



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

R76:1979

**Energifrågor vid tomt-
utredningar — tillämp-
ning FOA Botkyrka**

Michael Granit

Ib Möller

Byggforskningen

TEKNISKA HOGSKOLEN I LUND
SEKTORJEN FOR VAG- OCH VATTEN
DRIVOTEKET

R76:1979

Energifrågor vid tomtutredningar
- tillämpning FOA Botkyrka

Michael Granit
Ib Möller

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 771348-0 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.

R76:1979

ISBN 91-540-3045-5

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1979 954669

INNEHÅLL

FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	7
1 BAKGRUND OCH SYFTE	9
1.1 Bakgrund	9
1.2 Energistudiens syfte	9
2 GENOMGÅNG AV OLIKA SAMBAND	11
2.1 Omslutande ytors storlek	11
2.2 Exponering för sol	12
2.3 Exponering för vind	13
2.4 Överskottsvärme från verksamheten	16
2.5 Transporter i brukandet	17
2.6 Sprängning, schaktning och transporter i byggnadet	18
2.7 Åtgång av byggnadsmaterial	19
3 LOKALKLIMAT	21
3.1 Allmänna klimatuppgifter för området	21
3.2 Beskrivning av tomten och dess klimatzoner	21
4 BEBYGGELSEALTERNATIV	25
4.1 Förutsättningar	25
4.2 De studerade alternativen	26
4.3 Diskussion av alternativen	27
5 ENERGIKALKYLER	35
5.1 Kalkylunderlag och grunddata	35
5.2 Kalkyler	35
6 SAMMANVÄGNING AV ENERGIBEHOV OCH ANDRA FAKTORER	41
6.2 KOMMENTARER	42
7 SLUTSATSER	45
LITTERATUR	46

FÖRORD

Energistudien avsåg att ske parallellt med tomtutredningsarbetet för FOA:s omlokalisering. På grund av förskjutningar i tidplanen har detta ej helt varit möjligt. Vissa alternativ har framkommit speciellt för att belysa energifrågor.

Arbetet har utförts inom BS Konsult AB av arkitekterna Michael Granit och Ib Möller. Professor Hans Fog har medverkat som konsult. I projektet har också ingenjör Fred Aström vid VVS-avdelningen inom BS Konsult AB medverkat.

SAMMANFATTNING

I samband med en tomtutredning för omlokalisering av FOA till Botkyrka aktualiserades en energistudie med syfte

- att belysa hur olika slags energibehov påverkas då man väljer förläggning, gruppering och orientering för en anläggning av FOA:s storlek
- att söka en lämplig nivå för överslagskalkyler till ledning vid dessa val
- att diskutera energifrågorna mot bakgrund av övriga faktorer i ett tomtutredningsskede.

En allmän genomgång görs av sådana faktorer som inverkar på energiförbrukningen och som påverkas i det aktuella skedet. Variationer och betydelse diskuteras ifråga om

- omslutande ytors storlek - transmissionsförluster
- exponering för sol
- exponering för vind
- möjligheter att tillvarata överskottsvärme från verksamheten
- längre eller kortare transporter i användningsskedet
- sprängningar och transporter i byggandet
- åtgång av byggnadsmaterial (som kräver energi vid tillverkningen).

Frågan om inverkan av vindexponering har ägnats ett särskilt intresse eftersom byggnader på en hög bergsplatå här är aktuella. Det har visat sig svårt att få ett underlag som lämpar sig för kalkylering.

Uppgifter om lokalklimatet i området används för att bedöma tomtens klimatzoner. Vindförhållanden, lägivande trädzoner samt solbelysta och skuggade partier illustreras.

Den aktuella bebyggelsen omfattande ca 50.000 m² totalarea, varav ungefär hälften är kontor och hälften laboratorier, illustreras i fem olika placeringar inom området. Byggnadskropparnas form är likartad i samtliga alternativ. Hänsyn till funktion och stadsbild har givit relativt låga byggnader.

Det har gått att få fram de flesta uppgifter som behövs beträffande aktuella specifika energibehov. En systematisk sammanställning av hanterliga uppgifter för alla i sammanhanget förekommande energibehov skulle mer allmänt förenkla energistudier vid projektering.

Det har visat sig möjligt att på enkelt sätt göra jämförande energikalkyler på de schematiska skisser som förekommer i ett tomtutredningsskede. Sektioner och höjdförhållande måste dock studeras mer i detalj.

Ifråga om FOA i Västra Hamra har det visat sig att skillnader i solvärmestillskott ger den största förändringen av energibehovet. Bebyggelsealternativ i terrängpartier som sluttar mot olika väderstreck har accentuerat denna tendens.

Energibehovet för transporter har också visat relativt stora förändringar i och med markant olika avstånd från huvudvägen.

Trots att tomten är bergig och kuperad har sprängning och schaktning visat sig ge endast mindre skillnader i energibehov.

Konsekvenserna av olika vindexponering, olika åtgång av byggnadsmaterial och olika omfattande transporter under byggskedet tycks i detta fall vara av underordnad betydelse.

Möjligheterna att tillvarata överskottsvärme från verksamheten kan vara av en viss betydelse men hur detta påverkas i de olika alternativen har inte kunnat bedömas i detta tidiga skede.

Den största sammantagna skillnad i energibehov 650 MWh/år som kommit fram i denna studie motsvarar ca 10% av anläggningens årsvärmebehov eller 5% av det totala energibehovet. För andra anläggningar kan skillnaderna bli både större och mindre. Det förefaller inte alls otänkbart att de kan komma att uppgå till det dubbla i sådana fall där värmebehovet för ventilation inte är lika dominerande som för FOA och där ett flertal av de ingående faktorerna kan bringas att samverka.

1. BAKGRUND OCH SYFTE

1.1 Bakgrund

Föreliggande energistudie har aktualiserats i samband med ett tomtutredningsarbete för Försvarets Forskningsanstalts (FOA) omlokalisering till Botkyrka söder om Stockholm.

Regeringsbeslut

Regeringen har genom skrivelse 1977-05-09 meddelat sitt beslut till byggnadsstyrelsen att "lokalplaneringen för försvarets forskningsanstalt i Stockholmsområdet skall inriktas på att den del av forskningsanstaltens verksamhet som omfattas av det byggnadsprogram för om- och nybyggnader i Ursvik som har redovisats av byggnadsstyrelsen skall lokaliseras till södra Storstockholmsområdet samlad till en plats, i första hand Botkyrka kommun".

Bebyggelseprogram

Bebyggelsen omfattar ca 50.000 m² totalarea och ca 300 parkeringsplatser. Tomten bör ha en yta på 45-50 ha.

FOA:s verksamhet

Försvarets Forskningsanstalt, FOA, är huvudmyndighet för den svenska försvarsforskningen. Dess verksamhet berör stora delar av totalförsvaret. De i Stockholmsområdet (kv Garnisonen på Östermalm och Ursvik Sundbyberg) belägna delarna av FOA, d v s FOA 1, FOA 2, delar av FOA 3 och FOA 5 samt centralkansliet - totalt ca 700 personer - förläggs till Botkyrka kommun i mitten på 80-talet.

Totalt med övrig personal blir antalet arbetande ca 775.

Fyra områden för FOA har diskuterats.

Älvesta, Lilla Dalen och Hamra, ligger alla inom friområdet mellan Alby bostadsområde i norr, Tullingesjön i öster, Tumba Centrum i söder och Eriksbergsvägen i väster.

Det valda alternativet Västra Hamra är fördelaktigt bl a på grund av att det ej tar värdefull jordbruksmark eller attraktiva fritidsområden i anspråk. Närheten till kollektivtrafik har också spelat en stor roll vid valet. Bebyggelsen kommer att bestå av kontors-, laboratorie- och verkstadsbyggnader.

Vid tidiga skeden av projekteringen, såsom översiktsplaner, tomtutredningar, stadsplanestudier, industriens utbyggnadsplaner fattas beslut som är avgörande för projektets vidare utveckling. Det kan gälla förläggning på tomten, byggnadernas höjd, gruppering och orientering. Konsekvenserna med hänsyn till energiförbrukningen har i allmänhet ej närmare studerats i dessa sammanhang.

1.2 Energistudiens syfte

Denna energistudie utgår från FOA:s byggnadsprogram för Va Hamra i Botkyrka.

Studiens syfte är:

- att belysa hur olika slags energibehov påverkas vid alternativa förläggningar, grupperingar och orientering av en anläggning av

FOA:s storlek

- att söka en lämplig nivå för överslagskalkyler till ledning vid dessa val
- att diskutera energifrågan mot bakgrunden av övriga faktorer som påverkar en bebyggelses förläggning i ett tomtutrednings-skede.

Det förstnämnda syftet innebär att beskriva vilka olika slag av energibehov som påverkas, hur de påverkas och vilka påverkningar som är mest betydelsefulla.

Det andra syftet motiveras av att gängse energikalkyler brukar utföras på projekt i ganska långt framskridna stadier då ett mer detaljerat underlag finns och metoderna är anpassade till detta. Erfarenhetsvärden på effektbehov per kvadratmeter våningsyta kan ge en första uppfattning om det totala energibehovet men visar inte hur detta förändras vid olika bebyggelsealternativ. Enkla överslagsmetoder behövs som kan påvisa energikonsekvenser för olika grupperingsalternativ. Området lämpar sig förhållandevis väl för att belysa konsekvenser ur energisynpunkt för olika lägen och utbredning för en bebyggelse av FOA:s storlek, särskilt på grund av variationerna i höjd.

2. GENOMGÅNG AV OLIKA SAMBAND

Denna översikt över olika faktorer som inverkar på energiförbrukningen och som påverkas i det skede av ett projekt då byggnadskropparna grupperas på tomten är en bearbetning av ett PM som på ett tidigt stadium utarbetades till vägledning för projekteringsgruppen.

Här diskuteras mer allmänt variationer och betydelse av:

- omslutande ytors storlek - transmissionsförluster
- exponering för sol
- exponering för vind
- möjligheter att tillvarata överskottsvärme från verksamheten
- längre eller kortare transporter i brukandet, inom/till och från anläggningen
- mer eller mindre sprängningar och transporter i byggandet
- större eller mindre åtgång av byggnadsmaterial (som kräver energi för sin tillverkning)

2.1 Omslutande ytor - transmissionsförluster

Variationer

De omslutande ytornas storlek i förhållande till programytorna beror av

- våningsantal
- våningshöjder
- husdjup

Den största förändringen av omslutande ytor nås normalt vid övergång från en till tvåvåningsbebyggelse. Såväl bottenbjälklag som vindbjälklag minskar då med 50%. (Övergång 2-3 vån ger 33% minskning och övergång 3-4 vån 25% minskning o s v.)

Våningshöjder är ju normalt låsta genom programkrav, men man kan konstatera att lokaler med olika krav samlade i en generell våningshöjd betyder en viss ökad fasadarea.

Den övergång från avlång till mer kvadratisk planform som medges vid ett bestämt funktionsprogram ger endast en begränsad minskning av den omslutande ytan.

Mörk förläggning av trappor, pausrum m m kan ge en viss minskning av fasadarean, se dock vad som nedan sägs om trappor under transporter.

Betydelse

Transmissionsförluster är direkt beroende av de omslutande ytornas storlek. För en anläggning av FOA:s storlek byggd med dagens isolerstandard kan denna energiåtgång utgöra ca 3000 MWh/år. En ändring av transmissionen med 5% skulle då betyda ca 150.000 kWh/år d v s med dagens energipriser ca 15.000 kr/år.

2.2 Exponering för sol

Exponeringen för sol ökar främst genom:

- förläggning av byggnaderna till terrängpartier som sluttar i sydlig riktning. (SV-S0)
- förläggning av lägre byggnadskroppar söder om högre byggnadskroppar i stället för tvärtom med hänsyn till minimal skuggning
- orientering av en lågsträckt byggnadskropp i nära öst-västlig riktning.

I det sistnämnda fallet får man en hög instrålning mot den sydvända långsidan - högre än mot öst- och västsidan sammanlagt om byggnaden istället vore orienterad i nordsyd. Detta beror på att sannolikheten för klart solsken är högre vid middagstid än morgon och kväll. Under delar av uppvärmningssäsongen förekommer solstrålning överhuvudtaget bara från sydlig riktning.

Verknings sätt

Genom fönster tränger den kortvägiga sol- och himmelsstrålningen in i byggnadens inre och omvandlas där till värme.

I byggnadens belysta ytterytor i övrigt absorberas stålningen och omvandlas till värme. Yttertemperaturen höjs vilket bromsar och tidvis även vänder värmeflödet genom byggnadsskalet.

Nyttiggörande

Under uppvärmningssäsongen kan detta ge betydande önskvärda värmetilskott och en minskning av värmeförlusterna. Goda reglersystem och hög värmekapacitet ökar möjligheterna att tillgodogöra sig dessa värmetilskott.

Förebygg problem med övertemperatur

Icke önskvärda övertemperaturer under sommarhalvåret förebyggs t ex genom att fönstren inte görs alltför stora och genom solavskärmningar vid mer belysta fönster - gärna i sig själva selektivt verkande så att lägre stående sol släpps in men inte högre. Ett ventilationssystem som kan fördela värmen - i rum och tid - möjliggör ett bättre utnyttjande av solvärmens.

Variationer, betydelse - beräkningsmöjligheter

Det är fullt möjligt att göra jämförande beräkningar av solinstrålningens betydelse för olika grupperingsalternativ enligt följande:

- byggnadernas fönsterytor med olika orientering summeras var för sig
- modeller av alternativen fotograferas med olika belysningsvinklar motsvarande varje timme av en dag för var och en av eldningssäsongens månader
- med fotografiernas hjälp bedöms en skuggningsfaktor för varje väderstreck och månad
- skuggningsfaktorer, ytor, transmissionsfaktor och instrålningsdata sammanställs månad för månad och relateras till värmebehov enligt en schematisk handräkningsmetod angiven av Källblad-Adamsson (1978).

Med dator kan ändå mer verklighetsefterliknande beräkningar utföras, men motsvarande studier av skuggningsförhållandena krävs även i det fallet.

Sådana beräknings sätt kan dock vara alltför tids- och resurskrävande i ett tomtutredningsskede. Ett enklare sätt är att, med antagande av samma fönsterandel i alla väderstreck, använda erfarenhetsvärden på solinstrålning genom fönster för beräkning av solvärmestillskottet sedan de olika fasadareorna reducerats med hänsyn till bedömd skuggning.

2.3 Exponering för vind

Verkningsätt

Vinden kring byggnader påverkar deras energiförbrukning på flera olikartade sätt:

- fält med olika tryck uppkommer på olika partier av byggnadsskalet. Dessa tryckskillnader blir större med ökande vindhastighet och ger upphov till luftströmmar genom otätheter i byggnadsskalet. (Andra drivkrafter är termiskt betingade tryckskillnader - ökar med byggnadshöjden - och obalans i ventilationssystem.) Läckaget ger i sin tur värmeförluster när inneluften är varmare än uteluften. I byggnader med platsbyggnad betong i takbjälklag och ytterväggar kan läckaget begränsas i huvudsak till fönsterrand.
- med ökad vindhastighet ökar värmeövergången mellan byggnadens ytor och luften. Detta fenomen betyder mest på fönsterytorna där övergångsmotståndet är en relativt större del av byggnadens totala värmemotstånd.
- med större utsatthet för vind får man en ökad mängd slagregnvatten på byggnaders fasader. Vid avdunstningen av detta vatten kyls fasadytan varvid värme tas från omgivande luft men även från själva byggnaden.

Betydelse och beräkningsmöjligheter

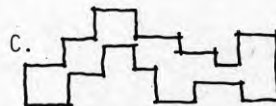
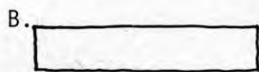
Vissa delar av förloppen vid värmeförluster genom vindpåverkan är kända så att de kan beräknas vid vissa givna förutsättningar men helhetsbilden undandrar sig kvantifiering - främst därför att åtskilliga förutsättningar varierar på ett okänt sätt.

Att betydelsen ändå kan vara mycket stor är en allmän uppfattning, speciellt för hus med svagheter i täthetshänseende och i synnerhet om husen sträcker sig upp till de nivåer där vindhastigheterna är höga.

Variationer

Vindbilden påverkas bl a av sådant som terrängformationer och vegetation d v s olika delar av en tomt kan vara mer eller mindre utsatta, (se även klimatbeskrivningarna) men vindbilden påverkas också av själva byggnaderna d v s form och gruppering kan vara mer eller mindre gynnsam.

Några exempel:
planform:



A är ogynnsam därför att en sådan form ger förhöjda vindhastigheter längs stora delar av fasaden vid många olika vindriktningar.

C är bäst av de tre därför att vinden bromsas upp och läzoner skapas intill stora delar av fasaden. Ökade hastigheter vid hörnor ger en viss minskning av dessa vinster.

Hus utformade enligt A är särskilt ogynnsamma ur vindsynpunkt om flera sådana grupperas intill varandra.



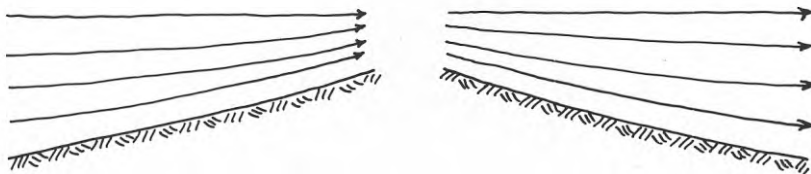
I spalterna mellan husen uppstår våldsamt ökade vindhastigheter. Sådana avskräckande exempel finns på flera håll. Även mellan vanliga rektangulära huskroppar uppstår ökade vindhastigheter. Ökad hushöjd ger också en ökad vindpåverkan - dels därför att ett större vindfält störs men framförallt därför att en högre byggnad når upp i snabbare vindskikt, i synnerhet om den står på en höjd och/eller sticker upp avsevärt ovanför trädtopparna.

Vindhastigheterna inne i skog är högst i gles skog och nära lovartsbrynet. Bästa vindskyddet ger blandskog. Läeffekten bakom ett skogsbälte kan sträcka sig relativt långt t ex 30% hastighetsminskning på ett avstånd av 10-40 gånger skogens höjd beroende på skogsbältets bredd.

I öppningar och gläntor ökar vindhastigheten väsentligt, särskilt om de är långsträckta. Vinden avlänkas då längs med öppningen när den inte blåser så gott som vinkelrätt över öppningen.

När luften strömmar över hinder i terrängen uppstår dynamisk turbulens. Vid låga vindhastigheter är den knappast märkbar, vid högre däremot är den mycket betydelsefull.

Vindens hastighet ökar också då terrängen är utformad som en långsamt stigande sluttning. Strömlinjerna kommer då långsamt att förtätas längs sluttningen då vinden blåser uppför denna. Omvänt gäller att vindens hastighet minskar då vinden blåser nedför en långsamt sjunkande sluttning.



Principen för vindens rörelse i en svagt stigande respektive sjunkande sluttning.

För att beskriva den förstärkning eller försvagning av vindens hastighet som uppträder är det lämpligt att använda kvoten mellan vindens hastighet i det enskilda fallet, v m/s och den fria vindens hastighet v_0 m/s.

Tabellen nedan redovisar den relativa vindhastigheten bakom olika terrängformationer. Värdet för v är uppmätt två meter över marken.

Terrängformation	Del av dygnet	Kvot v/v_0	
		$v_0=3-5$ m/s	$v_0=6-10$ m/s
Öppen plan mark		1,0	1,0
Toppar av kala höjder			
höjd över omgivande terräng:	dag	1,4-1,5	1,2-1,1
mer än 50 m	natt	1,8-1,7	1,5-1,4
höjd över omgivande terräng:	dag	1,3-1,4	1,1
mindre än 50 m	natt	1,7-1,6	1,3-1,4
Lovartsida av 3-10°-sluttningar			
övre delen	dag	1,2-1,3	1,0-1,1
	natt	1,4-1,6	1,2-1,3
mellersta delen	dag	1,0-1,1	1,0
	natt	1,0-1,1	1,1
lägre delen	dag	1,0	0,9-1,0
	natt	0,8-0,9	1,0
3-10°-sluttningar parallella med vinden			
övre delen	dag	1,2-1,1	0,9-1,0
	natt	1,4-1,3	1,0-1,1
mellersta delen	dag	0,9-1,0	0,9-0,8
	natt	1,1-1,0	1,0
lägre delen	dag	0,9-0,8	0,8-0,7
	natt	1,0-0,9	0,8-0,7
läsida av 3-10°-sluttningar			
övre delen	dag	0,9-0,8	0,8-0,9
	natt	0,9-1,0	0,9-1,0
mellersta delen	dag	0,9-0,8	0,8-0,9
	natt	1,0-1,1	0,9-1,0
lägre delen	dag	0,8-0,7	0,7-0,6
	natt	0,9-1,1	0,7-0,6
Dalbottnar, raviner			
utsatta för vind	dag	1,2-1,1	1,1-1,0
	natt	1,5-1,3	1,3-1,4
ej utsatta för vind	dag	0,8-0,7	0,7-0,6
	natt	0,6 och mindre	
avskärmade	dag		
	natt	0,6 och mindre	
Flacka höjder (1-3°-lutning)			
toppen och övre delar av lä- och	dag	1,2-1,4	-
lovartsluttningar	natt	1,3-1,5	-
mellersta och lägre delar av samma	dag	0,8-1,1	-
sluttningar	natt	1,0-1,3	-

Tabell över relativa vindhastigheter vid olika terrängformationer. Efter Taesler, 1972.

Terräng, skog och byggnader representerar en storskalig ytråhet, själva byggnadens yttextrur en småskalig.

Texturen inverkar på värmeövergången från byggnadsskal till luften. I denna inverkan finns två varandra motverkande fenomen. En större ytråhet bromsar upp luftens rörelse intill ytan vilket kan minska värmeövergången. Samtidigt ökas kontaktytan vilket ökar värmeövergången (kylflänseffekt). En ur energisynpunkt idealiskt textur skulle alltså ha ojämnheter tillräckligt för att bromsa upp vinden men med sådan utformning att de inte leder bort värme i onödan.

Ett exempel på värmeöverföringen för olika ytmaterial och vindhastigheter återgivet av Lorentzon, Öfverholm 1974.

Wind speed parallel to surface in metres/second	Nature of surface				
	Glass or metal	Plaster or timber	Concrete	Brick	Stucco
Wind still	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
2	12,8	13,5	14,6	15,2	16,8
5	26,5	32,8	42,4	47,6	61,0
10	46,5	55,7	74,5	83,5	107,0
15	63,9	76,6	102,2	115,0	147,0
20	81,3	97,6	130,5	146,6	187,3

Values in $W/m^2 K$

Ökningen av värmeavgivningen från fönster genom påverkan av kraftig vind kan överslagsmässigt beräknas till 20%, vilket motsvarar en ändring av yttre värmeövergångsmotståndet (m_u) från 0,12 till 0,012 $m^2 \text{ } ^\circ C/W$.

I sammanhang med denna diskussion av vindförhållande och energiförluster måste man också avslutningsvis nämna att dålig vindmiljö ur energisynpunkt i regel också ger en sämre miljö in- till byggnaderna både för människor och vegetation. Möjligheterna att vädra med fönstren när så är lämpligt kan naturligtvis också försämrats av en dålig vindmiljö.

2.4 Tillvaratagande av värme från verksamheten

En verksamhet av FOA:s art medför värmeavgivning inom anläggningen både från människor och från många slags maskiner.

Den avgivna värmen kan ses som en biprodukt som ibland kan nyttiggöras genom att den tas tillvara för att tillgodose något slag av värmebehov inom anläggningen. Genomförbarheten med hänsyn till teknik och ekonomi bestäms av temperaturnivån, värmeavgivningens storlek och inte minst fördelningen i rum och tid.

Här ges några exempel på värmekällor med olika förutsättningar för tillvaratagande av spillvärme:

Små värmekällor, vanligt förekommande i rum och tid

- Människor
- Belysning
- Skrivmaskiner
- Dataterminaler

Antalet och den dagliga användningen gör dessa mycket betydelsefulla för anläggningens värmebalans men utspriddheten och den låga temperaturnivån gör att värmen måste tillvaratas så direkt och lokalt som möjligt.

Eftersom överföring av sådan värme till någon annan del av anläggningen knappast är tänkbar inverkar inte byggnadsgrupperingen i stort på möjligheterna att tillvarata värme från sådana värmekällor.

Små värmekällor som är sällan förekommande saknar givetvis betydelse i sammanhanget.

Större värmekällor som har liten utnyttjningstid

Exempel kan vara laser och andra starkt värmealstrande försöksanordningar som endast tidvis är i drift och då kanske bara några timmar eller mindre åt gången.

Om förutsättningarna inte är speciellt gynnsamma är det knappast motiverat med anordningar för tillvaratagande av spillvärme från sådana försök. Byggnadsgrupperingen torde därvid endast vara en underordnad förutsättning bland många andra.

Större värmekällor som har stor utnyttjningstid

Exempel: Datacentral

Kylkompressorer (för köldrum och kylvatten till långtidsförsök)

Försöksapparat (Mer värmealstrande sådan där värmen ventileras bort. I drift så gott som dagligen.)

I det sista fallet då överskottsvärme ventileras bort kan den under en stor del av året utnyttjas till förvärmning av tilluften inom samma byggnadskropp. I detta fall påverkas alltså inte möjligheten till nyttiggörande av byggnadsgrupperingen i stort. Den påverkas däremot i de fall då värmeöverskottet måste föras över till andra byggnadskroppar därför att inte ett värmebehov som motsvarar överskottet finns inom samma byggnadskropp. Detta kan gälla ifråga om datacentralen och kylkompressorer som är i mer eller mindre kontinuerlig drift. Ett motsvarande värmebehov skulle kunna vara rumsuppvärmning, uppvärmning av ventilationsluft eller värmning av varmvatten. Rumsuppvärmningen har fördelen att pågå nattetid, men den pågår å andra sidan bara under den kalla årstiden och en högtemperaturnivå kan behövas. Uppvärmning av ventilationsluft pågår under en större del av året men sker endast till en mindre del nattetid. Temperaturen är låg. För varmvattenvärmning behövs normalt endast ganska små värmemängder annars är detta ett lämpligt sätt att ta tillvara ett överskottsvärme från kylkompressorer som ofta är igång. Varmvatten behövs ju även sommartid och ett distributionssystem till anläggningens olika delar brukar ändå utföras. Det kan givetvis också finnas andra speciella värmebehov sammanhängande med verksamheten som kan paras samman med lämpligt fördelade värmeöverskott.

Allmänt kan man säga att tillvaratagande av överskottsvärme av det senast diskuterade slaget underlättas med en koncentrerad anläggning och försvåras med en utspridd.

2.5 Transporter i brukandet

2.5.1 Till och från anläggningen

Skillnaden i energianvändning för transporter till och från anläggningen blir till en del direkt beroende på avståndet och nivåskillnaderna mellan huvudväg och parkeringsplats respektive godsintag på så sätt att när dessa ökar så ökar också bränsleförbrukningen för varje besökande fordon. Men till en del kommer också skillnaden att bero på att fler anställda kommer att begagna bil ju längre och besvärligare man upplever vägen från pendeltåg eller buss till anläggningens entré.

2.5.2 Inom anläggningen

Inom anläggningen förekommer dels transporter mellan huvudbyggnader och försöksområde, dels såväl horisontella som vertikala transporter inom huvudbyggnaderna. Energikrävande är främst de längre horisontella godstransporter där truck kommer till användning och de vertikala person- och godstransporterna med hiss. De förra ökar direkt med ökad utbredning av anläggningen och ökade avstånd mellan central godsmottagning och viktigare användare. De senare ökar kraftigt med ökande höjddutsträckning hos anläggningen men kan vara nära noll om anläggningen bara omfattar ett par plan. Om man väljer trapporna eller hissen beror otvivelaktigt också i hög grad på utformning och placering av trapporna. När trapporna har dagsljus och ligger i god kontakt med korridorsystemet blir de en naturligare väg för korta vertikalförflyttningar.

Ett särskilt sammanhängande attraktivt inomhusgångstråk kan utföras i en mer samlad anläggning medan man i en mycket utspridd kanske måste nöja sig med en kombinerad gods- och personkulvert. Detta kan i sin tur medföra att man får en personbilstrafik mellan anläggningens olika delar.

2.6 Sprängning, schaktning och transporter i byggandet

2.6.1 Sprängning och schaktning

Energiinsatsen för sprängning och schaktning fördelar sig på

- bergborrning
- sprängämnesframställning
- drift av schaktmaskiner

Bergborrningen torde svara för den minsta energiposten och vara försumbar i förhållande till de övriga.

För sprängämnesframställningen åtgår ca 4 kWh per kg sprängämne, d v s normalt ca 2 kWh/m³ utsprängt berg.

Den största posten 10-20 kWh/m³ svarar urschaktning och masstransporter för. Siffran varierar avsevärt beroende på hur långt schaktmassorna behöver förflyttas. För överskottsmassor som transporteras bort från tomten blir siffran flera gånger högre.

Mängden av schaktning beror bl a på följande faktorer:

- terrängens ojämnhet
- anläggningens anpassbarhet till terrängen
- anläggningens utsträckning i plan

När det gäller den andra punkten har anläggningens struktur och orientering en stor betydelse. En uppdelning i friliggande delar och en orientering av huskropparna parallellt med nivåkurvorna underlättar terränganpassning väsentligt. I fråga om planutsträckningen måste ytor med utvändiga markarbeten räknas in.

2.6.2 Transporter i byggandet

Omfattningen av byggtransporter beror dels av mängden material dels av transportvägarnas längd. Transportvägarna för byggnads-material varierar ungefär på samma sätt som för person- och

godstransporter. Beträffande materialmängden se 2.7

2.7 Åtgång av byggnadsmaterial

Valet av stomsystem, materialslag och byggnadssätt liksom andelen dagsljusbelyst våningsyta betyder mycket för mängden byggnadsmaterial och energiåtgången för framställning och transporter. Men dessa val styrs inte i nämnvärd grad av anläggningens placering eller byggnadernas gruppering. I detta skede väljer man dock mellan olika våningsantal, vilket i högsta grad är styrande. Våningsantalet bestämmer också hur mycket yttertak som kommer att behövas och detta påverkar i någon mån åtgången av byggnadsmaterial.

För den aktuella anläggningen torde stomsystem och byggnadsmaterial i huvudsak att vara givet på förhand och energiåtgången för byggnadsmaterialet kommer därför endast att påverkas i obetydlig utsträckning.

Enligt Byggandets energiprofil, 1978, ligger åtgången av storleksordningen 200 kWh/m^3 byggnadsvolym för den aktuella typen av byggnader.

3. LOKALKLIMAT

Viktigare uppgifter om klimatförhållandena i det aktuella området har sammanställts i ett PM för projekteringsgruppen i stort sett enligt en mall utarbetad av Mauritz Glaumann vid SIB.

Källor har varit Taesler "Klimatdata för Sverige" och "Vinden, Människan, Arkitekturen" av Melander Ljungström och Törnsäter.

Med ledning av de allmänna klimatuppgifterna och tomtens och de närmaste omgivningarnas topografi har slutsatser dragits om tomtens olika klimatzoner.

3.1 Allmänna klimatuppgifter för området.

De allmänna klimatuppgifterna visar i korthet att området årligen mottar stora nederbördsmängder, att temperaturerna är låga för att vara i denna del av landet men att solskenstiden samtidigt är stor. Dominerande vindriktningar är på sommaren SV och på vintern NV och SV, där NV-vindaren är betydligt kallare. Mest regn- och snöförande vindriktning är SV.

3.2 Beskrivning av tomten och dess klimatzoner

Tomten, kallad Västra Hamra, ligger ungefär 1 km från Tumba station åt norr.

Landskapet är typiskt för norra Södertörn. Det består av ganska höga och branta skogsklädda berg som höjer sig över åker- och ängsmarker.

Tomten omfattar drygt 50 ha. Dess södra del består av en triangelformad markerad urbergshöjd med en största utsträckning av ca 900 m. Gles hållmarkstallskog växer på sluttningar och höjder och tät granskog i svackorna.

Norr om urbergshöjden finns en vacker inäga med ett litet torp. Inägan och urbergshöjden skiljs åt genom en långsträckt dalgång som sluttar ner åt nordväst.

De största delarna av urbergshöjden ligger på nivåer mellan +50,0 och +60,0 d v s mellan 30 och 40 m över åkrarna i söder. Högsta punkten ligger så högt som +70,0. Uppe på kanterna av en sådan markerad höjd och på dess högsta partier får man räkna med betydligt större vindhastigheter än normalt liksom vid all bebyggelse som höjer sig nämnvärt över trädtopparna.

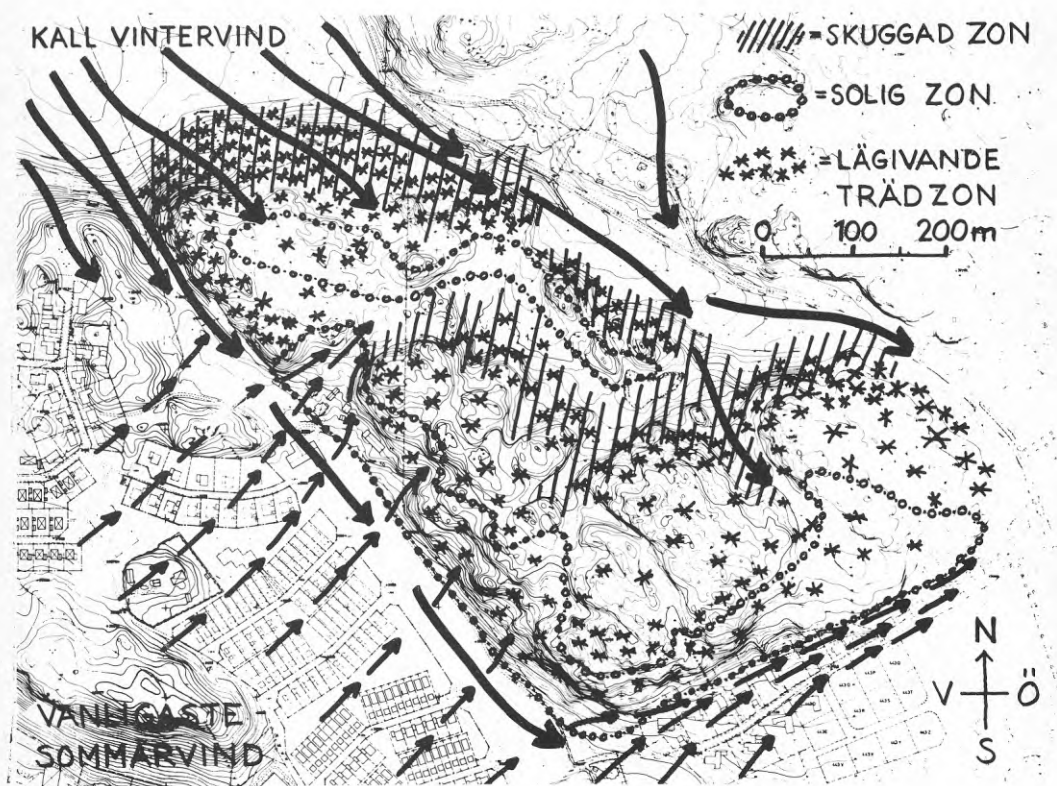
Även dalgången kan bedömas vara ett hårt utsatt vindstråk när det gäller vinterns kallaste vindar nämligen de från nord-väst-sektorn.

Inägan och dalgången är nödvändiga för att vissa speciallab och som försöksområde varför det är urbergshöjden som är det egentliga byggnadsområdet.

På urbergshöjden blir det med hänsyn till icke önskvärd vindpåverkan väsentligt att bevara lägivande trädzoner.



Sydvästs lutningen sedd från väster



Lokala klimatfaktorer för bygnadsområdet

Den mest snöförande vinden kommer från sydväst varför man kan vänta sig snöansamling med drivor på nord-västsidan av lägre byggnader. Vid högre kan luftvirvlarna förstärkas och förskjutas på många olika sätt.

Sommartid, under värmeböljor, kan en lagom svalkande vind vara önskvärd. Den vanligaste vindriktningen är då sydvästlig.

Solintensiteten på marken och därmed mikroklimatet varierar betydligt med marklutning och lutningsriktning. Tabellen nedan visar hur stor den dagliga direkta solinstrålningen mot olika sluttningar är månad för månad jämfört med strålningen mot en horisontell markyta som satts till 1.

Medelvärde av kvoten mellan daglig direkt solstrålning mot nord- och sydsluttningar med 10° resp 20° lutning och strålning mot horisontell mark. (Efter Goltsberg, 1969.)

Latitud

N	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Nordsluttning, 10° lutning												
60	0,08	0,38	0,64	0,80	0,88	0,90	0,88	0,86	0,73	0,52	0,14	0,01
Sydsluttning, 10° lutning												
60	2,54	1,57	1,34	1,14	1,06	1,01	1,04	1,12	1,21	1,50	2,14	2,95
Nordsluttning 20° lutning												
60		0,02	0,27	0,60	0,77	0,81	0,80	0,68	0,44	0,03		
Sydsluttning, 20° lutning												
60	3,08	2,10	1,65	1,29	1,12	1,04	1,07	1,20	1,42	1,88	2,50	4,80

Tabellen visar att en sydsluttning under början och slutet av eldningssäsongen mottar många gånger mer solstrålning än en norrsuttning och detta accentueras mer ju brantare sluttningen är.

Samma sak gäller givetvis också en bebyggelse som följer en sluttande terräng, men man får samtidigt komma ihåg att en större anläggning också kan grupperas så att den samverkar med eller motverkar de lokala klimateffekter som terrängen ger.

Denna tomt bjuder både på markerade sol- och skuggzoner. Soligast är sluttningen mot sydväst men även delar av svackan i urbergshöjdens bakkant har solvända partier som dessutom har lä.

De värsta skuggzonerna är dels vid den nämnda svackan dels i urbergshöjdens norrkanter.

4. BEBYGGELSEN

4.1 Förutsättningar

Byggnadsprogrammet innehåller:

- ca 19.000 m² kontor
- ca 18.000 m² laboratorier
- ca 2.000 m² verkstäder
- ca 5.000 m² centrum, entré och motionslokaler

Den totala byggnadsvolymen blir närmare 200.000 m³.

Följande beskrivning ger en översiktlig bild av verksamheten vid de enheter som förläggs till Botkyrka:

FOA 1

Huvudavdelning, med ca 120 anställda, är ett lika mycket samverkande och utredande organ som ett forskande.

FOA 2

Huvudavdelningen 2 har ca 350 anställda och är därmed FOA:s största enhet. Vid denna bedrivs forskning kring vapen och vapensystem, deras verkan och skyddet däremot. Den vetenskapliga inriktningen täcker större delen av den klassiska materialfysiken.

FOA 5

Vad huvudavdelning 5 beträffar kommer endast dess ledning och institutionen för miljöteknik att förläggas till Botkyrka. Det rör sig om ca 50 personer, andra delar finns redan i Karlstad och Linköping.

Centralkansliet

Centralkansliet är uppdelat på tre byråer, en för planering, en för allmän administration och en för personaladministration. Det rör sig om totalt ca 160 personer.

Verksamheten ställer vissa krav på bebyggelsens gruppering. Följande citat från ett PM från FOA:s ledning kan tjäna som underlag:

"En centrumbebyggelse i någon form är nödvändig, till vilken vissa gemensamma lokaler (funktioner) bör hänföras. Hit hör bl a matsalar med köksutrymmen (obs! viktigt att de interna gångavstånden mellan utspisningslokalerna och resp tjänstgöringsställen ej är för långa), hörsal, konferens- och besöksrum, bibliotek, kafeteria och utbildningslokaler.

Från centrum bör "utstråla" huskroppar inrymmande enheter som har behov av att ligga nära varandra. Närmast centrum placeras de enheter (GD + vissa delar av Ck) som har störst kontaktbehov medan de av varandra mindre beroende enheterna placeras mera perifert. Härvid bör beaktas att FOA 1 och FOA 2 har ett klart behov av kontakter sinsemellan som bedöms vara viktigare än nära kontakter med Ck (med undantag möjligen för centralplaneringen). Behovet av närkontakter gäller ej endast datoranvändarna utan även andra enheter inom respektive avdelning. FOA 1 omfattande utåtriktade verksamhet måste också påverka dess placering till ett ur kommunikationssynpunkt lämpligt läge (t ex nära entré och hörsal.)

FOA 2 "kontorsdel" som har behov av en central placering får dock inte förläggas så att den förlorar kontakten med de laborativa enheterna. En viss integration av verksamheterna torde i stället böra eftersträvas. Dessa förhållanden talar för någon form av gruppering av byggnader där verksamheter med nära kontaktbehov till varandra kan inordnas. Alltför små husenheter försvårar en anpassning till en organisation med ständiga förändringar i verksamhetens inriktning och omfattning som en högst naturlig företeelse. Kravet på flexibilitet måste därför ställas mycket högt.

FOA 5 synes med hänsyn till sin relativt ringa omfattning böra ha en samlad förläggning.

Entrébyggnaden kan begränsas till att huvudsakligen inrymma vakt samt erforderliga anordningar för in- och utpassering (personslussar, reception och väntrum). Dit bör dock också förläggas ett par besöksrum (för utländska gäster).

Telefonväxel med fjärrskrift och telex kan i princip placeras var som helst. En förläggning i anslutning till centrumbebyggelsen torde vara att föredraga.

Särskild datorbyggnad erfordras i och för sig inte. Datorlokaler, som bör vara placerade minst 30 m från bevakad tomtgräns kan uppskattas till storleksordningen 600 m² programarea. Möjlighet till framtida utökning av datorlokalerna skall beaktas.

Utanför den mera samlade byggnadsgrupperingen kan man tänka sig sådana enheter som verkstad med närförråd (bör av bl a bullerskäl placeras i egen byggnad), centralt inventarie- och expensförråd, körcentral m m. En "servicebyggnad" gemensam för centralförråd, repro, varumottagning, körcentral och ev fastighets-tjänsten kan vara en lämplig lösning. Där skulle också lokaler för driftvärn, verkskydd samt för idrott och motion kunna förläggas. En dylik byggnad bör av flera skäl placeras nära entrén men samtidigt ha goda inomhusförbindelser med övriga byggnader (grupper av byggnader). Om idrotts- och motionslokalerna ev skall sambrukas med kommunen, krävs speciella åtgärder för byggnadens placering och tillgänglighet för utomstående.

Ännu mer perifert kommer anläggningar för den rent experimentella verksamheten, typ laser, brand- och explosivämnesforskning.

En huskroppsuppdelning (-gruppering) enligt ovan ställer stora krav på goda interna kommunikationer såväl inom som mellan skilda husgrupperingar och med centrum. Förbindelserna bör så långt möjligt vara av inomhuskaraktär t ex gångar, kulvertar, rulltrappor eller hissar".

4.2 De studerade alternativen

Tre olika lägen har visat sig intressanta att bebygga. Ett är söderslutningen närmast Bondgårdsvägen, som är tillfartsväg för såväl buss som biltrafik. Ett andra läge är på och utefter den stora bergsryggen som går utefter Bondgårdsvägen. Ett tredje är på en lägre plåtå strax nedanför och norr om bergsryggen. Bergsryggen delas i två delar av den föreslagna infartsvägen. Den norra delen är triangelformad och förhållandevis plan och ligger ca 15 m ovanför invarten. Den södra delen är långsträckt

och ligger ca 20 m ovanför infarten. Fem olika förslag till gruppering av bebyggelsen har översiktligt studerats och jämförts beträffande olika aspekter.

De fem förslagen har fått olika namn. Den södervända kallas för "Sluttningen". En bebyggelse enbart på den triangulära delen av berget kallas för "Trekanten". En bebyggelse enbart på den södra bergsryggen kallas för "Ryggen". En byggnadsgruppering med i förhållande till varandra fritt liggande kvarter utefter hela berget kallas för "Kvarteren". En bakom berget liggande bebyggelse kallas för "Fyrkanten".

Utredningens huvudinriktning gäller inverkan av olika placeringar inom ett tomtområde samt om bebyggelsen är utspridd eller koncentrerad, inte de enskilda byggnadskropparnas form. Följaktligen har byggnadsformen, gårdarna och närutformningen hållits såvitt möjligt konstanta i de olika fallen medan följderna ur energisynpunkt med hänsyn till transporter såväl inom som utom anläggningen inverkan av vind och sol samt i någon mån på grund av förläggningen betingade särskilt stora sprängnings- och schaktmassor, kommit att variera.

För kontoren har satts en husbredd på 12 m, 3 m våningshöjd och 3-4 våningar.

För verkstäder och laboratorier har valts en genomsnittsbredd på 16 m, en våningshöjd på 3,6 m samt i medeltal två våningars höjd. Centrumbyggnaden har getts en genomsnittlig våningshöjd på 3,6 m samt en höjd av 2-3 våningar.

Motivet för ovanstående val av byggnadsform är silhuetterverkan, markkontakt och funktionskrav för laboratorier och verkstäder.

4.3 Diskussion av alternativen

För att möjliggöra en bredare diskussion av olika aspekter av en bebyggelse av FOA:s art i förhållande till energifrågor ur såväl drift som anläggningssynpunkt redovisar utredningen de synpunkter som i övrigt varit vägledande då det gällt att gruppera bebyggelsen.

Det framgår av verksamhetsbeskrivningen att en koncentrerad bebyggelse bäst tillgodoser kraven på inbördes kontakter. En utspridd bebyggelse ökar avsevärt de interna transporterna. Det framgår även att en närhet till angöringen vid Bondgårdsvägen är till fördel för den utåtriktade verksamheten samt möjliggör ett externt nyttjande av restaurang och motionslokaler.

För de arbetande inom FOA som reser kollektivt är en närhet till entrén och en koncentration en stor fördel.

En sådan utformning medför sannolikt ett något mindre behov att använda sig av egen bil, vilket i sin tur återverkar på energiförbrukningen, sett ur en mera allmän synvinkel. Ett förslag som "Sluttningen" tillgodoser bäst ovanstående synpunkter, däremot innebär en bebyggelse i söderslutningen ett längre avstånd till försöksverksamheten, "Fyrkanten" är i motsats till "Trekanten" förlagd intill försöksverksamheten i dalgången med mindre behov av biltransporter till försöksområdet.

Bebyggelsen på bergsryggen "Ryggen" och "Kvarteren" medför ett stort transportarbete såväl mellan bebyggelsen och entrén som

mellan bebyggelsen och försöksverksamheten på grund av stora nivåskillnader.

"Trekanten" har fördelen av en förhållandevis god kontakt med såväl entrén som försöksområdet. Ur energisynpunkt framgår klart att "Sluttningen" är att föredra framför övriga förslag. Bebyggelsens närhet och massa i förhållande till småhusområdet samt vissa komplikationer i de interna gångförbindelserna på grund av höjderna talar mot förslaget. En ytterligare avvägning mellan önskemål om närhet till entré och behov av kontakt med försöksområdet bör göras.

Bilparkeringen har i samtliga förslag utlagts som markparkering, vilket i de olika förslagen fått till följd varierande avstånd till arbetsplatser och varierade transportarbete.

Alla förslagen har försetts med en sammanbindande kulvert. Skillnaden i längd mellan "Kvarteren" och "Fyrkanten" är ca 300 m. Den extra energiförbrukning som orsakas av längre kulvert blir för uppvärmning 65 MWh/år och för ökad schakt och sprängning (3000 m³) ca 75 MWh. Skillnaderna i kulvertlängd inom övriga förslag är av marginell betydelse.

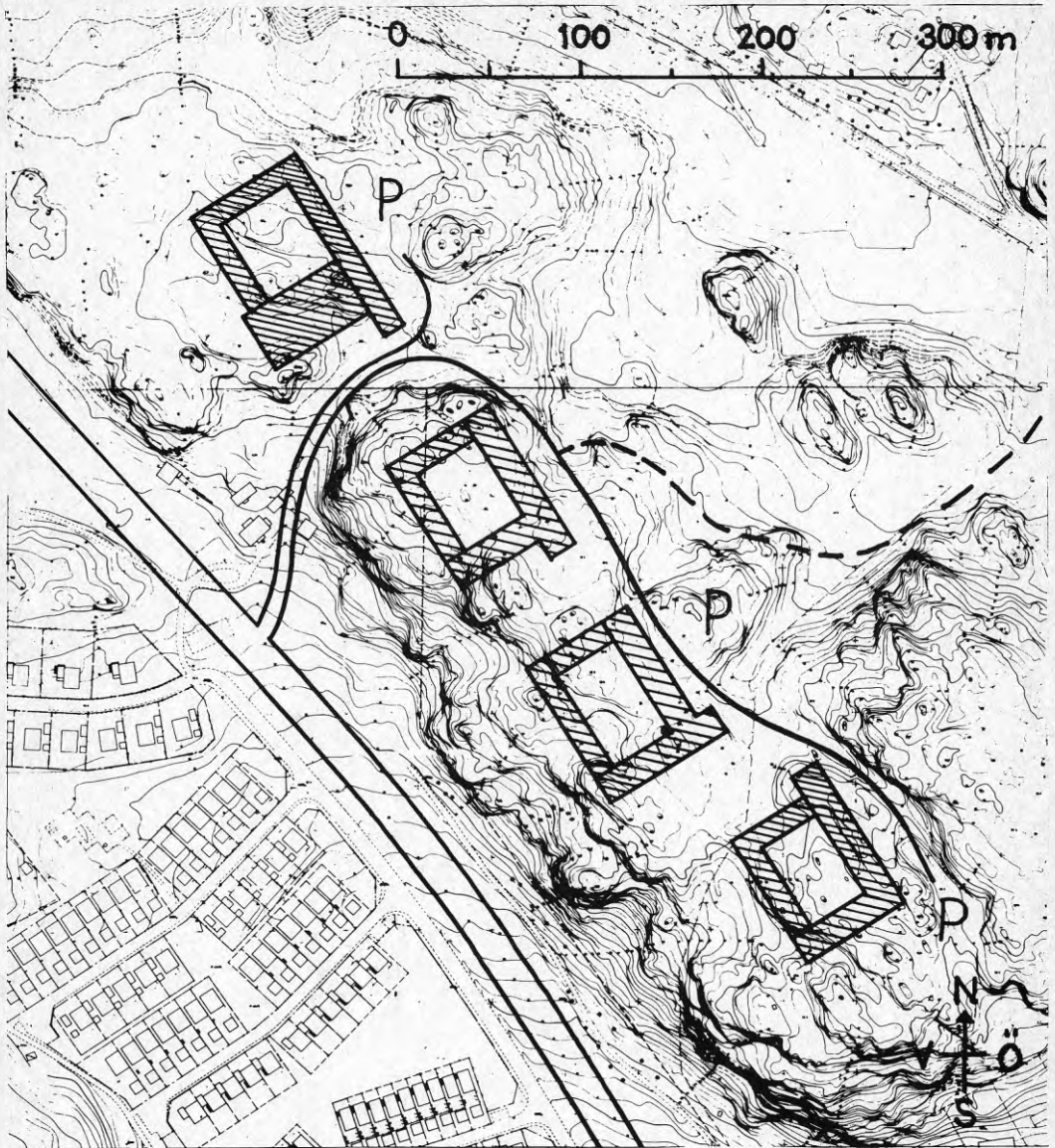
De invändiga gångkontakterna förutsätts ske i ett dagsljusbelyst enkelt stråk av en större bredd som får olika längd i de olika förslagen, vilket medför varierande kostnader för uppvärmning av stråket.

Stadsbild

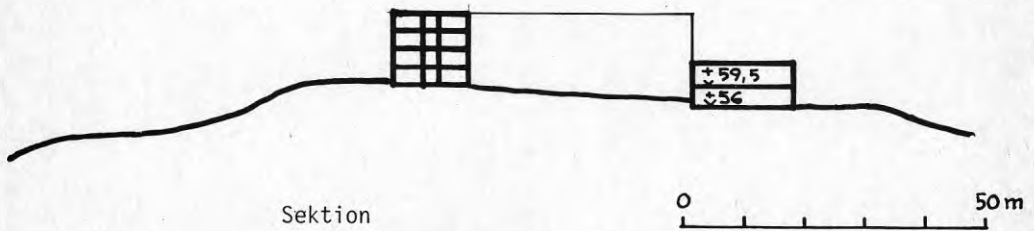
Med tanke på närheten till villaområdets småskaliga karaktär bör FOA inte ges ett för dominerande intryck.

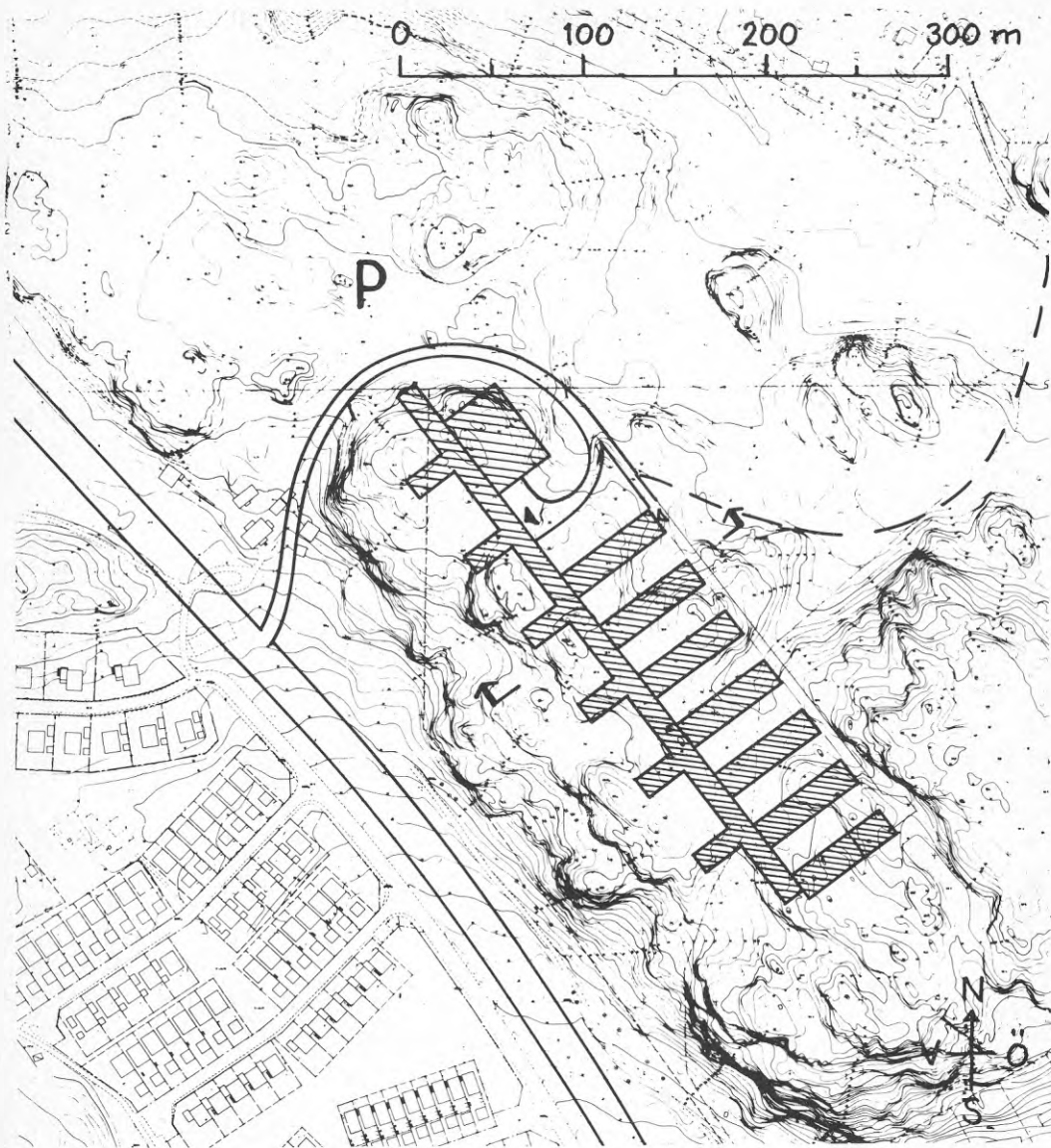
Landskapets topografi med de långsträckta skogsklädda bergsryggarna, öppna dalstråken bör även i fortsättningen vara dominerande i förhållande till vilka bebyggelsen bör underordnas. Följaktligen har en hög bebyggelse undvikits. Områdets kuperade form gör att en extremt utbredd bebyggelse ej heller är rimlig att tänka sig. Med hänsyn till områdets olika delars värde som landskapsbild för omgivningen har kanske den skogsklädda höjdstreckningen störst betydelse medan sluttningen mot söder är förhållandevis uthuggen. Av minst intresse är det norrvända partiet nedanför och bakom bergsryggen. "Fyrkanten", "Trekanten" och "Sluttningen" använder sig i nu nämnd ordning av den minst attraktiva marken. För arbetsmiljön spelar givetvis bebyggelsens kontakt med omgivande natur en stor roll. "Kvarteren", "Ryggen", "Trekanten" är i nämnd ordning bäst i detta avseende.

Förslag med mindre kontakt med fri natur kräver en motsvarande större andel av bearbetning av interna gårdar vilket i sig kräver såväl extra anläggnings- som driftenergi.

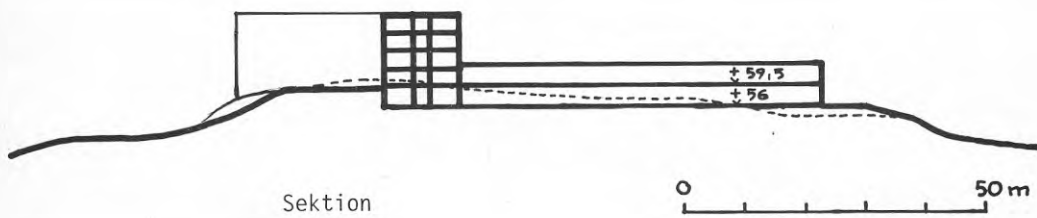


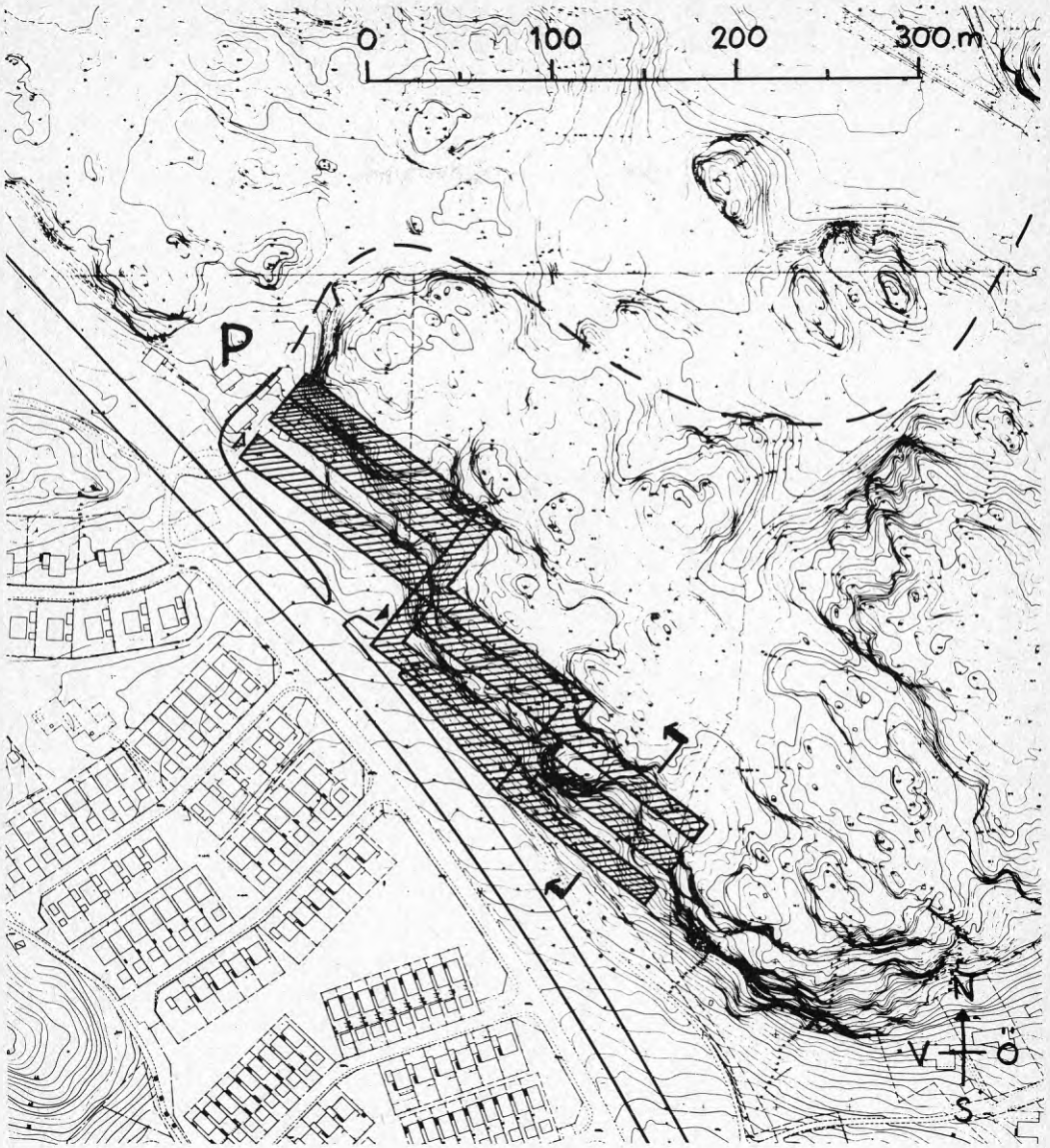
Alternativ "Kvarteren"



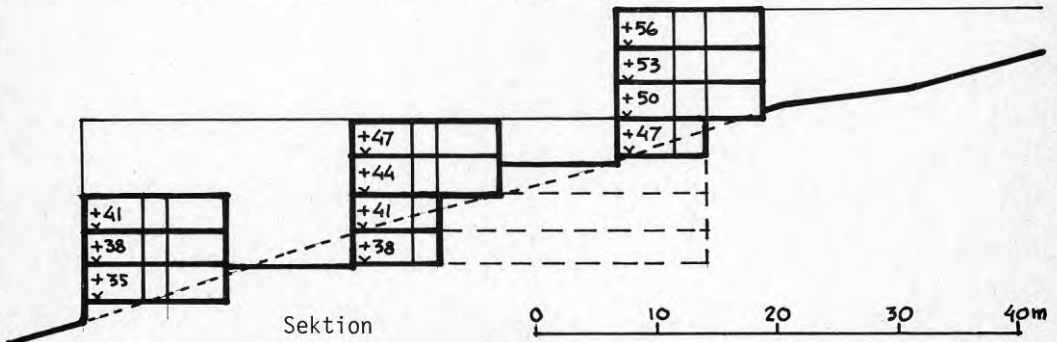


Alternativ "Rygg"



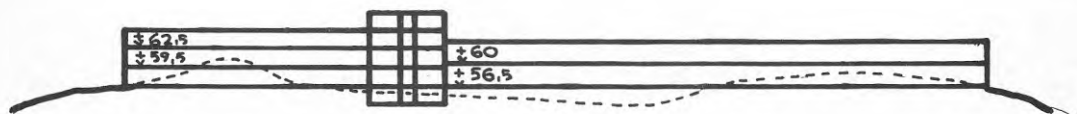


Alternativ "Slutningen"



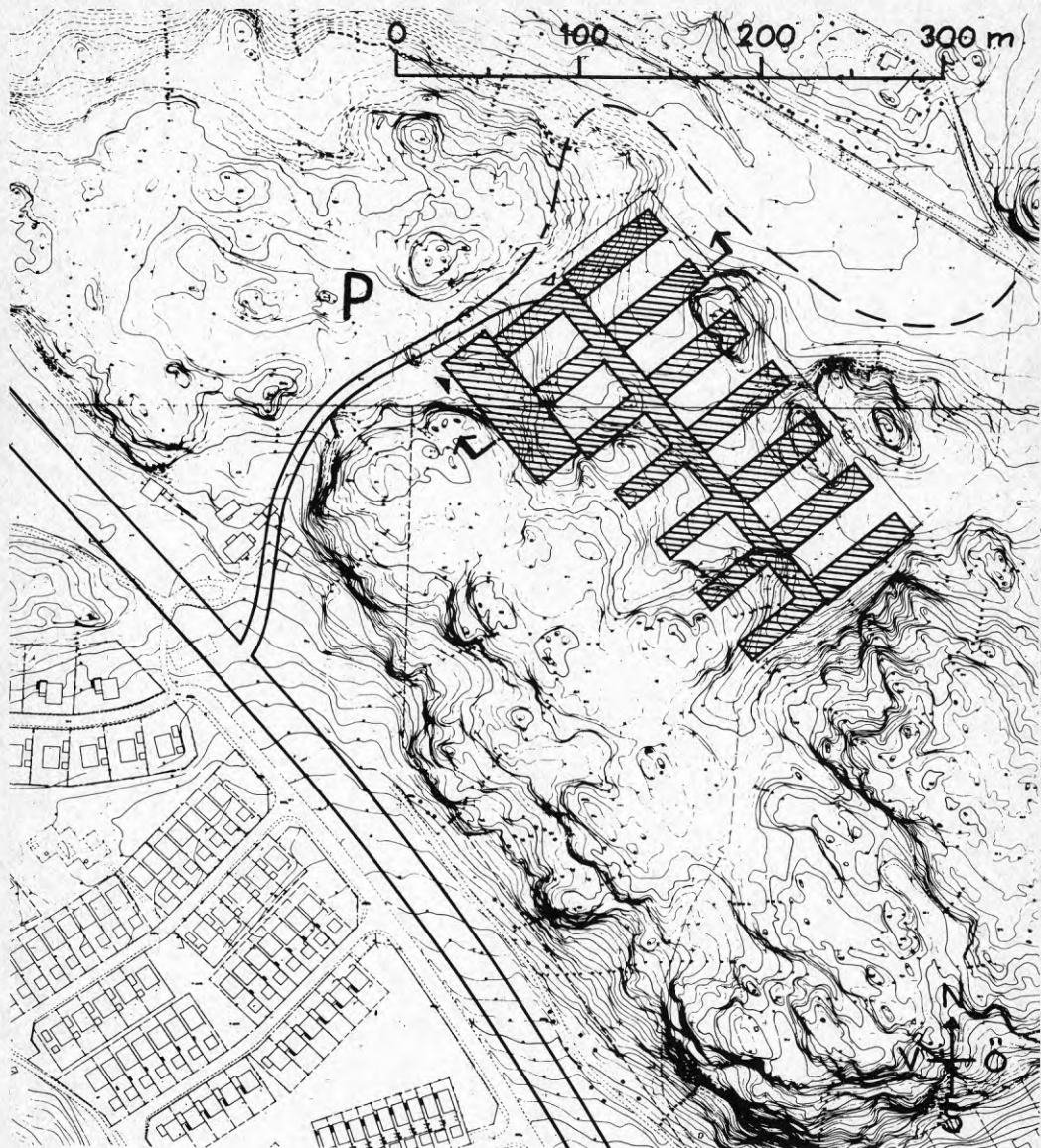


Alternativ "Trekanten"

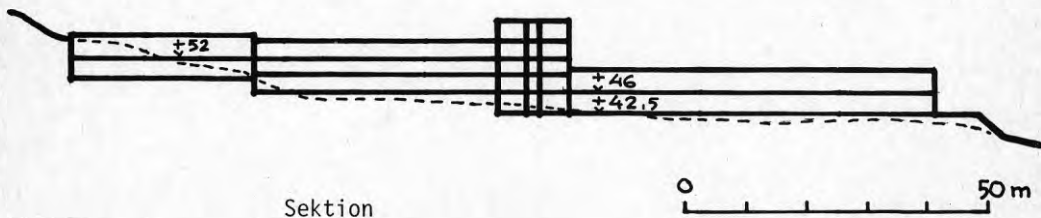


Sektion

0 50 m



Alternativ "Fyrkanten"



Sektion

5. ENERGIKALKYLER

De energikalkyler som kommer ifråga på tomtutredningsstadiet eller motsvarande måste vara starkt förenklade.

Detta av två skäl:

- kalkylunderlaget utgörs normalt av mycket grova eller schematiska skisser där detaljutformningen ännu är helt öppen
- kalkylerna måste kunna göras då och då under arbetets gång och därvid ge impulser till vidare bearbetning av en huvuduppläggning till nya alternativ och till nya kalkyler.

Det måste alltså bli snabba överslag och i vissa fall rena bedömningar som kan bidra till projektets utveckling.

Kalkylerna skall visa differenser mellan olika alternativ som man sedan kan ställa i relation till de totala energibehov som kalkyleras på programytor m m med hjälp av erfarenhetsvärden.

5.1 Kalkylunderlag och grunddata

5.1.1 Kalkylunderlag

Även med mycket enkla planskisser är det möjligt att göra vägledande energikalkyler men det är då viktigt att skisserna kompletteras med sektioner. Sektionerna kan gärna vara enkla men bör vara så exakta som möjligt vad avser höjder. På ett sådant underlag kan man ganska snabbt och enkelt i grova drag ta fram schakt- och fyllningsmassor, fasadareor i olika väderstreck, skuggningsförhållanden, transportvägar och nivåskillnader.

5.1.2 Grunddata

För att komma vidare från de framräknade längd-, yt- och volymmått till energimått behövs motsvarande grunddata för olika slags energibehov. Vissa är i dag allmänt bekanta, andra kan sökas, åter andra är i dag ej kända.

För denna studie har vi kompletterat sådana allmänt kända uppgifter som t ex bränsleförbrukning för personbilar med mera okända som t ex energiåtgång för sprängning och schaktning dels genom litteraturstudier och dels genom kontakter med forskare, särskilt inom energi och klimatområdena och med tekniker inom industri och förvaltning. Detta sätt är mycket tidskrävande och därför knappast möjligt i en vanlig projekteringssituation. Det är inte heller alltid man lyckas få fram den önskade uppgiften, eller uppgiften kan vara oklar. Det vore därför önskvärt med en systematisk kartläggning av viktigare grunddata för överslagsmässiga energikalkyler redovisade med innehållsdeklaration för uppgifterna. Detta skulle göra det möjligt att mer allmänt genomföra tidiga överslagskalkyler för de energiaspekter som är relevanta i varje särskilt fall.

5.2 Kalkyler

Här diskuteras de olika energikalkylerna var för sig. En översiktlig sammanställning av resultaten i tabellform återfinns under 6 tillsammans med bedömningar av vissa andra aspekter.

Det är viktigt att hålla i minnet att kalkylerna endast ger en indikation på differenser ifråga om delposter i ett totalt

energibehov. Därför redovisas först några totalsiffror för energibehovet baserade på justerade erfarenhetsvärden för liknande anläggningar.

5.2.1 Totala energibehov

Det totala energibehovet fördelar sig ungefär på följande sätt:

Energi för byggnadsmaterial 200.000 m ³ · 200 kWh/m ³	40.000 MWh
Energi för sprängning och schaktning 20.000 m ³ · 25 kWh/m ³	500 MWh
Energi för byggande 200.000 m ² · 50 kWh/m ³	
Energi för uppvärmning 47.000 m ² · 120 kWh/m ² år	5.700 MWh/år
Energi för kylning Kylbehov 100 kW 2000 tim/år	400 MWh/år
Övrig el (belysning, apparater) 47.000 m ² , 20 W/m ² , 150 tim/år	1.400 MWh/år
Energi för arbetsresor med bil 300 bilar, 450 resor à 30 km/år	4.000 MWh/år
Energi för arbetsresor med kollektivtrafik marginaltillskott 10 extra bussturer/dag 225 dgr	225 MWh/år

Energin för uppvärmning fördelar sig i sin tur enligt följande:

Transmission	2.200 MWh/år
Ventilation	3.200 MWh/år
Varmvatten	300

Den största delen av energibehovet för ventilation härrör från laboratorier och verkstäder.

5.2.2 Omslutande ytors storlek

De studerade alternativen har utformats med likartade huskroppar vad gäller höjd och djup varför det inte blir några nämndvärda skillnader i omslutande ytors storlek.

5.2.3 Solvärmertilskott

För fasader vända mot sydliga väderstreck, d v s mellan sydost och sydväst, kan man överslagsmässigt räkna med ett nyttiggjort värmertilskott från solinstrålning under uppvärmningssäsongen på ca 50 kWh/m² fasadyta.

Denna siffra baserar sig på flera olika uppgifter i litteraturen och bl a följande förutsättning har också vägts in:

- 1) att fasaden har ca 25% fönsterandel, vilket är normalt för den aktuella typen av anläggning och kan medges enligt SBN-76

- 2) att fasaden inte är skuggad i någon avsevärd grad under uppvärmningssäsongen
- 3) att fönstren i viss mån skuggas genom indragen placering i fönsternischer
- 4) att byggnaderna har en viss värmelagringskapacitet vilket kan förutsättas eftersom Byggnadsstyrelsen normalt väljer platsgjuten betongstomme för denna typ av anläggningar
- 5) att byggnadernas uppvärmningssystem kan regleras på lämpligt sätt.

Solvärmetillskottet om 50 kWh/m^2 sydligt orienterad fasadarea kan jämföras med transmissionsförlusterna genom fönster och vägg som i genomsnitt kan beräknas bli 80 kWh/m^2 fasadarea under uppvärmningssäsongen.

Byggnadsgrupperingarna "Sluttningen" och "Fyrkanten" är mest respektive minst gynnsam med hänsyn till solvärmetillskott. De skiljer sig i fråga om sydligt orienterade och relativt oskuggade fasader med ca 8.000 m^2 . Detta kan medföra en skillnad i solvärmetillskott under eldningsssäsongen av storleksordningen 400 MWh, vilket ungefär motsvarar årsvärmebehovet för 20 villor eller ca 50 m^3 eldningsolja. I fallen "Sluttningen" och "Fyrkanten" motsvarar det beräknade solvärmetillskottet 10% resp 3% av det årliga värmebehovet på 5.700 MWh.

5.2.4 Vindexponering

Hur energibehovet ökar till följd av ökad vindexponering har inte varit möjligt att beräkna med någon säkerhet. I stället har endast bedömda grader av vindexponering för dominerande sommar- respektive vintervindar angivits i tabellöversikten. För att ändå försöka ringa in storleksordningen av denna inverkan vågar vi oss på ett par räkneexempel.

Ökad ofrivillig ventilation:

Antag att den extra luftinläckning som man får i det mest utsatta läget jämfört med det minst utsatta motsvarar 0,02 extra luftomsättningar per timme under 1000 timmar jämnt fördelade över uppvärmningssäsongen.

Enligt formeln

$$Q = V \cdot n \cdot 0,33 \cdot h \cdot \Delta T (1-\eta) \quad (\text{Wh})$$

blir det extra värmebehovet då

$$\frac{200.000 \cdot 0,02 \cdot 0,33 \cdot 1000 \cdot 15 (1-0,20)}{1.000.000} = 16 \text{ MWh/år}$$

Ökad avkylning av byggnadernas ytteryta:

Antag att den extra avkylningen totalt motsvarar 10% ökning av värmetransmissionen genom fönstren under 1/8 av uppvärmningssäsongen (jämnt fördelat). Den extra värmeförlusten blir då

$$\frac{800 \cdot 10}{8 \cdot 100} = 10 \text{ MWh/år}$$

Av dessa räkneexempel att döma torde en ökad vindexponering vara av underordnad betydelse när det gäller energibehovet.

Byggnaderna är relativt låga och kommer med största sannolikhet att byggas med platsgjuten betong i tak- och ytterväggar. Detta ger mätlig vindpåverkan och förutsättningar för god lufttäthet.

Större eller mindre vindexponering kommer däremot att vara mycket betydelsefull för utemiljön i anläggningen.

Högre kostnader för underhåll blir också följderna av att fönstertrå och andra känsliga byggnadsmaterial utsätts för mer slagregn och vindtryck i ett mer vindexponerat läge.

5.2.5 Tillvaratagande av överskottsvärme

Omfattningen av överskottsvärme i FOA:s verksamhet är endast känd i mycket grova drag. Under programarbetet har främst dimensionerande kylbehov klarlagts. Dessa uppgår sammanlagt till ca 1000 kW. Variationer i kyleffekt och utnyttjandetider har man däremot ännu inte klarhet i. På detta stadium får det betraktas som en gissning om man säger att kylbehoven motsvarar en effekt på 100 kW som utnyttjas under 4000 tim/år för de apparater som har lång driftstid och avger en stor värmeeffekt. Energiinsatser för att åstadkomma denna kylning tillkommer och kan överslagsmässigt sättas till 50% av kylbehovet. Den tillgängliga överskottsenergin skulle enligt ovanstående antaganden bli $400+200 = 600$ MWh/år.

Huruvida tillvaratagandet av denna energi underlättas eller försvåras av de olika alternativen har inte kunnat bedömas på detta tidiga stadium.

5.2.6 Transportenergi i brukandet

Till och från anläggningen

Inverkan av längre eller kortare körsträcka till anläggningen har visats genom beräkning av energibehovet för att köra från huvudvägen till parkeringsplats och godsmottagning. Följande antaganden har gjorts:

300 bilar

300 turer/år

0,016 liter bränsle/100 m körsträcka (hög siffra vald med hänsyn till nivåskillnader)

10 kWh energinnehåll per liter bränsle

100 m körsträcka medför då energiförbrukningen

$$\frac{300 \cdot 200 \cdot 0,016 \cdot 10}{1000} = 10 \text{ MWh/år}$$

Kortaste körsträcka, ca 100 m, visar "Slutningen" medan "Kvarteren" fordrar så mycket som 900 m.

Skillnaden 800 m motsvarar enligt ovan 80 MWh/år. Alternativet "Trekanten" får relativt lång körsträcka (7-800m) beroende på att parkeringen har förlagts i svackan bakom höjden.

I de siffror som redovisas i den efterföljande tabellöversikten har även medtagits ett energibehov för tillkommande bilresor. Dessa har antagits bero på att avståndet mellan kollektivtrafikens hållplats och den egna arbetsplatsen påverkar behovet att använda egen bil. Varje tillkommande bilist har antagits resa

2x2 mil vilket motsvarar 8 MWh/år för varje bilist.

I förhållande till antalet bilresenärer för det mest närbelägna alternativet "Sluttningen" antas de övriga alternativen medföra följande tillskott.

Alternativ	Tillskott antal bilar	Motsvarande energibehov
"Kvarteren"	25 st	200 MWh/år
"Ryggen"	20 st	160 MWh/år
"Trekanten"	15 st	120 MWh/år
"Fyrkanten"	25 st	200 MWh/år

Transporter inom anläggningen

På det nuvarande stadiet har transportererna inom anläggningen och motsvarande energibehov inte kunnat beräknas eftersom t ex godsmängder inte är klarlagda och placering av de olika delarna inom anläggningen är öppen.

Alternativen "Kvarteren" och "Sluttningen" som har den klart största utsträckningen i horisontal - respektive vertikalled får dock mera interna transporter.

5.2.7 Sprängning, schakt och masstransporter

Under 2.6.1 har energiåtgången för framställning av sprängmedel angivits till ca 4 kWh/kg motsvarande 2 kWh/m³ utsprängt berg och för urschaktning och transport inom tomten till 10-20 kWh/m³.

Denna siffra bygger på följande uppgifter:

Beronde på storlek dras schaktmaskiner 10-15 liter bränsle per timme och klarar 50-100 m³ utsprängt berg per timme (räknat i fast bergvolum). Kapaciteten sjunker uppskattningsvis till mellan en femtedel och en tiondel av den ovan angivna om schaktmaskinerna används för kortare masstransporter inom tomten. För längre masstransporter används tyngre lastbilar med kapaciteten 8-10 m³ motsvarande 5-7 m³ fast berg, och en bränsleförbrukning på ungefär 10 liter per timme.

Förslagen "Sluttningen" och "Kvarten" visar den minsta schaktvolymen ca 15.000 m³. Det förra främst emedan det innehåller så små ytor mellan byggnaderna som behöver planeras och det senare därför att förslaget är lätt att anpassa till terrängen. För de övriga sammanhängande anläggningarna i vilka man också sökt begränsa antalet olika plan, försvåras terränganpassningen något och schaktvolymen blir ca 20.000 m³. Beräkningar har också gjorts för det fall att marken i stort sett planades ut så att alternativet "Trekanten" och "Fyrkanten" kunde läggas med ett nästan helt genomgående bottenplan. Schaktvolymen blev då ca 25.000 m³ för "Trekanten" och 35.000 m³ för "Fyrkanten".

Beräkningar av schaktvolymen är jämförelsevis tidskrävande men är dock motiverade på detta tidiga stadium eftersom schakt betyder mycket för anläggningskostnaderna.

6. Tabellöversikt över energiaspekter och andra bedömningar av de studerade alternativen.

Alternativ	KVAR- TEREN glest på höjden åt SV	RYGGEN Samman- byggt på höjden åt SV	SLUTT- NINGEN terasserat mot SV	TRE- KANTEN på höj- den i NV	FYR- KANTEN i sänkan åt NO
Aspekt					
Sprängning schakt och masstransporter MWh	375	500	375	500	500
Solvärmetillskott MWh/år av tot uppv.behov	350 6%	300 5%	600 10%	400 7%	200 3%
Vindexponering vinter sommar	mättlig mättlig	stor stor	mättlig mättlig	mättlig mättlig	mättlig liten
Ökning av transportenergi till o fr anl MWh/år	290	240	10	180	260
Transporter inom anlägg- ningens längd och höjd- utsträckning	Stor	mättlig	stor	mättlig	mättlig
Utemiljöns lä- ge klimat sol	minst medel	minst medel	medel mest	mest medel	mest minst
Stadsbild avståndsverkan förhållande till omg bebyggelse	uppdelad	domine- rande	fram- skjuten	balanserad	undan- dragen
Tar värdefull mark i anspråk	mest	mest	mindre	mindre	minst
Kontakt med omgivande natur	god	medelgod	mindre god	medelgod	mindre god
Omfattning av anlagda markytor	liten	medelstor	liten	stor	stor
Utbyggnads- möjligheter i direkt kon- takt med anl	goda	mindre goda	mindre goda	dåliga	medel- goda

6.2 KOMMENTARER

"Kvarteren"

Bättre terränganpassning än övriga förslag, vilket medför mindre sprängning och schakt. I förhållande till "Ryggen" mindre vind-exponering. På grund av höjd och utsträckning har förslaget den högsta transportenergin, vilket ger en starkt negativ post i förhållande till energitillskottet från solinstrålning. Bristen på invändiga samband ger låg flexibilitet mellan avdelningar, vilket sannolikt blir avgörande vid jämförelser med övriga förslag. En utveckling till två kvarter på vardera sidan entrévägen bör resultera i något bättre transportförhållanden utan stora förändringar i övrigt.

"Ryggen"

Sammanhängande våningsplan på den starkt kuperade terrängen ger mera sprängning och schakt än förslaget "Kvarteren". Sämre solvärden motverkar vinsten av minskade transporter. Energibilden motsvarar i stort sett "Kvarteren". En sänkning av kontorsdelen kombinerad med en ökad utbredning mot sydväst medför bättre solvärden. Samtidigt skulle en upplösning av bebyggelsens schematiskt utformade framkant minska intrycket av dominans.

"Sluttningen"

Goda solvärden och korta transporter gör förslaget till det energimässigt fördelaktigaste.

Bebyggelsen kan emellertid uppfattas som massiv i förhållande till småhusområdet. En ytterligare uppdelning i mindre enheter och ett något ökat utnyttjande i riktning mot nordost förändrar ej nämnvärt energisituationen, men gör förslaget stadsbildsmässigt lättare att acceptera.

"Trekanten"

Lägre transportenergi ger en bättre energisituation än fallet är för "Kvarteren" och "Ryggen". En överflyttning av kontoren mot norr i något högre byggnader ger, genom en amfiteatralisk uppbyggnad, bättre möjligheter till solinstrålning på fasaderna. En måttlig ökning av hushöjden behöver ej nämnvärt förändra förslagets balanserade stadsbild och ej heller öka exponering för vind. Utbyggnadsmöjligheterna blir bättre samt sprängning och schakt reduceras.

"Fyrkanten"

Förslaget är det ur energisynpunkt minst fördelaktiga, men bibehåller landskapsbild och den miljömässigt värdefulla terrängen och vegetationen. Man erhåller samtidigt en stark betoning av verksamhetens sekretessida.

En förbättring av solinstrålningen på fasaderna kan åstadkommas genom att kontor och laboratorier byter plats. För att ej kontoren skall komma på för långt avstånd från centrumbyggnad och entré bör kontorsbyggnaden förändras till förslagsvis en åttavåningsbyggnad. Det skyddade läget bör förhindra en alltför stor utsatthet för vind.

Förslagen är schematiskt redovisade i denna utredning för att pröva olika förläggningar av verksamheten inom området. Avvägningen mellan aspekter som överslagsmässigt går att kalkylera och andra aspekter sker i allmänhet successivt under ett tomtutredningsarbete i samråd mellan arkitekt, brukare, beställare och kommunalt ansvariga. Denna utredning redovisar ett antal aspekter i ett visst stadium av en tomtutredning och gör ett försök att diskutera konsekvenser med hänsyn till energi. Som framgår av kommentarerna kring de enskilda förslagen är dessa på olika sätt möjliga att modifiera, men belyser dock var för sig vissa väsentliga skillnader i olika förläggningar.

Om t ex "Sluttningen" jämförs med "Fyrkanten" ser man att i det ena fallet energifrågor påverkar en bebyggelse mot en mera sammanhållen höghuslösning medan i det andra energisynpunkter kan medverka till ett lågt, intimt och uppdelat förslag. Energiaspekterna kan således ge nya infallsvinklar på byggnadernas anpassning till terräng, vegetation, lokalklimat, yttre försörjningsmöjligheter liksom till omgivningen i stort.

7. SLUTSATSER

De redovisade kalkylerna avser ett speciellt projekt på en bestämd tomt och det ligger naturligtvis stora osäkerhetsfaktorer i denna typ av kalkyler. Resultaten tycks ändå visa på klara tendenser och vi ser det som en viktig erfarenhet att relativt enkla kalkyler på tidiga skissalternativ kan påvisa konsekvenser ur energisynpunkt.

Ifråga om FOA i Västra Hamra har det visat sig att skillnader i solvärmestillskott ger den största förändringen av energibehovet. Bebyggelsealternativ i terrängpartier som sluttar mot olika väderstreck har accentuerat denna tendens.

Energibehovet för transporter har också visat relativt stora förändringar i och med markant olika avstånd från huvudvägen.

Trots att tomten är bergig och kuperad har sprängning och schaktning visat sig ge endast mindre skillnader i energibehov.

Konsekvenserna av olika vindexponering, olika åtgång av byggnadsmaterial och olika omfattande transporter under byggskedet tycks i detta fall vara av underordnad betydelse.

Möjligheterna att tillvarata överskottsvärme från verksamheten kan vara av en viss betydelse men hur detta påverkas i de olika alternativen har inte kunnat bedömas i detta tidiga skede.

Den största sammantagna skillnad i energibehov 650 MWh/år som kommit fram i denna studie motsvarar ca 10% av anläggningens årsvärmebehov eller 5% av det totala energibehovet. För andra anläggningar kan skillnaderna bli både större och mindre. Det förefaller inte alls otänkbart att de kan komma att uppgå till det dubbla i sådana fall där värmebehovet för ventilation inte är lika dominerande som för FOA och där ett flertal av de ingående faktorerna kan bringas att samverka.

En tomtutredning kan som exemplet FOA visar ha en förhållandevis stor betydelse för energibehovet. Anläggningens energibehov bestäms dock i huvudsak av verksamhetens art och lokalisering i stort.

Planläggningsarbetet sett som ett energiproblem har fokuserat ytterligare intresse till byggnadernas anpassning till topografi, vegetation samt sol- och vindförhållanden och därvid berikat tomtutredningsarbetet.

När den slutliga avvägningen mellan funktion, kostnad, miljö och energi är gjord för tomtutredningsskedet vidtar en projektering inom ett begränsat område. Mycket tyder på att även detta skede kan vara värt att studera på motsvarande sätt.

Denna studie har försökt påvisa möjligheterna att i tidiga planeringsskeden praktiskt tillämpa bland annat sådana kunskaper som vunnits under de senaste årens intensifierade energiforskning. För olika planeringssituationer krävs olika typer av grunddata. För en mera allmän tillämpning av ovanstående arbetsmetod krävs tillgång till hanterliga uppgifter om alla olika typer av specifika energibehov som förekommer med anknytning till ett byggnadsobjekt.

LITTERATUR

Lorentzon M, Öfverholm E, 1974, Att bygga ekologiskt, CTH, Göteborg.

Ljungström S, Melander U, Törnsäter G, 1975, Vinden Människan Arkitekturen, KTH, Stockholm.

Taesler R, 1972, Klimatdata för Sverige, Stockholm.

Elmroth A, Höglund I, Värmebalans i småhus, Byggeforskningens rapport R7:1973.

Handa K, Kärrholm G, Lindquist T, Mikroklimat och luftväxling, Byggeforskningens rapport T3:1979.

Jonson J-Å, Villa-80 - Fjorton energisnåla småhus i Umeå. Byggeforskningens rapport R47:1978.

Byggeforskningens informationskrift T7:1978, Byggandets energiprofil.

Byggeforskningens rapport R34:1978, Ofrivillig ventilation.

VVS-handboken, 1974, Stockholm.

Abel E, Jacobsson S, 1974, Byggsektorns energiförbrukning, Väg- och vattenbyggaren nr 4.

Adamsom B, Källblad K, 1975, Dags för treglasfönster, Väg- och vattenbyggaren 1-2.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 771348-0 från
Statens råd för byggnadsforskning till BS Konsult, Stockholm**

R76:1979

ISBN 91-540-3045-5

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art. nr: 6600976

**Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
193 99 Stockholm**

Cirka pris: 20 kr exkl moms