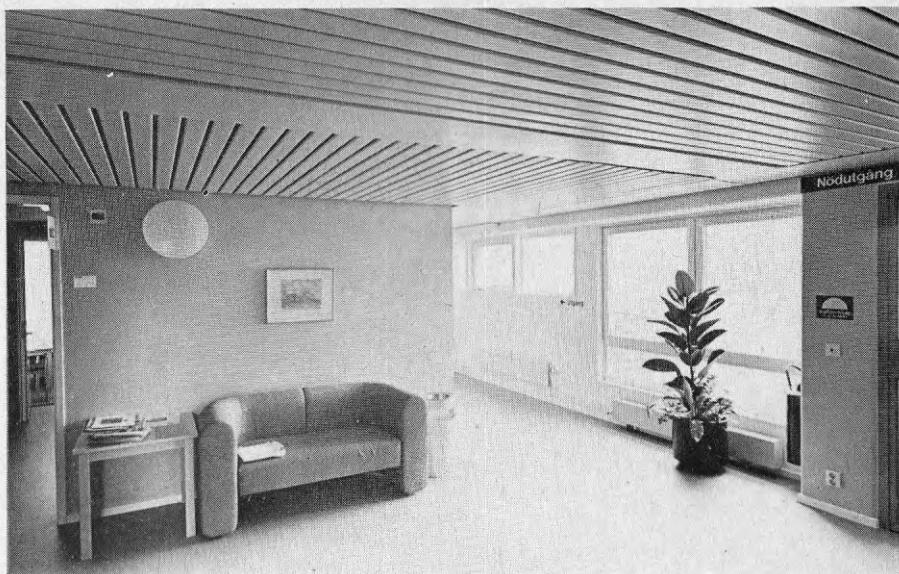
Figur 5.28

Korridorer får olika karaktär när man har arbetsrum med dagsljus på båda sidor (smala hus) eller bara på en sida (tjocka hus).

I ett dubbelkorridorssystem har den mörka kärnans väggar i regel få dörrar som normalt står stängda.

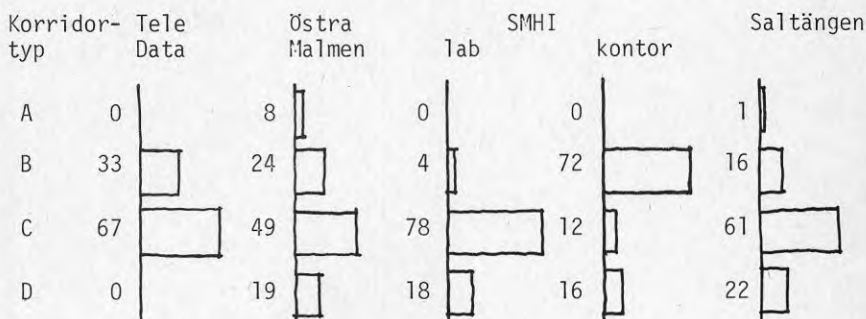
Dörrarna till arbetsrummen brukar däremot ofta stå öppna, vilket ger ett indirekt dagsljus och möjlighet till utblickar. Detta är betydelsefullt inte bara som allmän trivselseffekt utan även för orienterbarheten.





Figur 5.29 Östra Malmen. Korridor
Korridor i översta våningen med dagsljus från ena sidan. Det enda exemplet på en så smal husdel bland de fyra anläggningarna.

Förekomsten av de korridor typer som visats i bilderna 5.27-5.29 sammanhänger med husbredder och rumstyper. Den fördelning som blivit resultatet i de olika anläggningarna framgår av figur 5.30.



Figur 5.30 Procentuell fördelning av olika korridor typer i våningarna ovan mark. Typerna är följande:

- A: fönstervägg på ena sidan - ljusa rum på andra
- B: ljusa rum på båda sidor
- C: ljusa rum på ena sidan - mörka på andra
- D: mörka rum på båda sidor.

Korridor typerna har ordnats efter graden av kontakt med omgivningen.

En stor andel av typ B som i SMHI, kontorshuset, ger korta direkta vägar mellan de olika arbetsrummen i en husdel. En stor mängd av typ C förlänger däremot dessa kontaktvägar, medan mer av arkiv och förråd kommer inom räckhåll. I en stor anläggning som Saltängen kan man se att resultatet lätt blir en besvärlig labyrint.

En annan följd av anläggningarnas geometriska utformningar att vissa av de ljusa rummen kommer att vara vända mot gårdar av olika slag medan andra vätter mot omgivningen. Vid samtal med nyttjarna i de olika anläggningarna tycktes man genomgående värdera de utåt vända rummen högre än rum mot slutna gårdar. Det är inte heller utan betydelse i vilken våning rummen ligger. I det översta planet har man i regel den minst beskurna utsikten, vilket torde väga särskilt tungt i fråga om rum mot slutna gårdar. Rum i markplanet kan i bland ha ett positivt värde genom kontakten med vegetation och händelser utanför.

En enkel genomräkning av antalet fönster i sådana olika lägen ger resultat enligt tabellerna 5.3 - 5.

Fönsterläge	mot slutna gård		mot öppen gård		mot omgivning	
	antal	%	antal	%	antal	%
översta vån	36	10	-	-	141	39
näst översta vån	38	10	-	-	151	31
	74	20			292	80

Tabell 5.3 Fördelning av fönster i olika lägen, Tele Data.

Fönsterläge	mot slutna gård		mot öppen gård		mot omgivning	
	antal	%	antal	%	antal	%
översta vån	192	15,5	-	-	263	21
näst översta vån	192	15,5	-	-	196	16
nästnästa översta vån	192	15,5	-	-	204	16,5
	576	46,5			663	53,5

Tabell 5.4 Fördelning av fönster i olika lägen, Kalmar Östra Malmen.

Fönsterläge	mot slutna gård		mot öppen gård		mot omgivning	
	antal	%	antal	%	antal	%
översta vån	171	8	464	23	411	20
näst översta vån	167	8	364	17	293	14
nästnästa översta vån			139	7	70	3
	338	16	972	47	774	37

Tabell 5.5 Fördelning av fönster i olika lägen SMHI, hela anläggningen.

Fönsterläge	mot slutna gård		mot öppna gård		mot omgivning	
	antal	%	antal	%	antal	%
översta vån	77	29	35	13	18	7
näst översta vån	81	30	37	14	18	7
	158	59	72	27	36	14

Tabell 5.6 *Fördelning av fönster i olika lägen SMHI, ett kontorshus mitt i anläggningen.*

Fönsterläge	mot slutna gård		mot öppna gård		mot omgivning	
	antal	%	antal	%	antal	%
översta vån	288	11	208	8	210	8
näst översta vån	288	11	208	8	210	8
nästnäst översta vån	288	11	208	8	210	8
nästnästnäst översta vån	112	4	126	5	262	10
	976	37	750	29	892	34

Tabell 5.7 *Fördelning av fönster i olika lägen Saltängen.*

Innan dessa siffror kommenteras skall visas hur många m² golvarea det går på varje fönster i de olika anläggningarna.

	golvarea per fönster, m ²	normalfönstrets glasarea, m ²
Tele Data	15,0	0,78
Ö Malmen	10,0	0,77
SMHI hela anläggning	8,6	0,96
" ett kontorshus	6,4	0,96
Saltängen	13,0	0,58

Tabell 5.8 *Golvarea i förhållande till antal fönster. I golvarean har här inte inräknats fläktrum, källarutrymmen och motsvarande. Glasarean för den vanligast förekommande fönstertypen har också angivits. Större fönster och fönsterdörrar som också förekommer, särskilt i bottenvåningarna, har räknats in i fönsterantalet.*

Tele Data och Saltängen har således relativt få fönster i förhållande till golvarean, medan SMHI:s kontorshus har allra flest. Samtidigt är den vanligaste fönstertypen störst i SMHI och minst i Saltängen.

Det är tillsammans med dessa kriterier på dagsljusstandard som man skall se sammanställningarna 5.3-5.7 över hur utblickarna varierar.

Det framgår av siffrorna att en femtedel av Tele Datas fåtaliga fönster vetter mot den lilla slutna gården där.



Figur 5.31 Gården i Tele Data är ungefär 14x14 meter.

Av Saltängens nästan lika fåtaliga och dessutom små fönster vänder sig bara en dryg tredjedel direkt ut mot omgivningen och omkring en fjärdedel av alla fönster ligger mot gårdar i mer avskärade lägen än som överhuvudtaget förekommer i SMHI, vilket givetvis återverkar på utblickar, dagsljus, elljus och solvärmebortfall.



Figur 5.32 En av de mindre gårdarna i Saltängen.

I Östra Malmen är det en betänkligt stor andel av fönstren som vänder sig mot de helt slutna gårdarna. Situationen förbättras inte av att gårdarna har exakt samma mått och att de fått en så likartad markbehandling.



Figur 5.33 En av gårdarna i Ö Malmen sedd från bottenvåningen. Taket har lutats och kanten brutits för att ge en låg taklisthöjd.



Figur 5.34 En annan av Ö Malmens gårdar sedd från översta våningen. Perspektiv och intressecentrum förskjuts med ändrat höjdläge och himlen blir mindre avskärmad.

SMHI har den minsta andelen fönster mot kringbyggda gårdar, 16%, men om man endast betraktar ett av kontorshusen mitt i anläggningen visar siffrorna att kontakten med anläggningens omgivningar är rätt kraftigt beskuren.



Figur 5.35 SMHI, gård mellan kontorshusen.

Man kan konstatera att gruppering kring gårdar är en känslig uppgift. Om en gård skall ge en positiv eller negativ upplevelse beror i hög grad på mått, proportioner, öppenhet, markbehandling, vegetation, material och detaljutformning, men nästan lika viktigt är att gårdarna är tillgängliga på ett naturligt sätt. I Östra Malmen upplevdes en gård som svårtillgänglig därför att man måste passera genom ett arbetsrum för att nå den, och i Saltängen var nyttjarna helt utestängda från gårdarna - av säkerhetsskäl!

Det har alltså framgått att storleken i sig själv innebär problem i fråga om både yttre och inre miljökvaliteter, och att kompaktheten, som direkt ger utslag i relationen mellan ljusa och mörka ytor också återverkar på sådana kvaliteter som orientering, närhet, variation och stimulans.

Tidigare har nämnts en del speciella förutsättningar som starkt har inverkat på valet av byggnadsform i de aktuella fallen. Men vid en renodlad granskning av hur den geometriska formen sammanhänger med miljömässiga kvaliteter skall man naturligtvis bortse från dessa speciella skäl. Man får t ex bortse från den speciella verksamheten med sina säkerhetskrav i Tele Data och tänka sig att skälet till att välja en så kompakt form lika gärna kunde varit en önskan om ett högt utnyttjande av en begränsad tomt, eller kanske en ambition att spara energi.

I det följande avsnittet skall vi dock se att det inte alls är säkert att en så kompakt byggnadsform medför ett totalt sett lägre energibehov.

5.3 Energibehov

Efter genomgången av de olikheter i form som anläggningarna uppvisar och de skilda miljömässiga kvaliteter som blivit följden skall slutiigen energikonsekvenserna diskuteras.

5.3.1 Energiförbrukning i anläggningarna

I figur 5.36 ges en översiktlig bild av energisituationen för de olika anläggningarna. Det är mot den bakgrunden man skall se de skillnader i energibehov, som kan härledas från olikheter i byggnadsform. Det är lämpligt att också ha figur 2.2 i minnet där en principbild av energibalansen visades och där det angavs vilka delposter som direkt och indirekt påverkas av byggnadsformen:

direkt påverkade energiposter

- solvärmestillskott
- värme för uppvärmning av ventilationsluften
- el för fläktdrift
- el för hissdrift
- el för belysning

- värmetransmission genom omslutande byggnadsdelar
- värme bortförd genom luftläckage och vädring

indirekt påverkade energiposter

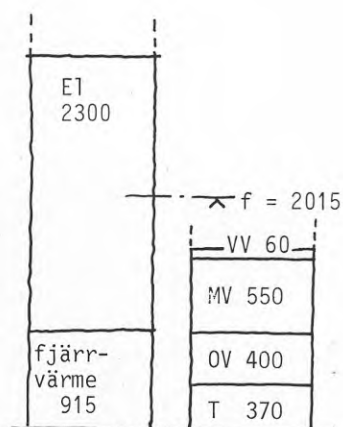
- värmebehov för radiatorer
- värme för uppvärmning av ventilationsluften
- värme bortförd med ventilationsluften
- värme bortförd genom vädring

Alla poster i energibalanserna är tyvärr inte åtkomliga och inte heller totalsumman av energiomsättningen men sammanställningen i figur 5.36 av uppmätta energileveranser under ett år och kalkyletrade värmebehov ger ändå en viss uppfattning om helheten.

Beträffande enskildheter i kalkylsiffrorna kan man notera att

- den stora elförbrukningen i Tele Data sammanhänger säkerligen främst med driften av dator med kringutrustning och kylaggregat, men den bör också i viss utsträckning bero på ett större belysningsbehov än normalt genom att närmare hälften av arbetsutrymmena saknar dagsljus
- värmebehovet för mekanisk ventilation i Tele Data tillgodoses till största delen genom värmeåtervinning från dataanläggningens kylaggregat
- luftflödena i SMHI är medvetet neddragna till ett minimum vid projekteringen
- endast Tele Data har isolering enligt SBN-75. Normal isoleringsstandard 1970 ligger till grund för transmissionssiffrorna för de övriga anläggningarna. Ö Malmen har i verkligheten en något bättre isolering i vissa byggnadsdelar.

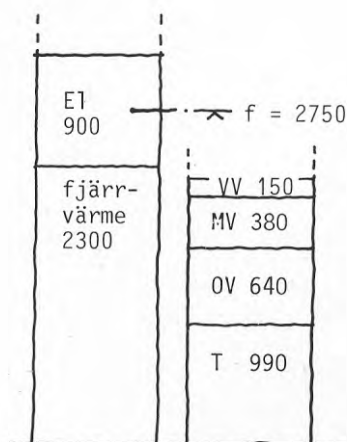
TELE DATA
8.700 m²



$$F = 3215 \quad b = 1380$$

$$f = 1,5 \cdot b$$

ÖSTRA MALMEN
17.200 m²



$$F = 3200 \quad b = 2160$$

$$f = 1,3 \cdot b$$

Figur 5.36

Jämförelse mellan uppmätta energileveranser juli 78 - juni 79 (F) och kalkylerade delar av energibehovet (b) som avser uppvärmning i MWh.

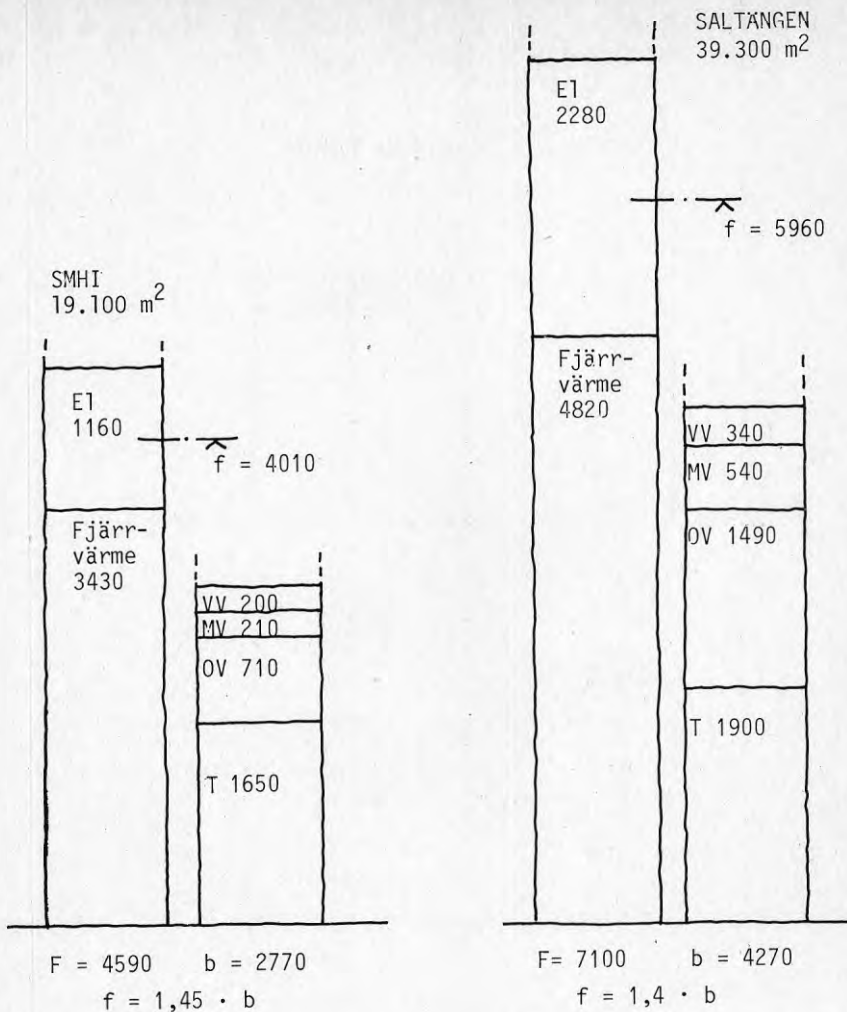
VV = uppvärmning av varmvatten

MV = uppvärmning av luft, mekanisk ventilation

OV = uppvärmning av luft, ofrivillig ventilation

T = värmetransmission genom tak, fönster, väggar och golv

f = fjärrvärmeleveransen + 50 % av elleveransen

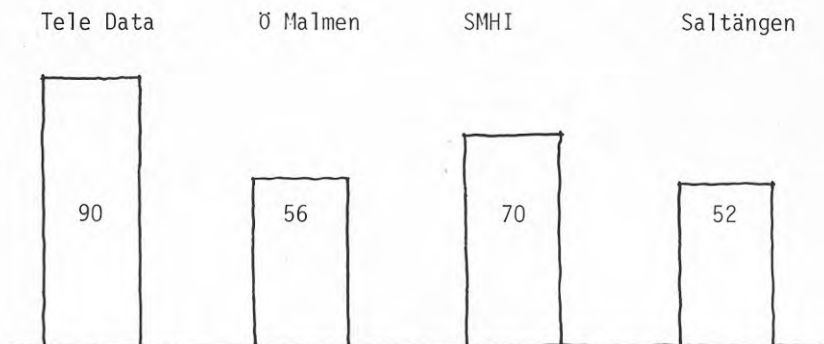


Med antagandet att i stort sett 50 % av elenergin förutom fjärrvärmen går till uppvärmning kan man se att förhållandet mellan förbrukning och kalkylerade behov är ganska lika för de olika anläggningarna (1,3 - 1,5), vilket styrker kalkylernas rimlighet.

Den aktuella uppvärmningssäsongen var ca 12 % kallare än normalt. Andra förhållanden som gör att kalkylerna skiljer sig från förbrukningen är att

- vissa poster i energibalansen saknas t ex vädring, solvärme och personvärme
- inomhustemperaturerna kan avvika från de antagna
- lokala svagheter i isolering och täthet förekommer
- läckage kan förekomma i ventilationsanläggningarna
- energimätare kan visa något fel

Anläggningarna skall nu jämföras, till att börja med energileveransernas storlek per m³ uppvärmd volym.



Figur 5.37 Uppmätta energileveranser relaterade till uppvärmd volym, kWh/m³ år.

Kända förhållanden i fråga om husen och verksamheterna gör det uppenbart att dessa relationer inte i första hand avspeglar skillnaderna i byggnadsform. Men det är de skillnader i energi-behov som beror på olika geometrisk form som här är intressanta. Den mängd andra faktorer som spelar in kan i figur 5.37 helt och hållet ha kastat om den rangordning som enbart byggnadsformens inverkan skulle givit.

Det blir därför nödvändigt att var för sig betrakta de olika delposter i energibalansen som kan tänkas bli påverkade av byggnadsformen.

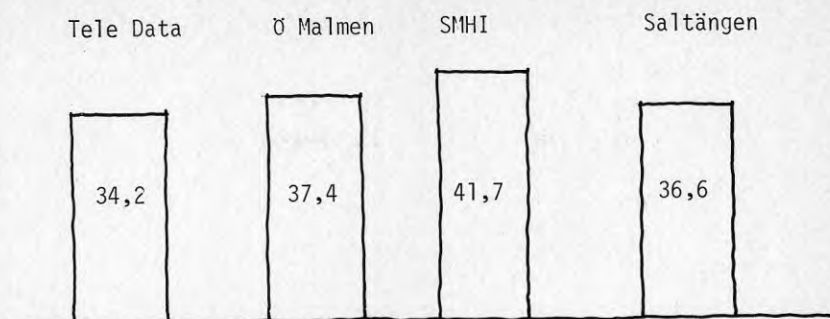
5.3.2 Värmetransmission

Beräkningar utgående från precis samma isoleringsförmåga hos de olika husens motsvarande byggnadsdelar kan påvisa hur enbart byggnadsformen inverkar på värmetransmissionen. Med förutsättningen isolering enligt SBN-75 blir värmetransmissionen för tiden 15 sept-15 maj under ett normalt år följande

Tele Data	321 MWh
Ö Malmen	733 MWh
SMHI	1284 MWh
Saltängen	1469 MWh

Transmission per ytenhet, omslutande area

För att jämföra anläggningarna måste transmissionen relateras till något storleksmått. Ett sätt är att relatera den till arean av de omslutande byggnadsdelarna eftersom det är genom dessa som värmen transmittteras.

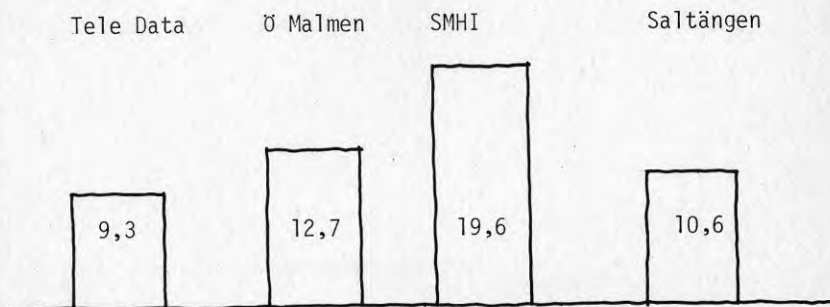


Figur 5.38 Värmetransmission under en normal uppvärmningssäsong relaterad till den omslutande arean, kWh/m². Isolering enligt SBN-75.

Siffrorna i figur 5.38 bekräftar i första hand att anläggningarna har olika stor andel fönster i den omslutande arean.

Transmission per volymenhet

Syftet med att bygga hus är inte bara att få ett byggnadsskal. Själva utrymmet innanför skalet är att betrakta som den egentliga nyttigheten. Det man avser att åstadkomma är utrymme för människor, för deras redskap och arbetsmaterial och för nödvändig serviceutrustning. Därför är det intressantare att se hur stor värmetransmissionen är per m³ uppvärmd volym i dessa hus med olika form.



Figur 5.39 Värmetransmissionen relaterad till uppvärmd volym, kWh/m³ och uppvärmningssäsong. Isolering enligt SBN-75.

I denna jämförelse, figur 5.39, framträder tydliga skillnader som helt beror på inverkan av den geometriska formen, fönsterstorleken inbegripnen.

SMHI:s smala, låga och uppdelade hus med relativt stora fönster ger tydligen en volym med ungefär dubbelt så stor transmission som en lika stor volym i de mest kompakta anläggningarna.

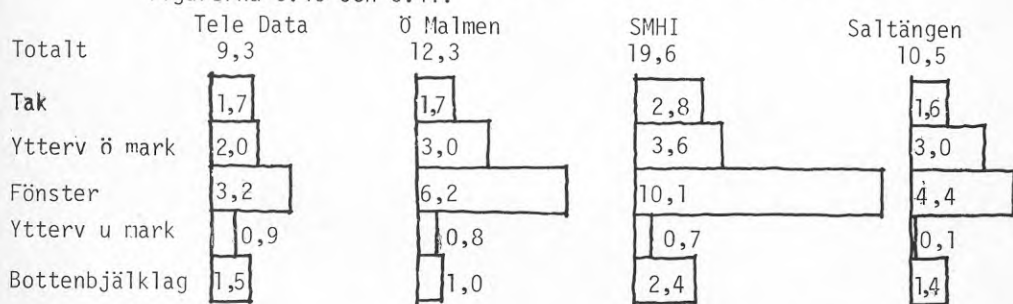
Det betyder t ex att Tele Datas totala värmetransmission under en normal uppvärmningssäsong skulle öka från 321 till ungefär 640 MWh om huset gjordes lika smäckert och luftigt som SMHI. Samtidigt skulle elbehovet för belysning minska med omkring 60 MWh/år, och även energibehovet för ventilation skulle minska.

Omvänt skulle transmissionen för SMHI minska från 1284 till omkring 650 MWh/uppvärmningssäsong om anläggningen gjordes lika kompakt och med lika små fönster som Tele Data eller Saltängen.

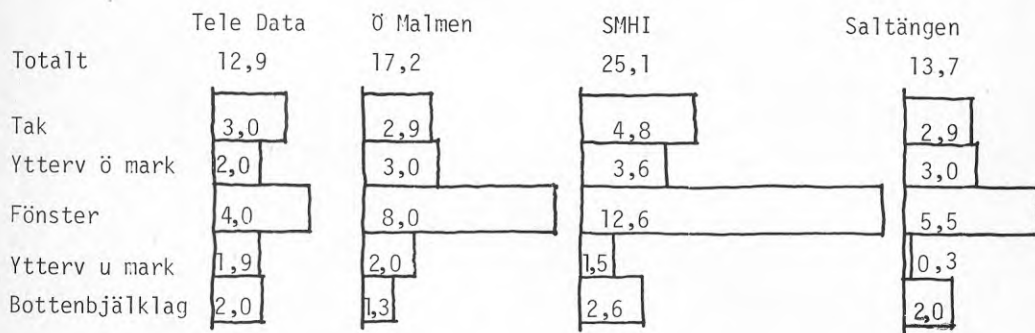
Detta är avsevärda skillnader och ändå större blir de om man räknar med isoleringsstandarden 1970. För SMHI blir minskningen då från 1650 till ca 860 MWh/uppvärmningssäsong.

Inverkan av fönster

Hur stor roll de olika fönsterstorlekarna spelar framgår av figurerna 5.40 och 5.41.



Figur 5.40 Värmetransmission genom byggnadernas olika delar relaterad till uppvärmd volym, kWh/m³ och uppvärmningssäsong. Isolering enligt SBN-75.



Figur 5.41 Transmission i förhållande till volym, kWh/m³ och uppvärmningssäsong vid normal isolerstandard 1970.

Här framgår att fönstren svarar för ungefär två tredjedelar av de största skillnaderna. Detta beror dels på olika storfasadareal i förhållande till volymen och dels på att fönsterarean utgör en olika stor andel av fasadarean.

Om fönsterarean i SMHI minskades från 30% av fasaden till 24% som i Ö Malmen vilket är en rimlig siffra i nya hus planerade efter SBN-75, skulle 670 m² fönster ersättas av yttervägg vilket ger en nettominskning av transmissionen med 116 MWh/uppvärmningssäsong. I figur 5.40 skulle följden bli att siffran 10,1 kWh/m³ för SMHI:s fönster minskade med 2,1 till 8,0, medan 3,6 för ytterväggar skulle öka till 3,9 och summan 19,6 skulle minska till 17,8.

Den resterande skillnaden för fönster 1,8 och för yttervägg 0,9 mellan SMHI och Ö Malmen beror på en större fasadarea i förhållande till volymen hos SMHI. I absoluta tal betyder denna skillnad ca 180 MWh mer per uppvärmningssäsong för SMHI jämfört med Ö Malmen.

Tak- och bottenbjälklag

För SMHI framträder också tydligt effekten av de låga byggnaderna i fråga om tak- och bottenbjälklagen. De innebär att med SMHI:s genomsnittliga 2-våningshöjd går genom tak- och bottenbjälklag ca 70 respektive 60 MWh mer per uppvärmningssäsong än om anläggningen hade byggts i fyra våningar.

Genom att jämföra med fördelningen av den omslutande arean för olika byggnadsdelar enligt figur 5.5 finner man att värmetransmissionen genom bottenbjälklag skiljer sig med 15 - 30% per ytenhet beroende på husbredden i de fall bottenbjälklaget ligger nedgrävt i marken eller ligger som golv på mark.

Byggnadsdelar mot mark

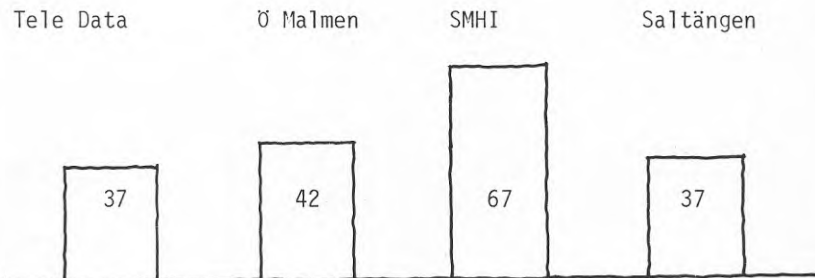
I transmissionsberäkningen för byggnadsdelar mot mark har hänsyn tagits till att temperaturen i den omgivande marken är ganska jämn och låg och att växlingarna är förskjutna i tiden jämfört med lufttemperaturens växlingar. För källargolv t ex, belägna mer än 1 m under markytan, har de månader (oktober t o m juni) räknats in i uppvärmningssäsongen då temperaturen normalt är 10°C eller lägre i den omgivande marken. Men på dessa djup kommer marken inte ens på sensommaren upp i närheten av rumstemperatur. Transmissionen under juli-september genom ett källargolv är därför ofta ganska betydande. Den kan uppgå till en femtedel av hela årets. Av denna anledning gör man inte sällan så att utrymmen under marknivå kan uppvärmas separat under denna period.

Använda k-värden

Alla siffror här ovan utgår från k-värden enligt SBN-75. Därigenom blir de relevanta för framtida projekt. Med hjälp av siffrorna i figur 5.41 kan man på motsvarande sätt enkelt skaffa sig en uppfattning om vad form skillnaderna betyder för transmissionen i de tidigast byggda av anläggningarna med deras i verkligheten högre k-värden. Det blir också uppenbart att transmissionen måste vara en mycket tung post i värmebalansen i alla smala eller låga hus med de betydligt högre k-värden som var vanliga på 30-, 40- och 50-talen.

Transmission i förhållande till golvarea

Man kan också tänka sig att volymen ändras genom större eller lägre våningshöjder utan att transmissionen behöver ändras i lika stor utsträckning. Tak- och bottenbjälklag förblir oförändrade och fönsterarean kan också förbli oförändrad. Om de hus som skall jämföras har mycket skiftande våningshöjder kan man få en riktigare bild om jämförelsen baseras på golvarean i husen. En sådan jämförelse visas i figur 5.42 för de fyra anläggningarna, vilka har medelvåningshöjderna 3,97, 3,33, 3,43 resp. 3,51 m.



Figur 5.42 Värmetransmission relaterad till golvarea, kWh/m² och uppvärmningssäsong. Isolering enligt SBN-75.

I denna jämförelse, figur 5.42 har särskilt skillnaden mellan Tele Data och Ö Malmen utjämnats, men skillnaderna har också minskat över hela linjen.

Transmission i förhållande till dagsljusbelyst golvarea

Slutligen skall en jämförelse göras mellan anläggningarna baserad på dagsljusbelyst golvarea.

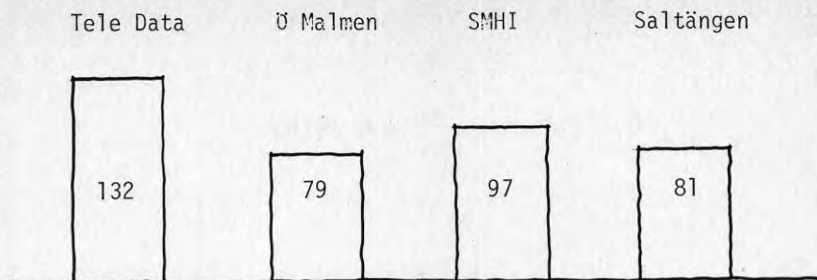
Fönstren svarar för den största delen av värmetransmissionen, men fönstren ger också nytta och glädje på sätt som tidigare diskuterats:

- utblickar, inblickar, orientering, omväxling, stimulans
- dagsljus, tidskänsla
- minskat elbehov för belysning
- solvärmertilskott

De dagsljusbelysta delarna av husen är en nyttighet som människan behöver och som vi är villiga att uppoffra både pengar och energi för.

De mörka delarna duger egentligen enbart till förvaringsutrymmen, apparatrum och andra utrymmen där människan bara vistas tillfälligt. Mörka husdelar är det emellertid i regel ganska lätt att tillskapa utan att transmissionen behöver ökas väsentligt.

Jämförelsen baserad på dagsljusbelyst golvarea beskriver alltså hur stor transmissionen är i förhållande till innehållet av högvärdiga dagsljusbelysta utrymmen i anläggningarna.



Figur 5.43 Värmetransmission relaterad till dagsljusbelyst golvarea, kWh/m² ljus golvarea och uppvärmningssäsong. Isolering enligt SBN-75.

I figur 5.43 har relationerna ändrats betydligt. I några fall har de blivit helt omkastade i förhållande till de tidigare visade. Tele Datas högvärdiga utrymmen t ex belastas tydligt av en så stor lågvärdig volym att transmissionen för Tele Data i denna jämförelse är 35 - 70% större än för de andra. Att SMHI trots den mycket stora andelen ljus golvarea här uppvisar det näst högsta värdet sammanhänger med större fönsterstorlek och stora tak- och bottenbjälklagsareor till följd av de låga husen.

Högvärdiga utrymmen är grundläggande

Mot bakgrunden av jämförelserna mellan anläggningarna förefaller det riktigt att se andelen högvärdiga, fönsterförsedda utrymmen som en grundläggande faktor i fråga om energibehov. Och för beställare, projektörer och brukare gäller det att se till att de ljusa utrymmena dels kommer att räcka till och dels utnyttjas väl, både vid inflyttningen och i framtiden. De tidigare visade siffrorna talar starkt för att man inte skall slösa med de ljusa utrymmena och kvalitetsaspekter talar lika starkt för att man inte heller skall vara för snål med dem. Kostnaderna för personalens löner är i dag omkring hundra gånger så stor som uppvärmningskostnaden för ett kontorshus. Detta trots de senaste årens mångdubbling av värmekostnaden. Det antyder att en kvalitetshöjning som ökar brukarnas välbefinnande är motiverad även om den medför en ökning av värmebehovet.

Omdömena om anläggningarna från avsnitt 5.2 kvarstår:

Tele Data och Saltängen borde helst ha varit mindre kompakta och haft en större andel ljusa utrymmen, medan SMHI är i överkant smäcker och luftig. Vissa delar av husen där skulle t ex ha kunnat göras bredare för att minska transmissionen utan att kvaliteterna i övrigt skulle blivit lidande i någon större utsträckning.

Särdrag i utformningen

Anläggningarna visar upp vissa särdrag i utformningen som t ex arkader, indragningar av fasaden och uppdelning i friliggande huskroppar. Det skall nu visas vad sådana företeelser kan betyda för värmetransmissionen.

Antag t ex att arkaderna i Saltängen togs bort genom att de sammanbindande husdelarna över det invändiga gatustråket sänktes ned till marken. Bottenbjälklaget i de tre sammanbindningsdelarna, 211 m^2 i varje, kommer då att få sin värmeavgivning minskad från ungefär 6,5 till 4 MWh/ uppvärmningssäsong, vilket innebär en total minskning för hela anläggningen med ca 7,5 MWh/år. Detta är en jämförelsevis liten förändring. Mer betydelsefull skulle ändringen varit om det funnits en uppvärmd källare under arkaden. I det fallet skulle den totala minskningen blivit närmare 40 MWh/uppvärmningssäsong.

Betydelsen av uppdelningen i friliggande huskroppar i SMHI kan belysas genom antagandet att husen försköts så att de kunde sammanbyggas genom att gaveländarna förlängdes med ungefär 0,5 m. Genom denna förändring minskas arean av fönster och yttervägg och förbindelsegångarna bortfaller. För hela anläggningen där åtta sådana ställen förekommer skulle ändringen medföra en minskning av transmissionen med omkring 100 MWh/uppvärmningssäsong och ungefär hälften därav kommer av fönsterminskningen.

I Östra Malmen har anläggningen uppdelats visuellt genom indragningar av fasaden intill trapphusen. Om man tänker sig att dessa utfylldes skulle ytterväggsarean minska, men tak och bottenbjälklag öka. Den resulterande transmissionsminskningen skulle bli ca 30 MWh/uppvärmningssäsong sammanlagt för de tolv fasadindragningar som finns i anläggningen.

I Östra Malmen har ungefär en tredjedel av taket vinklats ner mot fasaden. Utan att takytan därigenom ökas nämnvärt, minskas ytterväggsytan med närmare 200 m^2 , vilket reducerat värmetransmissionen med ungefär 6 MWh/uppvärmningssäsong.

Speciella detaljutformningar medför således mycket olika konsekvenser för värmetransmissionen. Det är ofta möjligt att göra enkla överslagsberäkningar under gestaltningsarbetet för att hålla energibehoven under kontroll. Det svåraste torde vara att anlägga en helhetssyn och att därvid rätt bedöma den påverkan på olika energiposter som inte i dag kan beräknas.

Köldbryggor och otätheter

Det låter sig knappast beräknas hur mycket risken för svagheter i isolerings- och täthetshänseende ökar med sådana komplicerade former som försvårar ett gott utförande. Inte ens med ett fullgott utförande kan man komma ifrån att förekomsten av köldbryggor ökar med antalet hörn och vinklar, men inverkan på transmissionen och luftläckningen genom byggnadsskalet kan då begränsas.

I exemplen på transmissionens variationer har hela tiden fönstrens sk mörker-k-värden legat till grund för beräkningarna. De betydande solvärmestillskott som fönstren tidvis ger har således inte tagits upp här. De kommer att tas upp i avsnitt 5.3.7 och fönstrens inverkan på elbehovet för belysning behandlas i avsnitt 5.3.8. Till sist bör det påpekas att värmetransmission försiggår så snart ute- och innetemperatur är olika vilket innebär att den pågår praktiskt taget oavbrutet och inte bara under den uppvärmningssäsong som transmissionsberäkningarna avser.

5.3.3 Värme bortförd genom luftläckage

Många olika förutsättningar inverkar på den ofrivilliga ventilationens storlek. Byggnadsformen är en viktig sådan, men andra förutsättningar som läget, byggnadskonstruktionen och utförandet av schakt och trapphus kan inverka betydligt mer.

Byggnadshöjden är den formfaktor som betyder mest. Den inverkar på flera sätt

- de termiska drivkrafterna för luftläckningen ökar med byggnadshöjden.
- byggnaderna når med ökande höjd upp i luftlager som rör sig allt snabbare varvid större tryckskillnader uppstår omkring byggnaden.
- vid högre byggnader väljs ofta linhissar i stället för hydraulhissar.
Schaktet för en linhiss står oftast i förbindelse med det fria via hissmaskinrummet, och skapar därför ett kraftigt sug i de lägre våningarna.

Höjden påverkar alltså drivkrafterna men hur stort luftläckaget kommer att bli beror på förekomsten av otätheter. Med en och samma byggnadskonstruktion bör otätheterna öka med större avslutande area mot det fria och med större antal hörn och vinklar där fogar och skarvar förekommer. Därmed påverkas även otätheterna av byggnadsformen.

Med vissa byggnadskonstruktioner och i utsatta lägen kan värmeavgången med luftläckage bli den största posten i energibalansen. Skillnaden i ofrivillig ventilation för hus med olika form blir i sådana fall verkligen betydelsefull. Med riktigt täta hus och i skyddade lägen kan inverkan av byggnadsformen däremot bli mycket begränsad.

5.3.4 Värmebehov för uppvärmning av ventilationsluften

De minimiflöden av uteluft som behöver värmas i ventilationsanläggningen bestäms bl a av tillgången till öppningsbara fönster. För arbetsutrymmen utan sådana krävs i byggnormen högre uteluftflöden. För de fyra anläggningarnas del tycks inte sådana förhållanden ha haft något större inflytande på uteluftflödena, som varierar kraftigt mellan anläggningarna. I en jämförelse mellan typplaner i avsnitt 5.3.9 framgår storleksordningen av skillnaden i värmebehov för ventilationsluften till arbetslokaler med och utan öppningsbara fönster.

5.3.5 Elbehov för fläktdrift

Det årliga elbehovet för fläktdrift har för de olika anläggningarna beräknats till:

Tele Data	107 MWh
Ö Malmen	125 MWh
SMHI	176 MWh
Saltängen	407 MWh

Behovet av elektricitet för driften av fläktar bestäms bl a av det totala luftflödet som i sin tur främst beror av hur mycket överskottsvärme som kan behöva bortföras från husen under sommaren. Här kommer byggnadsformen in på flera sätt, bl a påverkar den solvärmetillskottet och elbehovet för belysning. Det är dock så många andra faktorer som också inverkar, t ex byggnadsorientering, omgivningens utseende, solavskärmingsanordningar, persontäthet i lokalerna och utnyttjande av värmeavgivande apparater, att det knappast är möjligt att härleda i vilken utsträckning elbehovet för fläktdrift påverkas av enbart skillnader i byggnadsform. Ett räkneexempel ges dock i jämförelsen mellan typplaner i avsnitt 5.3.9. Här bör det också nämnas att de låga totalflödena i SMHI möjliggjordes genom att extra omsorg ägnades åt solavskärmingsanordningar där.

5.3.6 Elbehov för hissdrift

För Tele Data och Saltängen har elbehovet för driften av hissmaskinerna beräknats. Energimängderna är små, omkring 0,6 respektive 6 MWh/år. Saltängens golvarea är ungefär 4,5 gånger Tele Datas. Alltså är elbehovet för hisstransporter drygt dubbelt så stort per m² golvarea i Saltängen.

Tele Data får representera de låga anläggningarna som torde ha ganska likartade hisstransportbehov bara med något varierande förhållanden mellan gods- och personaltransporterna. Egentligen är det först i byggnader med Saltängens höjd som hissarna börjar fylla ett behov för en majoritet av personalen.

För jämförelsens skull har också elbehovet för hissdriften beräknats för ett 8-våningshus med lika många arbetsplatser som Saltängen. I detta fall kommer hissmaskinerna att dra omkring 50 MWh/år. Ökningen kommer sig främst av att utnyttjandet ökar betydligt vid sådana hushöjder.

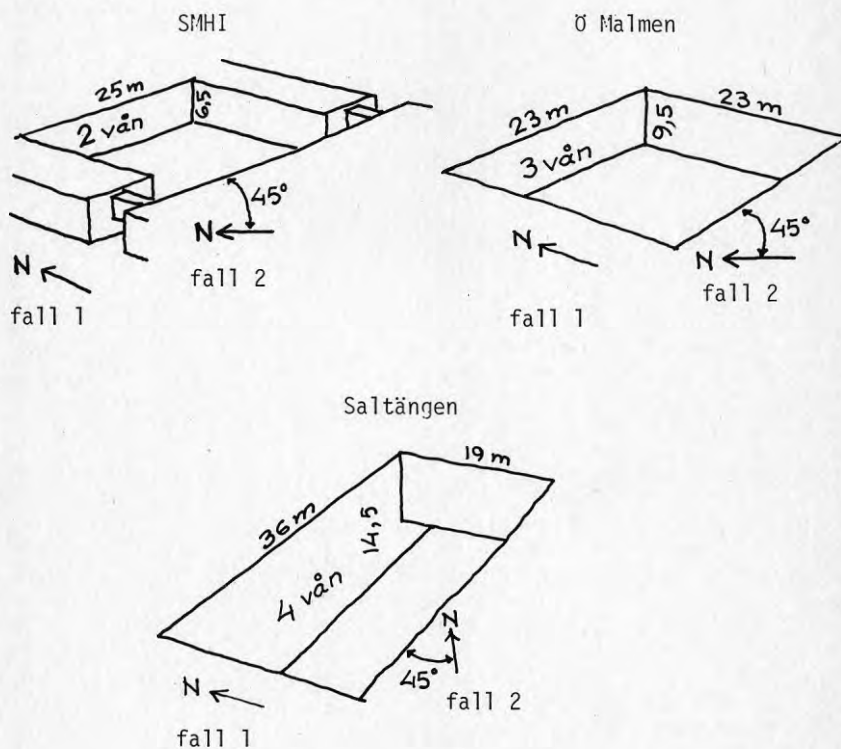
Av säkerhetsskäl är hisskorgsbelysningen som vanligen drar ca 100 W ständigt tänd. Det betyder att det årliga elbehovet för belysning är ca 0,9 MWh/hiss. För Tele Data blir det totalt 2,7 och för Saltängen 10,8 MWh/år, således mer än för hissmaskinerna i dessa fall.

Hisschakt medför även värmebehov därför att de medverkar till den ofrivilliga ventilationen som ger värmeförluster. Beroende på hisstyp, hushöjd och täthet i hisshallarnas avgränsningar kan dessa värmeförluster bli olika stora. Schakt för linhissar står via hål för linor och ventilationsöppningar i förbindelse med det fria vilket betydligt ökar den ofrivilliga ventilationen.

5.3.7 Solvärmertilskott

I stort sett gäller att ju kompaktare en byggnad är desto mindre blir möjligheterna att direkt uppfånga och tillgodogöra sig den tillgängliga solstrålningen för önskvärd uppvärmning. Förhållandet mellan omslutande area och volym bör ur denna synpunkt vara högt, alltså tvärtemot vad värmetransmissionen talar för. Att undvika alltför stora tillskott under sommaren förefaller främst att vara en fråga om byggnadsorientering, fönsterstorlekar och solavskärmning.

Ogynnsam skuggning påverkar också solvärmertilskottet och sådan skuggning orsakas ibland genom husets egen form. Hur grupperingen kring gårdar inverkar har undersökts för Ö Malmen, SMHI och Saltängen.



Figur 5.44

Bortfallet av nyttig solvärme under uppvärmningssäsongen till följd av skuggning och avskärmning beräknades för gårdarna i figuren.

SMHI-gården har genomgående ganska stora fönster, även en del som vetter mot gatten mellan husen. Ö Malmen har större fönster än normalt på bottenvåningen; normala i de övre våningarna. Takkanten har hållits så låg som möjligt. Saltängen har mycket stora fönster i bottenvåningen och ganska små i de övre våningarna. Takkanten är förhöjd med ett krön.

För beräkningssättet redogörs i avsnitt 4.2. Resultaten redovisas i tabellerna 5.9 - 5.14.

Fasad mot	Söder		Öster		Väster		Norr		
Månad	dir	diff	dir	diff	dir	diff	dir	diff	Summa
Sept	0	234	0	234	0	234	0	234	936
Okt	542	146	468	146	468	146	0	146	2062
Nov	978	111	174	111	174	111	0	111	1770
Dec	648	65	39	65	39	65	0	65	986
Jan	659	68	186	68	186	68	0	68	1303
Febr	1064	11	468	11	468	11	0	11	2044
Mars	610	50	795	50	795	50	0	50	2400
April	119	273	261	273	261	273	0	273	1733
Maj	0	492	0	492	0	492	0	492	1968
Summa	4620	1450	2391	1450	2391	1450	0	1450	15202

Tabell 5.9 Maximalt bortfall av nyttig solvärme vid gård. Månadsvärdena i kWh hänförs till bortskuggad direkt strålning och avskärmd diffus strålning.
 Ö Malmen. Gård med sidan i N-S. Glasarean är på varje fasad 44,8 m².

Fasad mot	Sydväst		Sydost		Nordväst		Nordost		
Månad	dir	diff	dir	diff	dir	diff	dir	diff	Summa
Sept	0	234	0	234	164	234	164	234	1264
Okt	445	146	445	146	22	146	22	146	1518
Nov	679	111	679	111	0	111	0	111	1802
Dec	493	65	493	65	0	65	0	65	1246
Jan	721	68	721	68	0	68	0	68	1714
Febr	875	11	875	11	29	11	29	11	1852
Mars	591	50	591	50	191	50	191	50	1764
April	233	273	233	273	393	273	393	273	2344
Maj	0	492	0	492	454	492	454	492	2876
Summa	4037	1450	4037	1450	1253	1450	1253	1450	16380

Tabell 5.10 Maximalt bortfall av nyttig solvärme vid gård. Månadsvärdena i kWh hänförs till bortskuggad direkt strålning och avskärmd diffus strålning.
 Ö Malmen. Gård med diagonalen i N-S.

Fasad mot	Söder		Öster		Väster		Norr		Summa
	dir	diff	dir	diff	dir	diff	dir	diff	
Sept	0	303	0	174	0	174	0	303	954
Okt	822	186	178	108	178	108	0	186	1766
Nov	1299	144	81	84	81	84	0	144	1917
Dec	866	84	43	46	43	46	0	84	1212
Jan	1409	87	211	50	211	50	0	87	2105
Febr	1589	11	178	8	178	8	0	11	1983
Mars	1043	62	322	37	322	37	0	62	1885
April	374	369	15	213	15	213	0	369	1568
Maj	89	633	7	366	7	366	0	633	2101
Summa	7491	1879	1035	1086	1035	1086	0	1879	15491

Tabell 5.11 Maximalt bortfall av nyttig solvärme vid gård. Månadsvärdena i kWh hänförs till bortskuggad direkt strålning och avskärmd diffus strålning.

SMHI, Gård orienterad med kortsidan i N-S
Glasarea mot S: 34 + 24 m², Ö: 24 m², N: 58 m²

Fasad mot	Sydväst		Sydost		Nordväst		Nordost		Summa
	dir	diff	dir	diff	dir	diff	dir	diff	
Sept	0	303	0	174	82	174	172	303	1208
Okt	1029	186	81	108	0	108	0	186	1698
Nov	855	144	189	84	0	84	0	144	1500
Dec	570	84	206	46	0	46	0	84	1036
Jan	902	87	228	50	0	50	0	87	1404
Febr	1010	11	159	8	0	8	0	11	1207
Mars	1393	62	115	37	136	37	286	62	2128
April	535	369	72	213	169	213	355	369	2295
Maj	176	633	44	366	72	366	152	633	2442
Summa	6470	1879	1094	1086	459	1086	965	1879	14918

Tabell 5.12 Maximalt bortfall av nyttig solvärme vid gård. Månadsvärdena i kWh hänförs till bortskuggad direkt strålning och avskärmd diffus strålning.

SMHI, Gård med kortsidan orienterad i NO-SV

Fasad mot	Söder		Öster		Väster		Norr		Summa
Månad	dir	diff	dir	diff	dir	diff	dir	diff	
Sept	0	615	114	213	114	213	0	1051	2320
Okt	1796	381	364	130	364	130	0	626	3791
Nov	2106	294	124	102	124	102	0	480	3332
Dec	1496	167	56	59	56	59	0	279	2172
Jan	2283	180	136	62	136	62	0	294	3153
Febr	3468	25	381	8	381	8	0	42	4313
Mars	2925	127	508	43	508	43	0	211	4365
April	1341	753	366	261	366	261	0	1239	4587
Maj	0	1293	0	446	0	446	0	2127	4312
Summa	15415	3835	2049	1329	2049	1329	0	6349	32345

Tabell 5.13 Maximalt bortfall av nyttig solvärme vid gård. Månadsvärdena i kWh hänförs sig till bortskuggad direkt strålning och avskärmd diffus strålning.

Saltängen. Gård med kortsidan orienterad i N-S

Glasarea mot S: 67,2 m², Ö och V: 29 m², N: 110,4 m²

Fasad mot	Sydväst		Sydost		Nordväst		Nordost		Summa
Månad	dir	diff	dir	diff	dir	diff	dir	diff	
Sept	0	213	0	615	711	1051	118	213	2921
Okt	249	130	1130	381	93	626	14	130	2753
Nov	573	102	1566	294	0	480	0	102	3117
Dec	389	59	1045	167	0	279	0	59	1998
Jan	604	62	1657	180	0	294	0	62	2859
Febr	489	8	2217	25	496	42	21	8	3306
Mars	445	43	2158	127	2883	211	138	43	6048
April	219	261	881	753	1665	1239	318	261	5597
Maj	0	447	0	1293	432	2127	292	447	5038
Summa	2968	1325	10654	3835	6280	6349	901	1325	33637

Tabell 5.14 Maximalt bortfall av nyttig solvärme vid gård. Månadsvärdena i kWh hänförs sig till bortskuggad direkt strålning och avskärmd diffus strålning.

Saltängen. Gård med kortsidan orienterad i NV-SO.

De studerade gårdarnas orientering visar sig inte väsentligt påverka solvärmefotfallet som under perioden sept-maj blir ungefär 15 MWh för en gård både i Ö Malmen och SMHI och ungefär 33 MWh för en av de djupa gårdarna vid det invändiga gatustråket i Saltängen. För Ö Malmens tre gårdar alltså sammanlagt omkring 45 MWh. För SMHI kan det totalt röra sig om ca 50 MWh men gårdarna är mycket olika så uppskattningen blir där högst osäker. I Saltängen skiljer sig också gårdarna åt men genom jämförelse med Ö Malmens trevåningsgårdar kan solvärmefotfallet uppskattas till ungefär 120 MWh för hela anläggningen.

Att Saltängens fyra våningar djupa gårdar ger en avsevärt större skuggning och avskärmning än de övriga är inte oväntat. Att SMHI:s 2-våningsgård och Ö Malmens 3-våningsgård har ungefär lika stort solvärmefotfall beror på flera orsaker:

- SMHI har större fönster
- en ganska stor del av fönsterarean i SMHI:s gård vetter mot gatten mellan husen där skuggningen och avskärmningen blir stor
- SMHI har ett takkrön för att ta upp höjden av takfallet (taket lutar mot mitten av husen) medan takkanten på Ö Malmen har hållits så låg som möjligt.

Det är värt att notera att avskärmningen av diffus himmelsstrålning har en ganska stor betydelse. Detta sammanhänger med att avskärmningen ständigt föreligger i fråga om himmelsstrålningen, medan skuggningen av direkt solstrålning varierar.

De beräknade värdena av solvärmefotfall avser de maximala önskvärda solvärmefotfall som skulle kunnat nyttiggöras under perioden sept-maj om gårdsfasaderna varit vända åt samma håll, men haft fria lägen i stället för att ligga mot gården.

I praktiken skulle man av olika skäl troligen inte tillgodogjort sig fullt så stora solvärmefotfall. Fällda persienner tar bort en del. Elektrisk belysning som ibland står och brinner i onödan minskar också det som kan tillgodogöras och samma sak gäller radiatorventiler som inte stängs när de kan stängas.

I fråga om uppvärmningen av ventilationsluften är det mer komplicerat. Genom att skuggningen flyttar sig över fasaderna kan en ventilationsanläggning aldrig zonindelas helt i överenskommen med fördelningen av solvärmefotfall. Denna bristande följsamhet hos normala ventilationsanläggningar gör att det blir de skuggade rummen som kommer att vara styrande för värmeförsörelsen till ventilationsluften för ett helt fasadavsnitt. Resultatet blir onödiga värmeöverskott i samtliga solbelysta rum i den berörda husdelen. Sådana rum som tidvis står tomma och med släckt belysning ger för övrigt likartade problem.

Förhållandet mellan gårdarnas djup och sidolängder syns vara avgörande för hur mycket solvärme som förloras genom skuggning och avskärmning. Resultaten från de tre studerade gårdarna med sidor omkring 20-30 meter visar att en stor förändring sker vid övergång från 3 till 4 våningars djup. Med de solhöjder vi har i sydsverige kommer de lägsta våningarna mot djupare gårdar att vara helt skuggade under större delen av de perioder då solvärmefotfall vore önskvärda.

Gruppering kring gårdar ger också positiva effekter ur energisynpunkt. Bättre vindskydd kan bidra till ett gynnsammare mikroklimat. Det övriga gårdsfasaderna förstärker tidvis dagsljuset med sin reflexion och de minskar också värmeavgivningen genom en högre motstrålande temperatur, vilket kan ha en viss betydelse för fönstrens del. De positiva effekterna bör kunna tillvaratas och solvärmeförlusten minskas genom att gårdar görs öppnare mot sydliga väderstreck.

5.3.8 Elbehov för belysning

Med ledning av normalt installerade belysningseffekter och driftstider för olika slag av lokaler kan deras ungefärliga årliga elbehov för belysning beräknas.

	Ungefärligt elbehov för belysning kWh/m ² , år	
	med dagsljus	utan dagsljus
Kontor m fl arbetslokaler	15	48
Sammanträdesrum o dyl	8	20
Toaletter och kapprum	5	15
Korridorer och trappor	12	30
Förråd	0,5	1
Serviceutrymmen	-	0,25

Tabell 5.15 Årliga elbehov för belysning för olika lokaltypen med och utan tillgång till dagsljus.

Med hjälp av tabell 5.15 och den fördelning på olika lokaltypen uppdelade på "ljusa" och "mörka" utrymmen som visats i figur 5.14 har de totala elbehoven för belysning överslagsmässigt beräknats:

Tele Data	130 MWh/år	15 kWh/m ² , år
Ö Malmen	165 MWh/år	10 kWh/m ² , år
SMHI	215 MWh/år	11 kWh/m ² , år
Saltängen	475 MWh/år	12 kWh/m ² , år

För Saltängen och SMHI inverkar olikheter i lokaltypens fördelning på siffrorna, men Tele Data och Ö Malmen har en så snarlik fördelning att så gott som hela skillnaden i specifikt elbehov för belysning är formberoende. Det betyder till exempel att om Ö Malmen hade byggts mer kompakt och fått lika stor andel mörka lokaler inom varje kategori som Tele Data så skulle elbehovet för belysning ha blivit omkring 50% större, dvs en ökning från 165 till ca 250 MWh/år. Större delen av ökningen skulle dessutom utgöras av el som inte kunde tillgodogöras för önskvärd uppvärmning eftersom skillnaden i behov av konstljus mellan lokaler med och utan dagsljus främst hänför sig den ljusa årstiden.

Med elbehov för belysning avses här det behov som man får med en användning av konstljuset som i rimlig grad följer dagsljusets växlingar. Men det finns flera faktorer som motverkar en sådan användning. Olämplig sektionssuppdelning för tändning kan t ex vara ett hinder. Ett annat är att man inte så lätt uppmärksammar när konstljuset blir överflödigt då dagsljuset gradvis ökar. Förbrukningen av el för belysning kan av sådana skäl betydligt överstiga det egentliga behovet.

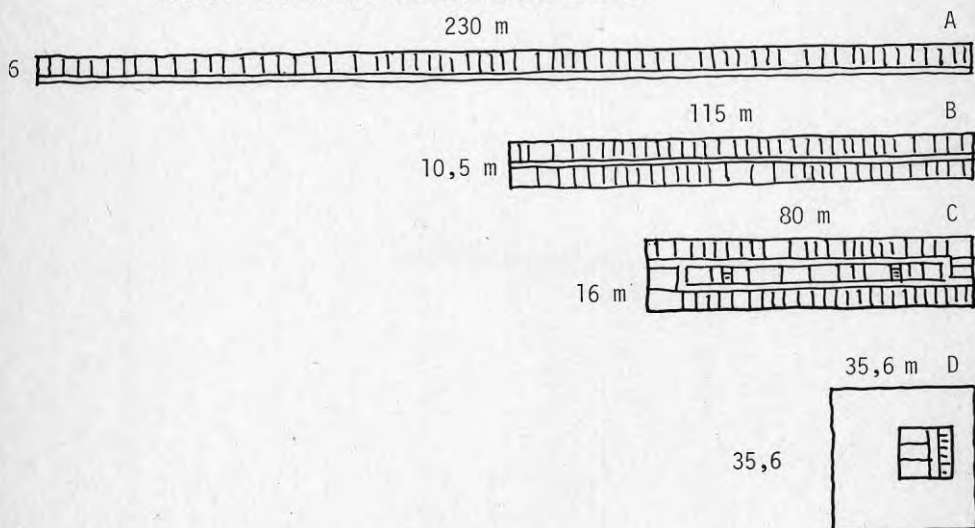
5.3.9 Jämförelse mellan några typlaner

Med hjälp av fyra renodlade typlaner skall här ges exempel på hur ett flertal energiposter kan påverkas vid en stegvis ökande kompakthet i byggnadsformen.

Var och en av de fyra verkliga anläggningarna uppvisar en blandning av hushöjder, husbredder, lokaltyper och fönsterstorlekar, vilket gör det svårt att där urskilja energikonsekvenser av stegvisa förändringar hos en viss variabel.

Typlanerna har valts så att de rymmer ungefär 60 arbetsplatser med biutrymmen inom huskroppar med olika bredd. Bredderna är 6, 10,5 16 och 35,6 meter, vilket ger plats åt vanliga kombinationer av normala kontorsutrymmen. I samtliga fall har inlagts 60 m² konferensrum, 120 m² förråd, 50 m² trappor etc och 40 m² toaletter, vilrum och kapprum. Korridorytan varierar. Den blir minst vid husbredden 10,5 m och vid storrumsvarianten med 35,6 meters bredd kommer en motsvarande kommunikationsyta att vara integrerad med kontorsytan.

Den fönsterarea som högst skulle godtas enligt SBN-75 minskar för dessa typlaner med tilltagande kompakthet. För att möjliggöra flera jämförelser ges exempel med två olika fönsterareor för varje typlan. Den maximala arean enligt SBN-75 finns alltid med och likaså en konstant fönsterarea.



Figur 5.44 Typlaner med stegvis ökande kompakthet, för vilka energibehoven jämförs.

	Husbredd 6 m		Husbredd 10,5 m		Husbredd 16 m		Husbredd 35,6 m	
	A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	C ₁	C ₂	D ₁	D ₂
Antal arbetsplatser, ca	60	60	60	60	60	60	60	60
Golvarea	1380	1380	1205	1205	1280	1280	1270	1270
Våningshöjd	3	3	3	3	3	3	3,6	3,6
Fasadarea	1416	1416	753	753	570	570	513	513
- därav fönsterarea	140	200 ^a	140	175 ^a	111	140 ^a	111 ^a	140
Transmission genom fasad	70	80	48	54	37	42	35	40
Transmission genom yttertak o golv:3	20	20	16	16	17	17	17	17
Värmebehov för ofrivillig ventilation	MWh/år							
Värmebehov för mekanisk ventilation	"	11	11	11	11	11	9-10	9-10
Behov av mekanisk kylning	"	-	-	-	-	-	3-4	3-4
Elbehov för kylmaskin	"	-	-	-	-	-	1	1
Elbehov för fläktdrift	"	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	4-5	4-5
Elbehov för allmän belysning	"	13	13	13	14	14	30	30
kontor + korridor								
Elbehov för platsbelysning, kontor	"	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	5,5	5,5
Elbehov för belysning av								
förråd, konf., trappor, toal o kapprum	"	2	1	1	3,5	3,5	3,5	3,5
Solvärmetillskott	"	12	12	12	12	12	12	12
Personvärme	"	12	12	12	12	12	12	12

a) maximal fönsterarea enligt SBN-75

Tabell 5.16 Jämförelser mellan typplaner med 60 arbetsplatser med biutrymplatser med biutrymmen men med olika husbredd och fönsterarea. Biutrymmena utgörs i samtliga fall av 60 m² konferensrum, 120 m² förråd, 50 m² trappor etc, 40 m² total kapprum. Korridorerna varierar.

De sammantagna ändringarna av erforderlig energitillförsel vid övergång mellan olika kompakta alternativ blir följande i MWh/år. (Det antas att 1/3 av ändringen i elbehov gäller el som tillgodogörs för önskvärd uppvärmning.)
 A₁→B₂: el - 1, värme - 25,7 B₁→C₂: el + 3,5 värme - 3,8 C₂→D₂: el + 18, värme - 10
 A₁→C₂: el +2,5, värme - 30 A₁→D₂: el +20,5 värme -42 B₁→D₂: el + 21,5, värme- 16

Med samma kompakthet men olika fönsterarea blir ändringarna:

A₂→A₁: el + 1, värme - 10,3 B₂→B₁: el + 0, värme - 6 D₂→D₁: el + 4, värme - 5,3

Elbehovet ökar således i regel med ökande kompakthet. Värmebehovets ändring dominerar för de smalare husen medan ökningen av elbehovet tar överhanden vid de sista stegen mot maximal kompakthet.

Det har förutsatts att våningsantalet är detsamma, tre för samtliga fall, och att värmetransmissionen genom tak och bottenbjälklag fördelas på alla tre våningarna för jämförelsens skull.

Klara tendenser framgår av jämförelserna även om de är schematiska och inte kan ta upp alla förhållanden som berörs. Värmebehov för ofrivillig ventilation och solvärmestillskott finns t ex med som rubriker i tabellen för att man skall minnas att de påverkas av formen, men inga siffror har angivits eftersom andra faktorer kan ha ett avgörande inflytande på dessa energiposter.

I jämförelserna har förändringarna i erforderlig tillförd värme och el redovisats var för sig, eftersom el är högvärdigare energi än värme. I de flesta fall har elenergin också ett betydligt högre pris.

Jämförelsernas huvudtendenser är att det totala energibehovet blir större både för de extremt smala och de extremt breda husen och att elbehovet med mer kompakta planformer kommer att utgöra en allt större andel av det totala behovet av tillförd energi.

Det bredaste huset, som måste utnyttjas som någon form av kontorslandskap, kommer att få betydande värmeöverskott under längre perioder än övriga varianter med följder som är välbekanta för VVS-tekniker.

I en lärobok i ventilation och luftkonditionering, Wellmer-Tengdahl-Lilja 1971, finner man följande karakteristik:

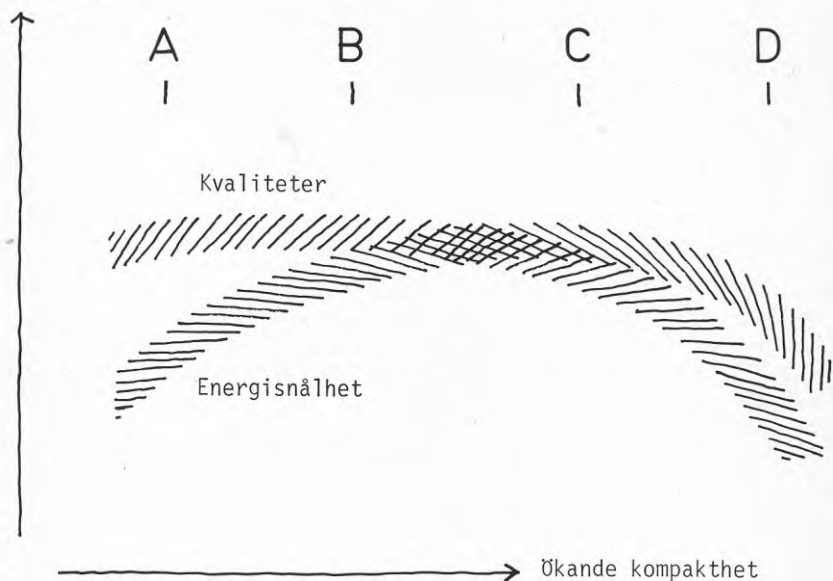
- "Ett kontorslandskap består av en relativt stor yta med ett jämnt, ofta högt, värmeöverskott. Transmissionsförlusterna genom fasadytor och eventuella fönster påverkar i liten grad värmeöverskottet, och man har således ett över året konstant kylbehov."

De installerade belysningseffekterna var visserligen på den tiden betydligt högre än i dag men fortfarande kommer det värmeöverskott som tidvis förekommer att behöva bortföras med energi-krävande anordningar. I vissa fall kan det räcka med att ute-luftflödet ökas och att den mekaniska ventilationen hålls i gång även under nätterna på sommaren. I andra fall måste man ta till kylaggregat.

I båda fallen går det åt extra elenergi.

I figur 5.45 visas ett försök att grafiskt beskriva de sammanvägda förändringar av miljökvaliteter och energisnålhet som den geometriska formen i stort synes ge upphov till.

Högre värde



Figur 5.45 Grafisk beskrivning av sammanvägda förändringar av miljökvaliteter och energisnålhet som beror av den geometriska formen på en byggnad med det innehåll som här beskrivits. Enskilda energifaktorer och kvalitetsaspekter kan avvika betydligt från huvudmönstret och inom vissa gränser kan sänkningen av en viss kvalitet, t ex orienterbarhet, kompenseras genom en kvalitetshöjande detaljutformning. Men snart nog kommer också kompensationsåtgärder att börja märkas i energibehovet.

De allra smäckraste byggnadsformerna kan ge möjligheter till höga kvaliteter - sådana former är exklusiva men kostar också mycket energi för uppvärmning. Dessa former används i regel endast för speciella delar av en anläggning. De mest kompakta formerna synes i stort sett vara ogynnsamma för en större anläggning både med hänsyn till energibehov och miljömässiga kvaliteter.

6 SLUTSATSER

Denna studie visar att en mer kompakt byggnadsform inte alltid leder till ett lägre energibehov. Vissa steg i förändringen av den geometriska formen t ex där byggnadens inre börjar användas till arbetsplatser ger tvärtom en ökning av elbehovet för belysning som i många fall kan dominera över de vinster genom minskning av värmetransmissionen som en mindre omslutande area ger.

Kompakthet i form av större hushöjd ger dessutom en ökad ofrivillig ventilation, ett ökat elbehov för hisstransporter och - i varje fall för större anläggningar - en minskning av det nyttiga solvärmestillskottet på grund av att delar av husen kan komma att skugga andra i större utsträckning.

Utom i fråga om de mest kompakta hustyperna medför en förskjutning mot mer kompakt byggnadsform att det totala energibehovet minskar. Samtidigt är en försämring av byggnadskroppens miljö-kvaliteter och användningsvärde svår att undvika och det sker samtidigt en förskjutning mot en större andel el i energibehovet.

När en viss mängd rena förvaringsutrymmen o dyl kan beredas plats i en byggnads inre genom en mer kompakt form blir skillnaden i kvaliteter relativt små. De berör t ex föränderbarheten, orientering och kontakt mellan olika arbetsrum.

Kvaliteterna blir i högre grad lidande när kommunikationsutrymmen och rum för tillfällig vistelse kommer att förläggas i lägen utan tillgång till dagsljus och möjligheter till utblickar och vädring. Det gäller framför allt hörsalar, sammanträdesrum, pausrum, matsalar och vilrum men även trappor, korridorer, väntrum och toaletter. Här berörs sådana viktiga behov som behoven av orientering, variation och stimulans. Dessa är fundamentala mänskliga behov som inte får förbises. Det finns en förenklad rationalism som kanske kan ge vackra kalkyler för ekonomi och energi men som har förödande konsekvenser för den miljö där människor skall vara verksamma hälften av sin vakna tid, år ut och år in. En väl avvägd byggnadsform som kan tillgodose dessa fundamentala behov kostar inte mycket mer i energi men kan i hög grad öka välbefinnandet för de människor som använder husen.

Den största kvalitetsförsämringen sker när man väljer en så kompakt byggnadsform att de permanenta arbetsplatserna får en "mörk" förläggning. I sådana fall kan också det totala energibehovet öka till följd av erforderliga höjningar av den tekniska standarden.

De fyra anläggningarna visar prov på alla dessa olika steg och andelen dagsljusbelyst golvarea varierar från 69% i SMHI till så litet som 28% i Tele Data. Så gott som alla utrymmen där detta är väsentligt har kunnat få dagsljus och utblickar i SMHI och Östra Malmen. Men dessutom har där en viss del förrådsutrymmen, som egentligen inte kräver dagsljus, kommit att förläggas till dagsljuszon till följd av den valda byggnadsformen.

Tele Datas och Saltängens kompakta former har gått ut över dagsljuset i arbetsrum, sammanträdesrum och kommunikationsutrymmen vilket är allvarligt.

Utblickarna har också påverkats negativt, särskilt av Saltängens

kompakthet. Från de flesta av fönstren i Saltängen ser man mest andra delar av samma hus med likadana fönster.

Bristen på dagsljus i kommunikationer är särskilt märkbar i Saltängen där en stor del likartade dubbelkorridorer och invändiga trapphus utan orienterande utblickar gör det svårt att hitta.

Mycket stora hus, som oftast är svårhanterliga både i fråga om yttre och inre miljökvaliteter, kan knappast försvaras med energihänsyn. Med en rimlig andel dagsljusbelysta utrymmen blir marginalnyttan i fråga om transmission mycket liten vid ökningar utöver 5 à 10.000 m² golvarea. Vad man där vinner i fråga om transmission kan också lätt förloras t ex genom ökat tjuvdrag eller minskat solvärmestillskott. Med en uppdelning av de mycket stora enheterna kan man vinna väsentliga fördelar i fråga om orientering och överblickbarhet.

Ett annat motiv för stora sammanhängande anläggningar har varit flexibilitet. Lokalerna skulle lättare kunna inrymma olika enheter som ständigt förändras. I Saltängen som är ett typiskt uttryck för detta synsätt har dock gränserna mellan de olika nyttjarna blivit bestående och expansion har skett till förhyrda lokaler på annat håll.

Analyserna av de fyra anläggningarna påvisar att det är vid mycket smala eller låga hus som formförändringar ger störst utslag på omslutande areor och värmetransmission.

För de lägsta, smalaste och mest genomlysta husen, som finns i SMHI, medför byggnadsformen en ungefär dubbelt så stor värmetransmission per m³ som för de mest kompakta med små fönster. Största delen av denna skillnad svarar fönsterstorleken för. Därnäst kommer fasadarea och area på tak- och bottenbjälklag. Sådana skillnader är var för sig över 100 MWh/år för de studerade anläggningarna vilket kan jämföras med energiförbrukningarna på 3-7000 MWh/år.

Anläggningarnas olika kompakthet har också medfört mycket stora skillnader i fördelning mellan utrymmen med eller utan dagsljus, vilket också ger stora skillnader i fråga om miljökvaliteter. Behovet av el för belysning påverkas samtidigt. Skillnaden har storleksordningen omkring 100 MWh/år.

Elbehov för hissdrift är mycket litet för de fyra anläggningarna, 0,6 - 6 MWh/år. Skillnaderna är därför obetydliga, men skulle börja bli av en viss betydelse vid jämförelse med högre hus.

För storleken av nyttigt solvärmestillskott och värme bortförd genom ofrivillig ventilation kan andra faktorer än byggnadsformen spela den största rollen. Byggnadsformens inverkan på dessa poster kan därför bli av helt olika storleksordning. De undersökta byggnaderna är grupperade kring gårdar. Bortfallet av nyttigt solvärme jämfört med hus som inte skuggar sig själva har kalkylerats till 15-30 MWh/år för vissa av de gårdar som finns i anläggningarna. För hela anläggningarna blir storleksordningen 50-100 MWh/år.

En byggnadsform som ger stora elbehov för belysning eller solvärmeöverskott inverkar i hög grad på luftbehandlingsanläggningen. Det är i första hand elbehovet för fläktdrift och eventuella kyl-

maskiner som påverkas av detta medan värmebehovet för uppvärmning av ventilationsluften mer sammanhänger med rumshöjder och tillgång till öppningsbara fönster.

Kompakta byggnader med arbetsplatser i inre zoner får lätt besvärande värmeöverskott under stora delar av året, vilket blir dimensionerade för luftflöde och fläktkapacitet - i svårare fall även kylmaskineri. Att så är fallet trots senare års strävan mot lägre installerad belysningseffekt beror dels på ökad maskinell utrustning i övrigt och dels på att byggnaders värmeavgivning minskat i och med nya byggnormer.

Huvuddtendenserna i resultaten från de fyra förvaltningsbyggnaderna torde även ha en viss giltighet för andra typer av arbetslokaler o dyl där verksamheten huvudsakligen sker t ex i enskilda arbetsrum, mindre verkstäder, laboratorier, undervisnings- eller vårdrum.

Det är vanligt att fastighetsförvaltare i statistiken över energiförbrukningen gör jämförelser som baseras på volym eller area. Dessa jämförelser kan fästa uppmärksamheten på hus som kan behöva undersökas närmare. Men sådana jämförelser är olämpliga vid bedömning av nybyggnadsförslag. De volymer eller areor som jämförelsen baseras på kan vara långt ifrån likvärdiga i olika alternativ. Det kan rekommenderas att jämförelser även görs som tar hänsyn till förhållandet mellan "ljus" och "mörk" area i projektet. Man kan helt enkelt jämföra kalkylerade energibehov per m² "ljus" area. Den jämförelsen är visserligen grov och tar bara hänsyn till en del kvalitetsaspekter men bör ändå ge en något mer rättvisande bild än jämförelse grundad på enbart volym eller area. Jämförelser med eller utan hänsyn tagen till dagsljus för de fyra studerade anläggningarna visar helt omkastade relationer mellan byggnadernas specifika värmebehov.

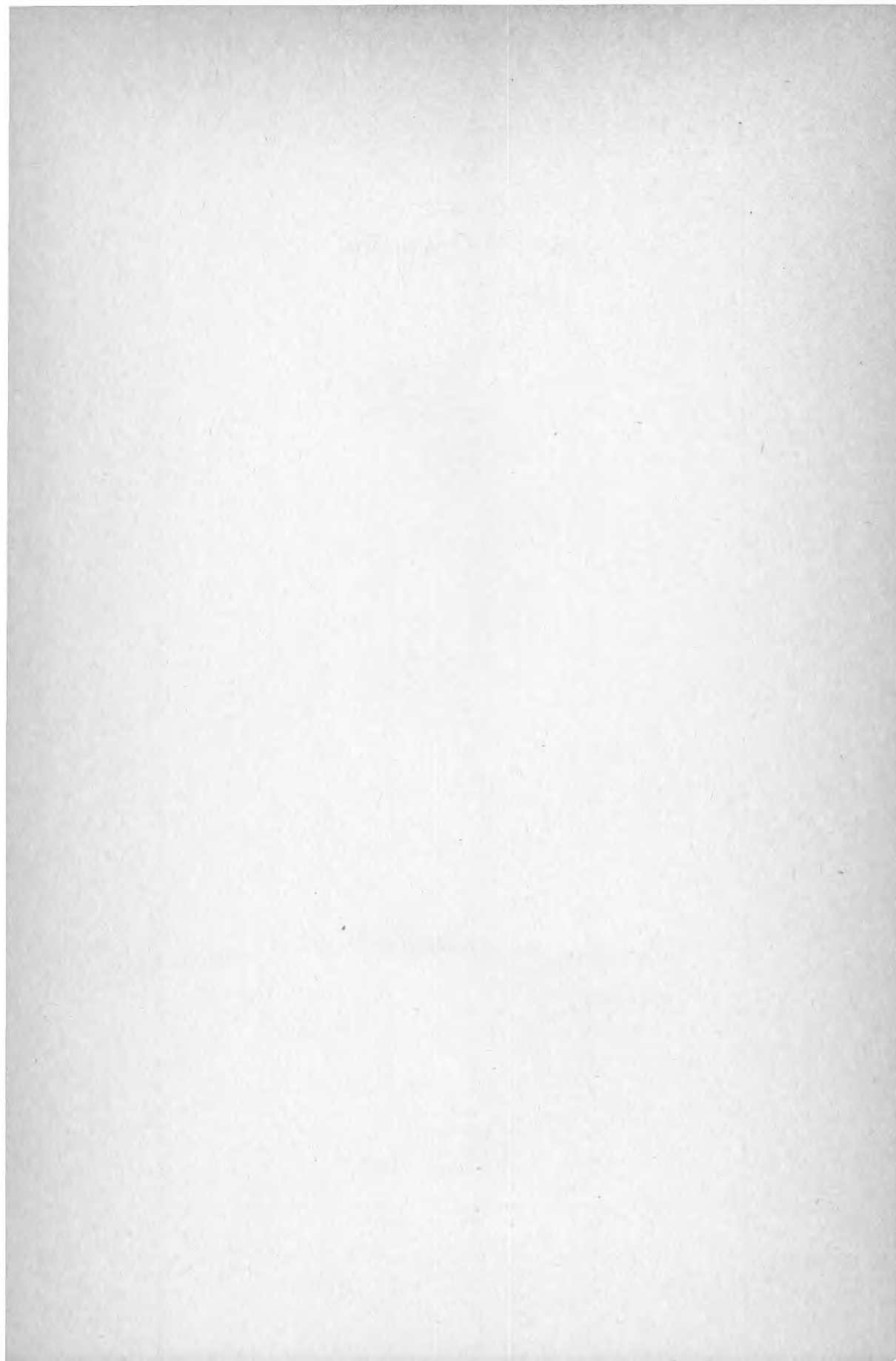
Vid val mellan alternativa utformningar i enskildheter såsom öppna eller slutna gårdar, utsprång eller indragningar i fasader, takform, arkader m m låter sig kalkyler över energikonsekvenser mycket väl göras. De kan begränsas till just det som skiljer alternativen åt, men det är viktigt att man tar in samtliga relevanta energiaspekter i bilden. Alla kanske inte låter sig beräknas med full säkerhet, t ex ofrivillig ventilation och solvärmestillskott, men de bör ändå tas in i bedömningen.

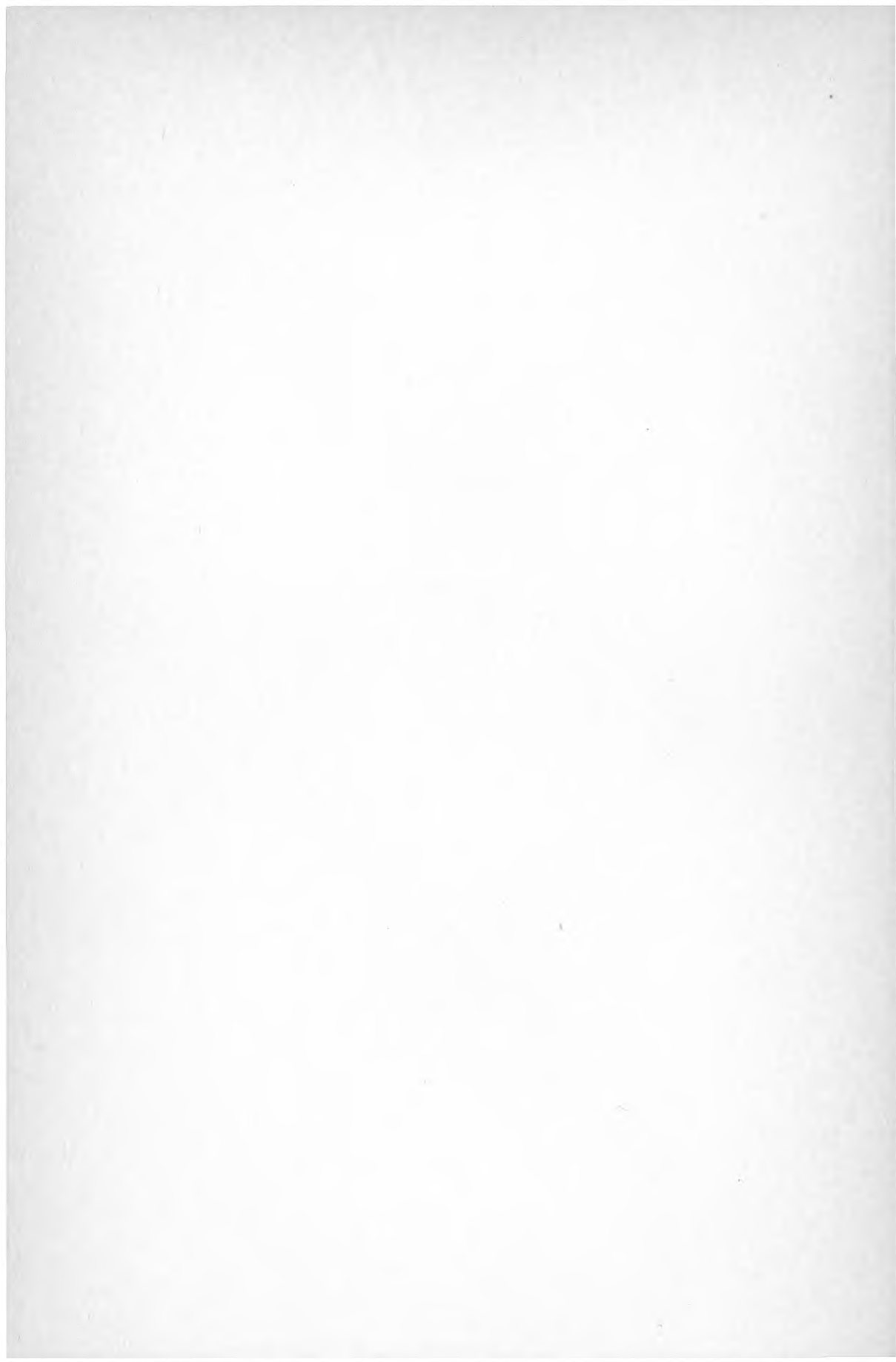
Allteftersom kunskaperna om sådana energifaktorer och om människans upplevelse av den fysiska miljön ökar kan riktigare bedömningar av byggnadsformen och dess konsekvenser för kvaliteter och energibehov göras.

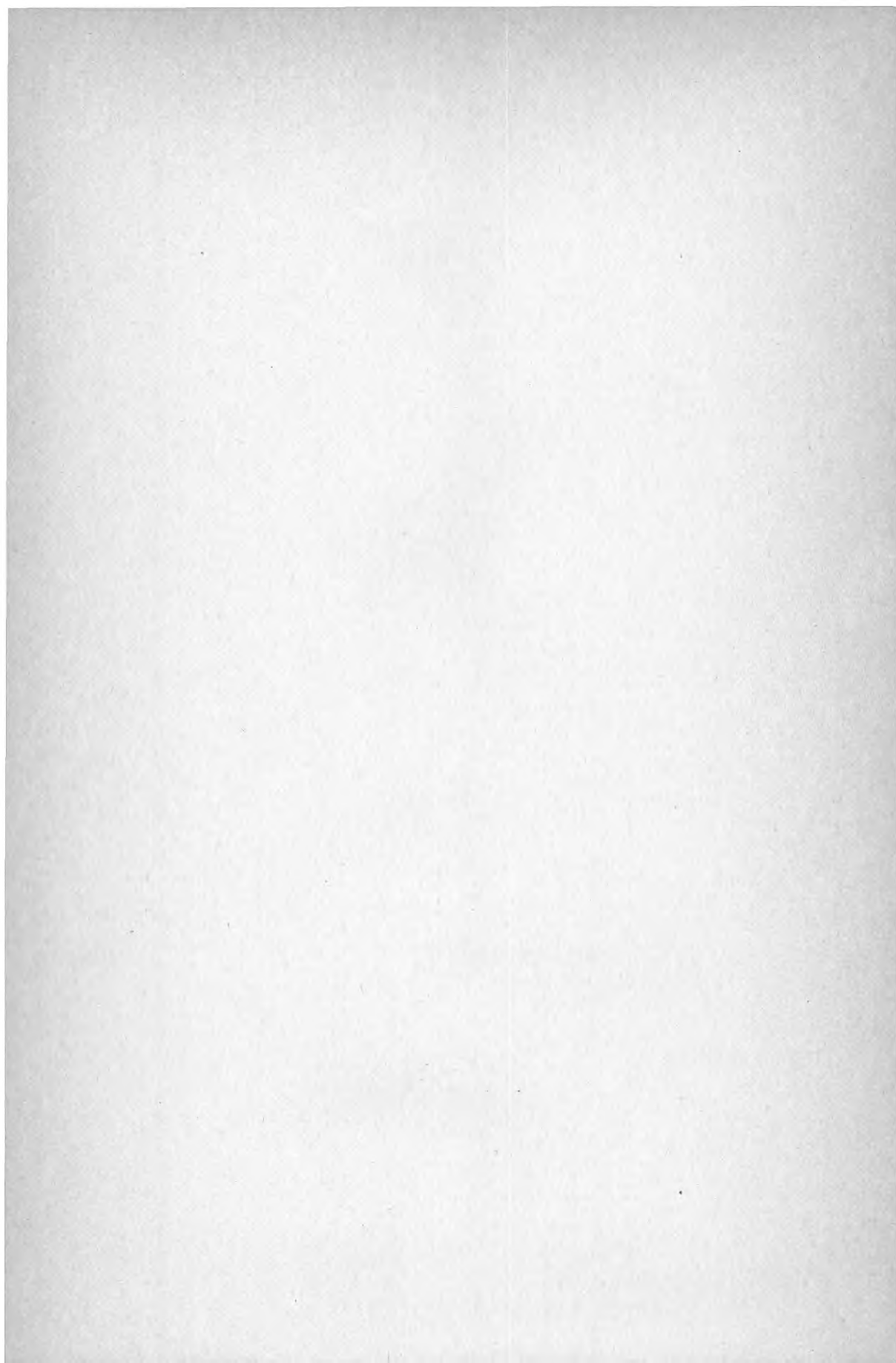
En byggnad består av olika tekniska system för bärning, uppvärmning, belysning, hygien o s v. När byggnaden används utnyttjar människor dessa system i en funktionell helhet, där människors verksamheter och de tekniska systemen påverkar varandra. Det är viktigt att de olika specialister som medverkar vid en byggnads tillkomst är väl införstådda med alla de olika sidorna av denna helhet och i sitt arbete ser sammanhangen mellan de olika tekniska systemen inbördes och mellan dessa och olika upplevelsekvaiteter.

LITTERATUR

- Glauman M, 1976, Sol i bebyggelseplanering. Byggnadsforskningens publikation T37:1976.
- Handa K, Kärrholm G, Lindquist T, 1979, Mikroklimat och luftväxling. Byggnadsforskningens publikation T3:1979.
- Kronvall J, 1979, Mätningar och mätmetoder för lufttäthet. Byggnadsforskningens publikation T6:1979.
- Nylund P O, 1979, Tjyvdug och ventilation. Byggnadsforskningens publikation T4:1979.
- Svensk Byggnorm med kommentarer. Statens planverk, Stockholm, 1975.
- Taesler R, 1972, Klimatdata för Sverige, Stockholm.
- Welmer K, Tengdahl G, Lilja G, 1971. Ventilation och luftkonditionering, Malmö.
- Ödeen S, 1957, Offentliga byggnader, Våningsantal och planform. Statens byggnadsbesparingsutredning, Stockholm.
- Brown G, Isfält E, 1974, Solinstrålning och solavskärmning. Byggnadsforskningens rapport R19:1974.
- Byggnadsforskningens rapport R34:1978. Ofrivillig ventilation. Förutsättningar och betydelse för byggnaders värmebalans.
- Höglund, Stephenson, 1968, Tabeller för beräkning av solinstrålning mot byggnader. Byggnadsforskningens rapport R49:1968.
- Isfält E, 1976. Beräkning av byggnadens energibehov för uppvärmning. Tekniska meddelanden nr 103 från inst. för uppvärmnings- och ventilationsteknik. KTH, Stockholm.
- Kjellberg A, 1979, Arbetsplatser under mark. Arbetskyddsstyrelsens undersökningsrapport, 1979:7.
- Källblad K, Adamson B, 1978, Handberäkningsmetod för beräkning av en byggnads värmebehov BKL 1978:2, Lund.
- Liszka L, Danielsson A, Söderberg L, Lindmark A, 1978. En undersökning av långtidseffekter av ventilationsbuller på människor. Arbetskyddsstyrelsens undersökningsrapport 1978:34.
- Peterson F, 1976, Byggnadens form med hänsyn till energibehovet för uppvärmning och ventilation samt Byggnadsstorlek och transmissionsförluster, Tekniska meddelanden nr 99 och 100 från inst för uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH, Stockholm
- Höglund I, Stillesjö S, 1978, Energibehov för bebyggelse - byggnadstekniska besparingsmöjligheter. Väg- och Vattenbyggaren, nr 1 och 2.







**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
771377-7 från Statens råd för byggnadsforskning
till BS-konsult AB, Stockholm.**

R80: 1980

ISBN 91-540-3294-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700180

**Abonnemangsgrupp:
Y. Byggnadsfunktion**

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

Cirka pris: 30 kr exkl moms