



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**

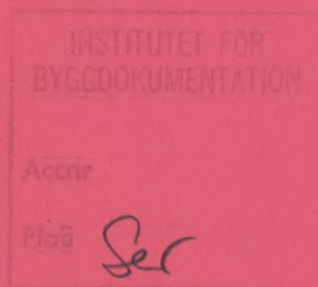
**R5:1989**

REF/sbl

# **Klimat, bebyggelseplanering, energibehov**

**Regionala och lokala variationer,  
exemplet Ängelholms kommun**

**Roger Taesler**



**Byggforskningsrådet**

R5:1989

KLIMAT, BEBYGGELSEPLANERING, ENERGIBEHOV  
Regionala och lokala variationer, exemplet  
Ängelholms kommun

Roger Taesler

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 820010-0  
från Statens råd för byggnadsforskning till VBB och  
SMHI.

## REFERAT

Klimatberoende energiförluster och -tillskott i småhus har beräknats och karterats för Ängelholms kommun i sin helhet samt för olika, lokala lägen på några platser. Beräkningarna bygger på timvisa meteorologiska observationer under 25 år (1955-1979) från Ängelholms flygplats, omräknade till olika platser och lägen. Tre byggnadstyper har studerats, motsvarande dels SBN 80 dels väsentligt bättre respektive sämre energiteknisk status. Resultaten visar bl a följande.

Värmeförlusten (25 års mv) varierar inom kommunen med ca +/- 15%, vilket också kan ses som ett mått på osäkerheten i värmebehovsberäkningar baserade direkt på okorrigerade flygplatsobservationer. Variationerna beror främst på regionala och lokala förändringar i vindhastigheten, vilket ger kraftigt utslag i de beräknade självdagsförlusterna. Resultaten visar dock också att en vindskyddande områdesutformning långt ifrån alltid ger en nettominskning av värmebehovet eftersom samtidigt det passiva solvärmetillskottet kan reduceras kraftigt p g a lokal horisontavskärmning. Solvärmeinläckningen kan utom i nov - jan täcka en stor del av transmissions- + självdagsförlusterna och helt uppväga dessa under ca 5 månader. Den lokala horisontavskärmningens betydelse visar sig i en förändring av eldningssäsongens längd med 1-2 månader. Ökad täthet hos byggnadsskalet ger en minskad självdagsförlust endast vid vindhastigheter över ca 3 m/s. I stora delar av kommunen förekommer dessa vindar så sällan att besparingseffekten blir obetydlig. I stället uppkommer här risk för hygieniskt otillräcklig luftomsättning även i hus med sämre täthet än SBN 80.

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R5:1989

ISBN 91-540-4994-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

## INNEHÅLL

FÖRORD	1
SAMMANFATTNING	2
1. INLEDNING	8
1.1 <u>Bakgrund</u>	
1.2 <u>Problemställningar och målsättning</u>	
2. METODIK	13
2.1 <u>Översikt</u>	
2.2 <u>Beräkningsmodeller</u>	14
2.3 <u>Klimatologiska indata</u>	16
2.3.1 Frekvensstatistik över vind och temperatur	
2.3.2 Val av referensstation	
2.3.3 Solstrålningsdata	
2.4 <u>Lägesberoende korrektioner</u>	22
2.4.1 Vindhastighetskorrektioner	
2.4.2 Temperaturkorrektioner	25
2.5 <u>Bebyggelsesdata</u>	28
2.5.1 Byggnadsknutna indata, hustyp A, B, C	
2.5.2 Formfaktorer för olika bebyggelsekonfigurationer och anblåsriktningar	29
2.5.3 Infiltrationsförluster vid olika vindhastighet och temperatur	31
2.6 <u>Resultatöversikt - beräkningar och analyser</u>	33
2.6.1 Etappindelning	
2.6.2 Regionalt lägesberoende variationer i värmeförluster	
2.6.3 Lokalt lägesberoende variationer i värmeförluster	34
2.6.4 Variationer i värmeförluster och solinstrålning mellan olika år	
3. KLIMATBEROENDE ENERGIOMSÄTTNING I SMAHUS	35
3.1 <u>Energiberäkningar - Etapp I, regionala variationer</u>	
3.1.1 Transmissionsförluster (TLOSS), hustyp A	
3.1.2 Infiltrationsförluster (VLOSS), hustyp A	38
3.1.3 Totala värmeförluster (QLOSS), hustyp A	40
3.1.4 Värmeförluster vid olika byggnadsorientering, etapp I	
3.1.5 Resultat avseende hustyp B och C, etapp I	42
3.1.6 Värmeförluster vid olika vindriktningar, etapp I	44
3.1.7 Solinstrålning och solvärmestillskott, etapp I	51
3.1.8 Värmeförluster vid konstant luftomsättning, etapp I	53

3.1.9	Årsförlopp av värmeförluster och solvärmestillskott, etapp I	54
3.1.10	Variationer i värmeförluster och solvärmestillskott mellan olika år, etapp I	59
3.2	<u>Energiberäkningar - Etapp II, bebyggelseknutna variationer</u>	62
3.2.1	Beräkningsförutsättningar - val av orter och lägen	
3.2.2	Övriga beräkningsförutsättningar	63
3.2.3	Resultatredovisning	
3.2.4	Värmeförluster vid olika vindriktningar, Barkåkra	65
3.2.5	Värmeförluster vid olika vindriktningar, plats A-K	67
3.2.6	Genomsnittlig luftomsättning och gradtimmar vid olika vindriktningar	91
3.2.7	Solinstrålning och solvärmestillskott	
3.2.8	Årsförlopp av värmeförluster och solvärmestillskott	98
3.3	<u>Sammanfattning och slutsatser av energiberäkningar, etapp I och II</u>	101

## Förord

Uteklimatet inom en kommun kan variera avsevärt både som ett resultat av naturgivna faktorer - t ex landskapstyp, avstånd från kust eller höjd över havet - och som ett resultat av stads- och områdesplaneringen.

Betydande osäkerhet råder dock ännu beträffande betydelsen för uppvärmningsbehovet i byggnader av sådana lägesberoende klimatskillnader. Orsakerna härtill är flera. Ett problem är givetvis att beräkna de lokala avvikelserna i olika klimatelement. Detta måste ske med beaktande av både de meteorologiska samband, som finns mellan klimatelementen och av geomorfologiskt betingade klimateffekter på olika skalor. En ytterligare svårighet är att byggnadens värmebalans beror av de samtidigt rådande vind-, temperatur- och solstrålningsförhållandena. Effekterna av dessa är inte additiva och kan därför inte beräknas var för sig. Slutligen beror effekten av det samlade "klimatkomplexet" av bebyggelseutformning, byggnadens energitekniska egenskaper samt dessutom dess användningssätt.

Åtgärder för att minska bebyggelsens energibehov har hittills så gott som uteslutande inriktats på den enskilda byggnaden - främst isoleringsgrad och täthet. Effekten av sådana besparingsåtgärder är också beroende av de lokala klimatförutsättningarna. Betydelsen av t ex tätheten hos byggnadsskalet beror således av husets exponering för vind - vilket i sin tur beror av både platsen, husets närmaste omgivning och orientering - men även av temperaturförhållandena i samband med olika vindar.

Syftet med detta projekt har varit att utveckla och demonstrera en metodik för analys av betydelsen av regionala och lokala klimatskillnader för energiomsättningen i byggnader. Metodiken är avsedd att kunna tillämpas dels vid planering och projektering av nybebyggelse och renovering av äldre bebyggelse dels vid drift och uppföljning i existerande bebyggelse.

Som demonstrationsområde har valts Ängelholms kommun och som beräkningsobjekt har valts friliggande småhus. "Typhus" och lägen har valts för att representera i kommunen vanligt förekommande fall. Klimatförutsättningarna för respektive beräkningsfall har beräknats med utgångspunkt från timvisa observationer från Ängelholms flygplats under en 25-årsperiod.

Projektet utgör en fristående fortsättning på ett pilotprojekt ingående i en tidigare studie av planering av energiförsörjning och energianvändning i kommunen och har genomförts i samarbete mellan SMHI och VBB/ Malmö. I projektet har använts beräkningsmetoder, datormodeller och klimatstatistik utvecklade inom ramen för det byggnadsklimatologiska FoU-programmet vid SMHI, där också den efterföljande resultatanalysen och rapportskrivningen utförts. VBB har medverkat vid planeringen av projektet och i diskussioner under arbetets gång samt bidragit till urval och sammanställning av byggtekniskt beräkningsunderlag och kartmaterial.

## SAMMANFATTNING

Projektets syfte har varit att utveckla och demonstrera en metodik för analys av betydelsen av regionala och lokala klimatskillnader för energiomsättningen i byggnader. Metodiken är avsedd att kunna tillämpas dels vid planering och projektering av nybebyggelse och renovering av äldre bebyggelse dels vid drift och uppföljning av existerande bebyggelse.

Rapporten inleds med en översikt av klimatförutsättningar samt av den sk "ENLOSS"-modellen för bestämning av lägesberoende klimatkorrektioner relativt referensstationen (Ängelholms flygplats, Barkåkra) samt klimatberoende energiförluster och solvärmemetillskott. Beräkningsprojektet är friliggande, källarlösa småhus med energiteknisk status definierad dels enligt SBN 80 (typ A) dels väsentligt bättre (typ B) respektive sämre (typ C) än SBN 80. För varje hustyp studeras två olika byggnadsorientering, O-V respektive N-S. Beräkningarna omfattar värmeförluster genom transmission (TLOSS) och ofrivillig ventilation (VLOSS) samt summan av dessa (QLOSS). Förluster till följd av fläktventilation liksom värmeförluster till mark behandlas däremot inte. Solvärmemetillskottet beräknas som summan av den genom fönster transmittade direkta och diffusa solstrålningen.

Beräkningarna har utförts i två etapper. Etapp I avser storskaliga, klimatberoende variationer inom kommunen i energiomsättningen för hustyp A, B respektive C. Etapp II avser en mera detaljerad studie av den lokala bebyggelsestrukturens inverkan för hustyp A på ett antal utvalda platser i kommunen.

Resultatet i etapp I visar i sammandrag följande.

Den regionala variationen i transmissionsförlusten (TLOSS) beskrivs i huvudsak av motsvarande variation i antalet graddagar/år, vilka i sin tur kan approximeras som en funktion av höjden över havet och avståndet från kusten. Standardavvikelsen i TLOSS inom kommunen är endast ca + 5% omkring ett medelvärde på ca 7.7 MWh/år (avser hustyp A). Variationen i VLOSS är däremot betydligt större. De högsta värdena (ca 4.5 MWh/år för hustyp A) erhålles i öppen slättbygd och närmast kusten medan de lägsta (2-2.5 MWh/år) erhålles i kuperat, skogsbevuxet landskap samt i det inre av Ängelholms tätort. Variationen i VLOSS slår igenom även i QLOSS som varierar med totalt ca 30% inom kommunen.

Byggnadsorienteringens (O-V resp N-S) inverkan på VLOSS och QLOSS framgår ur nedanstående tabell, som också sammanfattar den relativa betydelse av VLOSS och TLOSS. Vidare sammanfattas effekten av bättre (hustyp B) respektive sämre (hustyp C) isolering och täthet relativt SBN 80 (hustyp A).



Byggnadsorienteringens inverkan på värmeförlusterna för hustyp A, etapp I. Byggnadsorientering N-S resp O-V. Medelvärden, standardavvikelser och total variationsvidd avser hela kommunen (beräkningspunkter 1-24 samt Barkåkra).

Alla ber.-punkter	(N-S)/(O-V)		VLOSS/TLOSS		VLOSS/QLOSS	
	QLOSS	VLOSS	N-S	O-V	N-S	O-V
M.v	1.04	1.11	0.50	0.45	0.33	0.31
Std	+0.02	+0.04	+0.13	+0.11	+0.06	+0.06
Varia-tions-vidd	1.01-	1.05-	0.25-	0.24-	0.20-	0.19-
	-1.07	-1.22	-0.71	-0.63	-0.42	-0.38

Totala värmeförluster för hustyp B och C relativt hustyp A samt förhållandet mellan infiltrations- och transmissionsförluster för hustyp B resp C, etapp I.

Medelvärden, standardavvikelser och total variationsvidd avser hela kommunen (beräkningspunkter 1-24 samt Barkåkra).

Hustyp	QLOSS		VLOSS/TLOSS					
	B/A	C/A	B		C			
Orient.	N-S	O-V	N-S	O-V	N-S	O-V	N-S	O-V
M.v	0.61	0.62	1.68	1.67	0.32	0.29	0.67	0.60
$\sigma$	0.03	0.01	0.03	0.04	0.08	0.07	0.17	0.14
Inter-vall	0.60	0.60	1.61	1.61	0.16	0.15	0.34	0.32
	-0.65	-0.65	-1.72	-1.71	-0.46	-0.40	-0.94	-0.83

Betydelsen av exponeringen för olika vindriktningar har studerats närmare i några beräkningspunkter. Resultaten kan sammanfattas enligt följande

- o Den relativa fördelningen av totalförlusten QLOSS över olika vindriktningar bestäms till största delen av antalet gradtimmar ( $\Sigma \Delta \theta$ ) i respektive riktningsektor.
- o Möjligheterna till energibesparing genom vindsyddande planering bestäms av, hur ofta vindhastigheten i en viss riktningsektor kan reduceras till under ca  $3 \text{ ms}^{-1}$ .
- o Den absoluta effekten av vindsydd är större ju sämre energiteknisk status byggnader har. Samtidigt visar resultaten också att den genomsnittliga luftomsättningen i ett fritt exponerat hus med dålig status (typ C) kan reduceras genom en stark vindsyddande omgivning till samma nivå som för ett fritt exponerat hus med status motsvarande SBN 80 (typ A). I mer vindsyddade lägen kan hus av både typ A och C få en ur hygienisk synpunkt otillräcklig genomsnittlig luftomsättning. För ett hus med extremt god status (typ B) blir detta fallet även i exponerade lägen.

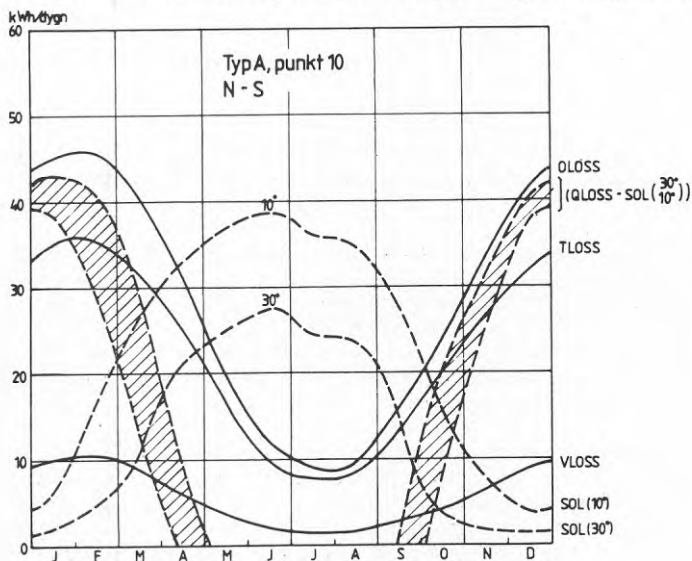
- o Skillnaderna i total värmeförlust (QLOSS) till följd av regionala variationer i vind- och temperaturklimatet inom kommunen kan, beroende på hustyper, uppgå till mellan 15 och 30% av värdet för samma hustyp i fritt exponerat läge (Barkåkra).

Solstrålningsförhållandena är i stort sett lika inom hela kommunen. Variationer i solvärmeinläckning beror därför så gott som helt av horisontavskärmning från omgivande hus mm, vilket exemplifieras i tabellen nedan

Solvärmetillskott (kWh) under eldningssäsongen för hustyp A och B (3-glasfönster) respektive C (2-glasfönster).

Hustyp	Horisontavskärmning							
	0° orientering		10° orientering		30° orientering		60° orientering	
	O-V	N-S	O-V	N-S	O-V	N-S	O-V	N-S
A, B	4320	3932	3630	3294	1453	1365	241	241
C	4746	4320	3988	3618	1596	1499	265	265

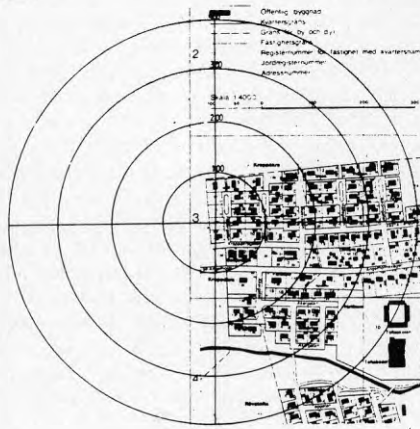
Av den totala solvärmeinläckningen kan endast en del utnyttjas som nyttiggjord värme. Resultaten visar dock att solvärmeinläckningen redan i februari är tillräcklig för att till stor del uppväga värmeförlusterna (QLOSS) och helt uppväger dessa under månaderna april-september. Detta exemplifieras i nedanstående figur, som också visar att graden av horisontavskärmning (10° resp 30°) är av stor betydelse för solvärmeinläckningen liksom för eldningssäsongens längd.



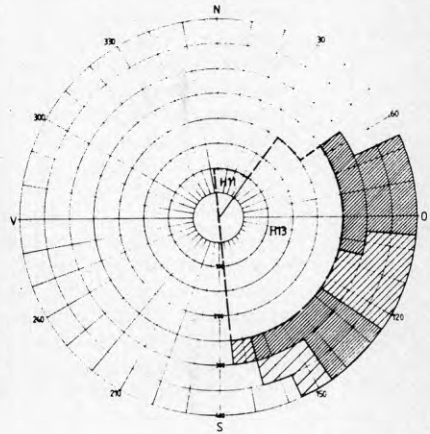
Medelårsförlopp av klimatberoende värmeförluster och solvärmetillskott samt nettovärmebehov (QLOSS-SOL).

I etapp II har beräkningarna utförts för sammanlagt 11 lägen i olika småhusområden. Lokala vind- och temperaturdata har beräknats för varje fall på samma sätt som i etapp I samt därefter ytterligare förfinats genom hänsynstagande till den faktiska omgivningen inom en radie av 400 m. Beräkningarna avser genomgående hustyp A och har, liksom i etapp I, utförts för N-S resp O-V orienterade hus.

Varje beräkningsfall redovisas som framgår av följande exempel. Inom närområdet (400 m radie) har bebyggelsestrukturen översatts till en kartering av skrovlighetsklassen ( $z_0$ -klass) för omräkning av vindhastighet. Vidare har tryckkoefficienter ( $c_p$ -värden enligt Wirén 1985) för infiltrationsberäkningarna valts med hänsyn till exponering i olika vindriktningar. Detta innebär att omgivningens inverkan på VLOSS beaktas på två sätt - dels genom vindhastighetens lokala reduktion, dels genom tryckfördelningen över byggnadskroppen. Lokala temperaturkorrektioner har vidare ansatts i vissa fall, beroende på vindhastighet och vindväg över bebyggelse samt meteorologisk "stabilitetsklass".



- $z_0 = 0.02$ , öppna fält
- $z_0 = 0.10$ , parkområde
- $z_0 = 0.35$ , villabebyggelse  
gles bebyggelse  $\leq 3$  vån.
- $z_0 = 0.75$ , tät bebyggelse  $\geq 3$  vån.  
skog



A 00, fritt exp.

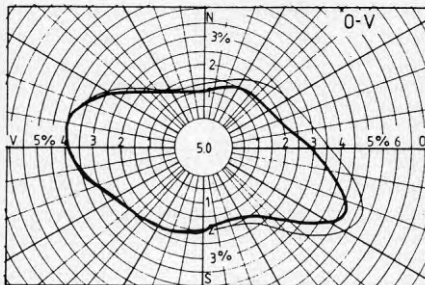
H 11, 1 omg. husrad

H 12, 2 omg. husrad

H 13, 3 omg. husrad

Inbördes husavstånd  
= 26 m (2 huslängder)

Läge samt detaljerad  $z_0$ -kartering och exponeringsklass (A 00, H 11 - H 13), plats F.



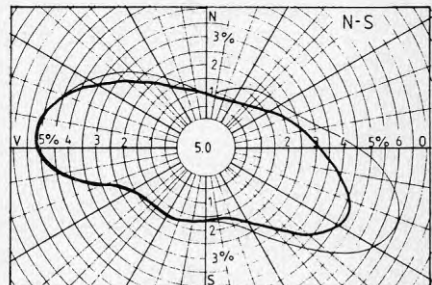
Munka - Ljungby, plats F

Hustyp A

Orientering O-V och N-S

Värmeförlust ( $Q_r$ )/10<sup>0</sup> vindriktningss  
sektor i procent av referensvärdet

S:a QLOSS, Barkåkra O-V



Totalsummor (%) O-V N-S

S:a QLOSS 91.2 93.9

S:a TLOSS 62.4 62.4

S:a VLOSS 28.9 31.5

De två nedersta delfigurerna (s k "energivindrosor") visar värmeförlusten vid olika vindriktningar i procent av totalförlusten i fritt exponerat läge (Ängelholms flygplats). Den tunnare kurvan avser fri exponering i alla riktningar, den tjockare kurvan avser det aktuella fallet. Ytan mellan kurvorna ger alltså ett mått på den minskning av värmeförlusterna, som motsvarar effekten av bebyggelsestrukturen inom närområdet.

Resultatet från etapp II kan sammanfattas enligt följande

Skillnader i vindexponering mellan småhus i olika lägen ger tydliga utslag i VLOSS. Effekten är störst för N-S orienterade hus. I förhållande till ett helt fritt exponerat läge kan QLOSS reduceras med 10-20% vilket så gott som helt beror på mindre VLOSS-värden. De urbana temperaturkorrektionerna har underordnad betydelse i jämförelse med varierande vindexponering.

Effekten av omgivande bebyggelse inom närområdet (400 m radie) är mindre beroende av bebyggelsens detaljstruktur än av dess allmänna karaktär. Skillnaderna i QLOSS mellan skyddande och exponerade vindsektorer är approximativt lika stora på de olika platserna och varierar mellan ca 0.5% och 2% per 10° vindriktningsintervall, beroende på frekvenserna av olika vindriktningar, vilket också ger ett mått på betydelsen av vindskydd i olika väderstreck. Minskningen av VLOSS till följd av omgivande bebyggelse uppnås i stort sett helt över en sträcka av ca 100 m. Redan en skyddande husrad (exponeringsklass A 11) har en påtaglig effekt.

För att uppnå mera väsentlig energibesparing genom en vindskyddande omgivning måste skyddsskärmen omfatta en vid riktningsssektor. En reduktion av VLOSS med ca 1000 kWh/år (eller ca 10% av QLOSS) fordrar en skyddande omgivning (bebyggelse eller skog) i en sektor av ca 90° vidd omkring de två vindriktningar (110° - 120° respektive 270° - 280°), som svarar för de maximala förlusterna. I andra väderstreck fordras ännu vidare skyddszoner för att nå motsvarande effekt.

De viktigaste slutsatserna av studien kan sammanfattas enligt följande.

- Årsmedelbehovet för småhus av typ A varierar inom kommunen med ca + 15%. Detta ger ett approximativt mått på den osäkerhet i beräknat årsenergibehov, som erhålles om beräkningen sker utan hänsyn till de regionala klimatvariationerna. Variationen är 2-3 ggr så stor som variationen mellan olika år på en viss plats.
- Ökad täthet hos byggnadsskalet ger en påtaglig minskning av infiltrationsförlusterna endast vid vindhastigheter över ca 3 m/s. I väl vindskyddade lägen överskrids denna gräns så sällan att den årliga energivinsten blir försumbar. I stället finns här risk för otillräcklig ventilation enbart genom självdrag även i relativt otäta hus (typ C). För mycket täta hus föreligger denna risk även i vindexponerade lägen.
- I mindre vindskyddade lägen spelar husets orientering med hänsyn till det allmänna "vind-temperaturkomplexet" en viss roll för värmeförlusterna. N-S orienterade hus får i medeltal ca 4% högre årsvärmeförluster än O-V orienterade.

- Förlusten av solvärmeinläckning vid en tät bebyggelseutformning kan bli större än energivinsten till följd av vindskydd. Med de klimatförutsättningar, som råder i kommunen, är det dock möjligt att kombinera god soltillgång med "energieffektivt" vindskydd.
- Solvärmeinläckningen kan, utom i november-januari, täcka en stor del av värmeförlusterna och uppväger dessa helt under ca 5 månader. Graden av horisontavskärmning kan påverka eldningssäsongens längd med 1 - 2 månader.

## 1. INLEDNING

### 1.1 Bakgrund

I samband med lokalklimatstudier ingående i forskningsprojektet "Energihushållning i långsiktig fysisk planering - Ängelholmsprojektet" (Jansson m fl, 1984) användes en första version av ett vid SMHI utarbetat datorprogram, den s k ENLOSS-modellen, för beräkning av en byggnads energibalans i ett visst lokalklimat. Härvid undersöktes bl a lokalklimatets inverkan på energibehovet för ett idealiserat småhus av äldre typ lokaliserat till fem olika lägen i tätorten Munka-Ljungby. Resultaten var så intressanta att ett fortsatt studium av klimatiskt betingande variationer i bebyggelsens energiomsättning ansågs motiverat. Syftet härvid har primärt varit att beräkna motsvarande variationer dels i stort inom hela kommunen dels i flera lokala lägen i olika bebyggelsekoncentrationer. Dessutom har syftet varit att studera betydelsen av olika byggnadsknutna faktorer för energibehovet under olika lokala klimatbetingelser, diskutera klimatets roll som faktor i kommunal energiplanering.

De metoder, datorprogram samt klimatologiska indata, som använts i projektet, har utvecklats inom ramen för det byggnadsklimatologiska FoU-arbetet vid SMHI. En utförlig redovisning härav lämnas i rapporten "Klimatberoendet i bebyggelsens energibudget - data och beräkningsmetoder" (Taesler, 1985) samt, vad gäller solstrålningsberäkningar, i Taesler och Andersson (1984, 1985). För grundläggande teori och allmänna principer hänvisas i första hand till nämnda arbeten. Metodredovisningen i föreliggande rapport har begränsats till den praktiska tillämpningen av data och beräkningsmodeller.

### 1.2 Problemställningar och målsättningar

Klimatberoendet i bebyggelsens energiomsättning bestäms av ett komplext samspel mellan meteorologiska skeenden å ena sidan samt byggnadstekniska och bebyggelseknutna faktorer å den andra. För att analysera detta beroende i kvantitativa termer samt jämföra och värdera olika planeringsalternativ fordras en arbetsmetodik, som integrerar klimatologiska *förutsättningar* och klimatberoende *konsekvenser*. Bristen på sådana metoder torde starkt ha bidragit till att uteklimatet - och speciellt dettas lokala variationer - hittills uppmärksammats mycket marginellt i bebyggelseplaneringen. Ett speciellt problem i detta sammanhang är att många climateffekter beror av flera climatelement (temperatur, vind, solstrålning etc) i förening, vilka varierar kraftigt både i tid och rum.

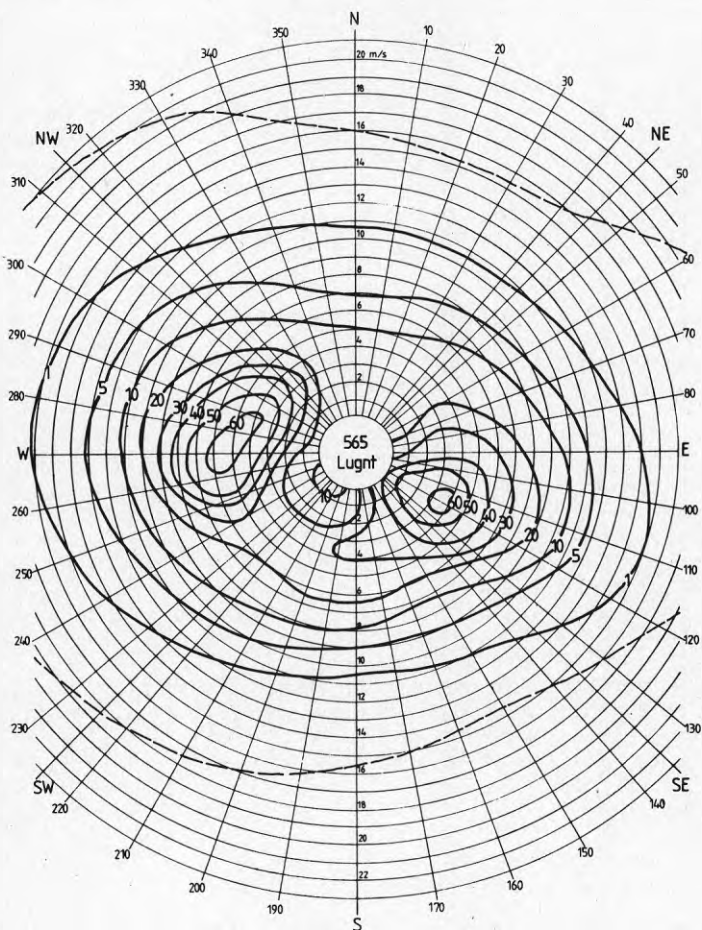
Problemet kan konkretiseras enligt följande. Antag att man vid planeringen av ett villaområde vill reducera uppvärmningsbehovet genom en vindskyddande planutformning, eventuellt i kombination med läplanteringar. Den första frågan är då, vilka vindriktningar som ger de största värmeförlusterna. Nästa fråga är, vilken energibesparing som kan uppnås genom en viss planutformning.

Härför behöver man först och främst uppgifter över förekomsten av olika vindriktningar och vindhastigheter. Sådana uppgifter brukar presenteras i tabellform eller i form av en s k "vindros". Ett annat - och bättre - sätt är att åskådliggöra vindförhållandena i ett diagram av den typ, som exemplifieras i figur 1.1. Figuren visar antalet timmar/år

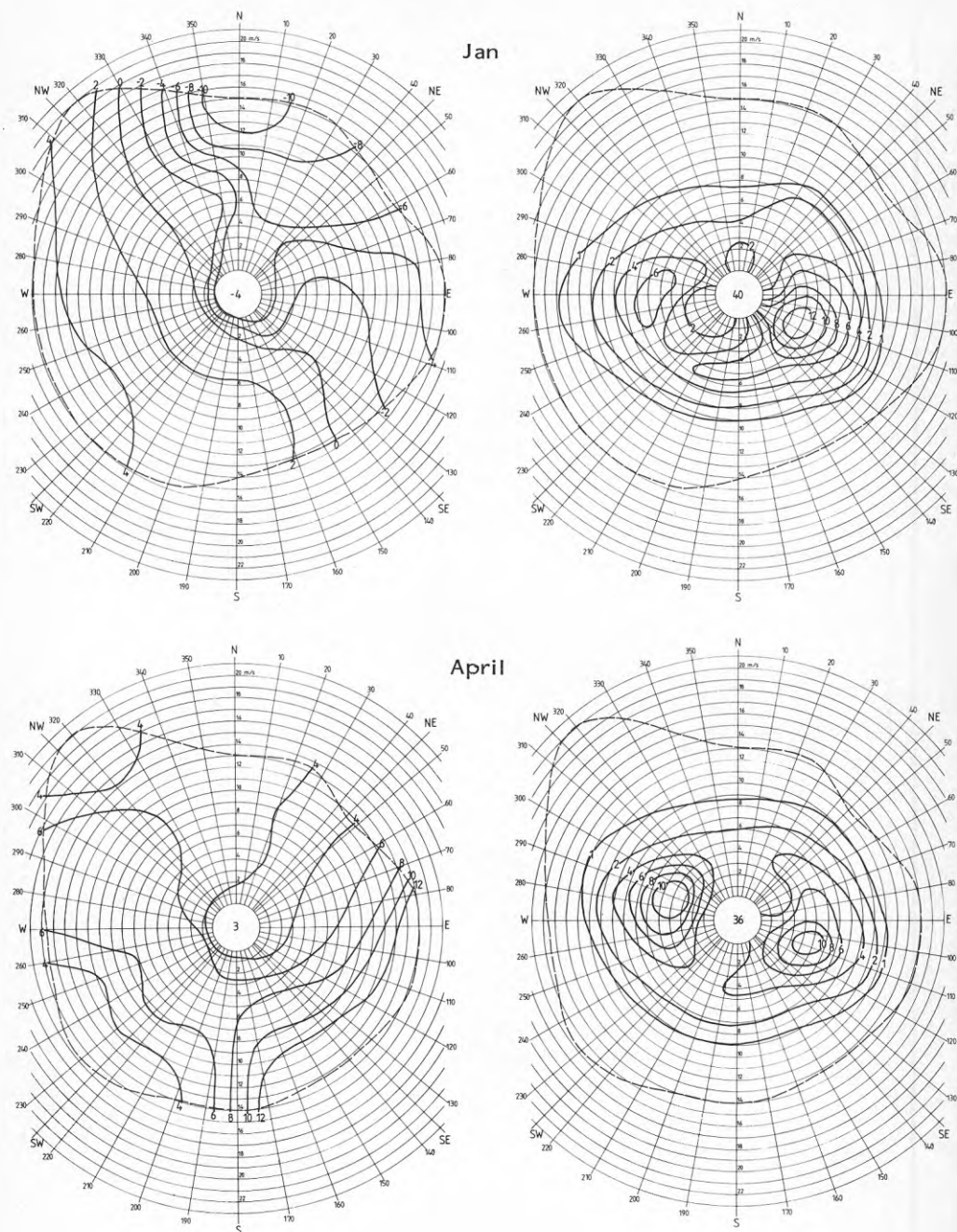
med viss vindhastighet inom varje  $10^{\circ}$ -vindriktningssektor. Fördelen med detta representationssätt är att frekvensfördelningen kan redovisas som ett kontinuerligt fält. Härigenom kan värden (frekvenser) avläsas för godtyckliga vindriktningar.

Figur 1.1 visar två tydliga maxima i nästa diametralt motsatta riktningar ( $120^{\circ}$  respektive  $280^{\circ}$ ). Däremot är nordliga vindar, som i regel är de kallaste, relativt sällsynta och inte lika kraftiga som övriga vindar.

Figur 1.1 gäller för året som helhet. Vindförhållandena varierar emellertid under året. Olika vindriktningar är därför inte lika mycket "värda" ur planeringssynpunkt under alla månader. Problemet kompliceras ytterligare av att temperaturförhållandena under en viss månad varierar avsevärt både med vindriktning och vindhastighet. Detta illustreras i figur 1.2 och 1.3 som visar motsvarande analyser för januari, april, juli och oktober tillsammans med medeltemperaturerna vid olika vindriktningar och vindhastigheter under samma månader.

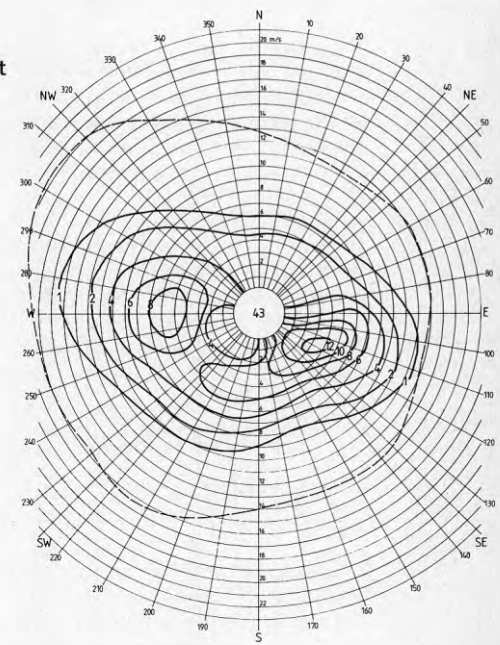
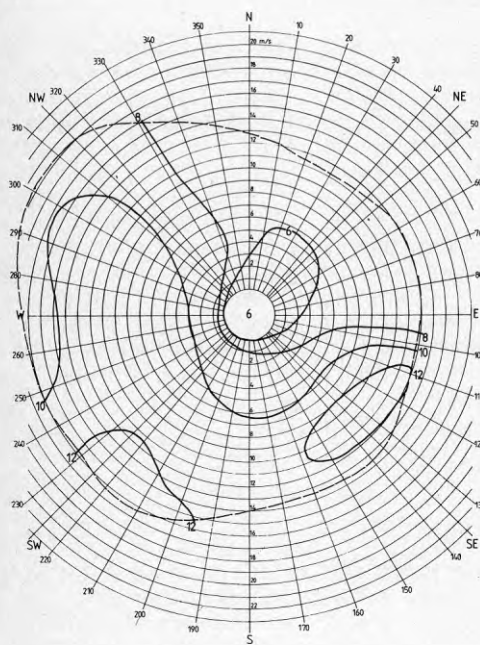
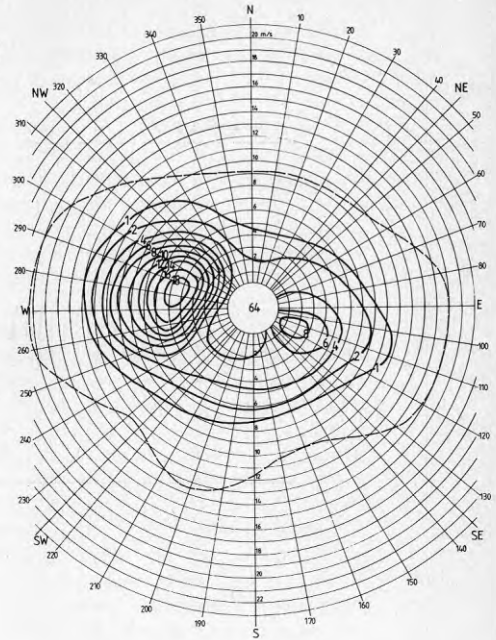
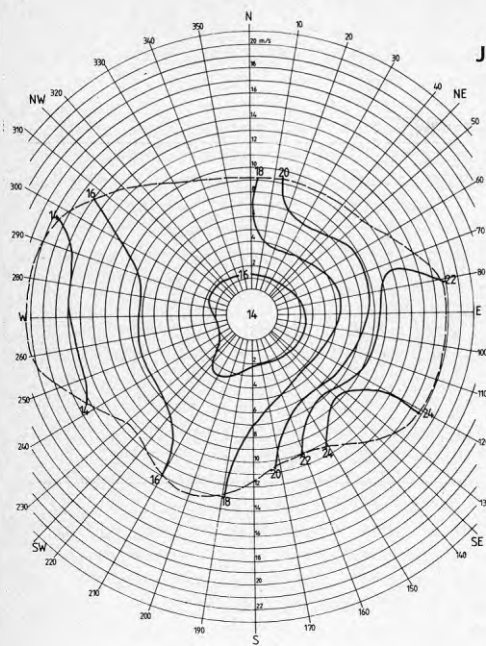


FIGUR 1.1 Förekomst av samtidig vindhastighet och vindriktning, Ängelholms flygplats (Barkåkra). Antal timmar inom  $10^{\circ}$  riktningintervall och  $1 \text{ ms}^{-1}$  hastighetsintervall. Medelvärden 1955-79, året.



FIGUR 1.2 Samvariation mellan vind och temperatur. Höger delfigur visar antal timmar/månad inom  $10^{\circ}$  vindriktnings- och  $1 \text{ ms}^{-1}$  vindhastighetsintervall. Vänster delfigur visar medeltemperaturen vid olika vindriktning och vindhastighet. Barkåkra flygplats, medelvärden 1955-79, januari och april.





FIGUR 1.3 Som figur 1.2, juli och oktober.

Samvariationen mellan vindriktning, vindhastighet och lufttemperatur - som vi här kallar "vind-temperaturkomplexet" - bestäms i sina huvudsak av storskaliga meteorologiska skeenden.

Lokala variationer, speciellt i vindhastigheten, orsakas dock av terräng, vegetation och bebyggelse. Den intressanta frågan i samband med bebyggelseplanering (lokalisering, områdesplanering, byggnadsutformning och -orientering) är egentligen inte, hur mycket det lokala klimatet kan förändras genom olika åtgärder, utan vilken *betydelse* sådana förändringar har för bebyggelsens energibehov, komfortbetingelserna utomhus, spridning av föroreningar etc.

Den arbetsmetodik, som tillämpats i projektet, bygger på att mångåriga klimatologiska serier av timvisa observationer kan korrigeras med hänsyn till definierade, regionala och lokala omgivningsegenskaper samt användas direkt som indata i datormodeller för beräkning av klimatberoende värmeförluster och solvärmestillskott. Resultaten får härigenom en hög statistisk representativitet. Resultatets tillförlitlighet beror emellertid även av den fysiska beskrivningen av byggnaden i beräkningsmodellen. Problemet är här att på ett generaliserat men samtidigt realistiskt sätt inkludera de för byggnadens energiomsättning väsentliga parametrarna. Beräkningarna utförs därför för en tänkt byggnad, ett typfall med enkel geometri och med energiteknisk status representerande i marknaden vanligt förekommande småhus. (Utöver detta typfall har även några varianter studerats, se vidare nedan samt avsnitt 2.5). På detta sätt idealiserade "typhus" användes i beräkningarna som "provkroppar" genom att "utsätts" för olika, lokalt korrigerade klimatologiska indata.

Resultaten kan, i motsats till vad gäller de klimatiska förutsättningarna, ges en enkel och överskådlig presentation i form av kartor och diagram. Det blir härigenom möjligt att lätt urskilja t ex regionala, lägesberoende skillnader i energiomsättningen eller lokalt specifika skillnader till följd av byggnadsorientering, byggnadsgruppering och områdesplanering liksom möjliga energibesparingar genom vindskyddande åtgärder i olika riktningssektorer.

Frågor angående byggnadskonstruktionens, reglersystemens eller den arkitektoniska utformningens betydelse för energiomsättningen ligger egentligen utanför ramen för denna undersökning. Eftersom ett antal byggnadsknutna parametrar ingår som variabler i beräkningsmodellerna, kan emellertid vissa schematiska jämförelser göras av olika byggnadstyper under givna klimatförutsättningar. De faktorer, som härvid kan varieras är:

- a) isoleringsstandard
- b) lufttäthet
- c) fönsterarea och -fördelning

Härmed sammanhängande variationer i värmeförluster och solvärmestillskott har beräknats för några olika fall, vilka definieras i avsnitt 2.5. Dessa beräkningar syftar till att belysa effekten av de ovannämnda faktorerna a-c inbördes och i relation till effekten av regionala och lokala klimatvariationer.

Jämförelserna av energiomsättningen i de olika fallen avser medelvärden över en 25-årsperiod (1955-79), varigenom osäkerheter till följd av fluktuationer i temperatur-, vind- eller solinstrålningsförhållanden från år till år kan antagas vara effektivt eliminerade. De årliga, klimatberoende fluktuationerna i energiomsättningen är emellertid av intresse i sig, framför allt i samband med utvärdering av effekterna av olika energisparåtgärder. För att studera betydelsen av sådana fluktuationer har årsvisa värden av transmissions- och infiltrationsförluster samt passivt solvärmestillskott beräknats för ett visst byggnadsfall. En jämförelse görs härvid även med graddagssummorna för respektive år.

## 2. METODIK

### 2.1 Översikt

Arbetsmetodiken i projektet har i stort följande uppläggning.

- A. Val av referensstation för bestämning av primära klimatologiska beräkningsförutsättningar. Som referensstation kan väljas stationer med observationer var tredje timme (SYNOP-stationer) eller varje timme (TIMSYNOP-stationer) dygnet runt. Totalt i Sverige är ca 200 stationer härigenom tillgängliga. Observationsperiodens längd måste vara minst tio år för att ge acceptabel klimatologisk representativitet.

För Ängelholms kommun kan två stationer komma ifråga, vilka båda är TIMSYNOP-stationer: Ängelholms flygplats (Barkåkra) och Ljungbyheds flygplats. På grundval av vissa jämförande beräkningar (se vidare avsnitt 2.3) har Barkåkra valts som referensstation. Periodlängden är 25 år (1955-79).

- B. Uppläggning av databas för värmeförlustberäkningar.

Ur det primära TIMSYNOP-materialet beräknas vind-temperaturstatistik av en speciell typ (se vidare avsnitt 2.3), som kan korrigeras med hänsyn till landskapets och den lokala omgivningens egenskaper.

- C. Val av referensbyggnad.

Tre olika byggnadstyper definieras med avseende på följande parametrar,

- geometrisk form
- isoleringsstandard (k-värden för tak, ytterväggar, fönster)
- lufttäthet ( $n_{50}$ , antal luftomsättningar/timme vid 50 Pa tryckskillnad över byggnadsskalet)
- fönsterarea och -fördelning ( $m^2$ /fasadyta)
- fönstrens transmissionsförmåga för solinstrålning
- byggnadsorientering.

#### D. Val av omgivningsparametrar.

Byggnadens läge definieras dels geografiskt (läge i kommunen) dels med avseende på landskapets allmänna egenskaper (topografi och vegetation, höjd över havet, avstånd från kusten) och (i etapp II) vidare med avseende på bebyggelsestruktur m m i den närmaste omgivningen (inom 400 m radie).

#### E. Värmeförlustberäkningar.

Med indata B-D ovan beräknas transmissionsförluster och infiltrationsförluster var för sig i medeltal över perioden 1955-79 för varje kalendermånad samt för året som helhet. Motsvarande data beräknas även för varje år under perioden. Förlusterna uppdelas vidare på olika vindriktningar för att möjliggöra utvärdering av möjligheterna till energibesparing genom vindskyddande områdesplanering.

#### F. Beräkning av passivt solvärmestillskott.

Tidsserierna av timobservationer från Barkåkra enligt A ovan utgör indata till datormodellen för beräkning av solinstrålning ( $\text{kWh/m}^2$ , månad) mot byggnadens yttertor. Beräkningarna sker dels för fri horisont dels med hänsyn till olika grad av lokal horisontavskärmning. Vidare beräknas värmestillskottet på grund av solstrålningens transmission genom fönstren under eldningssäsongen (oktober-april). Värmestillskott p g a solstrålningens absorption i ytterväggar eller tak inkluderas däremot inte i beräkningarna.

Den beräknade solvärmeinläckningen utgör ett bruttovärmestillskott, som normalt inte kan tillgodoräknas i sin helhet som nyttiggjord energi. Av denna anledning redovisas resultatet separat, skilt från de enligt ovan beräknade värmeförlusterna. Resultaten är i första hand avsedda för inbördes, relativa jämförelser mellan byggnader med olika orientering eller fönsterfördelning.

### 2.2 Beräkningsmodeller

Värmeförluster genom transmission och infiltration (självdrag) beräknas med den s k ENLOSS-modellen (Taesler, 1985). Solinstrålning mot byggnadens yttertor beräknas med den s k SOLTIMSYN-modellen (Taesler och Andersson, 1984, 1985).

ENLOSS-modellen kan köras direkt med de primära tidsserierna av meteorologiska timobservationer som indata med beräkning av lokala korrekitioner timme för timme. Sådana datorkörningar blir dock relativt tidskrävande. Beräkningstiden har emellertid kunna reduceras med en faktor 100 genom att i stället använda den speciella typ av frekvensstatistik som beskrivs nedan. Beräkningsresultaten påverkas endast obetydligt härvid (se Taesler, 1985). Härigenom är det möjligt att utföra beräkningar för ett mycket stort antal fall till ur praktisk planeringssynpunkt fullt rimliga kostnader och tidsåtgång.

Solstrålningsberäkningarna kan däremot för närvarande inte förenklas på samma sätt utan måste utföras timme för timme och år för år. Beräkningarna blir härigenom förhållandevis tidskrävande. Instrålningen mot olika yttertor behöver å andra sidan inte korrigeras för regionala variationer (jfr tabell 2.3 nedan) utan endast för skuggverkan från den närmaste omgivningen.

Beräkningarna bygger på timvärden (24 obs:er/dygn) under 25 år (1955-79), varigenom så gott som alla förekommande väderförhållanden ingår med klimatologiskt representativa frekvenser och varaktigheter. Både transmissions- och infiltrationsförlusterna beräknas som funktioner av de lokalt rådande, samtida vind- och temperaturförhållandena. Innetemperaturen förutsätts vara konstant (= +20°C).

Transmissionsförlusten ("TLOSS") beror huvudsakligen av den vid en viss tidpunkt (timme) rådande temperaturskillnad ute-inne men är även svagt vindberoende, genom att vindhastighetens inverkan på det yttre värmeövergångstalet (ingående i k-värdet) beaktas (se app. 3).

$$TLOSS = \sum_t \sum_j k_j A_j (\theta_i - \theta_u) \quad (\text{Wh}) \quad (2.1)$$

där

$k_j$  = värmeegenomgångstalet för j:te delytan av byggnadshöljet  
( $\text{Wm}^{-2} \text{K}^{-1}$ )

$A_j$  = arean av j:te delytan ( $\text{m}^2$ )

$\theta_i, \theta_u$  = lufttemperaturen inom- respektive utomhus ( $^{\circ}\text{C}$ )

Infiltrationsförlusten ("VLOSS") beräknas som funktion av tryckskillnaden ute-inne till följd av temperaturdifferensen ("skorstenseffekten") och yttre vindtryck.

$$VLOSS = \sum_t n \cdot V \cdot \rho \cdot c \cdot (\theta_i - \theta_u) \quad (\text{Wh}) \quad (2.2)$$

där

$n$  = antal luftomsättningar/timme ( $\text{h}^{-1}$ )

$V$  = innesluten, uppvärmd luftvolym ( $\text{m}^3$ )

$\rho$  = luftens densitet ( $\text{kg m}^{-3}$ )

$c$  = luftens specifika värmekapacitet ( $\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$ )

VLOSS är mycket känsligare än TLOSS för lokala skillnader i klimatet, framför allt vindförhållandena. Samtidigt är VLOSS den utan jämförelse svåraste termen att beräkna. Svårigheterna ligger främst i bestämningen av luftomsättningstalet ( $n$ ). Detta beror av den lokalt rådande vindhastigheten, vindens anblåsningsriktning mot huset, omgivande bebyggelse, husets geometriska form, otätheter och dessas fördelning över ytterhöljet samt temperaturskillnaden ute-inne.

En väsentlig fråga vid beräkningen av VLOSS är valet av formfaktorer ( $c_p$ -värden) för bestämningen av vindtrycksfördelningen över byggnaden. Formfaktorer för respektive fasad- och takyta vid viss anblåsriktning valdes ursprungligen enligt SBN-80. Dessa värden användes i ett tidigt skede av projektet (etapp I, se 2.6.1). För senare specialberäkningar (etapp II) blev dock mer tillförlitliga  $c_p$ -värden enligt vindtunnelsimuleringar tillgängliga (Wirén, 1985). Efter nödvändig omprogrammering kunde härigenom VLOSS-beräkningarna göras mer förfinade och inkludera effekten av bebyggelsestrukturen i den närmaste omgivningen (småhusområde).

Vid beräkningen av tryckdifferenserna ute-inne har ingen hänsyn tagits till inverkan av fläktstyrd ventilation. Värmeförlusten  $p_g$  a fläktventilation uppskattas separat och approximativt på basis av antalet grad-timmar/år och för en konstant luftomsättning,  $n = 0.5 \text{ h}^{-1}$ .

Värmelagringen i byggnadsstommen har inte simulerats i beräkningarna. Vid så långa integrationstider (månader, år) och för den typ av byggnad, som det här är frågan om, torde denna förenkling inte spela någon roll. En annan förenkling är att omgivande ytors (byggnader, terräng) inverkan på byggnadens utbyte av värmestrålning försummas. Betydelsen av denna approximation är mera osäker. Det är emellertid på nuvarande stadium inte möjligt att beräkna utbytet av värmestrålning med tillräcklig noggrannhet. Till en viss del inkluderas dock effekten av omgivande byggnader genom den bebyggelseknutna korrektionen av utetemperaturer (den  $s_k$  urbana värmeöeffekten). Denna effekt beror till stor del på att den nattliga värmestrålningen mot rymden reduceras i bebyggelse.

### 2.3 Klimatologisk databas för värmeförlustberäkningar

#### 2.3.1 Frekvensstatistik över vind och temperatur

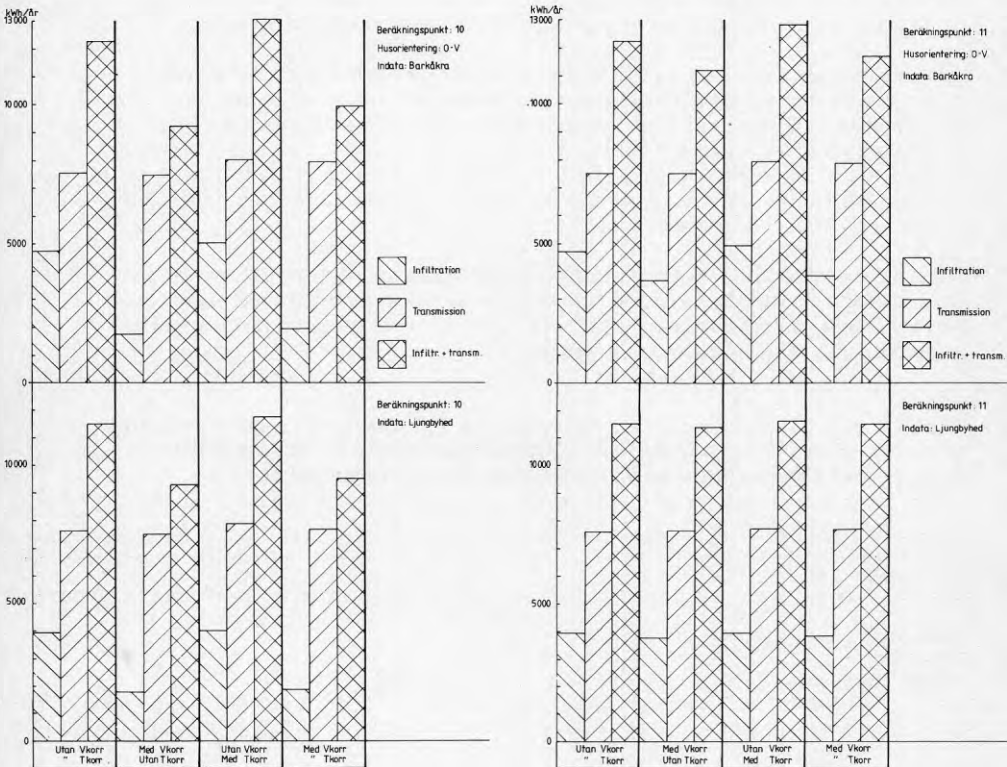
För varje år under beräkningsperioden samt för perioden som helhet beräknas antalet timmar/månad med viss vindhastighet och vindriktning. För varje sådan vindklass beräknas också medeltemperaturen. Materialet uppdelas vidare i olika  $s_k$  "stabilitetsklasser" (Pasquill-Turner klasser), varigenom vindhastighetsklasserna och medeltemperaturerna kan korrigeras med hänsyn till regionala och lokala omgivningsförhållanden (se vidare avsnitt 2.4 och Taesler, 1985). Exempel på denna typ av frekvensstatistik visas i appendix 1, avseende Ängelholms flygplats (Barkåkra).

#### 2.3.2 Val av referensstation

Som nämnts i avsnitt 2.1 kan två TIMSYNOP-stationer (Barkåkra respektive Ljungbyhed) komma ifråga som referensstationer för Ängelholms kommun. Den senare stationen är belägen ca 35 km SO om Ängelholm. Barkåkra är omgiven av öppen jordbrukslätt och bedöms vara lämpligast som referensstation för de västra delarna av kommunen. Ljungbyheds flygplats däremot är omgiven av mera kuperat, delvis skogsbevuxet landskap och skulle kunna vara ett bättre val för de östra kommundelarna. Ur beräkningsmässig synpunkt är det emellertid mera praktiskt att använda en och samma referensstation för alla beräkningar. Detta förutsätter att resultaten, speciellt för platser i de östra kommundelarna blir likvärdiga med användande av lokalt korrigerade indata från Ljungbyhed respektive Barkåkra. För att undersöka beräkningsmetodikens känslighet med avseende på valet av referensstation har jämförande beräkningar utförts för två platser (10, 11 se figur 2.3), båda belägna nära den östliga kommungränsen men med olika omgivning. Resultaten av värmeförlustberäkningarna har sammanställts i tabell 2.1 samt visas grafiskt i figur 2.1. För vardera stationen kan utläsas dels skillnaderna i beräknade transmissions- respektive infiltrationsförluster med okorrigerade indata från Barkåkra respektive Ljungbyhed, dels effekterna av temperatur- respektive vindhastighetskorrektionerna.

TABELL 2.1. Energiförluster (kWh/år) för ett modernt småhus beräknade med indata från två olika meteorologiska referensstationer (Barkåkra respektive Ljungbyhed) med och utan lokala korrektioner av vindhastighet och temperatur. Beräkningspunkterna 10, 11 representerar lägen i lokalt öppen, flack terräng respektive skogsterräng. Medelvärden över 25 år (1955-79). Byggnadsorientering O-V.  $c_p$ -värden enligt SBN-80.

Indata			Beräkningspunkt					
statistik från	lokal korr. av temp	vind	11			10		
			TLOSS	VLOSS	QLOSS	TLOSS	VLOSS	QLOSS
Barkåkra			7 543	4 718	12 261	7 543	4 718	12 261
	x		7 915	4 906	12 821	8 039	5 006	13 045
		x	7 530	3 694	11 224	7 445	1 763	9 207
	x	x	7 900	3 853	11 753	7 933	1 915	9 848
Ljungbyhed			7 619	3 901	11 520	7 619	3 901	11 520
	x		7 686	3 949	11 635	7 773	4 009	11 781
		x	7 624	3 784	11 408	7 538	1 749	9 287
	x	x	7 691	3 830	11 521	7 690	1 744	9 434



FIGUR 2.1 Åskådliggörande av data i tabell 2.1.

Beträffande effekterna av de lokala temperatur- och vindkorrektionerna visar tabellen och figurerna följande:

- Både transmissions- och infiltrationsförlusterna påverkas av en korrektion av endera klimatvariabeln. Man kan alltså inte bestämma inverkan av lokala temperaturvariationer på energiförlusterna utan att samtidigt ta hänsyn till de lokala vindförhållandena.

Effekterna är inte additiva, dvs

$$\left. \begin{array}{l} \text{TLOSS(T-korr)} + \text{VLOSS(u-korr)} \\ \text{TLOSS(u-korr)} + \text{VLOSS(T-korr)} \end{array} \right\} \neq \text{QLOSS(T-korr} + \text{u-korr)}$$

Effekterna av de lokala temperaturkorrektionerna överskattas (i dessa fall) om inte lokal korrigerig av vindhastigheten sker samtidigt.

- Korrigeringen av enbart temperaturen medför i båda punkterna större skillnader mellan beräknade värden än om den observerade temperaturen vid Barkåkra respektive Ljungbyhed används. Detta gäller både TLOSS, VLOSS och QLOSS. Korrektionen av den senare stationens temperatur har dock i detta fall försumbar effekt.
- Korrigerig av enbart vindhastigheten medför i båda punkterna en väsentligt bättre överensstämmelse i beräknade värden på VLOSS och QLOSS än om de okorrigerade vindhastigheterna används. TLOSS-beräkningen påverkas däremot endast obetydligt.
- Samtidig korrigerig av både temperatur och vind ger den bästa överensstämmelsen i alla termer. Skillnaden i total beräknad energiförlust (QLOSS) med korrigerade indata från Barkåkra respektive Ljungbyhed är i punkt 11 ca 2 procent och i punkt 10 ca 4 procent. Samtidigt är skillnaden i QLOSS mellan punkt 11 och 10 ca 17 procent både med korrigerade indata från enbart Barkåkra (16 procent) och Ljungbyhed (18 procent).

Vissa jämförelser har även gjorts av beräknade solvärmestillskott med användande av indata från de två referensstationerna. Resultaten framgår av tabell 2.2 nedan och visar att valet av referensstation påverkar instrålningen med endast  $\pm 1-3$  procent.

TABELL 2.2. Jämförelse av globalstrålning (direkt+diffus solinstrålning) mot olika ytor beräknad ur TIMSYNOP-observationer från Barkåkra ( $G_B$ ) respektive Ljungbyhed ( $G_L$ ) (1962-71). Fri horisont.

$G_B/G_L$	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	året	okt-mar
Horisontell yta	1.04	1.05	1.02	1.00	1.03	1.04	1.04	1.03	1.04	0.98	0.99	0.96	1.03	0.99
Vertikala ytor orienterade mot														
N	1.04	1.04	0.98	0.91	1.00	0.99	1.01	1.00	1.02	1.00	0.92	0.92	0.99	1.03
O	1.05	1.07	1.02	0.97	1.01	1.00	1.00	1.01	1.04	0.98	0.95	0.95	1.00	1.00
S	1.05	1.08	1.04	0.99	1.04	1.05	1.06	1.05	1.05	0.97	1.01	1.00	1.04	0.98
V	1.03	1.05	1.00	0.97	1.04	1.04	1.04	1.03	1.03	0.98	0.96	0.96	1.02	1.01



Som framgår av tabellen är solinstrålningen i de västra, kustnära delarna ( $G_B$ ) under större delen av året några procent större än i de östliga delarna ( $G_L$ ). Under höstmånaderna (oktober-december) är förhållandet dock omvänt, vilket gör att instrålningen totalt under eldnings-säsongen (oktober-april) blir praktiskt taget lika stor i hela området.

Med ledning av ovanstående jämförelser har Barkåkra valts som klimatologisk referensstation för hela kommunen i de fortsatta beräkningarna.

### 2.3.3 Solstrålningsdata

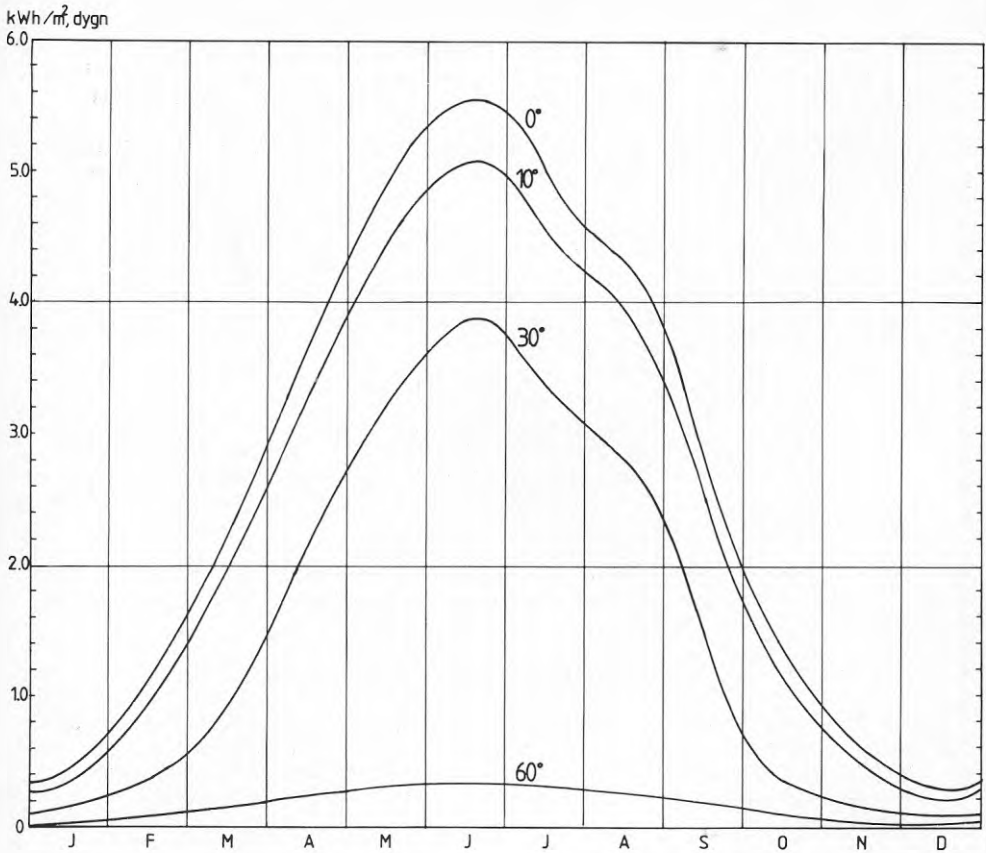
Som underlag för bestämning av solvärmestillskott har beräkningar utförts av direkt, diffus och global (direkt + diffus) solinstrålning dels mot horisontella ytor dels mot vertikala ytor orienterade mot N, O, S, V. Beräkningarna har utförts dels för fri horisont dels för en horisontavskärmning av  $10^\circ$ ,  $30^\circ$  respektive  $60^\circ$  i alla riktningar. Resultaten presenteras dels i tabellform i appendix 2:1 dels i figur 2.2 a-e nedan. Dessa resultat ligger till grund för schematiska uppskattningar i etapp I av passivt solvärmestillskott. I etapp II har mer förfinade beräkningar gjorts av instrålningen mot fasadytor i småhusområden med viss, definierad bebyggelsestruktur.

Som stöd för diskussionen av solinstrålning och solvärmestillskott i avsnitt 3.1 och 3.2 bifogas ett solbanediagram för Ängelholms latitud i appendix 2:2.

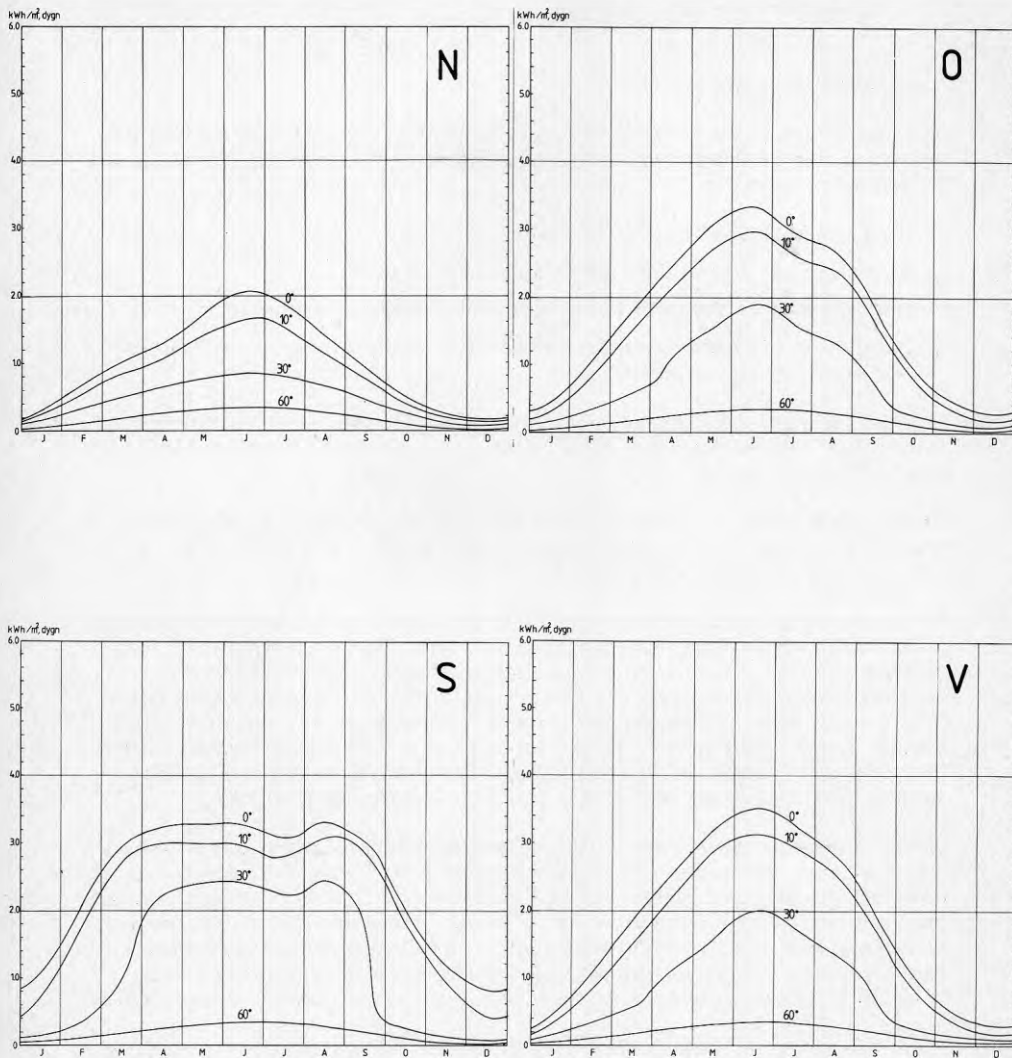
Tabellerna (app. 2:1) och figurerna 2.2 a-e visar bl a följande.

För S-vända fasader är globalstrålningen approximativt konstant under månaderna mars-september. Horisontella ytor liksom O- och V-vända fasader har däremot ett mera utpräglat maximum sommartid. V-vända fasader får något större globalstrålning än O-vända under mars-september.

Horisontavskärmningens betydelse för instrålningen är relativt liten vid avskärmningsvinklar under ca  $10^\circ$  men ökar därefter snabbt. Man kan dock lägga märke till att S-vända fasader under december förlorar ca hälften av instrålningen redan vid avskärmningsvinklar under  $10^\circ$  p g a den låga solhöjden ( $\approx 10^\circ$ ) omkring midvintersolståndet (se app. 2:2).



FIGUR 2.2a. Globalstrålning (direkt + diffus solstrålning) vid olika horisontavskärning ( $0^{\circ}$ ,  $10^{\circ}$ ,  $30^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ ). Ängelholm (Barkåkra) medelvärden 1955-83, horisontell yta.



FIGUR 2.2b-e Som figur 2.2a, vertikala ytor orienterade mot N,O,S,V.

## 2.4 Lägesberoende korrektioner

### 2.4.1 Vindhastighetskorrektioner

Den observerade vindhastigheten vid Barkåkra flygplats omräknas till andra platser (beräkningspunkter, se figur 2.3) under hänsynstagande till följande faktorer:

- a) Rådande stabilitetstyp (P-T klass)
- b) Vindriktning (definierar vindvägen mot punkten)
- c) Underlagets varierande skrovlighet ( $z_0$ ) längs vindvägen
- d) Omgivningens detaljstruktur inom 400 m radie närmast beräkningspunkten (endast etapp II)

(För en närmare förklaring av metodiken se Taesler, 1985). Vindriktningen har inte korrigerats lokalt utan antas överallt vara densamma som vid flygplatsen.

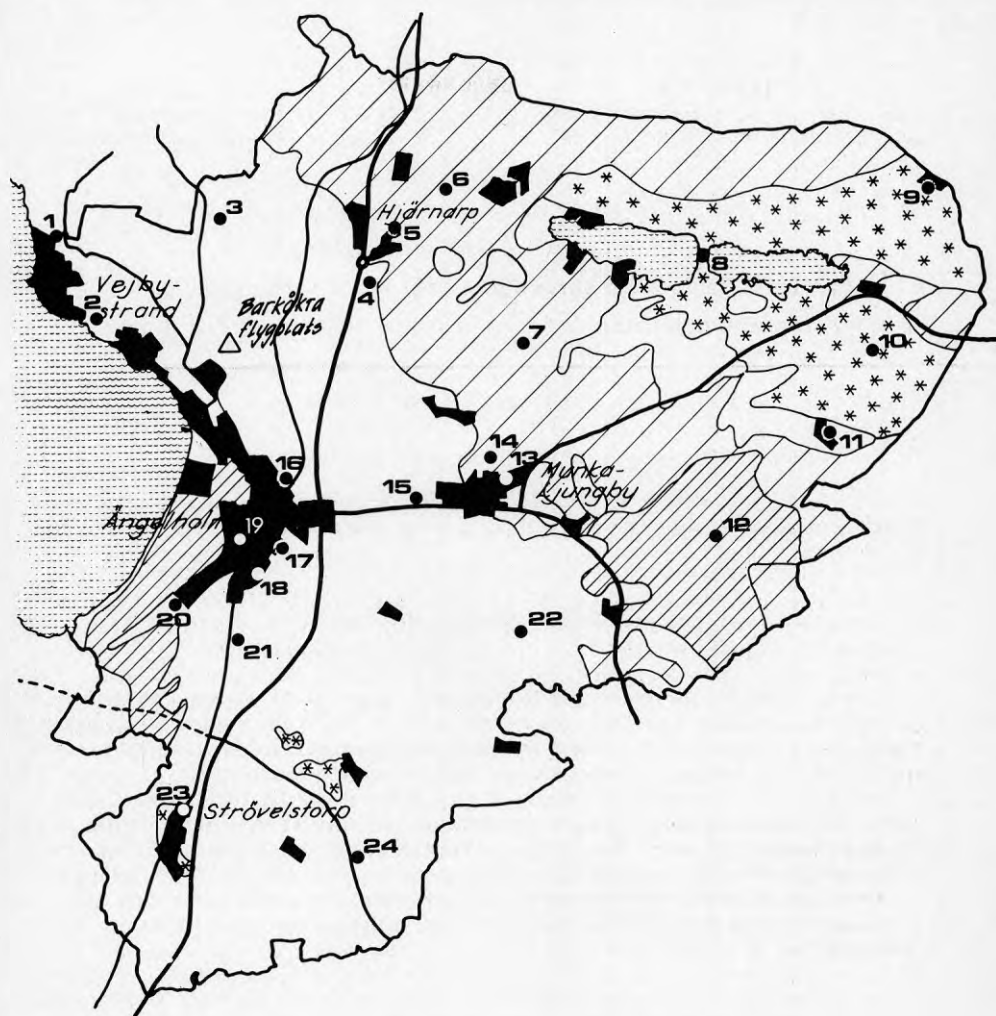
Landskapets allmänna skrovlighet (terräng, vegetation, bebyggelseutbredning) karakteriseras med den  $s_k$  skrovlighetsparametern  $z_0$ . En kommunomfattande  $z_0$ -kartering visas i figur 2.3.







För varje vindriktningssektor bestäms de skrovlighetsförhållanden, som råder längs vindvägen fram till en viss plats. Med utgångspunkt från vindhastigheten på Barkåkra (app. 1) beräknas därefter först en lokal vindhastighet med hänsyn till faktorerna a-c ovan för standardhöjden 10 m ö m. Denna vindhastighet används, i kombination med den enligt avsnitt 2.4.2 lokalt korrigerade temperaturen, för beräkning av värmeförlusterna (TLOSS, VLOSS, QLOSS). Den närmaste omgivningens detaljstruktur beaktas alltså inte i detta första beräkningssteg.

För 11 speciellt utvalda beräkningspunkter i småhusbebyggelse i olika tätorter inom kommunen (se vidare avsnitt 2.6.3) har beräkningarna förts ett steg längre genom att ta hänsyn mera i detalj till byggnadens omgivning. Syftet härvid är att studera, hur värmeförlusten beror av husets läge i förhållande till omgivande bebyggelse i kombination med förekomst av olika vindriktningar. Ett område med 400 m radie omkring byggnaden analyseras och parameteriseras därför enligt följande.

Först klassificeras husets läge med avseende på utsträckningen av den närmast omgivande bebyggelsen (småhusområden) i olika väderstreck.

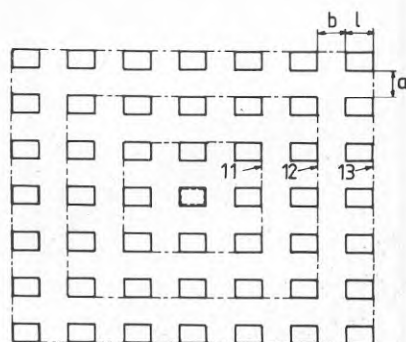
Omfattande och detaljerade vindtunnelundersökningar av tryckfördelningen ( $c_p$ -värden) på småhus (Wirén, 1985) har visat att vindtrycket är starkt beroende av, om huset är fritt exponerat eller skyddas av en, två respektive tre eller flera husrader. Wiréns undersökningar visar också, hur tryckfördelningen varierar med anblåsriktningen mot byggnaden i respektive fall. Med ledning av dessa undersökningar har följande fyra klasser särskiljts vad avser exponering för vindriktningar inom 30°-sektorer (motsvarande app. 1) och tillhörande uppsättning  $c_p$ -värden enligt Wiréns mätningar. (Beteckningarna har valts enligt Wirén. Se vidare nedan).



	Öppna vattenytor	$z_0 = 0.001$
	Öppen åkermark	$0.02 \leq z_0 \leq 0.05$
	Skog, medeltät	$z_0 = 0.6$
	Skog, tät	$z_0 = 0.8$
	Skog, mycket tät	$z_0 = 1.0$
	Tät bebyggelse, varierande	$0.15 \leq z_0 \leq 1.0$

FIGUR 2.3 Skrovlighetskartering av Ängelholms kommun samt beräkningspunkter i etapp I.

FIGUR 2.4 Småhusgruppering vid vindtunnelmätningar av tryckfördelning (Wirén, 1985).



Konfig.  $a/l = b/l = 2$   
H11, H12, H13

- A 00 Läget fritt exponerat för vind från alla riktningar
- H 11 Läget skyddat av en husrad i viss  $30^{\circ}$ -sektor
- H 12 Läget skyddat av två husrader i viss  $30^{\circ}$ -sektor
- H 13 Läget skyddat av tre eller flera husrader i viss  $30^{\circ}$ -sektor

Klass A 00 har använts även i de fall, då huset är fritt exponerat inom en viss  $30^{\circ}$ -sektor.

Wiréns undersökningar särskiljer även mellan olika bebyggelsetäthet (inbördes avstånd mellan husen) och inbördes förskjutning av husraderna. Det har emellertid för de här aktuella beräkningarna inte bedömts vara motiverat (eller varit praktiskt möjligt) att hitta existerande småhusområden med husgrupperingar motsvarande Wiréns konfigurationer. I stället har för alla beräkningsfallen *antagits* en och samma typ av konfiguration (typ H enligt Wiréns beteckning) såsom framgår ur figur 2.4. Tillvägagångssättet innebär alltså att valet av  $c_p$ -värden för en viss vindriktningsssektor endast approximativt representerar inverkan av den faktiskt existerande bebyggelsen i den närmaste omgivningen (ut till högst tre husraders avstånd).

$c_p$ -värden för respektive exponeringsklass och anblåsriktning relativt bygghanden är sammanställda i tabell 2.6 i avsnitt 2.5.2.

För beräkningen av luftomsättningen behövs dessutom den lokala vindhastighetens referensvärde. Detta har här approximerats som hastigheten på 10 m ö m omedelbart framför (i vindriktningen) det närområde, som motsvarar exponeringsklassen enligt ovan (se vidare figur 3.12 - 3.37). Inverkan av den omgivande bebyggelsen utanför detta närområde beaktas med hjälp av förfinad  $z_0$ -kartering ut till ett avstånd av 400 m från beräkningsspunkten. Referenshastigheten beräknas med hänsyn till tillväxten av ett (eller flera) lokala gränsskikt innanför avståndet 400 m.

Beroende på exponeringen vid en viss vindriktning kommer beräkningsspunkten alltså att höra till någon av de fyra ovan nämnda klasserna A 00, H 11, H 12 eller H 13. Ett hus i kanten av ett villaområde kommer att tillhöra klass A 00 om vinden blåser över öppen, obebyggd mark fram mot huset men tillhöra klass H 13 om vindvägen går över tre (eller flera) husrader.

För var och en av de speciellt utvalda beräkningsspunkterna redovisas detaljerade omgivningskarteringar grafiskt i figurerna 3.12 - 3.37.

### 2.4.2 Temperaturkorrektioner

Korrektioner till de primärt observerade temperaturerna från Barkåkra bestäms i två steg.

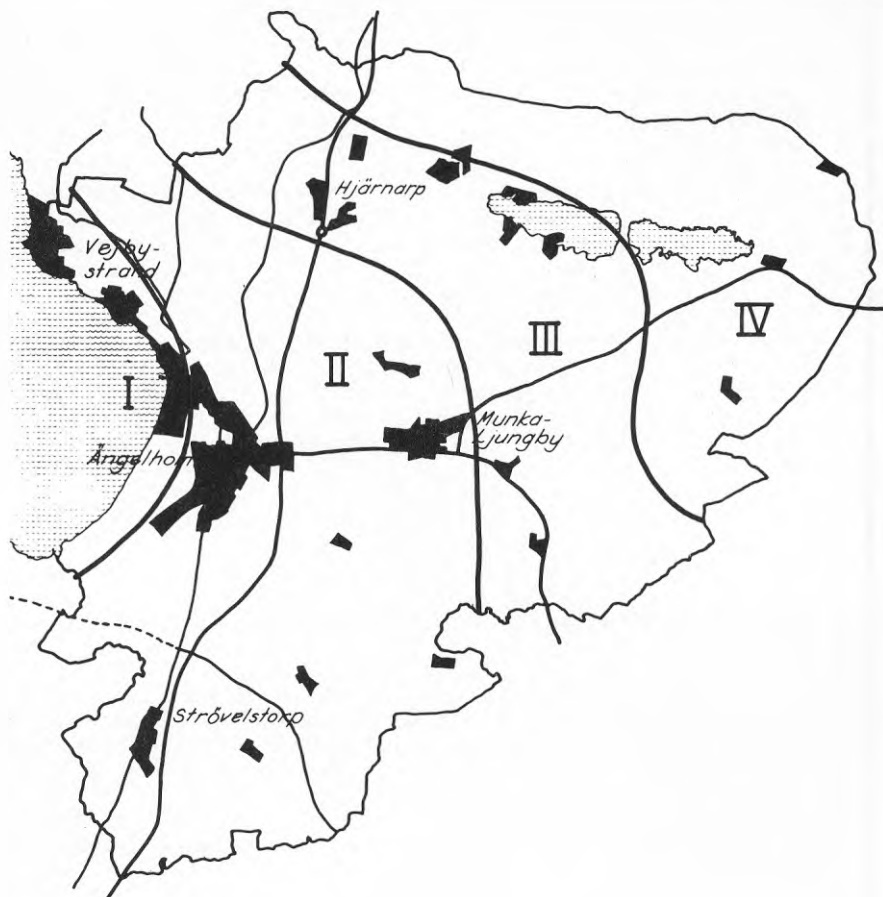
*Steg 1* En grov bild av temperaturklimatet inom kommunen bestäms först i etapp I ur observationer från alla stationer i kommunen (samt angränsande områden), vilka utför dagliga temperaturobservationer (SYNOP, TIMSYNOP och s k små klimatstationer). Dessa stationer klassificeras med hänsyn till höjd över havet och avståndet från kusten samt omgivande landskapstyp. Vidare görs en bedömning av, vilka delar eller zoner inom regionen som i temperaturhänseende kan representeras av en viss station. För varje meteorologisk klass (definierad av stabilitet, vindhastighet, vindriktning) beräknas medeldifferenser relativt referensstationen (Barkåkra), vilka tillordnas respektive zon.

Genom att korrektionerna bestäms för stabilitetsgrupperade vindklasser kan de appliceras på medeltemperaturerna i appendix 1.

Figur 2.5 och nedanstående tabell visar den zonindelning och de korrektioner, som bestämts för Ängelholms kommun. I detta fall har även en tidigare mobil temperaturkartering (Jansson m fl, 1984) kunnat utnyttjas som stöd för bestämningen.

TABELL 2.3. Stabilitetsklassificerade temperaturkorrektioner (°C) relativt Ängelholm/Barkåkra flygplats (zonindelningen framgår ur figur 2.5).

Zon	Stabilitet (PT-klass)								
	Vind	7		6			5		
	hast m/s	0	≥ 1	0	≥ 1		0	≥ 1	
	riktning	-	10-360	-	10-180	190-360	-	10-180	190-360
I		+0.5	+0.3	+0.3	+0.1	+0.2	+0.1	0.0	+0.1
II		-1.0	-0.4	-0.4	-0.2	-0.2	-0.3	0.0	-0.2
III		-2.0	-1.0	-1.3	-0.4	-0.7	-0.5	-0.2	-0.3
IV		-3.0	-1.8	-2.0	-0.8	-1.2	-0.8	-0.5	-0.5



FIGUR 2.5 Zonindelning av Ängelholms kommun för bestämning av temperaturkorrektioner vid lokal omräkning av meteorologiska observationer från Ängelholms flygplats.



De på detta sätt bestämda korrektionerna utgör grova medelvärden för olika meteorologiska typfall. I enskilda situationer kan betydande avvikelser från dessa medelvärden förekomma. Metoden bedöms dock ge rätt storleksordning på de mera storskaliga temperaturvariationerna inom regionen.

*Steg 2* Detta steg utförs endast i etapp II för att ta hänsyn speciellt till bebyggelsens inverkan på temperaturen. Härvid utnyttjas semiempiriska samband mellan bebyggelsestruktur och temperatur samt experimentella resultat från urbana temperaturstudier i Sverige (Taesler, 1981, 1985).

Bebyggelsens temperaturhöjande effekt, den s k urbana värmeö, har påvisats över hela världen och i stadsområden av alla storlekar. På basis av data från ett 30-tal städer i olika världsdelar har Oke (1981) undersökt sambandet mellan den maximala värmeintensiteten,  $\Delta T_{U-R(max)}$ , och stadsbebyggelsens struktur. Det har härvid visat sig att följande relation ger en mycket god uppskattning av detta max-värde,

$$\Delta T_{U-R(max)} = 15.3 - 13.88 \cdot \psi_s \quad (2.3)$$

där  $\psi_s$  är den relativa, fria rymdvinkeln för en punkt i mitten av en gata.

Bebyggelsens temperaturhöjande effekt är till stor del ett resultat av att den fria rymdvinkeln begränsas av byggnader. Detta medför att temperatursänkningen hos ytorna i gaturummet p g a utstrålning blir mindre än vid fri horisont. Effekten härav återspeglas också i lufttemperaturen.

Ett alternativt uttryck, som är enklare att använda för praktiskt bruk (Oke, 1981), är

$$\Delta T_{U-R(max)} = 7.5 + 3.97 \ln (h/w) \quad (2.4)$$

där  $h$  = hushöjden  
 $w$  = gatubredd

Detta uttryck har använts här för bestämning av den *maximalt* möjliga temperaturhöjningen i bebyggelsen.

Värmeöns intensitet är störst vid vindstilla eller mycket svag vind och försvagas snabbt med ökande vindhastighet och/eller molnighet.

För ett visst läge i en bebyggelse bestäms först den maximalt möjliga temperaturhöjningen. Detta värde reduceras därefter med hänsyn till vind- och molnighetsförhållanden. Reduktionen sker enligt ett empiriskt bestämt schema med stabilitetstyp (PT-klass) och vindhastighet som parametrar. Som exempel visas korrektionsschemat avseende ett innerstadsläge i centrala Ängelholm i nedanstående tabell. Exemplet är dock inte representativt för den typ av bebyggelse (småhus) som beräkningarna i avsnitt 3 (etapp I och II) avser. Exemplet ger en övre gräns för storleken av den urbana värmeö-effekten i tätbebyggelse inom kommunen. Som framgår vid jämförelse med zonkorrektionerna

(tabell 2.3) är den urbana effekten av samma storleksordning som de största skillnaderna på regional skala inom kommunen. Även en måttlig förtätning av den idag relativt glesa stadsbebyggelsen skulle kunna ge en avsevärd förstärkning av värmeö-effekten.

TABELL 2.4. Temperaturkorrektion för centrala Ängelholm (adderas till zonkorrektion enligt figur 2.5).

Vindhastighet	PT-klass				
	3	4	5	6	7
0	0	0.4	0.8	1.5	2.3
1	0	0.2	0.6	1.1	1.7
2		0	0.4	0.8	1.2
3			0.2	0.4	0.6
4			0	0	0

Korrektionerna är i detta fall (centralt läge) oberoende av vindriktningen. För andra lägen, t ex i ytterkanten av en bebyggelse, görs en schematisk differentiering av korrektionerna med hänsyn till vindvägen över bebyggelsen. För de utvalda lägen i låg och relativt gles bebyggelse (småhusområden), som studerats speciellt är temperaturkorrektionernas belopp betydligt mindre än i tabell 2.4.

## 2.5 Bebyggelsesdata

Beräkningarna med ENLOSS-modellen tar hänsyn dels till den lokala, omgivande bebyggelsens karaktär (småhus, flervåningshus), gruppering och täthet dels till den enskilda byggnadens form och energitekniska status (k-värde, lufttäthet; fönsterfördelning) samt orientering. Den förstnämnda, stadsplaneknutna typen av indata har vid beräkningarna bestämt så, som redan framgått i avsnitt 2.4.1. Härvid har bebyggelsegruppen (småhusbebyggelse) antagits ha en konfiguration enligt figur 2.4, dvs med två huslängders inbördes avstånd mellan byggnaderna ( $a = b = 2 l$ ). Huset har en enkel, rektangulär planform med sadeltak och taknocken orienterad i längdriktningen.

### 2.5.1 Byggnadsknutna indata

För att karaktärisera den enskilda byggnaden (beräkningsobjektet) har de indata använts, som framgår av tabell 2.5. Till grund för tabellen ligger en genomgång av tekniska beskrivningar av olika, moderna typhus, vilka är planerade att uppföras i kommunen. I tabellen representerar typ A ett genomsnitt av dessa typhus. Med utgångspunkt från data för typ A har sedan typ B och C definierat för att representera hus typer med samma geometriska mått men med väsentligt bättre (typ B) respektive sämre (typ C) energiteknisk status.

TABELL 2.5. Sammanställning av byggnadsparametrar för ENLOSS-beräkningar, Ängelholms kommun. 1½ plan friliggande småhus.

	Typ A	Typ B	Typ C
<i>Yttermått</i>			
Längd (m)	12.5	12.5	12.5
Bredd (m)	7.5	7.5	7.5
Höjd till takfot (m)	2.5	2.5	2.5
Höjd till nock (m)	7.0	7.0	7.0
Taklutning ( $^{\circ}$ )	45.0	45.0	45.0
Uppvärmad volym ( $m^3$ )	315.0	315.0	315.0
Omslutande yta mot uppvärmd volym ( $m^2$ )	195.0	195.0	195.0
Fönsterarea ( $m^2$ )	20.0	20.0	20.0
Fönstertyp	3-glas	3-glas	3-glas
<i><math>k_0</math>-värden (<math>\lambda/d</math>, <math>w/m^{\circ}</math>, <math>k</math>, se App 3)</i>			
Yttervägg	0.25	0.15	0.50
Tak	0.17	0.10	0.35
Fönster	2.0	1.5	2.5
Medelvärde ( $\bar{k}_0$ )	0.39	0.26	0.63
<i>Läckfaktor (<math>c_{50}</math>, <math>m^3/m^2</math>, tim)</i>			
Yttervägg	0.45	0.20	0.90
Yttertak	0.22	0.10	0.45

Läckfaktorerna motsvarar 3.0 luftomsättningar/timme vid 50 Pa tryckdifferens.

Vid beräkningarna har byggnaden antagits orienterad med längdaxeln dels i ost-västlig dels i nord-sydlig riktning, se vidare avsnitt 2.6.

#### 2.5.2 Formfaktorer för olika bebyggelsekonfigurationer och anblåsriktningar

De av Wirén redovisade  $c_p$ -värdena för bebyggelsekonfigurationen A 00 (friliggande), H 11, H 12 och H 13 vid olika anblåsriktning har använts för bestämning av vindtrycksfördelning vid luftomsättningsberäkningarna. Härvid har medelvärden bestämts för varje fasadyta och takhalva i lä respektive lovert vid viss anblåsningvinkel,  $\beta$  (här definierad som vinkeln mellan husets längdaxel och vindriktningen). Dessa ytmedelvärden är sammanställda i tabell 2.6.

Vindriktningen anges i de meteorologiska timobservationerna primärt i hela 10-tal grader. Indata för beräkningarna är emellertid grupperade i 30°-intervall. Med hänsyn härtill har 30° upplösning valts även för byggnadsorienteringen och för anblåsningvinkeln,  $\beta$  relativt husets längdaxel.

TABELL 2.6. Formfaktorvärden bestämda ur resultat från vindtunnelstudier (Wirén 1985) för beräkning av vindtrycksfördelningen över 1½-plans småhus (jfr tabell 2.5). Exponeringsklasser avser vindriktningar inom viss 30°-sektor.  $\beta$ -klass avser vinkeln mellan vindriktningen och husets längdaxel (taknock).  $\beta = 0^\circ$  innebär anblåsning vinkelrätt  $\pm 10^\circ$  mot gaveln,  $\beta = 90^\circ$  vinkelrätt  $\pm 10^\circ$  mot långsidan.

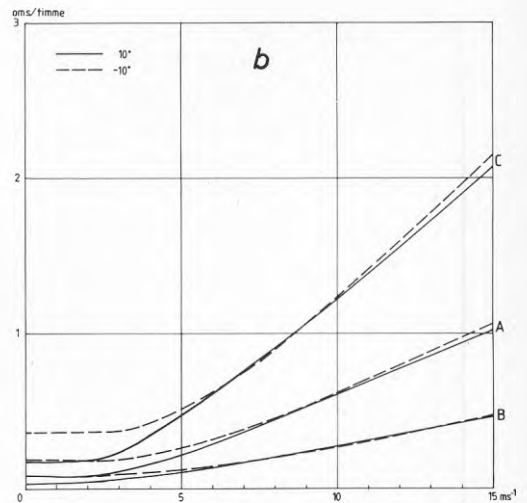
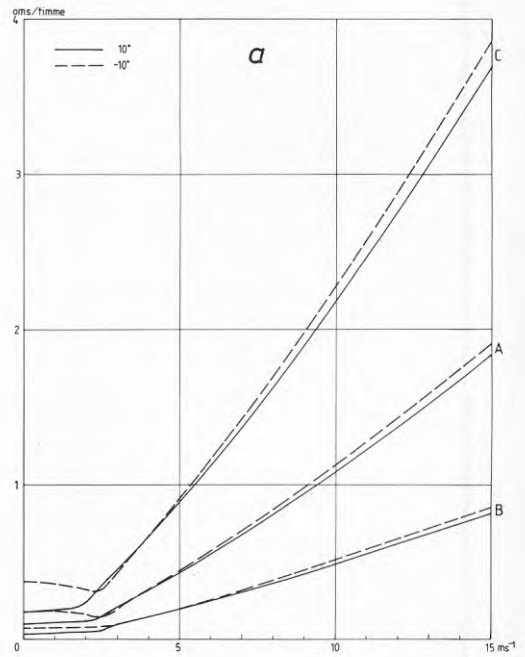
Exponeringsklass	$\beta$ -klass Anblåsning rel. husets längdaxel	Långsidor		Byggnadsyta Gavlar		Tak	
		Lovart	Lä	Lovart	Lä	Lovart	Lä
Friliggande (=ytterläge) (A 00)	0°	-0.48	-0.48	+0.60	-0.32	-0.57	-0.57
	30°	$\pm 0.00$	-0.75	+0.45	-0.55	-0.20	-0.95
	60°	+0.38	-0.70	-0.10	-0.80	+0.12	-0.75
	90°	+0.50	-0.70	-0.90	-0.90	+0.25	-0.77
Innerläge 1 (H 11) 1 husrad i lovart	0°	-0.32	-0.32	+0.35	-0.25	-0.40	-0.40
	30°	$\pm 0.00$	-0.60	+0.40	-0.45	-0.15	-0.82
	60°	+0.29	-0.61	$\pm 0.00$	-0.69	+0.12	-0.69
	90°	+0.28	-0.49	-0.50	-0.50	+0.15	-0.60
Innerläge 2 (H 12) 2 husrader i lovart	0°	-0.35	-0.35	-0.35	-0.25	-0.38	-0.38
	30°	-0.08	-0.52	+0.40	-0.40	-0.20	-0.75
	60°	+0.25	-0.56	$\pm 0.00$	-0.59	+0.10	-0.64
	90°	+0.27	-0.46	-0.50	-0.50	+0.15	-0.56
Innerläge 3 (H 13) 3 eller flera husrader i lovart	0°	-0.32	-0.32	+0.35	-0.25	-0.36	-0.36
	30°	-0.11	-0.50	+0.41	-0.36	-0.21	-0.61
	60°	+0.22	-0.54	-0.05	-0.55	+0.06	-0.61
	90°	+0.27	-0.44	-0.50	-0.50	+0.15	-0.53

### 2.5.3 Infiltrationsförluster vid olika vindhastighet och temperatur

De yttre faktorer, som bestämmer luftomsättningen genom självdragsventilation, är vindens anblåsningens riktning mot huset, den lokala vindhastigheten ovanför hustaksnivå, temperaturskillnaden ute-inne samt den närmaste omgivningens egenskaper. Dessutom inverkar byggnadsknutna faktorer såsom husets geometriska form samt otätheter och dessas fördelning över byggnadsskalet. För att i någon mån illustrera, hur de meteorologiska variablerna vindhastighet och utetemperatur styr infiltrationen, exemplifieras i figur 2.6 a,b den beräknade luftomsättningen ( $\text{h}^{-1}$ ) för hustyp A-C vid anblåsning vinkelrätt mot långsidan (figur 2.6 a) respektive mot gaveln (figur 2.6 b). I figurerna är kurvor inlagda för två utetemperaturer ( $+10^{\circ}\text{C}$ ,  $-10^{\circ}\text{C}$ ). Innetemperaturen förutsätts konstant =  $+20^{\circ}\text{C}$ .

Som framgår av figurerna spelar vindhastigheten en relativt liten roll upp till ca  $3 \text{ m/s}^{-1}$  men därefter ökar luftomsättningen snabbt i samtliga fall. Temperaturberoendet är då praktiskt taget försumbart.

Ett närmare studium av figurerna 1.1 - 1.3 ger anledning att antaga att vindinflytandet på luftomsättningen blir betydelsefullt endast vid vissa vindriktningar såsom närmare diskuterats i avsnitt 3. Det är dock i detta sammanhang värt att notera (jfr ekv. 2.2 och samt även tabell 2.1) att man egentligen inte strikt kan särskilja vindens och temperaturens respektive betydelse för infiltrationsförlusten. Infiltrationsförlusten vid en viss vindhastighet (och vindriktning) beror alltså av den samtidigt rådande temperaturen - och vice versa. Detsamma gäller för övrigt för transmissionsförlusten p g a att k-värdet är (svagt) vindhastighetsberoende. *Uteklimatets roll för byggnadens energibehov kan alltså uttryckas i form av vind-temperaturkomplexets samtidiga effekter på transmissions- respektive infiltrationsförlusterna men däremot inte i form av de båda klimatvariablernas inverkan var för sig.*



FIGUR 2.6 a, b Luftomsättning genom självdragsventilation vid anblåsning vinkelrätt mot långsidan (figur 2.6 a) respektive mot gaveln (figur 2.6 b) vid olika vindhastighet (10 m ö m) och utetemperatur +10 respektive -10°C. Figurerna avser hustyperna A-C enligt tabell 2.5 med  $c_p$ -värden enligt SBN-80.

## 2.6 Resultatöversikt - beräkningar och analyser

### 2.6.1 Etappindelning

De i projektet utförda beräkningarna har skett i två etapper:

- I En kommunomfattande studie av regionala variationer i värmeförlusterna (TLOSS, VLOSS, QLOSS) för hustyp A, B och C.
- II En detaljstudie av energiförlusterna för hustyp A i ett antal utvalda lägen i existerande bebyggelseområden inom olika tätorter i kommunen.

Den första etappen har syftat till att belysa effekterna av varierande klimatförutsättningar sammanhängande med mera storskaliga variationer i landskapet (topografi, skogsvegetation, utbredd bebyggelse, slätter och sjöar, avstånd från kusten).

Sammanlagt 25 beräkningspunkter har valts, fördelade över hela kommunen (se kartan i figur 2.3).

Den andra etappen har inriktats på att belysa effekterna av varierande lokalklimatiska förutsättningar sammanhängande med själva bebyggelseutformningen och den enskilda byggnadens läge (lokalisering och orientering) i förhållande till omgivande bebyggelse. För denna andra etapp har totalt 11 olika byggnadslägen valts i existerande småhusområden i tätorterna Ängelholm, Munka-Ljungby, Hjärnarp och Vejbystrand. De utvalda lägena har klassificerats enligt de i avsnitt 2.4.1 definierade exponeringsklasserna.

### 2.6.2 Regionala (kommunomfattande) variationer i värmeförluster

Beräkningarna i etapp I har omfattat transmissionsförluster (TLOSS), infiltrationsförluster (VLOSS) samt totala värmeförluster ( $QLOSS = TLOSS + VLOSS$ ) i varje beräkningspunkt för de tre byggnaderna A - C enligt avsnitt 2.5.1 och för orienteringarna N-S respektive O-V. Solinstrålning och solvärmestillskott har däremot inte beräknats för varje beräkningspunkt separat eftersom de regionala skillnaderna i solinstrålningen tycks vara obetydliga (se tabell 2.2).

Vid beräkningen av infiltrationsförlusten (VLOSS) i etapp I har vindhastigheten och temperaturen korrigerats med hänsyn till landskapets storskaliga egenskaper, dvs enligt  $z_0$ -karteringen i figur 2.3 och temperaturzonerna i figur 2.5. VLOSS har beräknats med formfaktorer enligt SBN-80, vilket bl a medför att effekten på tryckfördelningen över byggnadsskalet på grund av husets närmaste omgivning försummas (jfr etapp II). Detta innebär att huset i etapp I bör betraktas som fritt exponerat för de på orten i stort rådande vind- och temperaturförutsättningarna.

De kommunomfattande beräkningarna sammanfattas i tabellform i appendix 4. Dessutom redovisas karteringar av genomsnittliga årssummor av TLOSS, VLOSS och QLOSS (figurerna 3.1, 3.4, 3.5) för hustyp A med orientering O-V. Vidare analyseras olika vindriktningars bidrag till energiförlusterna i olika delar av kommunen.

### 2.6.3 Lokalt lägesberoende variationer i värmeförluster

I etapp II har beräkningarna av TLOSS, VLOSS och QLOSS utförts med mera detaljerad hänsyn till den lokala bebyggelsestrukturens inverkan på vind- och temperaturförhållandena samt med hänsyn till byggnadens exponering så som framgått ovan i avsnitt 2.4 och 2.5. De totalt 11 olika beräkningpunkter, som utvalts för dessa beräkningar, är angivna i tabell 3. Läget av respektive punkt framgår dessutom närmare ur figurerna 3.11, 3.12 etc.

Beräkningarna i denna etapp har begränsats till att avse hustyp A (tabell 2.5) med orienteringarna N-S respektive O-V. Formfaktorvärden har valts enligt tabell 2.6.

Förutom värmeförlustberäkningarna har i etapp II även utförts beräkningar av den lokala bebyggelsestrukturens inverkan på solinstrålning och solvärmetillskott, såsom närmare redovisas i avsnitt 3.2.

### 2.6.4 Variationer i värmeförluster och solstrålning mellan olika år

Resultaten i etapp I och II avser genomgående medelvärden över hela beräkningsperioden 1955-79. Eftersom de i beräkningarna ingående klimatementen (vind, temperatur, solinstrålning) varierar avsevärt från år till år, såväl var för sig som tillsammans, har de årsvisa värmeförlust- och solvärmeberäkningar analyserats något närmare. Detta behandlades i avsnitt 3.2.8, varvid resultat dock endast redovisas för ett utvalt beräkningsfall. Syftet är främst att studera storleksordningarna i de årsvisa variationerna.

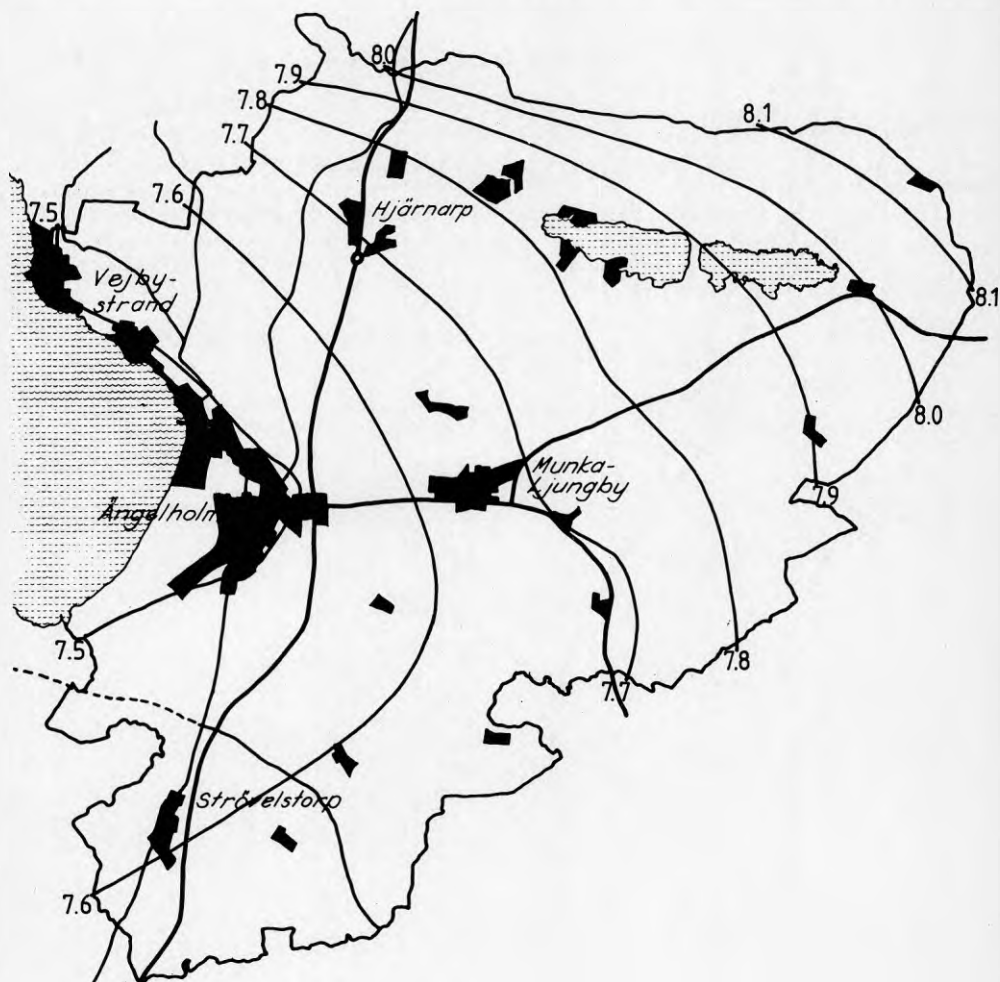


### 3. KLIMATBEROENDE ENERGIOMSÄTTNING I SMÅHUS

#### 3.1 Värmeförluster - etapp I, regionala variationer

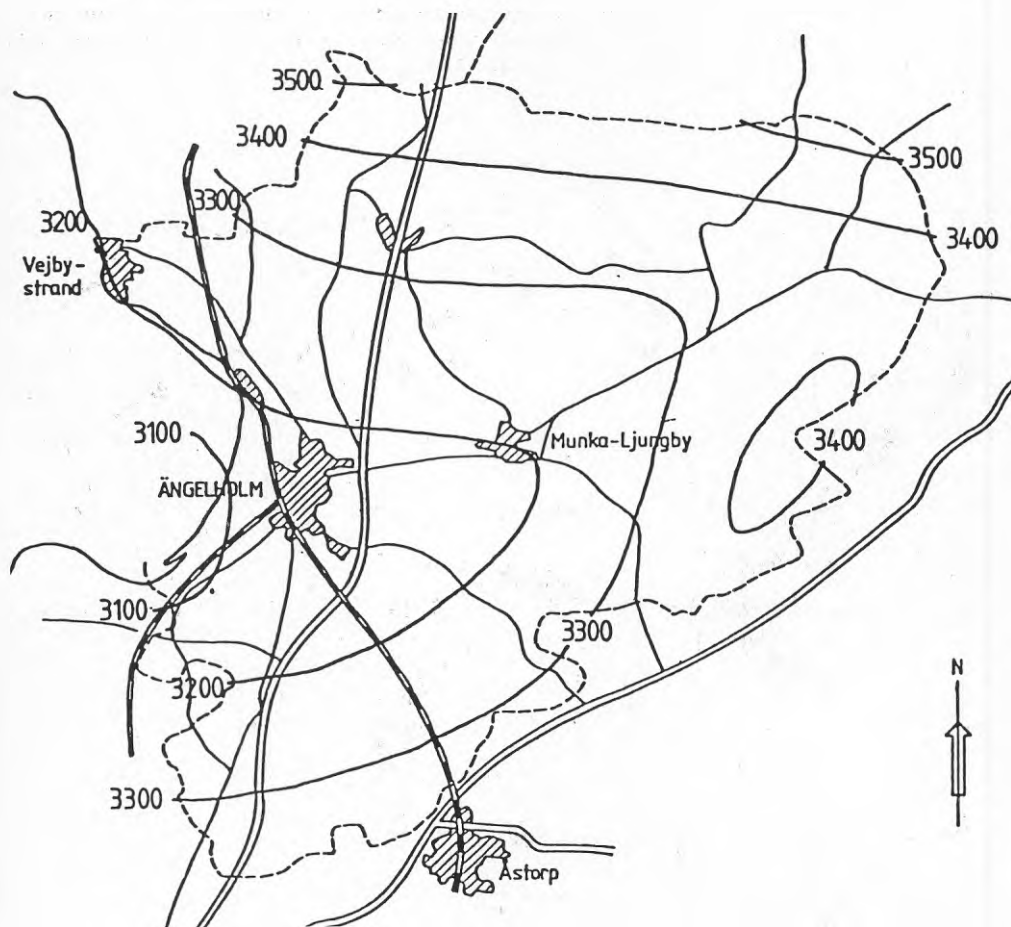
##### 3.1.1 Transmissionsförluster (TLOSS), hustyp A

Figur 3.1 visar, hur de beräknade transmissionsförlusterna (TLOSS, MWh/år) varierar inom kommunen för ett småhus (typ A) med orientering O-V. Värdena, som är medeltal över beräkningsperioden 1955-79, visar en jämn ökning från kusten mot inlandet. Denna ökning motsvarar i huvudsak indelningen i temperaturzoner (figur 2.5). Mönstret överensstämmer också i stort med variationen av antalet graddagar/år, figur 3.2. Det bör observeras att temperaturen här inte korrigerats för den speciella, urbana värmeö-effekten (jfr avsnitt 2.4.2, steg 2).

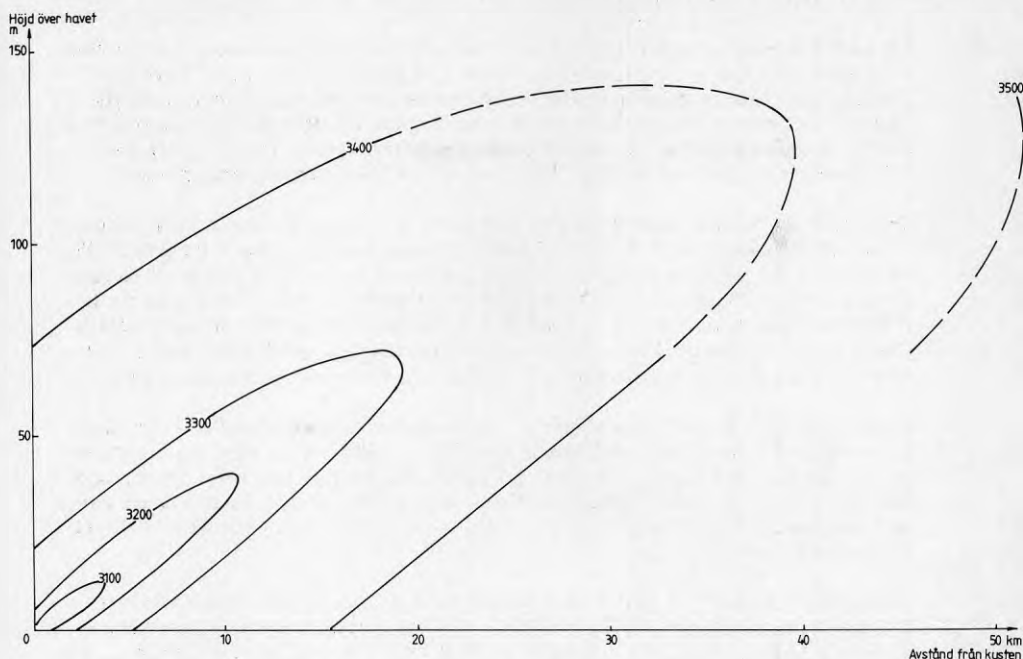


FIGUR 3.1 Beräknade transmissionsförluster (TLOSS, MWh/år) med hänsyn till läge och landskapstyp i Ängelholms kommun. Medelvärden 1955-79, hustyp A.

Längs Hallandsåsens sluttning, vid den nordliga kommungränsen, avtar temperaturerna med ökande höjd över havet. Detta framträder tydligast i figur 3.3, som visar hur antalet graddagar/år ändras med höjden över havet och med avståndet från kusten. (Både figur 3.2 och 3.3 bygger på data även från angränsande delar av Skåne och Halland).



FIGUR 3.2 Medelantal graddagar/år.



FIGUR 3.3 Variationen av antalet graddagar/år med höjden över havet och avståndet från kusten. Figuren bygger på data från stationer i nordvästra Skåne samt angränsande delar av Halland.

Variationen av TLOSS inom kommunen är huvudsakligen bestämd av temperaturens regionala variation men är även svagt påverkad av motsvarande variation i vindhastigheten. Dessutom framträder en urban effekt – orsakad enbart av lokalt reducerad vindhastighet – i form av mindre TLOSS-värden inom Ängelholms tätort. Reduceringen är dock obetydligt, endast ca 0,1 MWh/år.

Den totala variationsvidden i TLOSS inom kommunen är endast ca 0,7 MWh/år eller ca  $\pm 5$  procent omkring medelvärdet för hela kommunen. Motsvarande intervall i antalet graddagar/år är ca  $\pm 6$  procent. Den senare siffran innebär att temperaturförhållandena under eldnings-säsongen i genomsnitt är relativt homogena i hela kommunen. Detta beror till stor del på att ostliga vindriktningar är de vanligaste under denna del av året (jfr figur 1.2 – 1.3), varigenom det maritima inflytandet på temperaturen försvagas, speciellt i kustzonen.

Man kan alltså konstatera att klimateffekter orsakade av landskapets storskaliga variationer inom kommunen har en begränsad inverkan på transmissionsförlusten för ett modernt, välisolerat småhus. Okorrigerad klimatstatistik från Barkåkra medför en osäkerhet på högst ca  $\pm 5$  procent i transmissionsberäkningen för lägen i olika delar av kommunen.

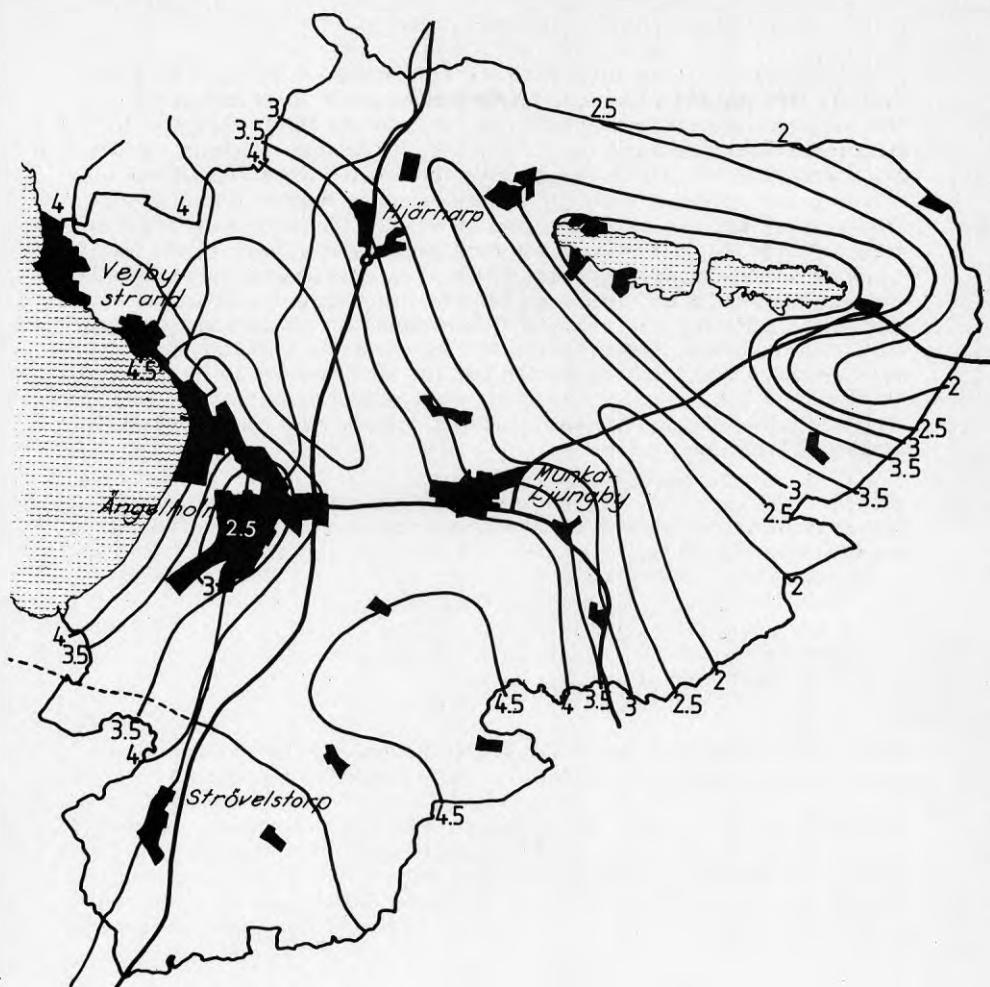
### 3.1.2 Infiltrationsförluster (VLOSS), hustyp A

En betydligt kraftigare storskalig variation inom kommunen framträder i karteringen av infiltrationsförlusten (VLOSS), figur 3.4. Tydliga maxima återfinnes här över de vindutsatta jordbruksslätterna. Höga värden uppträder även närmast kusten, men vindriktningsförhållandena under eldningssäsongen medför, liksom beträffande TLOSS, att den fria exponeringen för vindar från havet får begränsad betydelse.

Övergången mellan öppen jordbruksmark och mera kuperat och skogsbevuxet landskap (jfr figur 2.3) framträder tydligt. De lägsta VLOSS-värdena ( $< 2$  MWh/år) uppträder i de minst vindexponerade områdena i kommunen, trots att dessa områden är relativt kalla. Ett stråk med högre VLOSS-värden (ca 3.5 MWh/år) mellan de båda minimiområdena i den östra kommundelen följer ett flackt område med stor andel myrmarker upp till Västersjön och Rössjön vid foten av Hallandsåsen.

Inflytandet av stadsbebyggelsen i Ängelholm (vindreduktion) är mera framträdande här än beträffande TLOSS. I jämförelse med de angränsande, öppna områdena reduceras VLOSS till ca hälften eller med något mer än 2 MWh/år. Det urbana inflytandet sträcker sig även något utanför det tätbebyggda området till följd av en viss vindreduktion i lä av stadsbebyggelsen.

Analysen i figur 3.4 ger en utjämnad bild av variationerna i VLOSS. Relativt stora lokala avvikelser från de karterade värdena kan förekomma i lägen, speciellt närmast kusten och i lokalt högre terräng, som medför ökad vindexponering.



FIGUR 3.4 Beräknade infiltrationsförluster (VLOSS, MWh/år) med hänsyn till läge och landskapstyp inom Ängelholms kommun. Medelvärden 1955-79, byggnader med O-V orientering, hustyp A,  $c_p$ -värden SBN-80.

### 3.1.3 Totala värmeförluster (QLOSS), hustyp A

Den sammanlagda, klimatberoende värmeförlusten (QLOSS = TLOSS + VLOSS) framgår ur figur 3.5. Variationsmönstret inom kommunen domineras av variationen i VLOSS och de största totala förlusterna återfinns i stort sett i de områden, där VLOSS har maximum. Den totala variationsvidden i QLOSS inom kommunen är ca 3 MWh/år, vilket motsvarar ca ±15 procent omkring medelvärdet för hela kommunen. Den urbana effekten, dvs reduceringen av QLOSS för lägen i centrala Ängelholm, uppgår till ca 2 MWh/år eller ca 20 procent av värdet för intilliggande öppen slättbygd. Detta värde, som återspeglar den lokala effekten på VLOSS av reducerad vindhastighet över stadsbebyggelsen, är något orealistiskt eftersom småhus av den här studerade typen normalt inte återfinns i stadscentra. Vid beräkningar avseende lägen i tätbebyggelse bör effekten av den urbana värmeö och dessutom den intilliggande bebyggelsens inverkan på  $c_p$ -värdena beaktas. Detta framgår, vad gäller lägena i småhusområden, närmare ur de mer realistiska beräkningarna i etapp II.

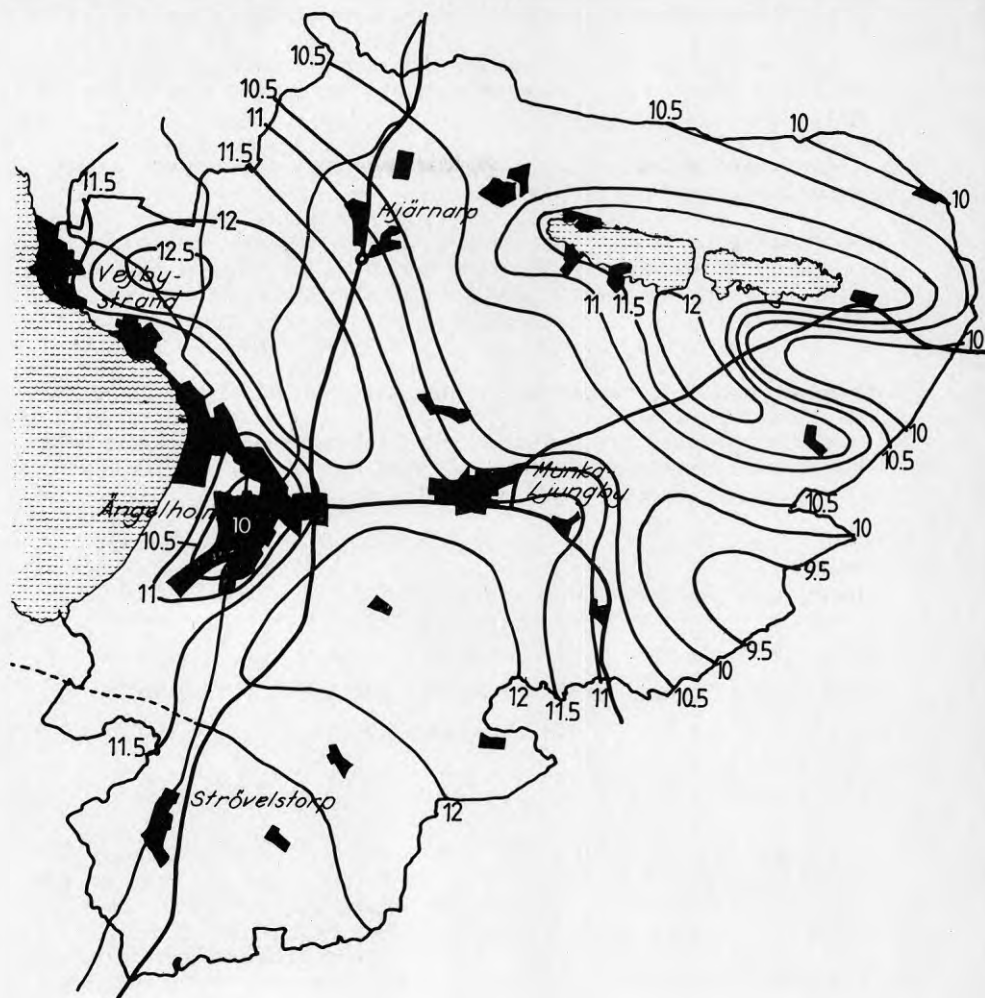
Transmissions- respektive infiltrationsförlustens relativa betydelse varierar kraftigt mellan olika delar av kommunen. Tydligast framträder detta genom att studera kvoten

$$k = \frac{VLOSS}{TLOSS}$$

Som närmare framgår i avsnitt 3.1.6 är denna kvot proportionell mot den genomsnittliga luftomsättningen för respektive byggnadstyp (A-C).

De högsta värdena på kvoten  $k$  uppgår vid O-V orientering till ca 0.6 och de lägsta till ca 0.25. I tätbebyggelse ligger kvoten mellan 0.3 och 0.4, vilket innebär att infiltrationsförlusten utgör ca 25 procent av totalförlusten i ett läge omgivet av utbredd tätbebyggelse. I ett helt öppet läge med maximala QLOSS-värden utgör VLOSS 35-40 procent av totalförlusten.

Ovanstående utgör relativt grova överslagsvärden baserade på de resultat, som ligger till grund för karteringarna i figur 3.1, 3.4 och 3.5. En mer preciserad bild av, hur värmeförlusterna påverkas av husets närmaste omgivning, framgår i avsnitt 3.2.



FIGUR 3.5 Beräknade totala värmeförluster (QLOSS, MWh/år) med hänsyn till läge och landskapstyp inom Ängelholms kommun. Medelvärden 1955-79, byggnader med O-V orientering, hustyp A.

### 3.1.4 Värmeförluster vid olika byggnadsorientering, etapp I

I detta avsnitt jämförs resultat för N-S orienterade byggnader (typ A) med resultaten vid O-V orientering enligt föregående avsnitt (se även app. 4).

Beräkningen av TLOSS påverkas inte av husets orientering, varför figur 3.1 gäller även i detta fall.

Infiltrationsförlusten, VLOSS, visar en viss ökning i samtliga beräkningpunkter. Resultaten för VLOSS och QLOSS samt för kvoten VLOSS/TLOSS och VLOSS/QLOSS är sammanfattade för hustyp A i tabell 3.1.

TABELL 3.1. Byggnadsorienteringens inverkan på värmeförlusterna för hustyp A, etapp I.

Medelvärden, standardavvikelser och total variationsvidd avser hela kommunen (beräkningpunkter 1-24 samt Barkåkra).

Alla ber.- punkter	(N-S)/(O-V)		VLOSS/TLOSS		VLOSS/QLOSS	
	QLOSS	VLOSS	N-S	O-V	N-S	O-V
M.v	1.04	1.11	0.50	0.45	0.33	0.31
Std	±0.02	±0.04	±0.13	±0.11	±0.06	±0.06
Varia- tions- vidd	1.01-	1.05-	0.25-	0.24-	0.20-	0.19-
	-1.07	-1.22	-0.71	-0.63	-0.42	-0.38

Ökningen av VLOSS (i medeltal 11%) medför endast ca 4% ökning av totalförlusten QLOSS, beroende på att TLOSS utgör den dominerande termen. Förhållandet VLOSS/TLOSS, liksom VLOSS/QLOSS, ändras framför allt genom att de maximala värdena ökar påtagligt vid N-S orientering. Detta innebär alltså att byggnadsorienteringen får störst betydelse, både absolut och relativt sett, i de mest vindutsatta delarna av kommunen.

Motsvarande resultat för hustyp B och C i etapp I diskuteras i följande avsnitt.

Som redan påpekats kan beräkningarna av VLOSS i etapp I ifrågasättas på grund av valet av  $c_p$ -värden (enligt SBN-80). Betydelsen härav framgår närmare i avsnitt 3.2 (etapp II), där beräkningarna utförts med användande av Wiréns  $c_p$ -värden.

### 3.1.5 Resultat avseende hustyp B och C, etapp I

Byggnader med väsentligt bättre (typ B) respektive sämre (typ C) energiteknisk status (se tabell 2.5) kommer givetvis att uppvisa avsevärda skillnader i värmeförluster jämfört med typ A under övrigt samma beräkningsförutsättningar. Beträffande TLOSS kan man förvänta att resultaten är approximativt proportionella mot  $k_0$ -värdena i tabell 2.5, se dock appendix 3. Beträffande VLOSS är situationen betydligt mer komplicerad.



Beräkningarna avseende hustyp B och C, O-V och N-S orientering redovisas här i syfte att belysa effekten av de regionala klimatskillnaderna på byggnader (småhus) med mycket olika energiteknisk status. Tabell 3.2 sammanfattar resultaten. Det bör observeras att respektive storhet (relationstal) i tabellen först beräknats separat för var och en av de totalt 25 beräkningspunkterna (figur 2.3), varefter medelvärde, standardavvikelse och variationsvidd beräknats för hela materialet.

Tabell 3.2. Totala värmeförluster för hustyp B och C relativt hustyp A samt förhållandet mellan infiltrations- och transmissionsförluster för typ B respektive C (jfr tabell 3.1), etapp I.

Medelvärden, standardavvikelse och total variationsvidd avser hela kommunen (beräkningspunkter 1-24 samt Barkåkra).

Hustyp	QLOSS				VLOSS/TLOSS			
	B/A		C/A		B		C	
Orient.	N-S	O-V	N-S	O-V	N-S	O-V	N-S	O-V
M.v	0.61	0.62	1.68	1.67	0.32	0.29	0.67	0.60
$\sigma$	0.03	0.01	0.03	0.04	0.08	0.07	0.17	0.14
Inter-	0.60	0.60	1.61	1.61	0.16	0.15	0.34	0.32
vall	-0.65	-0.65	-1.72	-1.71	-0.46	-0.40	-0.94	-0.83

Beträffande *hustyp B* kan nu följande konstateras:

Den totala värmeförlusten (QLOSS) reduceras till 60-65% av värdet för typ A, oberoende av husets orientering. Att variationen mellan de olika beräkningspunkterna är så liten beror på att transmissionsförlusterna dominerar för både hustyp A och B. TLOSS för typ B minskas i alla punkter till ca 69% av värdet för typ A, oberoende av husets orientering. Reduceringen i TLOSS är något svagare än vad som motsvarar skillnaden i de nominella  $k_0$ -värdena (se app. 3). Enligt tabell 2.5 är förhållandet mellan dessa värden

$$\frac{k_0(B)}{k_0(A)} = \frac{0.26}{0.39} = 67\%$$

Effekten av de lokala vind- och temperaturförhållandena på TLOSS (funktionen  $F(u, \theta)$ , app. 3) är alltså att energibesparingen blir mindre än vad som motsvarar den bättre isoleringsstandarden i typ B jämfört med typ A.

Förhållandet VLOSS/TLOSS för typ B visar relativt stora variationer inom kommunen. Variationsvidden är dock avsevärt reducerad jämfört med typ A (se 3.1.3). De lägsta värdena (0.15) erhålles i de östra kommundelarna (pkt 9,10) och de högsta (0.40-0.45) nära kusten (pkt 2) och i det öppna jordbrukslandskapet (pkt 3,15,21-24). I tätbebyggelse ligger kvoten för typ B i intervallet 0.25-0.30.

Motsvarande resultat för *hustyp C* är följande. Den totala värmeförlusten (QLOSS) ökar till 160-170% av värdet för typ A. Det sämre nominella  $k_0$ -värdet för typ C motsvarar en ökning av transmissionsförlusten till 162%. De faktiska, beräknade TLOSS-värdena ökar emellertid endast till ca 152% jämfört med typ A. I detta fall är alltså effekten av de lokala vind- och temperaturförhållandena ( $F(u, \theta)$ ) att ökningen av energiförlusten p g a sämre isoleringsstandard blir 10% mindre, än vad som motsvarar skillnaden i nominella  $k_0$ -värden.

Variationen i förhållanden VLOSS/TLOSS för typ C ökar i jämförelse med typ A. De högsta värdena är 0.85-0.95 och de lägsta 0.30-0.35. Den geografiska fördelningen inom kommunen av kvoten VLOSS/TLOSS är densamma som tidigare. I tätbebyggelse ligger värdena för typ C i intervallet 0.45-0.65.

### 3.1.6 Värmeförluster vid olika vindriktningar, etapp I

Sammanställningen av beräkningsresultat i appendix 4 visar avsevärda skillnader mellan olika beräkningspunkter. Skillnaderna är framför allt knutna till VLOSS och representerar främst effekten av variationer i vindklimatet inom kommunen.

I detta avsnitt analyseras olika vindriktningars betydelse för värmeförlusterna för *hustyp A*, *B* och *C* närmare. Fem olika beräkningspunkter har valts för att representera lägen i kommunen med inbördes starkt skilda vind- och temperaturklimat.

Barkåkra flygplats:	Referensfallet för QLOSS
Punkt 2:	Kustläge, speciellt exponerat för V-vindar
Punkt 8:	Inlandsläge, dock exponerat för O- och V-vindar
Punkt 10:	Inlandsläge, starkt skyddat av skog i alla riktningar
Punkt 19:	Innerstadsläge, skyddat av bebyggelse i alla riktningar

I appendix 5:1-6 har tabellerats värden för varje  $30^\circ$ -vindriktningssektor ( $r$ ) av följande storheter:

$$Q_r = \frac{QLOSS(r)}{\sum_r QLOSS(r)_{BARKÅKRA}} \cdot 100 (\%)$$

$$\left(\frac{V}{T}\right)_r = \frac{VLOSS(r)}{TLOSS(r)}$$

$$\bar{n}_r = \text{genomsnittlig luftomsättning (h}^{-1}\text{)}$$

Storheten  $Q_r$  anger alltså den lokala värmeförlusten i samband med en viss vindriktning i procent av totalförlusten över alla vindriktningar för en byggnad av samma typ och orientering med tänkt placering på Barkåkra flygplats. Detta referensvärde,  $(\Sigma QLOSS)_{BARKÅKRA}$ , är angivet i respektive tabell.

Observera att  $Q_r$  är normaliserad med ett och samma referensvärde (totalförlusten på Barkåkra, summerad över alla vindriktningar, för respektive hustyp och byggnadsorientering). Skillnaderna i  $Q_r$ -värden visar alltså den relativa effekten på QLOSS av de regionala temperatur- och vindhastighetsvariationerna. Av tabellerna i app. 5:1-6 framgår i huvudsak följande beträffande  $Q_r$ .

- Totalförlusten, summerad över alla vindriktningar + lugnt är mindre i punkt 2, 8, 10 och 19 än på Barkåkra oavsett hustyp och orientering. Reduktionen av QLOSS är störst, både absolut och procentuellt, för hustyp C med N-S orientering, minst för hustyp B med O-V orientering. Skillnaden i total värmeförlust relativt Barkåkra kan maximalt (punkt 10) uppgå till 20-25% för hustyp A, ca 15% för hustyp B och 25-30% för hustyp C.
- Totalförlusten vid vindstilla utgör i samtliga fall ca 5% av referensvärdet. I punkt 8 och 10 är värdet ca 6% p g a systematiskt lägre temperaturer.
- De flesta riktningssektorer uppvisar minskning av QLOSS relativt Barkåkra. Vissa undantag finns dock (understrukna värden) för punkt 2 och 8, speciellt för N-S orienterade hus. Jämförelse med figur 2.3 visar att dessa lokalt högre värden representerar vindväg över öppna vattenytor uppströms om beräkningspunkten.
- Den procentuella  $Q_r$ -fördelningen över olika sektorer i en viss beräkningspunkt är dock i stort densamma för alla tre hustyperna och båda orienteringarna.

Som framgår av resultaten återspeglar  $Q_r$  i stort frekvensfördelningen av olika vindriktningar (jfr figur 1.1 - 1.3) med maxima omkring  $120^\circ$  och  $270^\circ$ . Därav följer emellertid inte med nödvändighet att behovet av vindskydd - eller möjligheterna till energibesparing genom vindskyddande planering på en viss plats - är störst för dessa riktningar. Skälen här till är följande:

- Både TLOSS och VLOSS är approximativt proportionella mot antalet gradtimmar ( $\Sigma \Delta \theta$ ) i en viss vindriktningssektor (se vidare nedan), vilket i sin tur är proportionellt mot förekomsten av respektive vindriktning.
- Värmeförlusten domineras alltid av TLOSS. Denna storhet är inte beroende av vindens riktning och är endast svagt beroende av vindens hastighet (jfr app. 3).
- Vid vindhastigheter  $\lesssim 3 \text{ ms}^{-1}$  är VLOSS approximativt oberoende av vindhastigheten och endast svagt beroende av temperaturskillnaden ute-inne ( $\Delta \theta$ ). Vid vindhastigheter  $> 3 \text{ ms}^{-1}$  ökar däremot VLOSS snabbt (jfr figur 2.6). Effekten av en vindreducerande omgivning blir därför beroende av antalet gradtimmar vid vindhastigheter högre än  $3 \text{ ms}^{-1}$  i olika vindriktningssektorer.

Kvoten  $(V/T)_r$  i app. 5:1-6 anger förhållandet mellan de lokala infiltrations- respektive transmissionsförlusterna vid viss vindriktning. Enligt ekv. (2.1) och (2.2) kan kvoten skrivas, efter införande av medelvärden  $\bar{\rho}$ ,  $k_{eff}$ ,  $\bar{n}_r$ , enligt:

$$\left(\frac{V}{T}\right)_r = \frac{V \cdot c \cdot \bar{\rho} \cdot \bar{n}_r}{A \cdot k_{eff}} \quad (3.1)$$

Införandet av ett konstant  $k_{eff}$ -värde för respektive hustyp A, B, C innebär att det svaga vind-temperaturberoendet i  $k$ -värdet (jfr avsnitt 3.1.5 och app. 3) försummas.

Kvoten  $(V/T)_r$  är oberoende av antalet gradtimmar ( $\Sigma \Delta \theta$ ) i sektorn. Effekten av temperaturskillnaden ute-inne ( $\Delta \theta$ ) finns dock kvar i  $\bar{n}_r$ . Med användande av konstanta numeriska värden för volymen  $V$  och arean  $A$  (tabell 2.5) samt  $\bar{\rho} = 1.25$  ( $\text{kg m}^{-3}$ ) och  $c = 1/3.6$  ( $\text{kWh} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ) erhålles:

$$\left(\frac{V}{T}\right)_r = 0.561 \cdot \frac{\bar{n}_r}{k_{eff}} \quad (3.2)$$

För en viss hustyp (visst  $k_{eff}$ ) är alltså kvoten  $(V/T)_r$  proportionell mot den lokala, genomsnittliga (effektiva) luftomsättningen,  $\bar{n}_r$ , vid vindar i en viss riktningsektor. Ekvation (3.2) ger,

$$\bar{n}_r = 1.78 \cdot k_{eff} \left(\frac{V}{T}\right)_r \quad (3.3)$$

För en viss vindriktning och hustyp utgör  $\bar{n}_r$  således den luftomsättning, som motsvarar en effektiv medelvindhastighet i kombination med en effektiv temperaturmedeldifferens ute-inne.

För en viss hustyp (A, B eller C) kan värden på  $\bar{n}_r$  jämföras dels lokalt (för olika vindriktningar och/eller olika byggnadsorientering på en viss plats) dels mellan olika platser. I kombination med antalet gradtimmar per vindriktningsektor - som är oberoende av hustyp och byggnadsorientering - kan också möjligheterna till energibesparing genom olika områdes- och bebyggelseplanering utvärderas och jämföras (se avsnitt 3.2).

Med användande av  $k_{eff}$ -värde för hustyp A, B respektive C enligt appendix 3 erhålles nu följande relationer,

$$\begin{aligned} \text{Hustyp A: } \bar{n}_r &= 0.614 \cdot \left(\frac{V}{T}\right)_r \\ \text{B: } \bar{n}_r &= 0.418 \cdot \left(\frac{V}{T}\right)_r \\ \text{C: } \bar{n}_r &= 0.935 \cdot \left(\frac{V}{T}\right)_r \end{aligned} \quad (3.4)$$

Dessa relationer har använts för att beräkna de i appendix 5:1-6 tabellerade  $\bar{n}_r$ -värdena. Medelvärdena av  $\bar{n}_r$  över alla vindriktningar, exklusive lugnt, ger ett grovt mått på vindexponeringens betydelse på en viss plats och för en viss hustyp. Dessa medelvärden är sammanställda i tabell 3.3.

TABELL 3.3. Genomsnittlig luftomsättning,  $\bar{n}_r$  ( $h^{-1}$ ), för hustyp A, B, C, orientering O-V, N-S i punkt 2, 8, 10, 19 samt Barkåkra. Medelvärden över alla vindriktningar exklusive lugnt.

Punkt	Hustyp								
	A			B			C		
	O-V	N-S	Lugnt	O-V	N-S	Lugnt	O-V	N-S	Lugnt
Barkåkra	0.41	0.43	0.13	0.18	0.19	0.06	0.83	0.87	0.27
2	0.37	0.39	0.13	0.16	0.17	0.05	0.76	0.79	0.26
8	0.29	0.34	0.14	0.13	0.15	0.06	0.60	0.68	0.29
10	0.15	0.15	0.14	0.07	0.07	0.06	0.31	0.31	0.29
19	0.23	0.24	0.13	0.10	0.10	0.05	0.47	0.49	0.26

Byggnadens energitekniska status har, naturligt nog, stor betydelse för luftomsättningen. Enligt beräkningsförutsättningarna i tabell 2.5 förhåller sig  $e_{50}$ -värdena för hustyperna A, B, C som 0.50 (A/B) respektive ca 2.2 (A/C). Motsvarande förhållande mellan  $\bar{n}_r$ -värdena enligt tabellen är 0.48-0.50 (A/B) och 2.15-2.40 (A/C). Skillnaden i dimensionerande lufttäthet ger alltså en god uppskattning av förändringen i genomsnittlig luftomsättning.

Av större intresse i detta sammanhang är emellertid följande konstateranden, baserade på tabell 3.3.

Luftomsättningen i det mest otäta huset (typ C) kan i ett väl vindskyddat läge (p. 10) reduceras till lägre värden än i ett SBN-80 hus (typ A) i helt eller delvis exponerade lägen (Barkåkra och p. 2). Värdena (ca 0.3 respektive 0.4) innebär samtidigt i båda fallen att luftomsättningen i genomsnitt blir lägre än det hygieniska gränsvärdet 0.5 oms.  $h^{-1}$ . För tätning av bebyggelsestrukturen eller vindskyddande vegetationsridåer skulle alltså kunna medföra behov av fläktventilation även i äldre, otäta hus.

I en viss punkt och vid en viss byggnadsorientering är förhållandet mellan luftomsättningens medelvärde över alla vindriktningar,  $\bar{n}_r$ , och värdet vid lugnt,  $\bar{n}_r(0)$ , approximativt oberoende av byggnadstypen. Förhållandet varierar inom följande gränser:

Punkt	$\bar{n}_r/\bar{n}(0)$	
	Orientering	
	O-V	N-S
Barkåkra	3.00-3.15	3.17-3.31
2	2.85-3.20	3.00-3.40
8	2.07-2.17	2.34-2.50
10	1.07-1.17	1.07-1.17
19	1.77-2.00	1.85-2.00

För de två minst vindexponerade lägena (p. 10, 19) är kvoten  $\bar{n}_r/\bar{n}_r(0)$  dessutom praktiskt taget oberoende av byggnadsorienteringen.

Graden av vindexponering (totalt, över alla vindriktningar) tycks alltså ha i stort sett samma relativa betydelse för luftomsättningen i småhus med högst olika energiteknisk status. I mer exponerade lägen har tydligen byggnadsorienteringen en viss betydelse - vilket sammanhänger med "vind-temperaturkomplexet" (figur 1.1-1.3). För att klarlägga detta fordras en närmare analys av  $n_r$ -värdena i appendix 5:1-6.

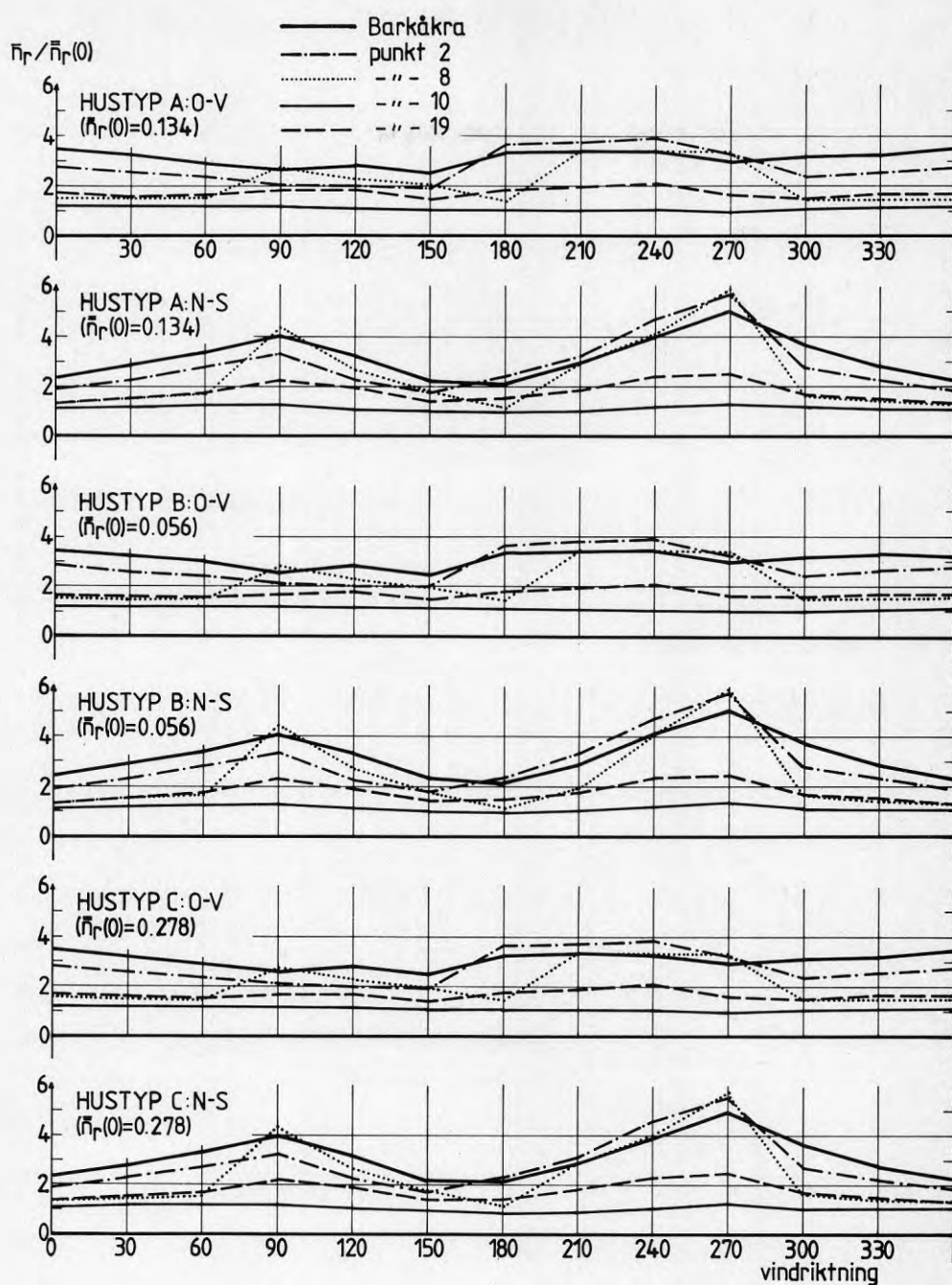
Tabellerna i appendix 5:1-6 visar att  $\bar{n}_r$ -värdet vid vindstilla ( $\bar{n}_r(0)$ ) är praktiskt taget konstant för varje hustyp. (De obetydliga skillnaderna mellan olika punkter är en effekt av de regionala temperaturkorrektionerna, tabell 2.3). Eftersom luftomsättningen är nära konstant upp till ca  $3 \text{ ms}^{-1}$  (jfr figur 2.6) kan kvoten  $\bar{n}_r/\bar{n}_r(0)$  användas som ett mått på den genomsnittliga förstärkningen av luftomsättningen vid vindar i en viss sektor. I figur 3.6a visas denna förstärkningsfaktor vid olika vindriktningar i respektive beräkningsfall (hustyp, läge, orientering).

En närmare granskning av figur 3.6a bekräftar att förstärkningsfaktorn är praktiskt taget oberoende av hustypen vid viss byggnadsorientering. Däremot varierar värdet kraftigt dels mellan de olika beräkningspunkterna dels, för en viss punkt, mellan olika vindriktningar. Detta framgår tydligare ur figur 3.6b, som visar medelvärdet för hustyp A-C vid olika vindriktningar i respektive beräkningspunkt.

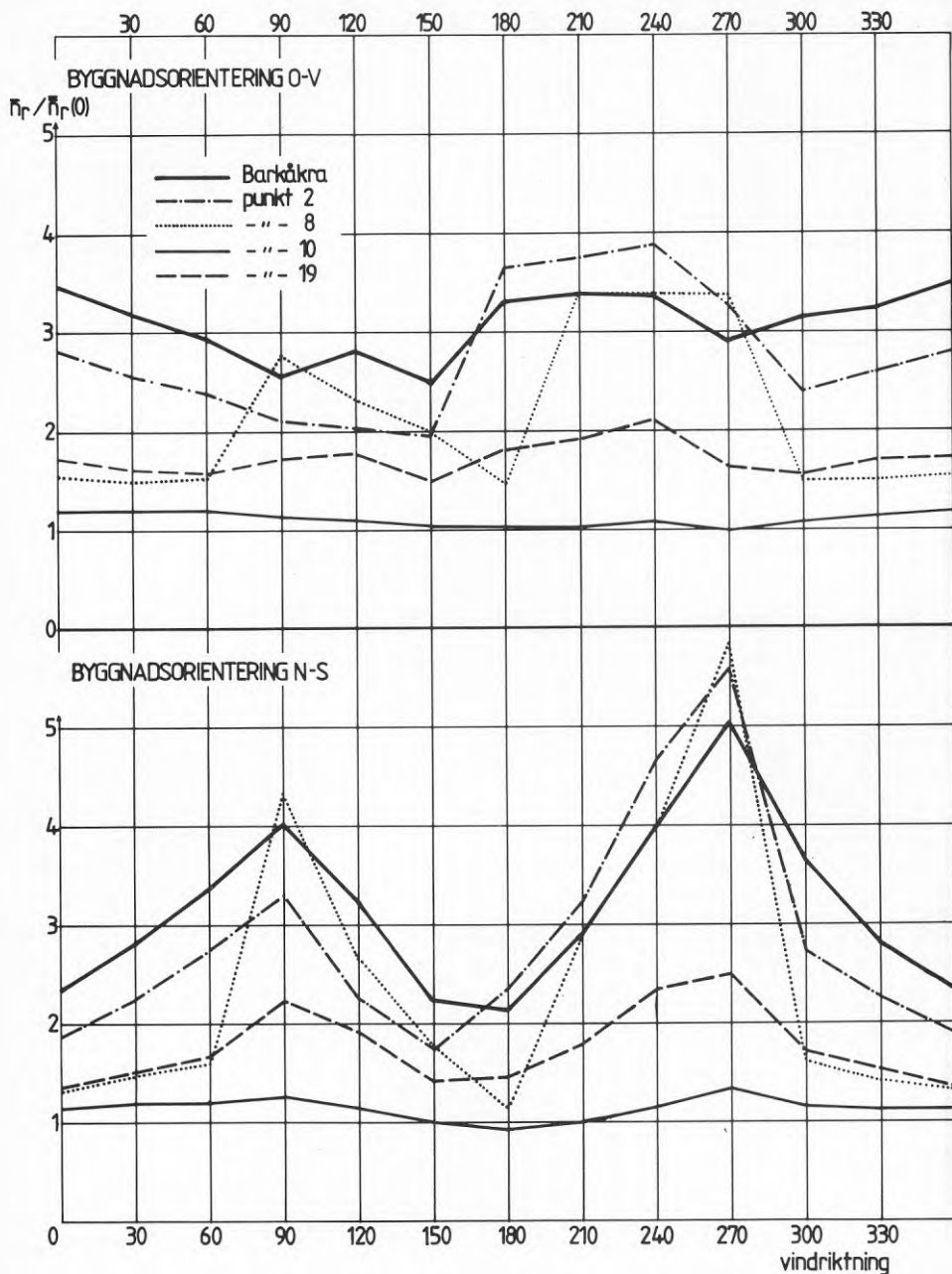
Som framgår av figur 3.6a-b är kvoten  $\bar{n}_r/\bar{n}_r(0)$  för punkt 10 i samtliga fall mycket nära 1. I denna punkt är tydligen effekten av vindreduceringen i det närmaste maximal, dvs vindhastigheten reduceras så gott som alltid till  $< 3 \text{ ms}^{-1}$ . För vindriktningar omkring  $180^\circ$  i punkt 10 är förstärkningsfaktorn t o m mindre än 1 för N-S orienterade hus beroende på systematiskt högre temperaturer vid dessa vindar.

Figur 3.6b visar att den reducering av luftomsättningen, som kan uppnås genom en vindskyddande bebyggelseplanering på en viss plats, är beroende av byggnadsorienteringen. För N-S orienterade hus erhålles störst effekt med skydd för vindar från öster ( $60^\circ - 120^\circ$ ) och väster ( $240^\circ - 300^\circ$ ). För O-V orienterade hus erhålles däremot störst effekt med skydd för vindar mellan söder och väster samt, därefter, från norr.

Ovanstående resultat sammanhänger givetvis med den speciella formen av "vind-temperaturkomplexet" (figur 1.1 - 1.3) i kombination med luftomsättningen vid olika anblåsningsriktningar (jfr figur 2.6).



FIGUR 3.6a Luftomsättning vid olika vindriktningar i förhållande till omsättningen vid vindstilla. Hustyp A, B, C, orientering O-V, N-S. Medelvärden för punkt 2, 8, 10, 19 samt Barkåkra.



FIGUR 3. 6b Luftomsättning vid olika vindriktningar i förhållande till luftomsättningen vid vindstilla för byggnadsorientering O-V respektive N-S. Punkt 2, 8, 10, 19, Barkåkra, medelvärde över hustyp A-C.



Sammanfattningsvis kan man konstatera följande beträffande betydelsen av exponering för olika vindriktningar.

- Den relativa fördelningen av totalförlusten QLOSS över olika vindriktningar bestäms till största delen av antalet gradtimmar ( $\Sigma\Delta\theta$ ) i respektive riktningsektor.
- Möjligheterna till energibesparing genom vindskyddande planering bestäms av, hur ofta vindhastigheten i en viss riktningsektor kan reduceras till under ca  $3 \text{ ms}^{-1}$ .
- Den absoluta effekten av vindskydd är större ju sämre energiteknisk status byggnader har. Samtidigt visar resultaten också att den genomsnittliga luftomsättningen i ett fritt exponerat hus med dålig status (typ C) kan reduceras genom en starkt vindskyddande omgivning till samma nivå som för ett fritt exponerat hus med status motsvarande SBN-80 (typ A). I mer vindskyddade lägen kan hus av både typ A och C få en ur hygienisk synpunkt otillräcklig genomsnittlig luftomsättning, varför fläktventilation kan bli nödvändig med åtföljande ökade värmeförluster. För ett hus med extremt god status (typ B) blir detta fallet även i exponerade lägen.
- Skillnaderna i total värmeförlust (QLOSS) till följd av regionala variationer i vind- och temperaturklimatet inom kommunen kan beroende på hustyp, uppgå till mellan 15 och 30% av värdet för samma hustyp i fritt exponerat läge (Barkåkra).

### 3.1.7 Solstrålning och solvärmestillskott, etapp I

Enligt avsnitt 2.3 (tabell 2.2) är de regionala skillnaderna i solinstrålningen små. Resultaten för Barkåkra i appendix 2 och figur 2.2 a-e bör därför kunna användas för beräkning av solvärmestillskott inom hela kommunen. Detsamma gäller - om än mera approximativt - även variationerna mellan olika år, se avsnitt 3.1.8. Som framgår av figur 2.2 a-e har däremot den rent lokala horisontavskärmningen en avgörande betydelse för solinstrålningen mot byggnaden. Detta studeras något mera i detalj i avsnitt 3.2. Här görs endast vissa översiktliga jämförelser mellan solvärmestillskott och värmeförluster för typfallen A, B, C med N-S respektive O-V orientering.

Solvärmestillskottet har beräknats mycket schematiskt, så som framgår nedan. Den totala fönsterarean är densamma ( $20 \text{ m}^2$ , tabell 2.5) och har för alla tre typfallen (A, B, C) antagits fördelad över olika fasadytor enligt följande.

	O-V orientering	N-S orientering
N-fasad	2 m <sup>2</sup>	4 m <sup>2</sup>
O-fasad	4 m <sup>2</sup>	4 m <sup>2</sup>
S-fasad	10 m <sup>2</sup>	8 m <sup>2</sup>
V-fasad	4 m <sup>2</sup>	4 m <sup>2</sup>

För dessa båda fall har den totala instrålningen mot fönstren vid olika horisontavskärmning beräknats månadsvis samt summerats dels över eldningssäsongen dels över hela året, så som framgår ur appendix 6.

Solstrålningens transmission genom fönster beror, vad gäller den direkta komponenten, av infallsvinkeln mot fönstret (se Brown och Isfält, 1974). För vinklar mot ytnormalen i intervallet  $0^{\circ}$  -  $45^{\circ}$  är emellertid transmissionskoefficienten praktiskt taget konstant. Vidare utgör den diffusa himmelstrålningen 50% eller mer av månadssummorna under eldningssäsongen (okt-april). Beräkningarna av solvärmestillskottet har därför förenklats genom att använda konstanta värden på transmissionskoefficienterna för 3-glasfönster (71%) respektive 2-glasfönster (78%). Denna approximation, som i och för sig utgör en kraftig förenkling av problemet, innebär en viss systematisk överskattning av solvärmeinläckningen. För de här aktuella överslagsmässiga jämförelserna är dock detta av underordnad betydelse. Dessutom har solvärmestillskott p g a absorption och transmission genom övriga delar av byggnads-skalet försumrats.

Det beräknade solvärmestillskottet, som alltså egentligen representerar energiinstrålning genom fönstren, utgör ett bruttovärde. Hur stor del av detta, som kan tillgodoräknas som nettotillskott i byggnadens värmeförsörjning, har inte närmare studerats. Beräkningar härav sammanhänger med bygg- och reglertekniska frågor, som faller utanför ramen för detta projekt.

Med de ovan angivna transmissionsfaktorerna erhålles nu följande solvärmestillskott (kWh) under eldningssäsongen för hustyp A och B (3-glasfönster) respektive C (2-glasfönster).

Hustyp	Horisontavskärmning							
	$0^{\circ}$		$10^{\circ}$		$30^{\circ}$		$60^{\circ}$	
	orientering		orientering		orientering		orientering	
	O-V	N-S	O-V	N-S	O-V	N-S	O-V	N-S
A, B	4320	3932	3630	3294	1453	1365	241	241
C	4746	4320	3988	3618	1596	1499	265	265

Av tabellen framgår att ett O-V orienterat hus med 3-glasfönster får approximativt samma solvärmestillskott som ett N-S orienterat hus med 2-glasfönster - vid den ovan angivna fönsterfördelningen.

En låg horisontavskärmning ( $\approx 10^{\circ}$ ) medför endast ca 10% lägre solvärmestillskott medan förlusten vid  $30^{\circ}$  avskärmning blir hela 65% och vid  $60^{\circ}$  praktiskt taget total ( $\approx 95\%$ ).

En jämförelse med de beräknade värmeförlusterna i appendix 4 visar bl a att solvärmestillskottet under eldningssäsongen för hustyp A är av samma storleksordning som den sammanlagda infiltrationsförlusten (VLOSS) under hela året i ett fritt exponerat läge. För hustyp B är solvärmestillskottet analogt ca dubbelt så stort som VLOSS. Vidare finner man, vid jämförelse med appendix 6, att den totala solvärmeinläckningen genom fönstren under året är nästan lika stor som den totala värmeförlusten (QLOSS) för hustyp A i ett fritt läge.

Med ökande horisontavskärmning från näromgivningen följer också ett ökat vindskydd. Effekterna härav studeras närmare i avsnitt 3.2. Man kan dock redan här konstatera, att en horisontavskärmning på 30° reducerar solvärmestillskottet under eldningssäsongen betydligt mera, både i absoluta och relativa termer, än vad som motsvarar reduktionen av QLOSS för hustyp A i de mest skyddade lägena (p. 10, 12) jämfört med Barkåkra. För hustyp C är effekterna däremot jämförbara - reduktionen är ca 5000 kWh i båda fallen.

Jämförelserna ovan mellan solvärmestillskott och värmeförluster är något oegentliga, eftersom solvärmestillskottet avser eldningssäsongen och värmeförlusterna hela året. För två punkter - Barkåkra och punkt 10 - görs därför nedan en mera detaljerad analys i avsnitt 3.1.9 av balansen för hustyp A mellan värmeförluster och solvärmestillskott månad för månad.

### 3.1.8 Värmeförluster vid konstant luftomsättning, etapp I

Den genomsnittliga luftomsättningen i hus av typ A och B blir, som framgått ovan, otillräcklig ur hygienisk synpunkt. Som komplettering till de föregående beräkningarna redovisas här en överslagsmässig beräkning av ventilationsförlusten vid en konstant luftomsättning  $n = 0.5$  oms.  $h^{-1}$ ,  $V(0.5)$ . Denna förlust har beräknats enligt ekv. (2.2) för en innetemperatur av +20°C. Antalet gradtimmar/månad på Barkåkra flygplats vid denna innetemperatur är följande (medeltal 1955-79):

Januari	15.698	Juli	3.047
Februari	14.329	Augusti	3.267
Mars	14.008	September	5.295
April	10.516	Oktober	8.489
Maj	6.908	November	11.298
Juni	3.813	December	14.461
Året 111.129			

Detta ger följande värden för  $V(0.5)$ :

Januari	858 kWh	Juli	167 kWh
Februari	784 "	Augusti	179 "
Mars	766 "	September	290 "
April	575 "	Oktober	464 "
Maj	378 "	November	618 "
Juni	209 "	December	791 "
Året 6077 kWh			

Som framgår vid jämförelse med årssummorna av VLOSS (app. 4) för Barkåkra (hustyp A och B, orientering O-V respektive N-S) ökar ventilationsförlusten vid fläktstyrning (utan värmeåtervinning) med 0.7-1.4 MWh/år för hustyp A och med 3.5-4 MWh/år för hustyp B. Om enbart eldningssäsongen betraktas (oktober-april) är motsvarande ökning 0.4-0.9 MWh för typ A och 2.8-3 MWh för typ B.

Antalet gradtimmar enligt tabellen ovan avser Barkåkra flygplats. Motsvarande antal har inte beräknats separat för varje beräkningsspunkt (1-24). Man kan emellertid approximativt beräkna dessa tal ur värdena för VLOSS och TLOSS i appendix 4. Som framgått ovan i avsnitt 3.1.7 är kvoten VLOSS/TLOSS för en viss hustyp proportionell mot den genomsnittliga luftomsättningen ( $\bar{n}$ ). Uttrycket för VLOSS (ekv. 2.2) kan förenklas till,

$$VLOSS = V \cdot \bar{n} \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Sigma GT \quad (3.5)$$

varur erhålles

$$\Sigma GT = \frac{VLOSS}{\bar{n} \cdot \rho \cdot c_p \cdot V} \quad (3.6)$$

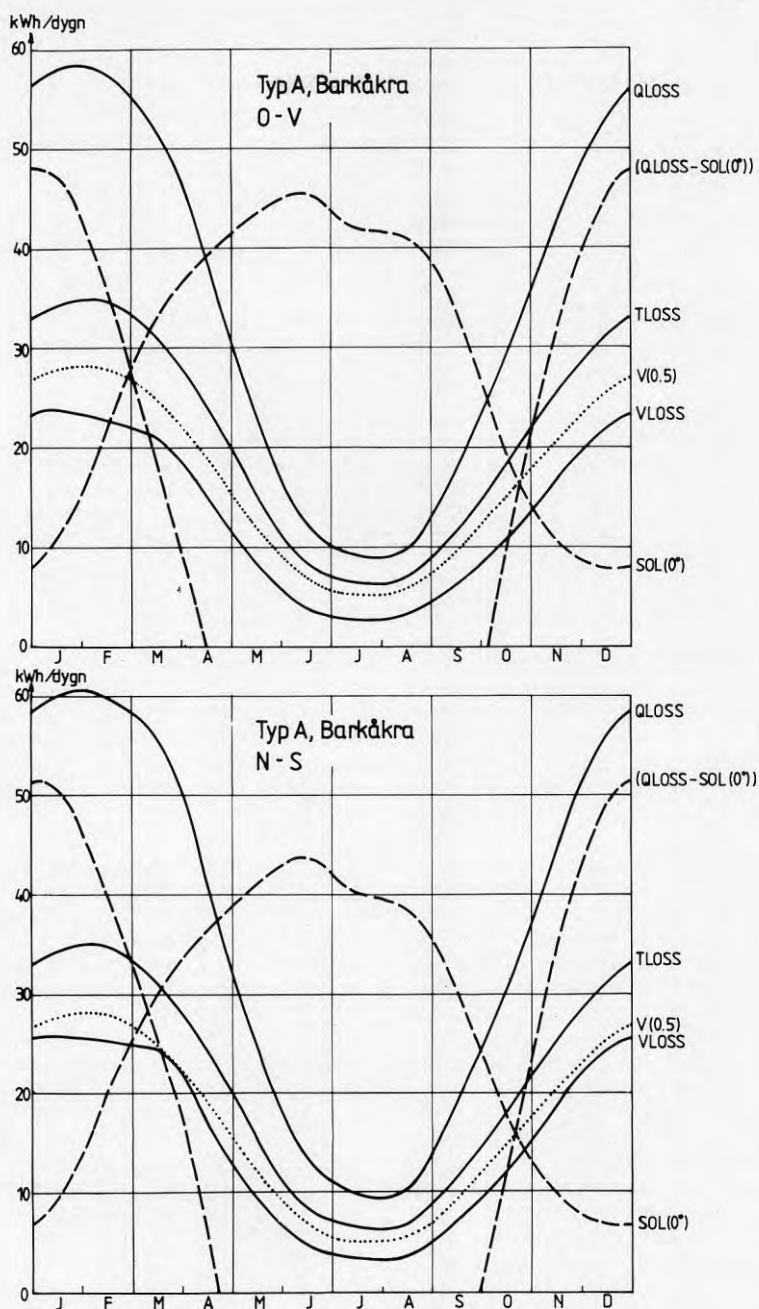
Kvoten VLOSS/TLOSS för hustyp A, O-V orientering, varierar inom kommunen ca 0.63 och 0.24 (jfr avsnitt 3.1.3). Detta motsvarar en variation i  $\bar{n}_A$  mellan 0.388 och 0.147. För antalet gradtimmar erhålles variationsintervallet 111 200 - 118 100, vilket motsvarar en variation i  $V(0.5)$  mellan 6080 och 6460 kWh/år, med de högsta värdena i inlandet.

### 3.1.9 Årsförlopp av värmeförluster och solvärmestillskott, etapp I

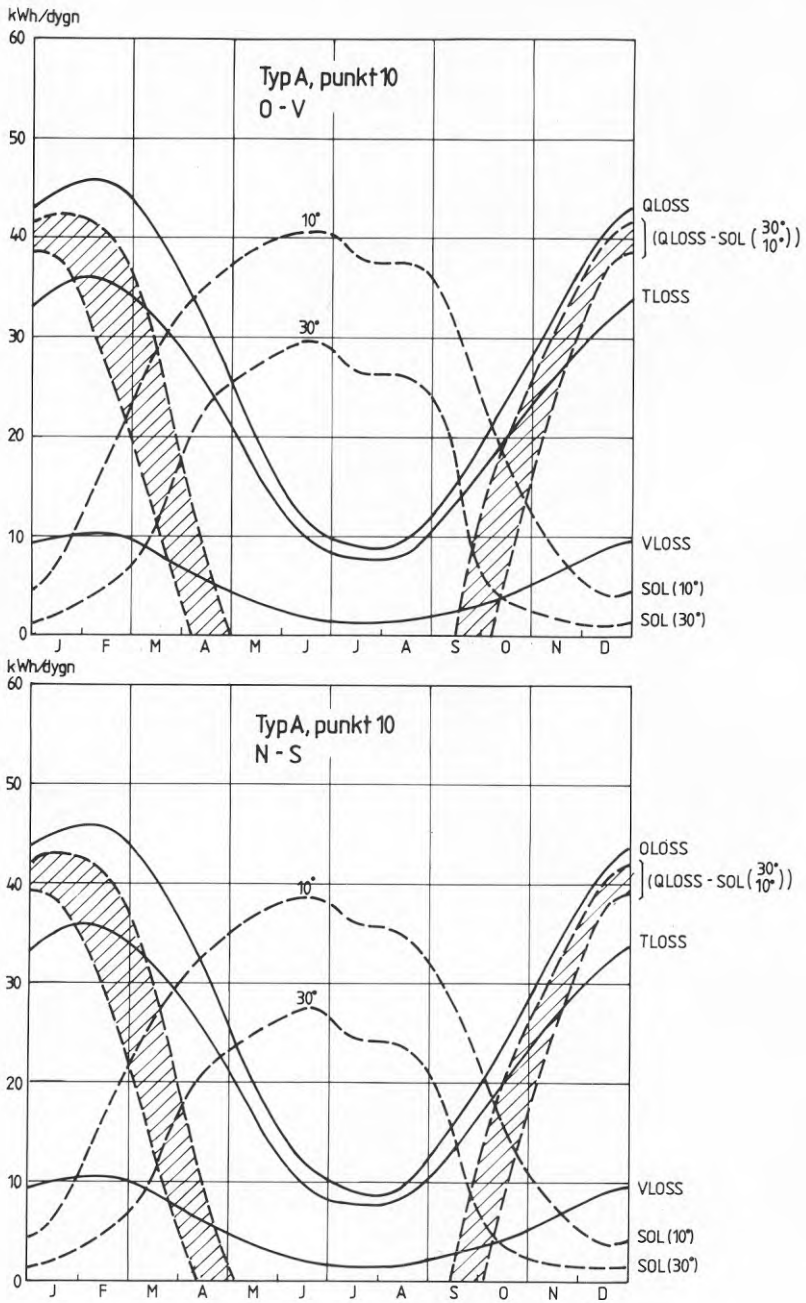
Den kombinerade effekten av klimatberoende värmeförluster och solvärmestillskott i olika typer av omgivning exemplifieras här med beräkningar för hustyp A och C med lägen i referenspunkten Barkåkra respektive punkt 10. Dessa två punkter representerar starkt kontrasterande landskapstyper (öppen slätt nära kusten respektive måttligt kuperat, övervägande skogbevuxet landskap i inlandet). För vardera hustypen behandlas O-V och N-S orientering.

De vind- och temperaturberoende förlusterna (TLOSS, VLOSS, QLOSS) samt solvärmestillskottet (SOL, strålningstransmission genom fönstret) återges i figur 3.7 a,b och 3.8 a,b i form av genomsnittliga årsförlopp (enheter: kWh/dygn, obs. olika skalor för typ A respektive C. I figurerna har även inlagts kurvor över differensen (QLOSS-SOL). Dessutom exemplifieras i figur 3.7 och 3.8 a ventilationsförlusten vid en konstant luftomsättning av 0.5 oms.  $h^{-1}$  ( $V(0.5)$ , jfr avsnitt 3.1.8).

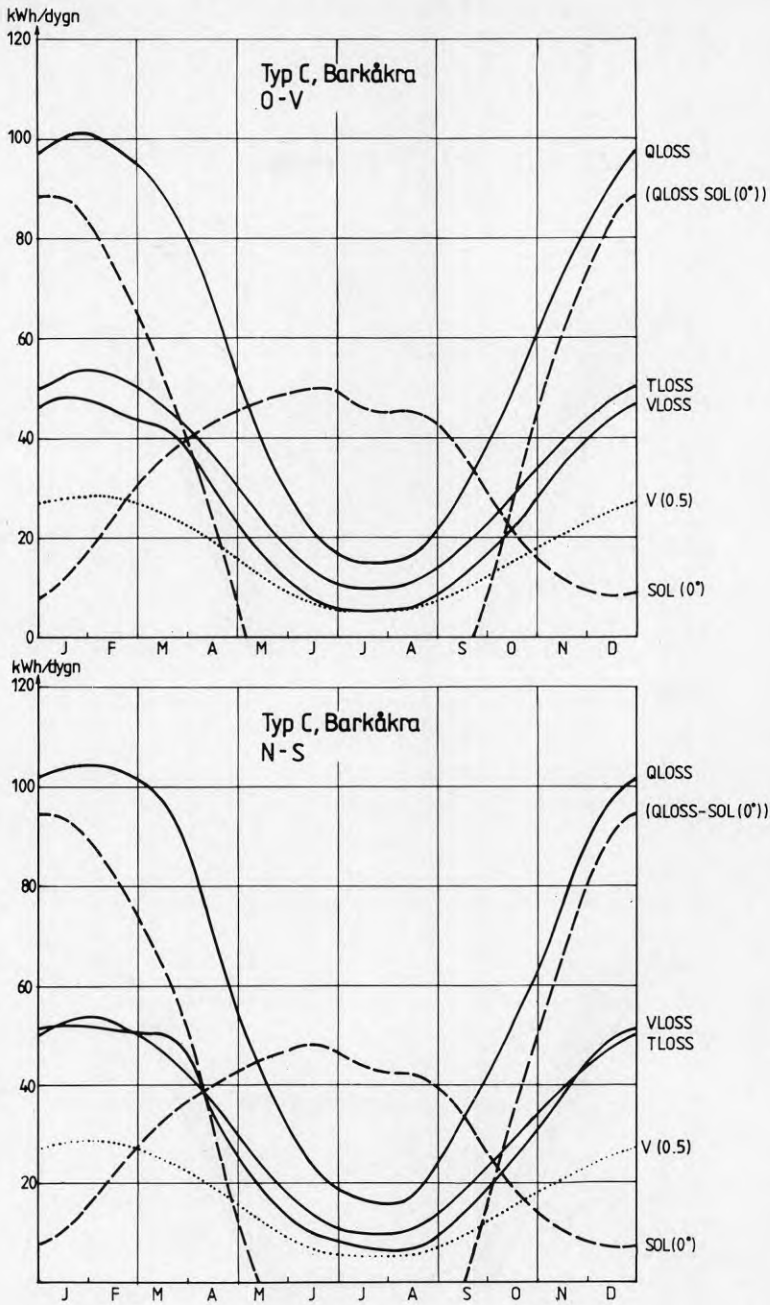
Vid SOL-beräkningarna har valts olika grad av horisontavskärmning för att approximativt representera effekten av den karakteristiska omgivningen i respektive punkt. För Barkåkra har förutsatts en helt fri horisont. Beträffande punkt 10 är den närmaste omgivningen inte exakt definierad (jfr avsnitt 3.2). Landskapstypen omkring punkt 10 ger en avsevärd vindreduktion men punkten kan rent lokalt antagas ha ett mera öppet läge, t ex i en glänta eller i ett villaområde. Horisontavskärmningen i punkten kan väljas inom intervallet  $10^{\circ}$  -  $30^{\circ}$ . SOL-beräkningarna har därför utförts för båda dessa värden.



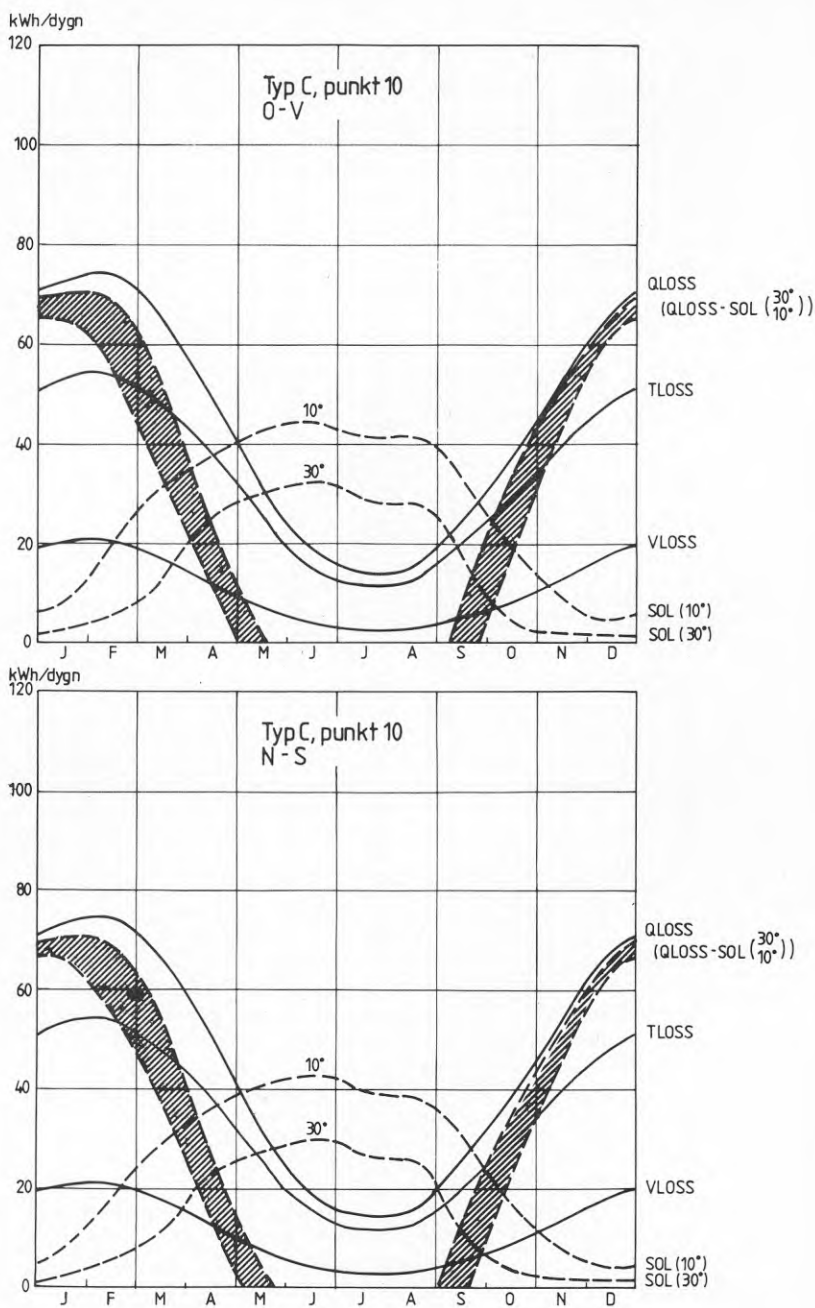
FIGUR 3.7a Medelårsförlopp av klimatberoende värmeförluster och solvärmestillskott samt nettovärmebehov (QLOSS-SOL).



FIGUR 3.7b Medelårsförlopp av klimatberoende värmeförluster och solvärmetillskott samt nettovärmebehov ( $Q_{LOSS} - SOL$ ).



FIGUR 3. 8a Medelårsförlopp av klimatberoende värmeförluster och solvärmestillskott samt nettovärmebehov ( $Q_{LOSS} - SOL$ ).



FIGUR 3. 8 b Medelårsförlopp av klimatberoende värmeförluster och solvärmestillskott samt nettovärmebehov (QLOSS-SOL).



Figurerna 3.7-3.8 exemplifierar, hur de olika klimatberoende termerna i byggnadens energibalans påverkas av skillnader i följande avseenden:

- landskapets allmänna egenskaper
- horisontavskärmningen från den närmaste omgivningen
- byggnadens orientering
- byggnadens energitekniska status

Antalet gradtimmar/år är i punkt 10 ca 6% högre än i Barkåkra. TLOSS ökar dock inte i motsvarande grad. Den systematiskt lägre temperaturen kompenseras tydligen praktiskt taget helt av att vindhastigheten samtidigt reducerats.

För hustyp A finner man att årsmaximum i QLOSS reduceras i punkt 10 jämfört med Barkåkra med 12-15 kWh/dygn, beroende på orienteringen. Detta motsvarar ca 25% av årsmaximum på Barkåkra (i månadsskiftet januari/februari). Minskningen ligger helt i VLOSS, medan TLOSS t o m visar en liten ökning.

Årsmaximum i QLOSS reduceras också för hustyp C med ca 25%, även i detta fall helt och hållet till följd av lägre VLOSS.

N-S orientering ger för både typ A och C en ökning av QLOSS under hela året med några (3-5) %. Under mars månad visar VLOSS en viss relativ förhöjning på Barkåkra, vilket ger 5-10% högre QLOSS vid N-S än vid O-V orientering.

Solvärmetillskottet har en mycket påtaglig inverkan på energibalansen. Man kan speciellt notera följande:

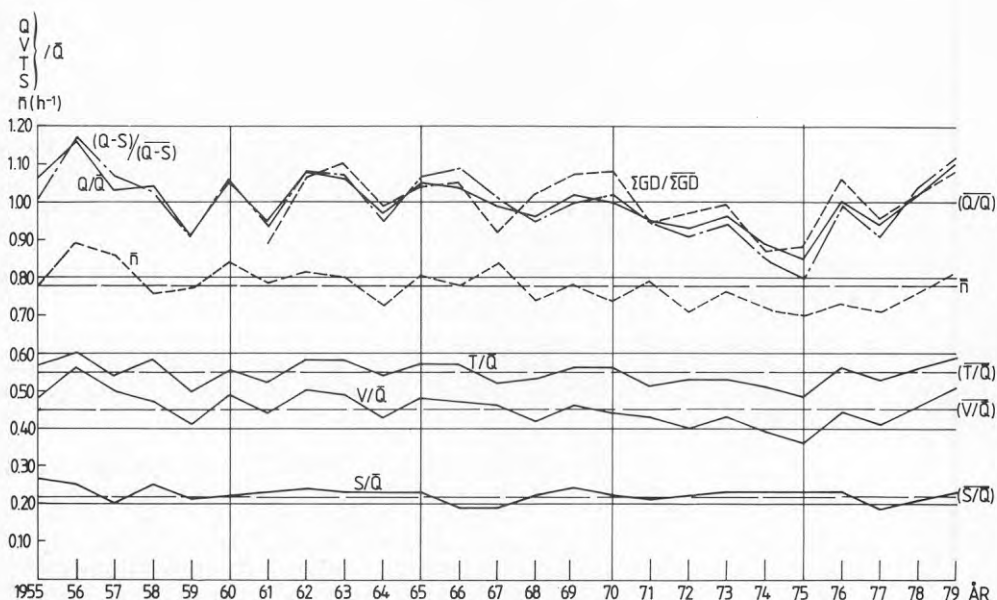
- Vid tidpunkten för årsmaximum i QLOSS är SOL-tillskottet mellan 5 och 20 kWh/dygn, beroende på hustyp, orientering och horisontavskärmning. QLOSS minskar härigenom med mellan 5 och 30% vid denna tidpunkt.
- (QLOSS-SOL) har sitt maximum vid eller straxt efter årsskiftet medan maximum i QLOSS inträffar i månadsskiftet januari/februari.
- Eldningssäsongens längd (varmed här avses den del av året då QLOSS är större än SOL) påverkas avsevärt av SOL-tillskottet. Säsongens början inträffar som tidigast omkring 1 september (typ C, p. 10, N-S orientering, 30<sup>o</sup> hor.avsk.) och som senast i början av oktober (flera fall). Säsongens slut varierar mellan mitten av april (typ A, Barkåkra, O-V orientering, fri horisont) och senare delen av maj (typ C, p. 10, N-S orientering, 30<sup>o</sup> hor.avsk.). Eldningssäsongens längd skiljer sig mellan de olika fallen med upp till 2 - 2.5 månader.

### 3.1.10 Variationer i värmeförluster och solvärmetillskott mellan olika år, etapp I

Resultaten i tidigare avsnitt avser genomgående medelvärden över 25-årsperioden 1955-79. I vissa sammanhang, t ex energiförvaltning och drift av byggnader eller vid utvärdering av åtgärder för förbättring av byggnaders energitekniska status, är variationerna i värmeförluster och solvärmetillskott mellan olika år av betydelse.

I detta avsnitt presenteras årliga värden av värmeförluster, solvärmestillskott, genomsnittlig luftomsättning samt antal graddagar. Härvid har de olika energitermerna (QLOSS, TLOSS, VLOSS, SOL) normerats med medelårssumman av QLOSS ( $\bar{Q}$ , se app. 4) över hela perioden 1955-79. SOL-tillskottet avser eldningsperioden (oktober-april) medan övriga värden avser hela året. Som referensobjekt har valts hustyp C, O-V orientering, Barkåkra, fri horisont. Detta val motiveras av att hustyp C närmast motsvarar äldre byggnader, vilken varit i drift hela eller större delen av perioden. Beräkningarna bör härigenom kunna jämföras med förbrukningsdata. Någon sådan jämförelse har dock inte kunnat göras inom projektets ramar.

Resultaten är sammanställda i appendix 7 samt grafiskt i figur 3.9. (Graddagsuppgifter finns endast tillgängliga fr o m 1961).



FIGUR 3.9 Normerade årsvärden av QLOSS, TLOSS, VLOSS, SOL och antal graddagar samt genomsnittlig luftomsättning ( $\bar{n}$ ) för hustyp C, O-V orientering, Barkåkra. Normering med medelvärde av QLOSS för perioden 1955-79 respektive graddagar 1961-79.

Standardavvikelser och totalt variationsintervall för respektive term är:

	$\sigma$	Max (år)	Min (år)
$Q/\bar{Q}$	$\pm 0.07$	1.16 (1956)	0.85 (1975)
$\Sigma GD/\Sigma \overline{GD} *$	$\pm 0.07$	1.10 (1963)	0.87 (1974)
$(Q-S)/(\overline{Q-S})$	$\pm 0.05$	1.17 (1956)	0.80 (1975)
$T/\bar{Q}$	$\pm 0.03$	0.60 (1956)	0.48 (1975)
$V/\bar{Q}$	$\pm 0.04$	0.56 (1956)	0.36 (1975)
$S/\bar{Q}$	$\pm 0.02$	0.27 (1955)	0.19 (1967)
$\bar{n}$	$\pm 0.05$	0.89 (1956)	0.71 (1977)

\*) 1961-79

De tre första storheterna i tabellen ger olika uppskattningar av de relativa variationerna i årsenergibehovet. Den totala variabiliteten i de tre termerna är approximativt densamma, även om inkluderandet av SOL-termen tenderar att öka differensen mellan extremvärdena. En närmare granskning av figur 3.9 visar emellertid att skillnaden mellan å ena sidan graddagsvärdet och å andra sidan QLOSS- eller (QLOSS-SOL)-värdet ofta kan bli 5-10%. De båda senare termerna visar bättre inbördes överensstämmelse, vilket sammanhänger med att SOL-tillskottet uppgår till endast ca 20% av QLOSS. Variationerna i SOL-termen, i procent av QLOSS, är också påfallande små.

Den relativa graddagssummans avvikelser från de båda andra relativa totalförlusterna ger en indikation på vindens och solstrålningens betydelse för normalisering och löpande uppföljning av uppvärmningsbehovet i byggnader. Graddagsbegreppet, som användes allmänt i rutinmässig energiförvaltning, har ofta visat sig ge avvikelser mellan beräknad och faktisk förbrukning av samma storleksordning som ovan. Den här illustrerade beräkningsmetodiken kan ge en utgångspunkt för ett nytt index för uppföljning av energi-behovet.

Förloppen av  $T/\bar{Q}$  och  $V/\bar{Q}$  i figur 3.9 visar en stor grad av samstämmighet. Detta återspeglar temperaturens dominerande effekt för både transmissions- och infiltrationsförlusterna. Man kan notera, att båda kurvorna (liksom de tre totalförlusttermerna) visar en sjunkande tendens fram till år 1975). Tendensen är något kraftigare i  $V/\bar{Q}$ , vilket förklarar att också  $\bar{n}$  avtar. Beträffande  $T/\bar{Q}$  är avtagandet endast en återspeglning av den sjunkande tendensen i graddagstermen. Beträffande  $V/\bar{Q}$  är situationen något mera komplicerad eftersom även vindhastigheten och vindriktningen (anblåsriktningen relativt huset) påverkar VLOSS. Någon närmare analys av eventuella förändringar i vindklimatet under perioden 1955-79 har emellertid inte utförts i samband med denna undersökning.

Den markanta ökningen av energi-behovet efter år 1975 - totalt 20-30% t o m 1979 - är intressant bl a med tanke på de omfattande förbättrings-åtgärder i byggnadsbeståndet, som började vidtagas vid denna tidpunkt. Effekterna härav, liksom av de skärpta bestämmelserna i SBN-75, kan underskattas om inte denna klimatfluktuation beaktas vid analyser av

energiförbrukningen. Ökningen i graddagstermen representerar sjunkande temperaturer, vilket påverkar både TLOSS och VLOSS. Den senare termen har emellertid ökat något snabbare under de sista tre åren (1977-79), vilket också medfört en ökande genomsnittlig luftomsättning.

I anslutning till ovanstående kan också noteras att de regionala variationerna inom kommunen i den genomsnittliga årliga värmeförlusten är av samma storleksordning (ca 30%) som skillnaderna mellan de högsta och lägsta årsvärdena under den studerade perioden.

### 3.2 Värmeförluster - Etapp II, bebyggelseknuta variationer

#### 3.2.1 Beräkningspunkter - val av orter och lokala lägen

Sammanlagt 11 lägen i småhusområden i olika tätorter inom kommunen har valts ut för mer detaljerade beräkningar av variationer i värmeförluster och solvärmertilskott sammanhängande med byggnadsgruppering och omkringliggande bebyggelse. De 11 beräkningspunkterna är angivna i tabell 3.4. Läget av respektive punkt framgår närmare ur figurerna 3.11 - 3.12 för läge A, B samt motsvarande figurer för övriga lägen (se tabell 3.4).

Beräkningspunkterna har valts för att representera dels nybyggda småhus i de större tätorterna i kommunen, dels olika lägen inom respektive tätort. Härvid har eftersträvat att välja inbördes starkt kontrasterande lägen vad avser i första hand vindexponeringen. Det bör påpekas att de valda punkterna alla ligger i slättbygdsområden eller i övergången till mera kuperat, skogbevuxet landskap medan inga punkter valts i den östra kommundelen. Flertalet punkter är härigenom vindexponerade i någon sektor. Vissa punkter är starkt vindexponerade medan ingen punkt representerar maximalt skyddade lägen.

Beräkningspunkterna har valts dels för att representera nybyggda småhus i de större tätorterna i kommunen, dels olika lägen inom respektive tätort. Härvid har eftersträvat att välja inbördes starkt kontrasterande lägen vad avser i första hand vindexponeringen. Det bör påpekas att de valda punkterna ligger i slättbygdsområden.

Värmeförlustberäkningarna avser genomgående hustyp A (tabell 2.5) och har utförts så, som beskrivits tidigare (avsnitt 2.4.1, 2.4.2, 2.5.1, 2.5.2, 2.6.3). Beräkningen av solvärmertilskott behandlas något närmare i avsnitt 3.2.4.

Liksom i avsnitt 3.1 har två olika byggnadsorienteringar studerats, O-V respektive N-S.

Resultaten av värmeförlustberäkningarna redovisas grafiskt så, som närmare förklaras i avsnitt 3.2.3. Resultaten analyseras och diskuteras vidare i avsnitt 3.2.5.

TABELL 3.4. Utvalda lägen i bebyggelse för ENLOSS-beräkningar avseende hustyp A i etapp II.

*Namn* Avser fastighetsbeteckning eller gatuadress  
*Omgivning* Hänvisar till figurer utvisande platsernas geografiska läge, lokal  $z_0$ -kartering och exponeringsklass i olika väderstreck

Plats	Ort	Namn	Omgivning
A	Ängelholm	Hornugglan 5	Figur 3.11, 3.12
B	Ängelholm	Fodergatan 8	Figur 3.11, 3.14
C	Ängelholm	Nyhem 30	Figur 3.16, 3.17
D	Ängelholm	Nyhem 48	Figur 3.16, 3.19
E	Munka-Ljungby	Munka Ljungby 3:125	Figur 3.21, 3.22
F	Munka-Ljungby	Törnskatan 1:64	Figur 3.24, 3.25
G	Hjärnarp	Harnacka 4:70	Figur 3.27, 3.28
H	Hjärnarp	Kyrkogården 7:63	Figur 3.27, 3.30
I	Vejbystrand	Vejbystrand 15:361	Figur 3.32, 3.33
J	Vejbystrand	Vejbystrand 15:373	Figur 3.32, 3.35
K	Vejbystrand	Magnarpsvägen 61	Figur 3.32, 3.37

### 3.2.2 Övriga beräkningsförutsättningar

Beräkningarna i etapp II bygger på samma klimatologiska primärmaterial som i etapp I, dvs vind-temperaturstatistiken för Barkåkra 1955-79 (app. 1). Skillnaden mellan de båda etapperna ligger, förutom i valet av beräkningspunkter, i att byggnadens närmaste omgivning i etapp II har en detaljerad och exakt definierad geometrisk struktur.

De regionala korrektionerna av vindhastighet och temperatur i etapp I har applicerats även i etapp II. I varje beräkningspunkt har dessutom ytterligare korrektioner skett för effekter av omgivningsstrukturen inom en radie av 400 m.

### 3.2.3 Resultatredovisning i etapp II

Beräkningarna har omfattat samma storheter som i etapp I, dvs:

TLOSS	transmissionsförluster, medelvärden 1955-79
VLOSS	infiltrationsförluster, medelvärden 1955-79
QLOSS	totala värmeförluster, medelvärden 1955-79
SOL	solvärmeinläckning genom fönster, medelvärden 1955-79
(Q-S)	QLOSS-SOL
$\bar{n}_r$	luftomsättning vid viss vindriktning, medelvärden 1955-79
$\bar{n}$	luftomsättning i medeltal över alla vindriktningar och inklusive lugnt, medelvärden 1955-79

Beräkningsresultat för dessa storheter har sammanställts i tabeller i appendix 8-11. Dessa data har vidarebearbetats i syfte att studera inverkan av den närmaste omgivningen omkring var och en av platserna A-K. Platsernas läge och omgivningsegenskaper beskrivs i avsnitt 3.2.5, där också en s k "energivindros" presenteras för varje plats.

SOL-tillskottet har beräknats för olika lägen och för olika byggnadsorientering i en bebyggelsegrupp enligt figur 2.4. Resultaten gäller generellt för alla 11 beräkningpunkterna och redovisas samlat i avsnitt 3.2.7.

Data över den beräknade effektiva luftomsättningen,  $\bar{n}_r$ , för varje 30°-sektor har sammanställts i appendix 10 tillsammans med antalet gradtimmar/år i respektive sektor. Som framgår av definitionen av  $\bar{n}_r$  i avsnitt 3.1.6 är  $\bar{n}_r$  den luftomsättning för en viss hustyp, byggnadsorientering och läge, som motsvarar en effektiv medelvindhastighet och temperaturmedeldifferens ute-inne. Däremot är  $\bar{n}_r$  oberoende av antalet gradtimmar i sektorn, vilket i sin tur är oberoende av byggnaden och endast obetydligt beroende av läget (jfr app. 10).

Vid beräkningarna i etapp II har  $c_p$ -värden enligt Wirén använts (se avsnitt 2.5.2 och tabell 2.6) medan värden enligt SBN-80 använts i etapp I. Beräkningen av TLOSS är däremot oförändrad. Effekten av olika val av  $c_p$ -värden på VLOSS framgår av följande tabell, avseende hustyp A i fritt exponerat läge på Barkåkra.

TABELL 3.5. Årlig infiltrationsförlust (kWh/år) för hustyp A, läge på Barkåkra, med  $c_p$ -värden enligt SBN-80 respektive Wirén.

$c_p$ -värden	I. SBN-80		II. Wirén		II/I	
	O-V	N-S	O-V	N-S	O-V	N-S
VLOSS	4718	5367	4467	5343	0.947	0.996

Valet av  $c_p$ -värden har uppenbarligen inte någon avgörande betydelse för de beräknade totala årliga infiltrationsförlusterna i detta fall. Däremot får valet betydelse vid beräkningar avseende byggnader i grupp, då  $c_p$ -värdena avviker kraftigt från värdena för fritt exponerat hus (jfr tabell 2.6). En jämförelse av  $\bar{n}_r$ -värden för Barkåkra, typ A i appendix 5:1-2 och appendix 10 visar att valet av  $c_p$ -värden dessutom påtagligt påverkar luftomsättningens variation med vindriktningen även för ett fritt exponerat hus. Valet spelar därför större roll för bestämningen av energibesparing genom vindskyddande åtgärder än för bestämningen av den totala infiltrationsförlusten.

### 3.2.4 Värmeförluster vid olika vindriktningar, Barkåkra

Som referensfall för inbördes jämförelser mellan de olika beräkningsfallen har, liksom i etapp I, valts ett O-V orienterat hus (typ A) i fritt exponerat läge på Barkåkra. Den totala årliga värmeförlusten ( $Q_{LOSS_{B-A, O-V}}$ ) för detta fall har beräknats till 12 010 kWh (jfr app. 8), vilket värde utgör basen (= 100%) för jämförelser mellan olika platser, byggnadsorienteringar och vindriktningar.

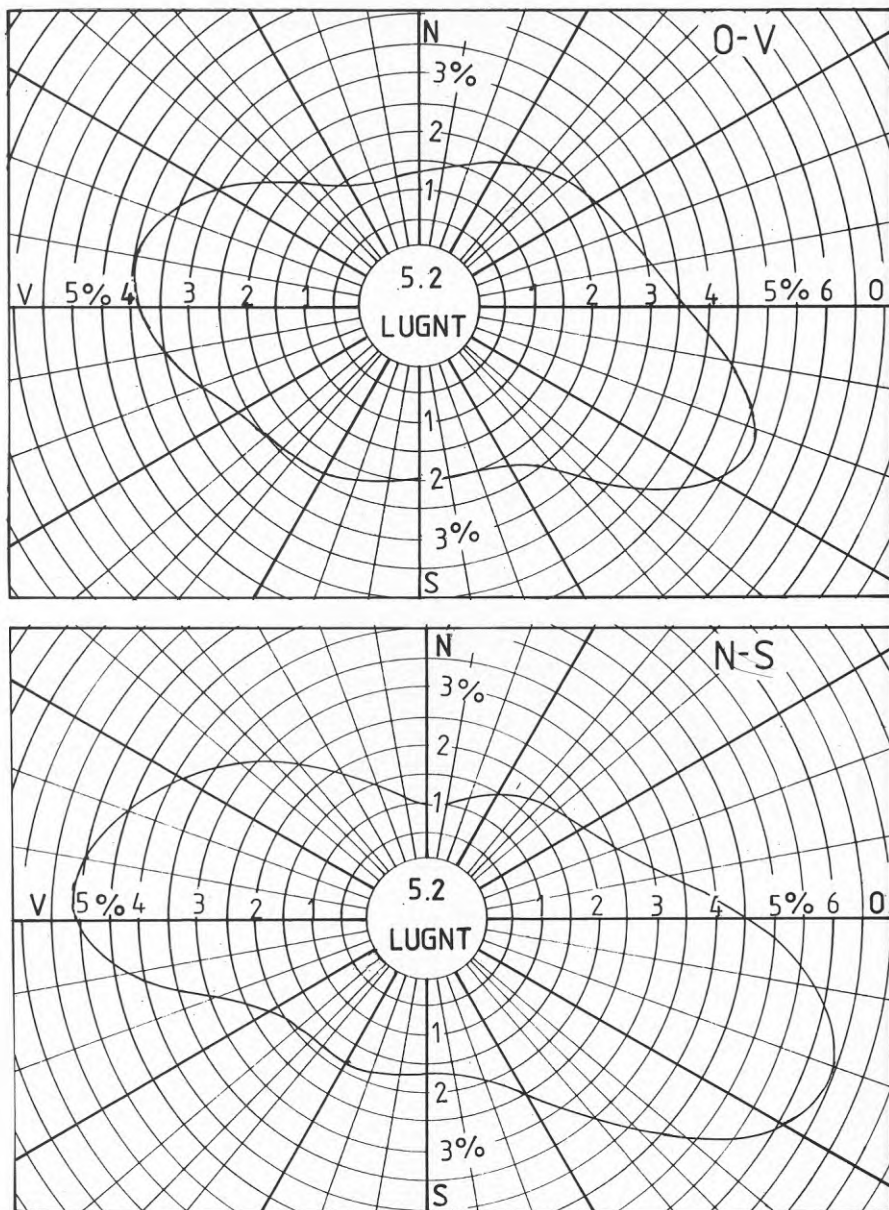
Fördelningen av QLOSS över olika vindriktningar för hustyp A med orientering O-V respektive N-S visas i figur 3.10, avseende referensläget Barkåkra. Figuren visar värmeförlusten  $Q_r$  per  $10^{\circ}$  vindriktningssektor i procent av  $Q_{LOSS_{B-A, O-V}}$ . (Till grund för fördelningen ligger värden, som primärt beräknats för  $30^{\circ}$ -sektorer). Kurvorna i figur 10 har inlagts (tunnare) i motsvarande figurer för plats A-K som grund för inbördes jämförelser.

Av figur 3.10 framgår, liksom tidigare i appendix 5.1-2, att vindriktningar omkring  $120^{\circ}$  och  $270^{\circ}$  svarar för de största energiförlusterna. Vidare framgår att N-S orientering ger totalt högre VLOSS-värden än O-V orientering och att ökningen är speciellt stor vid vindriktningar, som innebär anblåsning approximativt vinkelrätt mot byggnadens långsidor (O- respektive V-fasader).

Man kan också notera att de *lägsta* värmeförlusterna erhålles i samband med vindar omkring N, trots de låga temperaturerna vid dessa riktningar. Detta beror, som redan påpekats i avsnitt 3.1.6, främst på det relativt låga antalet gradtimmar vid dessa riktningar. Samtidigt kan konstateras (se appendix 10) att vindriktningar omkring N ger en förstärkt genomsnittlig luftomsättning för O-V orientering men däremot inte för N-S orientering. I det senare fallet erhålles förstärkt luftomsättning vid vindriktningar i sektorn V-N ( $270^{\circ}$  -  $330^{\circ}$ ).

Den totala värmeförlusten (QLOSS) för hustyp A i fritt exponerat läge (Barkåkra) blir ca 7% högre vid N-S än vid O-V orientering, dvs något mer än i etapp I (ca 5%). Detta beror på den relativa kraftiga ökningen av VLOSS vid vindar från  $90^{\circ}$  -  $140^{\circ}$  respektive  $260^{\circ}$  -  $320^{\circ}$  vid N-S orientering. Den dominerande betydelsen av dessa relativt smala sektorer innebär samtidigt att vindskydd i dessa riktningar får stor effekt på värmebehovet.

Effekten av omgivande, normal småhusbebyggelse kan, vad gäller just dessa riktningar, uppskattas genom jämförelse med t ex plats B, figur 3.15, beträffande de ostliga vindarna eller plats C, figur 3.18, beträffande de västliga. Minskningen av QLOSS på de båda platserna i förhållande till fritt exponerat läge är 10-15%, beroende på orientering (jfr app. 8). Härvid bör observeras att huset antagits ligga i ett småhusområde med bebyggelsestruktur enligt figur 2.4 (se vidare nedan). En tätare struktur eller speciella skyddsplanteriongar skulle ge ytterligare besparingseffekter.



FIGUR 3.10 Energivindros Barkåkra  
 Hustyp A, fri exponering (klass A 00)  
 Orientering O-V och N-S  
 Värmeförlust ( $Q_p$ )/10<sup>0</sup> vindriktningss-  
 sektor i procent av referensvärdet  
 S:a QLOSS, Barkåkra O-V

Totalsummor (%)	O-V	N-S
S:a QLOSS	100	107.3
S:a TLOSS	62.8	62.8
S:a VLOSS	37.2	44.5



### 3.2.5 Värmeförluster vid olika vindriktningar, plats A-K

I en serie figurer (figur 3.11-3.38) redovisas läget av platserna A-K samt den för varje plats beräknade "energivindrosen".

Lägesbeskrivningen omfattar ett flygfoto över ett större område omkring respektive plats och en kartbild, som ger en något mer detaljerad bild av den närmaste omgivningen. Dessutom visas en kartering inom 400 m radie av de parametrar (skrovlighet ( $z_0$ ) och exponeringsklass (A 00, H 11 - H 13)), som ligger till grund för vindkorrektionen och valet av  $c_p$ -värden.

Skrovlighetskarteringen har standardiserats genom att använda följande typklasser,

klass 0	öppna vattenytor	$z_0 = 0.001$
klass 1	öppen åkermark	$z_0 = 0.02$
klass 2	parkmark	$z_0 = 0.10$
klass 3	villaområden	$z_0 = 0.35$
klass 4	flervåningsbebyggelse	$z_0 = 0.75$

Som nämnts tidigare antages beräkningsobjektet (friliggande småhus, typ A) vara beläget i en gruppbebyggelse med två huslängders inbördes avstånd mellan husen enligt figur 2.4. Läget inom gruppen och motsvarande exponeringsklass (A00, H 11 - H 13) har dessutom bestämts med hänsyn till den faktiskt rådande bebyggelsestrukturen i olika riktningar omkring varje plats.

Skrovlighetskarteringen har förenklats något i förhållande till flygfotot och kartan. Dels har vissa mindre detaljer utelämnats, dels har i några fall medvetna avsteg gjorts för att renodla effekter av vissa omgivningsfaktorer, såsom framgår i det följande.

För vissa av platserna har temperaturen korrigerats med hänsyn till den urbana värmeöns inverkan. Dessa korrektioner, som genomgående är små, bygger på ekvation (2.4) samt på resultat från urbana temperaturstudier (Täesler, 1981, 1985). Korrektionerna har applicerats i de fall, då huset ligger i det inre av ett småhusområde (exponeringsklass H 12, H 13) och vindriktningen innebär att platsen ligger "nedströms" om en sammanhängande bebyggelse. Lägen, som i någon riktning gränsar till större obebyggda ytor, får alltså ingen urban temperaturkorrektion vid någon vindriktning. Som framgår av resultatet, är effekten av det urbana inflytandet marginell även i de fall, då temperaturkorrektionerna applicerats.

Plats A och B (Ängelholm, Hornugglan 5 respektive Fodergatan 8)

Platserna representerar lägen i det inre respektive i SV-kanten av ett villaområde i den sydvästra utkanten av Ängelholm. Det faktiska läget för båda platserna (se figur 3.11) är skyddat för vindar från havet av en skogsridå i SV-NO. Skogsridån har beaktats i den regionala skrovlighetskarteringen (figur 2.3) och vindhastighetskorrektionen. Inom närområdet (400 m radie) har skogen emellertid "huggits ned" för att renodla effekten av omgivande bebyggelse i A och B. Den senare platsen har alltså fått ett mera vindexponerat läge än i verkligheten.

Båda platserna ligger i samma regionala temperaturzon som Barkåkra (zon I, jfr figur 2.5). För plats A har en urban temperaturkorrektion (°C) applicerats enligt följande:

Vind hastighet ( $\text{ms}^{-1}$ )	Stabilitetsklass (PT-klass)				
	3	4	5	6	7
0	0	0	+0.5	+0.9	+1.4
1	0	0	+0.3	+0.6	+1.0
2	0	0	+0.2	+0.4	+0.7
3	0	0	+0.1	+0.2	+0.3
4	0	0	0	0	0

Med de givna förutsättningarna kan nu följande konstateras genom jämförelser mellan figur 3.13 och 3.15:

Relativt referensfallet (Barkåkra, O-V) reduceras QLOSS totalt med 10-19%, beroende på läge (A eller B) och samt värmeöeffekt (A).

Den totala minskningen i QLOSS (dvs väsentligen i VLOSS) fördelar sig på båda platserna över så gott som alla vindriktningar. Bidraget från varje enskild 10°-sektor är högst 2%.

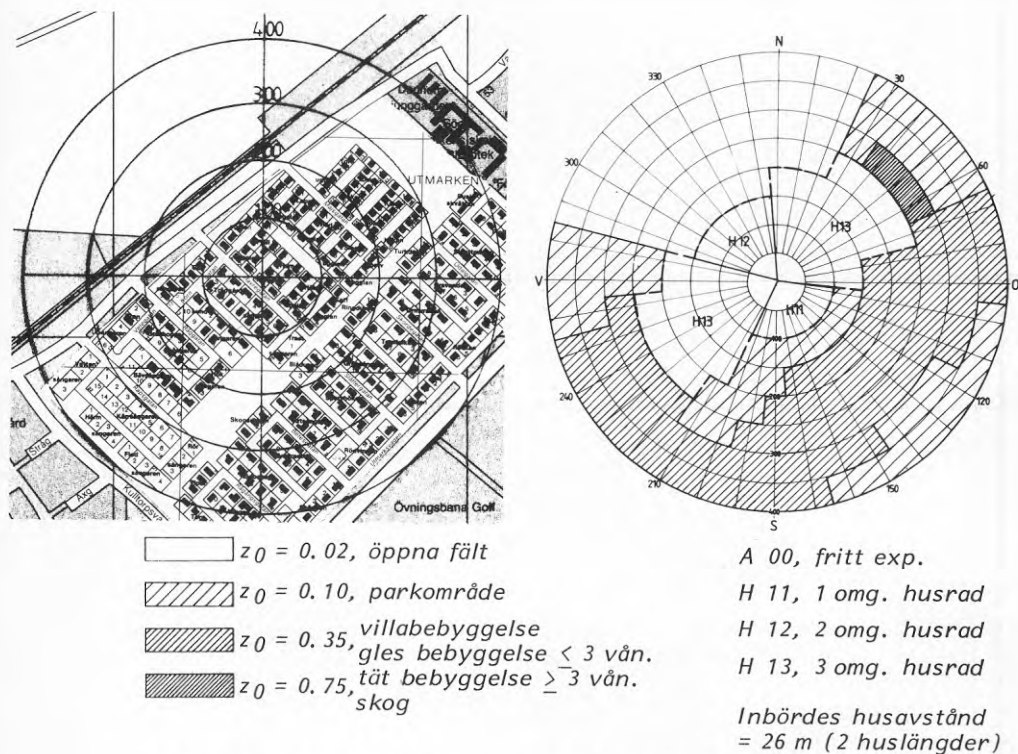
De inbördes skillnaderna mellan A och B är begränsade, väsentligen, till sektorerna 180° - 330°, där B är fritt exponerad medan A är skyddad av bebyggelse ut till minst 150 m avstånd. Den sammanlagda skillnaden i VLOSS mellan A och B är 5-6%, beroende på orienteringen.

Trots att B är (eller har antagits vara) fritt exponerad ut till 400 m avstånd i sektorn 160° - 350° sker en viss reduktion även vid dessa vindriktningar. Detta återspeglar effekten av den regionala vindkorrektionen, som baserats på skrovlighetsförhållandena utanför 400 m radie. I en smal sektor omkring 240° sker dock ingen minskning av QLOSS, beroende på att platsen i denna riktning är exponerad för vind över en långsträckt, smal kil med öppen åkermark (se figur 3.11).

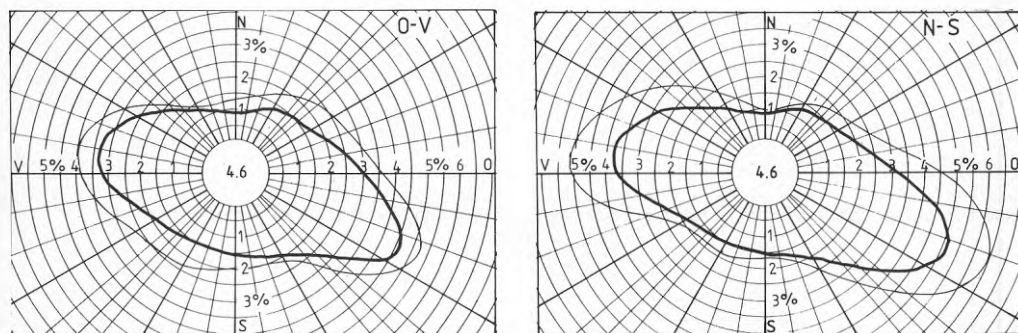
Läget av plats B motsvaras i etapp I av punkt 20. Ur appendix 4 och 8 framgår, att den mer detaljerade beräkningsmetodiken i etapp II minskar VLOSS med ca 10%.



FIGUR 3.11 Flygfoto utvisande läget av plats A och B.  
Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning. Lantmäteriverket  
1986-02-17.



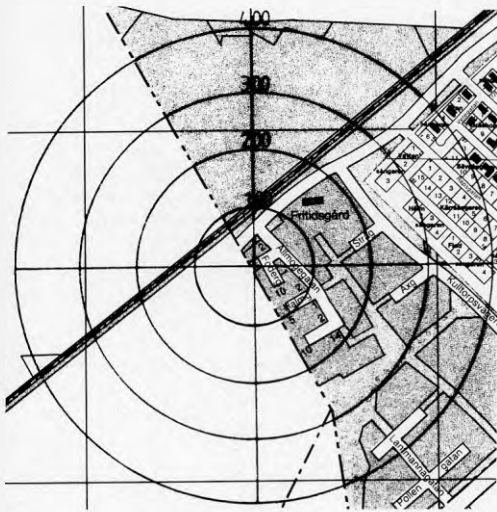
FIGUR 3.12 Läge samt detaljerad  $z_0$ -kartering och exponeringsklass (A 00, H 11 - H 13), plats A.



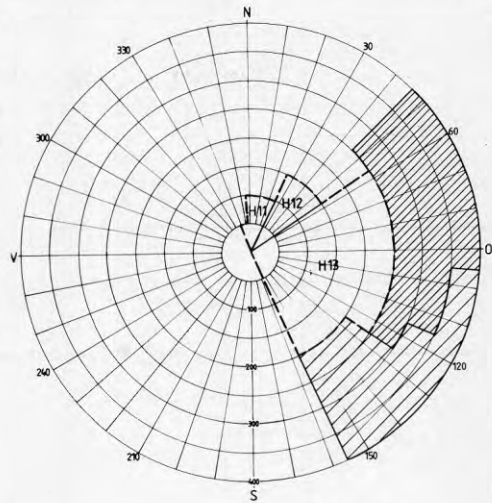
FIGUR 3.13 Ängelholm, plats A

Hustyp A  
 Orientering O-V och N-S  
 Värmeförlust ( $Q_p$ )/ $10^0$  vindriktningss-  
 sektor i procent av referensvärdet  
 S:a QLOSS, Barkåkra O-V

Totalsummor (%)	O-V	N-S
S:a QLOSS	81.2	84.3
S:a TLOSS	61.3	61.3
S:a VLOSS	19.9	23.0



- $z_0 = 0.02$ , öppna fält
- $z_0 = 0.10$ , parkområde
- $z_0 = 0.35$ , villabebyggelse  
gles bebyggelse  $\leq 3$  vån.
- $z_0 = 0.75$ , tät bebyggelse  $\geq 3$  vån.  
skog



A 00, fritt exp.

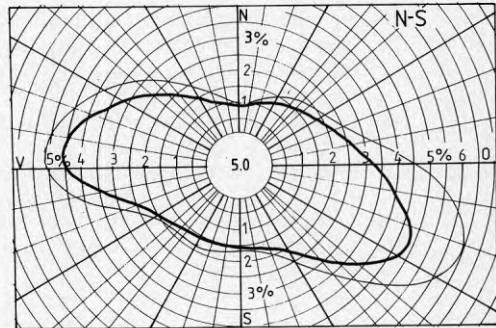
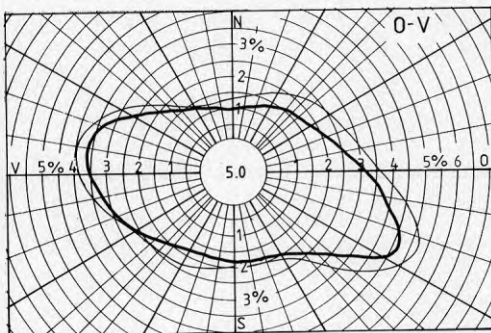
H 11, 1 omg. husrad

H 12, 2 omg. husrad

H 13, 3 omg. husrad

Inbördes husavstånd  
= 26 m (2 huslängder)

FIGUR 3.14 Läge samt detaljerad  $z_0$ -kartering och exponeringsklass (A 00, H 11 - H 13), plats B.



FIGUR 3.15 Ängelholm, plats B

Hustyp A

Orientering O-V och N-S

Värmeförlust ( $Q_p$ )/10<sup>0</sup> vindriktningss  
sektor i procent av referensvärdet

S:a QLOSS, Barkåkra O-V

	Totalsummor (%)	O-V	N-S
S:a QLOSS		87.8	90.4
S:a TLOSS		62.3	62.3
S:a VLOSS		25.5	28.1

Plats C och D (Ängelholm, Nyhem 30 respektive 48)

Båda platserna ligger i ett småhusområde, som i väster är vindskyddat av omfattande stadsbebyggelse men exponerat för vindar från N-O-SV. C har ett lokalt något skyddat i det inre av området medan D har ett exponerat läge för vindar från N-O-S.

Vid karteringen av närområdet omkring C (figur 3.17) har exponeringsklassen H 11 valts i sektorn  $30^{\circ}$  -  $140^{\circ}$ , vilket innebär ett svagare vindskydd än i verkligheten. Syftet är att renodla effekten av endast en skyddande husrad i riktningar, som medför stora förluster.

Följande urbana temperaturkorrektioner har applicerats i C enligt ovan nämnda kriterier.

Vind hastighet ( $\text{ms}^{-1}$ )	Stabilitetsklass (PT-klass)				
	3	4	5	6	7
0	0	0	0.2	0.4	0.6
1	0	0	0.2	0.3	0.5
2	0	0	0.1	0.2	0.3
3	0	0	0	0.1	0.2
4	0	0	0	0	0

Effekten härav är, liksom för plats A, obetydlig. Relativt Barkåkra minskas TLOSS med ca 1% (50-100 kWh/år).

"Energivindrosorna" i figur 3.18 och 3.20 visar endast små skillnader vid O-V orientering men något större vid N-S orientering, framför allt i sektorn  $60^{\circ}$  -  $150^{\circ}$ . I sektorn  $90^{\circ}$  -  $140^{\circ}$ , där förlusterna är speciellt stora, är effekten av endast en skyddande husrad (H 11) i C att QLOSS reduceras med sammanlagt ca 6%.

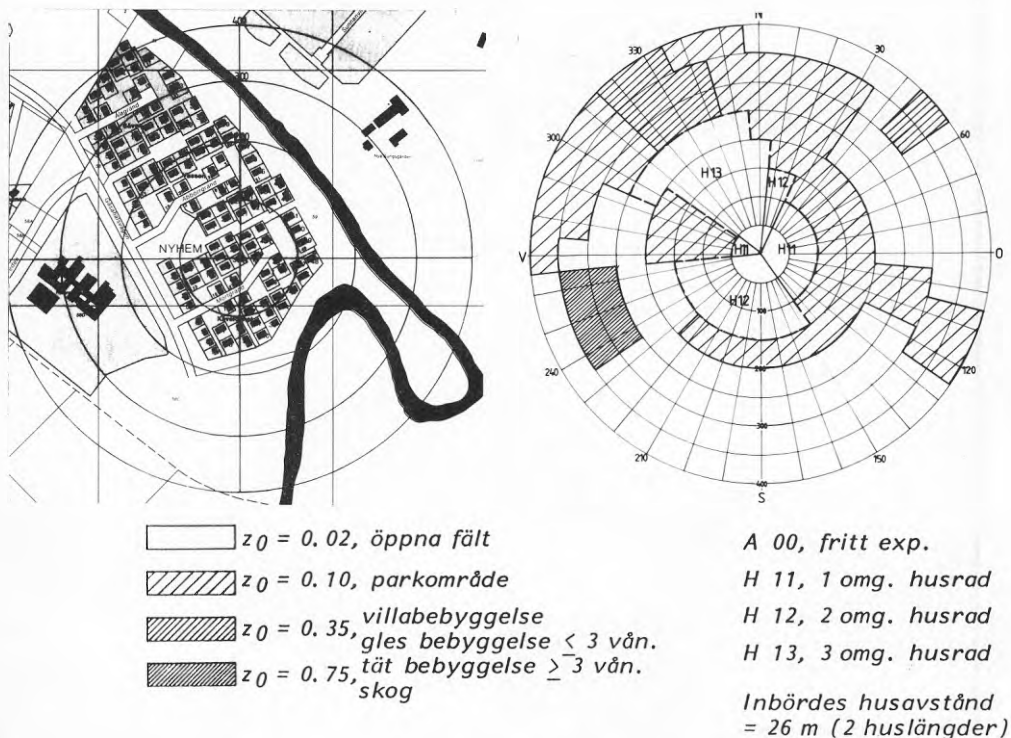
Både C och D är relativt väl skyddade av bebyggelse i väster. Effekten härav kan utläsas genom jämförelse med B ovan. Den sammanlagda reduktionen mellan B och C/D i sektorn  $210^{\circ}$  -  $330^{\circ}$  är 3-4% för O-V och 5-6% för N-S orientering.

Den totala skillnaden i QLOSS relativt referensfallet är 13-15% i C och 7-10% i D (jfr app. 8) eller 1200-2500 kWh/år, beroende på läge och orientering. Den inbördes skillnaden mellan C och D är 500-700 kWh/år.

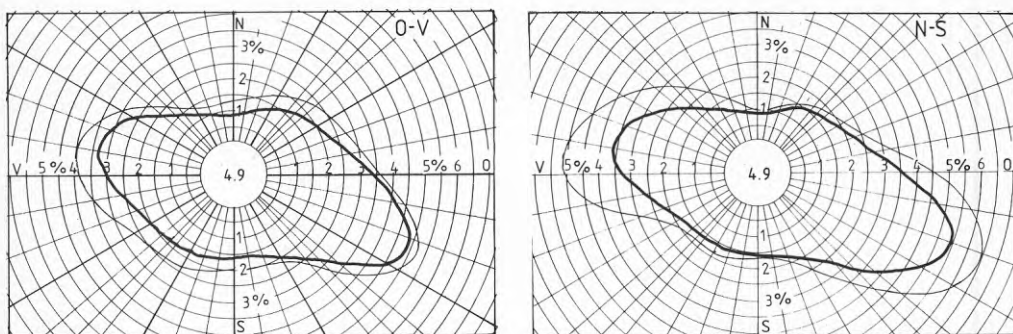
Plats D motsvaras i etapp I av punkt 17. Liksom beträffande plats B ger beräkningen i etapp II lägre VLOSS-värden. Skillnaden är något mer än 200 kWh/år eller ca 7%.



FIGUR 3.16 Flygfoto utvisande läget av plats C och D.  
Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning. Lantmäteriverket  
1986-02-17.



FIGUR 3.17 Läge samt detaljerad  $z_0$ -kartering och exponeringsklass (A 00, H 11 - H 13), plats C.

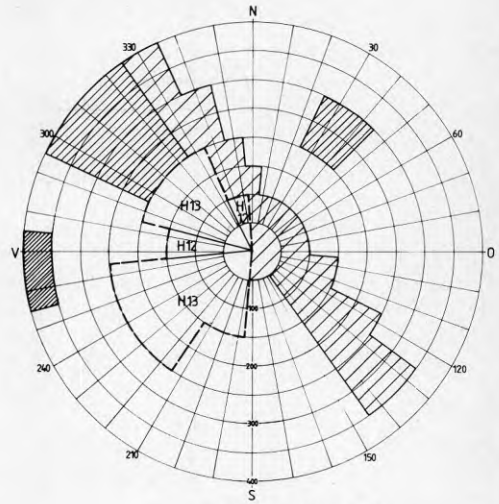
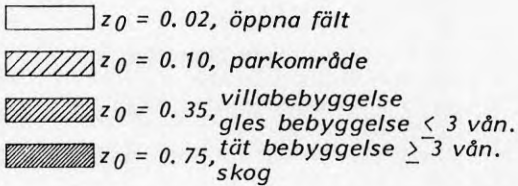
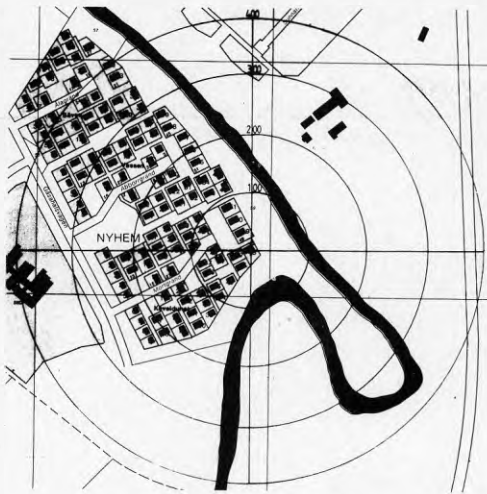


FIGUR 3.18 Ångelholm, plats C

Hustyp A  
 Orientering O-V och N-S  
 Värmeförlust ( $Q_p$ )/ $10^6$  vindriktningssektor i procent av referensvärdet  
 S:a QLOSS, Barkåkra O-V

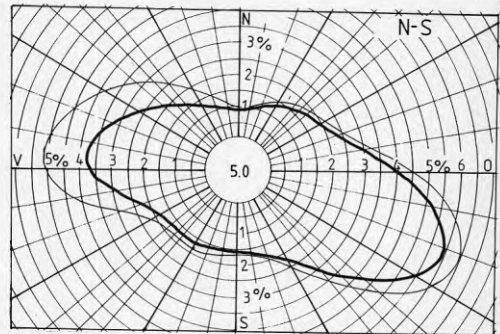
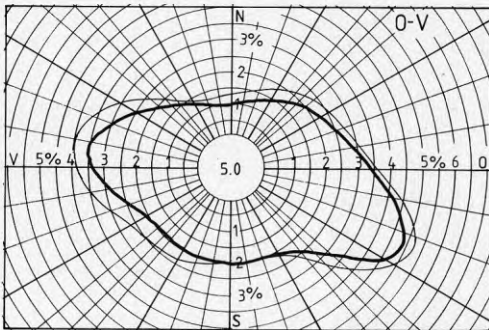
Totalsummor (%)	O-V	N-S
S:a QLOSS	85.3	86.8
S:a TLOSS	61.9	61.9
S:a VLOSS	23.3	24.9





A 00, fritt exp.  
 H 11, 1 omg. husrad  
 H 12, 2 omg. husrad  
 H 13, 3 omg. husrad  
 Inbördes husavstånd  
 = 26 m (2 huslängder)

FIGUR 3.19 Läge samt detaljerad  $z_0$ -kartering och exponeringsklass (A 00, H 11 - H 13), plats D.



FIGUR 3.20 Ängelholm, plats D

Hustyp A  
 Orientering O-V och N-S  
 Värmeförlust ( $Q_r$ )/10<sup>0</sup> vindriktningss  
 sektor i procent av referensvärdet  
 S:a QLOSS, Barkåkra O-V

Totalsummor (%)	O-V	N-S
S:a QLOSS	90.0	92.8
S:a TLOSS	62.4	62.4
S:a VLOSS	27.6	30.4

Plats E och F (Munka-Ljungby 3:125, Törnskatan 1:64)

De båda platserna representerar starkt kontrasterande lägen i ytterområden i Munka Ljungby, se figur 3.21, 3.22 respektive 3.24, 3.25. Båda ligger i temperaturzon I, liksom föregående platser. För plats E har urbana temperaturkorrektioner applicerats enligt följande:

Vind hastighet ( $\text{ms}^{-1}$ )	Stabilitetsklass (PT-klass)				
	3	4	5	6	7
0	0	0	0.3	0.7	1.0
1	0	0	0.2	0.5	0.8
2	0	0	0.1	0.4	0.5
3	0	0	0	0.2	0.2
4	0	0	0	0	0

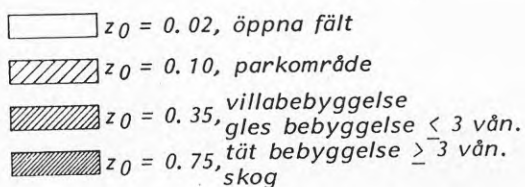
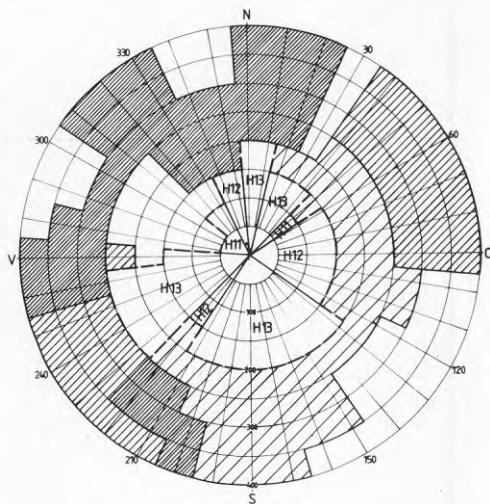
Effekten härav är en reducering av TLOSS med ca 1% (ca 70 kWh/år) relativt Barkåkra.

Energivindrosorna (figur 3.23, 3.26) visar beträffande E stor likhet med plats A. Både E och A är starkt vindskyddade av omgivningen och uppvisar de lägsta VLOSS-värdena av samtliga 11 platser i etapp II.

Plats F har ett mycket exponerat läge för västliga vindar och får därvid samma förluster som Barkåkra både vid O-V och N-S orientering. Läget skyddas däremot av tätbebyggelsen i öster och får påtagligt reducerade QLOSS-värden vid alla vindriktningar i sektorn N-O-S. Effekten härav är en total reducering av VLOSS med 1000-1500 kWh/år relativt Barkåkra.



FIGUR 3.21 Flygfoto utvisande läget av plats E.  
Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning. Lantmäteriverket  
1986-02-17.



A 00, fritt exp.

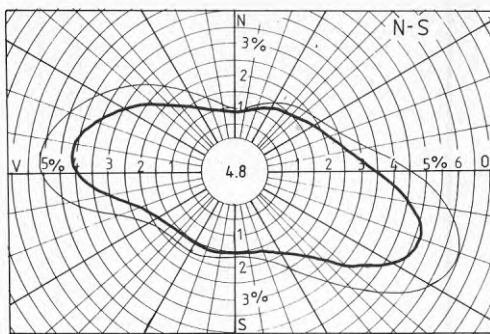
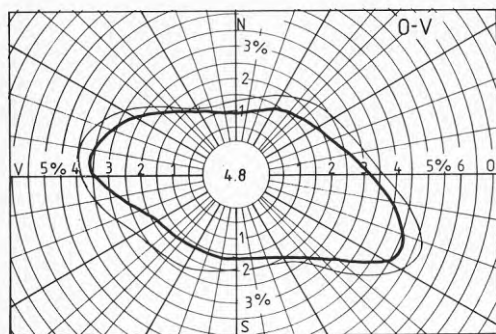
H 11, 1 omg. husrad

H 12, 2 omg. husrad

H 13, 3 omg. husrad

Inbördes husavstånd  
= 26 m (2 huslängder)

FIGUR 3.22 Läge samt detaljerad  $z_0$ -kartering och exponeringsklass (A 00, H 11 – H 13), plats E.



FIGUR 3.23 Munka-Ljungby, plats E

Hustyp A

Orientering O-V och N-S

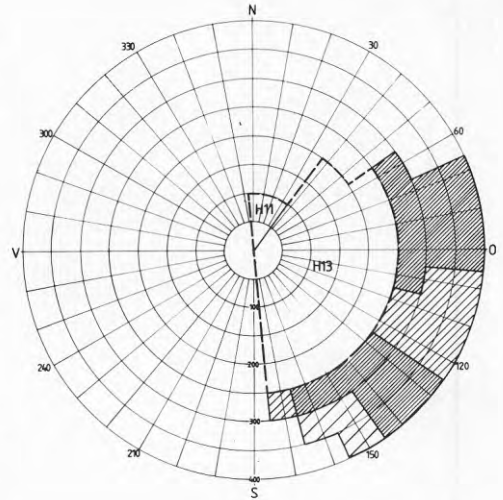
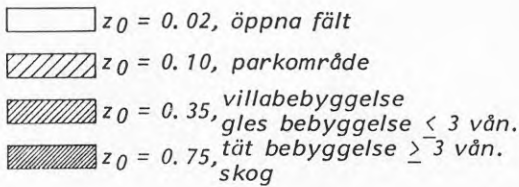
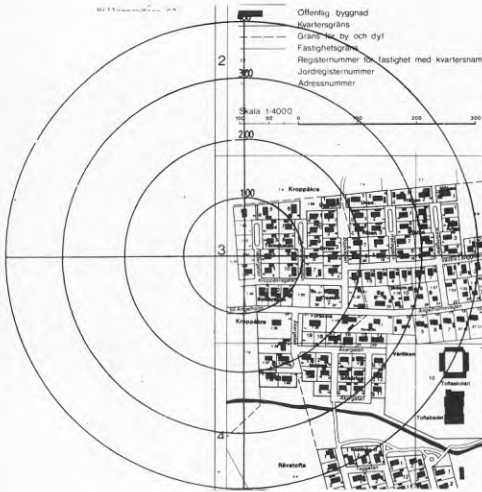
Värmeförlust ( $Q_R$ )/ $10^0$  vindriktningss  
sektor i procent av referensvärdet

S:a QLOSS, Barkåkra O-V

Totalsummor (%)	O-V	N-S
S:a QLOSS	84.0	86.7
S:a TLOSS	62.2	62.2
S:a VLOSS	21.8	24.6



FIGUR 3.24 Flygfoto utvisande läget av plats F.  
Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning. Lantmäteriverket  
1986-02-17.



A 00, fritt exp.

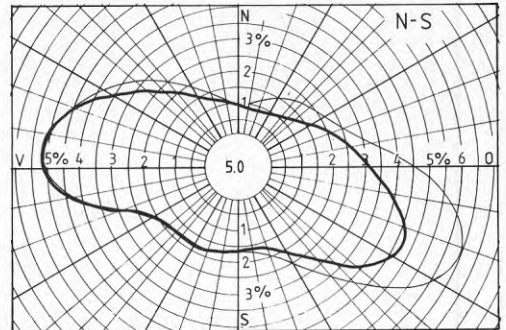
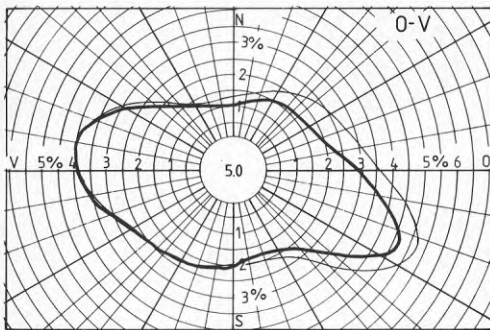
H 11, 1 omg. husrad

H 12, 2 omg. husrad

H 13, 3 omg. husrad

Inbördes husavstånd  
= 26 m (2 huslängder)

FIGUR 3.25 Läge samt detaljerad  $z_0$ -kartering och exponeringsklass (A 00, H 11 - H 13), plats F.



FIGUR 3.26 Munka-Ljungby, plats F

Hustyp A

Orientering O-V och N-S

Värmeförlust ( $Q_F$ )/10<sup>0</sup> vindriktningssektor i procent av referensvärdet

S:a QLOSS, Barkåkra O-V

Totalsummor (%)	O-V	N-S
S:a QLOSS	91.2	93.9
S:a TLOSS	62.4	62.4
S:a VLOSS	28.9	31.5

Plats G och H (Hjärnarp, Harnacka 4:70 respektive Kyrkogården 7:63)

Även dessa två platser representerar två ytterlighetsfall inom tätorten Hjärnarp (se figur 3.27, 3.28, 3.30) och kan jämföras med E respektive F i Munka Ljungby. Hjärnarp ligger dock i temperaturzon III, vilket ökar TLOSS med ca 200 kWh/år.

Inga urbana temperaturkorrektioner har applicerats i dessa fall.

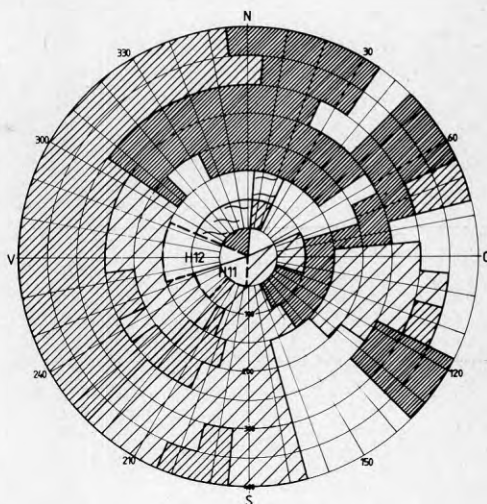
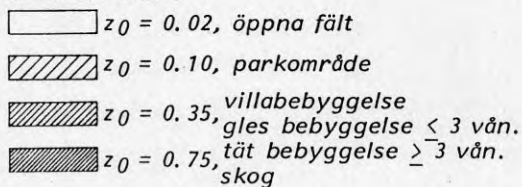
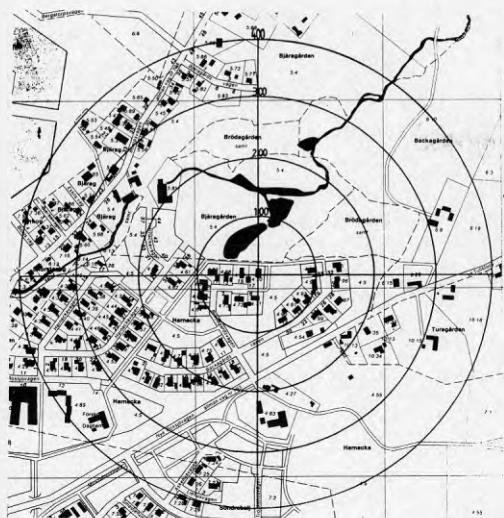
Energivindrosen för plats H (figur 3.31) överensstämmer mycket nära med den för F. En liten skillnad, totalt ca 230 kWh/år, erhålles dock för N-S orientering, vilket beror på de lägre temperaturerna (jfr tabell 2.3).

De inbördes skillnaderna mellan G och H är, liksom tidigare, störst för N-S orientering. Effekten av den öppna exponeringen i H för vindar från 170° - 300° är en sammanlagd ökning av VLOSS med 500-800 kWh/år.



FIGUR 3.27 Flygfoto utvisande läget av plats G och H.  
Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning. Lantmäteriverket  
1986-02-17.





A 00, fritt exp.

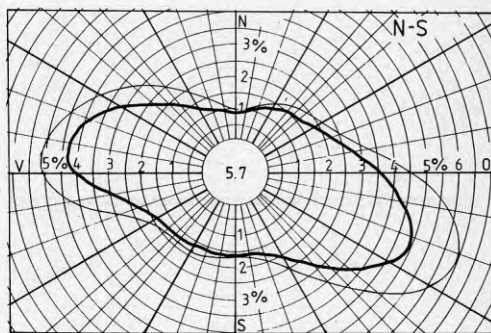
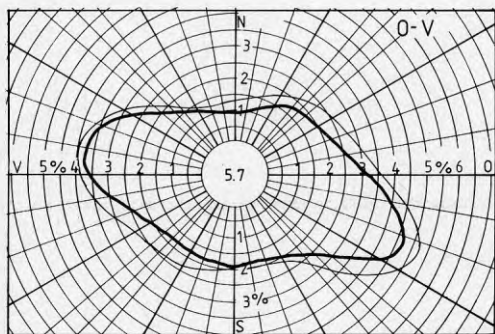
H 11, 1 omg. husrad

H 12, 2 omg. husrad

H 13, 3 omg. husrad

Inbördes husavstånd  
= 26 m (2 huslängder)

FIGUR 3.28 Läge samt detaljerad  $z_0$ -kartering och exponeringsklass (A 00, H 11 – H 13), plats G.



FIGUR 3.29 Hjärnarp, plats G

Hustyp A

Orientering O-V och N-S

Värmeförlust ( $Q_r$ )/ $10^0$  vindriktningssektor i procent av referensvärdet

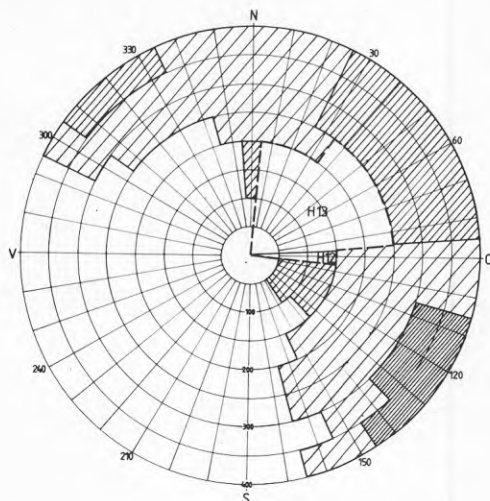
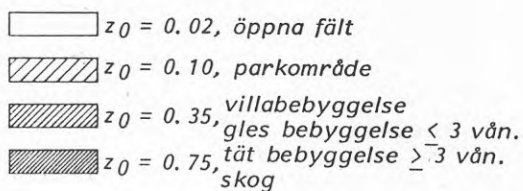
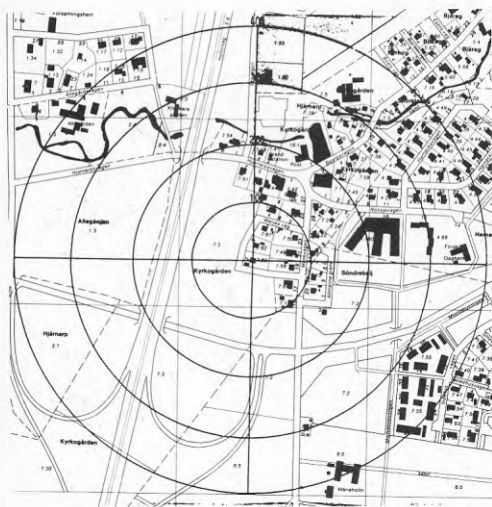
S:a QLOSS, Barkåkra O-V

Totalsummor (%) O-V N-S

S:a QLOSS 88.8 90.9

S:a TLOSS 64.3 64.3

S:a VLOSS 24.5 26.7



A 00, fritt exp.

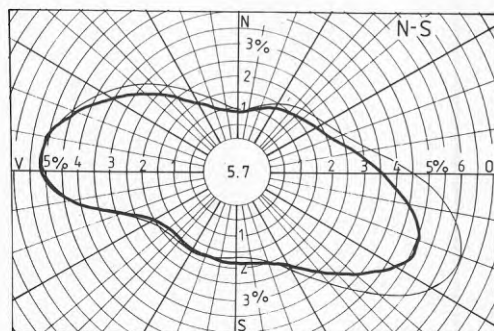
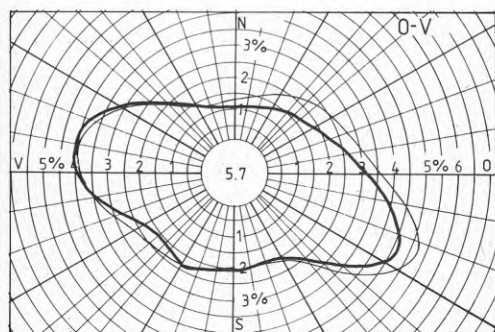
H 11, 1 omg. husrad

H 12, 2 omg. husrad

H 13, 3 omg. husrad

Inbördes husavstånd  
= 26 m (2 huslängder)

FIGUR 3.30 Läge samt detaljerad  $z_0$ -kartering och exponeringsklass (A 00, H 11 - H 13), plats H.



FIGUR 3.31 Hjärnarp, plats H

Hustyp A

Orientering O-V och N-S

Värmeförlust ( $Q_r$ )/10<sup>0</sup> vindriktningss  
sektor i procent av referensvärdet

S:a QLOSS, Barkåkra O-V

Totalsummor (%)	O-V	N-S
S:a QLOSS	93.1	97.8
S:a TLOSS	64.4	64.4
S:a VLOSS	28.7	33.4

Plats I, J, K (Vejbystrand, 15:361, 15:373, Magnarspvägen 61)

Platsernas lägen framgår ur figur 3.32, 3.33, 3.35 och 3.37. I och J är väl skyddade av omgivande bebyggelse och skiljer sig inbördes främst vad avser exponering för vindar från  $330^{\circ}$  -  $80^{\circ}$ . I figur 3.33 har markerats en begränsad zon med flervåningsbebyggelse på 250-300 m avstånd öster om plats I. Denna bebyggelse har utelämnats i karteringen av omgivningen omkring J. K har valts för att representera ett mycket exponerat kustläge.

Alla tre platserna ligger i temperaturzon I. För I och J har följande svaga urbana temperaturkorrektioner applicerats.

Vind hastighet ( $\text{ms}^{-1}$ )	Stabilitetsklass (PT-klass)				
	3	4	5	6	7
0	0	0	0.1	0.2	0.4
1	0	0	0	0.1	0.2
2	0	0	0	0	0.1
3	0	0	0	0	0

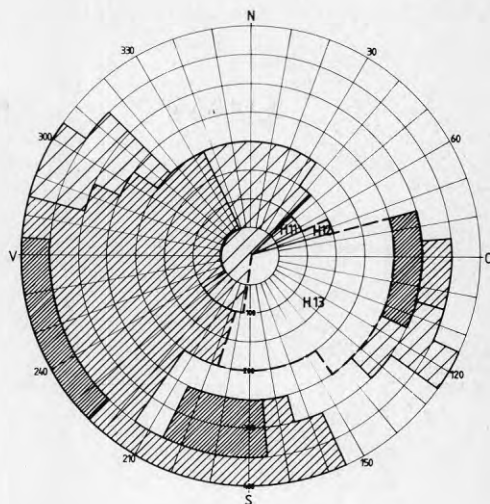
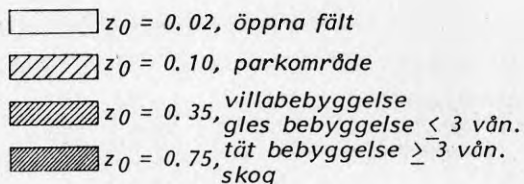
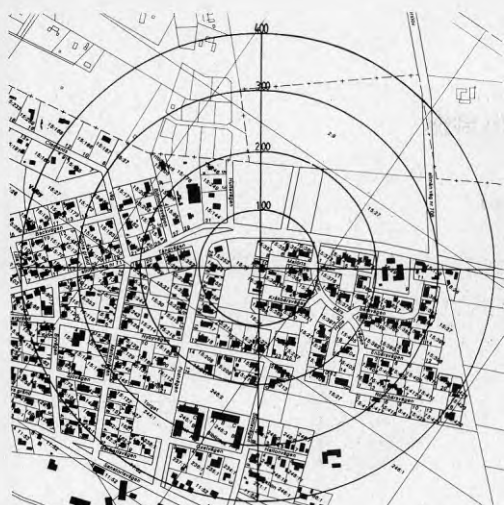
Plats J är något mera utsatt för vind från N-O än I, vilket yttrar sig dels i en obetydlig ökning av TLOSS (16 kWh/år) dels i en ökning av VLOSS med ca 200 kWh/år. QLOSS och VLOSS för I och J är jämförbara med motsvarande värden för B och C, vilka ligger i temperaturzon II respektive III. Effekten av något högre temperaturer i kustzonen uppvägs alltså av den ökade blåsigheten även i lägen (I,J), som är relativt väl skyddade för vindar från havet. Samtidigt är dock VLOSS mellan 1250 och 2050 kWh/år lägre än på Barkåkra (beroende på plats och orientering).

Skillnaden på ca 200 kWh/år i VLOSS mellan I och J förklaras främst av att flervåningsbebyggelsen i öster utelämnats i det senare fallet.

Plats K uppvisar avsevärt större förluster än I och J. Vid vindar över öppet hav ( $120^{\circ}$  -  $280^{\circ}$ ) och även parallellt med stranden ( $280^{\circ}$  -  $300^{\circ}$ ) är QLOSS lika stor som eller större än på Barkåkra. Liksom tidigare är effekten störst för N-S orientering. Vid vind från land ( $300^{\circ}$  -  $90^{\circ}$ ) är platsen i huvudsak skyddad av bebyggelse och uppvisar då i stort samma förluster som I och J. Den totala effekten av vindexponering från havet är en ökning av VLOSS med 900-1700 kWh/år, motsvarande 10-15% i QLOSS jämfört med I och J. I förhållande till Barkåkra ligger QLOSS ca 4% lägre vid O-V orientering men ca 4% högre vid N-S orientering.



FIGUR 3.32 Flygfoto utvisande läget av plats I, J och K.  
Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning. Lantmäteriverket  
1986-02-17.



A 00, fritt exp.

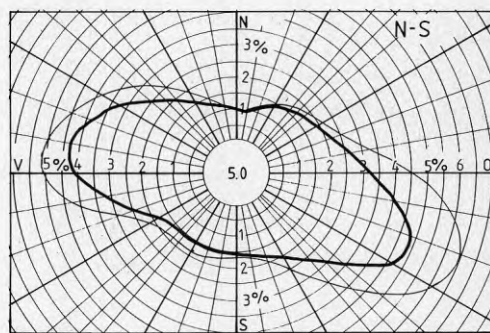
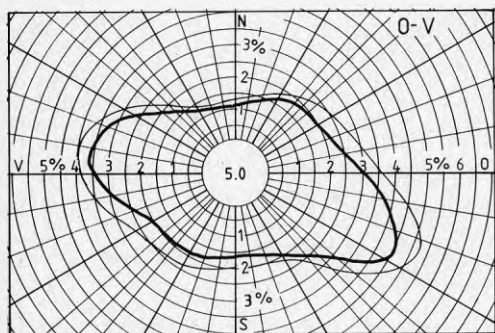
H 11, 1 omg. husrad

H 12, 2 omg. husrad

H 13, 3 omg. husrad

Inbördes husavstånd  
= 26 m (2 huslängder)

FIGUR 3.33 Läge samt detaljerad  $z_0$ -kartering och exponeringsklass (A 00, H 11 - H 13), plats I.



FIGUR 3.34 Vejbystrand, plats I

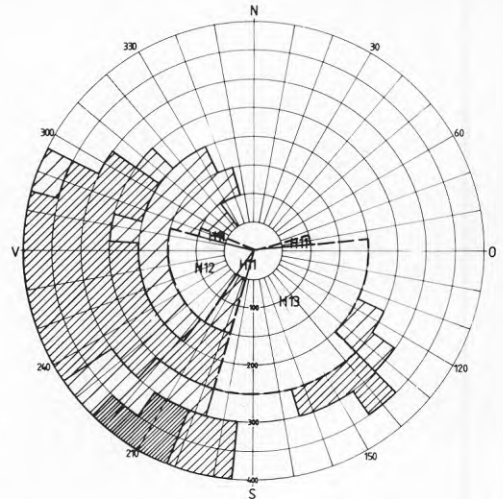
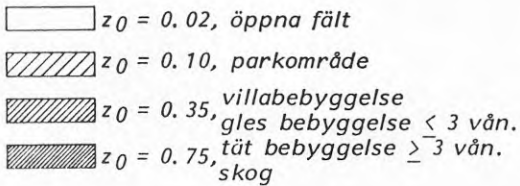
Hustyp A

Orientering O-V och N-S

Värmeförlust ( $Q_r$ )/ $10^6$  vindriktningss  
sektor i procent av referensvärdet

S:a QLOSS, Barkåkra O-V

Totalsummor (%)	O-V	N-S
S:a QLOSS	87.5	89.7
S:a TLOSS	62.3	62.3
S:a VLOSS	25.2	27.4



A 00, fritt exp.

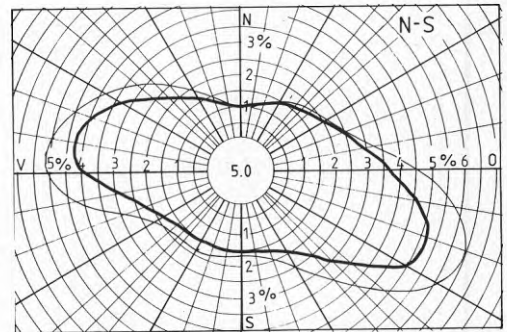
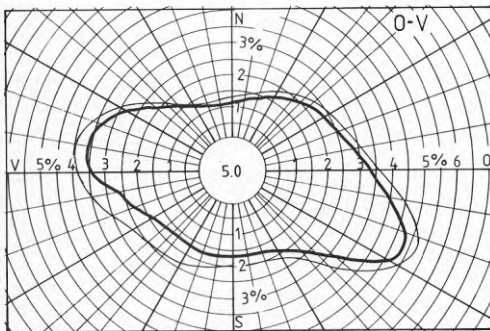
H 11, 1 omg. husrad

H 12, 2 omg. husrad

H 13, 3 omg. husrad

Inbördes husavstånd  
= 26 m (2 huslängder)

FIGUR 3.35 Läge samt detaljerad  $z_0$ -kartering och exponeringsklass (A 00, H 11 - H 13), plats J.



FIGUR 3.36 Vejbystrand, plats J

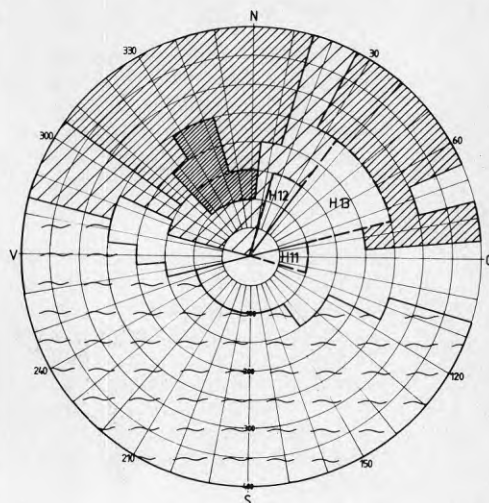
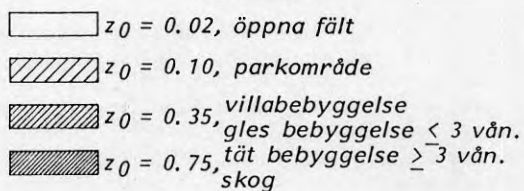
Hustyp A

Orientering O-V och N-S

Värmeförlust ( $Q_R$ )/10<sup>0</sup> vindriktningssektor i procent av referensvärdet

S:a QLOSS, Barkåkra O-V

Totalsummor (%)	O-V	N-S
S:a QLOSS	89.1	91.5
S:a TLOSS	62.4	62.4
S:a VLOSS	26.7	29.1



A 00, fritt exp.

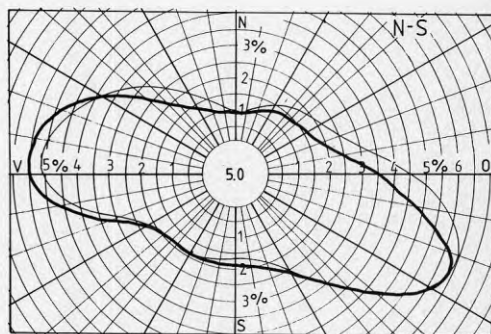
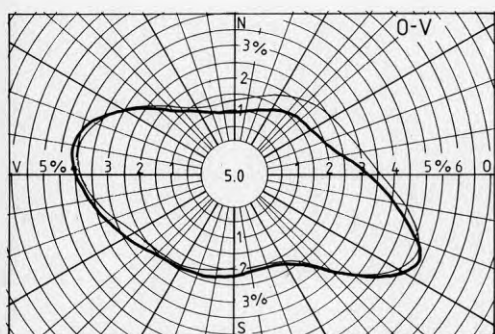
H 11, 1 omg. husrad

H 12, 2 omg. husrad

H 13, 3 omg. husrad

Inbördes husavstånd  
= 26 m (2 huslängder)

FIGUR 3.37 Läge samt detaljerad  $z_0$ -kartering och exponeringsklass (A 00, H 11 - H 13), plats K.



FIGUR 3.38 Vejbystrand, plats K

Hustyp A

Orientering O-V och N-S

Värmeförlust ( $Q_r$ )/10<sup>0</sup> vindriktningssektor i procent av referensvärdet

S:a QLOSS, Barkåkra O-V

Totalsummor (%)	O-V	N-S
S:a QLOSS	96.2	103.5
S:a TLOSS	62.5	62.5
S:a VLOSS	33.7	41.0

### Sammanfattning, plats A-K, småhus typ A

Skillnader i vindexponering mellan småhus i olika lägen ger tydliga utslag i VLOSS. Effekten är störst för N-S orienterade hus. I förhållande till ett helt fritt exponerat läge (Barkåkra) kan QLOSS reduceras med 10-20% vilket så gott som helt beror på mindre VLOSS-värden. De urbana temperaturkorrektionerna har underordnad betydelse i jämförelse med varierande vindexponering. TLOSS visar en viss skillnad mellan temperaturzon II och III.

Effekten av omgivande bebyggelse inom närområdet (400 m radie) är mindre beroende av bebyggelsens detaljstruktur än av dess allmänna karaktär. Skillnaderna i QLOSS mellan skyddade och exponerade vindsektorer är approximativt lika stora på de olika platserna och varierar mellan ca 0.5% och 2% per  $10^{\circ}$  vindriktningsintervall, beroende på frekvenserna av olika vindriktningar, vilket också ger ett mått på betydelsen av vindskydd i olika väderstreck. Minskningen av VLOSS till följd av omgivande bebyggelse uppnås i stort sett helt över en sträcka av ca 100 m. Redan en skyddande husrad (exponeringsklass A 11) har en påtaglig effekt.

För att uppnå mera väsentlig energibesparing genom en vindskyddande omgivning måste skyddsskärmen omfatta en vid riktningsektor. En reduktion av VLOSS med ca 1000 kWh/år (eller ca 10% av QLOSS) fordrar en skyddande omgivning (bebyggelse eller skog) i en sektor av ca  $90^{\circ}$  vidd omkring de två vindriktningar ( $110^{\circ}$  -  $120^{\circ}$  respektive  $270^{\circ}$  -  $280^{\circ}$ ), som svarar för de maximala förlusterna. I andra väderstreck fordras ännu vidare skyddszoner för att nå motsvarande effekt.



### 3.2.6 Genomsnittlig luftomsättning och gradtimmar vid olika vindriktningar

I appendix 8 och 10 finns bl a värden sammanställda över den genomsnittliga luftomsättningen  $\bar{n}$  (app. 8) respektive  $\bar{n}_r$  och  $\bar{n}_r$  (app. 10) samt de beräknade gradtimmarna vid olika vindriktningar och totalt för varje plats (app. 10). Beräkningarna har gjorts så, som framgått tidigare i avsnitt 3.1.6 och resultaten kan jämföras med motsvarande resultat från etapp I i app. 5:1-2.

Liksom i etapp I blir luftomsättningen både i medeltal under året ( $\bar{n}$ ) och i medeltal över alla vindriktningar ( $\bar{n}_r$ ) lägre än  $0.5 \text{ oms.h}^{-1}$ . Valet av  $c_p$ -värden har en svag inverkan på  $\bar{n}$  vid O-V orientering men inte vid N-S orientering (jfr Barkåkra, typ A tabell 3.3 och app. 8). Variationen i  $\bar{n}$  mellan punkterna A-K är något mindre än inom kommunen som helhet (tabell 3.3). Även de mest skyddade lägena i etapp II får klart högre VLOSS-värden än väl skyddade lägen i inlandet.

Riktningvariationen i  $\bar{n}_r$  för hus med läge på Barkåkra visar i stort samma bild som i etapp I (jfr figur 3.6 och app. 10) både för O-V och N-S orientering. Maximivärdena i etapp II är dock något högre än i etapp I både absolut sett (0.6-0.7 mot 0.4-0.5) och i förhållande till vindstilla ( $\bar{n}_r(0)$ ) den luftomsättning, som erhålles, då vindhastigheten reducerats under ca  $3 \text{ ms}^{-1}$ . Vid hastigheter under denna gräns blir luftomsättningen lika stor oavsett exponeringsklass, dvs omgivningen har inte längre någon effekt på VLOSS. Ur appendix 10 framgår att den minimala luftomsättningen ( $\bar{n}_r(0)=0.12$ ) inte uppnås i någon vindriktningsssektor på någon plats. I några fall blir värdet så lågt som 0.15-0.16. Medelvärdena över alla vindriktningar är som lägst 0.21-0.22 (plats A, E) men ligger i regel i intervallet 0.25-0.35 för både O-V och N-S orientering.

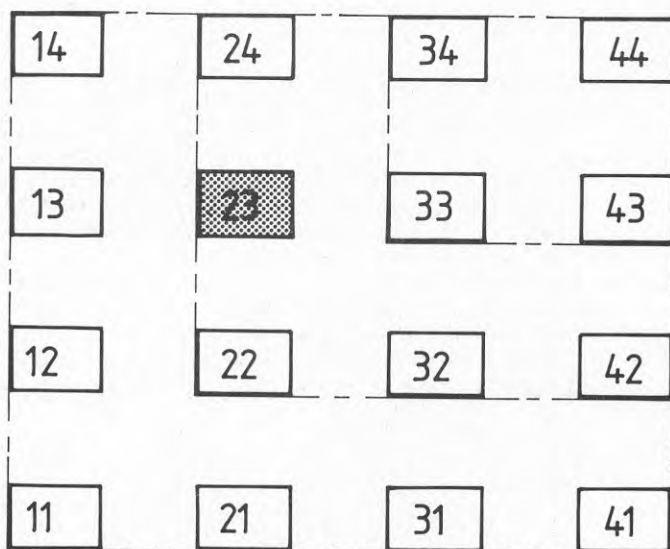
Antalet gradtimmar är praktiskt taget konstant inom varje vindriktningsssektor och på alla platser i temperaturzon I och II. Platserna G och H, som ligger i zon III, har ca 3000 fler gradtimmar. Effekten av den urbana värmeöns är svag men kan spåras för plats A och C, som har ca 2000 respektive 1000 färre gradtimmar än Barkåkra.

En förtätning av bebyggelsen i eller nära de aktuella villaområdena skulle kunna reducera VLOSS-värdena med en faktor 2-3, motsvarande en minskning av  $\bar{n}_r$  till ca 0.12. Samtidigt skulle den urbana värmeöns effekten förstärkas något, vilket skulle kunna minska det totala antalet gradtimmar med uppskattningsvis ca 3000. Effekterna motverkas dock av att fläktventilation fordras för att uppnå tillräcklig luftomsättning ur hygienisk synpunkt.

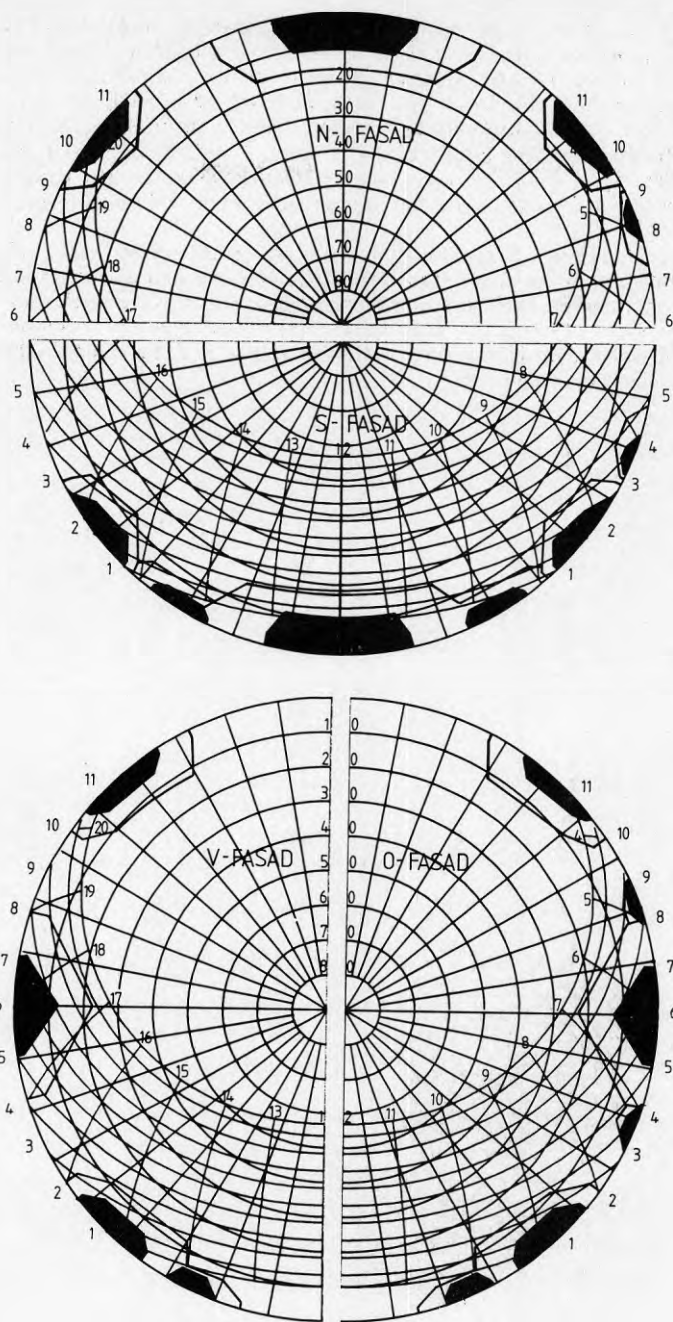
### 3.2.7 Solinstrålning och solvärmestillskott

I etapp II har den lokala horisontavskärmningen från omgivande bebyggelse beaktats mer i detalj vid beräkningarna av solinstrålningen. Beräkningarna har utförts för hus (typ A) med olika lägen inom en gruppbebyggelse med samma struktur, som tidigare använts för bestämningen av  $c_p$ -värden (figur 2.4) och VLOSS-beräkningar. För var och en av platserna A-K har valts det läge, som bäst motsvarar den lokala omgivningen i respektive fall (se tabell 3.6 nedan, där husets läge betecknas

enligt figur 3.39). Som exempel återges i figur 3.40 den lokala horisontavskärmningen avseende hus 23 vid inbördes husavstånd = en respektive två huslängder (13 respektive 26 m). Beräkningarna har endast utförts för O-V orienterade hus och avser genomgående en punkt mitt på fasaden på 2 m höjd över marken.



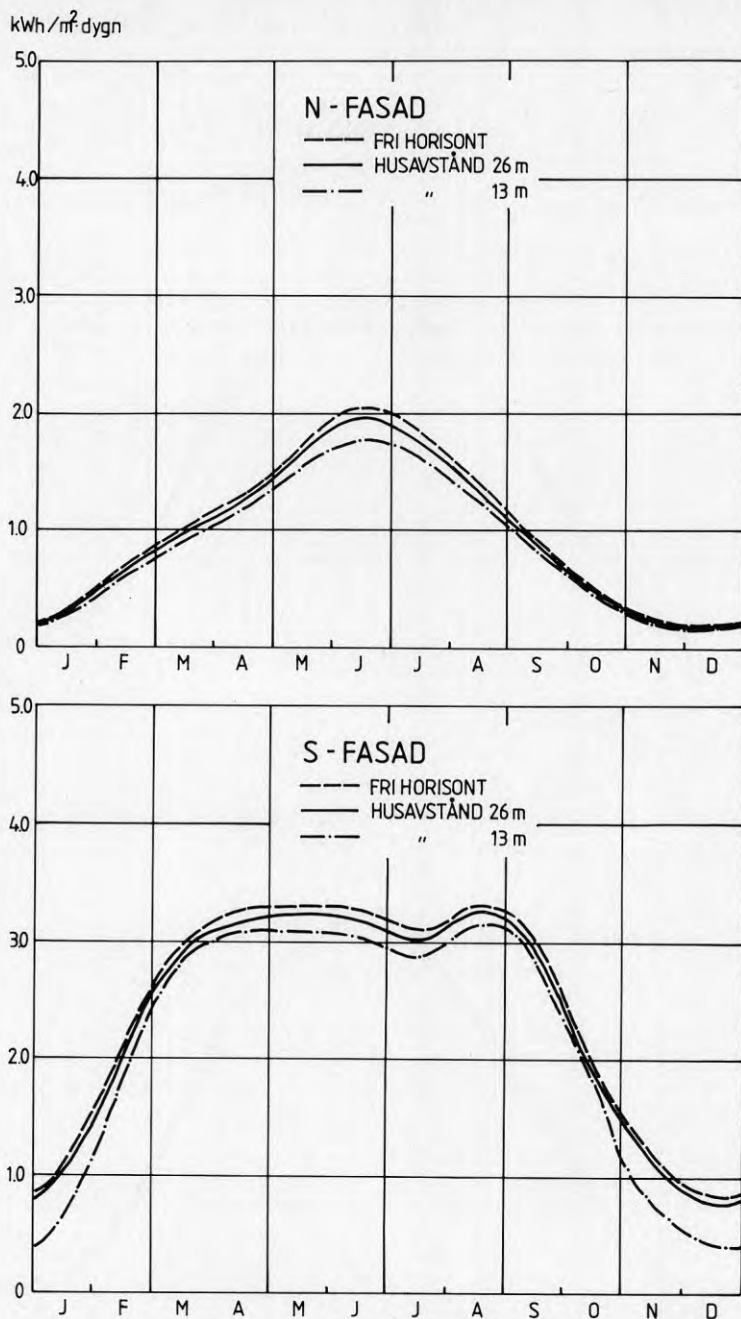
FIGUR 3.39 Husgruppering för beräkning av horisontavskärmning. Husen är  $1\frac{1}{2}$ -plans småhus med yttermått enligt tabell 2.5, orienterade i O-V. Inbördes avstånd i figuren = 1 huslängd (13 m). Beräknings-exempel figur 3.40, hus 23 vid 1 respektive 2 huslängders avstånd.



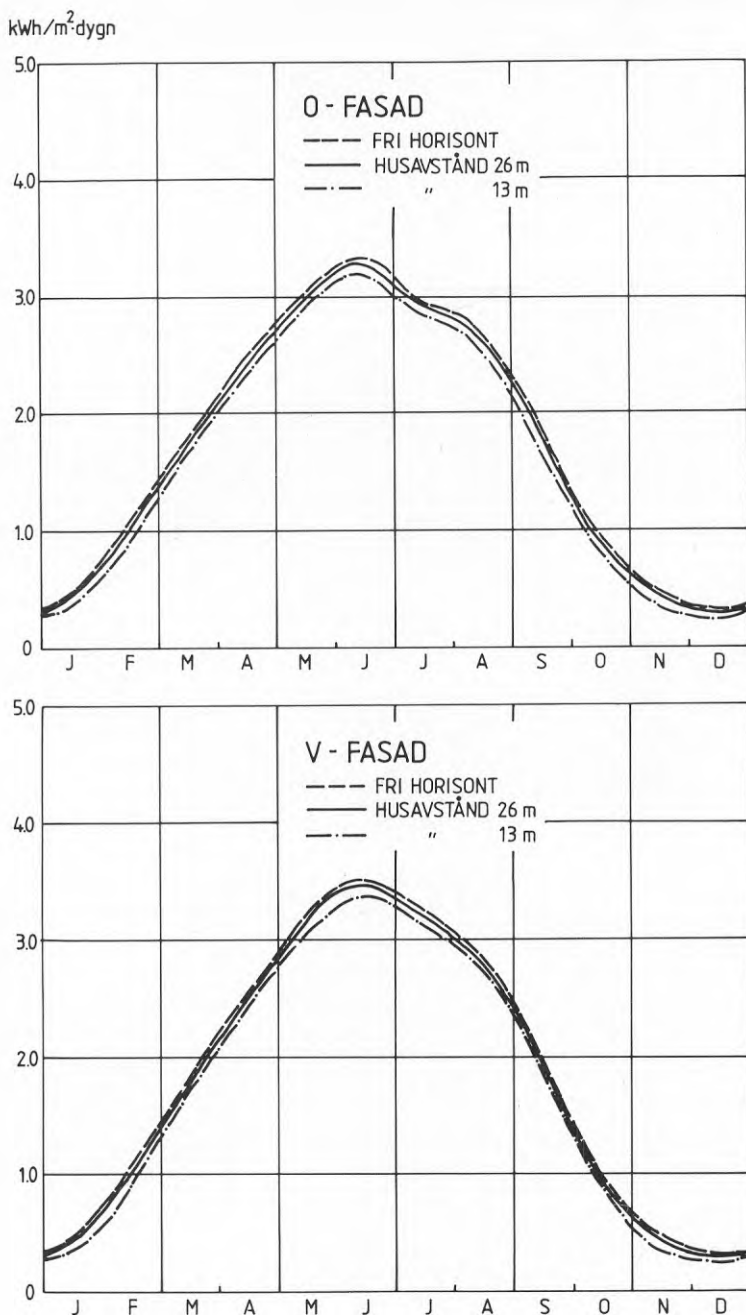
FIGUR 3.40 Horisontavskärning från omgivande bebyggelse för hus 23 (se figur 3.39) i småhusgrupp med inbördes husavstånd = 1 respektive 2 huslängder (13 respektive 26 m). Skalar i figuren enligt appendix 2.6.

I figur 3.41 visas den beräknade globalstrålningen mot N-, O-, S- respektive V-fasaden dels för ett fritt exponerat läge (Barkåkra) dels för hus 23 i figur 3.39 vid separation en respektive två husavstånd. Man ser att det inbördes husavståndet två huslängder (26 m), för vilket VLOSS beräknats, endast medför en obetydlig reduktion av instrålningen mot fasaderna (jfr även tabell 3.6). Vid husavståndet 13 m försvagas instrålningen mera påtagligt framför allt under november-januari (S-fasaden) samt under sommaren (N- och S-fasaderna).

Den maximala instrålningen inträffar i mitten av juni, något före midsommar, utom för S-fasaden. Man kan notera att instrålningen mot samtliga fasader är betydligt högre efter midvintersolståndet (januari-april) än vid motsvarande tidpunkter före (september-december). Maximivärdena i juni är vidare något högre för V-fasader än för både O- och S-fasader.



FIGUR 41a Globalstrålning mot N-, O-, S-, V-fasader (kWh/m<sup>2</sup>,dygn). Husgruppering enligt figur 3.39; O-V orientering. 1½-plans småhus, yttermått enligt tabell 2.5. Hus 23, inbördes husavstånd = 1 respektive 2 huslängder.



FIGUR 3. 41 b Globalstrålning mot N-, O-, S-, V-fasader ( $\text{kWh/m}^2\text{-dygn}$ ).  
 Husgruppering enligt figur 3. 39; O-V orientering.  $1\frac{1}{2}$ -plans småhus,  
 yttermått enligt tabell 2. 5. Hus 23, inbördes husavstånd = 1 respektive  
 2 huslängder.

Solvärmetillskottet har beräknats under antagande av samma fönsterfördelning och strålningstransmission som i etapp I (se avsnitt 3.1.7). Resultaten, som alltså även i detta fall utgör bruttovärmetillskott i form av solvärmeinläckning genom fönster, framgår ur följande tabell.

TABELL 3.6. Solvärmetillskott (hustyp A, O-V orientering). Barkåkra, fri horisont, samt plats A-K med horisontavskärmning motsvarande angivet läge i grupp enligt figur 3.39. Husavstånd 1 respektive 2 huslängder (13, 26 m). Värden i kWh.

Plats	Läge i grupp	Summerat solvärmetillskott					
		oktober-april		maj-september		året	
		1	2	1	2	1	2
Barkåkra	-	4324		6284		10608	
A	33	3706	4214	6007	6160	9713	10374
B	13	3900	4252	6063	6195	9963	10447
C	33	3706	4214	6007	6160	9713	10374
D	44	3881	4251	6076	6190	9957	10441
E	33	3706	4214	6007	6160	9713	10374
F	13	3900	4252	6063	6195	9963	10447
G	21	4248	4297	6186	6246	10434	10543
H	11	4229	4307	6266	6259	10495	10566
I	23	3968	4216	5735	6164	9703	10380
J	34	3787	4222	6019	6176	9806	10398
K	21	4248	4297	6186	6246	10434	10543

Vid två huslängders inbördes avstånd mellan husen är skillnaderna i solvärmetillskott under eldningssäsongen (oktober-april) försumbara. Tillskottet är av samma storlek som - eller t o m något större än VLOSS (jfr app. 8). Den tätare grupperingen skulle reducera SOL-tillskottet med upp till ca 10% för hus i det inre av gruppen. Samtidigt skulle emellertid både VLOSS och TLOSS reduceras. Nettoresultaten skulle sannolikt bli en ytterligare reducerad energiförbrukning. Motsvarande beräkningar av VLOSS och TLOSS har dock inte genomförts för den tätare grupperingen.

Som framgår i följande avsnitt blir SOL-tillskottet redan i april tillräckligt stort för att helt uppväga QLOSS. Under maj-september är SOL-tillskottet betydligt större än QLOSS. Normalt föreligger inget uppvärmningsbehov under sommarmånaderna trots att utetemperaturen relativt ofta är lägre än +20°C. Ytan under QLOSS-kurvan kan då ses som ett approximativt mått på tillskottet till byggnadens energibalans genom lagring av solvärme i byggnaden - huvudsakligen från dag till natt - under dessa månader.

Det är också av intresse att konstatera att det totala, årliga solvärmetillskottet för den aktuella hustypen och fönsterfördelningen är praktiskt taget lika stort som den totala årliga värmeförlusten QLOSS (jfr app. 8). Det utnyttjade överskottet under sommarmånaderna är följaktligen av samma storleksordning som summan av (QLOSS-SOL) under resten av året.

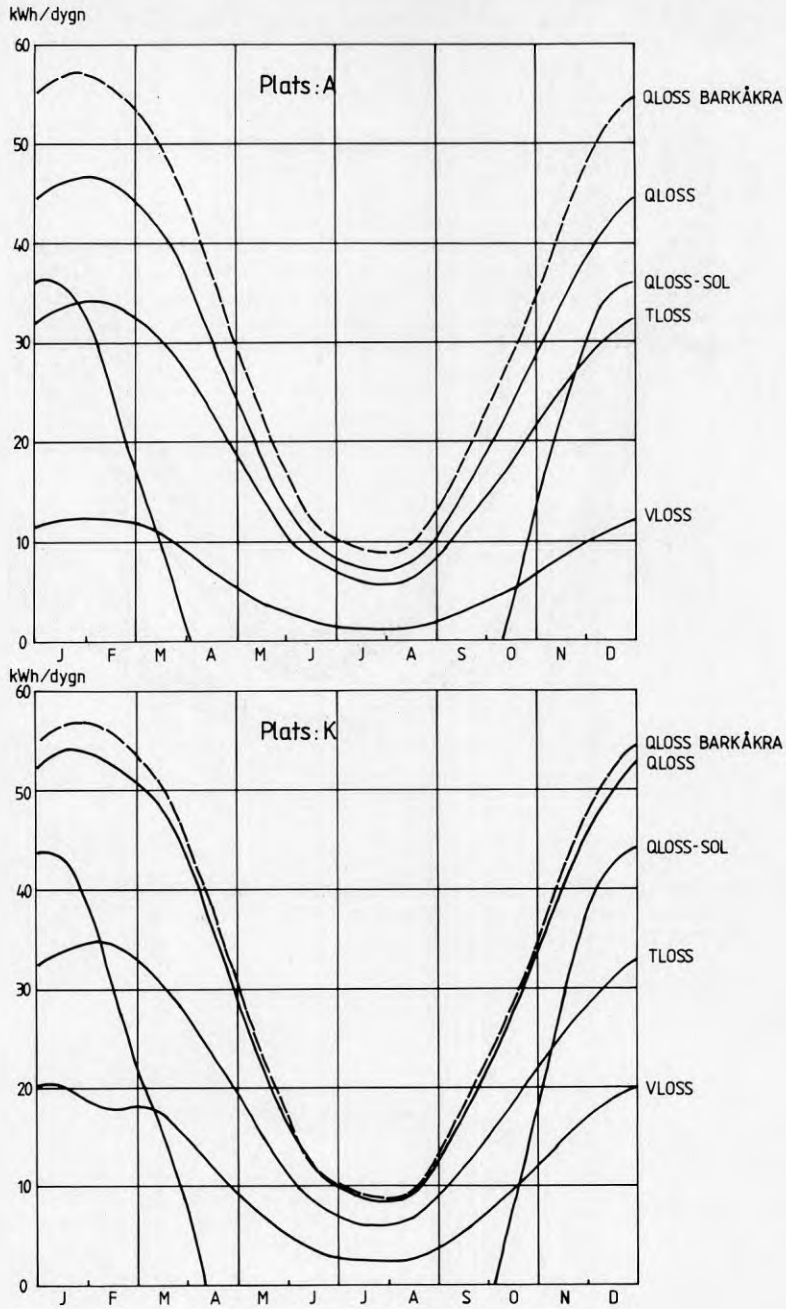
### 3.2.8 Årsförlopp av värmeförluster och solvärmertilskott

Genomsnittliga månadsvärden (kWh/dygn) av värmeförluster och solvärmertilskott (SOL) för ett hus av typ A med O-V orientering har beräknats för var och en av platserna A-K samt för ett fritt exponerat hus (Barkåkra). Resultaten är sammanställda i appendix 11 samt illustreras i figur 3.42 (plats A och K).

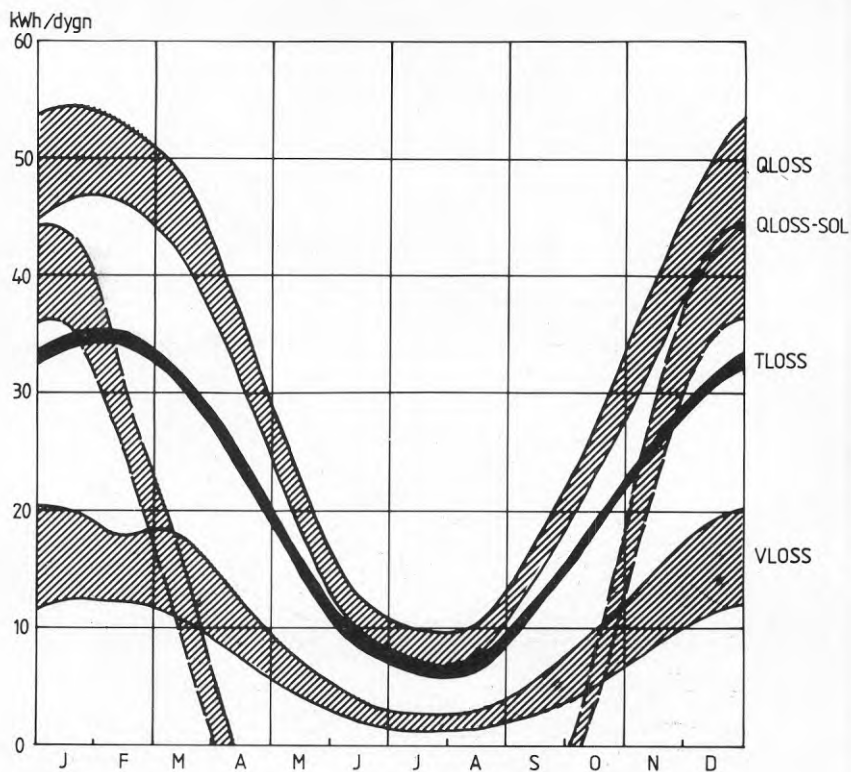
Figurerna 3.42 och 3.43 visar, liksom figur 3.7 och 3.8, att solvärmertilskottet avsevärt kompenserar QLOSS även under december-januari. TLOSS har praktiskt taget samma förlopp i A som i K. Däremot ligger VLOSS och därmed också QLOSS genomgående högre på den senare platsen. Vid den glesa byggnadsgrupperingen (26 m husavstånd) blir SOL-tillskottet också praktiskt taget identiskt på båda platserna. Eldningssäsongens längd (dvs intervallet mellan tidpunkterna då QLOSS-SOL=0) blir ca två veckor längre i K än i A.

Av de 11 olika platserna har A genomgående den lägsta och K den högsta värmeförlusten. Skillnaden ligger så gott som helt i VLOSS och är ett resultat av skillnaden i vindexponering. Skillnaderna mellan A och K i de olika termerna har åskådliggjorts i figur 3.43, som också visar variationsvidden i årsförloppen för de 11 platserna A-K.





FIGUR 3.42 Genomsnittliga årsförlopp av klimatberoende värmeförluster och solvärmetilskott, etapp II. O-V orienterat hus, typ A, i grupp. Solvärmetilskott vid inbördes avstånd = 2 huslängder.



FIGUR 3.43 Variationsvid i QLOSS, TLOSS, VLOSS och solvärmetillskott, platserna A-K, etapp II. Hustyp A, orientering O-V, inbördes husavstånd = 2 huslängder (26 m).

### 3.3 Sammanfattning och slutsatser av energiberäkningar, etapp I och II

Beräkningarna har omfattat värmeförluster (TLOSS, VLOSS, QLOSS) samt värmetilskott (SOL) p g a solinstrålning genom fönster. Som beräkningsobjekt har genomgående använts ett friliggande småhus med given geometrisk form och fönsterfördelning.

I etapp I har effekter av regionala, landskapsknutna klimatskillnader studerats genom beräkningar av värmeförlusterna för sammanlagt 25 olika lägen i kommunen och för två olika byggnadsorienteringar (N-S respektive O-V) i varje läge. För vart och ett av dessa totalt 50 fall har beräkningarna dessutom upprepats för tre olika alternativ ifråga om husets energitekniska status (hustyp A, B, C). Dessutom har i etapp I bl a studerats variationer i värmeförluster och solvärmetilskott mellan olika år under en 25-årsperiod (1955-79).

I etapp II har effekterna av lokala, bebyggelseknutna variationer i vind-, temperatur- och solinstrålningsförhållandena på värmeförluster och solvärmetilskott studerats. Härvid har beräkningarna begränsats till hustyp A, representerande moderna, välisolerade och täta småhus, med O-V respektive N-S orientering.

För ett modernt småhus (typ A) i olika lägen har erhållits följande värden på den totala, årliga värmeförlusten (QLOSS) i procent av värdet för referensfallet (Barkåkra, O-V orientering) i etapp I respektive II.

ETAPP I			ETAPP II		
Läge	Hus-orientering		Plats	Hus-orientering	
	O-V	N-S		O-V	N-S
1	93%	97%	A	81%	84%
2	95	100	B	88	90
3	96	101	C	85	87
4	92	95	D	90	93
5	88	91	E	84	87
6	83	85	F	91	94
7	83	84	G	89	91
8	96	103	H	93	98
9	81	81	I	87	90
10	80	81	J	89	92
11	96	100	K	96	104
12	79	80			
13	93	97			
14	86	88			
15	96	100			
16	89	92			
17	90	93			
18	89	91			
19	83	85			
20	89	93			
21	95	99			
22	96	100			
23	95	100			
24	96	101			

De båda värmeförlusterna TLOSS och VLOSS är båda proportionella mot temperaturdifferensen ute-inne. Båda termerna är emellertid också beroende av de samtidigt rådande vindförhållandena.

Vind- och temperatureffekterna är inte additiva, vilket medför att man inte strikt kan särskilja de båda klimatementens betydelse för den totala värmeförlusten (QLOSS). Vindinflytandet på TLOSS är emellertid mycket litet, samtidigt som denna term är den dominerande. Den allmänna nivån för QLOSS bestäms därför väsentligen av temperaturförhållandena. Både de regionala och lokala variationerna i QLOSS orsakas i allt väsentligt av skillnader i VLOSS, vilka i sin tur främst beror av de regionala respektive lokala variationerna i vindförhållandena.

Inom kommunen som helhet varierar TLOSS för hustyp A med ca  $\pm 5\%$ . Motsvarande intervall för VLOSS är ca  $\pm 30\%$  och för QLOSS ca  $\pm 15\%$ .

Förhållandet mellan VLOSS och TLOSS varierar mellan ca 0.25 och 0.6 för O-V orienterade hus. I tätbebyggelse är förhållandet 0.3-0.4. VLOSS uppgår i fritt exponerade lägen till 35-40% av QLOSS.

QLOSS blir i medeltal ca 4% större för N-S än för O-V orienterade hus både i etapp I och II.

Effekten av bättre respektive sämre värmeisolering blir något mindre än vad som motsvarar skillnaderna i värmegenomgångstal. Effekten av bättre respektive sämre lufttätet erhålles med god approximation ur förhållandet mellan läckfaktorerna  $c_{50}$  för respektive hus  $p$ . QLOSS-värdet för hustyp B uppgår till 61-68% av QLOSS (A). Motsvarande värde för hustyp C är ca 168%. Förhållandet VLOSS/TLOSS varierar mellan 0.15 och 0.45 för hustyp B, mellan 0.30-0.95 för hustyp C.

Jämförelser av den genomsnittliga luftomsättningen vid olika vindriktningar ( $\bar{n}_r$ ) ger ett bättre mått på effekten av en vindskyddande omgivning än direkta jämförelser av VLOSS. Luftomsättningen för den mest otäta hustypen (C) kan genom ett maximalt effektivt vindskydd reduceras till samma eller lägre värden än för ett fritt exponerat hus av typ A.

Solinstrålningen och solvärmestillskottet, som beräknats fristående från värmeförlusterna, varierar endast obetydligt inom kommunen i stort. Variationer i solvärmestillskott är så gott som helt beroende av skillnader i lokal horisontavskärmning. För att bestämma effekten härav fordras dock detaljerade beräkningar med beaktande av de enskilda omgivningselementens geometriska form och gruppering. Solinstrålningsberäkningarna i etapp I, som utförts under antagande av konstant avskärmningsvinkel, framstår vid jämförelse med beräkningarna i etapp II som alltför schematiska och tenderar att överskatta skillnaderna mellan olika beräkningsfall. Resultaten både i etapp I och II visar dock att solvärmestillskottet reduceras i mera betydande grad först vid en tätare byggnadsgruppering, som ger avskärmningsvinklar i alla eller vissa riktningar på minst ca  $20^\circ$ .

Både infiltrationsförluster och solvärmestillskott visar tydliga skillnader mellan O-V och N-S orienterade byggnader på en viss ort. Beträffande VLOSS sammanhänger detta främst med vindriktningsfördelningens karakteristiska utseende med utpräglade maxima i två nästan diametralt motsatta väderstreck. O-V orientering, som innebär anblåsning mot gavlarna under en stor del av tiden, ger lägre VLOSS-värden än N-S orientering, som oftare innebär anblåsning mot långsidorna. Solvärmestillskottet beror väsentligen av fönsterfördelningen. Stor fönsterarea mot söder i kombination med O-V orientering av husets längdaxel utgör det mest gynnsamma alternativet ur energisynpunkt. Instrålningen mot V-fasader är något större än mot O-fasader.

De klimatberoende värmeförlusterna kan minskas framför allt genom en vindskyddande områdesplanering och byggnadsgruppering. Den möjliga energibesparingen beror dock även av de allmänna vindförhållandena på orten eller, närmare bestämt, hur ofta vindhastigheter överstigande ca  $3 \text{ ms}^{-1}$  (på 10 m ö m) förekommer. En uppskattning av den möjliga energibesparingen genom reducering av VLOSS erhålles ur skillnaden mellan den beräknade genomsnittliga luftomsättningen och luftomsättningen vid vindhastigheter  $< 3 \text{ ms}^{-1}$ , då infiltrationen är i stort sett oberoende av vindhastigheten.

Vindskydd måste omfatta en relativt stor vindriktningssektor för att ge en påtaglig energibesparing. Existerande bebyggelse ger i de studerade fallen (etapp II) en minskning av QLOSS med 0.5 - 2% per  $10^\circ$ -sektor. Den maximala minskningen av QLOSS, som skulle vara möjlig genom ytterligare förstärkt vindskydd i en viss sektor, erhålles ur appendix 10. För t ex plats A kan den genomsnittliga luftomsättningen i sektorn  $90^\circ - 120^\circ$  reduceras från ca 0.30 till 0.12 vid O-V orientering och från ca 0.53 till 0.12 vid N-S orientering.

Effekten av en vindreducerande omgivning är större inte bara i absoluta utan också i relativa termer för de mera otäta husen (typ C) än för andra hus (typ A och B). I områden med äldre villabebyggelse kan därför en förstärkning av vindskyddet genom vegetationsridåer eller förtätning av bebyggelsen vara ett alternativ eller komplement till förbättring av byggnadernas lufttäthet. Härvid bör man dock beakta reduktionen av solinstrålningen till följd av ökad horisontavskärmning.

## LITTERATUR

- Brown, G. och Isfält, E., 1974.* Solinstrålning och solavskärmning. Rapport R19:1974, Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.
- Jansson, B., m fl, 1984.* Att planera med energi (exemplet Ängelholm). Rapport T6:1984, Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.
- Oke, T., 1981.* Canyon geometry and the nocturnal urban heat island. *Journal of Climatology*, 1.
- Taesler, R., 1981.* Urban meteorological studies in Uppsala. Meteorologiska institutionen, Uppsala Universitet.
- Taesler, R. och Andersson, C., 1984.* A method for solar radiation computations using routine meteorological observations. *Energy and Buildings*, Vol. 7 1984. (Svensk översättning i SEAS-bladet nr 1, 1985, Inst. f. upp. o. vent. teknik, KTH, Stockholm).
- Taesler, R., 1985.* Klimatberoendet i bebyggelsens energibudget - data och beräkningsmetoder. Rapport R116:1985, Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.
- Wirén, B., 1985.* Effects of surrounding buildings on wind pressure distributions and ventilation losses for single-family houses. Part 1: 1½-storey detached houses. M85:19 Statens inst. för byggnadsforskning, Gävle.

APPENDIX 1. Exempel på klimatologiska indata för beräkningar med ENLOSS-modellen. Ängelholm, januari, medelvärden 1955-79. Tabellerna visar antal timmar samt medeltemperatur vid viss vindhastighet och vindriktning. Materialet är uppdelat efter stabilitetstyp (Pasquill-Turner klass), där

P-T = 3 motsvarar instabil skiktning

P-T = 4 motsvarar neutral skiktning

P-T = 5-7 motsvarar olika grad av stabil skiktning

STATION: BARKKRA		PERIOD: 1955-1979													PASQUILL-TURNER KLAS: 3 ( 1.2 %)	
		VINDRIKTNING I DEKAGRADER														
M/S		35-1	2-4	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	SUM	MEDELT	
0	3													3	3	
	-4.4														-4.4	
1-2		0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	1	0	6	6	
		-3.3	-3.4	-4.8	-3.6	-5.4	-3.8	-0.9	-1.4	1.2	-4.4	-1.0	-5.1	-3.8	-3.8	
3-4		0	0		0							0	0	1	1	
		-0.5	-0.7		-2.0							-5.7	-2.3	-3.7	-3.7	
SUM	3	1	1	0	1	2	1	0	0	0	0	1	1	9	9	
MEDELT	-4.4	-2.5	-4.4	-4.8	-3.5	-5.4	-3.8	-0.9	-1.4	1.2	-4.4	-2.2	-4.4	-4.0	-4.0	

STATION: BARKKRA		PERIOD: 1955-1979													PASQUILL-TURNER KLAS: 4 ( 60.2 %)	
		VINDRIKTNING I DEKAGRADER														
M/S		35-1	2-4	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	SUM	MEDELT	
3-4		2	4	7	13	15	10	7	4	2	4	4	3	75	75	
		-3.7	-3.0	-2.1	-1.7	-0.9	0.6	1.2	1.7	0.9	1.9	0.4	-1.6	-0.6	-0.6	
5-6		4	7	10	22	31	17	18	18	12	16	8	5	168	168	
		-4.5	-4.7	-2.9	-1.2	-0.3	0.6	2.1	1.9	2.0	2.0	1.1	-1.0	0.1	0.1	
7-8		3	7	8	14	20	9	8	9	12	16	6	4	116	116	
		-5.4	-5.8	-5.4	-1.3	-0.9	0.1	2.2	2.8	2.6	2.5	1.0	-1.0	-0.2	-0.2	
9-10		2	2	2	5	12	3	2	4	8	11	4	2	56	56	
		-4.6	-4.9	-5.5	-1.8	-0.7	0.6	2.5	3.3	3.0	2.9	1.2	-0.5	0.6	0.6	
11-12		1	0	0	1	3	1	0	1	2	4	2	1	16	16	
		-11.2	-3.4	-2.5	-2.9	-1.6	-0.4	3.5	3.6	3.7	3.2	2.3	-1.1	1.0	1.0	
13-14		1	0	0	1	1	0	0	1	2	3	1	0	11	11	
		-9.5	-4.9	-3.8	-2.4	-3.1	-0.6	3.5	3.0	4.0	3.1	2.7	-1.5	0.5	0.5	
15-16		0			0	0			0	0	1	1	0	4	4	
		-11.2			-0.9	-3.8			3.6	4.4	3.9	3.3	-2.6	0.2	0.2	
17-18					0				0		0	0		1	1	
					-3.3				3.4		3.6	2.9		1.8	1.8	
17-20										0	0	0	0	0	0	
										4.4	4.7	0.0	0.0	4.0	4.0	
21-22											0	0	0	0	0	
										3.7	5.0	-0.1	0.0	2.9	2.9	
SUM		13	21	28	57	83	39	35	38	38	55	28	14	448	448	
MEDELT		-5.5	-4.7	-3.6	-1.4	-0.7	0.5	2.0	2.3	2.5	2.5	1.2	-1.1	0.0	0.0	

STATION: BARKEKRA PERIOD: 1955-1979 PASQUILL-TURNER KLASSE: 5 ( 19.7 %)

M/S	VINDRIKTNING I DEKAGRADER												SUM MEDELT
	35-1	2-4	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	
0	7												7
	-2.7												-2.7
1-2	1	2	3	5	6	4	2	2	1	1	3	2	34
	-1.2	-2.4	-3.0	-1.9	-1.4	-1.0	-0.7	1.2	1.6	.8	-0.1	-1.4	-1.1
3-4	3	3	5	14	19	11	10	7	5	8	8	4	98
	-3.7	-4.7	-2.6	-1.3	-0.8	.5	1.0	1.1	1.1	.7	-0.1	-2.8	-0.5
5-6	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	8
	-5.0	-7.4	-7.5	-3.8	-2.7	-3.8	.7	.3	1.8	.6	-0.2	-1.6	-3.0
SUM	7	5	6	9	19	16	13	9	6	10	13	7	147
MEDELT	-2.7	-3.4	-4.5	-3.0	-1.6	-1.0	.0	.6	1.1	1.2	.7	-0.1	-2.2

STATION: BARKEKRA PERIOD: 1955-1979 PASQUILL-TURNER KLASSE: 6 ( 14.0 %)

M/S	VINDRIKTNING I DEKAGRADER												SUM MEDELT
	35-1	2-4	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	
0	17												17
	-3.6												-3.6
1-2	2	3	4	8	15	8	5	3	3	3	6	4	64
	-3.3	-3.2	-4.0	-3.0	-4.1	-1.3	-0.7	.2	-0.4	-0.1	-0.8	-4.0	-2.4
3-4	2	3	1	2	5	2	0	0	1	1	4	3	23
	-5.3	-6.1	-6.3	-3.6	-5.6	-3.7	-0.9	-3.9	-1.0	-1.2	-1.9	-4.4	-4.2
SUM	17	4	6	6	10	10	5	3	3	4	10	7	104
MEDELT	-3.6	-4.1	-4.5	-4.5	-3.2	-4.4	-0.7	-0.2	-0.5	-0.3	-1.2	-4.1	-3.0

STATION: BARKEKRA PERIOD: 1955-1979 PASQUILL-TURNER KLASSE: 7 ( 4.8 %)

M/S	VINDRIKTNING I DEKAGRADER												SUM MEDELT
	35-1	2-4	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	
0	13												13
	-7.4												-7.4
1-2	2	2	2	2	6	2	1	0	0	0	2	3	23
	-7.0	-6.5	-7.3	-7.4	-8.2	-7.0	-1.9	-3.1	-5.1	-2.5	-3.1	-5.6	-6.5
SUM	13	2	2	2	6	2	1	0	0	0	2	3	36
MEDELT	-7.4	-7.0	-6.5	-7.3	-7.4	-8.2	-7.0	-1.9	-3.1	-5.1	-2.5	-3.1	-6.8



APPENDIX 2:1. Solinstrålning ( $\text{kWh/m}^2$ , mån, direkt, diffus och global) mot horisontell yta och mot vertikala ytor orienterade mot N, O, S, V. Horisontavskärmning  $0^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ . Ängelholm 1955-79.

Yta: Horisontell												Horisontavskärmning: $0^\circ$	
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Året
Direkt	3.4	8.8	25.8	48.7	72.6	82.4	72.2	64.0	36.3	14.2	5.0	2.4	436
Diffus	11.9	24.3	45.2	61.7	80.3	83.7	82.7	68.9	46.7	26.1	12.0	7.7	551
Global	15.2	33.0	71.0	110.0	152.9	166.1	154.9	132.9	83.0	40.3	17.0	10.0	987
Horisontavskärmning $10^\circ$													
Direkt	2.3	8.1	25.2	48.1	72.1	81.8	72.0	63.6	35.8	13.7	4.2	1.2	428
Diffus	9.7	20.2	38.0	51.7	67.4	70.2	69.4	57.9	39.3	21.8	9.9	6.2	462
Global	12.0	28.3	63.2	99.8	139.5	152.1	141.4	121.5	75.1	35.5	14.1	7.4	890
Horisontavskärmning $30^\circ$													
Direkt	0	0	7.6	36.0	58.6	72.6	61.0	50.8	21.3	0	0	0	308
Diffus	5.6	11.2	21.5	31.8	41.7	44.0	43.2	35.8	23.6	12.1	5.7	3.7	280
Global	5.6	11.2	29.1	67.8	100.3	116.6	104.1	86.6	44.9	12.1	5.7	3.7	588
Horisontavskärmning $60^\circ$													
Direkt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diffus	1.5	3.0	5.4	7.6	9.9	10.3	10.2	8.4	5.7	3.2	1.5	0.8	68
Global	1.5	3.0	5.4	7.6	9.9	10.3	10.2	8.4	5.7	3.2	1.5	0.8	68

Yta: N-vänd, $90^\circ$ lutning												Horisontavskärmning: $0^\circ$	
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Året
Direkt	0	0	0	0.6	4.4	8.0	5.3	1.5	0	0	0	0	20
Diffus	9.7	19.6	31.7	38.5	49.6	53.0	51.2	41.6	27.7	15.5	7.6	5.6	351
Global	9.7	19.6	31.7	39.1	54.0	61.0	56.5	43.1	27.7	15.5	7.6	5.6	371
Horisontavskärmning: $10^\circ$													
Direkt	0	0	0	0.1	3.3	5.6	4.3	0.8	0	0	0	0	14
Diffus	8.0	16.2	26.2	31.7	40.9	43.6	42.4	34.2	22.9	12.8	6.3	4.7	290
Global	8.0	16.2	26.2	31.8	44.2	49.2	46.7	35.0	22.9	12.8	6.3	4.7	304
Horisontavskärmning: $30^\circ$													
Direkt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diffus	4.9	9.8	15.9	19.2	24.2	25.4	24.8	20.6	13.8	7.8	3.8	2.8	173
Global	4.9	9.8	15.9	19.2	24.2	25.4	24.8	20.6	13.8	7.8	3.8	2.8	173
Horisontavskärmning: $60^\circ$													
Direkt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diffus	1.3	2.6	4.2	5.1	6.5	6.8	6.6	5.5	3.7	2.1	1.0	0.7	46
Global	1.3	2.6	4.2	5.1	6.5	6.8	6.6	5.5	3.7	2.1	1.0	0.7	46

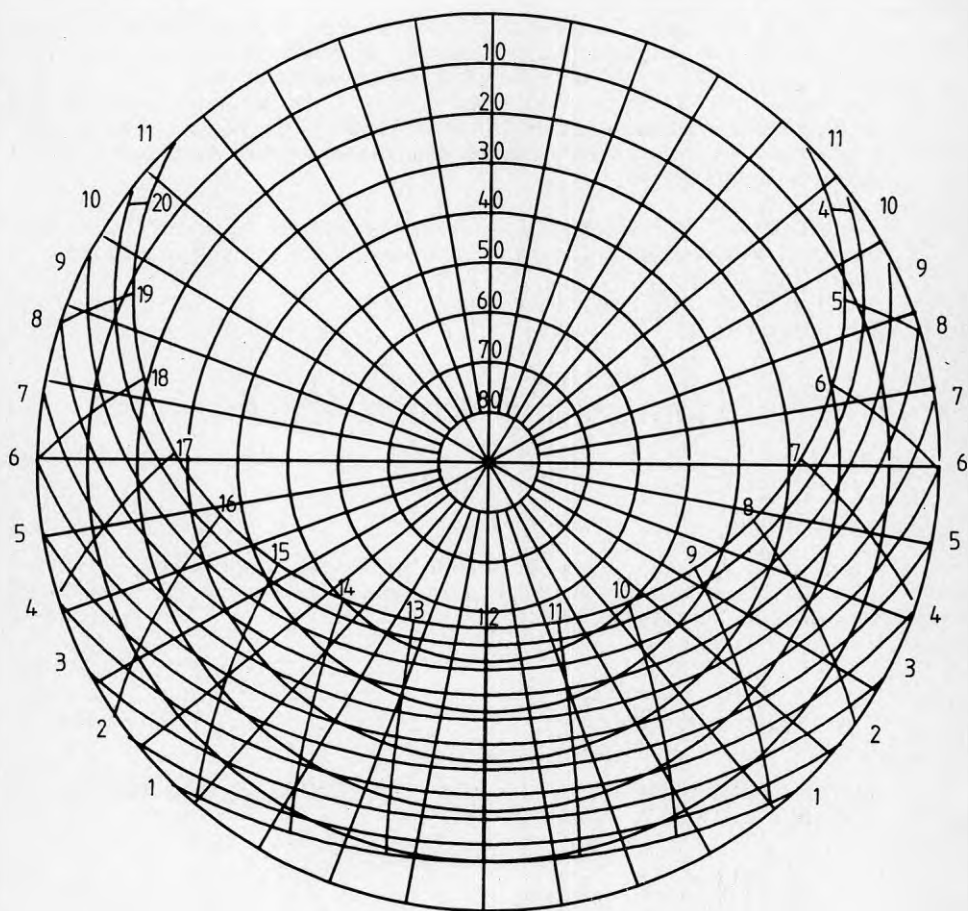
## Appendix 2.1, forts.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Året
Yta: O-vänd, 90° lutning													Horisontavskärmning: 0°
Direkt	3.2	6.5	16.3	27.0	34.5	37.6	30.8	30.8	19.5	9.1	4.1	2.4	222
Diffus	10.9	22.6	38.7	47.1	59.6	62.5	60.7	52.2	35.0	18.9	8.9	6.4	423
Global	14.0	29.1	54.9	74.0	94.1	100.0	91.6	83.0	54.6	28.0	13.0	8.8	645
													Horisontavskärmning: 10°
Direkt	1.1	4.6	14.0	24.8	33.1	35.7	30.1	29.5	18.2	7.4	2.3	0.4	201
Diffus	8.4	18.4	32.3	39.7	50.8	53.1	51.8	44.6	29.7	15.6	7.1	4.8	356
Global	9.5	23.0	46.3	64.4	83.8	88.8	81.9	74.1	47.9	23.0	9.4	5.2	557
													Horisontavskärmning: 30°
Direkt	0	0	1.5	11.2	18.0	24.4	18.7	15.8	5.3	0	0	0	95
Diffus	4.9	9.8	16.5	22.5	29.7	32.6	30.8	25.5	15.7	7.8	3.8	2.8	202
Global	4.9	9.8	18.0	33.7	47.7	60.0	49.5	41.3	20.9	7.8	3.8	2.8	297
													Horisontavskärmning: 60°
Direkt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diffus	1.3	2.6	4.2	5.1	6.5	6.8	6.6	5.5	3.7	2.1	1.0	0.7	46
Global	1.3	2.6	4.2	5.1	6.5	6.8	6.6	5.5	3.7	2.1	1.0	0.7	46
Yta: S-vänd, 90° lutning													Horisontavskärmning: 0°
Direkt	17.5	27.2	43.4	45.2	41.5	36.9	35.6	47.7	47.5	32.8	21.4	15.2	412
Diffus	16.2	31.4	48.7	52.0	60.1	60.6	59.8	55.0	42.6	26.8	13.8	10.5	478
Global	33.7	58.7	92.1	97.2	101.5	97.5	95.4	102.7	90.1	59.5	35.1	25.7	889
													Horisontavskärmning: 10°
Direkt	10.3	23.6	42.0	45.0	41.5	36.9	35.6	47.7	47.1	30.7	16.4	6.3	383
Diffus	12.1	26.7	42.7	45.3	51.7	51.8	51.2	47.9	37.7	23.5	11.2	6.8	409
Global	22.4	50.4	84.7	90.4	93.1	88.7	86.8	95.6	84.8	54.2	27.5	13.1	792
													Horisontavskärmning: 30°
Direkt	0	0	11.2	36.5	39.5	36.9	34.8	42.6	27.6	0	0	0	229
Diffus	4.9	9.8	20.1	30.1	35.3	35.2	34.8	32.8	22.5	7.8	3.8	2.8	240
Global	4.9	9.8	31.2	66.6	74.8	72.1	69.6	75.5	50.1	7.8	3.8	2.8	469
													Horisontavskärmning: 60°
Direkt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diffus	1.3	2.6	4.2	5.1	6.5	6.8	6.6	5.5	3.7	2.1	1.0	0.7	46
Global	1.3	2.6	4.2	5.1	6.5	6.8	6.6	5.5	3.7	2.1	1.0	0.7	46
Yta: V-vänd, 90° lutning													Horisontavskärmning: 0°
Direkt	3.2	7.8	18.8	30.2	40.5	43.7	40.3	36.8	23.7	10.9	4.5	2.6	263
Diffus	10.8	22.6	38.2	46.6	58.7	61.5	60.1	50.6	34.3	18.9	8.8	6.4	417
Global	14.0	30.5	56.9	76.7	99.2	105.2	100.5	87.4	58.0	29.8	13.3	9.0	680
													Horisontavskärmning: 10°
Direkt	1.1	5.4	16.2	27.6	38.9	41.7	39.5	35.3	22.0	9.0	2.5	0.4	240
Diffus	8.4	18.4	31.9	39.3	50.0	52.3	51.4	43.2	29.1	15.6	7.0	4.8	351
Global	9.5	23.8	48.1	66.9	88.9	93.9	90.9	78.5	51.1	24.6	9.5	5.2	591
													Horisontavskärmning: 30°
Direkt	0	0	1.6	11.7	19.9	27.7	22.7	17.2	5.8	0	0	0	107
Diffus	4.9	9.8	16.4	22.6	29.5	32.4	31.0	25.3	15.6	7.8	3.8	2.8	202
Global	4.9	9.8	18.1	34.3	49.4	60.1	53.7	42.5	21.4	7.8	3.8	2.8	308
													Horisontavskärmning: 60°
Direkt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diffus	1.3	2.6	4.2	5.1	6.5	6.8	6.6	5.5	3.7	2.1	1.0	0.7	46
Global	1.3	2.6	4.2	5.1	6.5	6.8	6.6	5.5	3.7	2.1	1.0	0.7	46

## APPENDIX 2:2. Solbanediagram 56.2°N.

De nummerade solbanorna avser följande dagar:

- |    |                |     |                |
|----|----------------|-----|----------------|
| 1. | 22 dec         | 7.  | 3 apr, 10 sep  |
| 2. | 21 jan, 22 nov | 8.  | 16 apr, 28 maj |
| 3. | 9 feb, 3 nov   | 9.  | 1 maj, 12 aug  |
| 4. | 23 feb, 20 okt | 10. | 21 maj, 24 jul |
| 5. | 8 mar, 6 okt   | 11. | 22 jun         |
| 6. | 21 mar, 23 sep |     |                |



Figuren visar solens position på himlavalvet vid olika tidpunkter under dygnet (kl 04-20, sann soltid) och året. Skalindelning i 10°-steg för solhöjd (0° - 90°) och azimut (värden ej utsatta). Solbanorna är utritade för 11 olika datum mellan midvintersolståndet (bana 1) och sommarsolståndet (bana 11).

APPENDIX 3. Förhållandet mellan transmissionsförluster för hus med olika nominella värmeegenomgångstal ( $k_0$ ) under identiska klimatförutsättningar.

Beräkningen av TLOSS har approximerats genom att ersätta  $k_j$ -värdena för de olika delytorna med ett ytviktat, effektivt medelvärde,  $k_{\text{eff}}$ , avseende hela byggnaden. I beräkningen av  $k_{\text{eff}}$  ingår effekten av vindhastighet ( $u$ ) och utetemperatur ( $\theta$ ) på det yttre värmeövergångstalet  $\alpha_y$ ,

$$\frac{1}{k_{\text{eff}}} = \left[ \frac{1}{c_1 \cdot f(u) + c_2 g(\theta)} + \frac{1}{c_3} + \frac{1}{k_0} \right] \quad (\text{A3:1})$$

där  $c_1$  och  $c_2$  i detta sammanhang är konstanter. Funktionerna  $f(u)$  och  $g(\theta)$  beskriver vindhastighetens respektive utetemperaturens inverkan på  $\alpha_y$ . Storheten  $c_3$  är det inre värmeövergångstalet ( $\alpha_i$ ), som i detta sammanhang också är konstant. Det nominella värmeegenomgångstalet  $k_0$  är förhållandet mellan värmeledningsförmågan  $\lambda$  och vägg tjockleken. De i tabell 2.5 angivna  $k_0$ -värdena för respektive hustyp A, B och C avser detta nominella värde.

För att belysa, hur valet av  $k_0$  inverkar på beräkningen av TLOSS med identiska klimatologiska indata ( $u$ ,  $\theta$ ) kan nu ett uttryck uppställas enligt följande.

Ekv. (A3:1) ger

$$k_{\text{eff}} = \frac{k_0 \cdot c_3 (c_1 f(u) + c_2 g(\theta))}{k_0 (c_3 + c_1 f(u) + c_2 g(\theta)) + c_3 (c_1 f(u) + c_2 g(\theta))} \quad (\text{A3:2})$$

Detta kan förenklas genom att formellt införa funktionsbeteckningen ( $F(u, \theta)$ ), (som kan sägas uttrycka vindens och temperaturens kombinerade inverkan på  $k$ -värdet).

Ekv. (A3:2) blir nu,

$$k_{\text{eff}} = \frac{k_0 \cdot c_3 \cdot F(u, \theta)}{k_0 (c_3 + F(u, \theta)) + c_3 \cdot F(u, \theta)} \quad (\text{A3:3})$$

Av ekv. (2.1) följer att förhållandet mellan TLOSS-värdena för två hus med olika  $k_0$  ( $k_0(1)$ ,  $k_0(2)$ ) är

$$\gamma = \frac{\text{TLOSS}(1)}{\text{TLOSS}(2)} = \frac{k_{\text{eff}}(1)}{k_{\text{eff}}(2)} \quad (\text{A3:4})$$

vilket ger

$$\gamma = \frac{k_0(1)}{k_0(2)} \cdot \frac{k_0(2) \cdot (c_3 + F(u, \theta)) + c_3 F(u, \theta)}{k_0(1) \cdot (c_3 + F(u, \theta)) + c_3 F(u, \theta)} \quad (\text{A3:5})$$

Som framgår i avsnitt 3.1.5 dämpar vind-temperaturfunktionen effekten av ändrade nominella  $k_0$ -värden, dvs

$$1 > \gamma > \frac{k_0(1)}{k_0(2)} \quad \text{om } k_0(1) < k_0(2)$$

$$1 < \gamma < \frac{k_0(1)}{k_0(2)} \quad \text{om } k_0(1) < k_0(2)$$

Energibesparingen till följd av förbättrad isoleringsstandard överskattas alltså om hänsyn inte tas till effekten av vind och temperatur.

De effektiva  $k$ -värdena blir systematiskt lägre än de nominella men varierar däremot endast obetydligt med vind och utetemperatur. Inom temperaturintervallet ( $-15^{\circ}\text{C} - +10^{\circ}\text{C}$ ) och vindhastighetsintervallet ( $0-10 \text{ ms}^{-1}$ ) är de effektiva  $k$ -värdena praktiskt taget konstanta för hustyp A, B respektive C, enligt följande:

$$\text{Hustyp A} \quad 0.33 \leq k_{\text{eff}} \leq 0.35; \quad k_0 = 0.39$$

$$\text{Hustyp B} \quad 0.23 \leq k_{\text{eff}} \leq 0.24; \quad k_0 = 0.26$$

$$\text{Hustyp C} \quad 0.49 \leq k_{\text{eff}} \leq 0.54; \quad k_0 = 0.63$$

Förhållandet mellan transmissionsförlusterna påverkas på följande sätt:

$$\frac{\text{Hustyp B}}{\text{Hustyp A}} : \frac{k_0(\text{B})}{k_0(\text{A})} = 0.67; \quad \frac{k_{\text{eff}}(\text{B})}{k_{\text{eff}}(\text{A})} = 0.69-0.70$$

$$\frac{\text{Hustyp C}}{\text{Hustyp A}} : \frac{k_0(\text{C})}{k_0(\text{A})} = 1.62; \quad \frac{k_{\text{eff}}(\text{C})}{k_{\text{eff}}(\text{A})} = 1.48-1.54$$

APPENDIX 4. Sammanställning av beräkningsresultat, etapp I. QLOSS och VLOSS, Barkåkra + punkt 1-24, hela året. Byggnadsorientering O-V, N-S. Hustyp A, B, C.

Punkt	Term	Orientering O-V			Orientering N-S		
		Hustyp A	B	C	Hustyp A	B	C
Barkåkra	QLOSS	12 261	7 314	20 943	12 910	7 610	22 269
	VLOSS	4 718	2 106	9 489	5 367	2 401	10 815
1	Q	11 375	6 913	19 185	11 902	7 153	20 259
	V	3 869	1 730	7 788	4 396	1 969	8 861
2	Q	11 705	7 062	19 850	12 299	7 329	21 055
	V	4 199	1 878	8 452	4 792	2 146	9 657
3	Q	11 763	7 109	19 924	12 345	7 353	21 115
	V	4 162	1 860	8 381	4 744	2 125	9 573
4	Q	11 310	6 944	18 930	11 694	7 119	19 718
	V	3 587	1 603	7 230	3 971	1 778	8 018
5	Q	10 798	6 718	17 893	11 149	6 876	18 606
	V	3 086	1 382	6 218	3 437	1 540	6 931
6	Q	10 223	6 480	16 708	10 399	6 562	17 051
	V	2 441	1 092	4 944	2 617	1 174	5 287
7	Q	10 167	6 446	16 614	10 346	6 530	16 963
	V	2 422	1 083	4 906	2 601	1 167	5 254
8	Q	11 719	7 164	19 676	12 578	7 553	21 412
	V	3 831	1 712	7 716	4 689	2 101	9 453
9	Q	9 883	6 375	16 185	9 973	6 442	16 375
	V	1 950	850	4 154	2 040	915	4 412
10	Q	9 848	6 361	15 835	9 940	6 403	16 020
	V	1 915	860	3 873	2 008	902	4 058
11	Q	11 753	7 184	19 745	12 246	7 407	20 748
	V	3 853	1 725	7 762	4 346	1 948	8 765
12	Q	9 656	6 240	15 521	9 750	6 282	15 710
	V	1 865	837	3 771	1 959	880	3 960
13	Q	11 395	6 965	19 146	11 904	7 194	20 178
	V	3 736	1 673	7 526	4 244	1 902	8 559
14	Q	10 580	6 579	17 523	10 766	6 685	17 874
	V	2 945	1 316	5 962	3 130	1 404	6 313
15	Q	11 748	7 102	19 892	12 319	7 362	21 063
	V	4 158	1 854	8 352	4 720	2 113	9 523
16	Q	10 910	6 702	18 255	11 280	6 874	19 015
	V	3 416	1 524	6 855	3 786	1 696	7 645
17	Q	11 038	6 759	18 511	11 393	6 924	19 237
	V	3 543	1 580	7 138	3 898	1 746	7 864
18	Q	10 860	6 621	18 024	11 202	6 790	18 750
	V	3 378	1 416	6 655	3 720	1 581	7 381
19	Q	10 187	6 381	16 797	10 440	6 497	17 311
	V	2 717	1 214	5 482	2 970	1 330	5 996
20	Q	10 911	6 704	18 248	11 351	6 905	19 150
	V	3 421	1 528	6 888	3 868	1 730	7 790
21	Q	11 670	7 069	19 738	12 175	7 297	20 771
	V	4 070	1 821	8 199	4 576	2 049	9 232
22	Q	11 710	7 104	19 785	12 290	7 360	20 960
	V	4 109	1 855	8 243	4 689	2 111	9 417
23	Q	11 700	7 099	19 758	12 210	7 330	20 795
	V	4 100	1 850	8 215	4 610	2 081	9 256
24	Q	11 763	7 109	19 924	12 346	7 374	21 116
	V	4 162	1 860	8 381	4 744	2 125	9 573

Som framgår i avsnitt 3.1.5 dämpar vind-temperaturfunktionen effekten av ändrade nominella  $k_0$ -värden, dvs

$$1 > \gamma > \frac{k_0(1)}{k_0(2)} \quad \text{om } k_0(1) < k_0(2)$$

$$1 < \gamma < \frac{k_0(1)}{k_0(2)} \quad \text{om } k_0(1) > k_0(2)$$

$k_{\text{eff}}$ -värdena blir systematiskt lägre än  $k_0$ -värdena men varierar däremot endast obetydligt med vind och utetemperatur. Inom temperaturintervallet ( $-15^{\circ}\text{C} - +10^{\circ}\text{C}$ ) och vindhastighetsintervallet ( $0-10 \text{ ms}^{-1}$ ) är de effektiva  $k$ -värdena praktiskt taget konstanta för hustyp A, B respektive C, enligt följande:

$$\text{Hustyp A } k_0 = 0.39 \quad 0.33 \leq k_{\text{eff}} \leq 0.35; \quad (\text{w/m}^2, \text{ k})$$

$$\text{Hustyp B } k_0 = 0.26 \quad 0.23 \leq k_{\text{eff}} \leq 0.24; \quad (\text{w/m}^2, \text{ k})$$

$$\text{Hustyp C } k_0 = 0.63 \quad 0.49 \leq k_{\text{eff}} \leq 0.54; \quad (\text{w/m}^2, \text{ k})$$

Förhållandet mellan transmissionsförlusterna påverkas på följande sätt:

$$\frac{\text{Hustyp B}}{\text{Hustyp A}}: \frac{k_0(\text{B})}{k_0(\text{A})} = 0.67; \quad \frac{k_{\text{eff}}(\text{B})}{k_{\text{eff}}(\text{A})} = 0.69-0.70$$

$$\frac{\text{Hustyp A}}{\text{Hustyp C}}: \frac{k_0(\text{A})}{k_0(\text{C})} = 0.62 \quad \frac{k_{\text{eff}}(\text{A})}{k_{\text{eff}}(\text{C})} = 0.65-0.67$$

$$\frac{\text{Hustyp B}}{\text{Hustyp C}}: \frac{k_0(\text{B})}{k_0(\text{C})} = 0.41 \quad \frac{k_{\text{eff}}(\text{B})}{k_{\text{eff}}(\text{C})} = 0.44-0.47$$

Energi besparingen till följd av förbättrad isoleringsstandard överskattas alltså om hänsyn inte tas till effekten av vind och temperatur. Överskattningen är dock, som framgår ovan, tämligen liten (ca 5%) för de fall, som här behandlats.

APPENDIX 5:1. Värden för 30<sup>o</sup>-vindriktningssektorer av:

Relativ totalförlust ( $Q_r = QLOSS / (S:a QLOSS)_{Barkåkra}$ , procent)

Förhållandet  $VLOSS/TLOSS$  ( $V/T$ , lokala värden)

Genomsnittlig luftomsättning ( $\bar{n}_r$ ,  $h^{-1}$ )

Beräkningspunkter se figur 2.3.

Hustyp: A                      Orientering: O-V                      (S:a QLOSS)<sub>Barkåkra</sub> = 12 261 kWh/år

Vindriktningssektor	Beräkningspunkt														
	Barkåkra			Punkt 2			Punkt 8			Punkt 10			Punkt 19		
	$\bar{n}_r$	$V/T$	$Q_r$ %	$\bar{n}_r$	$V/T$	$Q_r$ %	$\bar{n}_r$	$V/T$	$Q_r$ %	$\bar{n}_r$	$V/T$	$Q_r$ %	$\bar{n}_r$	$V/T$	$Q_r$ %
Lugnt	0.13	0.21	5.1	0.13	0.21	5.0	0.14	0.23	<u>6.0</u>	0.14	0.23	6.0	0.13	0.21	5.0
30	0.43	0.70	5.1	0.34	0.56	4.7	0.20	0.33	4.1	0.16	0.26	3.9	0.21	0.35	4.0
60	0.39	0.64	6.6	0.32	0.52	6.1	0.20	0.33	5.5	0.16	0.26	5.2	0.21	0.35	5.4
90	0.35	0.57	10.9	0.28	0.46	10.2	0.37	0.60	<u>11.6</u>	0.15	0.25	9.0	0.23	0.38	9.5
120	0.38	0.62	15.9	0.27	0.44	14.1	0.31	0.51	15.4	0.15	0.24	12.7	0.24	0.39	13.5
150	0.34	0.55	7.1	0.26	0.43	6.5	0.27	0.44	6.9	0.14	0.23	5.8	0.20	0.33	6.0
180	0.44	0.72	6.1	0.49	0.80	6.4	0.19	0.31	4.8	0.14	0.23	4.6	0.24	0.39	5.0
210	0.45	0.74	6.2	0.50	0.82	<u>6.5</u>	0.45	0.74	<u>6.4</u>	0.14	0.23	4.6	0.26	0.42	5.0
240	0.45	0.74	6.7	0.52	0.85	<u>7.2</u>	0.45	0.74	<u>7.0</u>	0.15	0.24	5.0	0.28	0.46	5.6
270	0.40	0.65	11.6	0.44	0.72	<u>12.1</u>	0.45	0.74	<u>12.8</u>	0.14	0.22	9.1	0.22	0.36	9.5
300	0.42	0.69	9.9	0.32	0.52	8.8	0.20	0.32	8.1	0.15	0.24	7.7	0.21	0.34	7.7
330	0.44	0.71	4.9	0.34	0.56	4.4	0.20	0.33	4.0	0.16	0.26	3.8	0.23	0.37	3.9
360	0.47	0.76	3.7	0.37	0.61	3.4	0.20	0.33	2.9	0.16	0.26	2.8	0.23	0.38	2.9
S:a			100			95.4			95.5			80.3			83.0
M.v.	0.41	0.67	7.7	0.37	0.61	7.3	0.29	0.48	7.3	0.15	0.24	6.2	0.23	0.38	6.4



APPENDIX 5:2. Värden för 30°-vindriktningssektorer av:

Relativ totalförlust ( $Q_r = Q_{LOSS}/(S:a Q_{LOSS})_{Barkåkra}$ , procent)

Förhållandet  $V_{LOSS}/T_{LOSS}$  ( $V/T$ , lokala värden)

Genomsnittlig luftomsättning ( $\bar{n}_r$ ,  $h^{-1}$ )

Beräkningspunkter se figur 2.3

Hustyp: A

Orientering: N-S

(S:a  $Q_{LOSS}$ )<sub>Barkåkra</sub> = 12 910 kWh/år

Vindriktningssektor	Beräkningspunkt														
	Barkåkra			Punkt 2			Punkt 8			Punkt 10			Punkt 19		
	$\bar{n}_r$	$\frac{V}{T}$	$Q_r$ %	$\bar{n}_r$	$\frac{V}{T}$	$Q_r$ %	$\bar{n}_r$	$\frac{V}{T}$	$Q_r$ %	$\bar{n}_r$	$\frac{V}{T}$	$Q_r$ %	$\bar{n}_r$	$\frac{V}{T}$	$Q_r$ %
Lugnt	0.13	0.21	4.9	0.13	0.21	4.7	0.14	0.23	<u>5.7</u>	0.14	0.23	<u>5.7</u>	0.13	0.21	4.7
30	0.37	0.61	4.6	0.30	0.49	4.3	0.20	0.32	3.9	0.16	0.26	3.7	0.20	0.33	3.8
60	0.45	0.74	6.6	0.37	0.60	6.1	0.21	0.35	5.3	0.17	0.27	5.0	0.23	0.37	5.2
90	0.54	0.88	12.5	0.44	0.72	11.4	0.58	0.95	<u>13.4</u>	0.17	0.28	8.7	0.30	0.49	9.8
120	0.44	0.71	16.0	0.30	0.49	13.9	0.36	0.58	15.4	0.15	0.25	12.1	0.26	0.42	13.1
150	0.30	0.49	6.5	0.23	0.38	6.0	0.24	0.39	6.3	0.14	0.22	5.5	0.19	0.31	5.6
180	0.29	0.47	5.0	0.32	0.52	<u>5.2</u>	0.15	0.25	4.4	0.13	0.21	4.3	0.20	0.32	4.5
210	0.39	0.64	5.5	0.43	0.70	<u>5.7</u>	0.39	0.64	<u>5.8</u>	0.14	0.22	4.3	0.24	0.39	4.7
240	0.53	0.87	6.9	0.63	1.02	<u>7.4</u>	0.54	0.88	<u>7.2</u>	0.16	0.26	4.9	0.32	0.52	5.6
270	0.68	1.10	14.1	0.76	1.23	<u>14.9</u>	0.79	1.28	<u>15.9</u>	0.18	0.29	9.1	0.33	0.54	10.2
300	0.49	0.80	10.0	0.37	0.60	8.8	0.21	0.35	7.8	0.16	0.26	7.4	0.23	0.38	7.5
330	0.38	0.62	4.4	0.30	0.49	4.0	0.19	0.31	3.7	0.15	0.25	3.6	0.21	0.34	3.6
360	0.31	0.51	3.0	0.25	0.41	2.8	0.18	0.29	2.7	0.15	0.25	2.6	0.18	0.30	2.6
S:a			100			95.2			97.4			77.0			80.8
M.v.	0.43	0.70	7.7	0.39	0.64	7.3	0.34	0.55	7.5	0.15	0.25	5.9	0.24	0.39	6.2

APPENDIX 5:3. Värden för 30<sup>0</sup>-vindriktningssektorer av:

Relativ totalförlust ( $Q_r = Q_{LOSS}/(S:a Q_{LOSS})_{Barkåkra}$ , procent)

Förhållandet  $V_{LOSS}/T_{LOSS}$  ( $V/T$ , lokala värden)

Genomsnittlig luftomsättning ( $\bar{n}_r$ , h<sup>-1</sup>)

Beräkningspunkter se figur 2.3

Hustyp: B

Orientering: O-V

(S:a  $Q_{LOSS})_{Barkåkra} = 7314$  kWh/år

Vindriktningssektor	Beräkningspunkt														
	Barkåkra			Punkt 2			Punkt 8			Punkt 10			Punkt 19		
	$\bar{n}_r$	$\frac{V}{T}$	$Q_r$ %	$\bar{n}_r$	$\frac{V}{T}$	$Q_r$ %	$\bar{n}_r$	$\frac{V}{T}$	$Q_r$ %	$\bar{n}_r$	$\frac{V}{T}$	$Q_r$ %	$\bar{n}_r$	$\frac{V}{T}$	$Q_r$ %
Lugnt	0.06	0.14	5.6	0.05	0.13	5.5	0.06	0.15	<u>6.5</u>	0.06	0.15	<u>6.6</u>	0.05	0.13	5.5
30	0.19	0.45	5.1	0.15	0.36	4.7	0.09	0.21	4.3	0.07	0.17	4.2	0.10	0.23	4.2
60	0.18	0.42	6.6	0.14	0.34	6.2	0.09	0.22	5.8	0.07	0.17	5.6	0.09	0.22	5.6
90	0.15	0.36	11.0	0.13	0.30	10.4	0.16	0.39	<u>11.6</u>	0.07	0.16	9.7	0.10	0.24	10.0
120	0.17	0.40	15.9	0.12	0.29	14.6	0.14	0.33	15.7	0.07	0.16	13.7	0.10	0.25	14.1
150	0.15	0.35	7.2	0.12	0.28	6.7	0.12	0.28	7.1	0.06	0.15	6.4	0.09	0.21	6.4
180	0.20	0.47	6.1	0.21	0.51	<u>6.3</u>	0.09	0.21	5.1	0.06	0.15	5.0	0.11	0.26	5.2
210	0.20	0.48	6.1	0.22	0.53	<u>6.3</u>	0.20	0.48	<u>6.3</u>	0.06	0.15	5.0	0.11	0.27	5.2
240	0.20	0.48	6.6	0.23	0.55	<u>7.0</u>	0.20	0.48	<u>6.9</u>	0.06	0.15	5.4	0.12	0.29	5.8
270	0.17	0.41	11.5	0.19	0.46	11.9	0.20	0.48	<u>12.6</u>	0.06	0.14	9.9	0.10	0.23	10.0
300	0.18	0.44	9.7	0.14	0.34	9.0	0.09	0.21	8.5	0.06	0.15	8.3	0.09	0.22	8.1
330	0.19	0.46	4.9	0.15	0.37	4.5	0.09	0.21	4.2	0.07	0.16	4.1	0.10	0.24	4.1
360	0.20	0.49	3.6	0.17	0.40	3.4	0.09	0.22	3.1	0.07	0.17	3.0	0.10	0.24	3.0
S:a			100			96.5			97.9			86.9			87.2
M.v.	0.18	0.44	7.7	0.16	0.39	7.4	0.13	0.31	7.5	0.07	0.16	6.7	0.10	0.24	6.7

APPENDIX 5:4. Värden för 30<sup>0</sup>-vindriktningssektorer av:

Relativ totalförlust ( $Q_r = Q_{LOSS}/(S:a Q_{LOSS})$  Barkåkra, procent)

Förhållandet  $VLOSS/TLOSS$  ( $V/T$ , lokala värden)

Genomsnittlig luftomsättning ( $\bar{n}_r, h^{-1}$ )

Beräkningspunkter se figur 2.3

Hustyp: B

Orientering: N-S

(S:a  $Q_{LOSS}$ )<sub>Barkåkra</sub> = 7 610 kWh/år

Vindriktningssektor	Beräkningspunkt														
	Barkåkra			Punkt 2			Punkt 8			Punkt 10			Punkt 19		
	$\bar{n}_r$	$V/T$	$Q_r$	$\bar{n}_r$	$V/T$	$Q_r$	$\bar{n}_r$	$V/T$	$Q_r$	$\bar{n}_r$	$V/T$	$Q_r$	$\bar{n}_r$	$V/T$	$Q_r$
Lugnt	0.06	0.14	5.4	0.05	0.13	5.3	0.06	0.15	6.3	0.06	0.15	6.3	0.05	0.13	5.3
30	0.17	0.40	4.7	0.13	0.32	4.4	0.09	0.21	4.2	0.07	0.17	4.0	0.09	0.21	4.0
60	0.20	0.48	6.6	0.16	0.39	6.2	0.10	0.23	5.6	0.07	0.17	5.4	0.10	0.24	5.5
90	0.24	0.57	12.2	0.20	0.47	11.4	0.26	0.62	13.0	0.08	0.18	9.5	0.13	0.32	10.1
120	0.19	0.46	16.0	0.13	0.32	14.4	0.16	0.38	15.7	0.07	0.16	13.3	0.11	0.27	13.8
150	0.13	0.32	6.7	0.10	0.25	6.3	0.10	0.25	6.7	0.06	0.14	6.1	0.08	0.20	6.1
180	0.13	0.30	5.2	0.14	0.33	5.3	0.07	0.16	4.8	0.05	0.13	4.7	0.09	0.21	4.8
210	0.17	0.41	5.6	0.19	0.46	5.7	0.17	0.41	5.8	0.06	0.14	4.7	0.10	0.25	4.9
240	0.24	0.57	6.8	0.28	0.66	7.1	0.24	0.57	7.0	0.07	0.17	5.3	0.14	0.33	5.7
270	0.30	0.71	13.4	0.33	0.80	14.1	0.35	0.83	15.0	0.08	0.19	9.9	0.15	0.35	10.5
300	0.22	0.52	9.9	0.16	0.39	9.0	0.10	0.23	8.4	0.07	0.16	8.1	0.10	0.24	8.0
330	0.17	0.40	4.5	0.13	0.32	4.2	0.08	0.20	4.0	0.07	0.16	3.9	0.09	0.22	3.9
360	0.14	0.33	3.1	0.11	0.27	2.9	0.08	0.18	2.9	0.07	0.16	2.8	0.08	0.19	2.8
S:a			100			96.2			99.2			84.1			85.3
M.v.	0.19	0.46	7.7	0.17	0.41	7.4	0.15	0.36	7.6	0.07	0.16	6.5	0.10	0.25	6.6

APPENDIX 5:5. Värden för 30<sup>0</sup>-vindriktningssektorer av:

Relativ totalförlust ( $Q_r = Q_{LOSS}/(S:a Q_{LOSS})_{Barkåkra}$ , procent)

Förhållandet  $V_{LOSS}/T_{LOSS}$  ( $V/T$ , lokala värden)

Genomsnittlig luftomsättning ( $\bar{n}_r$ ,  $h^{-1}$ )

Beräkningspunkter se figur 2.3

Hustyp: C

Orientering: O-V

(S:a  $Q_{LOSS})_{Barkåkra} = 20\,943$  kWh/år

Vindriktningssektor	Beräkningspunkt														
	Barkåkra			Punkt 2			Punkt 8			Punkt 10			Punkt 19		
	$\bar{n}_r$	$V/T$	$Q_r$	$\bar{n}_r$	$V/T$	$Q_r$	$\bar{n}_r$	$V/T$	$Q_r$	$\bar{n}_r$	$V/T$	$Q_r$	$\bar{n}_r$	$V/T$	$Q_r$
Lugnt	0.27	0.29	4.7	0.26	0.28	4.6	0.29	0.31	5.6	0.29	0.31	5.6	0.26	0.28	4.6
30	0.87	0.93	5.2	0.70	0.75	4.7	0.41	0.44	3.9	0.33	0.35	3.7	0.44	0.47	3.9
60	0.79	0.85	6.6	0.64	0.69	6.0	0.41	0.44	5.3	0.33	0.35	4.9	0.43	0.46	5.1
90	0.70	0.75	10.8	0.57	0.61	10.0	0.75	0.80	11.6	0.32	0.34	8.5	0.47	0.50	9.2
120	0.77	0.82	15.9	0.55	0.59	13.8	0.63	0.67	15.2	0.31	0.33	12.0	0.48	0.51	13.1
150	0.68	0.73	7.0	0.53	0.57	6.4	0.54	0.58	6.7	0.28	0.30	5.5	0.40	0.43	5.8
180	0.90	0.96	6.2	0.99	1.06	6.6	0.39	0.42	4.6	0.29	0.31	4.3	0.49	0.52	4.8
210	0.93	0.99	6.3	1.02	1.09	6.6	0.92	0.98	6.5	0.29	0.31	4.3	0.53	0.57	4.9
240	0.91	0.97	6.8	1.05	1.12	7.4	0.92	0.98	7.1	0.30	0.32	4.8	0.58	0.62	5.5
270	0.79	0.85	11.6	0.88	0.94	12.2	0.91	0.97	13.0	0.28	0.30	8.6	0.45	0.48	9.2
300	0.85	0.91	9.9	0.64	0.69	8.8	0.41	0.44	7.8	0.30	0.32	7.3	0.43	0.46	7.5
330	0.88	0.94	5.0	0.69	0.74	4.4	0.41	0.44	3.8	0.32	0.34	3.6	0.47	0.50	3.8
360	0.94	1.01	3.8	0.77	0.82	3.4	0.42	0.45	2.8	0.33	0.35	2.6	0.48	0.51	2.8
S:a			100			94.8			93.9			75.6			80.2
M.v.	0.83	0.89	7.7	0.76	0.81	7.3	0.60	0.64	7.2	0.31	0.33	5.8	0.47	0.50	6.2

APPENDIX 5:6. Värden för 30°-vindriktningssektorer av:

Relativ totalförlust ( $Q_r = QLOSS/(S:a QLOSS)_{Barkåkra}$ , procent)

Förhållandet  $VLOSS/TLOSS$  ( $V/T$ , lokala värden)

Genomsnittlig luftomsättning ( $\bar{n}_r$ ,  $h^{-1}$ )

Beräkningspunkter se figur 2.3

Hustyp: C

Orientering: N-S

(S:a QLOSS) $_{Barkåkra} = 22\,269$  kWh/år

Vindriktningssektor	Beräkningspunkt														
	Barkåkra			Punkt 2			Punkt 8			Punkt 10			Punkt 19		
	$\bar{n}_r$	$\frac{V}{T}$	$Q_r$	$\bar{n}_r$	$\frac{V}{T}$	$Q_r$	$\bar{n}_r$	$\frac{V}{T}$	$Q_r$	$\bar{n}_r$	$\frac{V}{T}$	$Q_r$	$\bar{n}_r$	$\frac{V}{T}$	$Q_r$
Lugnt	0.27	0.29	4.5	0.26	0.28	4.3	0.29	0.31	5.2	0.29	0.31	5.2	0.26	0.28	4.3
30	0.76	0.81	4.6	0.61	0.65	4.1	0.40	0.43	3.7	0.33	0.35	3.5	0.41	0.44	3.6
60	0.92	0.98	6.7	0.75	0.80	6.0	0.43	0.46	5.0	0.34	0.36	4.7	0.46	0.49	4.9
90	1.09	1.17	12.7	0.90	0.96	11.4	1.18	1.26	13.7	0.35	0.37	8.2	0.61	0.65	9.5
120	0.88	0.94	16.0	0.62	0.66	13.5	0.72	0.77	15.2	0.32	0.34	11.4	0.51	0.55	12.6
150	0.61	0.65	6.3	0.48	0.51	5.7	0.49	0.52	6.1	0.27	0.29	5.1	0.39	0.42	5.4
180	0.59	0.63	4.9	0.64	0.68	5.0	0.32	0.34	4.1	0.25	0.27	3.9	0.39	0.42	4.2
210	0.79	0.85	5.5	0.87	0.93	5.8	0.78	0.84	5.7	0.27	0.29	4.0	0.50	0.53	4.5
240	1.07	1.15	7.0	1.25	1.34	7.6	1.08	1.16	7.3	0.32	0.34	4.6	0.64	0.69	5.5
270	1.36	1.46	14.5	1.51	1.62	15.5	1.58	1.69	16.6	0.36	0.39	8.6	0.67	0.72	10.1
300	0.99	1.06	10.1	0.75	0.80	8.8	0.44	0.47	7.5	0.32	0.34	6.9	0.47	0.50	7.2
330	0.77	0.82	4.4	0.61	0.65	3.9	0.39	0.42	3.5	0.31	0.33	3.3	0.42	0.45	3.4
360	0.64	0.68	3.0	0.51	0.55	2.7	0.36	0.39	2.5	0.31	0.33	2.4	0.37	0.40	2.4
S:a			100			94.5			96.1			71.9			77.7
M.v.	0.87	0.93	7.7	0.79	0.85	7.3	0.68	0.73	7.4	0.31	0.33	5.5	0.49	0.52	6.0

APPENDIX 6. Beräknad total solinstrålning mot fönster vid olika byggnadsorientering och horisontavskärmning. Värden angivna i kWh/mån samt summerat över eldningssäsongen (oktober-april) respektive året.

Månad	Horisontavskärmning							
	0°		10°		30°		60°	
	orient. O-V	N-S	orient. O-V	N-S	orient. O-V	N-S	orient. O-V	N-S
Jan	468	420	316	287	98	98	26	26
Feb	865	786	724	655	196	196	52	52
Mar	1432	1311	1277	1160	488	458	84	84
Apr	1653	1537	1493	1376	976	882	102	102
Maj	1896	1801	1710	1612	1185	1084	130	130
Jun	1918	1845	1716	1637	1252	1159	136	136
Jul	1835	1758	1653	1572	1158	1069	132	132
Aug	1795	1676	1636	1515	1131	1022	110	110
Sep	1407	1282	1290	1166	698	625	74	74
Okt	857	769	758	675	156	156	42	42
Nov	471	416	363	321	76	76	20	20
Dec	339	299	182	165	56	56	14	14
Okt - Apr	6085	5538	5113	4639	2046	1922	340	340
Året	14936	13900	13118	12141	7470	6881	922	922

## APPENDIX 7. Arsvisa värden för hustyp C (O-V orientering, Barkåkra) av:

Absolut totalförlust, QLOSS (kWh/år)

Relativ totalförlust,  $Q/\bar{Q}$ Relativ transmissionsförlust,  $T/\bar{Q}$ Relativ infiltrationsförlust,  $V/\bar{Q}$ Relativ solvärmeinläckning,  $S/\bar{Q}$  $(\bar{Q} = \text{m.v. 1955-79})$ Genomsnittlig luftomsättning,  $\bar{n}$  ( $\text{h}^{-1}$ , inkl lugnt)

Antal graddagar/år (1961-79)

Relativt antal graddagar/år

År	QLOSS	$Q/\bar{Q}$	$T/\bar{Q}$	$V/\bar{Q}$	$S/\bar{Q}$	$\bar{n}$	GD	$GD/\overline{GD}$	$\frac{(Q-S)}{(\bar{Q}-\bar{S})}$
1955	22 185	1.06	0.57	0.48	0.27	0.78			1.01
1956	24 378	1.16	0.60	0.56	0.25	0.89			1.17
1957	21 732	1.03	0.54	0.50	0.20	0.86			1.07
1958	21 915	1.04	0.58	0.47	0.25	0.76			1.03
1959	19 199	0.91	0.50	0.41	0.21	0.77			0.91
1960	21 984	1.05	0.55	0.49	0.22	0.84			1.06
1961	20 129	0.95	0.52	0.44	0.23	0.79	2 922	0.89	0.94
1962	22 659	1.08	0.58	0.50	0.24	0.81	3 449	1.06	1.08
1963	22 384	1.06	0.58	0.49	0.23	0.80	3 590	1.10	1.07
1964	20 336	0.97	0.54	0.43	0.23	0.73	3 240	0.99	0.95
1965	22 149	1.05	0.57	0.48	0.23	0.80	3 403	1.04	1.06
1966	21 860	1.04	0.57	0.47	0.19	0.78	3 427	1.05	1.09
1967	20 483	0.99	0.52	0.46	0.19	0.83	2 991	0.92	1.01
1968	20 144	0.96	0.53	0.42	0.22	0.74	3 328	1.02	0.95
1969	21 438	1.02	0.56	0.46	0.24	0.78	3 487	1.07	1.00
1970	21 150	1.00	0.56	0.44	0.22	0.74	3 543	1.08	1.08
1971	19 910	0.95	0.51	0.43	0.21	0.79	3 107	0.95	0.95
1972	19 483	0.93	0.53	0.40	0.22	0.71	3 156	0.97	0.91
1973	20 166	0.96	0.53	0.43	0.23	0.76	3 241	0.99	0.94
1974	18 813	0.89	0.51	0.39	0.23	0.72	2 836	0.87	0.85
1975	17 810	0.85	0.48	0.36	0.23	0.70	2 875	0.88	0.80
1976	21 020	1.00	0.56	0.44	0.23	0.73	3 467	1.06	0.99
1977	19 742	0.94	0.53	0.41	0.19	0.71	3 145	0.96	0.96
1978	21 405	1.02	0.56	0.46	0.21	0.76	3 327	1.02	1.04
1979	23 116	1.10	0.59	0.51	0.23	0.81	3 530	1.08	1.12
M.v.	21 024	1.00	0.55	0.45	0.22	0.78	3 267	1.00	1.00
$\sigma$	1 484	0.07	0.03	0.04	0.02	0.05	237	0.07	0.05

APPENDIX 8. Sammanställning av beräkningsresultat, etapp II.  
 QLOSS, TLOSS, VLOSS och genomsnittlig luftomsättning (inkl lugnt)  
 Hustyp A, orientering O-V och N-S (kWh/år).

Barkåkra samt platserna A-K, hela året.

Plats	O-V			$\bar{n}$
	QLOSS	TLOSS	VLOSS	
Barkåkra	12 010	7 543	4 467	0.36
A	9 756	7 360	2 395	0.20
B	10 547	7 485	3 062	0.25
C	10 241	7 437	2 804	0.23
D	10 815	7 495	3 320	0.27
E	10 088	7 470	2 618	0.22
F	10 959	7 491	3 467	0.28
G	10 667	7 721	2 946	0.23
H	11 183	7 734	3 449	0.27
I	10 506	7 481	3 025	0.25
J	10 697	7 497	3 201	0.26
K	11 551	7 507	4 044	0.33

	N-S			$\bar{n}$
	QLOSS	TLOSS	VLOSS	
Barkåkra	12 885	7 543	5 343	0.43
A	10 119	7 360	2 759	0.23
B	10 862	7 485	3 377	0.28
C	10 425	7 437	2 987	0.25
D	11 150	7 495	3 654	0.30
E	10 408	7 470	2 939	0.24
F	11 274	7 491	3 783	0.31
G	10 923	7 721	3 202	0.25
H	11 746	7 734	4 012	0.32
I	10 770	7 481	3 288	0.27
J	10 990	7 497	3 494	0.29
K	12 427	7 507	4 919	0.40



APPENDIX 9. Värmeförluster vid olika vindriktning i procent av totalförlusten (12 010 kWh/år) för referensfallet Barkåkra (O-V). Medelvärden och spridning plats A-K, orientering O-V respektive N-S samt värden för referensfallet. Hustyp A, formfaktorer enligt tabell 2.6.

Vind- riktning	TLOSS				VLOSS				QLOSS				BARKÅKRA O-V		
	Mv (%)	$\sigma$ (%)	Max (%)	Min (%)	Mv (%)	$\sigma$ (%)	Max (%)	Min (%)	Mv (%)	$\sigma$ (%)	Max (%)	Min (%)	TLOSS (kWh)	VLOSS (kWh)	QLOSS (kWh)
Lugnt	4.2	$\pm 0.3$	4.7	3.9	0.8	$\pm 0.1$	1.0	0.7	5.0	$\pm 0.3$	5.7	4.6	518 4.3%	103 0.9%	621 5.2%
30° O-V	3.1	$\pm 0.1$	3.1	3.0	1.4	$\pm 0.4$	2.0	1.0	4.4	$\pm 0.3$	5.0	4.0	369	294	663
N-S	"	"	"	"	1.1	$\pm 0.2$	1.3	0.9	4.1	$\pm 0.1$	4.3	3.9	3.1%	2.4%	5.5%
60° O-V	4.1	$\pm 0.0$	4.1	4.0	1.8	$\pm 0.6$	2.8	1.2	5.9	$\pm 0.6$	6.9	5.2	492	414	906
N-S	"	"	"	"	1.4	$\pm 0.3$	1.8	1.1	5.5	$\pm 0.3$	5.9	5.1	4.1%	3.4%	7.5%
90° O-V	7.1	0.1	7.2	7.0	2.5	$\pm 0.4$	3.2	1.9	9.6	$\pm 0.4$	10.3	9.0	855	437	1291
N-S	"	"	"	"	3.3	$\pm 0.8$	5.2	2.2	10.4	$\pm 0.9$	12.3	9.2	7.1%	3.6%	10.7%
120° O-V	10.0	$\pm 0.1$	10.2	9.9	3.6	$\pm 0.6$	5.0	2.9	13.6	$\pm 0.6$	15.0	13.1	1206	572	1778
N-S	"	"	"	"	4.8	$\pm 1.5$	8.5	3.6	14.9	$\pm 1.5$	18.6	13.7	10.0%	4.8%	14.8%
150° O-V	4.6	$\pm 0.1$	4.8	4.6	1.4	$\pm 0.2$	1.9	1.1	6.0	$\pm 0.3$	6.6	5.9	561	220	781
N-S	"	"	"	"	1.8	$\pm 0.5$	3.0	1.2	6.4	$\pm 0.6$	7.7	5.9	4.7%	1.8%	6.5%
180° O-V	3.6	$\pm 0.0$	3.7	3.6	2.0	$\pm 0.7$	2.9	1.0	5.6	$\pm 0.7$	6.6	4.6	438	321	759
N-S	"	"	"	"	1.3	$\pm 0.3$	1.8	0.9	5.0	$\pm 0.3$	5.4	4.4	3.6%	2.7%	6.3%
210° O-V	3.6	$\pm 0.0$	3.7	3.6	2.2	$\pm 0.8$	3.5	1.0	5.8	$\pm 0.8$	7.1	4.6	436	376	812
N-S	"	"	"	"	1.5	$\pm 0.3$	2.0	0.9	5.0	$\pm 0.4$	5.6	4.4	3.6%	3.1%	6.8%
240° O-V	4.0	$\pm 0.0$	4.0	3.9	2.8	$\pm 1.0$	4.8	1.7	6.8	$\pm 1.0$	8.8	5.7	476	482	958
N-S	"	"	"	"	1.8	$\pm 0.4$	2.6	1.3	5.8	$\pm 0.4$	6.6	5.3	4.0%	4.0%	8.0%
270° O-V	7.2	$\pm 0.1$	7.4	7.1	3.3	$\pm 0.8$	4.7	2.0	10.5	$\pm 0.9$	11.9	9.1	864	507	1371
N-S	"	"	"	"	5.5	$\pm 2.1$	9.0	2.6	12.7	$\pm 2.1$	16.2	9.7	7.2%	4.2%	11.4%
300° O-V	5.9	$\pm 0.1$	6.2	5.9	2.3	$\pm 0.4$	3.1	1.6	8.3	$\pm 0.5$	9.0	7.5	717	369	1086
N-S	"	"	"	"	3.6	$\pm 1.1$	5.5	2.0	9.6	$\pm 1.1$	11.5	7.9	6.0%	3.1%	9.0%
330° O-V	2.9	$\pm 0.0$	3.0	2.9	1.0	$\pm 0.1$	1.2	0.8	3.9	$\pm 0.2$	4.1	3.6	352	167	519
N-S	"	"	"	"	1.4	$\pm 0.3$	1.9	0.9	4.3	$\pm 0.4$	4.9	3.8	2.9%	1.4%	4.3%
360° O-V	2.1	$\pm 0.0$	2.2	2.1	0.9	$\pm 0.2$	1.3	0.6	3.1	$\pm 0.2$	3.5	2.7	258	200	458
N-S	"	"	"	"	0.7	$\pm 0.1$	0.9	0.5	2.8	$\pm 0.1$	3.0	2.7	2.1%	1.7%	3.8%
S:a O-V	62.4				26.0				88.4				7543	4467	12010
N-S	"				29.0				91.4				63.0%	37.0%	100.0%

APPENDIX 10. Genomsnittlig luftomsättning,  $\bar{n}_r$ , vid vind inom varje 30°-vindriktningssektor samt vid vindstilla för O-V respektive N-S orientering. Medelvärdet  $\bar{n}_r$  gäller exklusive lugnt (jfr Appendix 8). Tabellen ger även antal gradtimmar/år, beräknat enligt ekv. (3.6). Hustyp A, läge Barkåkra samt platserna A-K.

Plats	Orient	Lugnt	Vindriktningssektor												$\bar{n}_r$	S:a GT
			30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	360°		
Barkåkra	O-V	0.12	0.49	0.52	0.31	0.29	0.24	0.45	0.53	0.62	0.36	0.32	0.29	0.48	0.38	
	N-S	0.12	0.29	0.31	0.55	0.50	0.38	0.27	0.30	0.34	0.69	0.57	0.50	0.28	0.46	
Gradtim./1000		8	5	7	13	18	8	7	6	7	13	11	5	4	112	
A	O-V	0.12	0.21	0.18	0.19	0.21	0.18	0.18	0.18	0.30	0.22	0.19	0.20	0.22	0.21	
	N-S	0.12	0.18	0.17	0.23	0.28	0.22	0.15	0.15	0.21	0.33	0.28	0.25	0.19	0.24	
Gradtim./1000		7	5	7	12	18	8	6	6	7	13	10	5	4	110	
B	O-V	0.12	0.22	0.21	0.19	0.20	0.18	0.28	0.33	0.62	0.30	0.24	0.22	0.28	0.26	
	N-S	0.12	0.19	0.18	0.23	0.25	0.22	0.20	0.22	0.34	0.51	0.39	0.34	0.21	0.29	
Gradtim./1000		8	5	7	13	18	8	6	6	7	13	11	5	4	112	
C	O-V	0.12	0.24	0.31	0.25	0.23	0.19	0.26	0.31	0.37	0.17	0.20	0.17	0.22	0.24	
	N-S	0.12	0.21	0.25	0.33	0.30	0.23	0.20	0.22	0.27	0.22	0.27	0.19	0.19	0.26	
Gradtim./1000		7	5	7	13	18	8	6	6	7	13	10	5	4	111	
D	O-V	0.12	0.32	0.42	0.28	0.26	0.21	0.45	0.38	0.37	0.24	0.16	0.19	0.26	0.28	
	N-S	0.12	0.22	0.27	0.45	0.40	0.30	0.27	0.26	0.27	0.34	0.21	0.23	0.20	0.31	
Gradtim./1000		8	5	7	13	18	8	7	6	7	13	11	5	4	112	
E	O-V	0.12	0.24	0.25	0.21	0.21	0.17	0.22	0.25	0.27	0.25	0.22	0.20	0.17	0.22	
	N-S	0.12	0.20	0.21	0.27	0.26	0.20	0.18	0.18	0.20	0.37	0.30	0.25	0.16	0.25	
Gradtim./1000		7	5	7	13	18	8	7	6	7	13	11	5	4	111	
F	O-V	0.12	0.30	0.21	0.17	0.19	0.15	0.45	0.53	0.62	0.36	0.28	0.26	0.29	0.30	
	N-S	0.12	0.24	0.18	0.19	0.24	0.16	0.27	0.30	0.34	0.69	0.47	0.41	0.22	0.32	
Gradtim./1000		8	5	7	13	18	8	7	6	7	13	11	5	4	112	
G	O-V	0.13	0.27	0.28	0.21	0.18	0.16	0.35	0.29	0.36	0.28	0.23	0.18	0.21	0.24	
	N-S	0.13	0.20	0.21	0.30	0.22	0.19	0.23	0.21	0.27	0.40	0.35	0.23	0.18	0.26	
Gradtim./1000		8	6	7	13	18	8	7	7	7	13	11	5	4	115	
H	O-V	0.13	0.21	0.18	0.21	0.19	0.21	0.45	0.53	0.46	0.36	0.28	0.22	0.26	0.29	
	N-S	0.13	0.18	0.17	0.27	0.25	0.30	0.27	0.30	0.29	0.68	0.47	0.34	0.20	0.33	
Gradtim./1000		8	6	7	13	18	9	7	7	7	13	11	5	4	115	
I	O-V	0.12	0.39	0.31	0.18	0.20	0.17	0.26	0.34	0.36	0.27	0.24	0.23	0.38	0.26	
	N-S	0.12	0.26	0.25	0.22	0.25	0.22	0.20	0.23	0.24	0.45	0.38	0.34	0.25	0.28	
Gradtim./1000		8	5	7	13	18	8	6	6	7	13	11	5	4	111	
J	O-V	0.12	0.39	0.42	0.25	0.23	0.15	0.26	0.26	0.33	0.25	0.26	0.26	0.38	0.27	
	N-S	0.12	0.26	0.27	0.33	0.30	0.18	0.20	0.19	0.23	0.37	0.43	0.41	0.25	0.30	
Gradtim./1000		8	5	7	13	18	8	7	6	7	13	11	5	4	112	
K	O-V	0.12	0.21	0.21	0.23	0.30	0.25	0.50	0.59	0.75	0.40	0.32	0.21	0.27	0.35	
	N-S	0.12	0.18	0.18	0.30	0.52	0.40	0.30	0.33	0.41	0.77	0.57	0.30	0.20	0.42	
Gradtim./1000		8	5	7	13	18	8	7	6	7	13	11	5	4	112	

APPENDIX 11. Värmeförluster (QLOSS, TLOSS, VLOSS) samt (QLOSS-SOL) för hustyp A, husavstånd 26 m, O-V orientering, platserna A-K. Värden i kWh/dygn, medelvärden 1955-79.

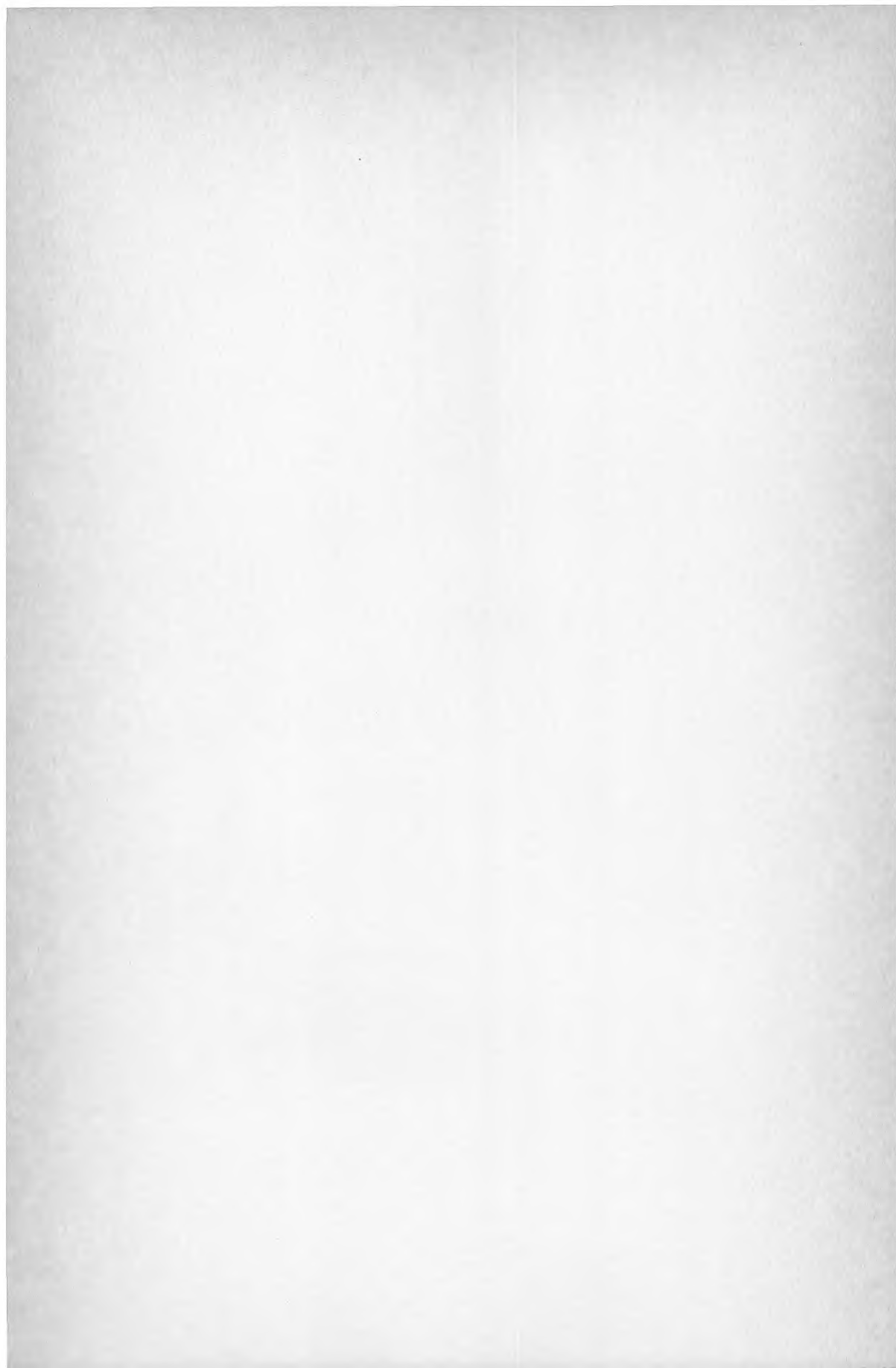
Mån	BARKAKRA				PUNKT A				PUNKT B			
	Q	T	V	Q-S	Q	T	V	Q-S	Q	T	V	Q-S
J	56.65	34.26	22.39	45.91	46.16	33.74	12.39	35.71	49.39	34.06	15.32	38.84
F	56.00	34.69	21.31	34.23	46.16	34.09	12.07	25.17	48.67	34.48	14.19	27.37
M	50.48	30.87	19.61	17.69	41.48	30.39	11.10	9.23	44.32	30.68	13.61	11.89
A	38.07	24.13	13.93	-1.07	30.90	23.67	7.23	-7.48	33.17	23.97	9.20	-5.44
M	23.16	15.35	7.81	-20.29	18.84	14.90	3.90	-23.78	20.52	15.23	5.32	-22.28
J	12.20	8.53	3.67	-33.18	9.90	8.07	1.87	-34.50	11.17	8.40	2.77	-33.55
J	9.16	6.45	2.68	-32.87	7.39	6.00	1.39	-33.79	8.45	6.35	2.00	-11.63
A	9.55	6.81	2.74	-31.52	7.71	6.26	1.45	-32.65	8.74	6.68	2.06	-31.89
S	18.00	12.10	5.90	-15.33	14.53	11.57	2.97	-18.12	16.00	11.93	4.07	-16.84
O	28.48	18.55	9.94	8.83	23.06	18.03	5.03	3.76	25.19	18.39	6.77	5.76
N	41.77	25.57	16.23	30.61	33.30	25.07	8.23	22.58	36.23	25.40	10.83	25.25
D	52.42	31.35	21.06	44.62	42.23	30.87	11.35	34.93	45.77	31.16	14.61	38.43

Mån	PUNKT C				PUNKT D				PUNKT E			
	Q	T	V	Q-S	Q	T	V	Q-S	Q	T	V	Q-S
J	48.58	33.97	14.61	38.13	51.32	34.13	17.19	40.76	47.29	34.06	13.23	36.84
F	48.53	34.37	14.16	27.54	50.97	34.55	16.46	29.64	47.36	34.41	12.96	26.37
M	43.55	30.61	12.94	11.30	45.61	30.74	14.87	13.22	42.52	30.71	11.84	10.27
A	32.43	23.87	8.60	-5.95	34.13	24.00	10.13	-4.48	31.87	23.97	7.90	-6.51
M	19.55	15.10	4.45	-23.07	20.71	15.23	5.45	-22.07	19.61	15.23	4.39	-23.01
J	10.30	8.23	2.03	-34.10	10.73	8.40	2.30	-33.89	10.53	8.37	2.20	-33.87
J	7.71	6.19	1.52	-33.47	8.06	6.35	1.71	-33.30	7.84	6.29	1.58	-33.34
A	8.03	6.48	1.55	-32.33	8.52	6.68	1.84	-32.05	8.13	6.55	1.58	-32.23
S	15.10	11.77	3.30	-17.55	15.97	11.97	4.03	-16.89	15.23	11.87	3.37	-17.42
O	24.00	18.26	5.74	4.70	25.65	18.42	7.23	6.20	24.00	18.32	5.68	4.70
N	35.30	25.30	10.00	24.58	37.67	25.43	12.23	26.75	34.57	25.37	9.20	23.85
D	44.61	31.06	13.52	37.31	47.26	31.23	16.03	39.92	43.58	31.16	12.42	36.28

Mån	PUNKT F				PUNKT G				PUNKT H			
	Q	T	V	Q-S	Q	T	V	Q-S	Q	T	V	Q-S
J	51.26	34.10	17.19	40.71	49.39	34.61	14.77	38.70	51.58	34.65	16.94	40.87
F	50.05	34.48	15.58	28.75	49.24	35.08	14.16	27.63	52.11	35.12	15.22	30.44
M	45.48	30.71	14.77	13.05	44.19	31.26	12.94	11.59	45.87	31.32	14.55	13.20
A	34.43	24.00	10.43	-4.18	33.57	24.60	9.00	-5.31	35.10	24.63	10.47	-3.88
M	21.32	15.23	6.06	-21.48	20.94	15.87	5.06	-22.23	22.13	15.90	6.23	-21.14
J	11.67	8.43	3.23	-33.05	11.70	9.17	2.53	-33.39	12.47	9.17	3.30	-32.71
J	8.84	6.35	2.48	-32.54	9.00	7.06	1.94	-32.75	9.65	7.06	2.58	-32.20
A	9.13	6.68	2.45	-31.50	9.42	7.45	1.94	-31.43	10.00	7.48	2.52	-30.92
S	16.77	11.97	4.80	-16.07	16.57	12.67	3.90	-16.59	17.63	12.70	4.97	-15.58
O	26.35	18.42	7.94	6.92	25.52	19.06	6.45	5.97	27.23	19.10	8.13	7.63
N	38.13	25.40	12.73	27.15	36.37	25.97	10.40	25.29	38.67	26.00	12.63	27.57
D	47.77	31.19	16.55	40.43	45.71	31.74	13.97	38.34	47.94	31.77	16.13	40.19

Mån	PUNKT I				PUNKT J				PUNKT K			
	Q	T	V	Q-S	Q	T	V	Q-S	Q	T	V	Q-S
J	49.55	34.06	15.48	39.10	50.42	34.13	16.29	39.86	54.26	34.16	20.10	43.57
F	49.38	34.48	14.90	28.39	50.87	34.55	16.32	29.54	52.50	34.58	17.91	30.89
M	43.87	30.68	13.16	11.59	45.19	30.74	14.45	12.80	48.52	30.77	17.74	15.92
A	33.30	23.97	9.33	-5.11	33.93	24.00	9.90	-4.68	36.03	24.03	12.00	-2.85
M	20.29	15.19	5.06	-22.34	20.68	15.23	5.42	-22.10	22.39	15.26	7.10	-20.78
J	10.93	8.40	2.53	-33.50	10.97	8.40	2.57	-33.65	12.03	8.43	3.60	-33.06
J	8.23	6.32	1.87	-32.98	8.16	6.35	1.81	-33.20	9.13	6.35	2.74	-32.62
A	8.52	6.65	1.87	-31.86	8.55	6.68	1.90	-32.02	9.42	6.68	2.74	-31.43
S	15.83	11.93	3.90	-16.84	15.97	11.97	4.00	-16.89	17.60	11.97	5.63	-15.56
O	24.81	18.39	6.42	5.51	25.00	18.42	6.58	5.55	29.97	18.45	9.52	8.42
N	36.20	25.40	10.80	25.48	36.73	25.43	11.30	25.81	40.33	25.47	14.87	29.25
D	45.55	31.16	14.35	38.25	46.26	31.23	15.03	38.92	50.55	31.29	19.26	42.83







**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 820010-0  
från Statens råd för byggnadsforskning till VBB och SMHI.**

**R5: 1989**

**ISBN 91-540-4994-6**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6709005**

**Abonnemangsgrupp:  
Y. Byggnadsfunktion**

**Distribution:  
Svensk Byggtjänst  
171 88 Solna**

**Cirka pris: 53 kr exkl moms**