



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 R86:1977

**Möjlig användning
av solfångare i be-
fintlig stadsbebygg-
else — en inventering**

Karin Widegren

Byggforskningen

R86:1977

MÖJLIG ANVÄNDNING AV SOLFÅNGARE I
BEFINTLIG STADSBEBYGGELSE - EN INVENTERING

Karin Widegren

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 760261-5 från
Statens råd för byggnadsforskning till Inst. för uppvärmnings-
och ventilationsteknik, KTH, Stockholm.

TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FÖR VÄG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

Nyckelord:
solenergi
solfångare
vattenvärmning
tappvarmvatten
solstrålning
takutformning
lokala data

UDK 620.93
697.329
696.4
69.024

R86:1977

ISBN 91-540-2786-1
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1977

INNEHÅLL

1. INLEDNING	5
1.1 Syfte	5
1.2 Förutsättningar	6
1.3 Arbetets uppläggnig	8
2. FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR UTNYTTJANDE AV SOLVATTENVÄRMARE I BOSTÄDER	11
2.1 Solinstrålning	11
2.2 Solfångare för uppvärmningsändamål	26
2.3 Energiförbrukning	36
3. BERÄKNAD ENERGIFÖRBRUKNING FÖR TAPPVARMVATTEN I FÖRHÅLLANDE TILL NYTTIGGJORD SOLENERGI	45
3.1 Allmänt	45
3.2 Beräknad storlek av den effektiva solfångarytan i förhållande till våningsytan	46
3.3 Beräkning av storleken av den instrålade energi- mängden (W)	56
3.4 Beräkning av storleken av den använda energin per m^2	58
4. INVENTERING	68
4.1 Syfte	68
4.2 Val av undersökningsområden	69
4.3 Inventeringens uppläggnig	76
4.4 Bearbetning av inventeringsmaterialet	82
4.5 Inventeringens resultat	94
Bilaga 1 : Stickprov på tillgängliga takytors storlek	1:1
Bilaga 2 : Inventeringskartor	2:1
Bilaga 3 : Beräkning av möjlig energibesparing i Kalmar	3:1
Bilaga 4 : Litteratur	4:1

FÖRORD

I detta arbete har en kartläggning av möjligheterna att använda solvattenvärmare i redan befintlig stadsbebyggelse genomförts. I tätortsbebyggelse begränsas dessa möjligheter av bristen på användbara ytor för uppställning av solfångare. I samband med att förekomsten av sådana ytor studerats i tre medelstora städer har en inventeringsmetod utarbetats, genom vilken en översiktlig bild av tillgången på lämpliga ytor för solfångare i tätortsbebyggelse kan erhållas.

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 760261-5 från Statens råd för byggnadsforskning till Institutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH, Stockholm.

Rapporten har utarbetats av arkitekt Karin Widegren med professor Folke Peterson som projektledare.

1. INLEDNING

1.1 Syfte

Försök och studier av möjligheterna att utnyttja solenergi för uppvärmningsändamål pågår på många platser i världen sedan början av detta århundrade. "Energikrisen" 1973, och de därmed stegrade oljepriserna, medförde att intresset för tillvaratagande av "alternativa energikällor" ökade. Forskningen kring utnyttjandet av solvärme har härigenom kommit att kraftigt intensifieras under de senaste åren. Ett mycket stort antal forskningsinstitutioner runt om i världen, har sökt utveckla olika typer av solhus m m där olika system för tillvaratagande av solvärme prövats.

I vårt land är det emellertid ur energibesparingssynpunkt, mindre betydelsefullt om nyproduktionen av bostäder till viss del kan ersättas av "solhus". Om man däremot skulle kunna utnyttja solenergi för uppvärmningsändamål i det redan befintliga bostadsbeståndet skulle detta kunna innebära betydande besparingar. Det är därför angeläget att en kartläggning av dessa möjligheter görs.

Solfångare för produktion av tappvarmvatten är lätta att installera i redan befintliga bostadshus och har använts i 10 - 20 år med gott resultat i ett flertal länder bl a USA och Israel. Solinstrålningen i vårt land är under sommarmånaderna fullt jämförbar med den i dessa länder, varför förutsättningarna för användandet av solvattenvärmare även i Sverige kan anses som goda. Möjligheterna att i stadsbebyggelse utnyttja denna typ av solfångare begränsas dock av den bristande tillgången på användbara ytor.

Syftet med detta arbete är att utarbeta en *inventeringsmetod*, genom vilken en *översiktlig bild* av tillgångar på lämpliga ytor för solfångare i tätortsbebyggelse kan erhållas. Härigenom underlättas en bedömning av hur stora energibesparingar som i framtiden kan göras vid ett mer omfattande utnyttjande av solenergi för uppvärmningsändamål, samtidigt som ett visst underlag för en strategi för solenergianvändning erhålles.

1.2 Förutsättningar

Utgångspunkten för projektet har varit att undersöka hur stor del av energibehovet för varmvatten i befintlig tätortsbebyggelse som kan täckas med hjälp av solvattenvärmare. Möjligheterna att i det redan existerande bostadsbeståndet även utnyttja solenergi för bostadsuppvärmning, har bedömts som f n mindre gynnsamma. Eftersom solinstrålningen är som lägst under uppvärmningssäsongen, måste den solenergi som tagits tillvara under sommarmånaderna lagras till vinterhalvåret. De utrymmen som krävs för denna typ av långtidslagring blir, bl a på grund av sin storlek, svåra att integrera i redan existerande byggnader. Värmedistributionssystemet blir också relativt komplicerat, vilket medför att anläggningen blir dyrbar i synnerhet i jämförelse med en redan existerande konventionell värmeanläggning. Det har därför bedömts som osannolikt att de nu existerande systemen för soluppvärmning av byggnader skulle kunna få någon större spridning i befintlig bostadsbebyggelse.

De system som används för beredning av tappvarmvatten med hjälp av solvärme är däremot jämförelsevis billiga och som tidigare nämnts lätta att installera i redan befintliga byggnader. Om solenergi i den närmaste framtiden kommer att utnyttjas i större skala i redan nu existerande bostadsbebyggelse, torde det vara realistiskt att anta att detta kommer att ske genom användning av solvattenvärmare.

Vid inventeringsarbetet har möjligheterna att placera solfångaren på taken till befintliga bostadshus undersökts, varvid en bedömning av hur stor del av byggnadens varmvattenbehov som kan täckas av solvattenvärmarens produktion gjorts. För flerfamiljshus har en uppställning av solfångare på marken i anslutning till bebyggelsen inte ansetts som en godtagbar lösning, dels p g a markens intensiva utnyttjande och de därmed höga markkostnaderna, dels p g a de fördyrande arrangemang som krävs för att skydda solfångarens glasade yta. I villaområden där tillgången på friytor är betydligt större, har dock markuppställning av solfångare accepterats.

Förutom taken kan även byggnaders fasader i vissa fall vara lämpliga för solfångararrangemang. Denna typ används ofta i byggnader som speciellt konstruerats för att ta tillvara solenergi. I redan befintlig bostadsbebyggelse kan emellertid fasadutformningen utgöra ett hinder för en sådan lösning. Monteringsarbetet torde också bli mer komplice-

rat och kostsamt än vid placering av solfångaren på byggnadens tak. Av denna anledning har inte möjligheterna att även utnyttja fasader för solfångareuppställning undersökts.

Monteringen av solfångare på befintliga takytor har också förutsetts ske på ett sådant sätt att solfångarens plana yta blir parallell med takfallets. Detta motiveras bl a av estetisk hänsyn till den redan existerande stadsmiljön. Solfångare monterade i från taket avvikande lutning skulle även medföra snöröjningsproblem, samtidigt som monteringsarbetet skulle försvåras. Vad gäller plana tak har en uppställning av parallella, mot horisontalplanet lutande solfångare dock ansetts vara en godtagbar lösning, då denna inte medför någon försämring i underhålls- och monteringshänseende.

Lagringen har i samtliga fall förutsetts ske i en vattentank belägen i byggnadens källare eller på vinden. I de fall sådana utrymmen saknas eller kan anses som mindre lämpliga placeras tanken utanför byggnaden. Någon svårighet att bereda utrymme för vattentanken torde inte föreligga, däremot kan kostnaderna för de olika lösningarna variera. De ekonomiska konsekvenserna av olika alternativa lösningar har dock inte närmare studerats.

De ovan angivna förutsättningarna medför att endast möjligheterna att installera solvattenvärmare, med så små ingrepp som möjligt i befintliga byggnader och stadsmiljö, studerats. Detta innebär sammanfattningsvis att solfångaren monteras på byggnadens tak i en lutningsvinkel som sammanfaller med takfallets. Solfångaren ansluts till en vattentank belägen i eller i omedelbar närhet av byggnaden. Om man i framtiden, trots de högre kostnaderna, även avser att utnyttja solfångararrangemang som avviker från de typer som här studerats ökar givetvis de tillgängliga ytornas storlek och därmed även den möjliga energibesparingen. De i rapporten redovisade resultaten anger således endast hur stor del av varmvattenförsörjningen som skulle kunna tillgodoses med hjälp av solenergi, utan att speciella, tekniskt komplicerade och dyrbara lösningar utnyttjas.

Inom ramen för de ovan angivna förutsättningarna, som till stor del motiveras av ekonomiska överväganden, har olika kostnadsaspekter inte närmare studerats. Detta innebär att solfångarearrangemang som uppfyller de tidigare angivna kraven ej bedöms som olämpliga, även

om deras lönsamhet beräknas bli betydligt lägre än för övriga typer. Undantagna är dock solfångare, som p.g.a. takens utformning skulle få en orientering mellan väst- nord och ost. Takytor med denna orientering har genomgående bedömts som olämpliga för solfångare.

1.3 Arbetets uppläggning

Syftet med detta arbete är som tidigare nämnts att utarbeta en inventeringsmetod, genom vilken en översiktlig bild av tillgången på lämpliga ytor för solfångare i tätortsbebyggelse kan erhållas. Denna inventeringsmetod bör vara så beskaffad, att man med dess hjälp kan kartlägga tillgängliga ytors storlek och karaktär utan att inventeringen blir alltför tidskrävande. Av denna anledning har en avvägning mellan dels kravet på tillförlitlighet dels kravet på lätthanterlighet gjorts.

Principen för hur inventeringsarbetet bör genomföras har utarbetats och prövats i samband med ett studium av tre olika medelstora svenska orter. Städerna ha valts med tanke på att de bör ha en så varierad bebyggelsestruktur som möjligt, för att undvika att vissa bebyggelse typer inte blir representerade. En sammanvägning av olika krav har medfört att Halmstad, Kalmar och Östersund valts som studieobjekt.

En översiktligt inventering har gjorts av de olika städerna där följande faktorer av betydelse för möjligheterna att använda solfångare studerats:

- o Husstyp (flerfamiljshus, villor, ej bostadshus)
- o Taktyp, (platt, sadeltak m m)
- o Taklutning
- o Antal våningar
- o Husens orientering
- o Eventuell skuggverkan
- o Boendetäthet

Dessa uppgifter har huvudsakligen insamlats under ett veckolångt besök på varje ort.

För var och en av de studerade orterna har inventeringsmaterialet

sammanställts i fyra översiktskartor där:

- den 1:a visar hustyper och våningshöjder
- " 2:a " taktyper och taklutningar
- " 3:e " byggnadernas orientering
- " 4:e " boendetätheter

Med utgångspunkt från dessa inventeringskartor har dels den normala energiförbrukningen för tappvarmvatten, dels storleken av den "infångade energin" beräknats för olika typer av bebyggelse.

I de fall då den infångade solenergin är lika med eller större än den förbrukade energin erhålls följande samband

$$q \leq \frac{W}{n} \cdot \frac{A_s}{A_v} \cdot \eta$$

där q = förbrukad energi/m² vy dygn (tabellvärde)

W = instrålad energi/m² effektiv solfångaryta och dygn

n = antal våningar

A_s/A_v = effektiv solfångaryta/våningsyta en konstant som är beroende av hustypen. Med utgångspunkt från inventeringsmaterialet kan tabeller över olika värden på A_s/A_v upprättats

η = solfångarens verkningsgrad

Enligt denna princip har storleken av den möjliga energibesparingen beräknats för de olika typerna av bebyggelse. Slutligen har den möjliga energivinsten för hela orten bedömts.

Den här tillämpade inventeringsmetoden är som nämnts av *översiktlig karaktär*. Detta innebär att de värden som angetts för den i de tre orterna möjliga energibesparingen endast är ungefärliga. Avsikten är att man med utgångspunkt från dessa värden skall kunna få en uppfattning om storleksordningen på den energibesparing, som är möjlig vid en utbredd användning av solvattenvärmare i stadsbebyggelse.

För att minska riskerna för en alltför optimistisk uppskattning av de för solfångare tillgängliga ytorna har, vid sammanställningen av inventeringsmaterialet, i tveksamma fall det ur energibesparingssynpunkt sämre alternativet valts. Härigenom är sannolikt avvikelserna från de framräknade resultaten förskjutna i positiv riktning.

De för de tre orterna framräknade resultaten är endast tillämpbara på städer av samma typ som de här studerade. Resultaten bör således inte överföras till orter med väsentligt annorlunda karaktär vad gäller stadsbebyggelse m m.

I synnerhet kan städer av helt andra storlekar än de här studerade uppvisa ett avvikande resultat. Om man önskar en bild av den möjliga energibesparingen även för sådana orter bör istället ytterligare inventeringar, enligt den metod som här utvecklats, genomföras. Härigenom skulle en mer tillförlitlig bild av den möjliga energibesparingen för hela landet kunna erhållas.

2. FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR UTNYTTJANDE AV SOLVATTENVÄRMARE I BOSTÄDER

2.1 Solinstrålning

Vid en bedömning av möjligheterna att utnyttja solenergi för exempelvis uppvärmningsändamål är kännedom om bl.a. solinstrålningens intensitet och tidsmässiga fördelning nödvändig. I det följande skall dessa frågor kortfattat beröras.

2.1.1 Totalinstrålning

Tillgången på solenergi i Sverige är något mindre än hälften av tillgången i de mest soliga områdena på jorden, om man räknar genomsnittsvärden för hela året. På Sveriges breddgrader är emellertid de tidsmässiga variationerna i instrålningen mycket stora, vilket innebär att *instrålningen under sommarmånaderna i vårt land är jämförbar med den i de mest soliga trakterna på jorden*. Möjligheterna att under denna tid utnyttja solenergi för uppvärmning av tappvarmvatten är således goda.

Variationen i solinstrålning och himmelsstrålning mellan de olika delarna av landet är överraskande liten. I bild 1 visas värden i kWh/m² och månad för en horisontell yta i Malmö (Svalöv), Stockholm respektive Luleå. Årsinstrålningen är i storleksordningen 1000 kWh/m² och år för alla 3 orterna.

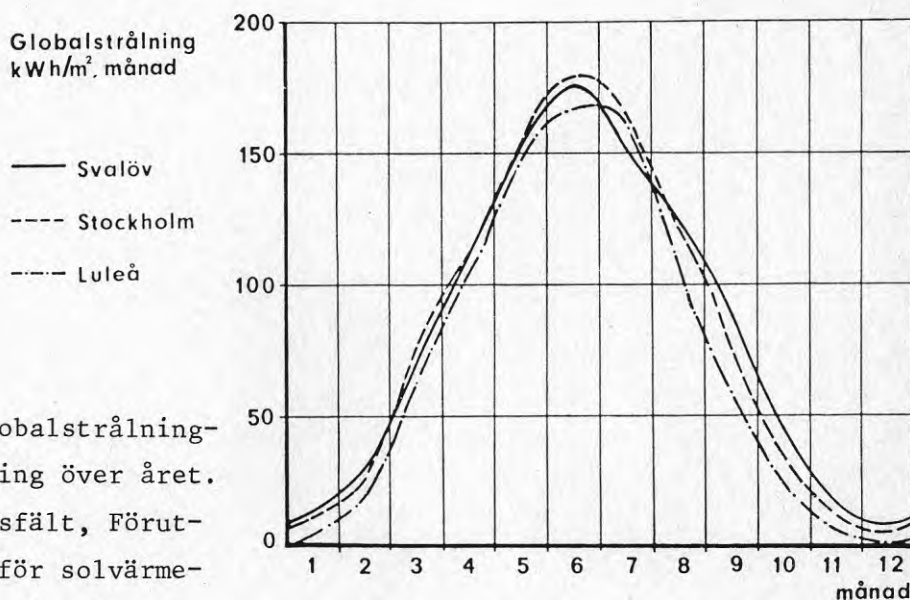


Bild 1. Globalstrålningens fördelning över året. (Källa: E Isfält, Förutsättningar för solvärmsystem i Sverige.)

2.1.2 Direkt och diffus strålning

I föregående avsnitt har den totala solinstrålningen (globalstrålning) behandlats. Globalstrålningen består av dels *direkt strålning* från solen, dels *diffus strålning* eller s.k. *himmelsstrålning*.

Den diffusa strålningen uppstår genom att vissa gasmolekyler och partiklar i atmosfären absorberar, reflekterar eller sprider den direkta strålningen från solen. Den diffusa strålningens relativa storlek är således beroende av dels *atmosfärens klarhet*, dels *solstrålningens väg genom atmosfären*. På våra breddgrader, där solen i synnerhet under vinterhalvåret står lågt, *utgör den diffusa strålningen av det senare skälet en väsentlig del av den totala instrålningen*. I bild 2 illustreras detta.

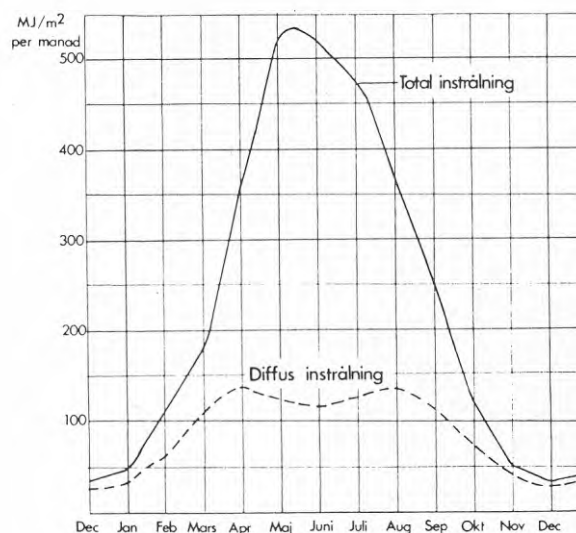


Bild 2. Total instrålningsfördelning över året för en horisontell yta med angivande av andelen diffust ljus. (Källa: Wettermark, Holmström. Aspekter på solen som energikälla.)

För en horisontell yta är vintertid ca 80% av det totala infallande ljuset diffust. Sommartid är motsvarande värde ca 20%.

Vid en mycket noggrann bestämning av energiinfallet mot en yta bör himmelsstrålningens lägesfördelning beaktas. Då solen inte är skyddad av moln dominerar vanligen den direkta strålningen och den diffusa strålningen är intensivast från de delar av himlen där solen befinner sig. Vid helt mulen himmel är strål-

ningen från området kring zenit starkast. Endast vid s.k. genomsnittlig molnighet kan man anta att den diffusa strålningen är jämnt fördelad över himlen.

Här - där endast överslagsberäkningar är aktuella - kan vi dock bortse från lägesfördelningen.

2.1.3 Solinstrålning mot ytor med olika lutning

I det föregående har endast solinstrålningen mot horisontella ytor berörts. Största solinstrålning erhålls emellertid av en yta vinkelrät mot strålningsriktningen. Under klara dagar är instrålningen mot en sådan yta omkring 1 kW/m^2 . Detta gäller i stort sett överallt på jordklotet. Under en klar dag är således instrålningen vinkelrät solstrålningen lika stor i Sverige som på en plats där solen står i zenit.

Under vintern, då solen står lågt, erhåller en nästan vertikal södervänd yta den intensivaste solbestrålningen. Under sommarmånaderna däremot är solinstrålningen störst mot en södervänd yta med ca 15° lutning mot horisontalplanet, se bild 3.

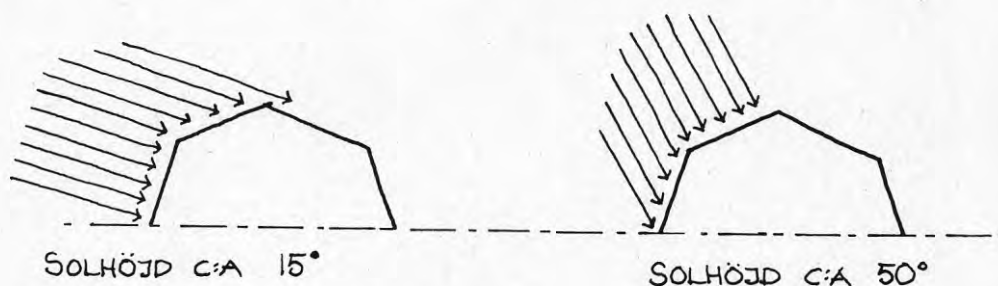


Bild 3. Den intensivaste solbestrålningen erhålls av en yta vinkelrät mot strålningsriktningen.

Bilderna 4-8 visar globalstrålningen under året i Wh/m^2 dygn mot ytor med *olika lutning* och i *olika vädersträck*.

Värdena som ligger till grund för diagrammen har hämtats ur en undersökning av Isfält & Peterson (1977) ¹⁾

1) Undersökningen publiceras som en rapport från institutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik under år 1977.

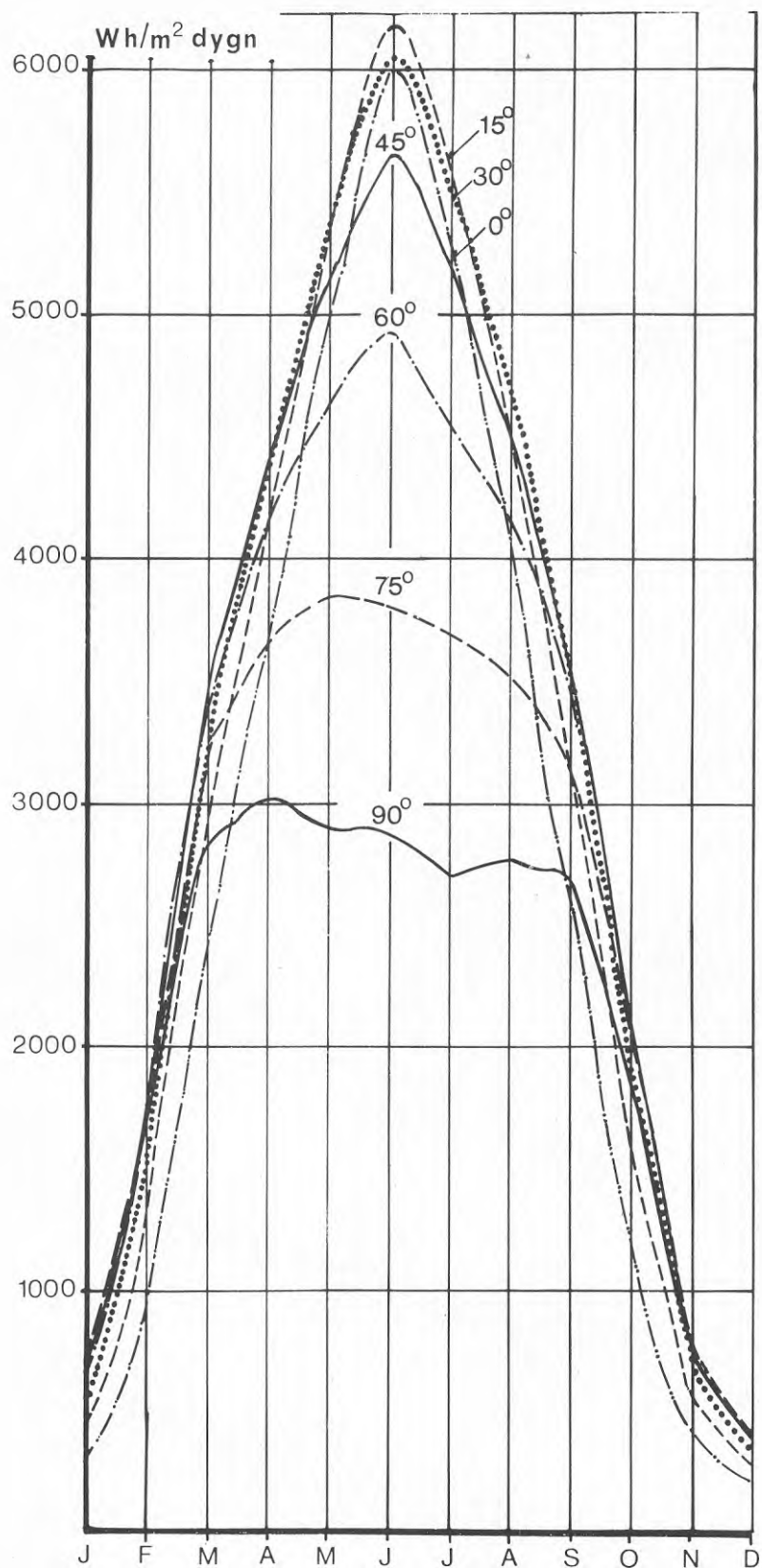


Bild 4. Globalstrålningens fördelning över året mot södervända ytor med varierande lutningsvinkel mot horisontalplanet. (Värdena avser Stockholms breddgrad, dvs 60° N.)

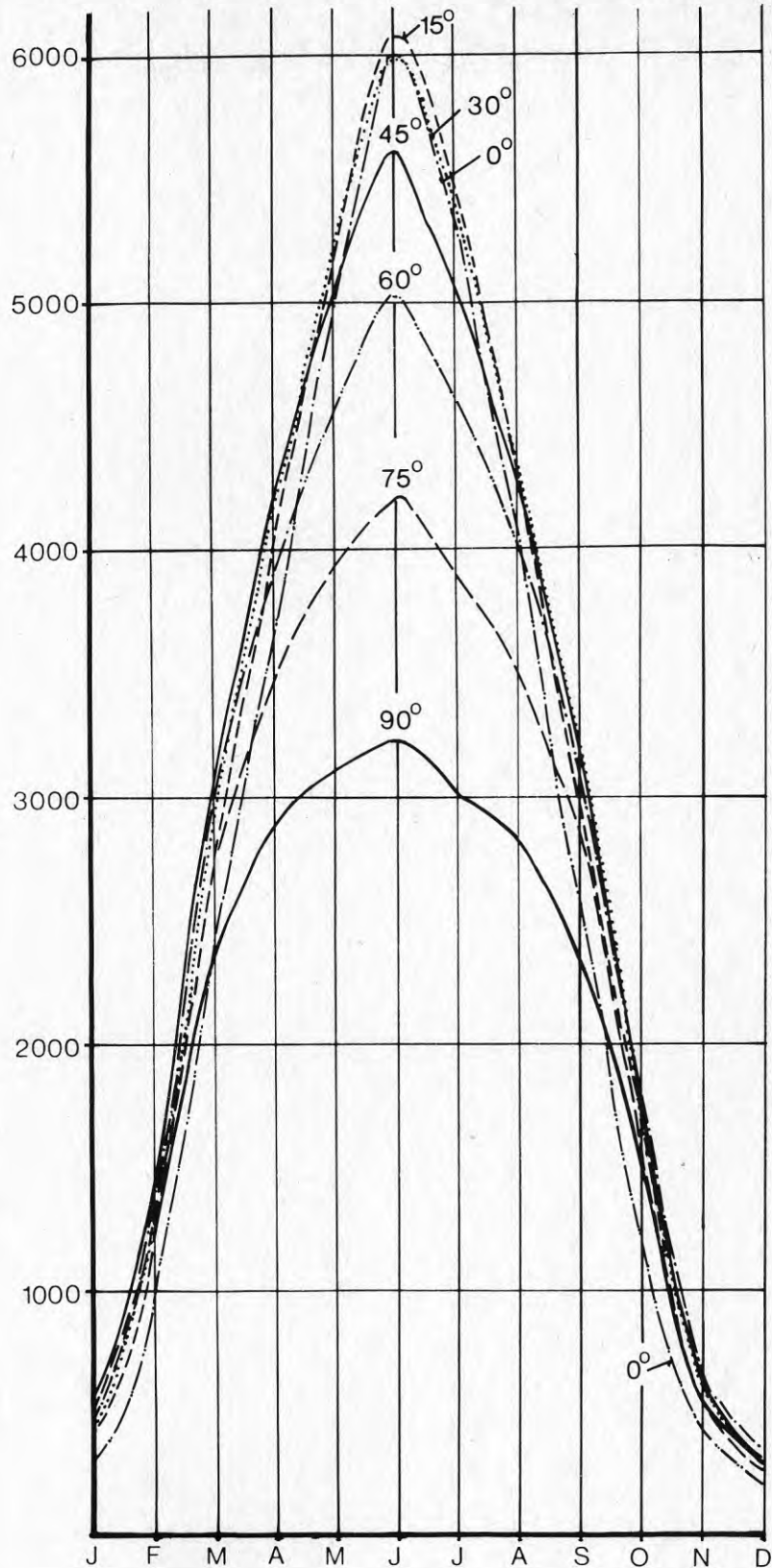


Bild 5. Globalstrålningens fördelning över året mot syd-väst eller syd-ost orienterade ytor med varierande lutningsvinkel mot horisontalplanet. (Värdena avser Stockholms breddgrad, dvs 60° N.)

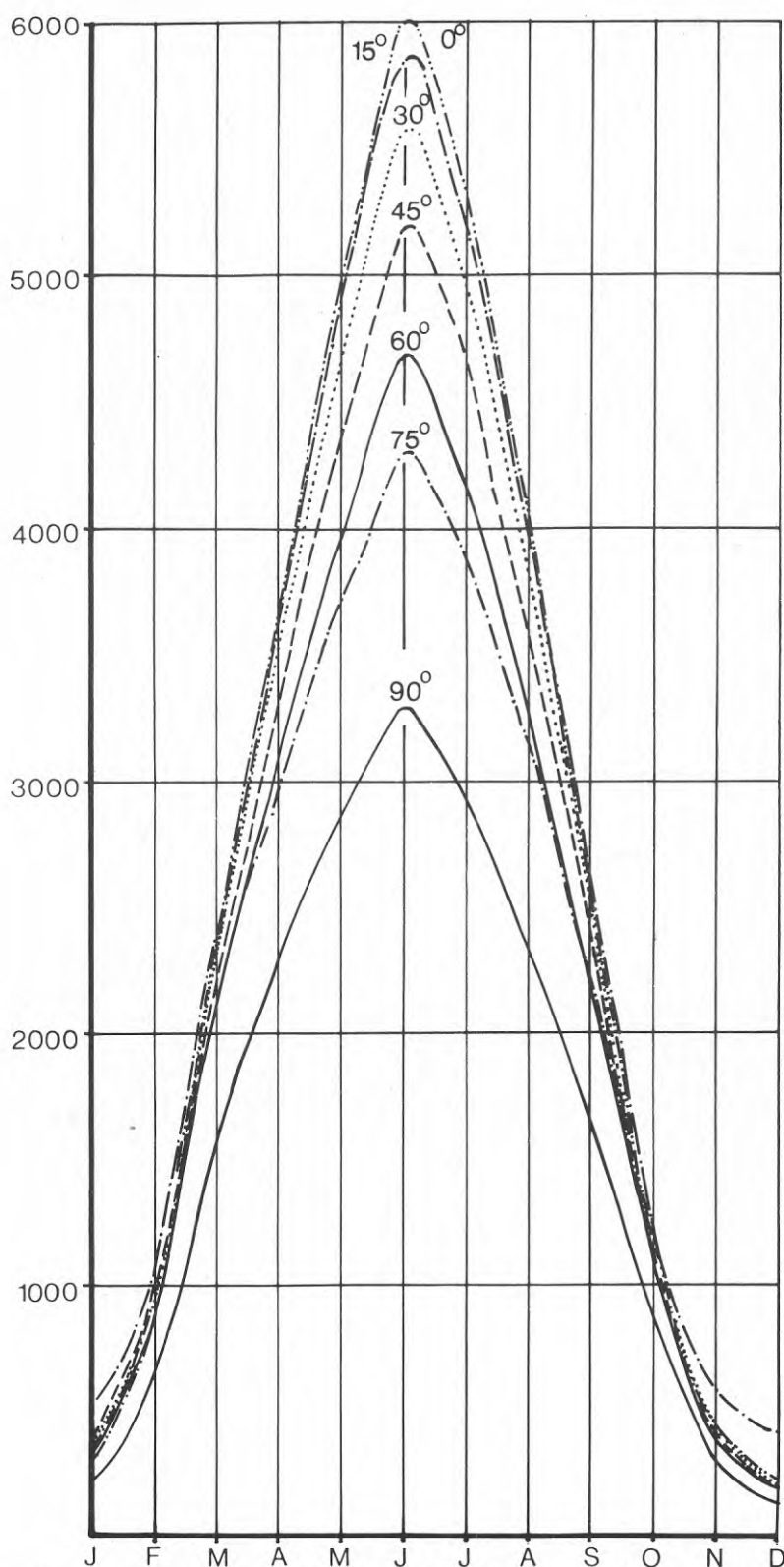


Bild 6. Globalstrålningens fördelning över året mot väst- eller ost orienterade ytor med varierande lutningsvinkel mot horisontalplanet. (Värdena avser Stockholms breddgrad, dvs 60° N.)

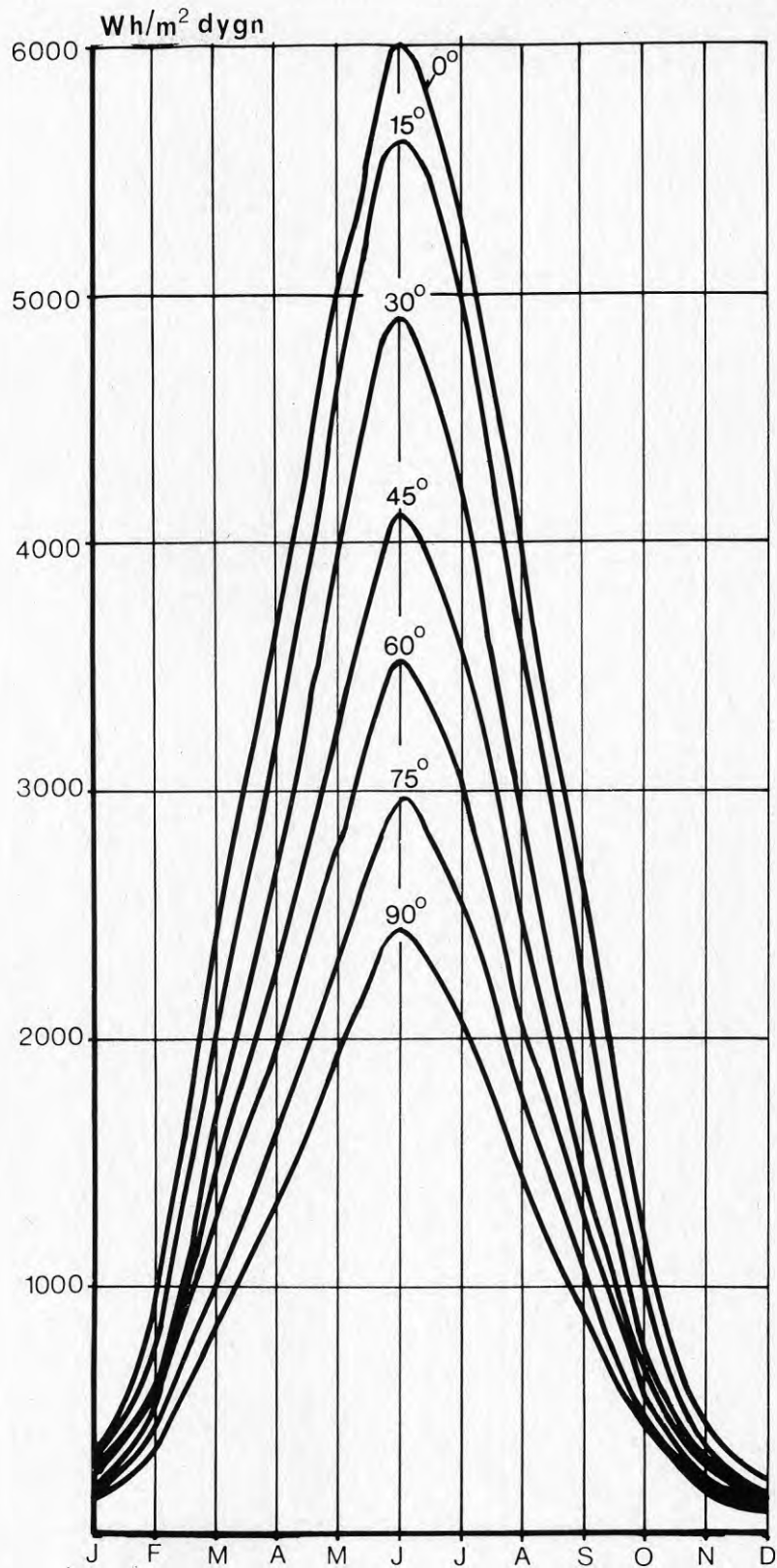


Bild 7. Globalstrålningens fördelning över året mot nord-väst eller nord-ost orienterade ytor med varierande lutningsvinkel mot horisontalplanet. (Värdena avser Stockholms breddgrad, dvs 60° N.)

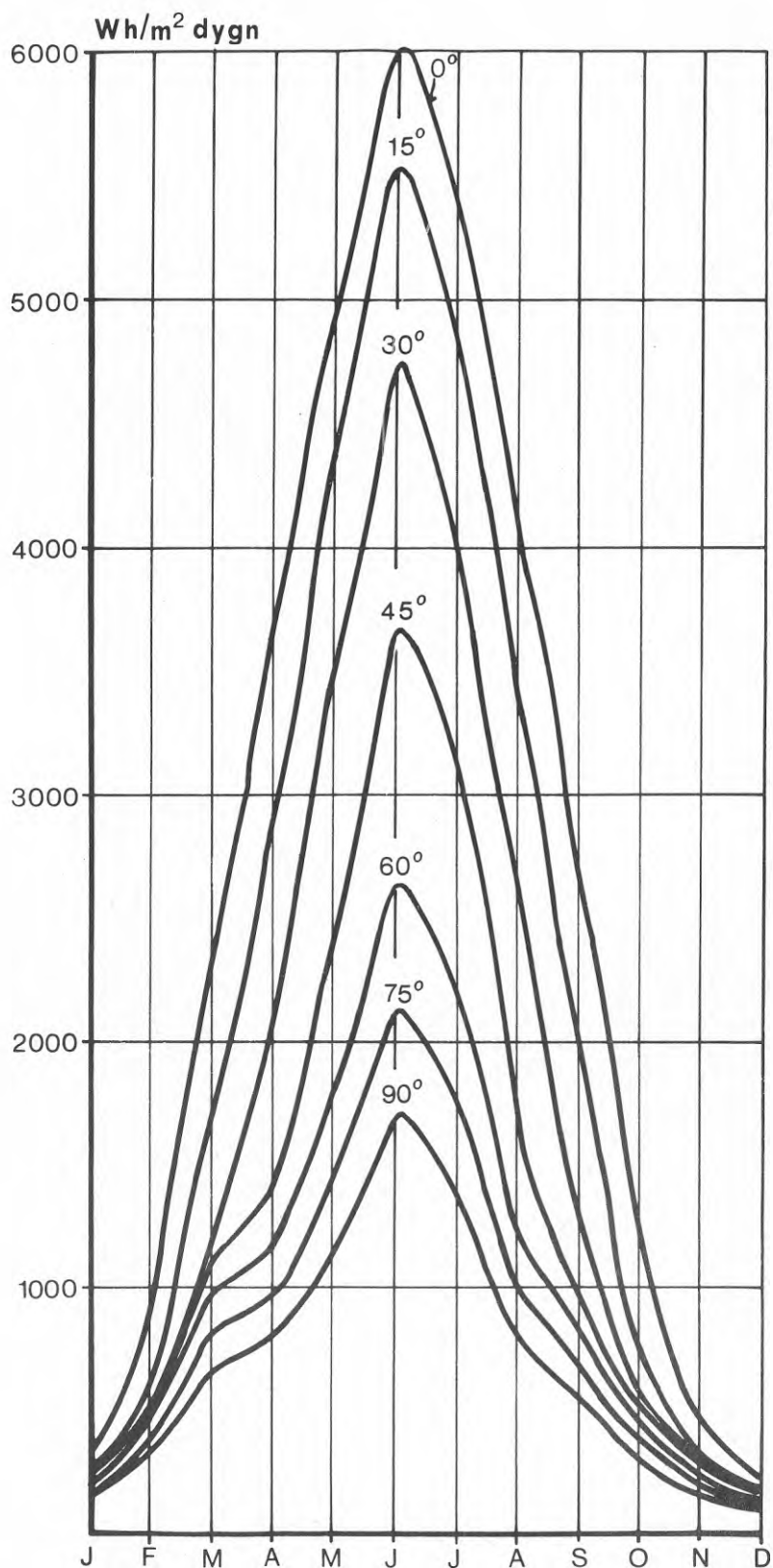


Bild 8. Globalstrålningens fördelning över året mot nordligt orienterade ytor med varierande lutningsvinkel mot horisontalplanet. (Värdena avser Stockholms breddgrad, dvs 60° N.)

2.1.4 Solinstrålning mot ytor med olika orientering

Bilderna 9-15 visar solinstrålningen under året mot ytor med olika orientering och med 90, 75, 60, 45, 30 och 15 graders lutning. Som framgår av bilderna är strålningen störst mot en södervänd yta. Skillnaden i solinstrålningen mot en söderorienterad och en sydväst- eller sydostorienterad yta är emellertid för de flesta lutningar mycket liten.

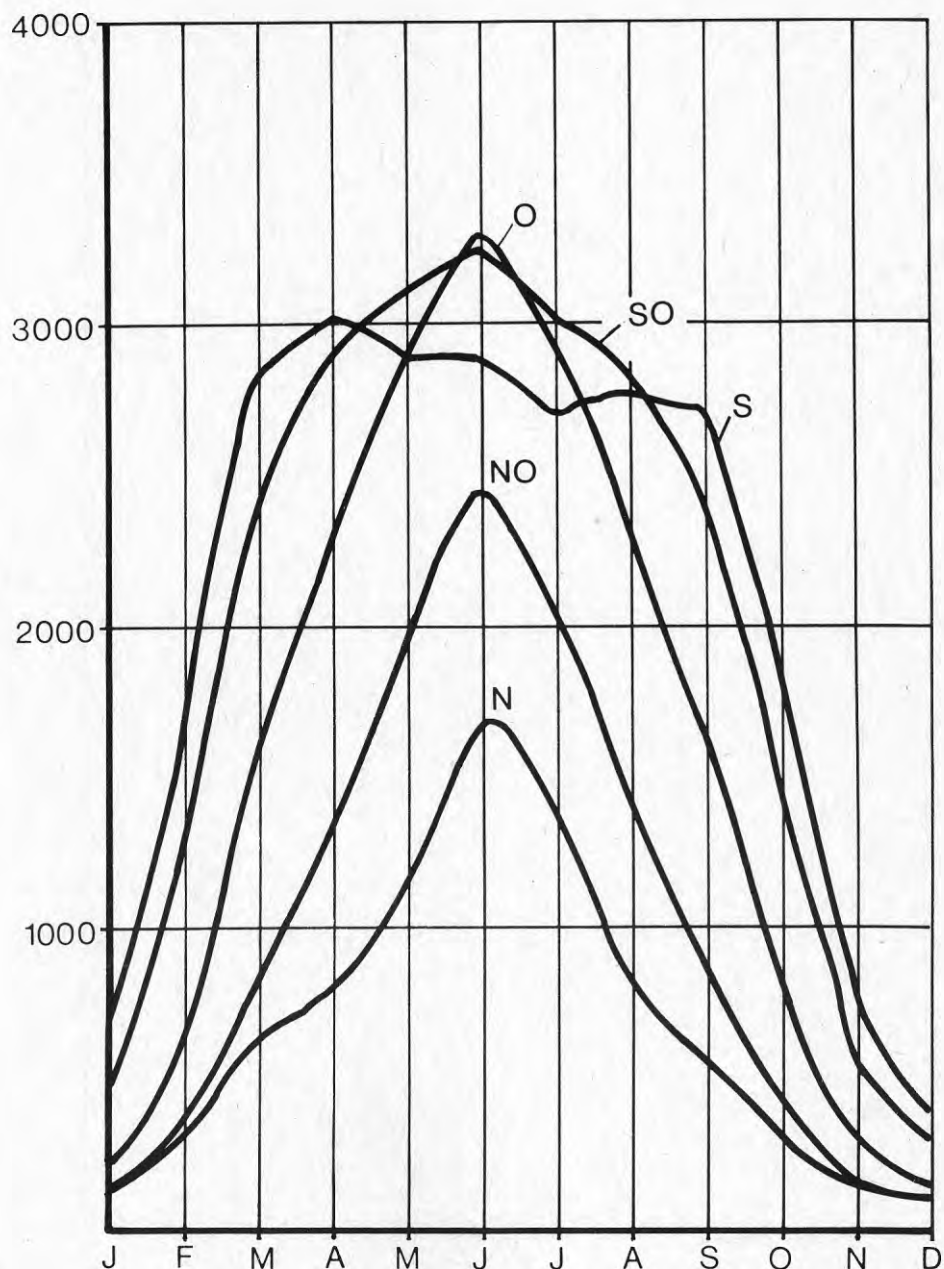


Bild 9. Globalstrålningens fördelning över året mot en vertikal yta med varierande orientering. (Värdena avser Stockholms breddgrad, dvs 60° N.)

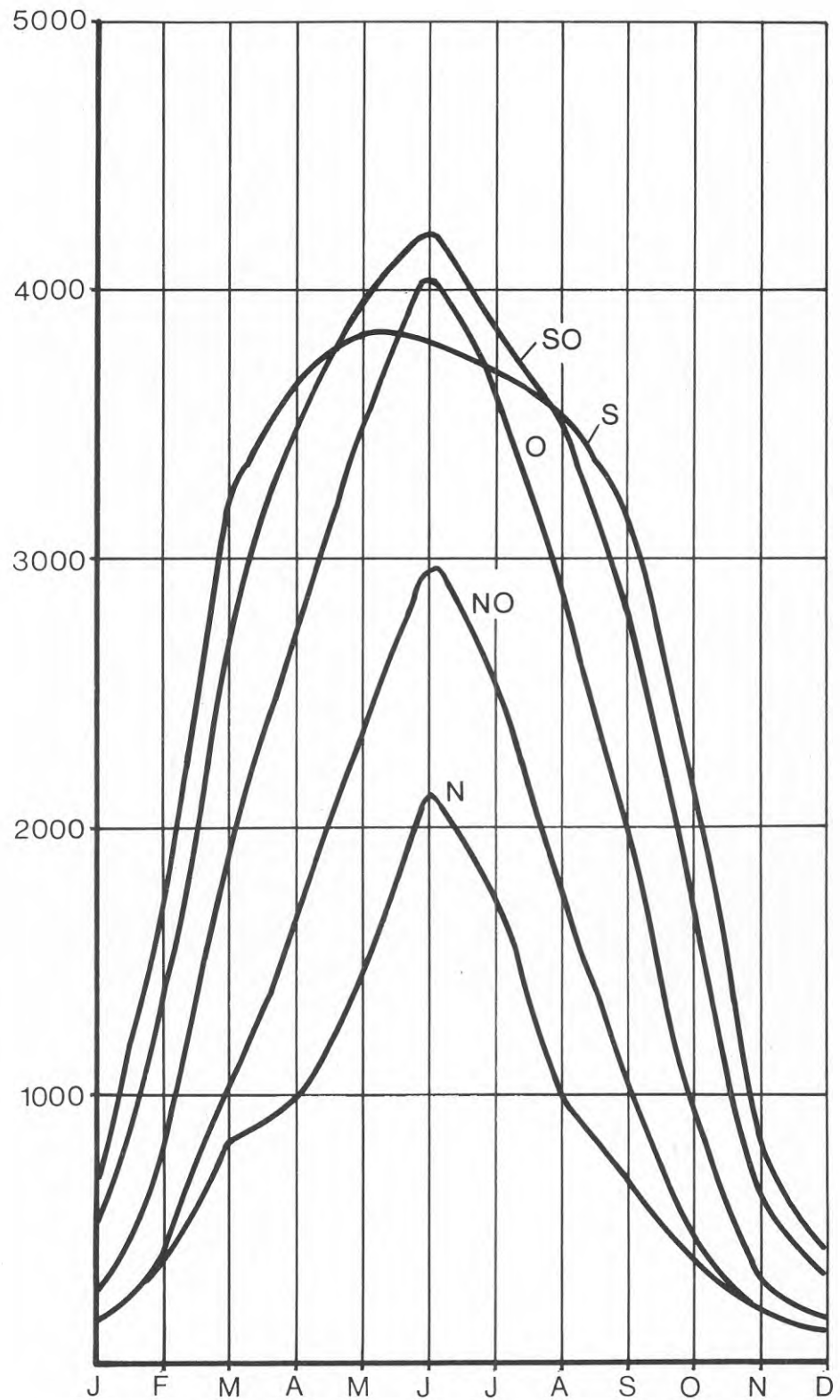


Bild 10. Globalstrålningens fördelning över året mot en yta med 75 graders lutning mot horisontalplanet och varierande orientering. (Värdena avser Stockholms breddgrad, dvs 60° N.)

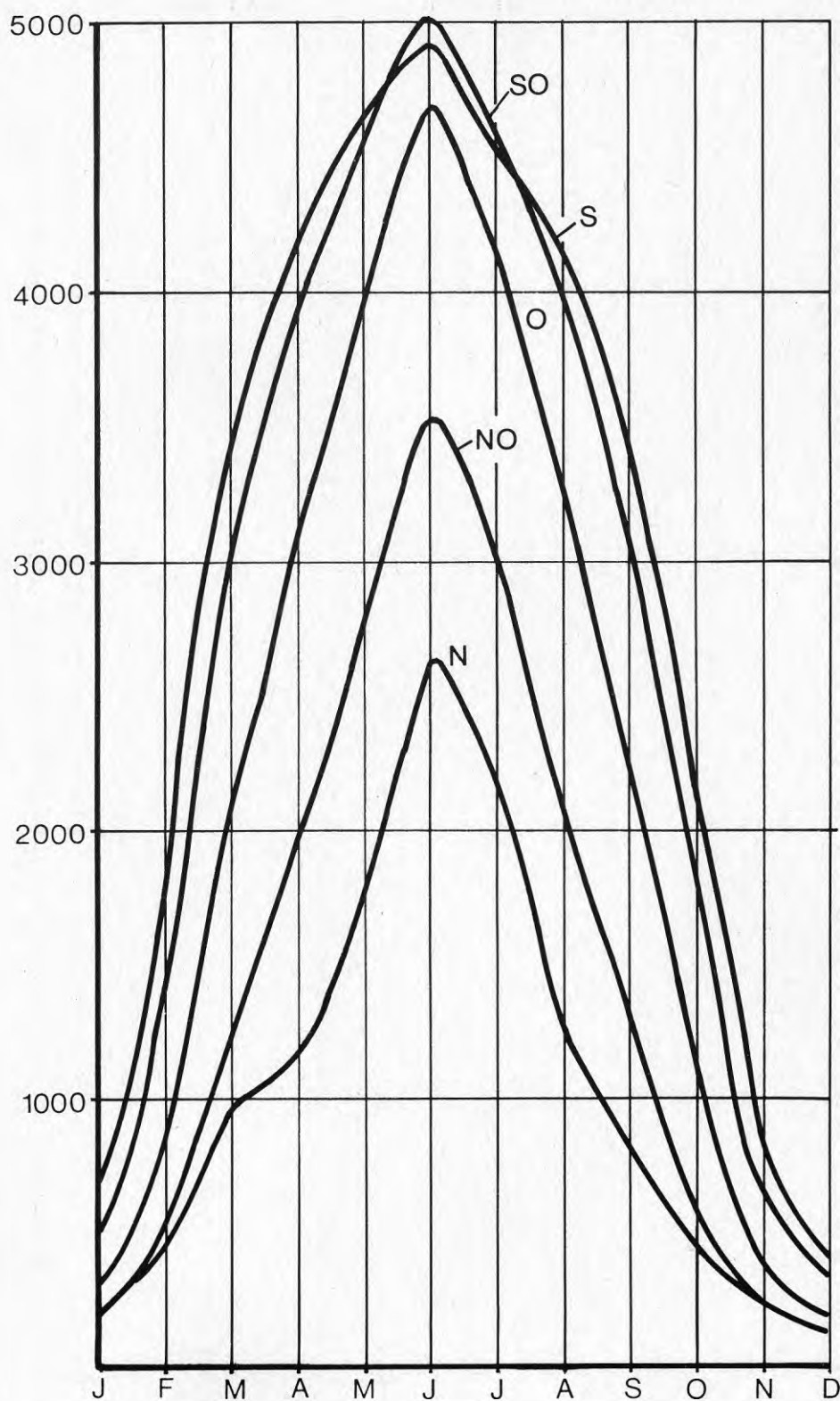


Bild 11. Globalstrålningens fördelning över året mot en yta med 60 graders lutning mot horisontalplanet och varierande orientering. (Värdena avser Stockholms breddgrad, dvs 60° N.)

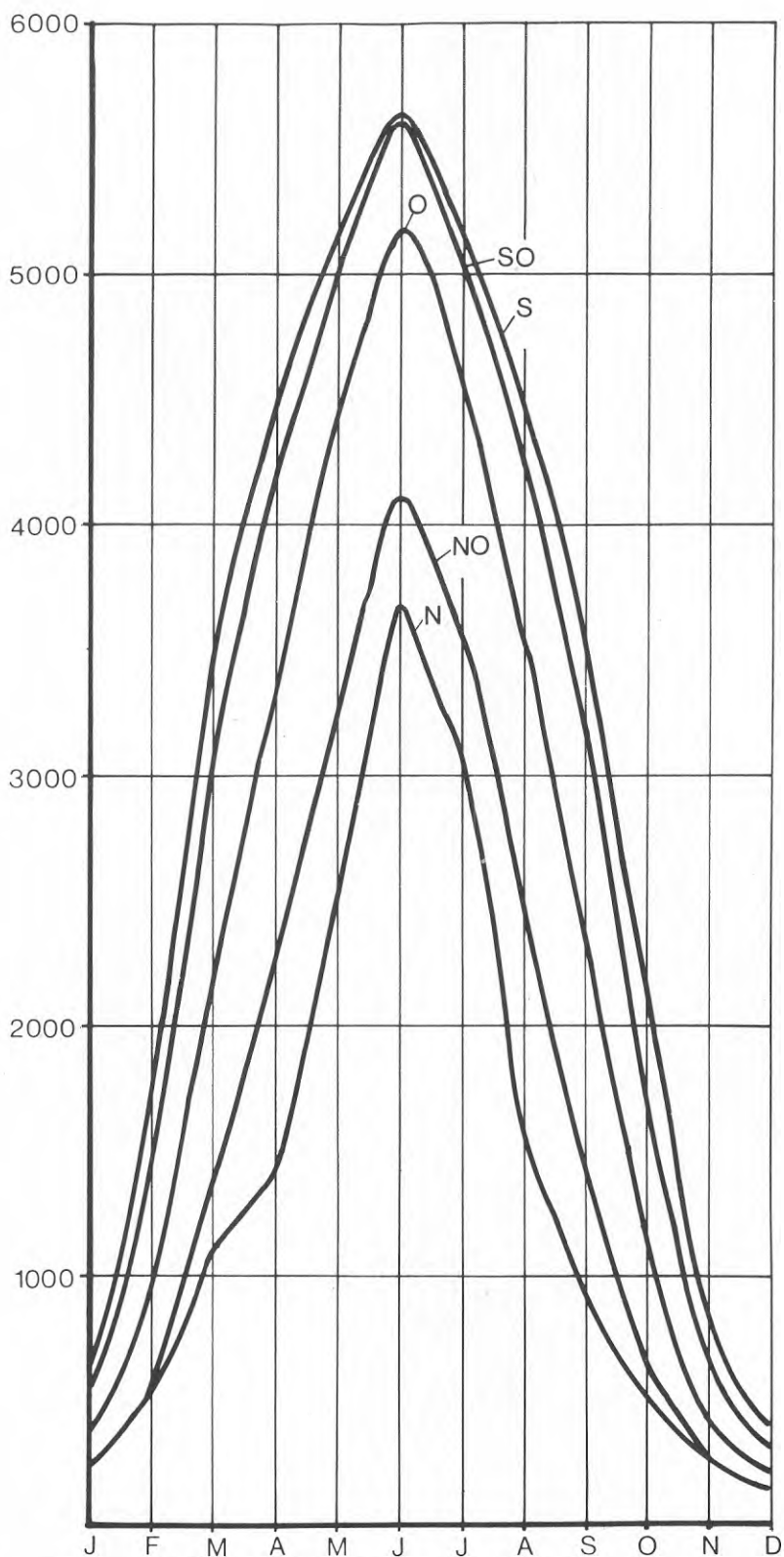


Bild 12. Globalstrålningens fördelning över året mot en yta med 45 graders lutning mot horisontalplanet och varierande orientering. (Värdena avser Stockholms breddgrad, dvs 60° N.)

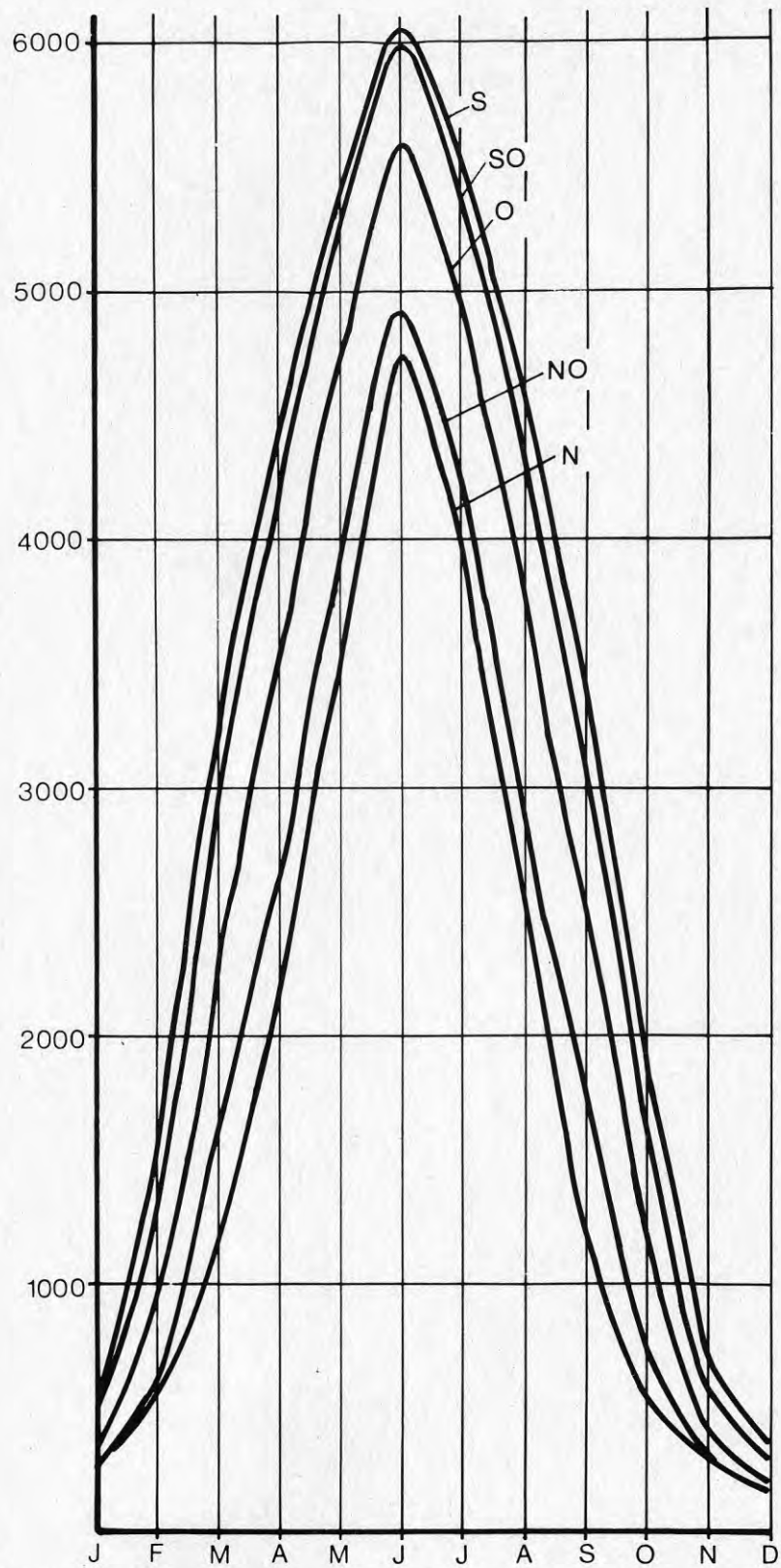


Bild 13. Globalstrålningens fördelning över året mot en yta med 30 graders lutning mot horisontalplanet och varierande orientering. (Värdena avser Stockholms breddgrad, dvs 60° N.)

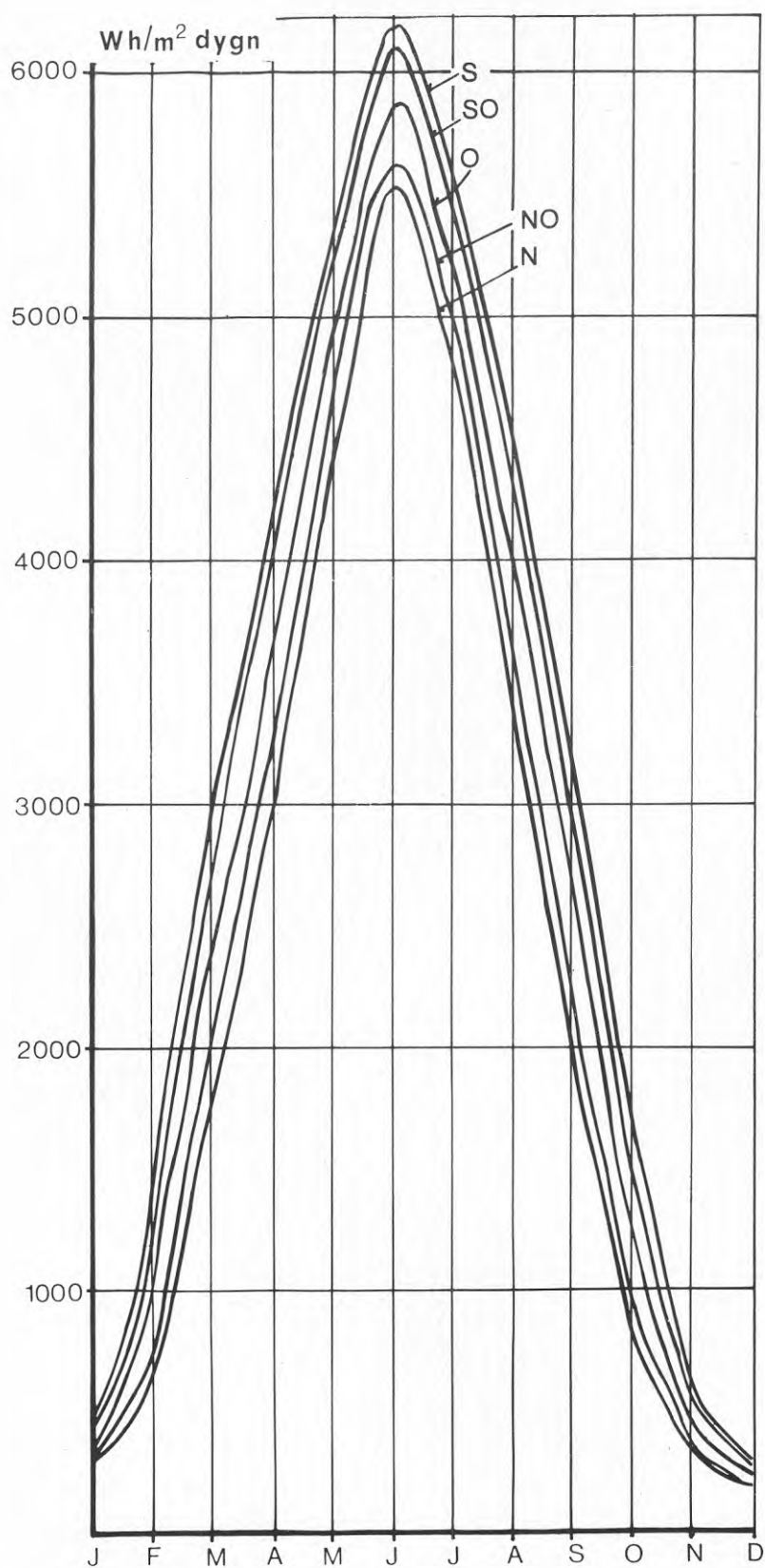


Bild 14. Globalstrålningens fördelning över året mot en yta med 15 graders lutning mot horisontalplanet och varierande orientering. (Värdena avser Stockholms breddgrad, dvs 60° N.)

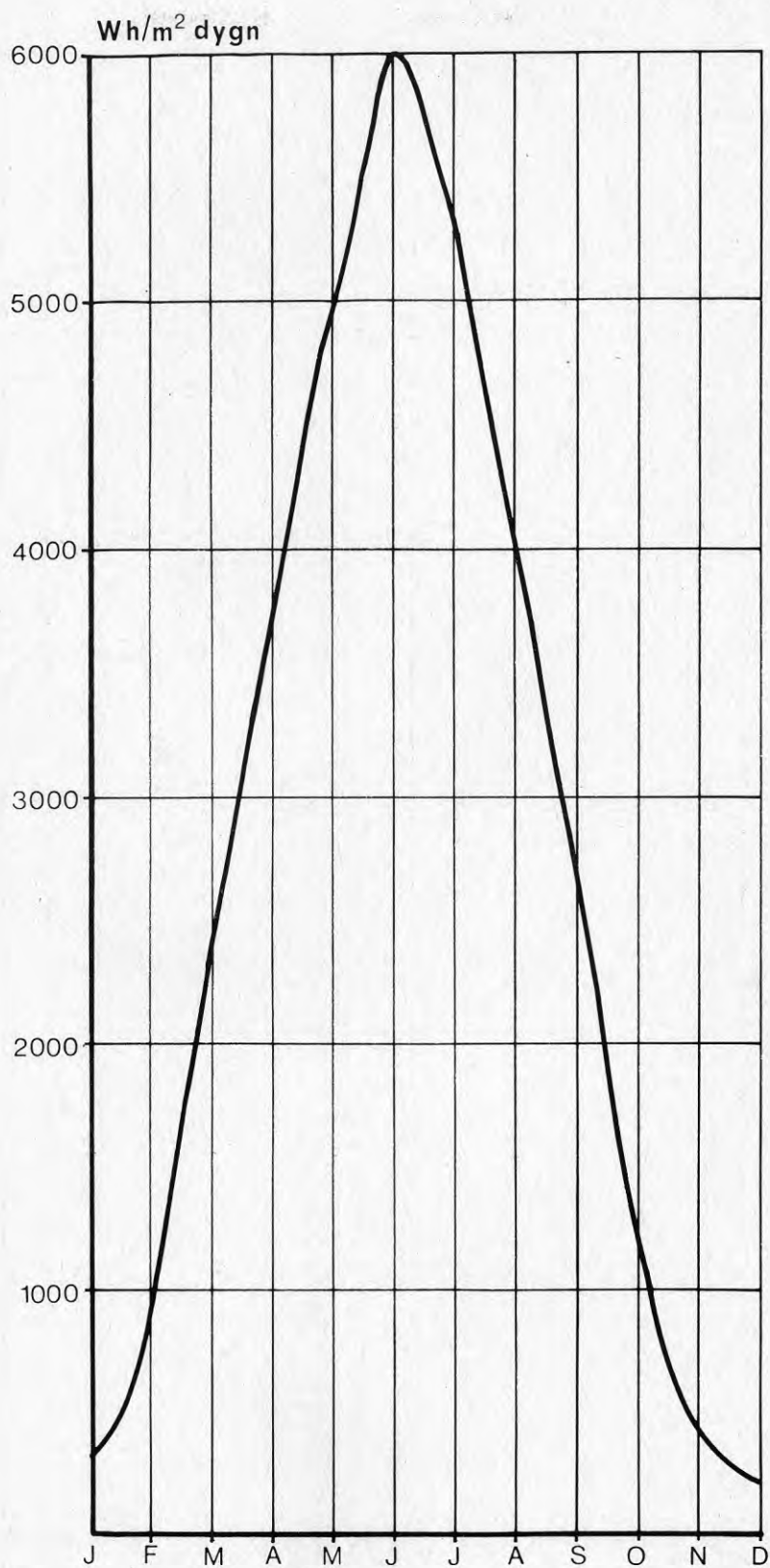


Bild 15. Globalstrålningens fördelning över året mot en horisontell yta belägen på Stockholms breddgrad, dvs 60° N.)

2.2 Solfångare för uppvärmningsändamål

Enklaste sättet att ta till vara den infångade solenergin är att utnyttja denna för *uppvärmning* av exempelvis bostäder och tappvarmvatten.

De solfångare som används för direktuppvärmning kan antingen vara plana eller fokuserande. Fokuserande solfångare ger höga temperaturer och kan t.ex. utnyttjas för matlagning i tropikerna, se bild 16. De höga temperaturerna medför emellertid att värmeförlusterna blir stora. Vidare utnyttjar fokuserande solfångare endast den direkta solstrålningen.

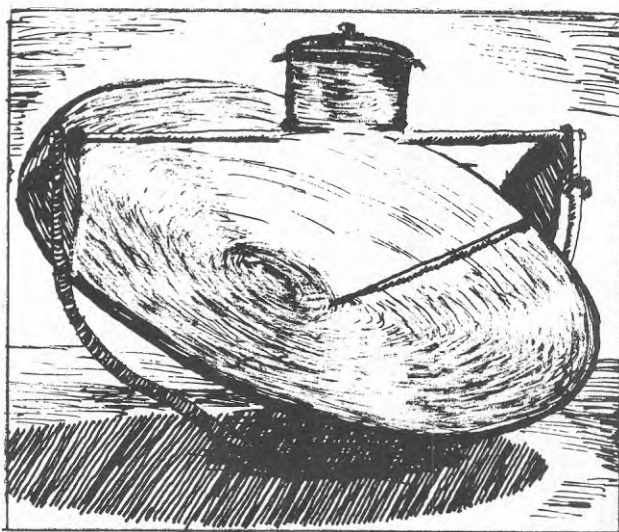


Bild 16. Fokuserande solfångare, som utnyttjas för matlagning.

Den *plana solfångaren* utnyttjar även himmelsstrålningen som på våra breddgrader är betydande, se avsnitt 2.1.2. De temperaturer som kan erhållas med en plan solfångare är också fullt tillräckliga för många uppvärmningsändamål.

2.2.1 Solfångare för uppvärmning av bostäder

Ett flertal olika system för uppvärmning av bostäder med hjälp av solenergi finns utarbetade. De olika typer av solhus som byggts under de senaste decennierna kan indelas i följande 3 kategorier.

- o I den enklaste typen av "solhus" erhålls solenergin genom stora södervända fönsterytor. Någon typ av isolerande draperi eller fönsterluckor fälls för om natten för att minimera värmeförlusterna. Ett exempel på ett solhus av denna typ är David Writes solhus i Santa Fe, New Mexico, se bild 17.

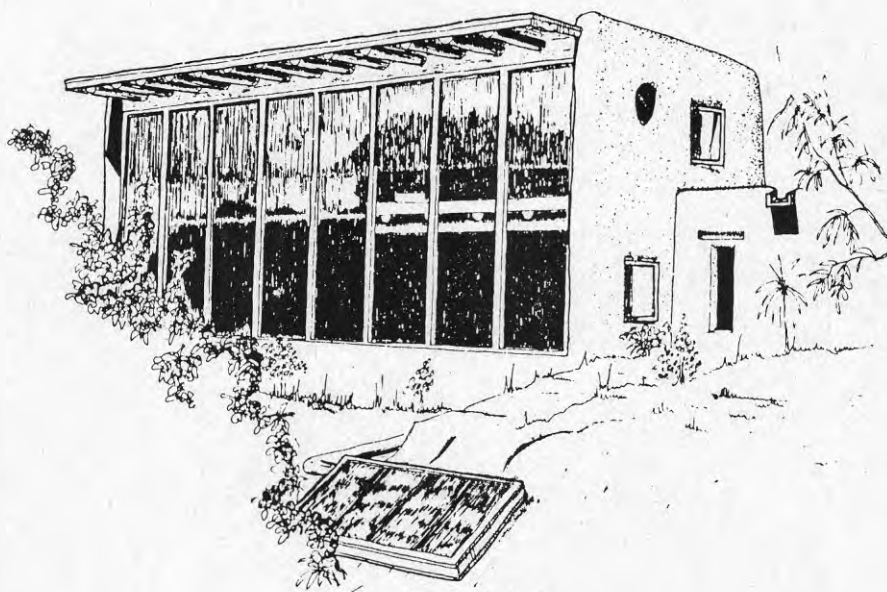


Bild 17. David Writes solhus i Santa Fe, New Mexico.

- o I den andra typen av solhus uppfångas solenergin av en del av byggnadskroppen, i vilken även lagringen sker. Man kan t.ex. låta energin absorberas och lagras i en massiv svartmålad söderorienterad betongvägg som täcks med enkelt eller dubbelt glas. I Trombe-Michels hus - som utvecklats för att användas i södra Frankrike - används detta uppvärmningssystem, se bild 18.
- o Den tredje och vanligaste typen av solhus utnyttjar en separat, vanligtvis plan solfångare. Absorbatorn ansluts oftast till takkonstruktionen och orienteras mot söder i en för breddgraden lämplig vinkel. Lagringen sker inomhus i ett material med hög värmekapacitet, t.ex. en vattentank, en stenbädd eller en kombination av båda. Ett av de tidigaste husen av denna typ finner man i Washington, D.C. i en grupp bostäder konstruerade av Dr. Harry E. Thomason, se bild 19.

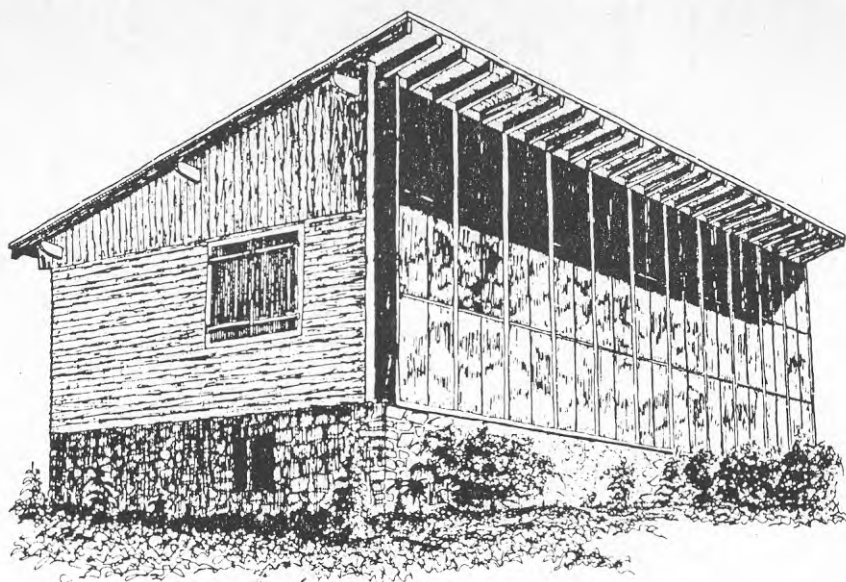


Bild 18. Trombe-Michel's solhus, utvecklat för att användas i södra Frankrike.

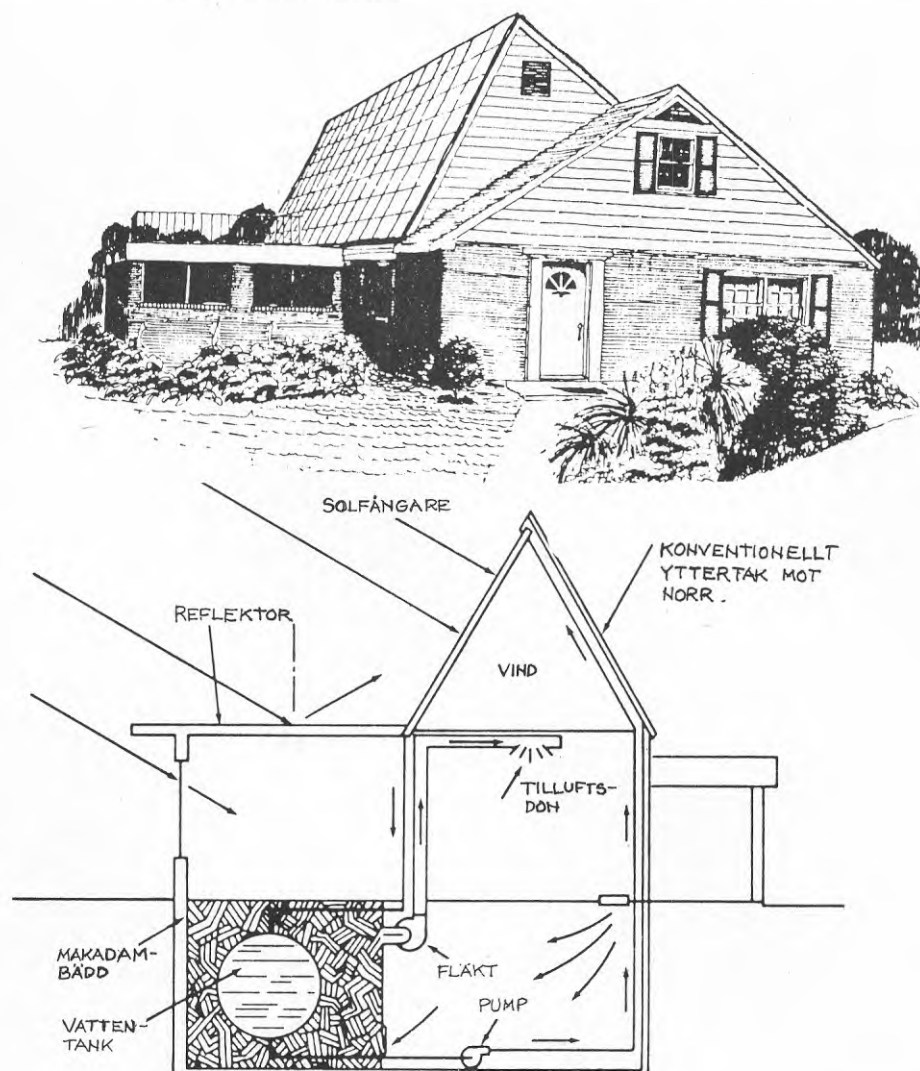


Bild 19. Dr. Thomason's solhus byggt i Washington D.C. Solenergin absorberas av en plan solfångare monterad på byggnadens tak och lagras i en underjordisk vattentank omgärdad av en stenbädd.

2.2.2 Tillämpningar i redan befintlig bebyggelse

Av ovanstående torde framgå att det endast är den senare formen av bostadsuppvärmning med hjälp av solenergi som kan vara tillämpbar på redan befintlig bebyggelse.

Absorbatoren monteras lämpligen på byggnadens tak i de fall då detta har en *tillfredsställande lutning och orientering*. Lagringen sker enklast i någon form av vattenreservoar i källaren, på vinden eller utanför huset i de fall då tomten tillåter detta. Som cirkulationsmedium används vatten, vars distributionssystem kan kopplas till befintliga ledningar. Den solenergi som härigenom kan tas till vara kan utnyttjas dels till bostadsuppvärmning, dels till uppvärmning av tappvarmvatten.

Som tidigare framhållits (se inledningen) behandlar denna undersökning endast möjligheterna att i *befintlig bostadsbebyggelse utnyttja solenergi för beredning av tappvarmvatten*. Solfångare för detta ändamål är enkla att installera och tillverkas redan i kommersiell skala i flera länder. Därjämte har provtillverkning startats i Sverige. Om man under sommarhalvåret kan täcka varmvattenbehovet med hjälp av enbart solvattenvärmare, kan den ursprungliga värmeanläggningen stängas av helt under denna period. Härigenom ökar möjligheterna för att en energibesparing genom utnyttjande av solenergi även skall bli ekonomiskt försvarbar.

2.2.3 Solvattenvärmare, konstruktionsprincip

2.2.3.1 Allmänt

Bild 20 illustrerar den huvudsakliga konstruktionsprincipen hos en plan solfångare med separat vattenmagasin.

I det fall då det är möjligt att i enlighet med bild 20 placera vattenmagasinet ovanför absorbatorns övre kant, kan anläggningen arbeta med hjälp av *självcirkulation*. Genom att tanken placeras över absorbatoren, förhindrar man att en cirkulation i motsatt riktning sker nattetid, då vattnet i absorbatoren kan vara kallare än det i tanken. Måste tanken av någon orsak placeras på en lägre

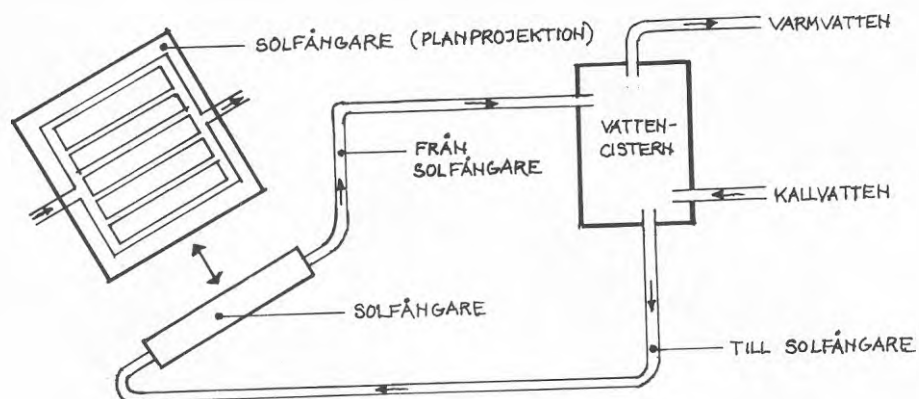


Bild 20. Solvattenvärmare med separat värmeisolerat vattenmagasin.

nivå, kan vattencirkulationen åstadkommas med hjälp av en pump.

Denna enkla typ av solvattenvärmare är olämplig att använda under vinterhalvåret, då man riskerar att vattnet i absorbatorns ledningar fryser nattetid.

Om solvattenvärmaren även skall användas vintertid, kan absorbatoren anslutas till ett slutet cirkulationssystem som t.ex. innehåller någon typ av frysskyddsblandning, vilken överför solvärmets till vattentanken genom en värmeväxlare. Detta komplicerar och fördyrar emellertid solvattenvärmaren, samtidigt som värmeutbytet försämras. En annan möjlighet är att ansluta systemet till en konventionell varmvattenberedare, som med hjälp av en termostat automatiskt slås på när vattentemperaturen sjunker under t.ex. fryspunkten. Samtidigt måste då fångaren tömmas automatiskt.

Det värmeutbyte som man på dessa sätt kan erhålla under vinterhalvåret är emellertid mycket begränsat. Av detta skäl kan det vara motiverat att *endast använda solvattenvärmare under sommarhalvåret*. Under den kalla årstiden används då det ursprungliga värmesystemet och solfångaren töms.

än 3 μ . Ett selektivt skikt, som har en låg emissionsfaktor för stora våglängder samtidigt som absorptionen är hög för korta våglängder, kan således öka solfångarens effektivitet.

För att kunna överföra den värme som når absorbatörplåten, måste det vara god kontakt mellan plåten och rören för vätsketransporten. Rören kan läggas i nedvalsningar i plåten eller lödas fast vid denna. En annan möjlighet är att använda två plåtar med nedvalsningar, som när de läggs samman bildar kanaler, i vilka vattnet kan cirkulera - alltså i princip som vid en vanlig radiator. Absorbatorn görs - med tanke på värmeledningsförmågan - vanligen i koppar eller alternativt i stål eller aluminium.

2.2.4 Solvattenvärmarens effektivitet

Solfångarens totala effektivitet är beroende av följande faktorer:

- o Storleken av förlusterna från absorbatoren
- o Storleken av förlusterna från vattentanken
- o Solfångarens placering

I det följande skall dessa faktorer översiktligt behandlas.

Förlusterna från absorbatoren

Av den solenergi som träffar solfångaren förloras en del redan vid passagen genom glaset på grund av reflexion och absorption. Dessa förluster är beroende av glasets transmissionsfaktor τ . För ett glas är transmissionsfaktorn ungefär 0,87. Vid försmutsning av glaset försämras transmissionen ytterligare, om än litet.

Den transmitterade solstrålningen kan emellertid inte i sin helhet absorberas av den svarta ytan, utan reflekteras till en del. Absorptionsfaktorn α är för en svartmålad yta ungefär 0,95. Den del av solinstrålningen som absorberats omvandlas till värme, som till viss del går förlorad genom solfångarens baksida och glaset. Dessa förluster är proportionella mot temperaturdifferensen mellan uteluften och absorbatoren.

De delar av solvärmen som inte går förlorad överförs till vattnet i absorbatoren. Denna effekt, q_v , som alltså tillförts värmemediet, kan uppskattas enligt

$$P_v A \approx \alpha \cdot \tau \cdot I \cdot A - P_t \quad (2:1)$$

där P_v = den effekt som tillförts värmemediet (kW/m^2 absorbatoryta)

α = absorbatorns absorptionsfaktor¹⁾

τ = glasets transmissionsfaktor¹⁾

I = solinstrålningen mot ytan ifråga (kW/m^2 solfångare)

A = solfångarens effektiva yta (m^2)

P_t = termiska förlusterna hos solfångaren (kW)

Effektflödet i solfångaren visas i bild 22.

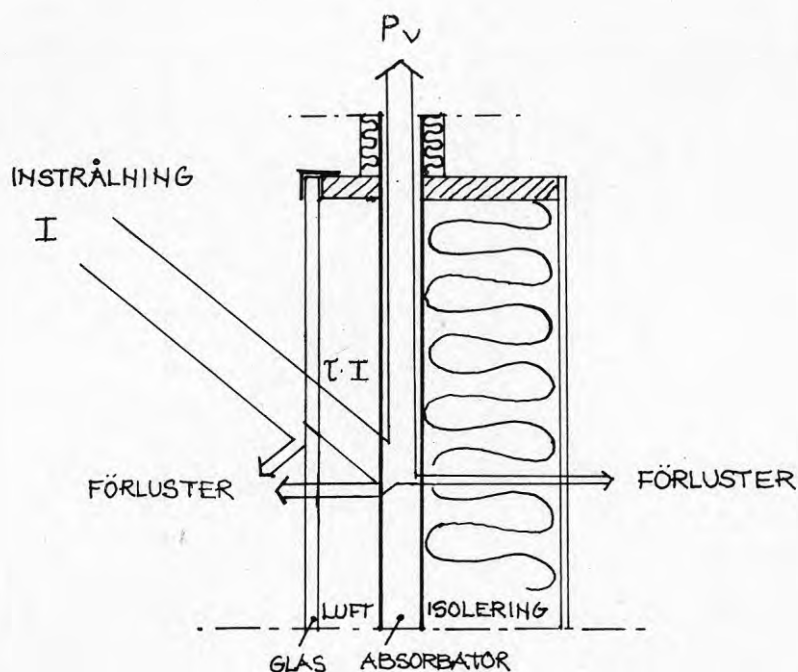


Bild 22 Effektflödet i en plan solfångare.

De termiska förlusterna (P_t) hos absorbatoren är i stort sett proportionella mot temperaturskillnaden mellan uteluften och absorbatoren. P_t kan beräknas enligt följande:

$$P_t = (t_i - t_y) \cdot \Sigma kA \quad (2:2)$$

1) Beroende av infallsvinkeln.

där A = arean hos olika begränsningsytor (m^2)

k = värmegenomgångstalet för resp. yta ($kW/m^2 \text{ } ^\circ C$)

t_i = innertemperatur ($^\circ C$)

t_y = yttertemperatur ($^\circ C$)

k -värdet för glassidan på en solfångare med ett glas är ungefär $6 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ C$ och för en med två glas ca $2,5 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ C$. Otätheter i solfångaren försämrar givetvis dessa värden högst väsentligt.

En av svårigheterna vid konstruktion av en solfångare är att avgöra huruvida absorbatoren bör täckas med ett eller två glas. Två glas ger ett högt värmemotstånd, vilket minskar de termiska förlusterna, men i gengäld ökar transmissionsförlusterna. Vid starkare solstrålning och vid låga temperaturdifferenser är täckning med endast ett glas i allmänhet den bästa lösningen. Detta innebär att man under sommaren får det bästa utbytet med ett glas och under höst och vår med två glas.

Förluster från vattentanken

För att beräkna värmeavgivningen från vattentanken används följande ekvation:

$$P_r = A \cdot k(t_i - t_y) \quad (2:3)$$

där A = ytan (m^2)

k = värmegenomgångstalet ($kW/m^2 \text{ } ^\circ C$)

t_i = innertemperaturen ($^\circ C$)

t_y = yttertemperaturen ($^\circ C$)

Vid höga temperaturer på vattnet ökar således förlusterna från vattentanken. Temperaturen i tanken bör därför inte överstiga 50 à $60^\circ C$. Tankens storlek bör väljas så att vattnet i den under en dag i medeltal ungefärligen uppnår den önskvärda temperaturen. Som exempel kan nämnas att 1 m^2 solfångare under en solig sommar dag kan ge 50 - 100 l varmt vatten beroende på solfångarens konstruktion och placering.

Solfångarens placering

Såsom framgår av avsnitt 2.1 är solinstrålningen mot en yta vintertid bara en bråkdel av vad den är sommartid. Detta gäller oavsett hur ytan lutar eller orienteras. Värmeförlusterna från absorbatoren och tank blir också högre då utemperaturen sjunker, samtidigt som risken för frysskador komplicerar solfångarens konstruktion.

De energivinster som kan göras under vinterhalvåret blir därför mycket små, varför vi här endast redogör för hur solfångaren bör placeras för att ge ett gott utbyte under sommarhalvåret.

Av bild 4 framgår att för en söderorienterad solfångare ger en lutning på $30-45^{\circ}$ det bästa strålningsutbytet, om solfångaren skall användas under perioden mars-oktober. Detsamma gäller för en yta som orienteras mot sydost eller sydväst (se bild 5). Om solfångaren av någon anledning inte kan orienteras i sydlig riktning - utan måste placeras i en rent östlig eller västlig riktning - bör lutningen inte vara större än 15° (se bild 6). (Samtliga värden gäller för 60° N, dvs. för stockholmsområdet.)

Solstrålningen mot en plan yta blir naturligtvis intensivast den tid på dygnet då infallsvinkeln mot ytan är 90° . När infallsvinkeln ökar, minskar solstrålningens intensitet samtidigt som reflexionen vid ytan ökar.

Under sommaren är solinstrålningen stor redan omkring kl. 6-7 på morgonen då solen står rakt i öster, och ännu omkring kl. 17-18 - då solen står rakt i väster - är solinstrålningen betydande. En fast monterad solfångare kan emellertid bara utnyttja solinstrålningen effektivt under hälften av denna tid. Detta innebär att solfångaren med gott resultat kan orienteras i vilket vädersträck som helst mellan sydost och sydväst. Under våren och hösten är en sydlig orientering att föredra, men även under denna period ger en sydost- respektive en sydvästorienterad solfångare ett relativt gott resultat. Om solfångaren däremot av någon anledning måste orienteras i rent östlig eller västlig riktning, blir skillnaden i solinstrålning betydande, vilket ger en klart märkbar försämring i energiutbytet. (Se för övrigt bilderna 9 till 15.)

Solvattenvärmarens verkningsgrad

Den effekt som kan tas ut ur solfångaren beräknas enligt följande:

$$P_{ut} = a \cdot \Delta t \cdot \delta \quad (2:4)$$

där P_{ut} = den uttagna effekten (W)

a = flödet (kg/s)

Δt = temperaturhöjningen i absorbatoren ($^{\circ}\text{C}$)

δ = vattnets värmekapacitet, som är 4,18 kJ/kg K

Om man även känner storleken av den infallande effekten från solen, kan solfångarens verkningsgrad beräknas. Denna kan variera högst avsevärt beroende på solfångarens konstruktion, materialval, temperaturskillnaden mellan uteluft och absorbatör etc. För att i fortsättningen inte onödigtvis behöva belasta framställningen med sifferuppgifter kommer verkningsgraden, som vanligtvis varierar mellan 0,3 och 0,6, behandlas som en fristående variabel.

2.3 Energiförbrukning

2.3.1 Allmänt

Energiförbrukningen för uppvärmning, ventilation, tappvarmvattenberedning samt drift av byggnader svarar för en avsevärd del av Sveriges energiförbrukning. År 1970 uppgick energianvändningen inom denna s.k. "övrig-sektor" enligt EPU (SOU 1974:64) till ca 40 % av bruttoförbrukningen i landet.

Tabell 2.3.1 visar fördelningen av energiförbrukningen inom "övrig-sektorn". (Källa: EPU, energiprognosutredningen)

Tabell 2.3.1 Övrig-sektorns energiförbrukning år 1972.

Delsektor	Bruttoenergiförbrukning	
	TWh	%
Bostäder	101,1	63,5
Övriga lokaler	53,8	34
Gatubelysning	0,8	0,5
Fritidshus	2,4	1,5
Jordbruksdrift	0,6	0,4
Summa	158,7	100
Härav bränsle	132,2	83
E1	26,5	17

Som framgår av tabellen svarade bostäder och övriga lokaler sammanlagt för 97,5 % av energiförbrukningen inom sektorn. Vad gäller bostadssektorn har varmvattenförbrukningen av EPU beräknats till ca 1/3 av bruttoenergiförbrukningen, dvs. ca 33 TWh år 1972. För övriga lokaler redovisar EPU inga data för varmvattenförbrukningen.

2.3.2 Vattenförbrukning

Någon regelbunden mätning av varmvattenförbrukningen i våra fastigheter förekommer inte, varför några exakta uppgifter över energiförbrukningen för tappvarmvatten inte finns att tillgå. Kallvattenförbrukningen registreras däremot kontinuerligt och utgör underlag för debiteringen av kommunala vatten- och avloppsavgifter. Genom att analysera kallvattenförbrukningens storlek och fördelning kan en ungefärlig bild av varmvattenförbrukningen erhållas.

Den lokala specifika vattenförbrukningen har varit ca 400 l/person och dygn under senare år, varav hushållsförbrukningen svarar för i storleksordningen 210 - 220 l/p.d. Vattenförbrukningen/p.d. är högre i större städer än i mindre samhällen. Vidare är hushållsvattenförbrukningen i småhus mindre än den i flerfamiljshus. I det senare fallet anses skillnaden i huvudsak bero på skillnader i debiterings-sätt (individuell mätning i småhus och kollektiv mätning i flerfamiljshus).

Vid en överslagsberäkning av den specifika vattenförbrukningens fördelning på kall- och varmvatten antages i SOU 1975:61, bilaga 6 följande storleksfördelning för olika funktioner:

Bad och dusch	50 l/p.d.
WC	40 "
Disk	50 "
Tvätt	30 "
Övrigt	50 "
	<hr/>
Totalt	220 l/p.d.

Ca 40 % av denna förbrukning avser funktioner där enbart kallvatten används. För övriga funktioner antages kall- och varmvatten blandas i relationerna 40 till 60 %, vilket ger följande ungefärliga värden för den specifika varmvattenförbrukningen:

Bad och dusch	30 l/p.d.
Disk	20 "
Tvätt	10 "
Övrigt	10 "

Den totala varmvattenförbrukningen har således här framräknats till ca 70 l/p.d. eller ca 30 % av kallvattenförbrukningen.

2.3.3 Energiförbrukning för tappvarmvatten

En beräkning av den årliga energiförbrukningen för tappvarmvatten blir med all nödvändighet behäftad med vissa osäkerheter, då tillgängligt underlagsmaterial i form av olika mätresultat tyvärr är bristfälligt. I SOU 1975:61, bilaga 6 finner man dock följande sammanställning över några olika sätt att överslagsmässigt bestämma årligt energibehov för tappvarmvatten.

Energiförbrukning för tappvarmvatten, flerfamiljshus:

- o I Dirkes undersökning 1960 anges

för 248 lgh och 3,26 p/lgh	4300 kWh/lgh, år
75 lgh 3,43 p/lgh	4100 kWh/lgh, år

- o I BFR 29:1970 beräknas energiförbrukningen enligt följande :
4300 + 700 ($p - 3$) kWh/lgh, år, där p är antal boende per lägenhet. Detta ger för 2,3 p/lgh (medelboendetäthet enl. FOB 70):
3800 kWh/lgh, år
eller 1650 kWh/p, år
- o I Energiprogramkommitténs expertbilaga D, SOU 1974:76 anges:
4000 kWh/lgh, år
- o I av Byggnadsstyrelsen gjorda utvärderingar i Göteborg för över 1600 lgh anges för boendetätheten 3,1 p/lgh
5100 kWh/lgh, år
eller 1650 kWh/p, år
- o I BFR R10:1974 (mätningar i Tensta) anges:
för 2,45 p/lgh 4130 kWh/lgh, år

Med hänsyn till ovanstående torde det vara rimligt att vid en genomsnittlig boendetäthet på 2,3 p/lgh i det följande räkna med ett årligt energibehov för tappvarmvatten på ca 3800 kWh/lgh eller 1700 kWh/person.

Småhus:

Några mätningar av energiförbrukningen för tappvarmvatten av ovan nämnda slag har knappast genomförts för enfamiljshus, vilket försvårar en bedömning av energianvändningen.

Som tidigare nämnts är den totala vattenförbrukningen i småhus något lägre än den i flerfamiljshus. Det torde därför vara rimligt att även för varmvattenförbrukningen anta en något lägre förbrukning än i flerfamiljshus. Om vi här tillämpar formeln $4300 - 700 (p - 3)$ för boendetätheten 3,0 p/lgh, som är den genomsnittliga i småhus, erhålls 4300 kWh/lgh, år. Antages värdena för småhus ligga ca 10 % lägre än för flerfamiljshus, erhålls en energiförbrukning för tappvarmvatten på knappt 4000 kWh/lgh, år.

Den genomsnittliga energiförbrukningen för tappvarmvatten antas således vara:

för flerfamiljshus (2,3 p/lgh)	3800 kWh/lgh, år
småhus (3,0 p/lgh)	4000 kWh/lgh, år

2.3.4 Variationer i tappvarmvattenförbrukningen

För att en klar bild av energibehovet för tappvarmvatten skall kunna erhållas, måste även hänsyn tas till de tidsmässiga variationerna i varmvattenförbrukningen.

Varmvattenförbrukningen varierar kraftigt under året och är lägst under sommarmånaderna. I en av Byggnadsstyrelsen genomförd utredning, som baserar sig på mätresultat från ca 1600 lägenheter i Göteborg, har nedanstående exempel på årsfördelning redovisats, se Bild 23.

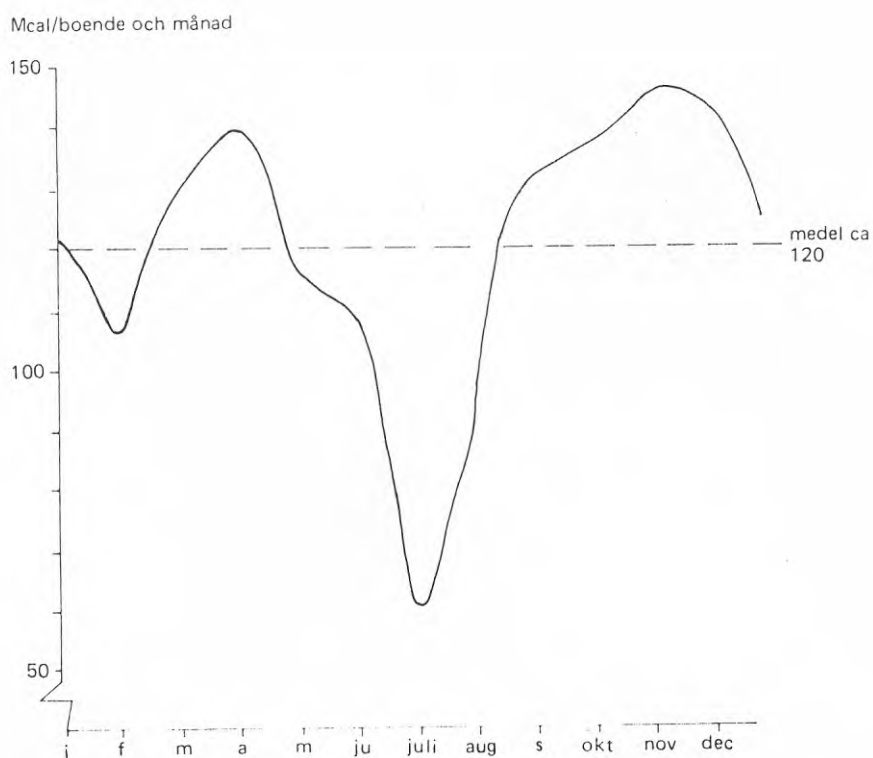


Bild 23. Diagram över tappvarmvattenförbrukningens fördelning under året.

En jämförelse med mätresultat från en i Tensta och Bollnäs genomförd undersökning (SIB R10:1974) pekar på en överensstämmelse med de av Byggnadsstyrelsen redovisade tendenserna, även om de absoluta värdena i vissa fall skiljer sig ganska avsevärt.

I bild 24 och 25 har de i bild 23 redovisade värdena över energiförbrukningen räknats om till kWh/lgh och dygn. Vid omvandlingen har de faktiska boendetätheterna i Tensta respektive Bollnäs varit utgångspunkt.

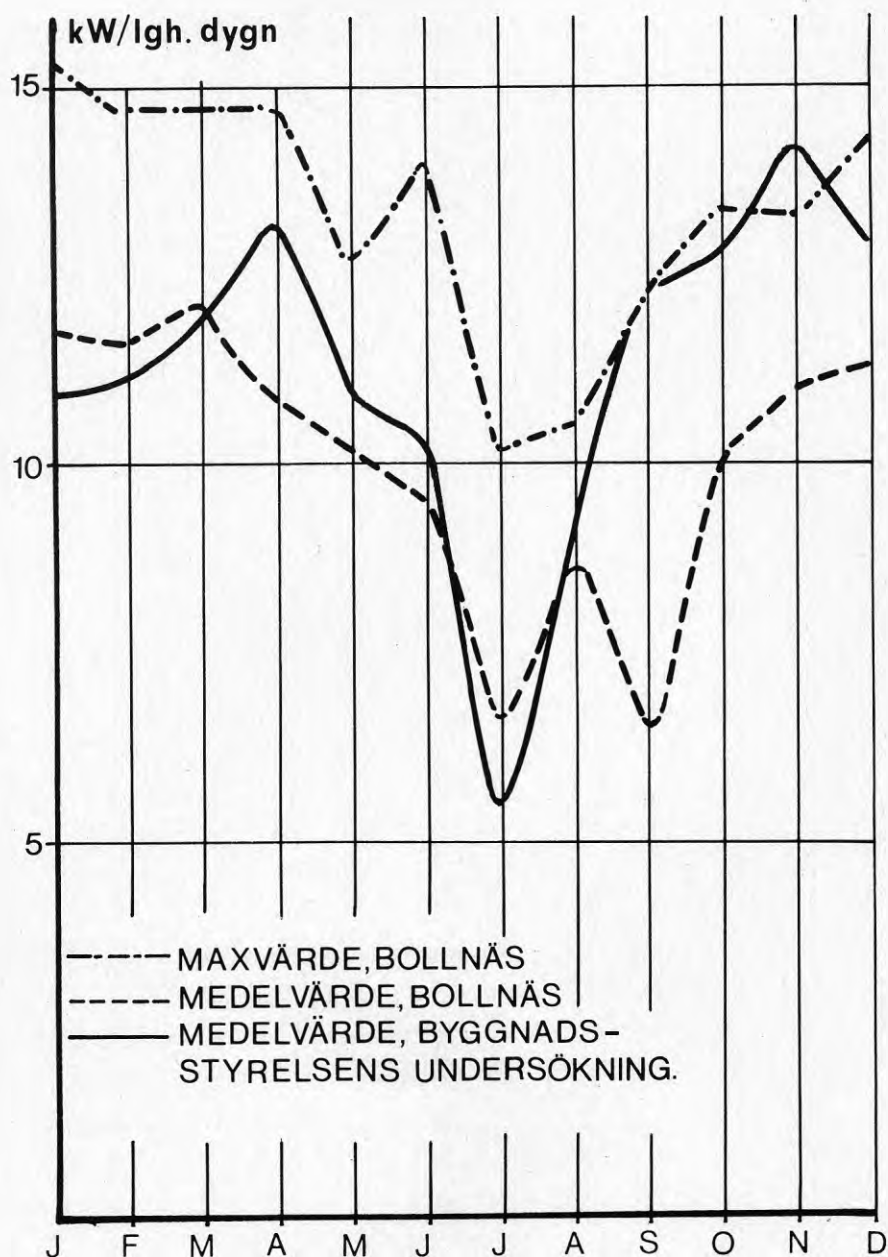


Bild 24. Ovanstående diagram illustrerar energiförbrukningen i Bollnäs. Av 358 lägenheter har totalt 28 undersökts. Boendetäthet 2,43 pers/lgh. (Källa SIB R10:1974)

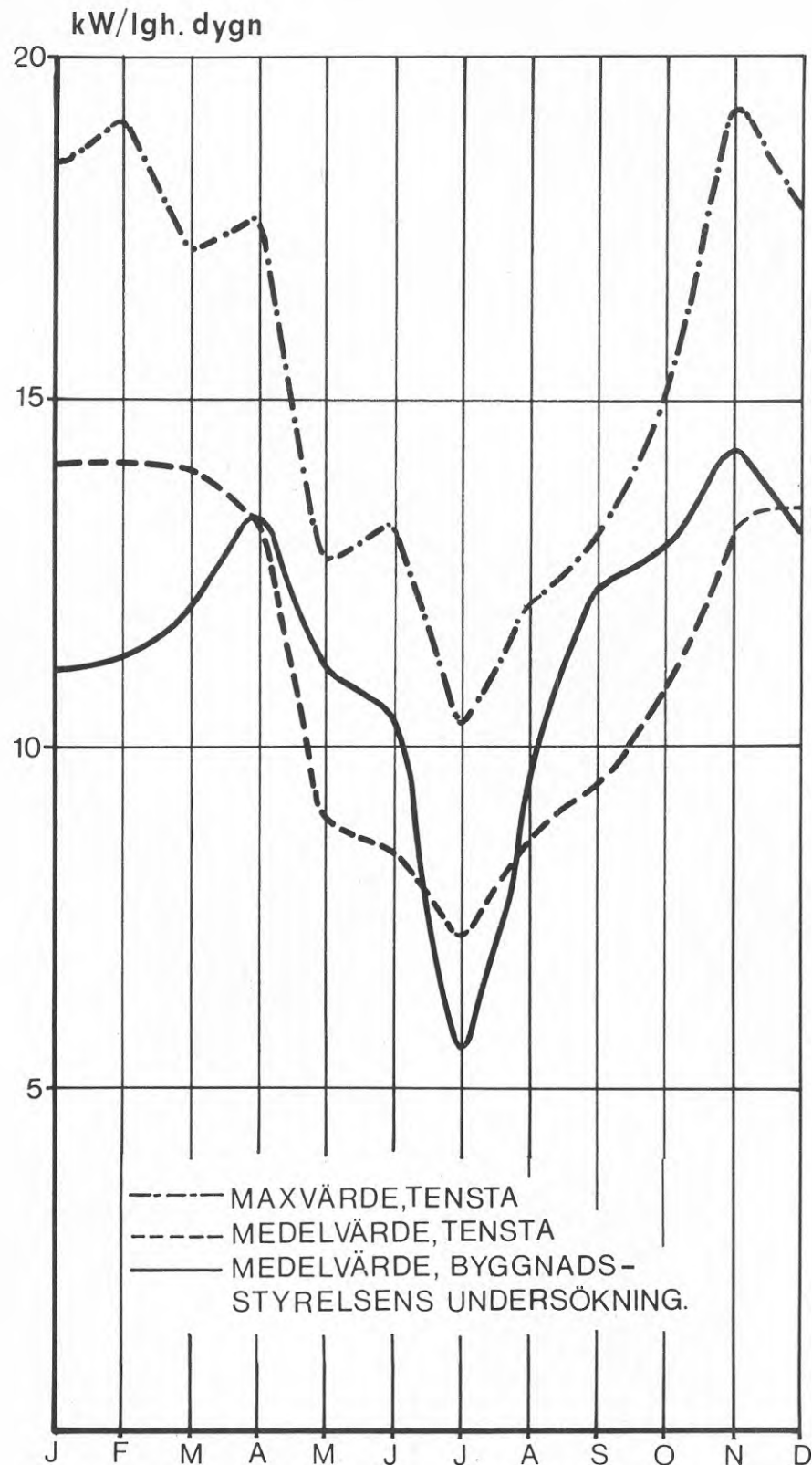


Bild 25. Ovanstående diagram illustrerar energiförbrukningen i Tensta. Av 113 lägenheter har totalt 35 undersökts. Boendetäthet 2,46 pers/lgh. (Källa SIB R10:1974).

Mätresultat som visar *tappvarmvattenförbrukningens variationer under dygnet* har bl.a. redovisats i BFR-rapporten R57:1973.

Bild 26 och 27 illustrerar variationerna i värmebehovet för tappvarmvatten under dygn med stor förbrukning. Karakteristisk är den topp som inträffar omkring kl. 18 - 19 samt en mindre topp på morgonen.

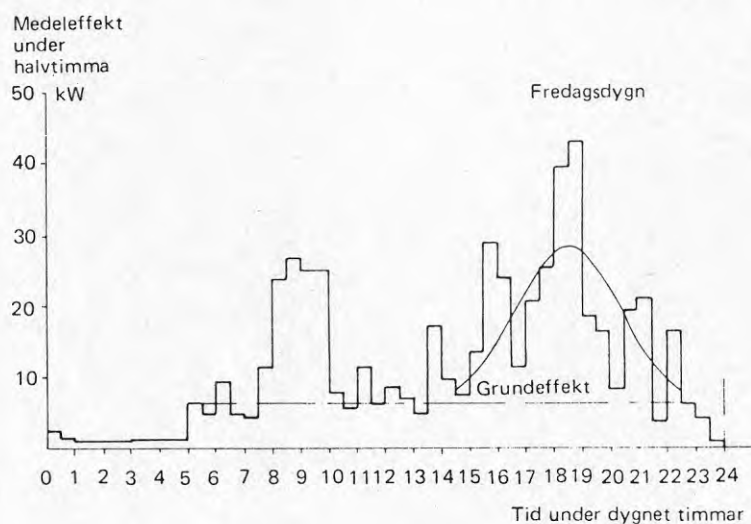


Bild 26. Diagrammet visar värmebehovet för tappvarmvatten under dygn med stor förbrukning. Mätresultat från 16 lägenheter. Fredagsdygn. Källa: G Svensson, BFR R57:1973.

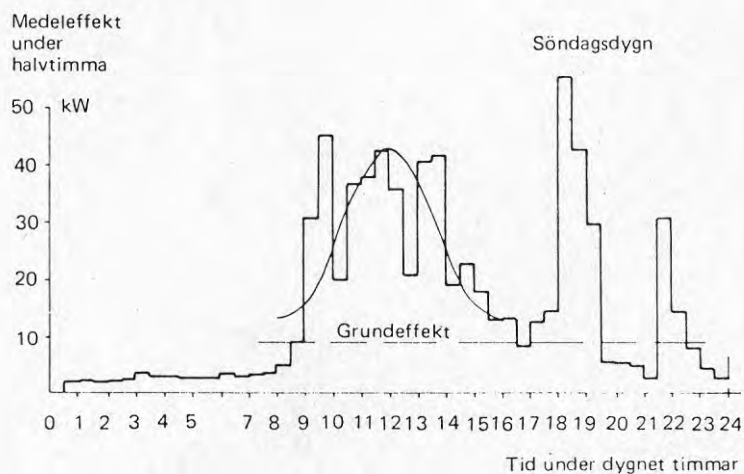


Bild 27. Diagrammet visar värmebehovet för tappvarmvatten under dygn med stor förbrukning. Mätresultat från 16 lägenheter. Söndagsdygn. Källa: G Svensson, BFR R57:1973.

Storleken av värmebehovet under dessa perioder av maximibelastning är av avgörande betydelse vid dimensionering av vattenvärmare. Bild 28 illustrerar värmebehovet för tappvarmvatten vid maximibelastning under 0,5, 1,0, 1,5 respektive 2,0 timmar som funktion av antalet lägenheter. Såsom framgår av bilden visar mätningarna en större spridning för ett mindre än för ett större antal lägenheter.

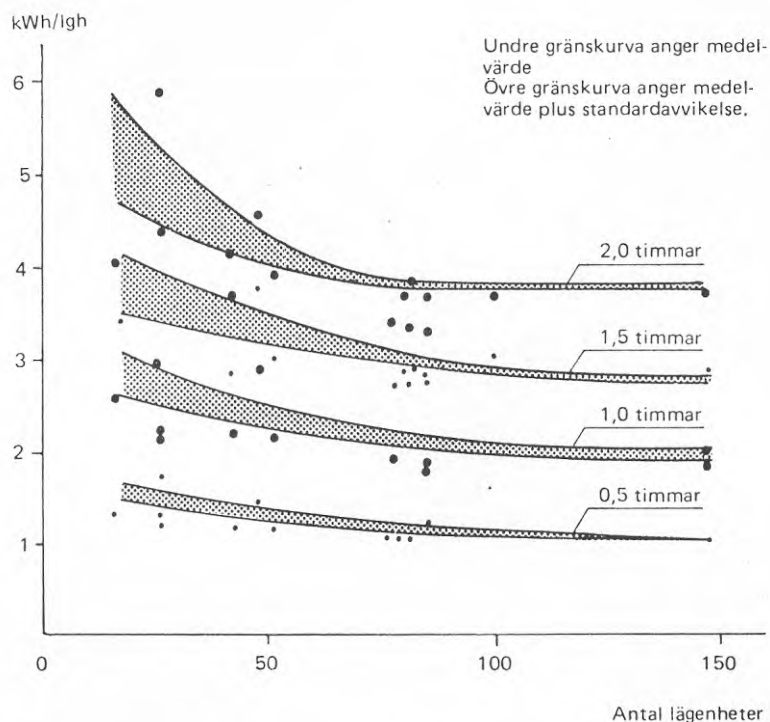


Bild 28. Diagram över värmebehovet för tappvarmvatten under 0,5 , 1,0, 1,5, och 2,0 timmars maximibelastning som funktion av antal lägenheter. Källa: Gösta Svensson, Dygnsbehovet för tappvarmvatten, BFR R57:1973.

3. BERÄKNAD ENERGIFÖRBRUKNING FÖR TAPPVARMVATTEN I FÖRHÅLLANDE TILL NYTTIGGJORD SOLENERGI

3.1 Allmänt

För att avgöra hur stor del av energiförbrukningen för vattenuppvärmning som kan tillgodoses med hjälp av solenergi i ett visst område beräknas dels den normala energiförbrukningen för tappvarmvatten, dels storleken av den energimängd som kan erhållas från solfångare i området.

Med utgångspunkt från värdena i föregående avsnitt över *energiförbrukningen för tappvarmvatten* per person eller per lägenhet kan *den förbrukade energin per m² våningsyta och dygn (q)* beräknas för det studerade området. Härvid utgår man från ortens genomsnittliga boendetäthet eller lägenhetsstorlek. Det totala energibehovet (*Q*) för tappvarmvatten blir således

$$Q = q \cdot A_v \cdot n \quad (3:1)$$

där *q* är förbrukad energi/m² våningsyta och dygn
A_v är våningsytan (m²), och
n är antalet våningar.

I avsnitt 2.1 återfinns värden över solinstrålningens storlek för årets olika månader mot ytor med varierande lutning och orientering. Storleken av den strålningsenergi (*W_{tot}*) som infaller mot en solfångare blir således

$$W_{tot} = W \cdot A_s \quad (3:2)$$

där *W* = den instrålade energin (kWh/m² och dygn) för den aktuella lutningen och orienteringen
A_s = solfångarens effektiva yta (m²)

Multipliceras *W_{tot}* med verkningsgraden för solvattenvärmaren, erhålls *storleken av den nyttiggjorda energin eller "infångade energin"*.

I de fall då det är möjligt att klara varmvattenförbrukningen med hjälp av solfångare, dvs. då den nyttiggjorda solenergin är lika stor eller större än den beräknade energiförbrukningen för tappvarmvatten, erhålls

$$W \cdot A_s \cdot \eta \geq q \cdot A_v \cdot n \quad (3:3)$$

eller

$$\frac{A_s}{A_v} \cdot W \cdot \eta \cdot \frac{1}{n} \geq q \quad (3:4)$$

där A_s/A_v (effektiv solfångaryta/våningsyta) är en *faktor* som är beroende av hustypen, dvs. taktyp, taklutning och orientering samt eventuell skuggverkan

W varierar med årstiden samt solfångarytans lutning och orientering och kan erhållas från avsnitt 2, bild 4-15.

η är verkningsgraden, som kan variera mellan 0,3 och 0,6 beroende av typ av solfångare, dess orientering m.m.

n är antalet våningar i byggnaden

q är energibehovet, vilket varierar med årstiden och ortens boendetäthet, se avsnitt 2.3.

Innan inventeringsarbetets uppläggning redovisas skall var och en av de ovanstående storheterna närmare diskuteras.

3.2 Beräkнад storlek av den effektiva solfångarytan i förhållande till våningsytan

Storleken av den takyta som kan utnyttjas för solfångare är bl a beroende av taktypen. Olika för bostadshus vanliga taktyper, kan indelas i:

I Övervägande plana tak

Helt plana tak

Profil tak

II Lutande tak

Sadeltak

Valmade tak

Mansardtak

Pulpettak

Se bild 29.

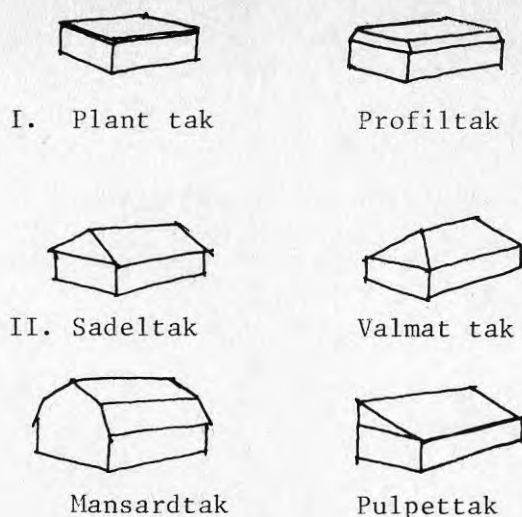


Bild 29. Olika taktyper.

I de fall då man känner taktypen och - i de fall då taket ej är plant - även takets lutningsvinkel, kan den totala takytans storlek i förhållande till byggnadens våningsyta överslagsmässigt beräknas. För de flesta byggnader är emellertid inte hela takytan tillgänglig för uppställning av solfångare. Skorstenar, hissmaskinerier, takfönster m m kan i vissa fall väsentligt begränsa den tillgängliga takytans storlek.

Med utgångspunkt från stickprovsstudier av olika byggnaders takutformning på de tre undersökta orterna, har medelvärden på den tillgängliga takytans storlek i förhållande till våningsytan (A_t/A_v) beräknats för olika taktyper. Som underlagsmaterial har flygfotografier i skala 1:1000 från Statens Lantmäteriverk använts. Denna stickprovsstudie redovisas utförligare i Bilaga 1.

De i stickprovsstudien framräknade medelvärdena har utgjort underlagsmaterial till den i det följande redovisade bedömningen, av den effektiva solfångarytans storlek i förhållande till våningsytan (A_s/A_v) för de olika taktyperna.

3.2.1 Helt plana tak

I detta fall är den totala takytan lika med våningsytan i varje plan. Resultaten från stickprovsstudien visar, att ca 30 % av takytan inte är möjlig att utnyttja för solfångare p g a takutformningen. A_t/A_v är för de helt plana taken således ungefär lika med 0,7.

På den tillgängliga delen av takytan placeras solfångarna lämpligen parallellt med gavel eller långsida, beroende på byggnadens orientering. Härigenom kommer solfångaren alltid att kunna orienteras i något väderstreck mellan SO-S-SV, vilket är fördelaktigt.

För att solinstrålningen per m^2 solfångare skall bli så stor som möjligt bör solfångarna lutas $30 - 40^\circ$ mot horisontalplanet. Detta innebär emellertid att man riskerar, att solfångarna kommer att skugga varandra då solen står lågt, om de monterats alltför tätt. Om solfångare av samma storlek istället monteras i en flackare lutningsvinkel, kan de placeras tätare, vilket innebär att den totala solfångarytan ökas. Vid brist på tillgängliga ytor kan således en flackare lutning än $30 - 40^\circ$ vara att föredra, även om utbytet per m^2 härigenom skulle bli sämre. En lämplig lutning på solfångaren skulle då kunna vara t ex ca 20° .

Den typ av solfångaruppställning som här diskuterats kräver, förutom tillräckligt avstånd mellan solfångarna p g a skuggverkan, även rörelseutrymmen för montering, reparation och rengöring. Om hänsyn tas till dessa faktorer, torde det vara rimligt att för en byggnad med plant tak räkna med en solfångaryta motsvarande ca 60 % av den tillgängliga takytan. Bild 30 illustrerar hur en sådan solfångaruppställning skulle kunna utformas.

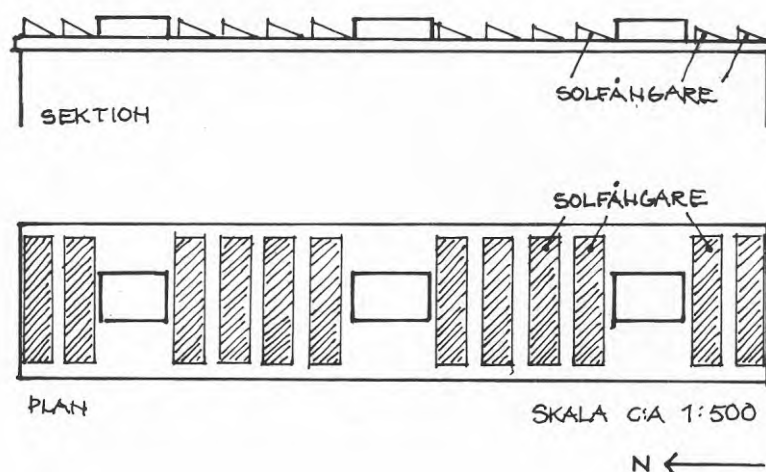


Bild 30. Principskiss över utnyttjande av plan takyta för solfångare. Solfångarytan $\approx 60\%$ av den tillgängliga takytan, vilket motsvarar ca 40% av den totala takytan.

Då $A_t/A_v = 0,7$ och $A_s/A_t = 0,6$ erhålls för A_s/A_v

$$\frac{A_t}{A_v} \cdot \frac{A_s}{A_t} = \frac{A_s}{A_v} \quad (3:5)$$

$$A_s/A_v = 0,7 \cdot 0,6 \approx 0,4 \quad (3:6)$$

Av estetiska skäl kan i vissa fall en solfångaruppställning, av den typ som här skisserats betraktas som mindre önskvärd. Minsta möjliga ingrepp på byggnadens yttre utformning erhålls, om solfångarna monteras horisontellt på takytan. En sådan lösning ger emellertid betydligt sämre solinstrålning mot solfångarytorna under höst och vår. Den del av takytan som kan utnyttjas för solfångare torde dock vara ungefär densamma i detta fall, dvs ca 40 % .

3.2.2 Profiltak

Profiltaken skiljer sig endast från de helt plana taken i det avseendet att takytan är något mindre än våningsytan. Normalt utgör den plana takytan på ett profiltak ca 90 % av våningsytan. Förekomsten av anläggningar av olika slag, som minskar den tillgängliga takytans storlek, är emellertid något mindre än för helt plana tak, vilket innebär att den tillgängliga takytans storlek i förhållande till våningsytan blir densamma som för helt plana tak (se vidare Bilaga 1). Då solfångarytan - liksom för de helt plana taken - kan antas vara ca 60 % av den tillgängliga takytan kan A_s/A_v beräknas enligt

$$A_s/A_v = 0,7 \cdot 0,6 \approx 0,4 \quad (3:7)$$

3.2.3 Sadeltak

För sadeltak, liksom för övriga lutande tak, är det endast meningsfullt att utnyttja de takfall som i någon mån orienterar sig mot söder för uppställning av solfångare, jämför avsnitt 2.1.4. Endast i det mest ogynnsamma fallet, då byggnadens gavlar orienterar sig i rent nordlig respektive sydlig riktning, kan det anses motiverat att utnyttja hela takytan, se bild 31.

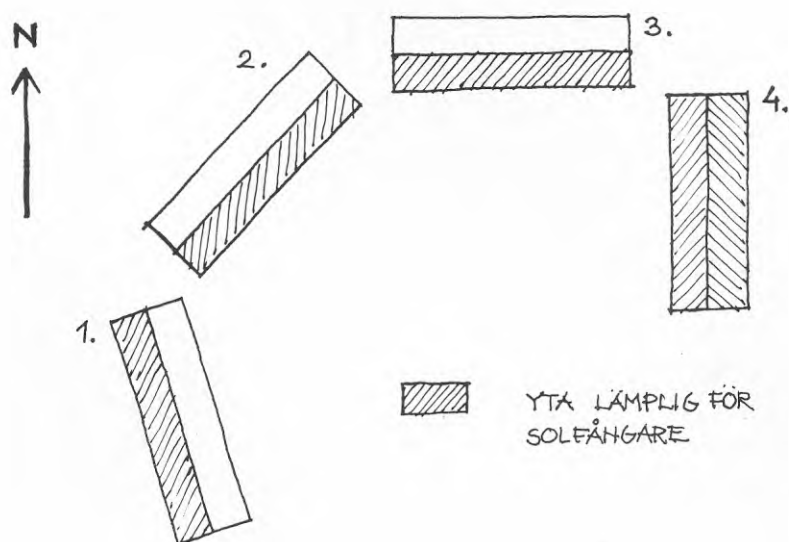


Bild 31. Takytor lämpliga att utnyttja för solfångare vid varierande byggnadsorienteringar.

Av både estetiska och praktiska skäl bör solfångaren monteras direkt på taket, så att solfångarens lutningsvinkel sammanfaller med takets. Härigenom blir solfångarytans storlek beroende av taklutningen.

För en byggnad med sadeltak med bredden b och längden l samt taklutningen ϕ blir den takytan som är lämplig att utnyttja för solfångare

$$b \cdot l/2 \cos \phi \quad (3:8)$$

då byggnaden orienterar sig som alternativ 1 - 3 i bild 31. Om byggnaden orienterar sig som i alternativet 4 (bild 31) blir i stället den lämpliga takytans storlek följande:

$$b \cdot l \cos \phi \quad (3:9)$$

Hissmaskiner, fläktrum o dyl. är för byggnader med lutande tak vanligtvis lokaliserade under taket i tillgängliga vindsutrymmet. Detta innebär att en större del av takytan än för byggnader med plana tak blir tillgänglig för solfångare.

Resultaten från stickprovsstudien visar att ca 20 % av takytan, som är lämplig för uppställning av solfångare, inte är tillgänglig p g a förekomsten av anläggningar av det slag som nämnts ovan.

Den tillgängliga takytans storlek i förhållande till våningsytan blir således:

$$A_t/A_v = \frac{0,8 b \cdot l}{2 \cdot \cos \phi} \cdot \frac{1}{b \cdot l} = \frac{0,8}{2 \cdot \cos \phi} \quad (3:10)$$

respektive

$$A_t/A_v = \frac{0,8 h + l}{\cos \phi} \cdot \frac{1}{b \cdot l} = \frac{0,8}{\cos \phi} \quad (3:11)$$

Den rörelseyta som krävs för montering och rengöring av solfångarna torde, med den typ av uppställning som här skisserats, bli mindre än för de plana taken. Till detta bidrar i viss mån att delar av det motsatta takfallet kan utnyttjas vid genomförandet av dessa arbeten.

Då solfångaren följer takens lutning föreligger inte heller någon risk att solfångarna skuggar varandra. Den del av den tillgängliga takytan som kan utnyttjas för solfångararrangemang torde därför vara betydligt större än för plana tak. Skisstudier som gjorts visar att den effektiva solfångarytan i de flesta fall utgör 85- 90 % av den tillgängliga takytan (se bild 32).

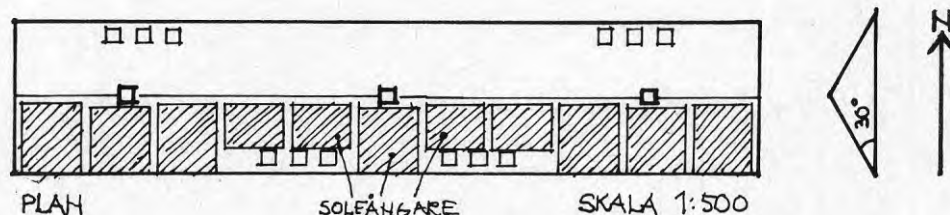


Bild32. För sadeltak med 30° lutning kan 85 - 90 % av den tillgängliga takytan utnyttjas för solfångare.

A_s/A_v för sadeltak som ej orienterar sig i rent östlig eller västlig riktning kan således beräknas enligt:

$$\frac{A_s}{A_v} = \frac{A_t}{A_v} \cdot \frac{A_s}{A_t}$$

$$\frac{0,8}{2 \cdot \cos \phi} \cdot 0,85 < \frac{A_s}{A_v} < \frac{0,8}{2 \cdot \cos \phi} \cdot 0,90 \quad (3:12)$$

$$\frac{0,63}{2 \cdot \cos \phi} < A_s/A_v < \frac{0,72}{2 \cdot \cos \phi} \quad (3:13)$$

$$A_s/A_v \approx \frac{0,7}{2 \cdot \cos \phi} \approx \frac{0,35}{\cos \phi} \quad (3:14)$$

I de fall då byggnaden orienterar sig i rent västlig eller östlig riktning och hela takytan utnyttjas för solfångare, blir en 35 - 90%:ig utnyttjandegrad knappast möjlig, då det motsatta takfallets rörelseyta inte längre kan utnyttjas. I detta fall antas utnyttjandegraden endast vara 75% vilket gör att A_s/A_v i detta fall blir

$$A_s/A_v = 0,8 \cdot 0,75/\cos \phi = 0,6/\cos \phi \quad (3:15)$$

3.2.4 Valmade tak

I detta fall monteras solfångaren på taket på samma sätt som för sadeltak. Den takyta som är lämplig att utnyttja för solfångare blir dock i detta fall något mindre, se bild 33.

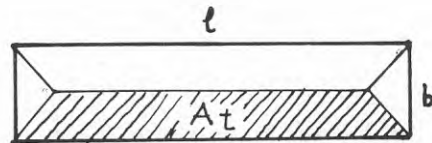


Bild 33. Valmat tak.

Den i Bilaga 1 redovisade stickprovsstudien visar att i medeltal ca 70 % av takfallet är tillgängligt för uppställning av solfångare, mot 80 % för sadeltaken. Således blir

$$A_t/A_v = 0,7 / 2 \cdot \cos \phi \quad (3:16)$$

Någon skillnad vad gäller den effektiva solfångarytans storlek i förhållande till den tillgängliga takytan (A_s/A_t) borde rimligtvis inte föreligga mellan sadeltak och valmade tak.

För tak orienterade i rent öst- eller västlig riktning blir således,

$$A_s/A_t = 0,75/\cos \phi \quad (3:17)$$

och för valmade tak orienterade i övriga väderstreck,

$$A_s/A_t = 0,85/2 \cdot \cos \phi \quad (3:18)$$

Då $A_t/A_v \cdot A_s/A_t = A_s/A_v$ erhålls, för tak orienterade i östlig eller västlig riktning:

$$A_s/A_v = 0,7 \cdot 0,75 / \cos \phi \approx 0,5 \cdot \cos \phi \quad (3:19)$$

för tak orienterade i övriga väderstreck;

$$A_s/A_v = 0,7 \cdot 0,85 / 2 \cdot \cos \phi \approx 0,3 / \cos \phi \quad (3:20)$$

3.2.5 Mansardtak

Även för mansardtaken måste en minskning av den tillgängliga takytan (A_t) ske i förhållande till sadeltaken, se bild 34.

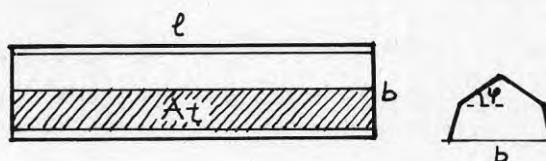


Bild 34. Mansardtak.

Stickprovsstudier visar att den tillgängliga takytan i förhållande till våningsytan (A_t/A_v) blir lika stor som för valmade tak. Således erhålles;

$$A_t/A_v = 0,7/2 \cdot \cos \phi \text{ respektive } A_t/A_v = 0,7 / \cos \phi \quad (3:16)$$

Då även A_s/A_t torde vara desamma som för valmade tak, erhålls för tak orienterade i östlig eller västlig riktning.

$$A_s/A_v = 0,5 / \cos \phi \quad (3:19)$$

och för tak orienterade i övriga väderstreck

$$A_s/A_v = 0,3 / \cos \phi \quad (3:20)$$

3.2.6 Pulpettak

För de tidigare behandlade typerna av lutande tak är en orientering av långsidorna i rent östlig eller västlig riktning den mest ofördelaktiga. För pulpettaken kan i vissa fall det enda takfallet vara orienterat mot ett rent nordligt väderstreck, vilket innebär att takytan över huvudtaget inte är lämplig för montering av solfångare, då energiutbytet här bli alltför lågt. I de fall då taket orienterar sig mot ett väderstreck mellan NV - N - NO sätts av denna anledning den tillgängliga takytan till

$$A_t = 0 \quad (3:21)$$

I övriga fall, dvs då takfallet orienterar sig mot ett väderstreck mellan V-S-O, blir den tillgängliga takytan densamma som för sadeltak orienterade i rent östlig eller västlig riktning, vilket innebär att

$$A_t/A_v = 0,8 / \cos \phi \quad (3:11)$$

Med en - liksom för de ost-väst orienterade sadeltaken - 75 %-ig utnyttjandegrad erhålls

$$A_s/A_v = 0,75 \cdot 0,8 / \cos \phi = 0,6 / \cos \phi \quad (3:15)$$

för sydliga väderstreck, och

$$A_s/A_v = 0 \quad (3:22)$$

för taktyper orienterade i nordliga väderstreck.

3.2.7 Övriga taktyper

Utöver de här behandlade taktyperna existerar också en grupp **starkt** asymmetriska taktyper, där den tillgängliga takytans storlek måste bedömas från fall till fall. Man bör härvid söka klassa taktypen till någon av de ovanstående grupperna, och därefter bedöma hur stor reduceringen av den tillgängliga takytan är i förhållande till denna taktyp.

Osäkerheten i värdena för kvarter med starkt asymmetriska tak blir givetvis stor. Dessa typer av tak förekommer emellertid relativt sparsamt, varför denna osäkerhet knappast nämnvärt kan påverka beräkningarna för en hel ort eller stadsdel.

3.2.8 Skuggverkan

Skuggverkan från omgivningen på den tillgängliga takytan uppskattas under inventeringsarbetet i de fall då det kan antas förekomma. Den procentuella minskningen av den tillgängliga takytan (A_t) bedöms och A_s/A_v multipliceras med en motsvarande reduceringsfaktor.

3.2.9 Sammanfattning

Nedan redovisas värdena på A_s/A_v för de olika taktyperna innan en reduktion på grund av eventuell skuggverkan gjorts.

Plana- och profilerade tak (oberoende av orientering)

$$A_s/A_v = 0,4$$

Sadeltak (då takfallen orienterar sig i rent ost-västlig riktning)

$$A_s/A_v = 0,6/\cos \phi$$

Sadeltak (orientering i övriga vädersträck)

$$A_s/A_v = 0,35/\cos \phi$$

Valmade och mansardtak (då takfallen orienterar sig i rent ost-västlig riktning)

$$A_s/A_v = 0,5/\cos \phi$$

Valmade och mansardtak (orientering i övriga vädersträck)

$$A_s/A_v = 0,3/\cos \phi$$

Pulpettak (då takfallet orienterar sig i O - S - V riktning)

$$A_s/A_v = 0,6/\cos \phi$$

Pulpettak (då takfallet orienterar sig i O - N - V riktning)

$$A_s/A_v = 0$$

3.3 Beräkning av storleken av den instrålade energimängden (W)

Som underlag för beräkningen av den instrålade solenergis storlek för en bestämd yta tas diagrammen i avsnitt 2.1.3 och 2.1.4. Storleken av den instrålade energimängden per m^2 beräknas för varje månad för den aktuella taklutningen och orienteringen.

Taklutning

För takytor med en lutningsvinkel mindre än 20° tas kurvan för 15° -lutningen som beräkningsunderlag. Valet motiveras av att taklutningen för en byggnad med brutet tak sällan understiger 10° . Gruppen kommer således i praktiken att omfatta takytor med lutningar på $10-20^\circ$.

För takytor med en lutningsvinkel på $20-40^\circ$ tas kurvan för 30° -lutningen som beräkningsunderlag.

I de fall då takets lutningsvinkel överstiger 40° tas kurvan för 45° -lutningen som beräkningsunderlag. Detta motiveras av att lutningar på mer än 50° ytterst sällan förekommer.

För plana tak finns två alternativa beräkningsmöjligheter. Om solfångarna monteras horisontellt på taket tas givetvis kurvan för en horisontell yta som beräkningsunderlag. Om man i stället förutsätter en lutning av solfångarytorna, beräknas solinstrålningen per m^2 för en yta med 15° lutning.

Orientering

Solfångare som är orienterade mot SV - S - SO ger en god uppfångningsgrad, och variationen i instrålningen mot ytor som orienteras mot SO, S och SV är under sommarhalvåret ringa.

Solfångare orienterade mot SO - O och SV - V ger sämre resultat men är trots detta fullt användbara. Orienteringar mot V - N - O är däremot mindre lämpliga, då energiutbytet blir lågt. Montering av solfångare i dessa vädersträck kommer heller knappast att förekomma i praktiken.

Följande indelning av bebyggelse med hänsyn till dess orientering har i det följande genomförts för att en bedömning av solinstrålningens storlek skall vara möjlig.

1. Byggnader med tillgänglig takyta mot SSV-SSO.
2. Byggnader med tillgänglig takyta mot VSV-SSV och SSO-OSO.
3. Byggnader med tillgänglig takyta mot V-VSV och OSO-O.

Vid beräkning av storleken av den instrålade energin W kan man således för olika taklutningar och orienteringar utgå från följande kurvor över solinstrålningen:

För platta tak:

15° lutning, sydlig orientering
 15° " SV och SO orientering
 alternativt horisontella ytor

För lutande tak (ej pulpettak):

15° lutning, sydlig orientering
 " " SV och SO orientering
 " " O och V "
 30° " sydlig "
 " " SV och SO "
 " " O och V "
 45° " sydlig "
 " " SV och SO "
 " " O och V "

För pulpettak:

15° lutning, sydlig orientering
 " " SO och SV orientering
 " " O och V "
 " " V-N-O "

(Brantare lutningar än 20° förekommer i praktiken aldrig för pulpettak.)

3.4 Beräkning av storleken av den använda energin/m² A_v (q)

Vid beräkningen av den för tappvarmvatten förbrukade energin är en möjlighet att utgå från det i bild 23 redovisade diagrammet över tappvarmvattenförbrukningens fördelning under året. Osäkerheten i detta diagram gäller framför allt den kraftiga svackan i energiförbrukningen under sommarmånaderna. Detta har dock en mindre betydelse, då energiförbrukningens storlek under höst och vår - då tillgången på solenergi är knapp - är avgörande för möjligheten att använda solvattenvärmare.

I bild 35. har energiförbrukningen i Mcal/pers. och månad omvandlats till Wh/m² A_v och dygn för olika boendetätheter. Boendetätheten har angetts i personer/rumsenhet, där en rumsenhet = 25 m² våningsyta.

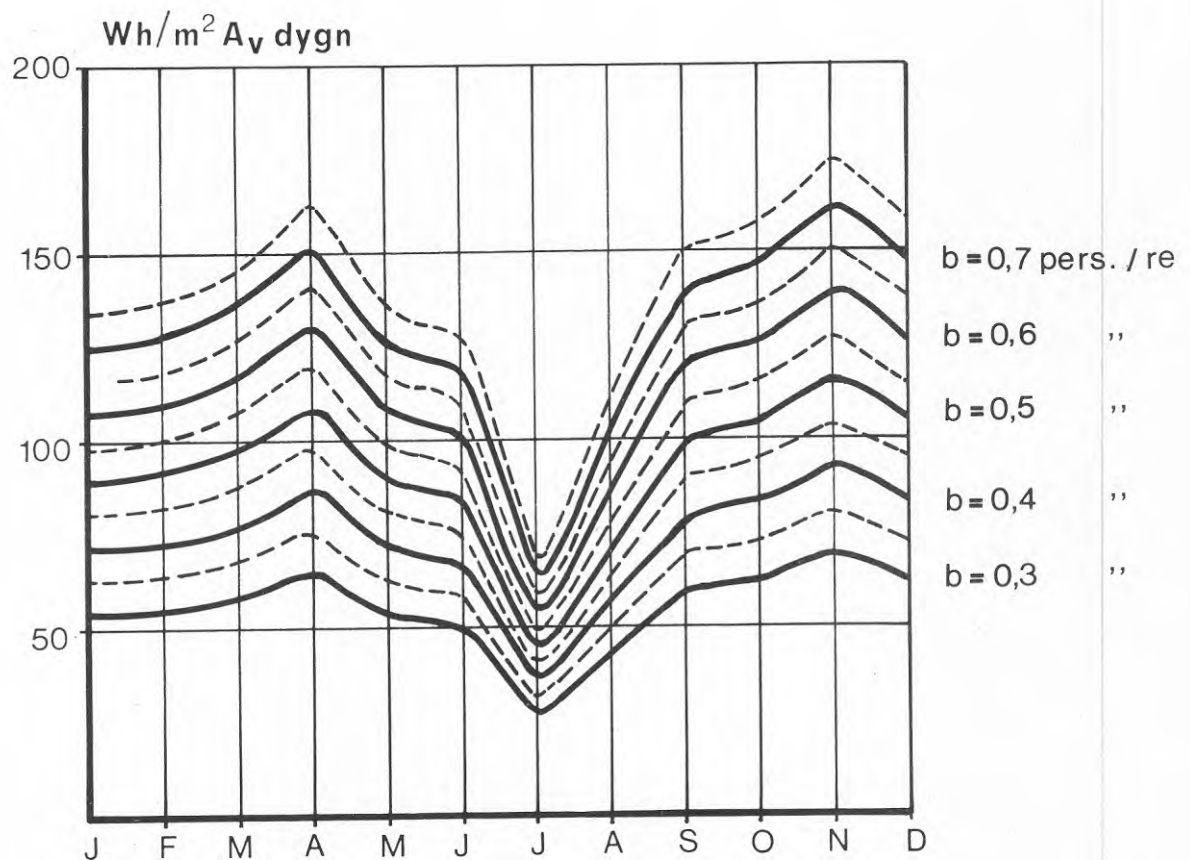


Bild 35. Diagram över tappvarmvattenförbrukningens fördelning under året för olika boendetätheter (b).

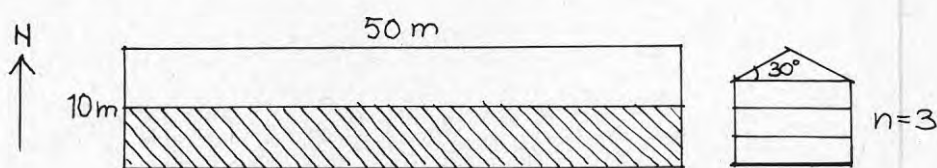
Med denna beräkningsmetod tas emellertid inte någon hänsyn till dygnsvariationerna, och man riskerar att solfångarens kapacitet inte blir tillräcklig för att klara de perioder av maximibelastning som kan förekomma.

För att undvika detta kan man vid beräkning av energibehovet för tappvarmvatten i stället utgå från diagrammet i bild 28, som illustrerar värmebehovet för tappvarmvatten vid maximal belastning under 0,5, 1,0, 1,5 respektive 2,0 timmar som funktion av antalet lägenheter. Med hjälp av detta diagram kan man beräkna för vilka av årets månader solvattenvärmaren har kapacitet att klara en maximibelastning under 2, 1,5, 1 respektive 0,5 timmar.

En annan möjlighet är att med utgångspunkt från VA-normen beräkna hur långa perioder av störttappningar solvattenvärmningssystemet tillåter under årets olika månader.

För att belysa skillnaderna i de ovan nämnda beräkningsmetoderna har i exempel 1 - 3 nedan energiförbrukningen beräknats enligt de tre olika metoderna för ett ordinärt bostadshus:

Exempel 1. Vattenförbrukning efter månadsmedelvärden.



Våningsytan $A_v = 10 \times 50 = 500 \text{ m}^2$

Taktyp: sadeltak

Taklutning: 30°

Antal våningar, $n = 3$

Boendetäthet = 0,6 pers./re (1 re = 25 m^2)

Skuggverkan: -

Orientering: sydlig

Solfångarens verkningsgrad, η : antas här vara 0,4

För beräkningen utgår vi från

$$\frac{A_s}{A_v} \cdot W \cdot \frac{1}{n} \cdot \eta \geq q \quad (3:23)$$

då den nyttiggjorda solenergin är större än den för varmvattenproduktionen förbrukade energin.

De givna värdena ger

$$\frac{A_s}{A_v} \cdot \frac{1}{n} \cdot \eta = \frac{0,35}{\cos 30^\circ} \cdot \frac{1}{3} \cdot 0,4 = 0,05$$

$A_s/A_v \cdot 1/n \cdot \eta \cdot W$ för 30° lutning, sydlig orientering ($\text{Wh/m}^2\text{d}$):

Jan.	$550 \cdot 0,05 = 27,5$	Juli	$5500 \cdot 0,05 = 275,0$
Febr.	$1550 \cdot 0,05 = 77,5$	Aug.	$4625 \cdot 0,05 = 231,25$
Mars	$3075 \cdot 0,05 = 153,75$	Sept.	$3475 \cdot 0,05 = 173,75$
April	$4450 \cdot 0,05 = 222,5$	Okt.	$1950 \cdot 0,05 = 97,5$
Maj	$5425 \cdot 0,05 = 271,25$	Nov.	$700 \cdot 0,05 = 35,0$
Juni	$6050 \cdot 0,05 = 302,5$	Dec.	$350 \cdot 0,05 = 17,5$

q för boendetätheten 0,6 pers./re (enligt diagram i Bild 35):

Jan.	$108 > A_s/A_v \cdot 1/n \cdot \eta \cdot W$	Juli	$56 < A_s/A_v \cdot 1/n \cdot \eta \cdot W$
Febr.	$110 > \quad \quad \quad "$	Aug.	$86 < \quad \quad \quad "$
Mars	$116 < \quad \quad \quad "$	Sept.	$120 < \quad \quad \quad "$
April	$130 < \quad \quad \quad "$	Okt.	$126 > \quad \quad \quad "$
Maj	$108 < \quad \quad \quad "$	Nov.	$140 > \quad \quad \quad "$
Juni	$102 < \quad \quad \quad "$	Dec.	$126 > \quad \quad \quad "$

För ett bostadshus av samma typ som i detta exempel kan enligt denna beräkningsmetod en solfångare med 40 % verkningsgrad klara varmvattenförsörjningen under mars - september, se bild 36.

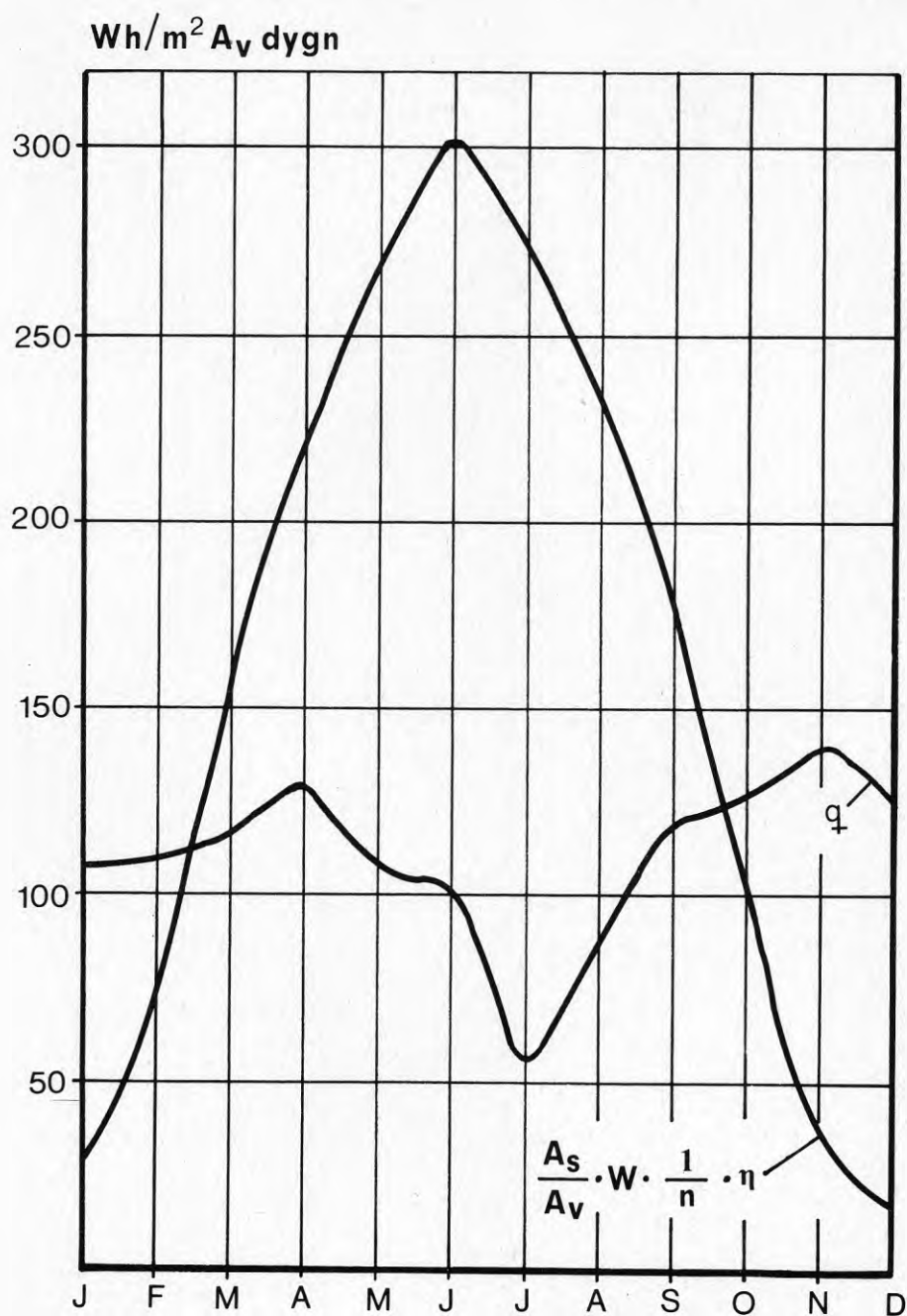


Bild 36. Diagrammet illustrerar storleken av den tillgodogjorda energin i förhållande till den förbrukade energin för solfångaren i exempel 1.

Exempel 2. Energiförbrukningen för tappvarmvatten under olika tidsperioder vid maximal belastning som funktion av antal lägenheter.

Åter gäller

$$\frac{A_s}{A_v} \cdot W \cdot \frac{1}{n} \cdot \eta \geq q \quad (3:23)$$

Som i föregående exempel antar $\frac{A_s}{A_v} \cdot W \cdot \frac{1}{n} \cdot \eta$ följande värden:

Jan.	27,5	Wh/m ² d	Juli	275,0	Wh/m ² d
Febr.	77,5	"	Aug.	231,25	"
Mars	153,75	"	Sept.	173,75	"
April	222,5	"	Okt.	97,5	"
Maj	271,25	"	Nov.	35,0	"
Juni	302,5	"	Dec.	17,5	"

Våningsytan är $10 \cdot 50 \text{ m}^2 = 500 \text{ m}^2$, vilket motsvarar 20 re per våningsplan. För 3 våningar erhålls totalt 60 re. En lägenhet är i medeltal på 3,4 re; således bör hela byggnaden innehålla ca 18 lägenheter.

Enligt bild 28 i avsnitt 2.3.4 är energiförbrukningen för ca 18 lägenheter vid

			Medelvärde M.v + standardavvikelse	
2	tim. max. belastn.		4,6 kWh/lgh	5,7 kWh/lgh
1 1/2	" " "		3,5 "	4,1 "
1	" " "		2,6 "	3,0 "
1/2	" " "		1,5 "	1,7 "

Då en lägenhet i genomsnitt består av $3,4 \cdot 25 \text{ m}^2 = 85 \text{ m}^2$ erhålls följande värden för energiförbrukningen per m² våningsyta:

			Medelvärde M.v + standardavvikelse	
2	tim. max. belastn.		54 Wh/m ²	67 Wh/m ²
1 1/2	" " "		41 "	48 "
1	" " "		31 "	35 "
1/2	" " "		18 "	20 "

Antag att man - vilket bild 26 och 27 över vattenförbrukningens dygnsvariationer visar - har två perioder av maximibelastning, en på morgonen och en på kvällen. Därutöver krävs en grundeffekt som uppgår till ca 500 W/lgh, dvs. ca 6 W/m^2 under ca 18 timmar av dygnet.

Är perioderna av maximibelastning 2 timmar långa, erhålls följande värden på energiförbrukningen för tappvarmvatten:

	Medelvärde	M.v. + standardavvikelse
2 • 2 tim. max.belastn.	108 Wh/m ²	134 Wh/m ²
6 • 18 Wh grundeffekt	108 "	108 "
	<u>216 Wh/m²</u>	<u>242 Wh/m²</u>

För maximibelastningsperioder på 1 1/2 timme erhålls följande värden:

	Medelvärde	M.v. + standardavv.
2 • 1 1/2 tim. max.belastn.	82 Wh/m ²	96 Wh/m ²
6 • 18 Wh grundeffekt	108 "	108 "
	<u>190 Wh/m²</u>	<u>204 Wh/m²</u>

För maximibelastningsperioder på 1 timme erhålls:

	Medelvärde	M.v. + standardavv.
2 • 1 tim. max.belastn.	62 Wh/m ²	70 Wh/m ²
6 • 18 Wh grundeffekt	108 "	108 "
	<u>170 Wh/m²</u>	<u>178 Wh/m²</u>

I detta exempel får vi således tillräckligt stor energimängd från solfångaren under följande perioder (se även bild 37.):

Maximibelastning 2 x 2 tim. }
medelv. + standardavvikelse } Maj, juni, juli

Maximibelastning 2 x 2 tim. }
medelvärde } April, maj, juni, juli

Maximibelastning 2 x 1 1/2 tim. medelv. + standardavvikelse	}	April, maj, juni, juli, aug.
Maximibelastning 2 x 1 1/2 tim. medelvärde		
Maximibelastning 2 x 1 tim. medelv. + standardavvikelse	}	April, maj, juni, juli, aug.
Maximibelastning 2 x 1 tim. medelvärde		
Maximibelastning 2 x 1 tim. medelvärde	}	April, maj, juni, juli, aug., sept.

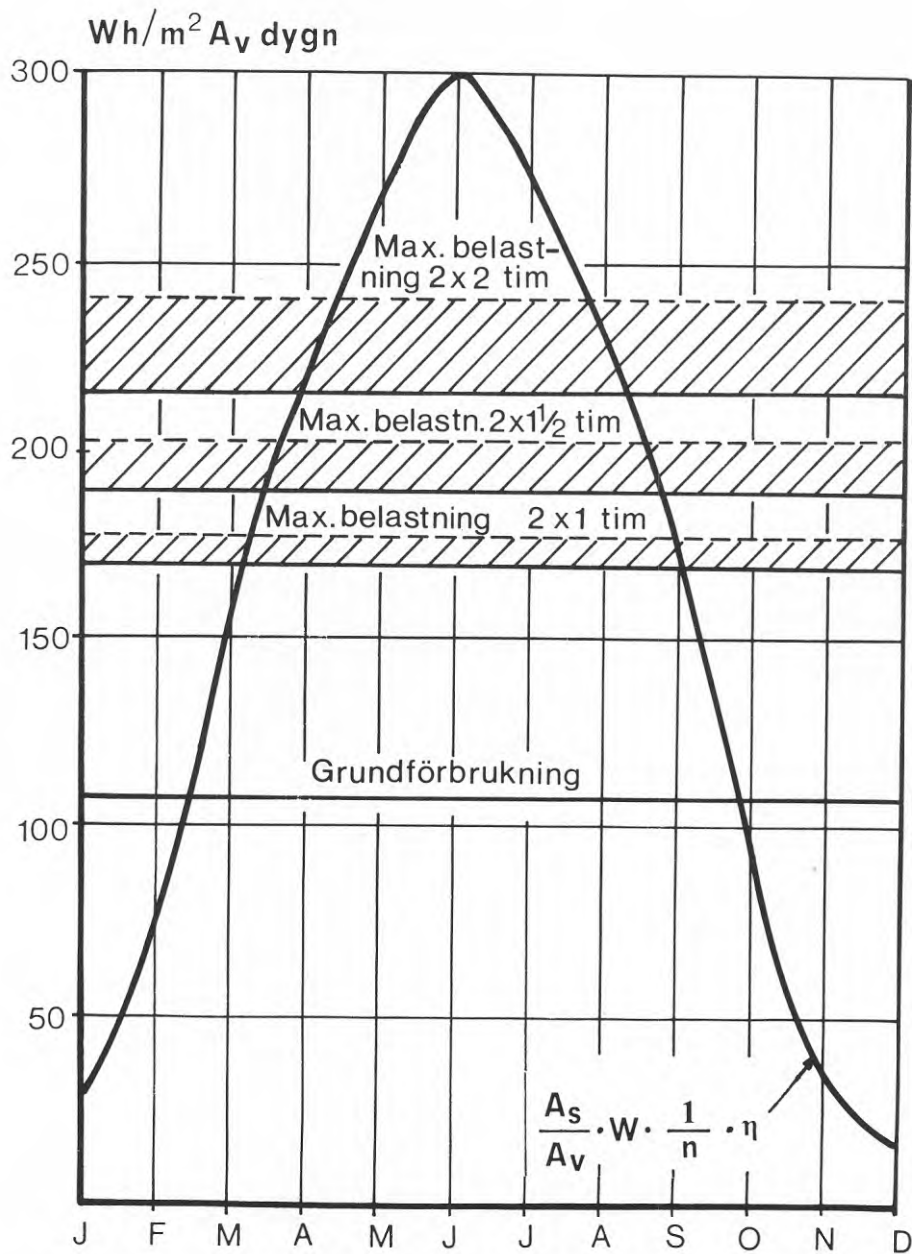


Bild 37. Diagrammet illustrerar storleken av den tillgodogjorda energin i förhållande till den förbrukade energin vid olika perioder av maximibelastning.

— medelvärde, ----medelvärde + standardavvikelse

Exempel 3. Energiförbrukningen för tappvarmvatten vid störttappning av varierande varaktighet beräknat enl. VA-normen.

VA-byggnormen godtar att summan av alla flöden, dvs. normflödet, för en lägenhet sätts till 0,8 l/s för varmvatten. Med sammanlagringseffekter erhålls ur VA-normen värdet 13 l/s för 18 lägenheter.

Den mängd vatten som under ett dygn kan värmas upp med hjälp av solenergi beräknas enligt följande:

$$3,6 W \cdot A_s \cdot \eta = c_p \cdot m(\theta_1 - \theta_0) \quad (3:24)$$

där A_s = solfångarytan ($0,35 \text{ bl}/\cos \phi = 0,35 \cdot 10 \cdot 50 / \cos 30^\circ = 202 \text{ m}^2$)

η = verkningsgraden, här = 0,4

W = solinstrålningen för månaden ifråga ($\text{Wh}/\text{m}^2\text{d}$)

c_p = vattnets värmekapacitet = 4,2 ($\text{kJ}/\text{kg}^\circ\text{K}$)

m = vattnets massa (kg)

$\theta_1 - \theta_0$ = temperaturhöjningen ($^\circ\text{C}$) (antas vara 40°C)

Man får nu värdet

$$m = \frac{3,6 W \cdot A_s \cdot \eta}{c_p (\theta_1 - \theta_0)} = \frac{W \cdot 3,6 \cdot 202 \cdot 0,4}{4,2 \cdot 40} = 1,73 W$$

Under årets olika månader erhålles således i medeltal följande mängder ca 50-gradigt vatten per dygn från solfångaren i exemplet:

Jan.	$550 \cdot 1,73 = 952 \text{ l}$	Juli	$5500 \cdot 1,73 = 9515 \text{ l}$
Febr.	$1550 \cdot 1,73 = 2682 \text{ l}$	Aug.	$4625 \cdot 1,73 = 8001 \text{ l}$
Mars	$3075 \cdot 1,73 = 5320 \text{ l}$	Sept.	$3475 \cdot 1,73 = 6012 \text{ l}$
April	$4450 \cdot 1,73 = 7699 \text{ l}$	Okt.	$1950 \cdot 1,73 = 3374 \text{ l}$
Maj	$5425 \cdot 1,73 = 9385 \text{ l}$	Nov.	$700 \cdot 1,73 = 1211 \text{ l}$
Juni	$6050 \cdot 1,73 = 10467 \text{ l}$	Dec.	$350 \cdot 1,73 = 606 \text{ l}$

Denna vattenmängd räcker till en störttappning på 1,3 l/s under följande tid:

Jan.	12 min.	Juli	2 tim. 2 min.
Febr.	34 "	Aug.	1 " 43 "
Mars	1 tim. 8 "	Sept.	1 " 17 "
April	1 " 39 "	Okt.	43 "
Maj	2 " 1 "	Nov.	16 "
Juni	2 " 14 "	Dec.	8 "

En störttappning under mer än 1 1/2 timme är alltså möjlig i april - augusti; under mer än 2 timmar i maj - juli.

Sammanfattning av resultaten i exempel 1-3

Exempel 1

Månadsmedelvärdet för energiförbrukningen för tappvarmvatten är mindre än månadsmedelvärdet för den "infångade solenergin" storlek under följande månader: mars, april, maj, juni, juli, augusti och september.

Exempel 2

Vid 1 1/2 respektive 2 timmars maximibelastning på kvällen och på morgonen samt vid en grundeffekt av 6 W/m^2 under 18 timmar av dygnet är tillgången på infångad energi större än energiförbrukningen under följande månader:

2 x 2 timmars maximibelastning (inkl. standardavvikelse):

Maj, juni, juli

2 x 1 1/2 tim. maximibelastning (inkl. standardavvikelse):

April, maj, juni, juli, augusti

Exempel 3

Lagringseffekten hos solfångaren under ett dygn möjliggör störttappningar längre än 1 1/2 resp. 2 timmar under följande månader:

Störttappningar under mer än 2 tim.:

Maj, juni, juli

Störttappningar under mer än 1 1/2 tim.:

April, maj, juni, juli, augusti

Skall möjligheterna att utnyttja solenergi bestämmas enligt metoderna i exempel 2 eller 3, är det nödvändigt att man beslutar sig för hur långa perioder av maximibelastning man skall kräva att systemet klarar av. Ett sådant beslut måste grunda sig på en avvägning mellan kraven på ökad energibesparing och kravet på en god standard hos varmvattenanläggningarna i våra bostäder. Hur denna avvägning skall göras är närmast en fråga av politisk natur, varför det i detta sammanhang knappast är meningsfullt att ange något bestämt gränsvärde. Klart står dock att de nuvarande kraven i VA-normen inte är tillämpliga vid dimensionering av solvattenvärmare. Om solvattenvärmare skall kunna komma till användning i större skala i flerfamiljshusbebyggelse, krävs således en översyn av VA-normen på denna punkt.

Beräkning av varmvattenförbrukningen efter månadsmedelvärden - metod 1 - är enkel och kräver inga ställningstaganden av ovanstående slag. Med denna metod har man emellertid inte tagit hänsyn till toppbelastningarna, vilket kan medföra att varmvattentillgången under vissa perioder kan bli otillräcklig, trots att den genomsnittliga solinstrålningen är hög.

Om man även vid perioder av extrem belastning och under långa perioder av dåligt väder önskar en fullt tillräcklig tillgång på varmvatten, bör solvattenvärmaren sammankopplas med en konventionell varmvattenberedare, vilken slås på då solvattenvärmarens kapacitet visar sig vara otillräcklig. Under de månader då den infångade energin är större än medelförbrukningen under månaden torde den kompletterande varmvattenberedaren inte stå för mer än några få procent av den totala energiförbrukningen för tappvarmvatten under månaden. Av denna anledning kommer i fortsättningen energiförsörjningen i dessa fall att anges vara 95-100-procentig.

4. INVENTERING

4.1 Syfte

Den inventeringsmetod som används vid en kartläggning av solenergi-användning bör vara sådan, att en översiktlig bild av tillgången på lämpliga ytor för solfångare kan erhållas utan alltför tidskrävande inventeringsarbete. Vid valet av inventeringsmetod bör därför en avvägning mellan dels kravet på tillförlitlighet dels kravet på lätthanterlighet göras.

För att det skall vara möjligt att avgöra hur stor del av energiförbrukningen för tappvarmvatten som kan tillgodoses med hjälp av solvattenvärmare, måste följande uppgifter inhämtas under inventeringsarbetet (se avsnitt 3):

- o Taktyp
- o Takytornas lutningsvinkel
- o " orientering
- o Eventuell skuggverkan
- o Antal våningar
- o Boendetäthet

Bästa tänkbara tillförlitlighet erhålls givetvis om man med utgångspunkt från ovanstående uppgifter, beräknar den möjliga energibesparingen för varje enskild byggnad. Men en sådan metod är både komplicerad och tidsödande. En av de enklaste inventeringsmetoderna vore däremot att enbart beräkna den totala exploateringsytan för orten och sätta denna i relation till antalet invånare och boendetätheten. Med denna metod har emellertid ingen hänsyn tagits till en rad viktiga faktorer, såsom takutformning, orientering och antal våningar. Med hänsyn härtill är den exploaterade ytan knappast ett relevant mått på den potentiella möjligheten att använda solenergisystem.

Om bebyggelsen, med avseende på de tidigare nämnda faktorerna, istället indelas i grupper blir det möjligt att översiktligt beräkna den energibesparing som kan göras, utan att kravet på tillförlitlighet i alltför hög grad eftersätts. Problemet blir i detta fall att finna ett användbart system för indelning av bebyggelsen i ett begränsat antal grupper.

För att pröva ändamålsenligheten hos olika indelningsprinciper har ett antal städer studerats med avseende på de egenskaper hos bebyggelsen, som påverkar möjligheterna att utnyttja solenergi för varmvattenberedning. Med utgångspunkt från detta studium utarbetas en lämplig inventeringsmetod, som även skall kunna ligga till grund vid en eventuell undersökning av möjligheterna att utnyttja solvattenvärmare i övriga svenska städer.

4.2 Val av undersökningsområden

De undersökningsområden som väljs bör ha en så varierad bebyggelsestruktur som möjligt. Härigenom undviks att vissa bebyggelsestyper inte blir representerade. En variationsrik bebyggelsestruktur återfinns vanligtvis i de större städerna. Här krävs ett mer omfattande inventeringsarbete, vilket medför att antalet orter istället måste minskas. Om endast en enstaka större ort väljs som undersökningsområde, finns det en risk för att indelningssystemet i allt för hög grad kommer att påverkas av lokala förhållanden. Undersökningsområdena har således valts med tanke på att de skall ha en varierad bebyggelsestruktur utan att vara så stora att inventeringsarbetet blir allt för omfattande.

Tätortsstorlekar: Den 31.12 1968 bodde 5,32 miljoner invånare i tätortsregioner. Dessa fördelade sig enligt tabell 1.¹⁾

Tabell 4.2.1 Folkmängd i tätortsregioner den 31.12 1968.

ORTSSTORLEK	ANTAL ORTER	ANTAL INVÅNARE TOTALT
< 10.000 inv.	9	59.781
10- 20.000 inv.	40	582.835
20- 30.000 inv.	19	436.635
30- 50.000 inv.	17	674.980
50- 70.000 inv.	6	363.021
70- 90.000 inv.	3	249.386
90-110.000 inv.	8	796.322
> 110.000 inv.	3	2.156.661
TOTALT	105	5.319.621

1) Källa: Statistisk årsbok 1969, tab. 15. folkmängd i tätortsregioner den 1 jan. 1969.

Ett närmare studium av vissa tätorter av olika storlekar har resulterat i följande ordsindelning:

ORTSSTORLEKAR	ANTAL ORTER	ANTAL INVÅNARE TOTALT
I. Småstäder < 30.000 inv.	68	1.079.191
II. Medelstora städer 30-70.000 inv.	23	1.038.001
III. Stora städer 70-110.000 inv.	11	1.045.708
IV. Storstadsregioner > 110.000 inv.	3	2.156.661

o Städer som tillhör grupp ett har bedömts som för små, för att en tillräckligt varierad bebyggelsestruktur skall kunna förekomma.

o Städer som tillhör grupp tre och fyra har bedömts som för stora, för att en inventering av mer än en eller högst två orter skall vara möjlig.

o Städer som tillhör grupp två, de medelstora städerna, har här ansetts som tillräckligt stora för att erbjuda en varierad bebyggelsestruktur. Projektets tidsramar medger också ett studium av tre till fyra orter av denna storlek, vilket bör vara tillräckligt för att förhindra att lokala förhållanden påverkar undersökningens resultat.

Stadsutveckling: För att bebyggelse typer från olika historiska skeden skall finnas representerade, bör de utvalda orterna vid seklets början ha haft en sådan storlek, att en stadsmässig bebyggelsestruktur utvecklats. 5.000 invånare har här valts som ett lämpligt gränsvärde. Vidare bör städerna ha haft en kontinuerlig tillväxt under hela 1900-talet. Tabell 2 visar befolkningssiffrorna år 1900 och 1968 för de "medelstora städerna".

Tabell 4.2.2 Antal invånare i städer med 30-70.000 invånare
år 1900 och år 1968. ¹⁾

ORT	ANT. INV. ÅR 1900	ANT. INV. ÅR 1968
NORRLAND:		
Umeå	3.883	56.005
Luleå	9.484	52.549
Östersund	6.866	41.586
Skellefteå	1.279	39.725
Sandviken	- ²⁾	38.317
Örnsköldsvik	2.650	35.596
SVEALAND:		
Karlstad	11.869	69.193
Södertälje	8.207	65.126
Borlänge	- ²⁾	42.808
Karlskoga	- ²⁾	38.505
Falun	9.606	36.101
Nyköping	7.375	35.016
GÖTALAND:		
Lund	16.621	60.598
Halmstad	15.362	59.500
Karlskrona	23.955	49.398
Trollhättan	- ²⁾	45.248
Uddevalla	9.442	43.877
Kalmar	12.715	43.331
Kristianstad	10.318	42.245
Växjö	7.365	38.816
Skövde	4.872	37.298
Landskrona	14.399	36.249
Motala	3.047	30.864

1) Källa: Statistisk årsbok 1969, Historisk statistik för Sverige, 1965.

2) Saknade stadsrättigheter år 1900.

De av de "medelstora städerna" som år 1900 hade minst 5.000 inv. är således följande:

NORRLAND	GÖTALAND	SVEALAND
Luleå	Lund	Karlstad
Östersund	Halmstad	Södertälje
	Karlskrona	Falun
	Uddevalla	Nyköping
	Kalmar	
	Kristianstad	
	Växjö	
	Landskrona	

I bilderna 38-42 illustreras tillväxttakten för dessa orter.¹⁾

Lokalisering: Som tidigare nämnts bör undersökningsområdena även ha en viss geografisk spridning. I bilderna 38-42 har således geografiskt närbelägna orter sammanförts till ett diagram. Härigenom avgörs lätt vilka av orterna som ur utvecklingssynpunkt är mest lämpade som undersökningsområden.

1) Källa: Statistisk årsbok, Historisk statistik för Sverige 1965.

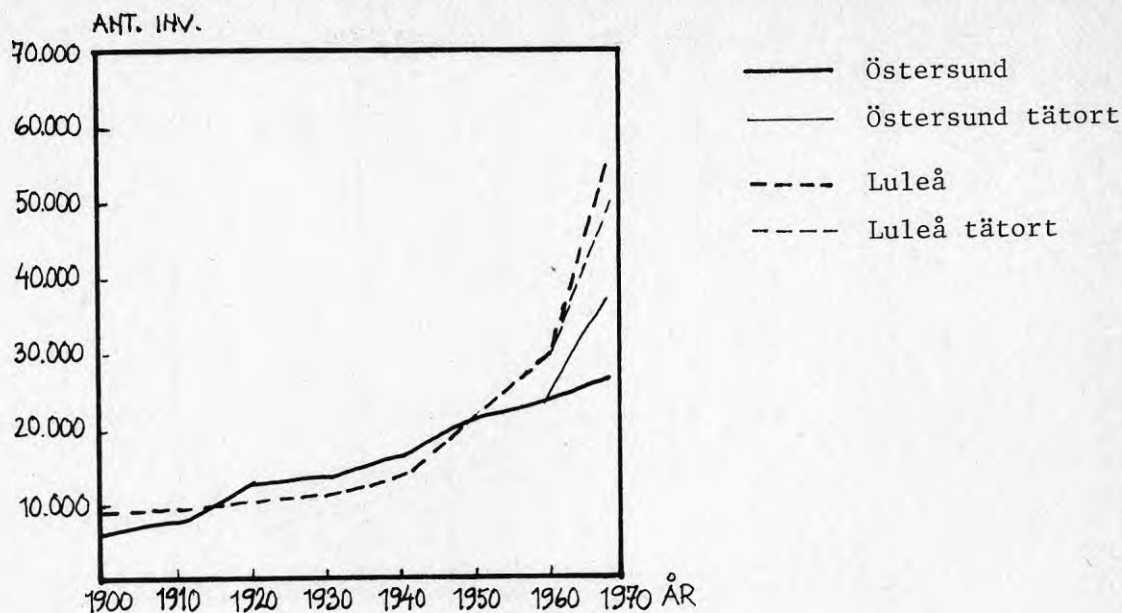


Bild 38. Östersund har en mycket jämn utvecklingstakt. Luleå däremot uppvisar en mycket svag tillväxt fram till 1940 och därefter en kraftig expansion. Östersund förordas.

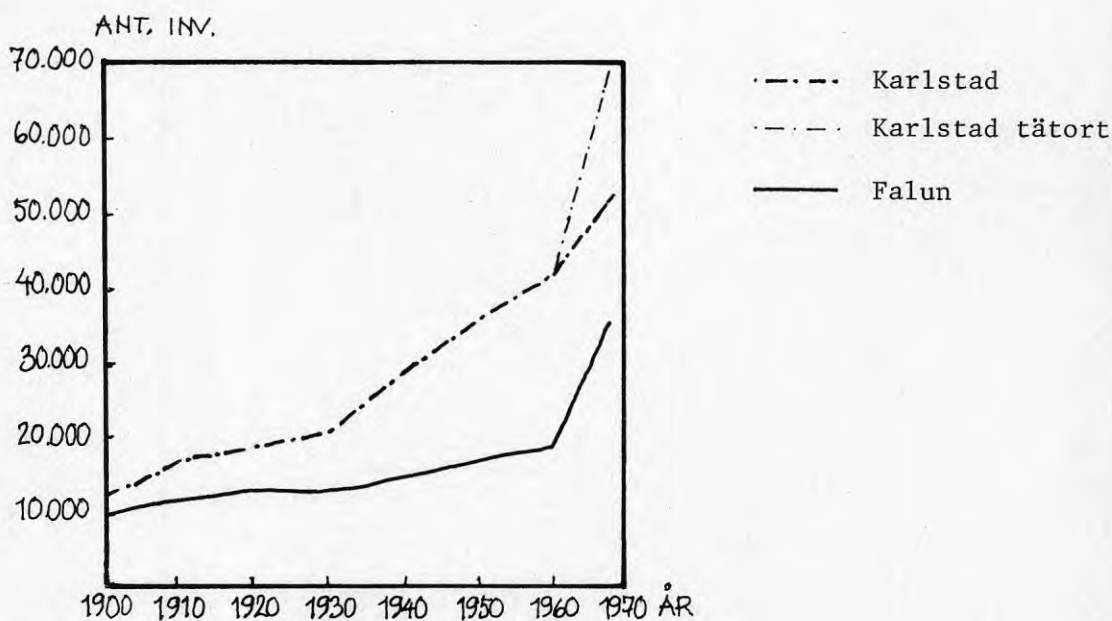


Bild 39. Faluns långsamma utvecklingstakt gör denna ort mindre lämpad som studieobjekt. Karlstad förordas.

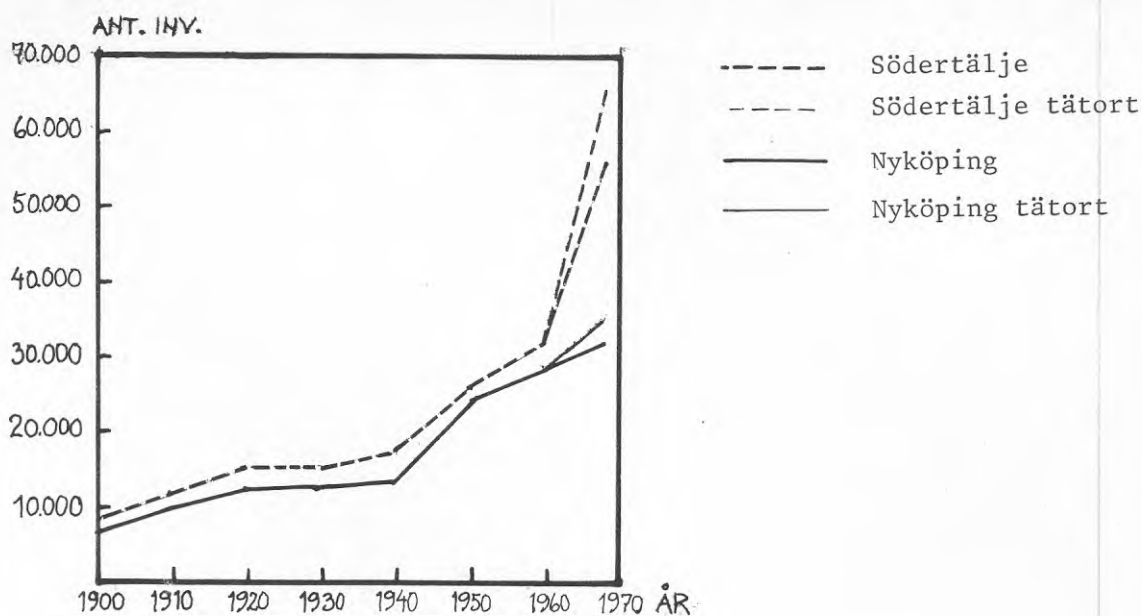


Bild 40. Båda orterna visar en stagnation under 20- och 30-talet. Även i övrigt är orternas utveckling mycket lika. Båda orterna är tänkbara som studieobjekt.

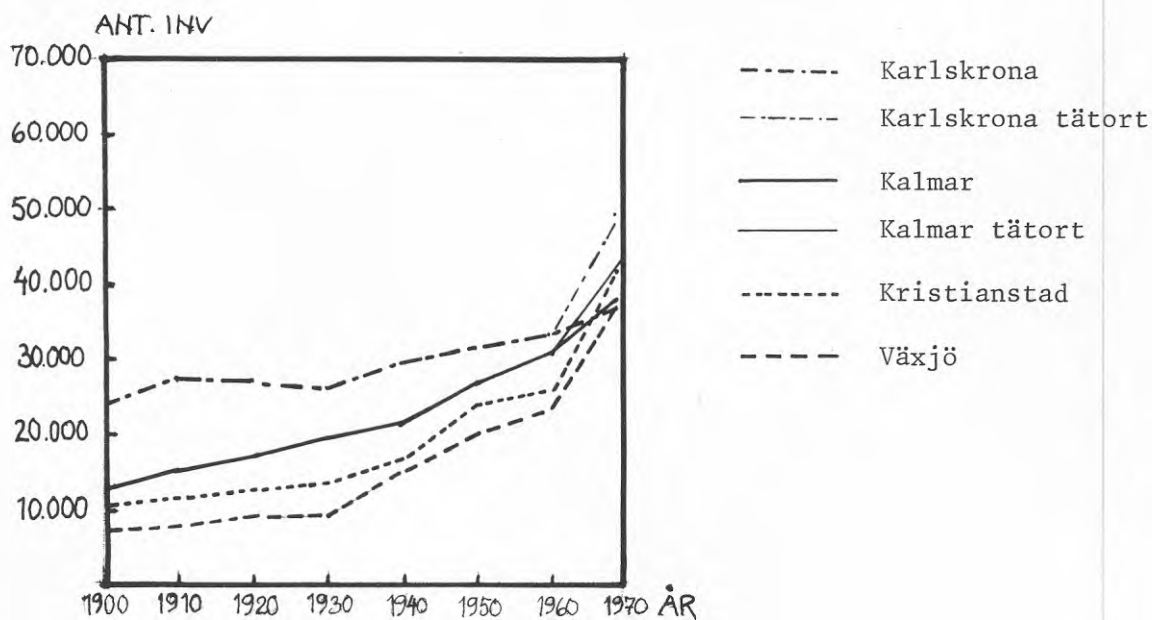


Bild 41. Karlskrona är ej lämpligt som undersökningsområde p g a den långsamma tillväxttakten. Kalmar visar en något jämnare utveckling än Växjö och Kristianstad. Alla tre orterna är dock tänkbara som studieobjekt.

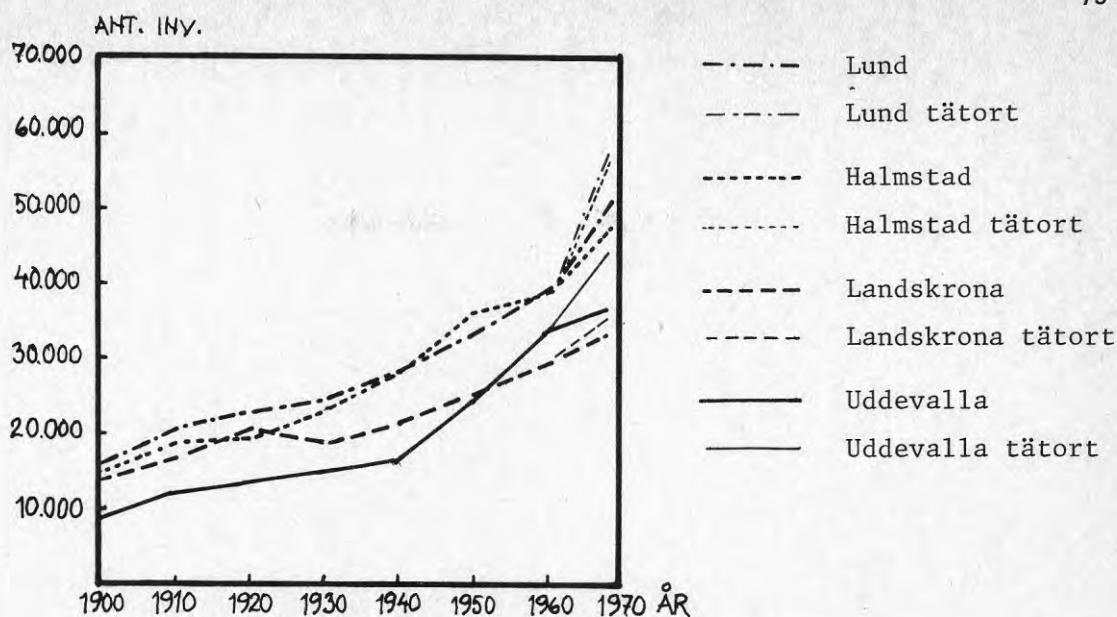


Bild 42. Landskrona visar en tillbakagång under 20-talet. Övriga orter uppvisar en relativt jämn utveckling. Uddevalla har dock en något långsammare tillväxttakt än Lund och Halmstad. Halmstad, Lund eller möjligen Uddevalla förordas.

Näringsstrukturen: på orten är ytterligare en faktor, som kan ha ett visst inflytande över bebyggelsens karaktär. Undersökningsområdena bör således väljas, så att orter med olika typer av näringsliv blir representerade. Nedan redogörs för de olika orternas näringsmässiga huvuddrag. (Källa: Sveriges ekonomiska huvuddrag, prof. W William-Olsson).

1. (Luleå	Allsidig ort) ¹⁾
Östersund	Serviceort
2. (Falun	Serviceort) ¹⁾
Karlstad	"
3. Södertälje	Industriort
Nyköping	Allsidig industriort
4. (Karlskrona	Serviceort) ¹⁾
Kalmar	Allsidig ort
Kristianstad	Serviceort
Växjö	"

1) Orter med mindre tillfredsställande tillväxttakt.

5. Halmstad	Allsidig industriort
(Landskrona	" " 1)
Lund	Serviceort
Uddevalla	Allsidig industriort

Följande orter kan, med hänsyn till kravet på kontinuerlig tillväxt i kombination med kraven på geografisk och näringsmässig spridning, anses som lämpliga undersökningsområden:

o Östersund	Serviceort	43.331 inv
o Karlstad	"	69.193 "
o Södertälje	Industriort	65.126 "
o Kalmar	Allsidig ort	43.331 "
o Halmstad	" ind.ort.	59.500 "

Projektets tidsmässiga ramar har endast medgett att tre av dessa orter studerats. De städer som slutligen *valts till undersökningsområden* är *Östersund, Kalmar* och *Halmstad*.

Kartbilderna på följande sidor (Bild 43-45) illustrerar dessa orters huvudsakliga uppbyggnad.

4.3 Inventeringens uppläggning

Nödvändiga uppgifter om de olika städernas bebyggelse har inhämtats dels genom studier av tillgängligt kartmaterial, statistik, flygfoton m m dels genom inventeringar på orterna ifråga.

Vid inventeringsarbetet har *taktyp* och *antalet våningar* registrerats för *varje* byggnad, varvid även *takens lutningsvinkel* uppskattats. I de kvarter där variationerna i taktyp och taklutning varit mycket skiftande har en bedömning av takens genomsnittliga lutning och utformning gjorts, vilken sedan registerats som gemensam för hela kvarteret. I de fall då man inom samma kvarter kunnat urskilja flera olika bebyggelsegrupper, där taktyp och taklutning varit densamma inom varje enskild grupp, har dock takutformningen registrerats separat för varje bebyggelsegrupp. Vad gäller antalet våningar har något motsvarande typ av medelvärdesuppskattning inte varit nödvändig, då variationerna inom de enskilda kvarteren varit begränsade.

1) Orter med mindre tillfredsställande tillväxttakt.

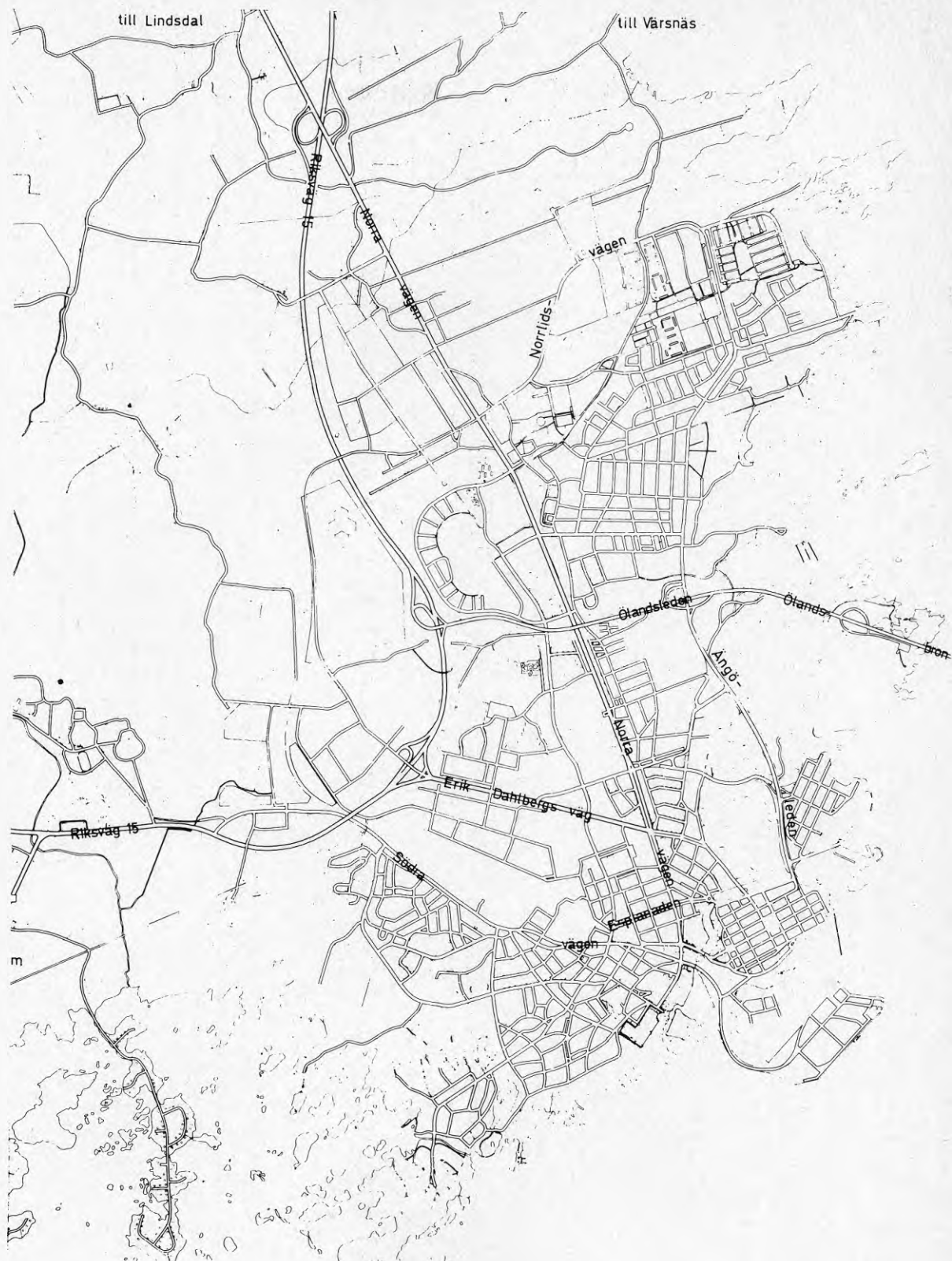


Bild 43. Översiktskarta över Kalmar.

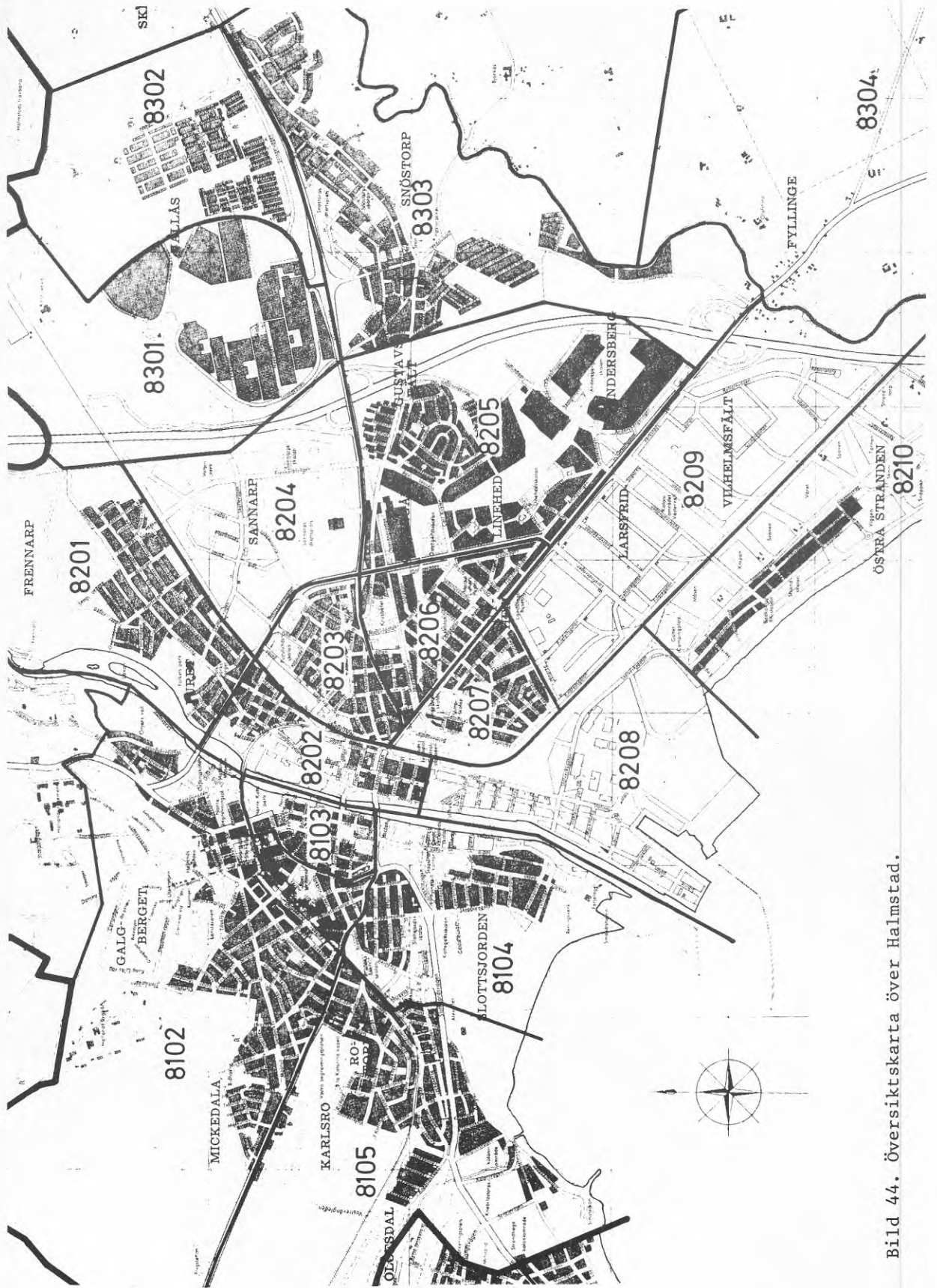


Bild 44. Översiktskarta över Halmstad.

Om vid inventeringsarbetet någon takyta bedömts vara utsatt för en betydande *skuggverkan* från omgivningen har detta markerats. Detta har emellertid, i de här studerade fallen, inte förekommit på någon ort.

Uppgifter om *takytornas orientering* har huvudsakligen kunnat erhållas ur tillgängligt kartmaterial. Endast för vissa speciella tak och byggnadstyper, t ex byggnader med pulpettak och punkthus med sadeltak, har det varit nödvändigt att registrera takfallens huvudsakliga orientering i samband med inventeringen i de aktuella städerna.

Vid registreringen av *boendetätheten* i olika delar av de tre orterna har folk- och bostadsräkningens indelning i statistikområden (på 4-siffernivå) använts. Detta innebär att varje stad indelats i 20 - 40 olika områden, för vilka boendetätheten beräknats med utgångspunkt från FoB's statistiska uppgifter. För Halmstad och Östersund har uppgifterna inhämtats från FoB 75. För Kalmar har däremot endast uppgifter från FoB 70 funnits tillgängliga.

För var och en av de studerade orterna har inventeringsmaterialet sammanställts i fyra översiktskartor där

- nr 1 illustrerar hushöjder samt bebyggelsestyp
- nr 2 illustrerar taktyp och taklutning för flerfamiljshusen på orten
- nr 3 illustrerar takytornas huvudsakliga orientering. Även områden utsatta för betydande skuggverkan från omgivningen skulle, om de förekommit på någon av de studerade orterna, markerats på denna karta.
- nr 4 illustrerar indelningen i statistikområden, samt boendetätheten

För att göra inventeringsmaterialet mera överskådligt och lättarbetat har vissa grupperingar av bebyggelsen gjort med utgångspunkt från de faktorer som redovisats i kartmaterialet.

På *karta 1* har bebyggelsen med avseende på våningshöjd och hustyp indelats enligt följande:

- | | |
|-------------------------|--|
| 1a) Småhus < 3v | b) Sommarstugor och övriga icke permanent bebodda småhus <3v |
| 2a) Flerfamiljshus <3v | b) Övriga byggnader <3v |
| 3a) " i 3-4v | b) " " i 3-4v |
| 4a) " i 5-6v | b) " " i 5-6v |
| 5a) " i 6-8v | b) " " i 6-8v |
| 6a) " >8v | b) " " >8v ¹⁾ |
| 7) Industrier | |
| 8) Offentliga byggnader | |

På *karta 2* har bebyggelse med avseende på taktyp och taklutning indelats enligt följande:

- | | |
|--------------------|-----------------------------------|
| 1a) Platta tak | |
| 2a) Sadeltak <20° | b) Valmade och mansardtak <20° |
| 3a) " 20-40° | b) " " " 20-40° |
| 4a) " 40-60° | b) " " " 40-60° |
| 5a) Pulpettak <20° | b) Pulpettak 20-40° ²⁾ |

På *karta 3* har de olika kvarteren med hänsyn till byggnadernas orientering grupperats på följande sätt:

- 1a) Huvudsakligen sydlig orientering (75 - 100 %)
- 1b) Övervägande sydlig orientering (50 - 75 %), i övrigt huvudsakligen syd-västlig eller syd-östlig orientering.
- 1c) Övervägande sydlig orientering (50 - 75 %), i övrigt huvudsakligen västlig eller östlig orientering.
- 2a) Huvudsakligen syd-västlig eller syd-östlig orientering (75 - 100 %).
- 2b) Övervägande syd-västlig eller syd-östlig orientering (50 - 75 %) i övrigt huvudsakligen sydlig orientering
- 2c) Övervägande syd-västlig eller syd-östlig orientering, (50 - 75 %) i övrigt huvudsakligen västlig eller östlig orientering
- 3a) Huvudsakligen östlig eller västlig orientering (75 - 100 %)
- 3b) Övervägande östlig eller västlig orientering (50 - 75 %) i övrigt huvudsakligen syd-västlig eller syd-östlig orientering.
- 3c) Övervägande östlig eller västlig orientering (50 - 75 %) i övrigt huvudsakligen sydlig orientering.

1) Hus högre än 6v förekommer endast i ett kvarter i Halmstad, varför grupp 5 o 6 sammanslagits på inventeringskartorna. (Bilaga 2)

2) Grupp 5b förekommer ej i de här studerade orterna.

- 4a) Ingen dominerande riktning. Orientering mot samtliga väderstreck förekommer.¹⁾
- 4b) Ingen dominerande riktning. Endast orientering mot söder och väster eller öster förekommer.
- 4c) Ingen dominerande riktning. Endast orientering mot söder och syd-väst eller syd-ost förekommer.
- 4d) Ingen dominerande riktning. Endast orientering mot öster eller väster och syd-väst eller syd-ost förekommer.
- 5) Huvudsaklig orientering i nord-ostlig, nordlig eller nordvästlig riktning. (Förekommer endast för pulpettak).

På *karta 4* redovisas boendetätheten i antal invånare/rumsenhet, där en rumsenhet är lika med 25 m^2 våningsyta. Det ur folk- och bostadsräkningen erhållna värdet har avrundats till det närmaste av följande värden:

0,4 0,45 0,5 0,55 0,6 0,65 0,7 0,75 0,8 inv./rumsenhet.

Inventeringskartorna för de tre orterna återfinns i Bilaga 2.

4.4 Bearbetning av inventeringsmaterialet

Med utgångspunkt från de 4 översiktskartorna kan för de olika bebyggelseområdena värdet på A_s/A_v , (effektiv solfångaryta/våningsyta) $1/n$ ($1/\text{antal våningar}$), W (solinstrålningen mot en yta med den aktuella lutningen och orienteringen) och q (vattenförbrukningen per $\text{m}^2 \text{vy}$ för den aktuella boendetätheten) bestämmas.

För de tidigare redovisade grupperna av taktyper och taklutningar erhålles för olika orienteringar följande värden på A_s/A_v :

Platta tak	$A_s/A_v = 0,4$
<u>Sadeltak</u>	
15° lutning. västlig orientering	$A_s/A_v = 0,62$
30° " " "	" = 0,69
45° " " "	" = 0,84
15° " övriga orienteringar	" = 0,36
30° " " "	" = 0,40
45° " " "	" = 0,49

1) Inget kvarter i de tre städerna har hänförts till grupp 4a, varför denna grupp inte medtagits på inventeringskartorna. (Se Bilaga 2.)

Valmade och mansardtak

15° lutning, västlig orientering	$A_s/A_v = 0,51$
30° " " "	" = 0,57
45° " " "	" = 0,70
15° " övriga orienteringar	" = 0,31
30° " " "	" = 0,34
45° " " "	" = 0,42

Pulpettak

15° lutning, orientering mot o-s-v-	" = 0,62
30° " " " "	" = 0,69
45° " " " "	" = 0,84
samtliga lutningar, orientering mot o-n-v	" = 0

Vid beräkning av $\frac{1}{n}$ har utgångspunkten varit den tidigare nämnda gruppindelningen med avseende på bebyggelsens våningsantal. För var och en av dessa grupper har det aritmetiska medelvärdet av $1/n$ beräknats. Vad gäller grupp 2, byggnader <3 våningar, har dock $1/n$ satts till 0,5 då 2-våningshusen helt dominerar denna grupp.

För grupp 6, byggnader > 8 våningar, har medelvärdet för 9, 10 och 11 våningshus beräknats. Följande värden på $1/n$ har erhållits för de olika grupperna:

1. Småhus <3v	$\frac{1}{n} = (1 + \frac{1}{2})/2$	= 0,75
2. Övriga byggnader <3v	$\frac{1}{n} = \frac{1}{2}$	= 0,50
3. Byggnader 3-4v	$\frac{1}{n} = (\frac{1}{3} + \frac{1}{4})/2$	= 0,29
4. " 5-6v	$\frac{1}{n} = (\frac{1}{5} + \frac{1}{6})/2$	= 0,18
5. " 6-8v	$\frac{1}{n} = (\frac{1}{6} + \frac{1}{8})/2$	= 0,13
6. " >8v	$\frac{1}{n} = (\frac{1}{9} + \frac{1}{10} + \frac{1}{11})/2$	= 0,10

För att den möjliga energibesparingen i de tre studerade orterna skall kunna beräknas måste ett bestämt värde på *solvattenvärmar-
nas verkningsgrad*, η , antas. Verkningsgraden kan variera mellan 0,3 och 0,6, bl a beroende på vilken typ av solvattenvärmare som används och för vilken tidsperiod solinstrålningen beräknas.

Flera undersökningar, bl a av Mc Weigh, (redovisade i Solar Energy vol. 18 1976) visar att ett rimligt värde på verkningsgraden för en södervänd solfångare som används hela året är 0,4. För solfångare orienterade mot söder, syd-väst eller syd-öst har således verkningsgraden i det följande antagits vara 0,4. I de fall då solfångaren istället beräknats orientera sig i östlig eller västlig riktning har verkningsgraden reducerats till 0,3, då den ökade reflexionen kan väntas ge en försämrade effektivitet i ungefär denna storleksordning.

Då för en viss bebyggelsegrupp A_s/A_v , $1/n$ och η bestämts enligt ovan, kan med hjälp av tidigare redovisade värden på solinstrålningen (se bild 4-15) $A_s/A_v \cdot 1/n \cdot \eta \cdot W$, dvs "den nyttiggjorda solenergin", beräknas för årets olika månader. Ur bild 35 sid 60 erhålls för den i området aktuella boendetätheten de motsvarande månadsmedelvärdena för energiförbrukningen q . De månader då $A_s/A_v \cdot 1/n \cdot \eta \cdot W \geq q$ kan varmvattenförsörjningen inom bebyggelsegruppen tillgodoses med hjälp av enbart solenergi.¹⁾

För ett bestämt värde på solinstrålningen w antar $A_s/A_v \cdot \frac{1}{n} \cdot \eta$ således sitt lägsta tillåtna värde då $A_s/A_v \cdot 1/n \cdot \eta \cdot W = q$.

För att underlätta beräkningar av den möjliga energibesparingen på en viss ort har detta värde då $A_s/A_v \cdot \frac{1}{n} \cdot \eta$, i fortsättningen kallat K_{min} , beräknats för olika boendetätheter vid olika värden på solinstrålningen, W . Beräkningsresultaten har sammanställts i tabellform, där en tabell uppställts för var och en av de aktuella boendetätheterna. I varje tabell anges värdet på K_{min} för årets samtliga månader, för ytor med 15, 30 och 45°'s lutning samt sydlig, syd-väst eller sydöstlig och östlig eller västlig orientering.

1) Ovanstående beräkningsmodell bygger som tidigare nämnts på månadsmedelvärden. Om varmvattenbehovet även skall kunna tillgodoses vid fall av extrem belastning måste anläggningen kompletteras med en konventionell varmvattenberedare. Då det i det följande anges att varmvattenbehovet kan tillgodoses helt med hjälp av solenergi, inkluderas ej dessa fall av extrem belastning.

$$\frac{A_s}{A_v} \cdot \eta \cdot \frac{1}{n} \cdot W = q \text{ för följande värden på } \frac{A_s}{A_v} \cdot \eta \cdot \frac{1}{n} :$$

 Tabell 4.4.1 $A_s \cdot \eta / A_v \cdot n$ vid boendetätheten 0,4.

Månad	15° lutning			30° lutning			45° lutning		
	S	SV o. SO	V o. O	S	SV o. SO	V o. O	S	SV o. SO	V o. O
Jan.	0,15	0,16	0,21	0,15	0,15	0,21	0,11	0,13	0,22
Febr.	0,05	0,06	0,07	0,04	0,05	0,07	0,04	0,05	0,08
Mars	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03
April	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02
Maj	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Juni	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Juli	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007	0,007	0,007
Aug.	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Sept.	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03
Okt.	0,05	0,05	0,07	0,04	0,05	0,07	0,04	0,04	0,07
Nov.	0,16	0,18	0,22	0,13	0,15	0,22	0,12	0,14	0,23
Dec.	0,29	0,31	0,39	0,24	0,27	0,40	0,21	0,24	0,42

 Tabell 4.4.2 $A_s \cdot \eta / A_v \cdot n$ vid boendetätheten 0,45.

Månad	S	SV o. SO	V o. O	S	SV o. SO	V o. O	S	SV o. SO	V o. O
Jan.	0,17	0,13	0,23	0,14	0,16	0,24	0,12	0,15	0,25
Febr.	0,06	0,07	0,08	0,05	0,06	0,08	0,04	0,05	0,09
Mars	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03
April	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Maj	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Juni	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Juli	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,08
Aug.	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Sept.	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03
Okt.	0,05	0,06	0,07	0,05	0,05	0,08	0,04	0,05	0,08
Nov.	0,18	0,20	0,25	0,15	0,17	0,25	0,13	0,16	0,26
Dec.	0,33	0,35	0,44	0,27	0,31	0,45	0,24	0,29	0,47

Tabell 4.4.3 $A_s \cdot \eta / A_v \cdot n$ vid boendetätheten 0,5.

Månad	15° lutning				30° lutning				45° lutning			
	S	SV	SO	O o. V	S	SV o.	SO	O o. V	S	SV o.	SO	O o. V
Jan.	0,19	0,21	0,26	0,16	0,18	0,26	0,14	0,17	0,29			
Febr.	0,07	0,07	0,09	0,06	0,06	0,09	0,05	0,06	0,10			
Mars	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04			
April	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03			
Maj	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02			
Juni	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
Juli	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,009	0,008	0,008	0,009			
Aug.	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02			
Sept.	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04			
Okt.	0,06	0,07	0,08	0,05	0,06	0,08	0,05	0,05	0,09			
Nov.	0,20	0,22	0,18	0,17	0,19	0,28	0,15	0,18	0,29			
Dec.	0,36	0,39	0,49	0,30	0,34	0,50	0,27	0,32	0,52			

Tabell 4.4.4 $A_s \cdot \eta / A_v \cdot n$ vid boendetätheten 0,55.

Månad	S	SV	SO	O o. V	S	SV o.	SO	O o. V	S	SV o.	SO	O o. V
Jan	0,21	0,23	0,28	0,17	0,20	0,29	0,15	0,18	0,30			
Febr.	0,08	0,08	0,10	0,06	0,07	0,10	0,06	0,07	0,11			
Mars	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04			
April	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03			
Maj	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02			
Juni	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
Juli	0,008	0,009	0,009	0,009	0,009	0,01	0,009	0,009	0,01			
Aug.	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02			
Sept.	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04			
Okt.	0,07	0,07	0,09	0,06	0,06	0,09	0,05	0,06	0,10			
Nov.	0,22	0,24	0,30	0,18	0,21	0,31	0,16	0,20	0,32			
Dec.	0,40	0,43	0,54	0,33	0,38	0,55	0,29	0,35	0,58			

Tabell 4.4.5 $A_s \cdot n / A_v \cdot n$ vid boendetätheten 0,6.

Månad	15°lutning			30°lutning			45°lutning		
	S	SV o. SO	O o. V	S	SV o. SO	O o. V	S	SV o. SO	O o. V
Jan.	0,23	0,25	0,31	0,19	0,22	0,32	0,17	0,20	0,33
Febr.	0,08	0,09	0,11	0,07	0,08	0,11	0,06	0,07	0,12
Mars	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,05
April	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03
Maj	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Juni	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Juli	0,009	0,009	0,01	0,009	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Aug.	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Sept.	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,05
Okt.	0,07	0,08	0,10	0,06	0,07	0,10	0,06	0,07	0,11
Nov.	0,24	0,27	0,33	0,20	0,23	0,34	0,18	0,21	0,35
Dec,	0,44	0,47	0,59	0,36	0,41	0,60	0,32	0,38	0,63

Tabell 4.4.6 $A_s \cdot n / A_v \cdot n$ vid boendetätheten 0,65.

Månad	S	SV o. SO	O o. V	S	SV o. SO	O o. V	S	SV o. SO	O o. V
Jan.	0,25	0,27	0,34	0,20	0,24	0,34	0,18	0,22	0,36
Febr,	0,09	0,10	0,12	0,07	0,09	0,12	0,07	0,08	0,13
Mars	0,04	0,04	0,05	0,03	0,04	0,05	0,03	0,04	0,05
April	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04
Maj	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Juni	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Juli	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Aug.	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Sept.	0,04	0,04	0,05	0,03	0,04	0,05	0,03	0,04	0,05
Okt.	0,08	0,03	0,11	0,07	0,08	0,11	0,06	0,07	0,11
Nov.	0,27	0,29	0,36	0,22	0,25	0,36	0,19	0,23	0,38
Dec,	0,47	0,51	0,64	0,39	0,45	0,65	0,35	0,42	0,68

Tabell 4.4.7 $A_s \cdot n / A_v \cdot n$ vid boendetätheten 0,7.

Månad	15°lutning			30°lutning			45°lut		
	S	SV o. SO	O o. V	S	SV o. SO	O o. V	S	SV o. SO	O o. V
Jan	0,27	0,29	0,36	0,22	0,26	0,37	0,20	0,23	0,38
Febr,	0,10	0,11	0,13	0,08	0,09	0,13	0,07	0,09	0,14
Mars	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,03	0,04	0,06
April	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04
Maj	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Juni	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Juli	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Aug.	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Sept.	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,03	0,04	0,05
Okt.	0,09	0,10	0,12	0,07	0,08	0,12	0,07	0,08	0,12
Nov.	0,29	0,31	0,39	0,24	0,27	0,39	0,21	0,25	0,41
Dec,	0,51	0,55	0,69	0,42	0,48	0,70	0,38	0,45	0,73

Tabell 4.4.8 $A_s \cdot n / A_v \cdot n$ vid boendetätheten 0,75.

Månad	S	SV o. SO	O o. V	S	SV o. SO	O o. V	S	SV o. SO	O o. V
Jan	0,29	0,31	0,39	0,24	0,28	0,40	0,21	0,25	0,41
Febr.	0,10	0,11	0,14	0,09	0,10	0,14	0,08	0,09	0,15
Mars	0,04	0,05	0,06	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,06
April	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04
Maj	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
Juni	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Juli	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Aug.	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
Sept.	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,06
Okt.	0,09	0,10	0,13	0,08	0,09	0,13	0,07	0,08	0,13
Nov.	0,31	0,33	0,42	0,25	0,29	0,42	0,22	0,27	0,44
Dec.	0,55	0,59	0,74	0,45	0,52	0,75	0,40	0,48	0,79

Tabell 4.4.9 $A_s \cdot \eta / A_v \cdot n$ vid boendetätheten 0,8.

Månad	15°lutning			30°lutning			45°lutning		
	S	SV o. SO	V o. O	S	SO o. SV	V o. O	S	SV o. SO	O o. V
Jan.	0,31	0,33	0,42	0,25	0,30	0,42	0,22	0,27	0,44
Febr.	0,11	0,12	0,15	0,09	0,11	0,15	0,08	0,10	0,16
Mars	0,05	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06
April	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05
Maj	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03
Juni	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Juli	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Aug.	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03
Sept.	0,05	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06
Okt.	0,10	0,11	0,14	0,08	0,10	0,14	0,08	0,09	0,14
Nov.	0,33	0,36	0,44	0,27	0,31	0,45	0,24	0,29	0,47
Dec.	0,58	0,63	0,79	0,48	0,55	0,80	0,43	0,51	0,84

Genom att beräkna K_{min} för olika hustyper kan man ur ovanstående tabeller direkt utläsa under vilka månader solinstrålningen är tillräcklig för att klara varmvattenförsörjningen vid en viss given boendetäthet.

Nedan har K_{min} beräknats för de i inventeringsmaterialet aktuella hus typerna:

K_{min} , $(A_s/A_v \cdot 1/n \cdot \eta)$ för flerfamiljshus < 3 våningar

Platta tak: $K_{min} = 0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,4 = 0,08$

Sadeltak < 20°

S, SV och SO orientering

$$K_{min} = 0,36 \cdot 0,5 \cdot 0,4 = 0,07$$

V och O

"

$$" = 0,62 \cdot 0,5 \cdot 0,3 = 0,09$$

Sadeltak 20 - 40°

S, SV och SO orientering

$$" = 0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,4 = 0,08$$

V och O

"

$$" = 0,69 \cdot 0,5 \cdot 0,3 = 0,10$$

Sadeltak 40 - 60°	
S, SV och SO orientering	$K_{min} = 0,49 \cdot 0,5 \cdot 0,4 = 0,09$
V och O "	" = $0,84 \cdot 0,5 \cdot 0,3 = 0,12$
Valmade och mansardtak: <20°	
S, SV och SO orientering	" = $0,31 \cdot 0,5 \cdot 0,4 = 0,06$
V och O "	" = $0,51 \cdot 0,5 \cdot 0,3 = 0,07$
Valmade och mansardtak 20-40°	
S, SV och SO orientering	" = $0,34 \cdot 0,5 \cdot 0,4 = 0,06$
V och O "	" = $0,57 \cdot 0,5 \cdot 0,3 = 0,08$
Valmade och mansardtak 40-60°	
S, SV och SO orientering	" = $0,42 \cdot 0,5 \cdot 0,4 = 0,08$
V och O "	" = $0,70 \cdot 0,5 \cdot 0,3 = 0,10$
Pulpettak < 20°	
S, SV och SO orientering	" = $0,62 \cdot 0,5 \cdot 0,4 = 0,12$
O och V "	" = $0,62 \cdot 0,5 \cdot 0,3 = 0,09$
Ost - nord - väst "	" = 0
Pulpettak 20-40°	
S, SV och SO orientering	" = $0,69 \cdot 0,5 \cdot 0,4 = 0,13$
V och O "	" = $0,69 \cdot 0,5 \cdot 0,3 = 0,10$
Ost - nord - väst "	" = 0

$K_{min} (A_s/A_v \cdot 1/n \cdot \eta)$ för flerfamiljshus 3 - 4 våningar

Platta tak:	$K_{min} = 0,4 \cdot 0,29 \cdot 0,4 = 0,04$
Sadeltak < 20°	
S, SV och SO orientering	" = $0,36 \cdot 0,29 \cdot 0,4 = 0,04$
O och V "	" = $0,62 \cdot 0,29 \cdot 0,3 = 0,05$
Sadeltak 20-40°	
S, SV och SO orientering	" = $0,4 \cdot 0,29 \cdot 0,4 = 0,04$
V och O "	" = $0,69 \cdot 0,29 \cdot 0,3 = 0,06$
Sadeltak 40-60°	
S, SV och SO orientering	" = $0,49 \cdot 0,29 \cdot 0,4 = 0,05$
V och O "	" = $0,84 \cdot 0,29 \cdot 0,3 = 0,07$
Valmade och mansardtak < 20°	
S, SV och SO orientering	" = $0,31 \cdot 0,29 \cdot 0,4 = 0,03$
O och V "	" = $0,51 \cdot 0,19 \cdot 0,3 = 0,04$

Valmade och mansardtak 20-40°		
S, SV och SO orientering	K_{min}	= 0,34 · 0,29 · 0,4 = 0,03
V och O "	"	= 0,57 · 0,29 · 0,3 = 0,04
Valmade och mansardtak 40-60°		
S, SV och SO orientering	"	= 0,42 · 0,29 · 0,4 = 0,04
O och V "	"	= 0,70 · 0,29 · 0,3 = 0,06
Pulpettak < 20°		
S, SV och SO orientering	"	= 0,62 · 0,29 · 0,4 = 0,07
O och V "	"	= 0,62 · 0,29 · 0,3 = 0,05
Ost-nord-väst "	"	= 0
Pulpettak 20-40°		
S, SV och SO orientering	"	= 0,69 · 0,29 · 0,4 = 0,08
O och V "	"	= 0,69 · 0,29 · 0,3 = 0,06
Ost-nord-väst "	"	= 0

$K_{min} (A_s/A_v \cdot 1/n \cdot \eta)$ för flerfamiljshus 5 - 6 våningar

Platta tak:	K_{min}	= 0,4 · 0,13 · 0,3 = 0,02
Sadeltak < 20°		
S, SV och SO orientering	"	= 0,36 · 0,18 · 0,4 = 0,02
O och V "	"	= 0,62 · 0,18 · 0,3 = 0,03
Sadeltak 20-40°		
S, SV och SO orientering	"	= 0,4 · 0,18 · 0,4 = 0,02
V och O "	"	= 0,69 · 0,18 · 0,3 = 0,03
Sadeltak 40-60°		
S, SV och SO orientering	"	= 0,49 · 0,18 · 0,4 = 0,03
V och O "	"	= 0,84 · 0,18 · 0,3 = 0,04
Valmade och mansardtak < 20°		
S, SV och SO orientering	"	= 0,31 · 0,18 · 0,4 = 0,02
V och O "	"	= 0,51 · 0,18 · 0,3 = 0,02
Valmade och mansardtak 20-40°		
S, SV och SO orientering	"	= 0,34 · 0,18 · 0,4 = 0,02
V och O "	"	= 0,57 · 0,18 · 0,3 = 0,03
Valmade och mansardtak 40-60°		
S, SV och SO orientering	"	= 0,42 · 0,18 · 0,4 = 0,03
V och O "	"	= 0,70 · 0,18 · 0,3 = 0,03

Pulpettak < 20°

S, SV och SO orientering	$K_{min} = 0,62 \cdot 0,18 \cdot 0,4 = 0,04$
O och V "	" = $0,62 \cdot 0,18 \cdot 0,3 = 0,03$
Ost-nord-väst "	" = 0

Pulpettak 20-40°

S, SV och SO orientering	" = $0,69 \cdot 0,18 \cdot 0,4 = 0,05$
O och V "	" = $0,69 \cdot 0,18 \cdot 0,3 = 0,04$
Ost-nord-väst "	" = 0

 $K_{min} (A_s/A_v \cdot 1/n \cdot \eta)$ för flerfamiljshus 7 - 8 våningar

Platta tak:	$K_{min} = 0,4 \cdot 0,13 \cdot 0,4 = 0,02$
-------------	---

Sadeltak < 20°

S, SV och SO orientering	" = $0,36 \cdot 0,13 \cdot 0,4 = 0,02$
O och V "	" = $0,62 \cdot 0,13 \cdot 0,3 = 0,02$

Sadeltak 20-40°

S, SV och SO orientering	" = $0,4 \cdot 0,13 \cdot 0,4 = 0,02$
O och V "	" = $0,69 \cdot 0,13 \cdot 0,3 = 0,03$

Sadeltak 40-60°

S, SV och SO orientering	" = $0,49 \cdot 0,13 \cdot 0,4 = 0,02$
V och O "	" = $0,84 \cdot 0,13 \cdot 0,4 = 0,03$

Valmade och mansardtak <20°

S, SV och SO orientering	" = $0,31 \cdot 0,13 \cdot 0,4 = 0,01$
O och V "	" = $0,51 \cdot 0,13 \cdot 0,3 = 0,02$

Valmade och mansardtak 20-40°

S, SV och SO orientering	" = $0,34 \cdot 0,13 \cdot 0,4 = 0,02$
O och V "	" = $0,57 \cdot 0,13 \cdot 0,3 = 0,02$

Valmade och mansardtak 40-60°

S, SV och SO orientering	" = $0,42 \cdot 0,13 \cdot 0,4 = 0,02$
O och V "	" = $0,70 \cdot 0,13 \cdot 0,3 = 0,03$

Pulpettak < 20°

S, SV och SO orientering	" = $0,62 \cdot 0,13 \cdot 0,4 = 0,03$
O och V "	" = $0,62 \cdot 0,13 \cdot 0,3 = 0,02$
Ost-Nord-Väst "	" = 0

Pulpettak 20-40°

S, SV och SO orientering	" = $0,69 \cdot 0,13 \cdot 0,4 = 0,04$
O och V "	" = $0,69 \cdot 0,13 \cdot 0,3 = 0,03$
Ost-nord-Väst "	" = 0

$K_{min} (A_s/A_v \cdot 1/n \cdot \eta)$ för flerfamiljshus > 8 våningar

Platta tak:	$K_{min} = 0,4 \cdot 0,10 \cdot 0,4 = 0,01$
Sadeltak <20°	
S, SV och SO orientering	" = 0,36 · 0,10 · 0,4 = 0,01
V och O "	" = 0,62 · 0,10 · 0,3 = 0,02
Sadeltak 20-40°	
S, SV och SO orientering	" = 0,4 · 0,10 · 0,4 = 0,02
O och V "	" = 0,69 · 0,10 · 0,3 = 0,02
Sadeltak 40-60°	
S, SV och SO orientering	" = 0,49 · 0,10 · 0,4 = 0,02
O och V "	" = 0,84 · 0,10 · 0,3 = 0,02
Valmade och mansardtak <20°	
S, SV och SO orientering	" = 0,31 · 0,10 · 0,4 = 0,01
O och V "	" = 0,51 · 0,10 · 0,3 = 0,02
Valmade och mansardtak 20-40°	
S, SV och SO orientering	" = 0,34 · 0,10 · 0,4 = 0,01
O och V "	" = 0,57 · 0,10 · 0,3 = 0,02
Valmade och mansardtak 40-60°	
S, SV och SO orientering	" = 0,42 · 0,10 · 0,4 = 0,02
O och V "	" = 0,70 · 0,10 · 0,3 = 0,02
Pulpettak < 20°	
S, SV och SO orientering	" = 0,62 · 0,10 · 0,4 = 0,02
O och V "	" = 0,62 · 0,10 · 0,3 = 0,02
Ost-nord-väst "	" = 0
Pulpettak 20-40°	
S, SV och SO orientering	" = 0,69 · 0,10 · 0,4 = 0,03
O och V "	" = 0,69 · 0,10 · 0,3 = 0,02
Ost-nord-väst "	" = 0

4.5 Inventeringens resultat

4.5.1 Möjlig energibesparing i de 3 orterna

Med utgångspunkt från de tidigare beskrivna inventeringskartorna, (se Bilaga 2) erhålles för varje bebyggelsgrupp något av de ovan redovisade värdena på $K_{min} (A_s/A_v \cdot 1/n \cdot \eta)$. Ur tabell 4.4.1-4.4.9 utläses sedan under vilka månader solinstrålningen är tillräcklig för att klara varmvattenförsörjningen i området. På de tre inventeringsorterna har en sådan bedömning gjorts för varje kvarter, varefter resultaten sammanställts på en översiktskarta där bebyggelsen med hänsyn till den möjliga energibesparingen grupperats enligt följande:

Område där varmvattenförsörjningen helt kan tillgodoses med hjälp av solenergi under:

- I mars t.o.m. oktober eller längre
- II endast mars t.o.m. september
- III endast april t.o.m. augusti
- IV endast maj t.o.m. augusti
- V endast under juni och juli eller inte alls,
(t ex byggnader med takfall endast orienterade i nordlig riktning.)

Översiktskartorna för de tre orterna redovisas på följande sidor. (Bild 46 - 48).

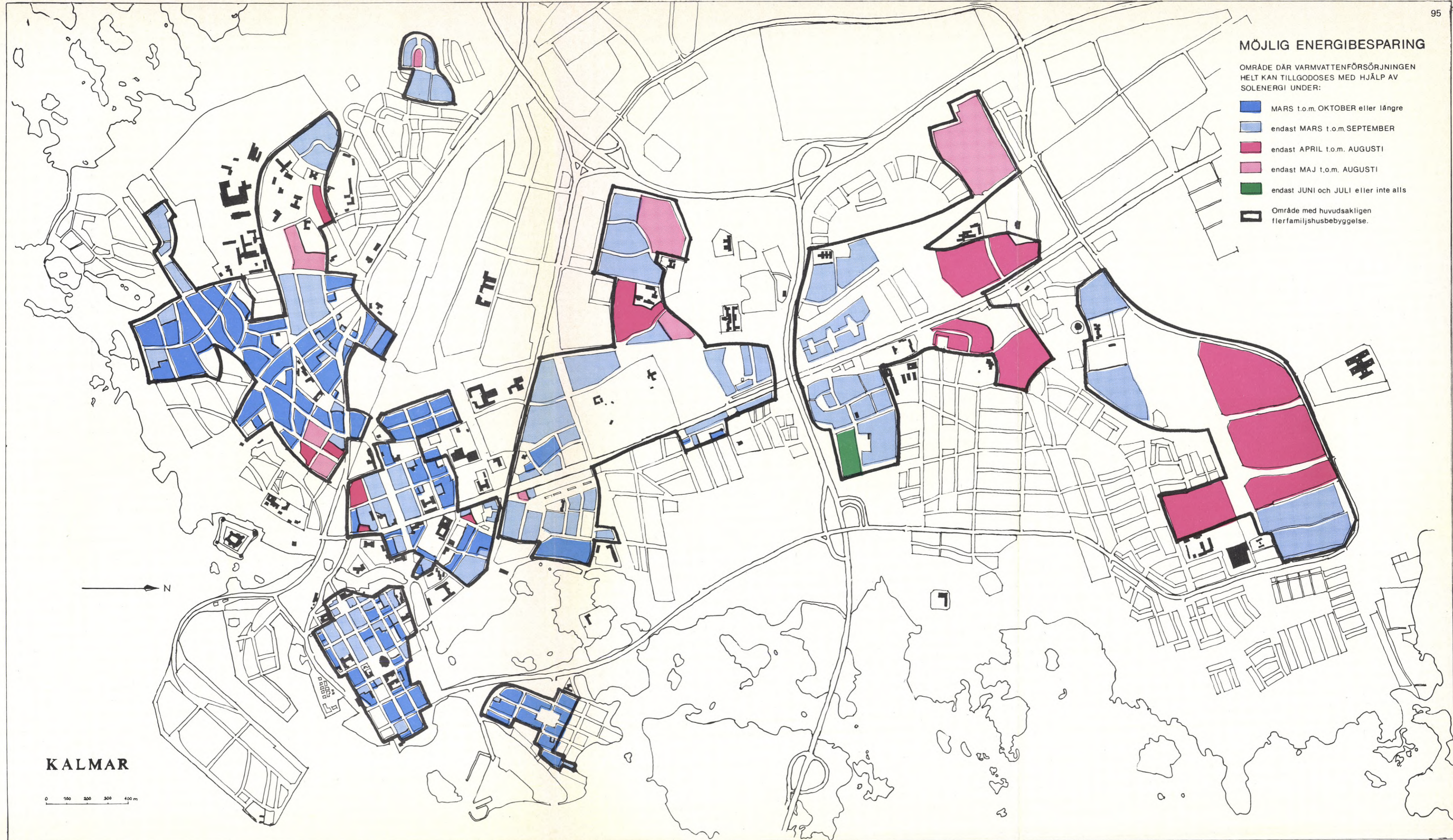
Ur Folk- och Bostadsräkningens lägenhetsdata har uppgifter om antalet rumsenheter, samt dess uppdelning på flerfamiljshus och småhus, inhämtats för varje statistikområde. Med utgångspunkt från dessa data, samt delar av inventeringsmaterialet, har bebyggelsens procentuella fördelning mellan de ovan nämnda grupperna (I till V) uppskattats.

Vad gäller Kalmar har uppgifter om antal rumsenheter även funnits tillgängliga på kvartersnivå, vilket möjliggjort en bedömning av de för varje statistikområde uppskattade värdenas tillförlighet. Således har för Kalmar bebyggelsens procentuella fördelning mellan grupperna I till V dels uppskattats för varje statistikområde, dels beräknats med hjälp av de tillgängliga uppgifterna över antal rumsenheter i varje kvarter. Denna jämförande studie redovisas i Bilaga 3.

MÖJLIG ENERGIBESPARING

OMRÅDE DÄR VARMVATTENFÖRSÖRJNINGEN HELT KAN TILLGODOSES MED HJÄLP AV SOLENERGI UNDER:

- MARS t.o.m. OKTOBER eller längre
- endast MARS t.o.m. SEPTEMBER
- endast APRIL t.o.m. AUGUSTI
- endast MAJ t.o.m. AUGUSTI
- endast JUNI och JULI eller inte alls
- Område med huvudsakligen flerfamiljshusbebyggelse.



KALMAR

0 100 200 300 400 m



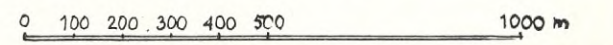
MÖJLIG ENERGIBESPARING

OMRÅDE DÄR VARMVATTENFÖRSÖRJNINGEN HELT KAN TILLGODOSES MED HJÄLP AV SOLENERGI UNDER:

- MARS t.o.m. OKTOBER eller längre
- endast MARS t.o.m. SEPTEMBER
- endast APRIL t.o.m. AUGUSTI
- endast MAJ t.o.m. AUGUSTI
- endast JUNI och JULI eller inte alls
- Område med huvudsakligen flerfamiljshusbebyggelse.

HALMSTAD

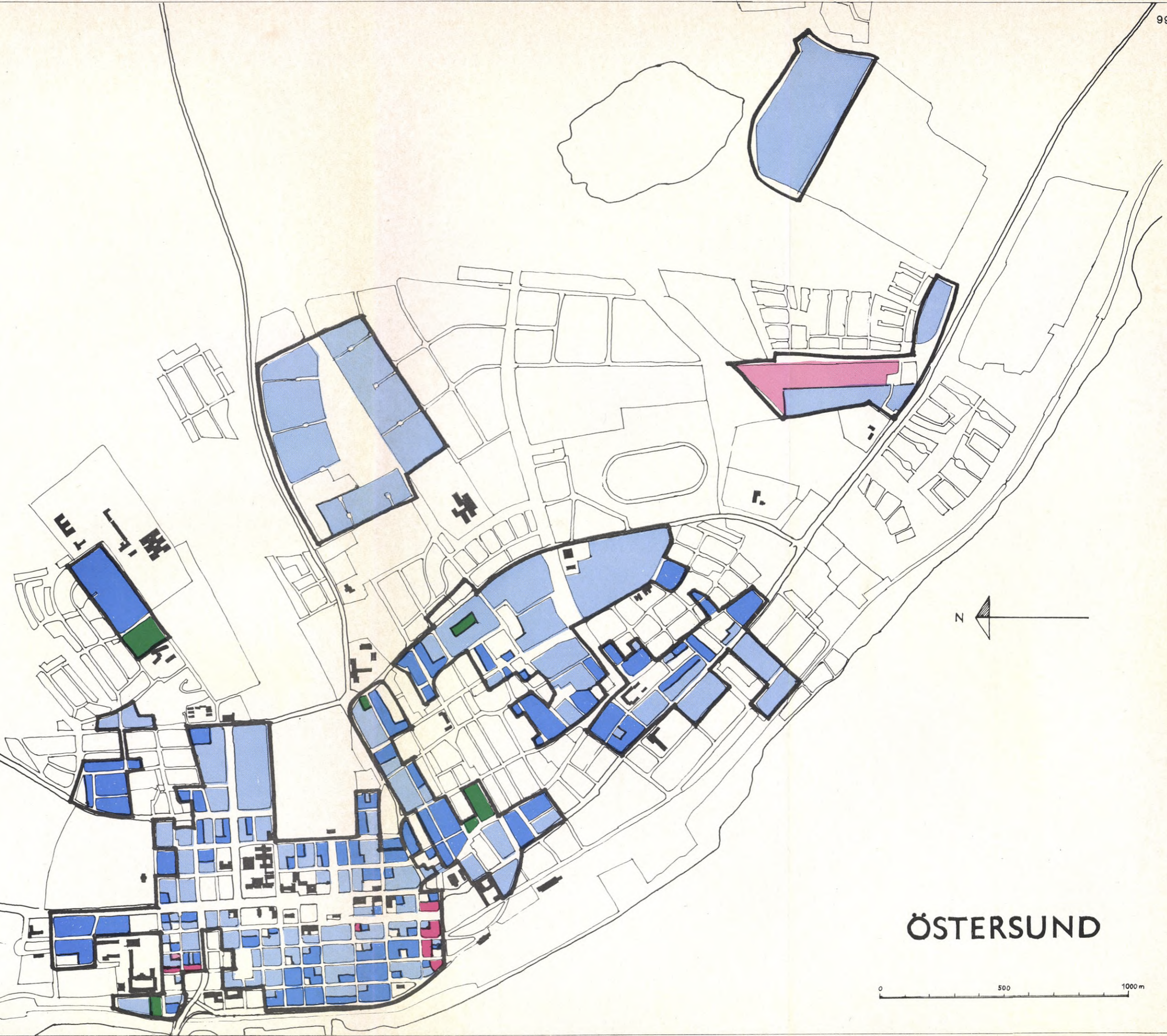
Skala 1 : 15 000



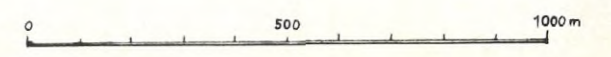
MÖJLIG ENERGIBESPARING

OMRÅDE DÄR VARMVATTENFÖRSÖRJNINGEN
HELT KAN TILLGODOSES MED HJÄLP AV
SOLENERGI UNDER:

- MARS t.o.m. OKTOBER eller längre
- endast MARS t.o.m. SEPTEMBER
- endast APRIL t.o.m. AUGUSTI
- endast MAJ t.o.m. AUGUSTI
- endast JUNI och JULI eller inte alls
- Område med huvudsakligen flerfamiljshusbebyggelse.



ÖSTERSUND



Resultaten visar en god överensstämmelse mellan de noggrannt beräknade- och de uppskattade värdena, varför metodens tillförlitlighet bedömts som tillfredsställande.

Nedan redovisas beräkningsresultaten för de 3 orterna. För Kalmar har de värden, som beräknats med hjälp av de mer detaljerade uppgifterna över antal rumsenheter, angetts inom parentes.

KALMAR:

Totala antalet rumsenheter:					56.800
därav småhus:	14900	flerfamiljshus:	41900		
"	"	26,2 %	"	"	73,8 %

Varmvattenförsörjningen kan tillgodoses helt med hjälp av solenergi under:

I	mars t.o.m. oktober	i 44,3 % (41,5 %)	av bostadshusen
II	endast mars t.o.m. sept.	i 31,8 % (36,5 %)	av bostadshusen
III	" april " aug.	i 15,0 % (13,9 %)	" "
IV	" maj " aug.	i 8,1 % (7,1 %)	" "
V	" juni och juli	i - -	" "
VI	" juni el. kortare	i 0,8 % (1,0 %)	" "
I	mars t.o.m. oktober	i 24,5 % (20,7 %)	av flerfamiljshusen
II	endast mars t.o.m. sept.	i 43,1 % (49,5 %)	av flerfamiljshusen
III	" april " aug.	i 20,3 % (18,8 %)	" "
IV	" maj " aug.	i 11,0 % (9,6 %)	" "
V	" juni och juli	i - -	" "
VI	" juni el. kortare	i 1,1 % (1,4 %)	" "

HALMSTAD:

Totala antalet rumsenheter:					73.447
därav småhus:	24299	flerfamiljshus:	49168		
"	"	33,1 %	"	"	66,9 %

Varmvattenförsörjningen kan tillgodoses helt med hjälp av solenergi under:

I	mars t.o.m. oktober	i 50,9 %	av bostadshusen
II	endast mars t.o.m. sept.	i 33,6 %	av bostadshusen
III	" april " aug.	i 8,7 %	" "
IV	" maj " aug.	i 3,9 %	" "
V	" juni och juli	i 2,1 %	" "
VI	" juni el. kortare	i 0,8 %	" "

I	mars t.o.m. oktober	i 26,6 %	av flerfamiljshusen
II	endast mars t.o.m. sept.	i 50,2 %	av flerfamiljshusen
III	" april " aug.	i 13,0 %	" "
IV	" maj " aug.	i 5,8 %	" "
V	" juni och juli	i 3,2 %	" "
VI	" juni el. kortare	i 1,2 %	" "

ÖSTERSUND (inkl. Frösön):

Totala antalet rumsenheter:	60.356
därav småhus: 17347	flerfamiljshus: 43009
" " 28,8 %	" " 71,2 %

Varmvattenförsörjningen kan tillgodoses helt med hjälp av solenergi under:

I	mars t.o.m. oktober	i 46,1 %	av bostadshusen
II	endast mars t.o.m. sept.	i 47,2 %	av bostadshusen
III	" april " aug.	i 2,1 %	" "
IV	" maj " aug.	i 1,9 %	" "
V	" juni och juli	i 1,1 %	" "
VI	" juni el. kortare	i 1,6 %	" "
I	mars t.o.m. oktober	i 24,3 %	av flerfamiljshusen
II	endast mars t.o.m. sept.	i 66,2 %	av flerfamiljshusen
III	" april " aug.	i 3,0 %	" "
IV	" maj " aug.	i 2,7 %	" "
V	" juni och juli	i 1,5 %	" "
VI	" juni el. kortare	i 2,3 %	" "

4.5.2. Sammanfattande jämförelse

För att underlätta en jämförelse mellan de tre orterna har resultaten sammanfattats i nedanstående tabell:

Tabell 4.5.2.

Energibesparings- perioden	I ≥ 8 mån	II ≥ 7 mån	III ≥ 5 mån	IV ≥ 4 mån	V ≥ 2 mån	VI ≥ 0 mån.
Kalmar totalt ¹⁾	44,3	76,1	91,1	99,2	99,2	100 %
Halmstad totalt	50,9	84,5	93,2	97,1	99,2	100 %
Östersund totalt	46,1	93,3	95,4	97,3	98,4	100 %
Kalmar flerfamiljshus ¹⁾	24,5	67,6	87,9	98,9	98,9	100 %
Halmstad "	26,6	76,8	89,8	95,6	98,8	100 %
Östersund "	24,3	90,5	93,5	96,2	97,7	100 %

1) Avser överslagsmässiga värden.

Den del av bostadsbebyggelsen, som helt kan utnyttja solenergi för sin varmvattenförsörjning under en period om minst sju månader, är i Halmstad ca 10 % - och i Östersund ca 20 % - högre än i Kalmar. Denna tendens kvarstår även vid en motsvarande jämförelse av enbart flerfamiljs-husbebyggelsen.

Denna skillnad mellan orterna kan bero på en eller flera av nedanstående faktorer.

- I Förekomsten av höga hus är större i Kalmar och mindre i Östersund än i Halmstad.
- II Förekomsten av taktyper som ger låga värden på A_s/A_v är större i Kalmar och mindre i Östersund än i Halmstad.
- III Mindre fördelaktiga orienteringar av byggnadskropparna förekommer i större utsträckning i Kalmar och i mindre utsträckning i Östersund än i Halmstad.
- IV Boendetätheten är högre i Kalmar och lägre i Östersund än i Halmstad.

Ett närmare studium av inventeringsmaterialet för de undersökta städerna visar, att faktorerna i punkt II och III knappast utgör en förklaring till de påvisade olikheterna. Skillnaderna i taktyp och orientering förefaller i de tre orterna att vara helt slumpmässig och varierar ej nämnvärt från ort till ort. Några regionala olikheter har således inte kunnat påvisas i detta avseende.

En jämförelse mellan de inventeringskartor som illustrera *byggnadernas våningshöjd* och de översiktskartor på vilka de slutliga resultaten sammanställts visar, att byggnader med mer än fyra våningar oftast har en energibesparingsperiod, som understiger sju månader. Om på en ort andelen hus med fler än fyra våningar är hög, blir sannolikt den del av bostadsbebyggelsen, inom vilken den möjliga energibesparingsperioden endast blir 6 eller 5 månader, betydligt större än om bebyggelsen till största delen bestod av 3-4 våningshus.

För att avgöra om skillnaden mellan de tre orterna kan ha orsakats av variationer i förekomsten av höga hus, har andelen hus högre än 4 våningar beräknats för Kalmar, Halmstad respektive Östersund. Den andel av våningsytan som var lokaliserad till bostadshus högre än 4 våningar var:

i Kalmar	ca 6 %
i Halmstad	" 11 %
i Östersund	" 6 %

Variationer i förekomsten av höga hus tycks således inte ensamt kunna förklara skillnaderna mellan de tre städerna vad gäller den möjliga energibesparingen.

Vid en jämförelse mellan *boendetätheterna* i de tre tätorterna finner vi följande:

Kalmar tätort:	0,66	inv./rumsenhet
Halmstad tätort:	0,56	inv/rumsenhet
Östersund	" 0,59	" "

Boendetätheten i Kalmar är betydligt högre än den i Halmstad respektive Östersund, vilket förklarar den större andelen bostadshus i Kalmar med en energibesparingsperiod kortare än 7 månader.

Den påvisade skillnaden mellan Halmstad och Östersund kan däremot inte förklaras av skillnaden i den genomsnittliga boendetätheten. Tvärtom är boendetätheten i Östersund något större än den i Halmstad. Samtidigt som den del av bostadsbebyggelsen, som helt kan utnyttja solenergi för sin varmvattenförsörjning under 7-8 månader, utgör ca 90 % i Östersund men bara ca 80 % i Halmstad. Detta för Halmstad lägre värde kan istället förklaras av den större andelen höga hus, (11 % mot 6 % i Östersund).

Vi finner således att den av de ovanstående faktorerna, som tycks haft störst betydelse för skillnaderna mellan de tre studerade orterna är den genomsnittliga boendetätheten, som direkt påverkar varmvattenförbrukningens storlek. Även andelen höga hus på orten har haft ett visst inflytande över variationen i den möjliga energibesparingsperiodens längd.

4.5.3 Slutsatser

Så som framgår av beskrivningen av inventeringens uppläggning (avsnitt 4.3) är den inventeringsmetod, som utarbetats och tillämpats på de tre studerade orterna av översiktlig karaktär. Detta innebär att de värden, som angetts för den möjliga energibesparingen endast är ungefärliga. Avsikten är att man med utgångspunkt från dessa värden skall kunna få en uppfattning om storleksordningen på den energibesparing, som är möjlig vid en utbredd användning av solvattenvärmare i stadsbebyggelse.

För att underlätta möjligheterna att dra vissa generella slutsatser, med utgångspunkt från de ovan redovisade undersökningsresultaten, har

storleken av den möjliga energibesparingen beräknats i procent av årsförbrukningen för de tre studerade orterna.

Med utgångspunkt från Bild 35, som illustrerar energiförbrukningens årsvariationer, har förbrukningens procentuella fördelning mellan årets olika månader beräknats.

Följande fördelning av årsförbrukningen erhålls:

Januari	8 %	Juli	4 %
Februari	8 %	Augusti	7 %
Mars	9 %	September	9 %
April	10 %	Oktober	9 %
Maj	8 %	November	11 %
Juni	8 %	December	9 %

Den andel av energiförbrukningen för tappvarmvatten som kan sparas, då varmvattenförsörjningen helt tillgodoses med hjälp av solenergi blir för de tidigare redovisade tidsperioderna följande:

I	mars t.o.m. oktober	64 %
II	mars " september	55 %
III	april " augusti	37 %
IV	maj " augusti	27 %
V	juni och juli	12 %
VI	juni	8 %

Således blir för de tre studerade orterna den möjliga energibesparingens andel av den totala energiförbrukningen för tappvarmvatten:

Kalmar:	I	44,3 % · 64 %	=	28,35 %
	II	31,8 % · 55 %	=	17,59 %
	III	15,0 % · 37 %	=	5,55 %
	IV	8,1 % · 27 %	=	2,19 %
	V	-		
	VI	0,8 % · 8 %	=	<u>0,06 %</u>
	totalt			53,64 % ≈ 54 %

Halmstad:	I	50,9 % · 64 %	= 32,58 %
	II	33,6 % · 55 %	= 18,48 %
	III	8,7 % · 37 %	= 3,22 %
	IV	3,9 % · 27 %	= 1,05 %
	V	2,1 % · 12 %	= 0,25 %
	VI	0,8 % · 8 %	= <u>0,06 %</u>
		totalt	55,64 % ≈ 56 %
Östersund:	I	46,1 % · 64 %	= 29,50 %
	II	47,2 % · 55 %	= 25,96 %
	III	2,1 % · 37 %	= 0,78 %
	IV	1,9 % · 27 %	= 0,51 %
	V	1,1 % · 12 %	= 0,13 %
	VI	1,6 % · 8 %	= <u>0,13 %</u>
		totalt	57,01 % ≈ 57 %

Enligt den här tillämpade inventeringsmetoden, uppgår således den möjliga energibesparingen - vid en utbredd användning av solvattenvärmare - till ca 55 % av energiförbrukningen för tappvarmvatten i samtliga av de tre undersökta städerna. Den obetydliga skillnaden mellan värdena för de tre orterna tyder på, att den möjliga energibesparingen för landets samtliga medelstora städer sammantagna (dvs städer med 30-70000 inv.) torde utgöra c:a 55% av energiförbrukningen för tappvarmvatten. (Se f. ö. avsnitt 4.2 Val av undersökningsområden.) En direkt överföring av resultaten till andra medelstora städer bör emellertid endast göras, om den genomsnittliga boendetätheten och andelen höga hus ej väsentligt avviker från de undersökta orternas värden.

Vad gäller orter av helt andra storlekar, är möjligheterna att - med utgångspunkt från de här redovisade resultaten - dra några generella slutsatser mycket begränsade. För de små städerna (dvs städer med mindre än 30000 inv.), där andelen höga hus ofta är låg samtidigt som enfamiljshusen utgör en betydande del av bostadsbebyggelsen, torde den genomsnittliga energibesparingen ligga något högre än för de medelstora städerna. I de stora städerna (70 - 110000 inv.) och storstadsregionerna (> 110000 inv.) är däremot andelen småhus lägre, och de höga husen förekommer oftare än i mindre städer. Detta borde rimligtvis medföra, att den möjliga energibesparingen blir något mindre än i de medelstora städerna.

Dessa slutsatser är emellertid relativt osäkra, då de små respektive de stora städerna kan uppvisa resultat, som avviker från de här studerade orternas även vad gäller variationer i takutformning, orientering o dyl. Dessa variationers betydelse för storleken av den möjliga energibesparingen kan inte bedömas med utgångspunkt från den här genomförda inventeringen. Om man önskar en bild av den möjliga energibesparingen även för orter av andra storlekar bör istället ytterligare inventeringar - enligt den metod som här utvecklats - genomföras. Härigenom skulle en mer tillförlitlig bild av den möjliga energibesparingen för hela landet kunna erhållas.

BILAGA 1. STICKPROV PÅ TILLGÄNGLIGA TAKYTORS STORLEK

Om en bedömning av den möjliga användningen av solfångare skall kunna göras, måste ett närmare studium av olika taktypers utformning genomföras. Detta studium skall sedan kunna ligga till grund vid bestämningen av solfångarytans storlek i förhållande till våningsytan (dvs A_s/A_v , se sid 48).

Med utgångspunkt från de uppgifter som inhämtats under inventeringsarbetet, dvs taktyp och taklutning, kan takytans storlek i förhållande till våningsytan bestämmas. För de flesta byggnader är emellertid inte hela takytan tillgänglig för uppställning av solfångare. Skorstenar, ventilationsanläggningar, hissmaskinerier, takfönster, vindskupor m m kan i vissa fall begränsa den tillgängliga takytans storlek högst väsentligt.

För att erhålla ett medelvärde på den tillgängliga takytans storlek i förhållande till våningsytan (A_t/A_v) för byggnader med olika taktyper, har olika takutformningar närmare studerats med hjälp av stickprov. Som underlagsmaterial har flygfoton från Statens Lantmäteriverk använts.

För var och en av de tre städerna har ett område i ortens centrala delar på ca 500 x 500 m slumpmässigt utvalts, se bild 49-51. Av kartbilderna framgår även dessa områdens lägen i de tre städerna. Med hjälp av flygfoton i skala 1:1000 över dessa områden, har de tillgängliga takytornas storlek närmare studerats för ett antal olika byggnader. De byggnader som undersökts har valts med hänsyn till att samtliga taktyper, enligt det klassificeringssystem som använts vid inventeringen, bör bli representerade. valet mellan byggnader med samma taktyp har dock skett slumpmässigt.

De studerade byggnaderna har indelats i tre olika huvudgrupper ,

- o Byggnader med plana tak
- o " " sadeltak
- o " " valmade- och mansardtak

De antal stickprov som gjorts inom varje grupp har varit beroende av hur vanlig taktypen ifråga är. Således har för sadeltak, som är den oftast förekommande taktypen, 22 st olika byggnader studerats. För plana tak samt för valmade- och mansardtak har emellertid urvalet begränsats till 14 st byggnader.

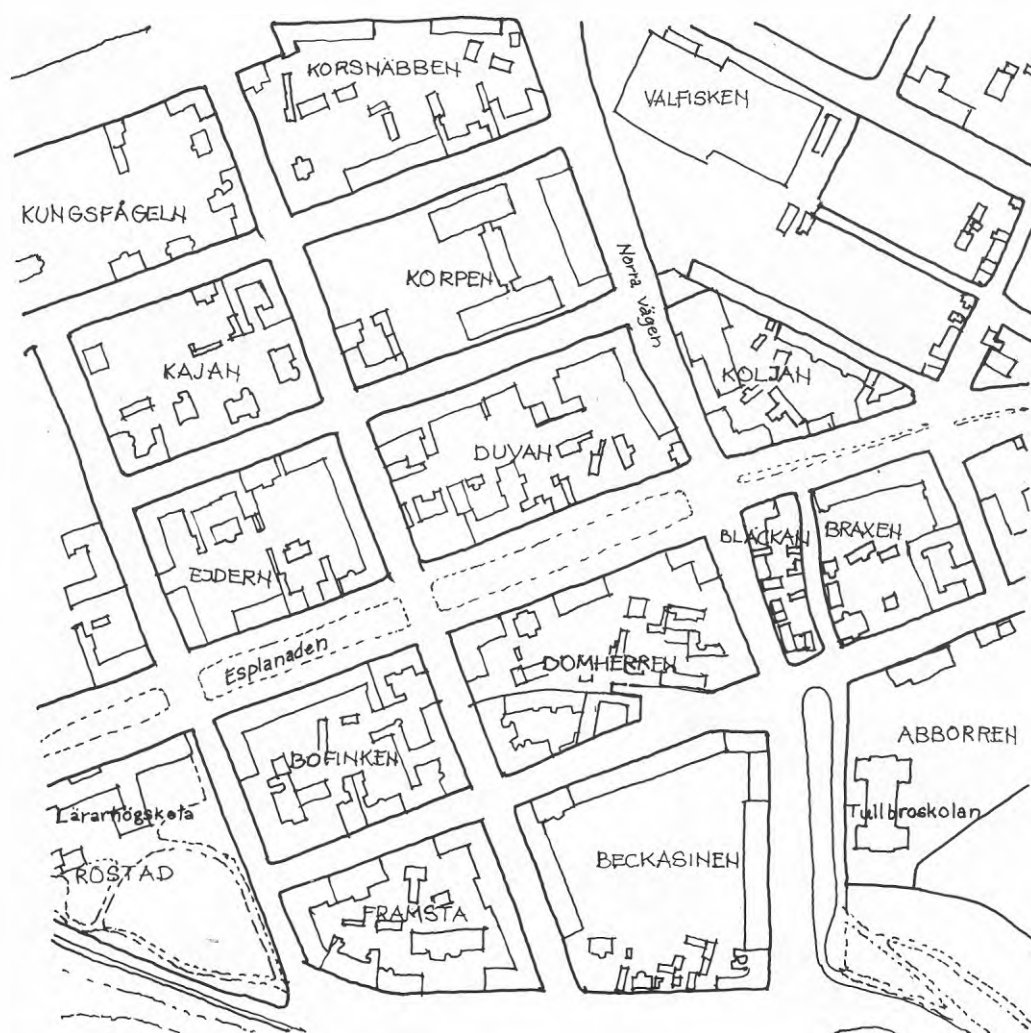
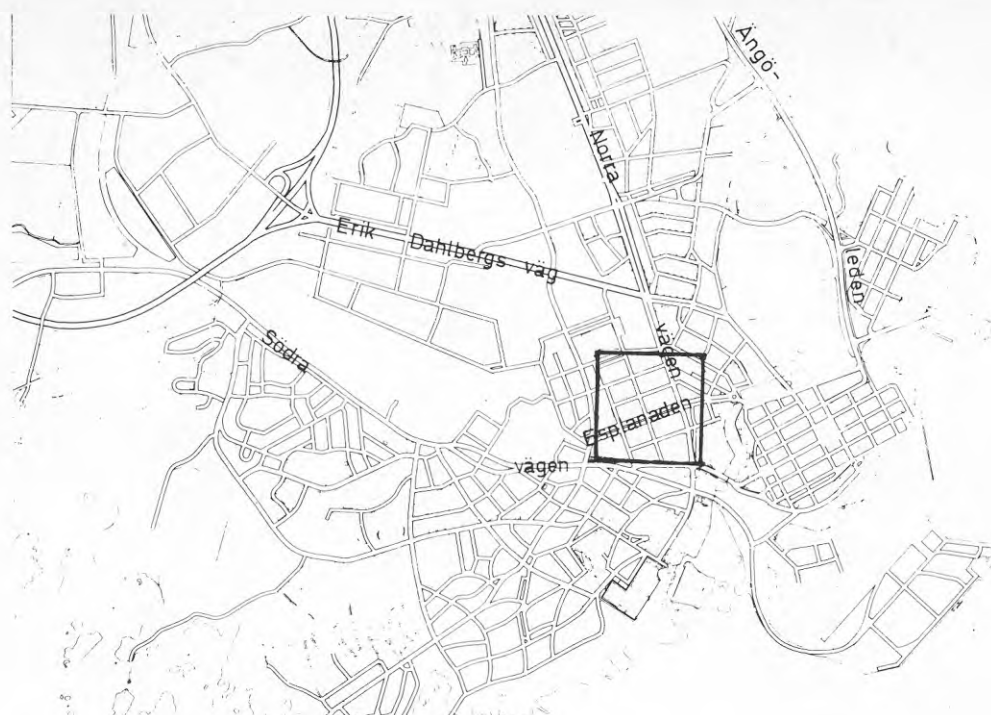


Bild 49. Det område i Kalmar inom vilket stickprovsstudien gjorts.

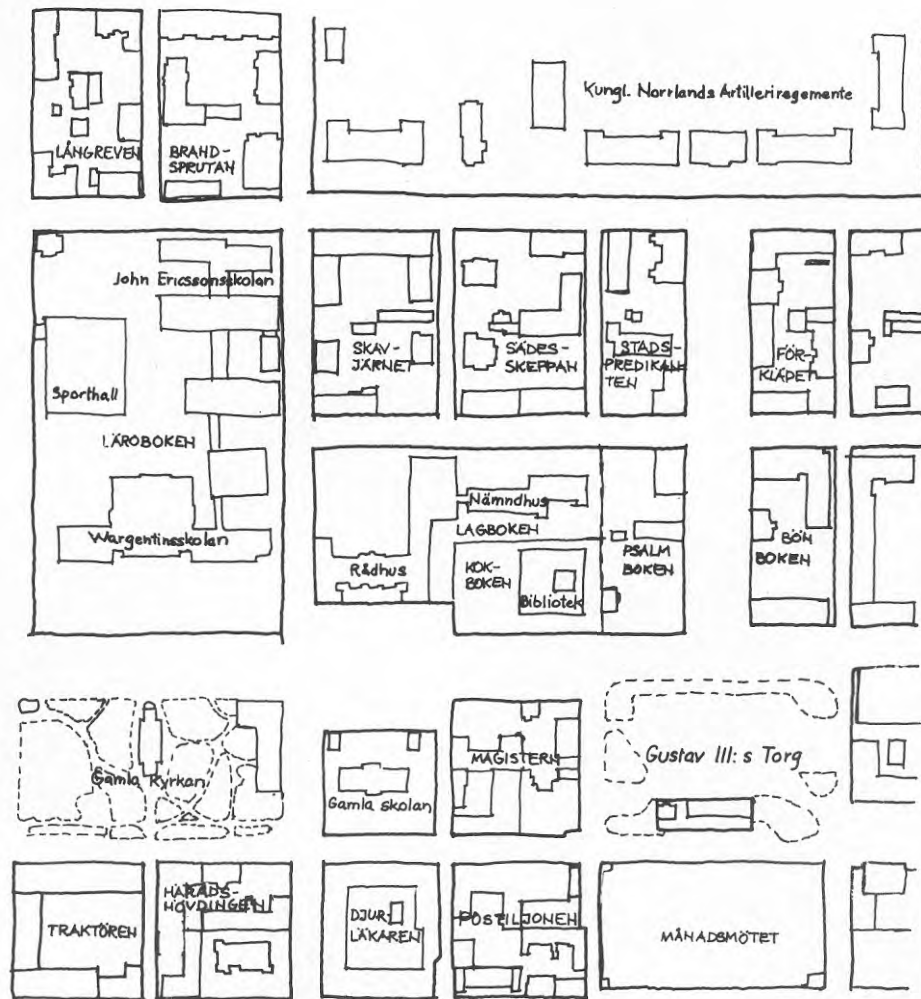
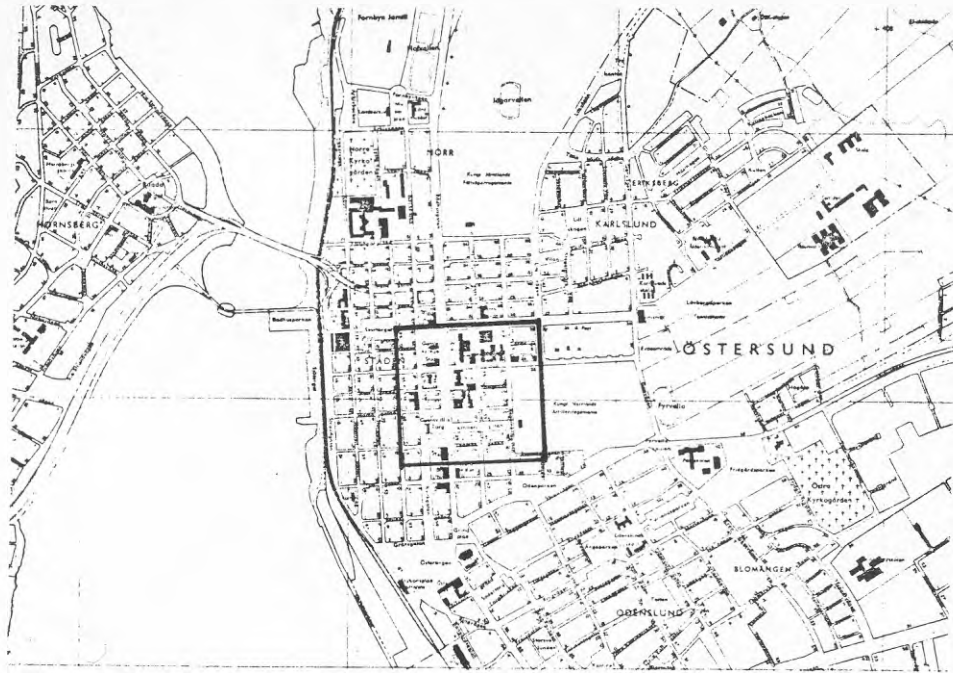

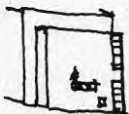

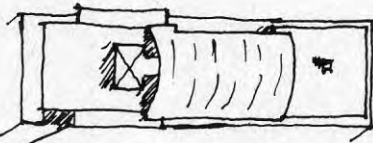
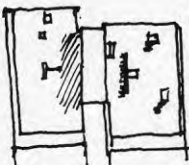
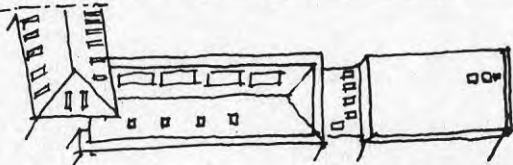
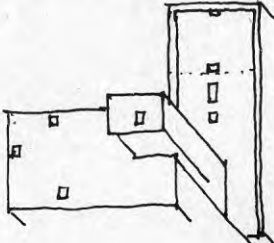


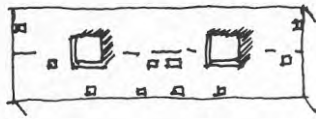
Bild 51. Det område i Östersund inom vilket stickprovsstudien gjorts.

I nedanstående tabell har resultaten från stickprovsstudien sammanställt. För varje byggnad har den totala våningsytans samt den tillgängliga takytans storlek uppskattats. Därefter har den tillgängliga takytans storlek i förhållande till våningsytan (A_t/A_v) beräknats.

Tabell 1:1 Stickprov

Plana tak:

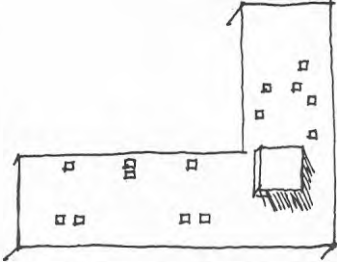
	<p>Båglampan 15, Halmstad. Helt plant tak. 3-4 våningar $A_t/A_v = 65,6/100$</p>
	<p>Valdemar Atterdag 13, Halmstad Helt plant tak, 5-6 våningar $A_t/A_v = 66,6/100$</p>
	<p>Valdemar Atterdag 16 o 17, Halmstad Plant tak, överbyggnad med pulpettak $A_t/A_v = 63,2/100$, 5-6 våningar</p>
	<p>Bågen 12, Halmstad. Plant tak, valvformad överbygg. $A_t/A_v = 67,0/100$ 7-8 våningar</p>
	<p>Bågen 21, Halmstad. Profilerat tak, 7-8 våningar $A_t/A_v = 63,8/100$</p>
	<p>Våghals 10, Halmstad. Profilerat tak, 3-4 våningar $A_t/A_v = 70,6/100$</p>
	<p>Åkeriet 8, Östersund. Helt plant tak, 1-2 o 5-6 våningar $A_t/A_v = 79,7/100$</p>



Bönboken 3, Östersund

Helt plant tak, 3-4 våningar

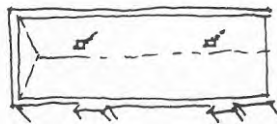
$$A_t/A_v = 73,9/100$$



ABC-boken 8 o 10, Östersund

Helt plant tak, 3-4 våningar

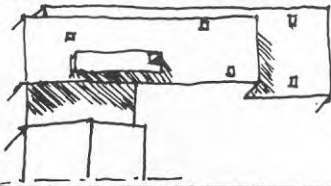
$$A_t/A_v = 88,7/100$$



Sädesskeppan 4, Östersund

Profilerat tak, 3-4 våningar

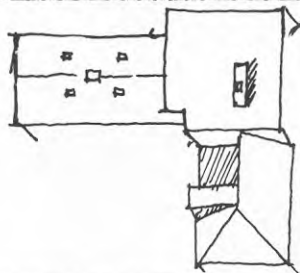
$$A_t/A_v = 72,7/100$$



Bönboken 2, Östersund

Helt plant tak, 3-4 våningar

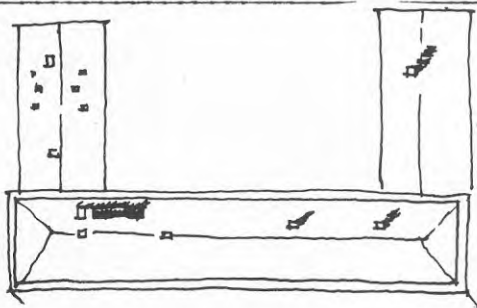
$$A_t/A_v = 71,4/100$$



Logen 6, Östersund.

Profilerat tak, 3-4 o 5-6 vån.

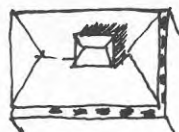
$$A_t/A_v = 80,4/100$$



Skavjärnet 2 o 3, Östersund

Profilerat tak, 3-4 våningar

$$A_t/A_v = 77,2/100$$

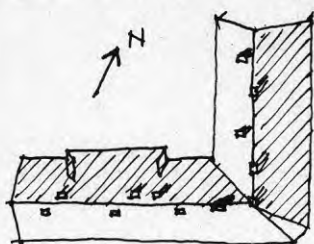


Långreven 1 o 4, Östersund

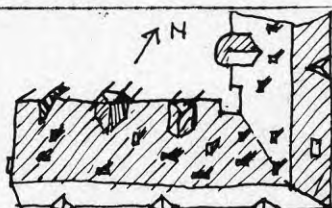
Profilerat tak, 3-4 våningar

$$A_t/A_v = 65,1/100$$

Sadeltak:



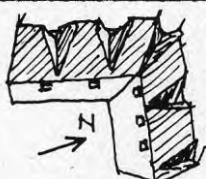
Batteriet 5, Halmstad
 Sadeltak 45° , 3-4 våningar
 $A_t/A_v = 91,4/200 \cdot \cos 45^{\circ}$



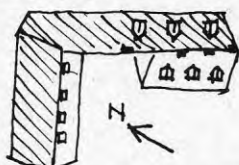
Baronen 1, Halmstad
 Sadeltak 45° , 5-6 våningar
 $A_t/A_v = 63,7/200 \cdot \cos 45^{\circ}$



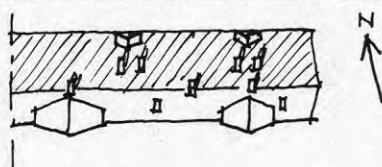
Hertig Knut 14, Halmstad
 Sadeltak 45° , <3 våningar
 $A_t/A_v = 85,7/200 \cdot \cos 45^{\circ}$



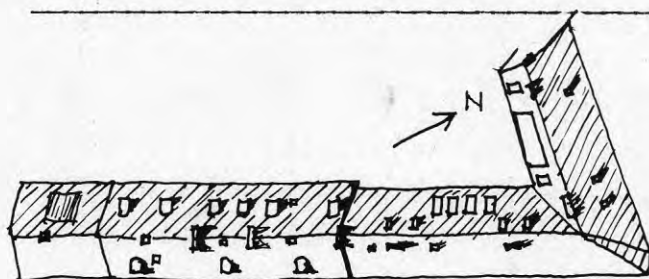
Broktorp 4, Halmstad
 Sadeltak 45° , <3 våningar
 $A_t/A_v = 71,9/200 \cdot \cos 45^{\circ}$



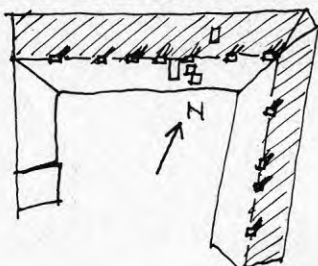
Barometern 1, Halmstad
 Sadeltak 30° , <3 våningar
 $A_t/A_v = 60,0/200 \cdot \cos 30^{\circ}$



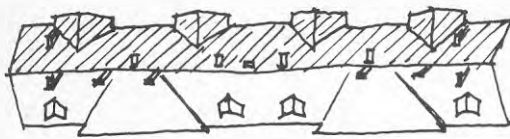
Blomman 8, Halmstad
 Sadeltak 30° , 3-4 våningar
 $A_t/A_v = 73,3/200 \cdot \cos 30^{\circ}$



Bågen 13, 14, 15 o 19, Halmstad
 Sadeltak 15° , 3-4 o 5-6 vån.
 $A_t/A_v = 79,0/200 \cdot \cos 15^{\circ}$



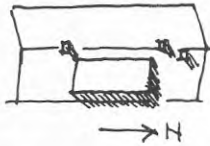
Borgaren 601, Halmstad
 Sadeltak 15° , <3 våningar
 $A_t/A_v = 77,4/200 \cdot \cos 15^{\circ}$



Brandsprutan 2a, Östersund

Sadeltak 45°, 3-4 våningar

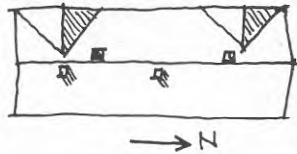
$$A_t/A_v = 78,2/200 \cdot \cos 45^\circ$$



Brandsprutan 2b, Östersund

Sadeltak 30°, rent ost-västlig ori.

$$A_t/A_v = 60,0/100 \cdot \cos 30^\circ, 3-4 \text{ vån.}$$



Långreven 2, Östersund

Sadelt. 15°, rent ost-västlig orient.

$$A_t/A_v = 71,1/100 \cdot \cos 15^\circ, 3-4 \text{ vån.}$$



Sädesskeppan 3a, Östersund

Sadelt. 15°, rent ost-västlig orient.

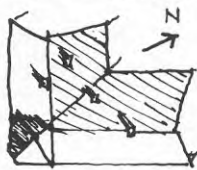
$$A_t/A_v = 90,9/100 \cdot \cos 15^\circ, 3-4 \text{ vån.}$$



Sädesskeppan 3b, Östersund

Sadeltak 15°, 3-4 våningar

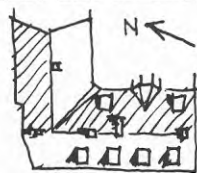
$$A_t/A_v = 59,3/200 \cdot \cos 15^\circ$$



Stadspredikanten 1, Östersund

Sadeltak 15°, <3 våningar

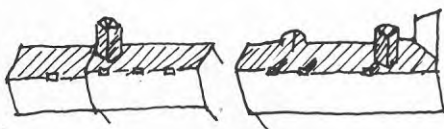
$$A_t/A_v = 95,8/200 \cdot \cos 15^\circ$$



Bläckan 1, Kalmar

Sadeltak 45°, <3 våningar

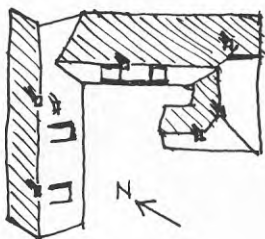
$$A_t/A_v = 82,5/200 \cdot \cos 45^\circ$$



Korsnäbben 18, Kalmar

Sadeltak 30°, 3-4 våningar

$$A_t/A_v = 94,0/200 \cdot \cos 30^\circ$$



Kajan 1, Kalmar

Sadeltak 30°, <3 våningar

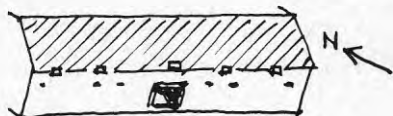
$$A_t/A_v = 67,5/200 \cdot \cos 30^\circ$$



Framsta 7, Kalmar

Sadeltak 30°, <3 våningar

$$A_t/A_v = 87,5/200 \cdot \cos 30^\circ$$



Beckasinen 33, Kalmar

Sadeltak 30°, 5-6 våningar

$$A_t/A_v = 86,7/200 \cdot \cos 30^\circ$$



Koljan 3 o 16, Kalmar

Sadeltak 30°, <3 våningar

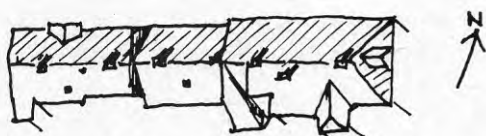
$$A_t/A_v = 85,8/200 \cdot \cos 30^\circ$$



Korpen 7, Kalmar

Sadeltak 15°, <3 våningar

$$A_t/A_v = 75,5/200 \cdot \cos 15^\circ$$

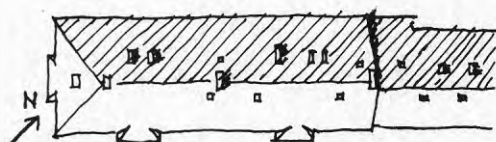


Ejdern 2 o 3, Kalmar

Sadeltak delvis valmat 15°, <3 vån.

$$A_t/A_v = 77,2/200 \cdot \cos 15^\circ$$

Valmade- och mansardtak:



Båglampan 7 o 8, Halmstad

Valmat tak 30°, 3-4 våningar

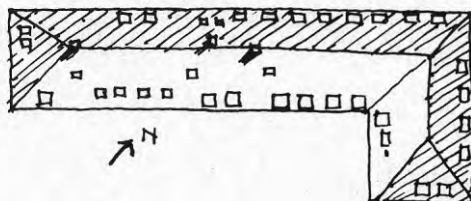
$$A_t/A_v = 83,2/200 \cdot \cos 30^\circ$$



Biet 1, Halmstad

Valmat tak 30°, 3-4 våningar

$$A_t/A_v = 69,0/200 \cdot \cos 30^\circ$$



Biet 2, Halmstad

Valmat tak 30°, 3-4 våningar

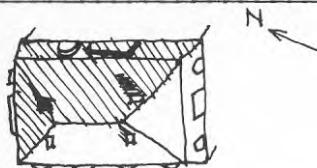
$$A_t/A_v = 56,3/200 \cdot \cos 30^\circ$$



Bryggaren 4, Halmstad

Valmat tak 15°, 3-4 våningar

$$A_t/A_v = 77,7/200 \cdot \cos 15^\circ$$



Psalmboken 2, Östersund

Valmat mansardtak 30° , 3-4 våningar

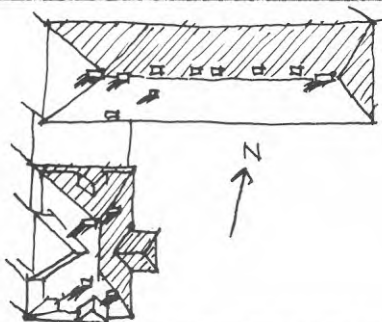
$$A_t/A_v = 74,0/200 \cdot \cos 30^\circ$$



Stadspredikanten 2, Östersund

Mansardtak 15° , <3 våningar

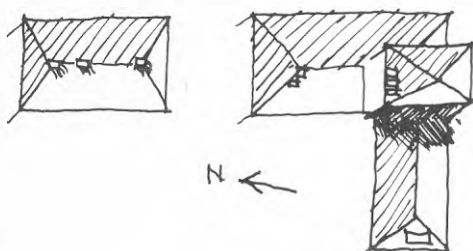
$$A_t/A_v = 66,6/200 \cdot \cos 15^\circ$$



Förklädet 3, Östersund

Valmat tak delvis av mansardtyp 15°
3-4 våningar

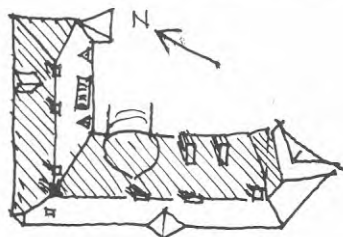
$$A_t/A_v = 68,0/200 \cdot \cos 15^\circ$$



Magistern 5 o 6, Östersund

Valmat tak 15° , 3-4 våningar

$$A_t/A_v = 49,8/200 \cdot \cos 15^\circ$$



Framsta 4, Kalmar

Valmat tak 45° , 5-6 våningar

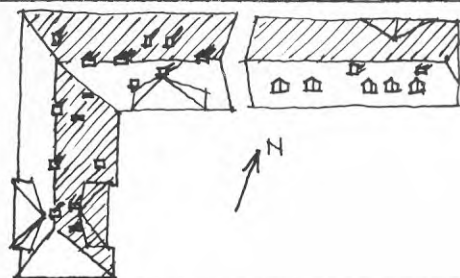
$$A_t/A_v = 71,6/200 \cdot \cos 45^\circ$$



Kungsfågeln 1, Kalmar

Valmat tak 30° , <3 våningar

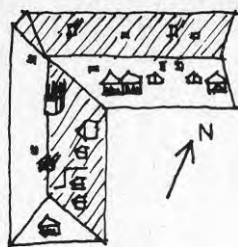
$$A_t/A_v = 63,6/200 \cdot \cos 30^\circ$$



Bofinken 3 o 4, Kalmar

Valmat tak 30° , 3-4 våningar

$$A_t/A_v = 72,4/200 \cdot \cos 30^\circ$$



Domherren 5, Kalmar

Valmat tak 30° , 3-4 våningar

$$A_t/A_v = 63,8/200 \cdot \cos 30^\circ$$

Ur materialet i ovanstående tabell har följande medelvärden på A_t/A_v erhållits:

Plana tak $A_t/A_v = 0,72$

Sadeltak $A_t/A_v = 0,78 / 2 \cdot \cos \phi$ $\phi =$ takets lutningsvinkel

Valmade och mansardtak $A_t/A_v = 0,68 / 2 \cdot \cos \phi$

Vad gäller de helt plana taken har någon större skillnad mellan möjligheterna att utnyttja dem och de olika typerna av profilerade tak inte kunnat påvisas. Medelvärdet för de helt plana taken är 0,71 och för de profilerade 0,73. Detta innebär att den vid inventeringen använda uppdelningen av de plana taken inte behöver utnyttjas vid sammanställningen av inventeringens resultat.

Någon regelbunden variation av den tillgängliga takytans storlek i förhållande till hela takytan för tak med olika lutningsvinkel har inte heller framkommit. Däremot är - såsom framgår av ovanstående - storleken av A_t/A_v givetvis beroende av lutningsvinkeln.

Vad gäller sadeltaken kan en viss skillnad urskiljas mellan vinkelhus försedda med sadeltak och enkla lamellhus, då viss takyta går förlorade där vinkelhusets två byggnadskroppar möts. Medelvärdet för de byggnader i gruppen "sadeltak" som sammanbyggts i vinkel är således endast 0,76 medan det för byggnader med "rena sadeltak" är 0,79. Någon motsvarande skillnad för byggnader med valmade och mansardtak förekommer inte, då för denna taktyp taken närmast gavlarna är svåra att utnyttja, även då husen ej är sammanbyggda i vinkel.

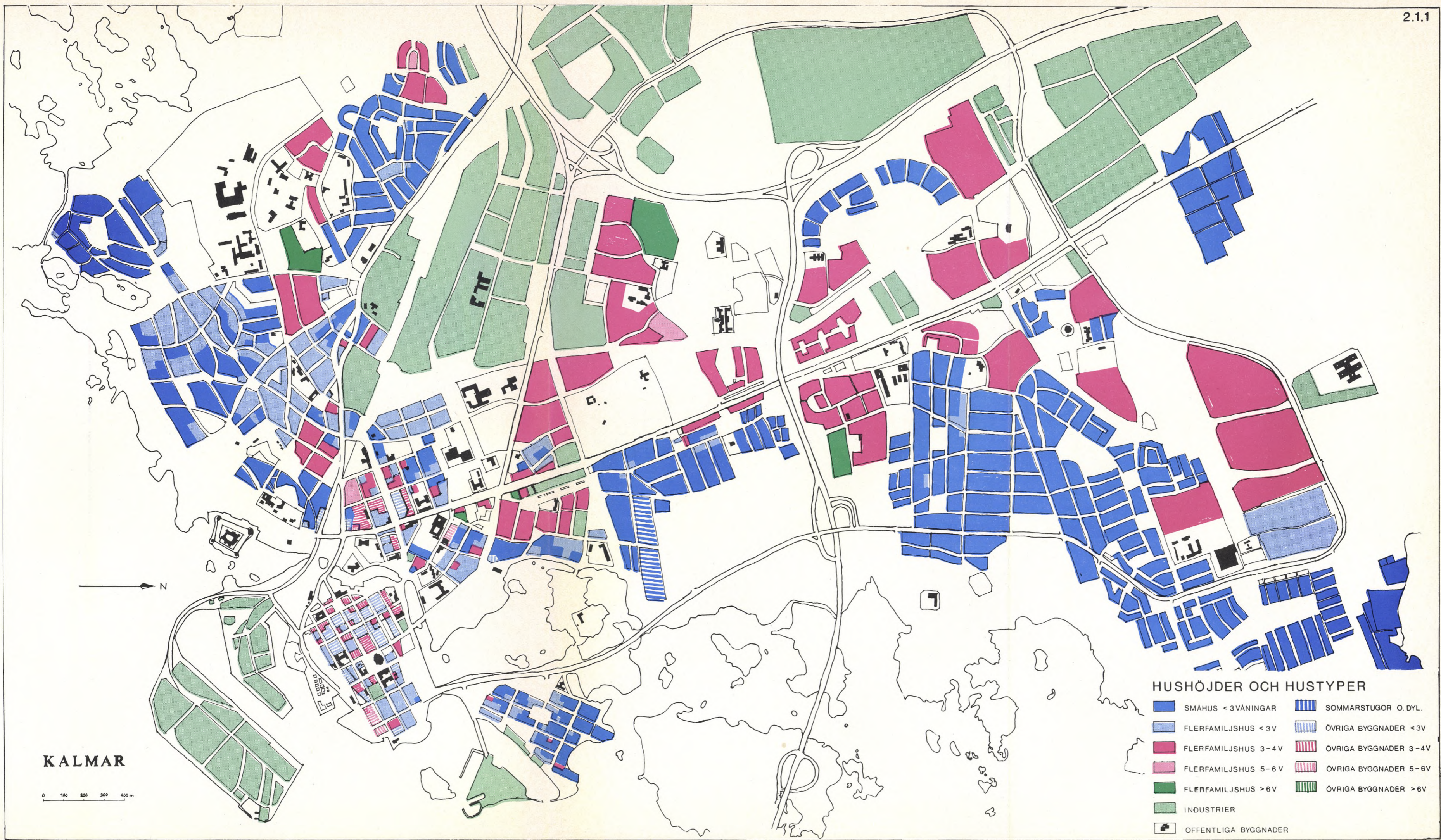
Någon tendens till att den tillgängliga takytans relativa storlek skulle vara större i någon av de studerade orterna har inte kunnat påvisas. De synes heller inte vara troligt att regionala variationer i byggnadsstilar o dyl. skulle leda till en sådan utveckling.

BILAGA 2 INVENTERINGSKARTOR

- 2.1.1. Kalmar, hushöjder och hustyper.
- 2.1.2. Kalmar, taktyper och taklutningar.
- 2.1.3. Kalmar, orientering av taktytor.
- 2.1.4. Kalmar, boendetäthet och indelning i statistikområden.

- 2.2.1. Halmstad, hushöjder och hustyper.
- 2.2.2. Halmstad, taktyper och taklutningar.
- 2.2.3. Halmstad, orientering av taktytor.
- 2.2.4. Halmstad, boendetäthet och indelning i statistikområden.

- 2.3.1. Östersund, hushöjder och hustyper.
- 2.3.2. Östersund, taktyper och taklutningar.
- 2.3.3. Östersund, orientering av taktytor.
- 2.3.4. Östersund, boendetäthet och indelning i statistikområden.



KALMAR

0 100 200 300 400 m

HUSHÖJDER OCH HUSTYPER

- SMÅHUS < 3 VÅNINGAR
- FLERFAMILJSHUS < 3 V
- FLERFAMILJSHUS 3-4 V
- FLERFAMILJSHUS 5-6 V
- FLERFAMILJSHUS > 6 V
- INDUSTRIER
- OFFENTLIGA BYGGNADER
- SOMMARSTUGOR O. DYL.
- ÖVRIGA BYGGNADER < 3V
- ÖVRIGA BYGGNADER 3-4V
- ÖVRIGA BYGGNADER 5-6V
- ÖVRIGA BYGGNADER > 6V

TAKTYPER OCH TAKLUTNINGAR

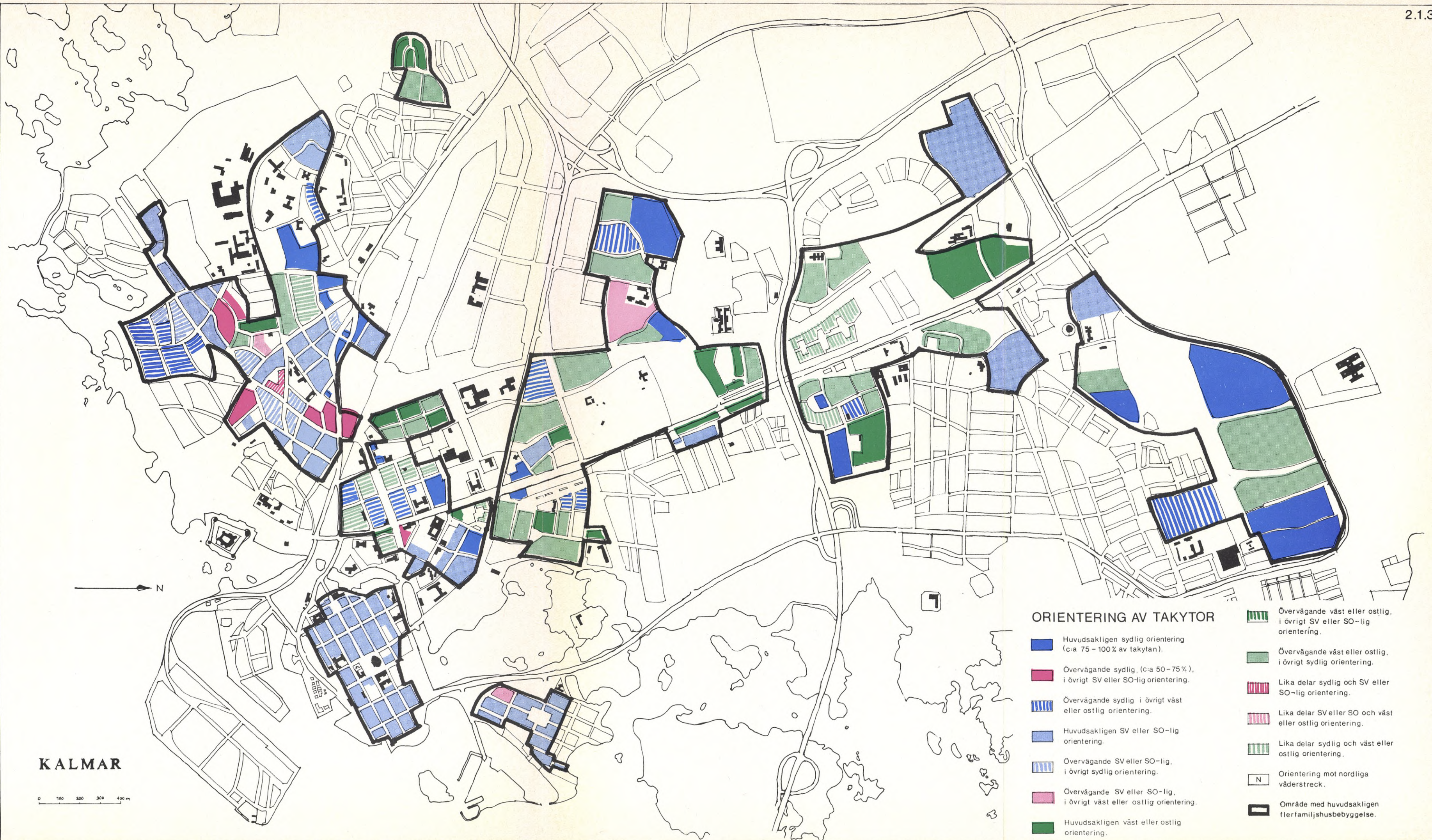
- PLANA TAK
- SADELTAK < 20°
- VALMADE OCH MANSARDTAK < 20°
- SADELTAK 20-40°
- VALMADE OCH MANSARDTAK 20-40°
- SADELTAK 40-60°
- VALMADE OCH MANSARDTAK 40-60°
- PULPETTAK < 20°
- OMRÅDE MED HUVUDSAKLIGEN FLERFAMILJSHUSBEBYGGELSE

(Angedda takvinklar avser takets lutningsvinkel mot horisontalplanet.)



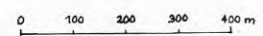
KALMAR

0 100 200 300 400 m





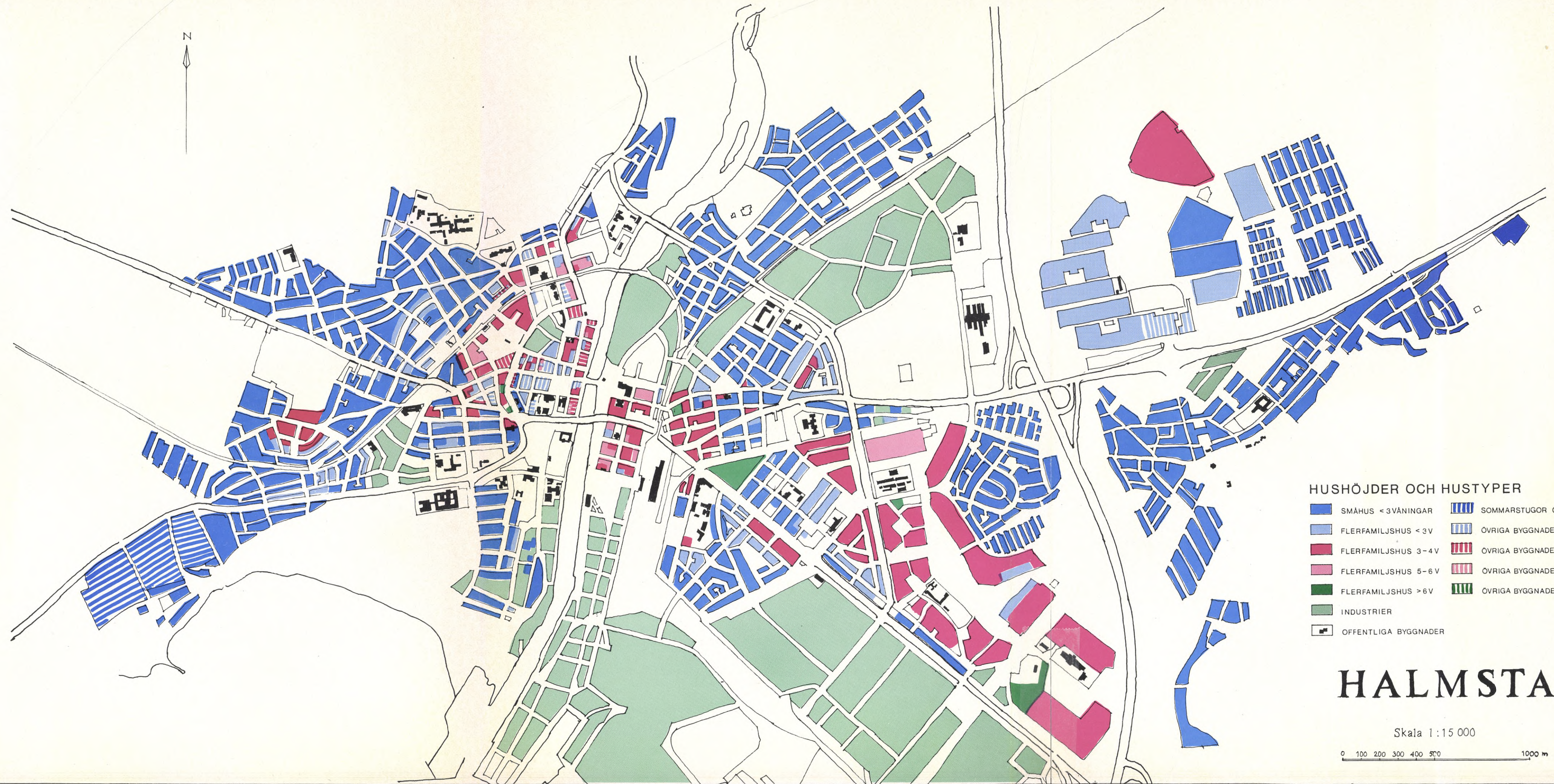
KALMAR



BOENDETÄTHET

00 ANTAL INVÄNARE / 100 RUMSENHETER
(EN RUMSENHET = 25 M² VÄNINGSYTA)

— STATISTIKOMRÅDESINDELNING (enligt FoB)

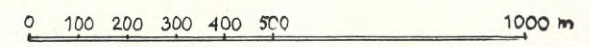


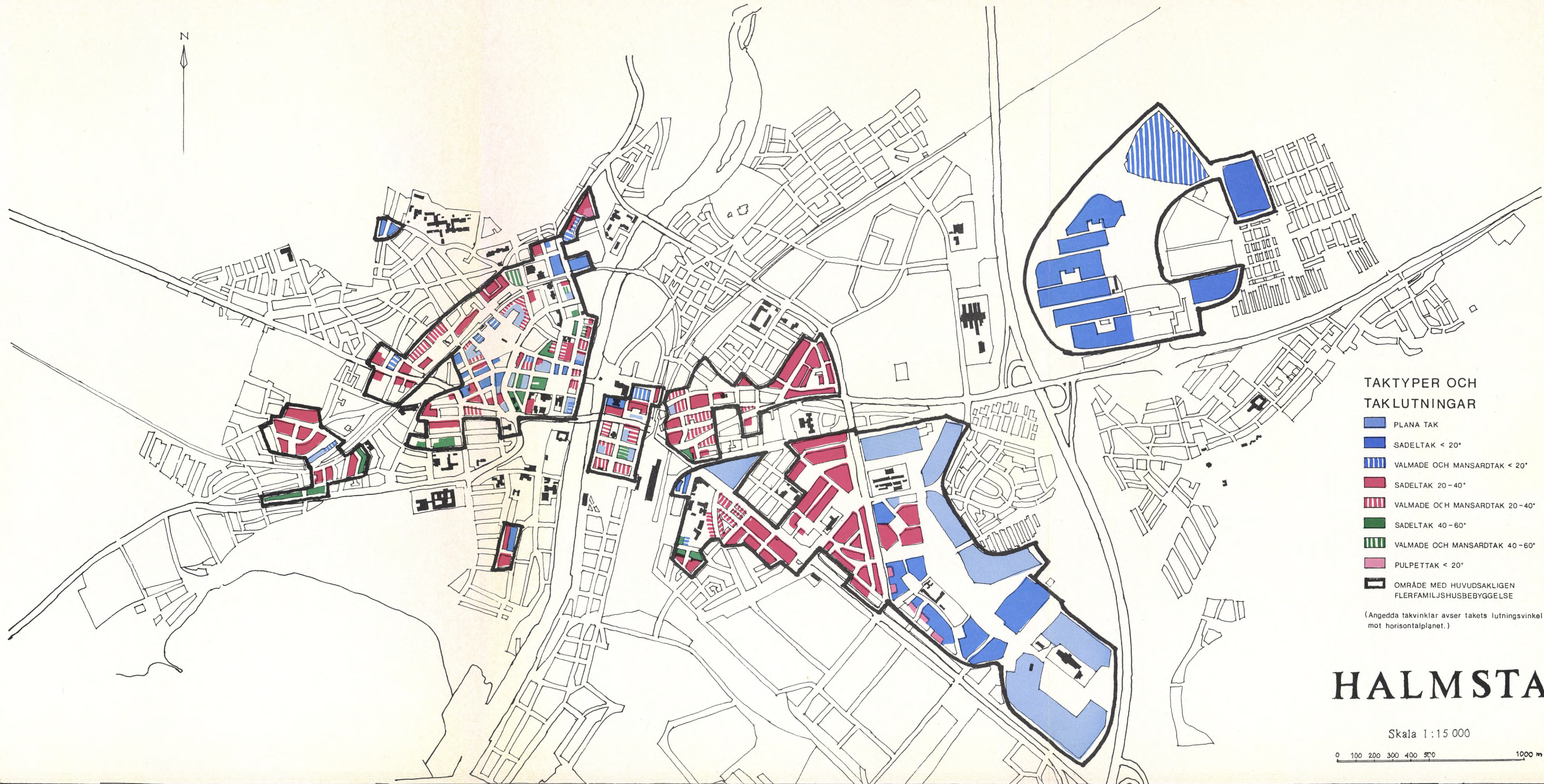
HUSHÖJDER OCH HUSTYPER

- SMÅHUS < 3VÅNINGAR
- FLERFAMILJSHUS < 3V
- FLERFAMILJSHUS 3-4V
- FLERFAMILJSHUS 5-6V
- FLERFAMILJSHUS > 6V
- INDUSTRIER
- OFFENTLIGA BYGGNADER
- SOMMARSTUGOR O. DYL.
- ÖVRIGA BYGGNADER < 3V
- ÖVRIGA BYGGNADER 3-4V
- ÖVRIGA BYGGNADER 5-6V
- ÖVRIGA BYGGNADER > 6V

HALMSTAD

Skala 1 : 15 000





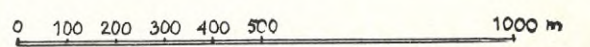
TAKTYPER OCH TAKLUTNINGAR

- PLANA TAK
- SADELTAK < 20°
- VALMADE OCH MANSARDTAK < 20°
- SADELTAK 20-40°
- VALMADE OCH MANSARDTAK 20-40°
- SADELTAK 40-60°
- VALMADE OCH MANSARDTAK 40-60°
- PULPETTAK < 20°
- OMRÅDE MED HUVUDSAKLIGEN FLERFAMILJSHUSBEBYGGELSE

(Angedda takvinklar avser takets lutningsvinkel mot horisontalplanet.)

HALMSTAD

Skala 1:15 000



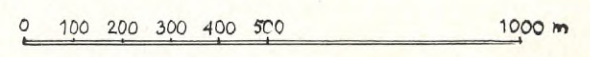
ORIENTERING AV TAKYTOR

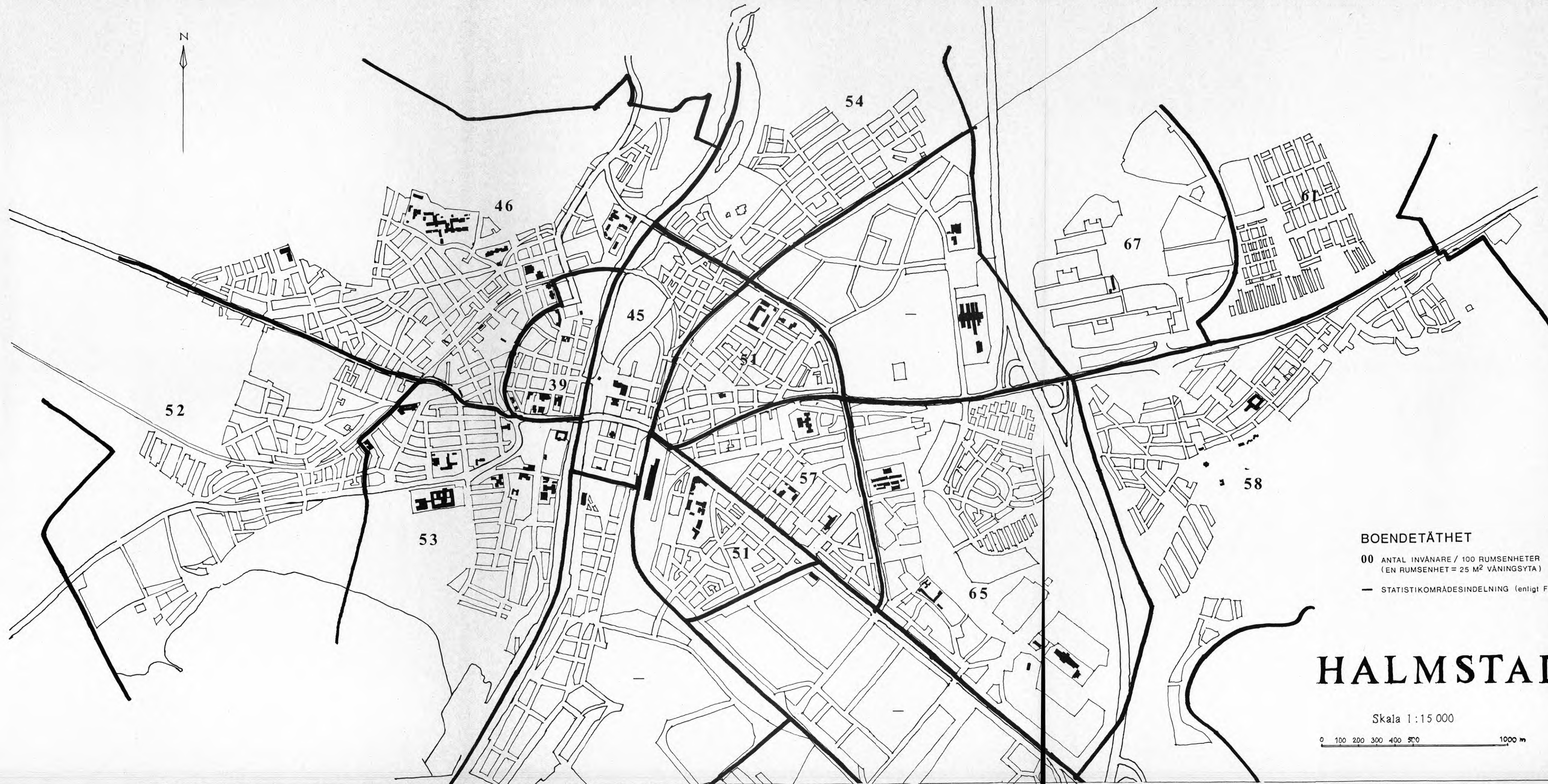
-  Huvudsakligen sydlig orientering (c:a 75 - 100% av takytan).
-  Övervägande sydlig, (c:a 50-75%), i övrigt SV eller SO-lig orientering.
-  Övervägande sydlig, i övrigt väst eller östlig orientering.
-  Huvudsakligen SV eller SO-lig orientering.
-  Övervägande SV eller SO-lig, i övrigt sydlig orientering.
-  Övervägande SV eller SO-lig, i övrigt väst eller östlig orientering.
-  Huvudsakligen väst eller östlig orientering.
-  Övervägande väst eller östlig, i övrigt SV eller SO-lig orientering.
-  Övervägande väst eller östlig, i övrigt sydlig orientering.
-  Lika delar sydlig och SV eller SO-lig orientering.
-  Lika delar SV eller SO och väst eller östlig orientering.
-  Lika delar sydlig och väst eller östlig orientering.
-  Orientering mot nordliga väderstreck.
-  Område med huvudsakligen flerfamiljshusbebyggelse.



HALMSTAD

Skala 1:15 000





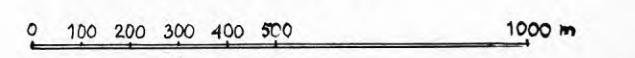
BOENDETÄTHET

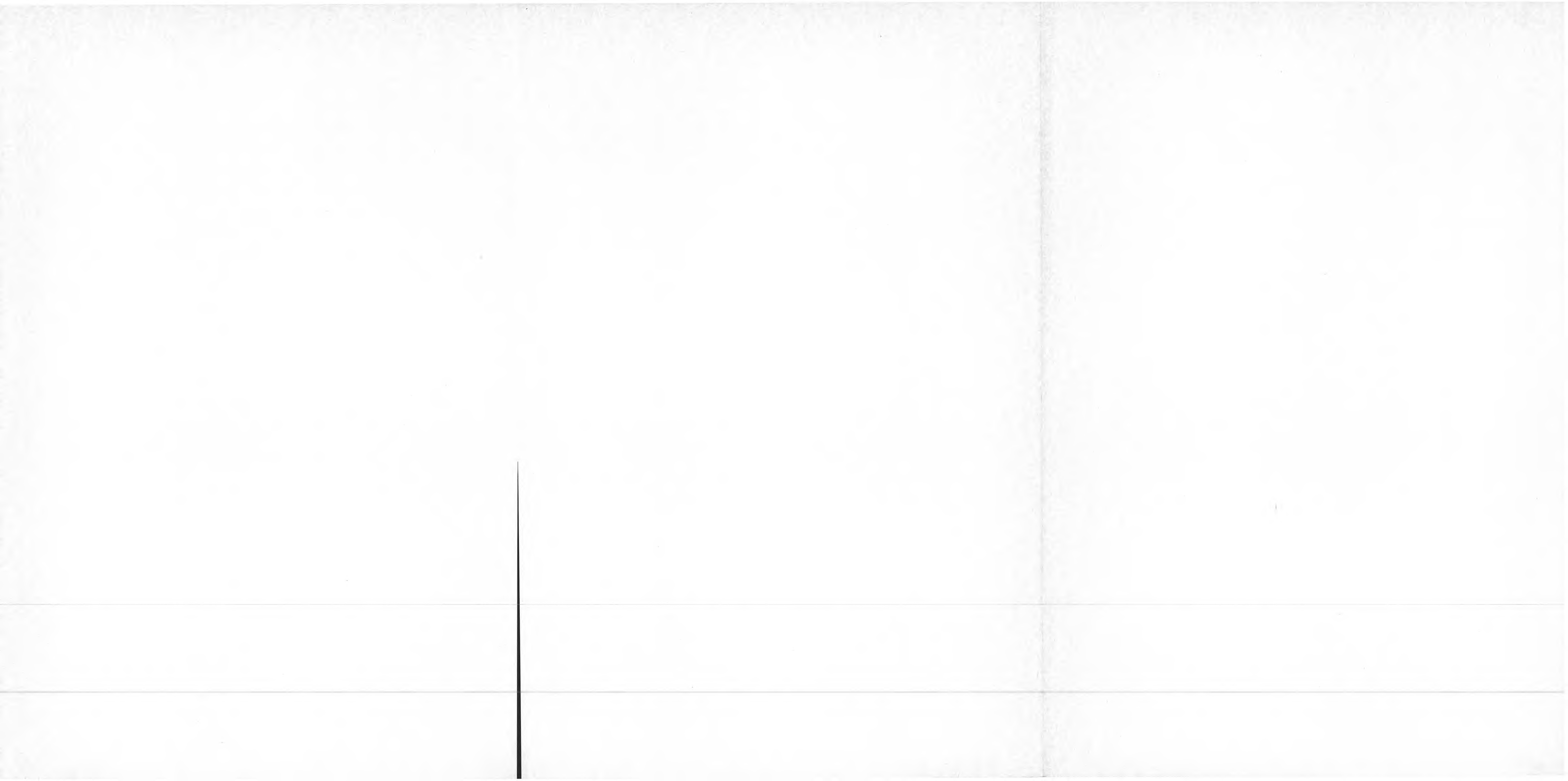
00 ANTAL INVÅNARE / 100 RUMSENHETER
(EN RUMSENHET = 25 M² VÅNINGSYTA)

— STATISTIKOMRÅDESINDELNING (enligt FoB)

HALMSTAD

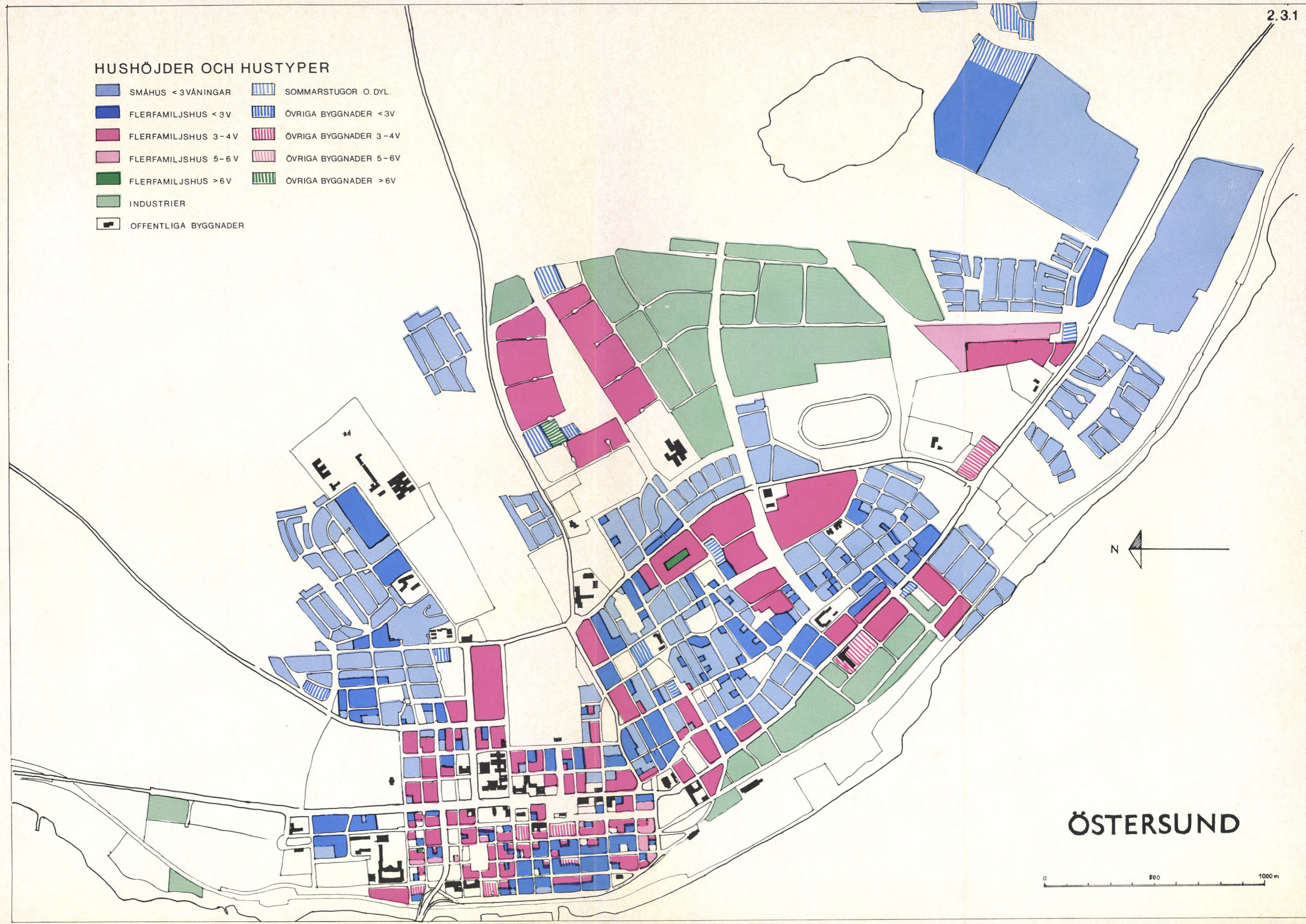
Skala 1 : 15 000



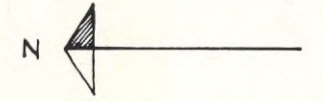
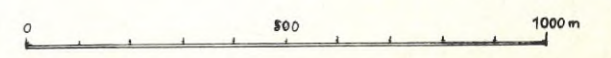


HUSHÖJDER OCH HUSTYPER

- SMÅHUS <3VÄNINGAR
- FLERFAMILJSHUS <3V
- FLERFAMILJSHUS 3-4V
- FLERFAMILJSHUS 5-6V
- FLERFAMILJSHUS >6V
- INDUSTRIER
- OFFENTLIGA BYGGNADER
- SOMMARSTUGOR O. DYL.
- ÖVRIGA BYGGNADER <3V
- ÖVRIGA BYGGNADER 3-4V
- ÖVRIGA BYGGNADER 5-6V
- ÖVRIGA BYGGNADER >6V



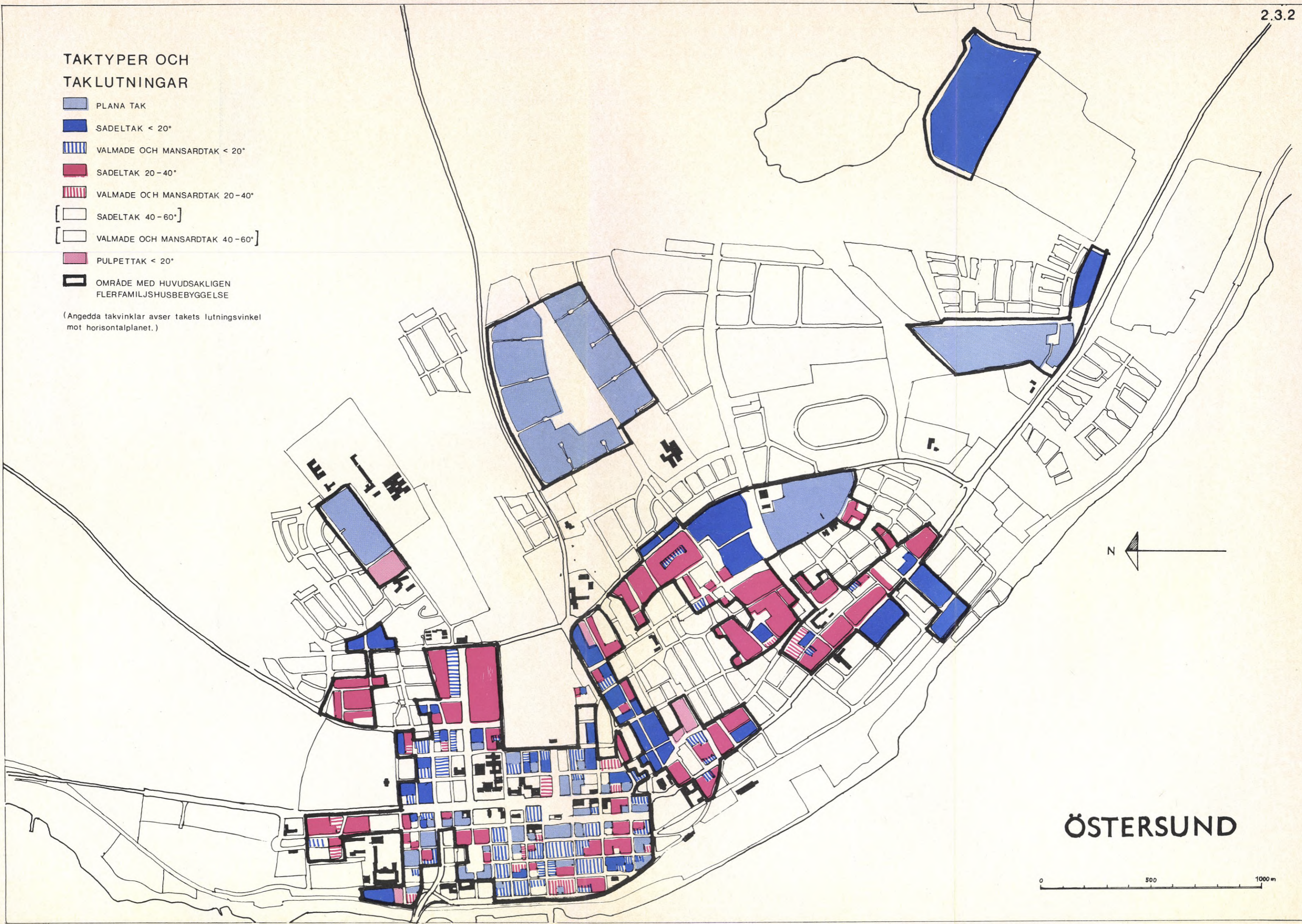
ÖSTERSUND



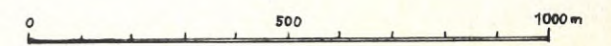
TAKTYPER OCH TAKLUTNINGAR

-  PLANA TAK
-  SADELTAK < 20°
-  VALMADE OCH MANSARDTAK < 20°
-  SADELTAK 20-40°
-  VALMADE OCH MANSARDTAK 20-40°
-  SADELTAK 40-60°
-  VALMADE OCH MANSARDTAK 40-60°
-  PULPETTAK < 20°
-  OMRÅDE MED HUVUDSAKLIGEN FLERFAMILJSHUSBEBYGGELSE









(Angedda takvinklar avser takets lutningsvinkel mot horisontalplanet.)

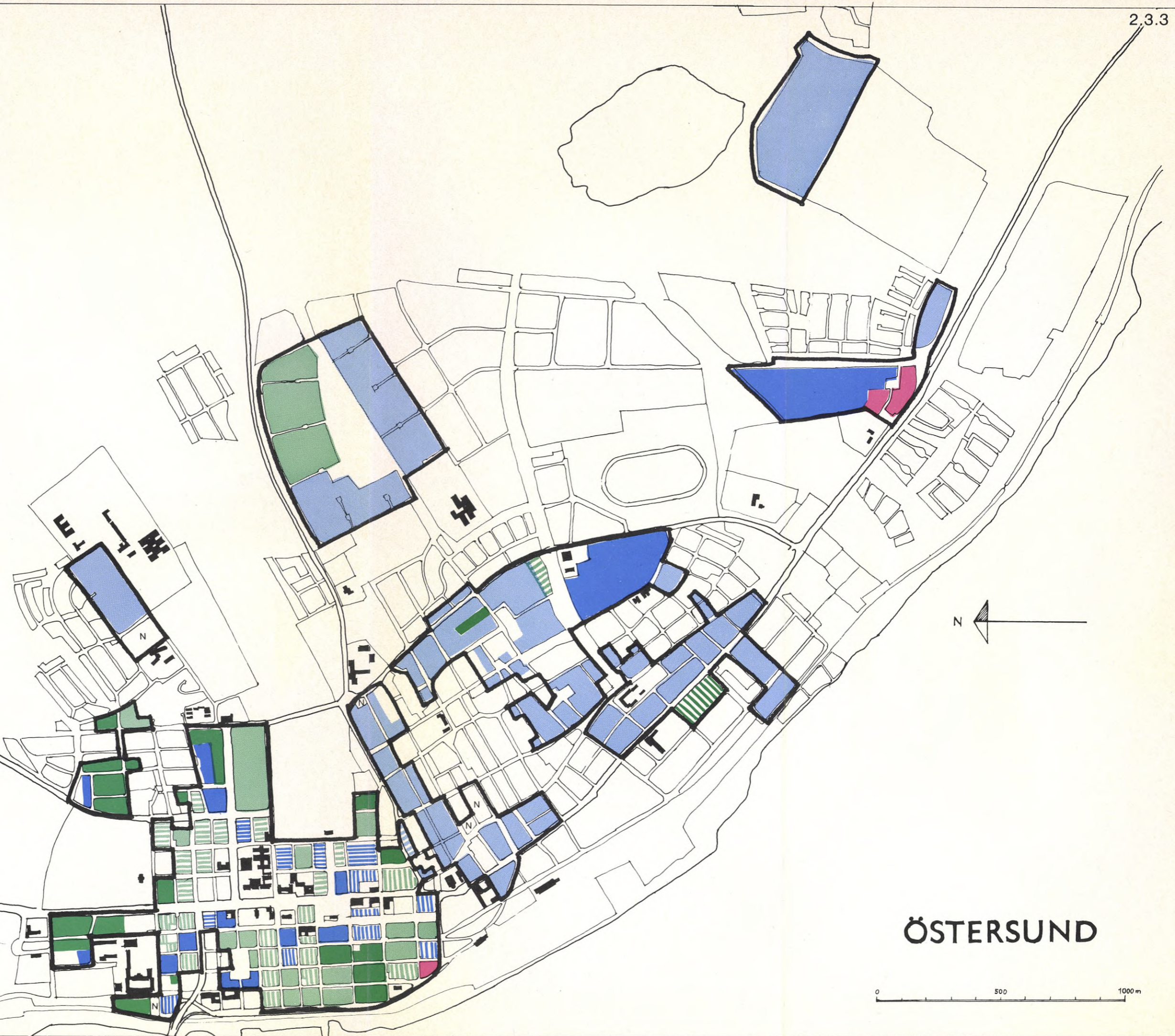


ÖSTERSUND

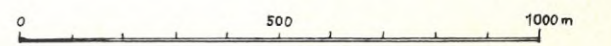


ORIENTERING AV TAKYTOR

-  Huvudsakligen sydlig orientering (c:a 75 - 100% av takytan).
-  Övervägande sydlig, (c:a 50-75%), i övrigt SV eller SO-lig orientering.
-  Övervägande sydlig, i övrigt väst eller östlig orientering.
-  Huvudsakligen SV eller SO-lig orientering.
-  Övervägande SV eller SO-lig, i övrigt sydlig orientering.
-  Övervägande SV eller SO-lig, i övrigt väst eller östlig orientering.
-  Huvudsakligen väst eller östlig orientering.
-  Övervägande väst eller östlig, i övrigt SV eller SO-lig orientering.
-  Övervägande väst eller östlig, i övrigt sydlig orientering.
-  Lika delar sydlig och SV eller SO-lig orientering.
-  Lika delar SV eller SO och väst eller östlig orientering.
-  Lika delar sydlig och väst eller östlig orientering.
-  Orientering mot nordliga väderstreck.
-  Område med huvudsakligen flerfamiljshusbebyggelse.



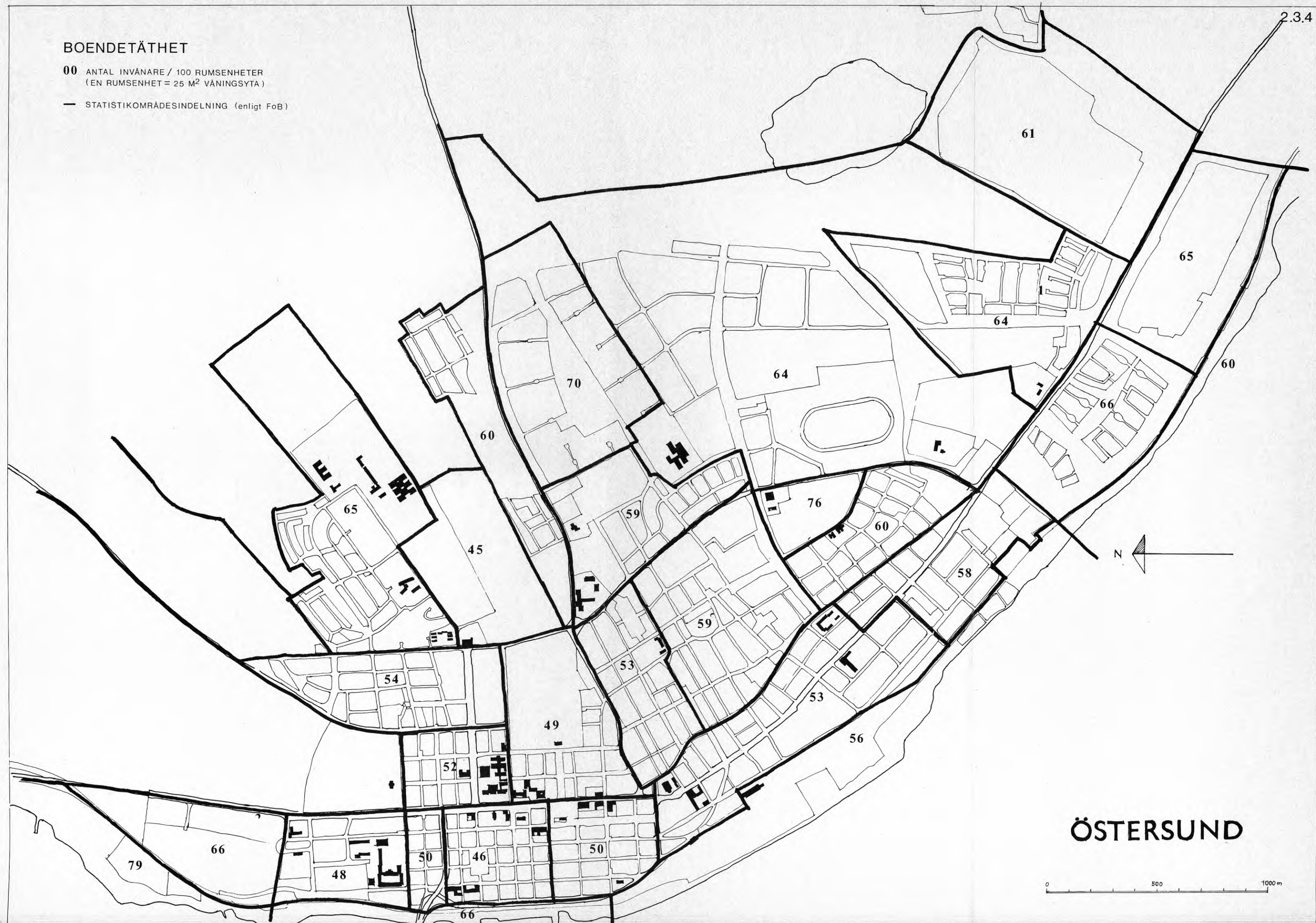
ÖSTERSUND



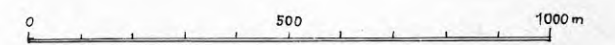
BOENDETÄTHET

00 ANTAL INVÄNARE / 100 RUMSEHETER
(EN RUMSEHET = 25 M² VÄNINGSYTA)

— STATISTIKOMRÄDESINDELNING (enligt FoB)



ÖSTERSUND



BILAGA 3 BERÄKNING AV MÖJLIG ENERGIBESPARING I KALMAR

Så som redovisas i avsnitt 4.5 har inventeringens resultat för varje ort sammanställts på en översiktskarta, där bebyggelsen med hänsyn till den möjliga energibesparingen indelats i följande 6 grupper.

Område där varmvattenförsörjningen helt kan tillgodoses med hjälp av solenergi under:

I	mars t.o.m. oktober eller längre
II	endast mars t.o.m. september
III	" april " augusti
IV	" maj " augusti
V	" juni och juli
VI	" juni eller kortare

Vid beräkningen av bebyggelsens procentuella fördelning mellan dessa sex grupper har en överslagsmässig metod tillämpats. Som utgångspunkt har Folk- och Bostadsräkningens indelning av bebyggelsen i statistikområden använts.

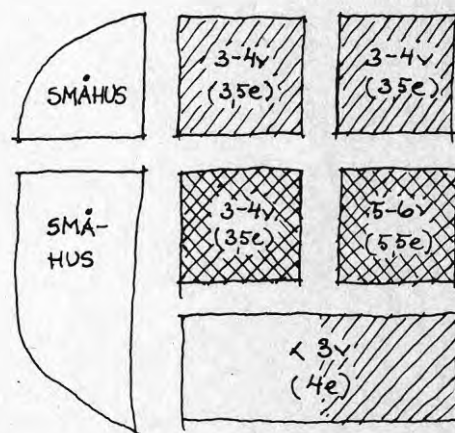
För varje statistikområde har bebyggelsens procentuella andel av hela ortens bostadsyta beräknats med hjälp av FoB's lägenhetsdata. Även fördelningen mellan flerfamiljshus och småhus har registrerats. Med utgångspunkt från de inventeringskartor som redovisar våningshöjder, samt de översiktskartor där inventeringsresultaten sammanställts, har bostadsytans procentuella fördelning mellan de av grupperna I - VI som förekommer inom statistikområdet uppskattats. Hur dessa uppskattningar genomförts framgår av nedanstående exempel.

Exempel 1

Statistikområde 00:
totalt: 5,2 % av ortens bostadsyta, varav 4,0 % flerfamiljshus.

flerfamiljshusen:

Gr. I	2 enheter
Gr. II	$3,5 + 3,5 + 2 = 9,0$ enheter
Gr. III	$3,5 + 5,5 = 9,0$ "
	totalt: 20,0 enheter



	GRUPPI MARS TOM. OKT.
	GRUPP II MARS TOM. SEPT.
	GRUPP III APRIL TOM. AUG.

20 enheter = 4,0 % 1 enhet = 0,2 %

Detta ger totalt:

Gr. I 0,4 % + 1,2 % = 1,6 % av ortens bostadsyta

Gr. II 1,8 % av ortens bostadsyra

Gr. III 1,8 % " " "

För Kalmar har även uppgifter om antal rumsenheter funnit tillgängliga på kvartersnivå, vilket möjliggjort en mer tillförlitlig beräkning av bostadsytans fördelning mellan grupperna I - VI inom varje statistikområde. Så som framgår av exempel 2 kan, med hjälp av dessa uppgifter, en mer direkt sammanräkning av fördelningen genomföras.

Exempel 2

Statistikområde 00:

totalt: 5,2 % av ortens bostadsyta, varav 4,0 % flerfamiljshus.

flerfamiljshusen:

Gr. I 0,8 % / 2 = 0,4 %

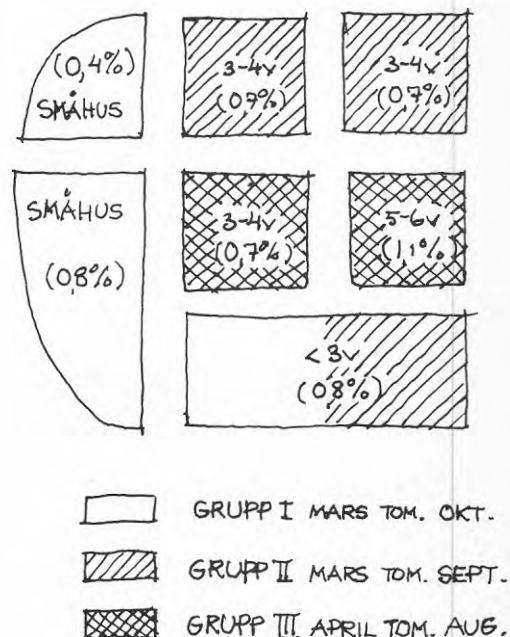
Gr. II 0,7 + 0,7 + 0,8/2 = 1,8 %

Gr. III $\frac{0,7 + 1,1}{2} = 1,8 %$

Totalt: 4,0 %

flerfamiljshus + småhus:

Gr. I 1,6% Gr. II 1,8 % Gr. III 1,8 %



För att pröva tillförlitligheten hos den översiktliga metod som tidigare beskrivits, har för Kalmar den möjliga energibesparingen beräknats både enligt de i exempel 1 och de i exempel 2 redovisade metoderna. Genom en innebördes jämförelse mellan de resultat som erhållits, kan en bedömning av den överslagsmässiga metodens tillförlitlighet göras.

I nedanstående tabell redovisas resultaten enligt de två olika metoderna för var och ett av Kalmars statistikområden.

Tabell 3:1. Bostadsytans fördelning mellan grupperna I - VI för statistikområden inom Kalmar tätort.

Statistik- område	Grupp I - VI	Andel %	Uppskattad an- del %
001	Gr I	2,0	1,8
	Gr II	1,1	1,3
003	Gr I	1,4	1,4
	Gr II	0,4	0,4
004	Gr I	2,5	2,4
	Gr II	0,2	0,3
005	Gr I	2,8	2,8
007	Gr I	0,3	0,3
008	Gr I	0,5	0,3
	Gr II	2,9	2,6
	Gr III	0,5	0,4
	Gr IV	1,2	1,8
009	Gr I	2,8	2,8
	Gr II	0,9	0,9
010	Gr I	2,7	2,7
011	Gr II	-	0,2
	Gr III	0,8	0,6
	Gr IV	1,7	1,7
012	Gr I	0,2	0,3
	Gr II	1,6	1,5
	Gr III	0,8	0,8

Statistik- område	Grupp I - VI	Andel %	Uppskattad an- del %
013	Gr I	1,0	0,8
	Gr II	1,2	1,2
	Gr III	0,2	0,4
014	Gr I	3,2	3,2
	Gr II	1,2	1,2
015	Gr I	2,7	2,7
016	Gr I	0,4	0,3
	Gr II	1,5	1,5
	Gr IV	0,3	0,4
017	Gr I	0,1	0,1
018	Gr I	0,1	0,1
020	Gr I	3,4	3,1
	Gr III	1,2	1,3
	Gr IV	1,8	2,0
021	Gr I	0,2	0,4
	Gr II	3,2	3,0
022	Gr I	0,6	0,7
	Gr II	3,4	3,2
	Gr IV	0,3	0,4
023	Gr I	2,8	2,7
	Gr II	-	0,1
025	Gr I	2,8	2,8
	Gr II	0,7	0,7
026	Gr II	1,4	1,4
027	Gr II	2,2	2,2

Statistik- område	Grupp I - VI	Andel %	Uppskattad an- del %
028	Gr I	0,2	0,2
029	Gr I	1,2	1,2
	Gr II	4,2	3,1
	Gr III	1,7	2,8
	Gr IV	1,8	1,8
030	Gr II	4,3	4,5
	Gr VI	1,0	0,8
031	Gr I	3,8	3,8
032	Gr III	3,6	3,6
033	Gr I	0,1	0,1
	Gr II	1,5	1,5
034	Gr I	3,4	3,4
035	Gr I	0,1	0,1
036	Gr I	1,3	1,3
037	Gr I	1,7	1,7
038	Gr I	0,6	0,8
	Gr II	1,2	1,0
	Gr III	1,6	1,6
060	Gr III	3,5	3,5
Totalt	Gr I	41,5	44,3
	Gr II	36,5	31,8
	Gr III	13,9	15,0
	Gr IV	7,1	8,1
	Gr V	-	-
	Gr IV	1,0	0,8

För att underlätta en jämförelse mellan resultaten redovisas dessa även kumulativt i nedanstående tabell.

Tabell 3:2

Energibesparings- period	≥ 8 mån	≥ 7 mån	≥ 5 mån	≥ 4 mån	≥ 2 mån	≥ 0
Beräknat värde	41,5	78,0	91,9	99,0	99,0	100 %
Uppskattat värde	44,3	76,1	91,1	99,2	99,2	100 %
Avvikelse	+2,8	-1,9	-0,8	+0,2	+0,2	-

Så som framgår av ovanstående är överensstämmelsen mellan de beräknade och de uppskattade värdena god. Avvikelsen utgör som mest endast några få procent av bostadsytan. Någon bestämd tendens till överskattning eller underskattning av den möjliga energibesparingen kan knappast utläsas ur resultaten. Tillförlitligheten hos den överslagsmässiga metoden har således, med utgångspunkt från denna jämförelse, bedömts som tillräcklig.

BILAGA 4 LITTERATUR

Solinstrålning och utnyttjande av solenergi

- G. Brown, E. Isfält* Solinstrålning och solavskärmning. Byggforsksningen R 19:1974.
- G. Brown* Solvärme genom fönster och solskydd. Särtryck VVS 6:1975 och 2:1966. Byggeforskningen R 11:1966.
- J.C. Courvoisier, T. Ginsburg, R.W. Peter* Die bedeutung der Sonnenenergie im Rahmen eines Energiekonzeptes für die Schweiz.
- L. Engström, J. Holmberg, T-G Malmström, E. Peterson, L. Ringblom.* Sol, solvärme, solenergi - en litteraturförteckning. Byggeforskningen R 7:1975.
- P. Höjerdal
E. Isfält* Konstruktion och provning av solfångare. Förutsättningar för solvärmesystem i Sverige. Tekniska meddelande nr 57-62. Institutionen för Uppvärmnings- och Ventilationsteknik, KTH, Stockholm 1975:1.
- I. Möller, E. Öfverholm, P. Isaksson. S. Lönn* Solvattenvärmare för sommarbruk, praktiska råd för fritidshuset och gården. VVS informationskrift 1976:1. En publikation från VVS-Tekniska föreningen och Förlags AB WS.
- H. Nordenström* Byggande, energi och ekologi, rapport från en resa i USA. Byggeforskningen T 11:1975.
- P.R. Sabađy* Haus und Sonnenkraft, Helion Verlag, Zürich.
- P. Steadman* Energy, environment and building Cambridge University press.

G. Wetterman B. Holmström

Aspekter på solen som energikälla.
Ingenjörsvetenskapsakademin, meddelande
204, 1976.

Tidskrifter:

Heating, piping and air conditioning.
Solar energy in the 1970's sid. 31-37
juli 1975.

Applied solar energy (Geliotekhnika)
The allerton press journal program in
cover to cover translation from Russian.
Allerton press inc., New York.

Solar energy The journal of solar energy
science and Technology. The international
solar energy society, Pergamon press.

Energiförbrukning

Energi 1985 - 2000, betänkande avgivet av
energiutredningen, SOU 1974:64,
bilaga SOU 1974:65.

Energiberedskap för kristid, energibered-
skapsutredningen. SOU 1975:60, Bilagor
SOU 1975:61. Bilaga 6: Ransonering av tapp-
varmvatten. förutsättningar och möjligheter.

Energiforskning. Expertmaterial utarbetat
på uppdrag av energiutredningen. Av-
delning D, energianvändning för lokalkom-
fort och hushåll. SOU 1974:76.

Byggnadsenergigruppen

Energianvändning i byggnader. Mätningar och
studier i flerfamiljshus. Byggeforskningen
R 10:1974.

G. Svensson

Dygnbehovet för tappvarmvatten. Byggeforsk-
ningen R 57:1973.

Underlagsmaterial för val av inventeringsområden

L. Améen

Stadsbebyggelse och domänstruktur, CWK
Gleerup, Lund 1964.

Dahlberg & Udman

Stadsutveckling och planering i Sverige.
Läromedelsförslaget Teknik och ekonomi
1969.

*Albert Bonniers förlag,
Stockholm 1970*

Det moderna Sverige

Statistiska centralbyrån

Historisk statistik för Sverige. 1965.

L. Madsén

Sverige från ovan. Bokförlaget Trevi 1972.

Statistiska centralbyrån

Statistisk årsbok

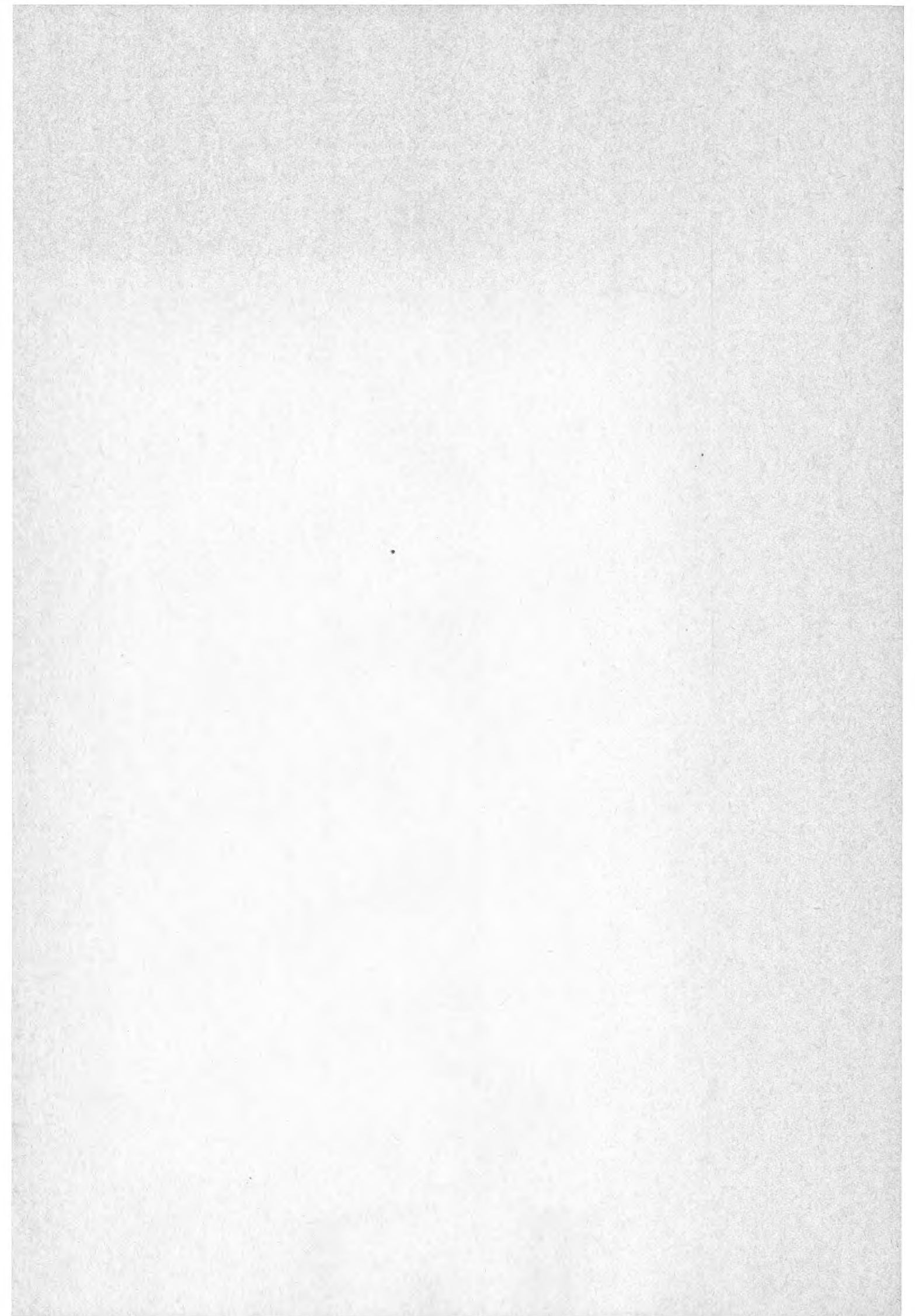
*Generalstabens litografiska
anstalt, Stockholm 1932*

Svenska orter, atlas över Sverige med orts-
beskrivningar.

Sverige, land och folk, Stockholm 1966.

W. William-Olsson

Ekonomisk - geografisk karta över Sverige,
Nordiska Rotogravyr, Stockholm 1946.



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 760261-5
från Statens råd för byggnadsforskning till Inst. för
uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH, Stockholm

TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FÖR VÄG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

Art.nr6600686
Abonnemangsgrupp:
W. installationer

Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 1403
111 84 Stockholm

R86: 1977

ISBN 91-540-2786-1
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Cirkapris: 38 kr exkl moms