



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.

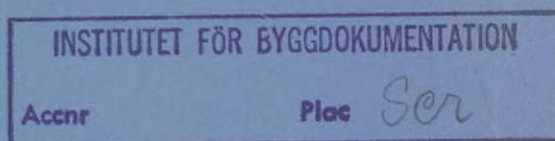
This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



## Lokalklimatiska kartor för användning i kommunal översiktlig planering

En metodstudie

Sven Lindqvist  
Jan O. Mattsson  
Björn Holmer



R38:1983

LOKALKLIMATISKA KARTOR FÖR ANVÄNDNING  
I KOMMUNAL ÖVERSIKTLIG PLANERING

En metodstudie

Sven Lindqvist  
Jan O. Mattsson  
Björn Holmer

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
800100-0 från Statens råd för byggnadsforskning  
till BERGAB Klimatundersökningar, Göteborg.

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

R38:1983

ISBN 91-540-3910-X  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

## INNEHÅLL

FÖRORD . . . . .	5
SAMMANFATTNING . . . . .	6
1 BAKGRUND OCH SYFTE . . . . .	9
2 LOKALKLIMAT . . . . .	13
2.1 Klimat av olika skalor . . . . .	13
2.2 Energibalans och klimat . . . . .	15
2.3 Topoklimat . . . . .	19
2.3.1 Sol- och skugglägen . . . . .	20
2.3.2 Kalluft i kuperad terräng . . . . .	20
2.3.3 Svala höjdområden . . . . .	25
2.3.4 Dämpade sjölägesklimat . . . . .	25
2.3.5 Fuktiga klimat i sankområden, vid sjö- och havsstränder etc. . . . .	26
2.3.6 Starkvindområden . . . . .	27
2.3.7 Svagvindområden . . . . .	27
2.4 Urbanklimat . . . . .	27
2.5 Klimatmosaik . . . . .	32
2.6 Lokalklimat och planering . . . . .	32
3 LOKALKLIMATKARTOR - - FÖRSÖK I SVERIGE OCH UTLANDET . . . . .	35
4 ARBETETS UPPLÄGGNING . . . . .	43
5 INFORMATIONSSINNEHÅLLET I KAR- TORNA . . . . .	45
6 UNDERSÖKNINGSMETODIK . . . . .	61
7 KARTORNAS UTFORMNING . . . . .	63
8 KARTKOMMENTARER . . . . .	66
9 PILOTSTUDIER I OLIKA LANDSKAPS- TYPER - - FRAMSTÄLLNING AV KLI- MATKARTOR ENLIGT FÖRESLAGEN METODIK . . . . .	68
9.1 Test av inventeringsmetodik och kartteknik samt provframställ- ning av karta för del av Lerums kommun . . . . .	68
9.2 Framställning av klimatkartor baserade på bedömningskartering respektive på mätningar och be- dömning . . . . .	70
9.2.1 Kartering i Lundaregionen . . . . .	70
9.2.2 Kartering i Stenungsundsregionen . . . . .	73
9.3 Klimatkartering i Kungsbacka kommun - - ett tillämpningsexem- pel . . . . .	76

10	DISKUSSION OCH REKOMMEN- DATIONER . . . . .	77
	LITTERATUR . . . . .	80
	BILAGA 1 Kartor . . . . .	85
	BILAGA 2 Exempel på kartkommentarer . .	97

## FÖRORD

Under senare år har intresset för att ta hänsyn till lokalklimatet vid områdesplanering ökat i såväl Sverige som utlandet. En förutsättning för ett sådant hänsynstagande är dock att information om lokalklimatet finns att tillgå för planerarna och att denna information ges i överskådlig form, helst i kartor. Lokalklimatiska kartor, generellt anpassade för planeringsändamål i svenska landskapstyper, saknas emellertid helt. I de fall det lokala klimatet beaktats vid planering och kartor framställts härför, har dessa präglats av ett mera tillfälligt framställnings- och presentationsförfarande. Deras manér, skalor och informationsinnehåll har sålunda växlat från fall till fall.

År 1979 tilldelades vi ett mindre anslag från Byggnadsforskningsrådet för att närmare utreda behovet hos planerare på kommunal nivå och länsnivå av lokalklimatiska kartor. Vi kontaktade härvid ett antal planeringsansvariga, av vilka flera sedan kom att ingå i en avnämargrupp som tillsattes i samband med att Byggnadsforskningsrådet år 1980 beviljade oss ett större forskningsanslag som möjliggjorde genomförandet av den här presenterade utredningen. Följande personer ingick i avnämargruppen: Stadsplanearkitekt Siegfried Huber, Plankontoret, Kungsbacka, arkitekterna Conny Jerkbrant och Kjell Jonasson, Efem arkitektkontor, Göteborg, generalplanearkitekt Bengt Jonsson, Stadsbyggnadskontoret, Lund, arkitekt Janis Kursis, Foster och Jacobssons arkitektkontor, Lund, arkitekt Holger Lindelöw, Stadsbyggnadskontoret, Göteborg, arkitekt Ulla Westerberg, SIB, Gävle, byrådirektör Gunilla Wästlund, Statens planverk, Stockholm och länsarkitekt Ingegärd Ågren, Länsstyrelsen, Göteborg. Avnämargruppens synpunkter på vårt utredningsarbete framfördes bl. a. vid ett seminarium den 11 februari 1982, vid vilket forskningssekreterare Sten Flodin, BFR, Stockholm var ordförande. Synpunkterna har beaktats i utredningen.

Behjälpliga i undersökningens olika skeden har vidare varit Eva Ahlkrona, Karin Hall, Anders Helgesson, Göran Loman och Jonas Åkerman, samtliga Lund och Bo Ericsson, Per-Anders Hjort och Bengt Zetterström, samtliga Göteborg.

Till nämnda personer och till Byggnadsforskningsrådet ber författarna härmed få framföra ett varmt tack.

## SAMMANFATTNING

Intresset för lokalklimatologisk information vid bl. a. översiktlig planering har ökat under senare år i såväl Sverige som utlandet. Något mera systematiskt användande av sådan information vid planering har dock hittills knappast förefunnits, möjligen delvis beroende på att lokalklimatiska kartor generellt anpassade för planeringsändamål i svenska landskaps-typer hittills saknats. Målsättningen hos detta projekt har därför i första hand varit att utveckla ett lämpligt förfarande för framställning av sådana kartor.

På ett tidigt stadium i utredningen togs kontakt med ett antal planeringsansvariga på kommunal och länsnivå för att få synpunkter på behovet i planeringsprocessen av lokalklimatiska kartor och det önskvärda innehållet i sådana kartor. Flera av de tillfrågade samt ytterligare representanter för planering kom sedan att ingå i en avnämargrupp som följt utredningsarbetet och vars synpunkter varit mycket värdefulla för dess färdigställande.

Utredningen behandlar inledningsvis lokalklimatens genes och differentiering i svensk terräng och särskiljer därvid två huvudtyper av lokala klimat - - topoklimat och urbanklimat. De lokala klimatens betydelse vid planering belyses också i detta sammanhang.

Utredningen granskar därefter vad som hittills gjorts i Sverige och utlandet vad gäller inventering och kartering av lokalklimat för planeringsändamål. Också om åtskilliga försök i vårt land och annorstädes gjorts att detaljkartera lokalklimat, har karteringen med få undantag ej varit systematiskt organiserad att tjäna som generellt underlag för planering.

Projektets uppläggning kan sammanfattas i följande moment:

- 1 Test av inventeringsmetodik och kartteknik samt provframställning av karta (provyta inom Lerums kommun).
- 2 Framställning av klimatkarta för två större provområden. För varje område upprättades en bedömningskarta och en karta grundad på både mätningar och bedömning. Resultaten av dessa försök, vilka för-lades till olika landskapstyper (provytor inom Stenungsunds och Lunds kommuner), var vägledande för fastställande av kartans innehåll och definitionen och avgränsningen av detta.
- 3 Klimatkartering och kartframställning enligt erfarenheterna från momenten 1 och 2 i form av ett tillämpningsexempel (provyta inom Kungsbacka kommun).



- 4 Testning av karteringstekniken inom ramen för löpande konsultuppdrag.
- 5 Definitivt förslag till kartutformning, innehåll och kartkommentarer för en färg- och en svartvit version.

I ett av rapportens mera omfattande avsnitt redovisas informationsinnehållet i kartorna. I dessa ingående och nedan listade parametrar definieras och/eller beskrivs kortfattat i avsnittet liksom hur parametrarna bestäms och avgränsas. Innehållet är följande:

- A Strålning och temperatur
  - A.a Solläge
    - A.a.a Fritt solläge
    - A.a.b Potentiellt solläge
  - A.b Skuggläge
  - A.c Kalluftproduktionsområde
  - A.d Kalluftflöde
    - A.d.a Starkt utbildat kalluft
    - A.d.b Måttligt utbildat kalluftflöde
  - A.e Kalluftsjö
    - A.e.a Mycket starkt utbildad kalluftsjö
    - A.e.b Starkt utbildad kalluftsjö
    - A.e.c Måttligt utbildad kalluftsjö
  - A.f Dämpat sjölägesklimat
    - A.f.a Starkt dämpat sjölägesklimat
    - A.f.b Måttligt dämpat sjölägesklimat
  - A.g Svalt höjdområde
  - A.h Termalbälte
  - A.i Värmeö
    - A.i.a Starkt utbildad värmeö
    - A.i.b Måttligt utbildad värmeö
- B Fuktighet
  - B.a Dimområde
    - B.a.a Område med strålningsdimma
    - B.a.b Område med advektionsdimma
    - B.a.c Område med orografisk dimma
    - B.a.d Område med olika slag av dimma eller dimma av komplex genes
- C Vind
  - C.a Starkvindområde
    - C.a.a Extremt starkvindområde
    - C.a.b Starkvindområde
  - C.b Svagvindområde
  - C.c Område med omlandsbris
  - C.d Område med lokala vindriktningsanomalier.

Undersökningsmetodiken beskrivs i ett därpå följande, mindre avsnitt. Erfarenhetsmässig bedömning av landskapet ur lokalklimatsynpunkt kompletterad med direkta klimatmätningar är de viktigaste medlen att förvärva informationsunderlag för kartframställningen. Värdefull kompletterande information kan därtill förvärfvas genom en rad mera indirekta metoder.

Kartans utformning redogörs för i ett därefter följande avsnitt. Kartskalan har bestämts till 1:50 000 och som underlägskarta utnyttjas en något nedtonad

svart-vit kopia av topografiska kartan i denna skala.

De lokalklimatiska kartorna förses med kommentarer, som innehåller relevant makro- och mesoklimatisk information och beskriver den allmänna lokalklimatiska bakgrunden ävensom speciella lokalklimatiska företeelser inom aktuella kartblad. Rapporten går i ett särskilt avsnitt närmare in på utformningen av dessa kommentarer och ger i en bilaga exempel på hur dessa kan vara utformade.

De egentliga karteringarna - - pilotstudierna i Lerums, Stenungsunds, Lunds och Kungsbacka kommuner - - beskrivs i ett särskilt avsnitt och utgör egentligen i sig och i den följd de presenteras en beskrivning av hur utredningsarbetet fortgått. De viktigaste kartorna ryms i rapportens kartbilaga.

Rapporten avslutas med en kortare diskussion som bl. a. ger rekommendationer för den fortsatta verksamheten vad gäller lokalklimatiska kartor för planering.

## 1 BAKGRUND OCH SYFTE

De lokala klimatförhållandenas inverkan på boendemiljö och energiförbrukning för uppvärmning har uppmärksamats under det senaste årtiondet, men det är sällan som lokalklimatologisk information användes systematiskt vid planering och byggande.

Mestadels kan det primära lokalklimatet bestämmas med efterfrågad noggrannhet. De topografiska förhållandena är ofta avgörande för lokalklimatet inom ett område som ska bebyggas. Det gäller bl. a. för temperatur och vind. Av efterföljande kapitel framgår att extrema lokalklimatmiljöer kan förekomma i dalgångar, speciellt på natten eller under hela dygnet på vinterhalvåret. Vid lugnt och klart väder kan temperaturdifferenser på 8 - 10°C utbildas mellan dalgångens botten och sidor. Kallluftsjöarna åtföljes ofta av exempelvis förhöjd luftfuktighet, ökad frekvens av lokal dimma och av dalinversioner, som kan ge besvärliga luftförorenings-situationer.

Vind i öppna lägen, speciellt accentuerat på krön och vid kanter av höjdplataer, utgör en annan lokalklimatfaktor, som är viktig att ta hänsyn till. Andra exempel är sol- och skugglägen i anslutning till topografi och vegetation.

I redan etablerad bebyggelse av mer betydande omfattning är värmeöar och speciella vindförhållanden påtagliga effekter. Speciellt kring högre byggnader kan hårda vindstötar och turbulens vara ett problem. Hårda vindar betyder också ökade energiförluster genom ventilation. Inom andra delar av städer utgör dålig luftomsättning ett problem ur luftföroreningssynpunkt. Detta är viktiga faktorer att ta hänsyn till vid projekt, som berör sanering av stadsdelar samt förtätning av bebyggelse.

Det är ännu sällsynt att lokalklimatet på ett seriöst sätt inkluderas i planeringsarbetet. En förklaring skulle kunna vara att denna faktor anses vara mindre relevant och sålunda ej nödvändig att uppmärksamma. Troligare är dock att kunskaperna om klimatet, speciellt dess betydelse ur energi- och miljösynpunkt, är begränsade. De bristande insikterna om klimatets lokala modifiering beror ej endast på att planerare och arkitekter försummat att tillgodogöra sig dessa kunskaper. Forskare och konsulter har haft svårt att presentera lokalklimatiska utredningar på ett överskådligt och för planeraren tillämpat sätt.

Det aktuella projektet, metodstudier för framställning av lokalklimatkartor, kan ses som ett viktigt led i försöken att förbättra möjligheterna att mer rutinemässigt få med klimatinformation vid bebyggelseplanering. En sådan metod måste av kommunalekonomiska skäl göras förhållandevis enkel. Lokalklimatiska kartor av detta slag ska kunna användas av planerare vid

stadsbyggnadskontor, politiker i byggnadsnämnder, personal vid hälsovårdsförvaltningar, verksamma vid privata arkitektkontor m. fl.

Målsättningen har i första hand varit att utveckla ett lämpligt kartmaterial för mer översiktlig planering, men med utblickar mot möjliga karteringar i andra skalor, måhända som ett efterföljande projekt.

För att få synpunkter på frågor rörande lokalklimatiska kartor har vi vänt oss till personer, som är verksamma i befattningar, där sådana kartor kan vara av stort värde. Vi frågade ett tjugotal representanter för planering på kommunal nivå och länsnivå om behovet av systematiserad information om lokalklimat. Flera av deltagarna i ett referensgruppsseminarium tillhörde denna grupp.

Samtliga tillfrågade ansåg att sådant behov finns. Uppfattningarna gick dock något isär beträffande på vilken planeringsnivå sådan kartinformation är mest värdefull. De flesta ansåg emellertid att kartorna har störst betydelse för mera översiktlig planering. Dock framfördes också åsikten att lokalklimatkartor skulle vara av intresse för områdes- och detaljplanering.

Beträffande vilken typ av information i kartorna som är önskvärd framhöll nästan alla kallluftansamling och vindexponering som angelägen information. I svaren avspeglas emellertid också, att slaget av önskvärd lokalklimatisk information växlar med landskapstypen. Flera ansåg att information om solexponering, beskuggning etc. borde medtas i kartorna. Övrig information, som av några tillfrågade ansågs önskvärd i kartorna, var dimma och vindsvaga områden.

Skiftande svar gavs på frågan om vilken kartskala som bör väljas. Vissa ansåg att kartan borde göras översiktlig i skala 1:50 000, men den vanligaste uppfattningen var att kartan borde vara något mera storskalig, 1:10 000 à 1:20 000.

De flesta tillfrågade ansåg att behovet av klimatkartering är störst för de områden som kommunerna avser att bygga ut, men intresse finns även för redan exploaterade områden.

Avnämargruppsammanträde med elva deltagare har givit fortsatt stöd åt arbetets inriktning. Dock påpekades bl. a. att det är viktigt att känna till olika planeringssteg. I den översiktliga planeringen tillåtes exempelvis inte så mycket information. Det gäller att finna rätt information till rätt planeringsskede och klimatet är inte alltid så centralt. Det är därför viktigt att isolera och prioritera den betydelsefulla informationen för respektive planeringsskede. Andra synpunkter av mer allmän karaktär som framfördes var att generaliserade förenklade kartor kunde vara att föredra exempelvis vid byggnadsnämnders sammanträden.

Vidare diskuterades huruvida kartorna skall innehålla bedömning av om vissa ytor är lämpliga eller olämpliga i ett eller annat ur planeringssynpunktintressant avseende. Skall man t. ex. ange att det kan vara olämpligt att lokalisera luftförorenande industri till en viss yta eller att denna kan vara mindre lämpad för någon typ av uteaktivitet? Till vilka ytor bör i stället olika slag av bebyggelse eller aktiviteter lokaliseras? Det anfördes dock även att en sådan bedömning kan riskera att låsa planeringen på ett onödigt sätt.



## 2 LOKALKLIMAT

### 2.1 Klimat av olika skalor

När man i dagligt tal använder ordet klimat är det som regel förhållandena över mycket stora arealer som åsyftas. Man talar ju som bekant om klimatet i södra Sverige, Englands klimat o.s.v. Detta s. k. makroklimat står under inflytande av rumsligt sett omfattande faktorer av typ kontinentalitet, breddgrad och atmosfärens allmänna cirkulation.

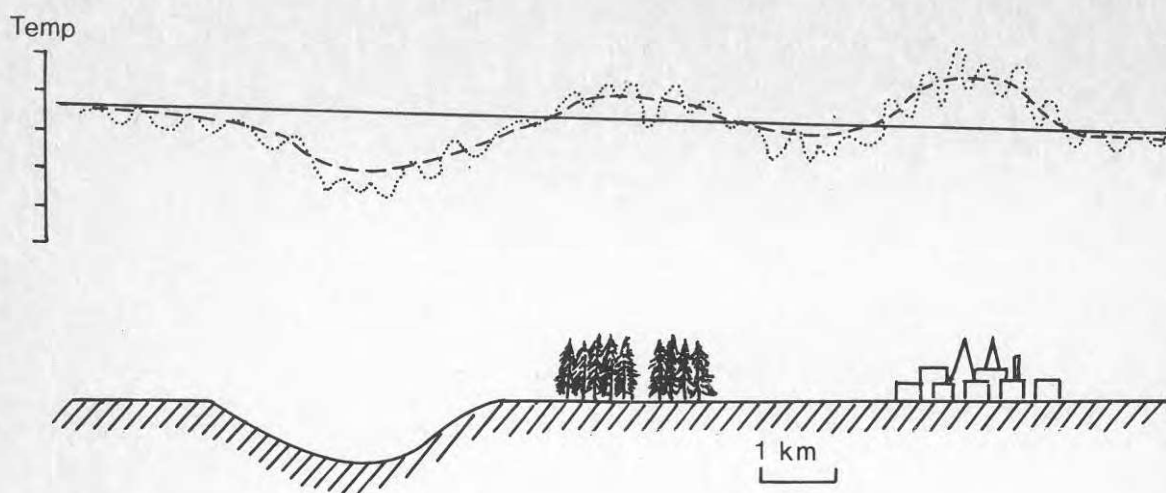
Det är en alldaglig erfarenhet att stora klimatskillnader kan förekomma också inom små avstånd. Inne i ett skogsbestånd råder exempelvis helt andra klimatförhållanden än på fältet utanför skogen, staden har sitt speciella klimat, dalgången sitt. Dessa klimat, som alltså står under inflytande av lokalt verkamma faktorer av typ vegetation, lokal topografi, bebyggelse etc., benämns lokalklimat.

Mellan det makroklimatiska och lokalklimatiska området införs ibland ett s. k. mesoklimatiskt område. Klimatet inom en region av storleksordningen Kristianstads-slätten är exempel på mesoklimat, också benämnt regionklimat.

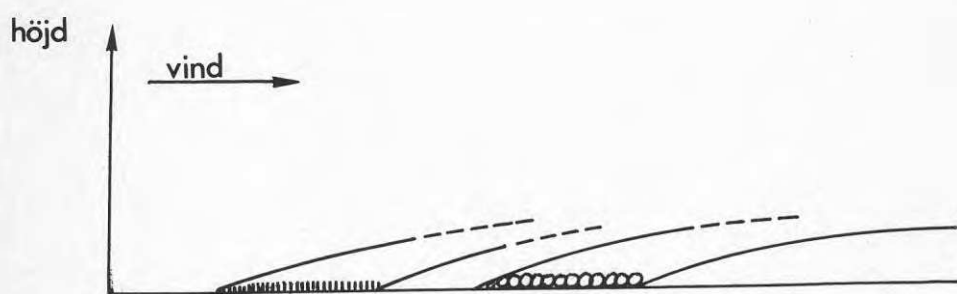
Mikroklimat, slutligen, kallas de klimat som utmärker luftskikten mycket nära markytan, vegetation, huskroppar etc. -- ofta bara inom någon eller några dm avstånd från dessa ytor -- eller eljest utmärker starkt begränsade områden. Intill en gräsbevuxen markyta råder exempelvis ett mikroklimat som skiljer sig från mikroklimatet i och över ett sädesfält eller intill en betongyta.

Fig. 2.1 visar schematiskt skillnaderna mellan makro-, lokal- och mikroklimat. Lufttemperaturen utefter en några km lång landskapsprofil har för en lugn, klar natt angivits med kurvor. Den kurva som representerar makroklimatet sammanbinder mätvärden i observationspunkter, vilka bildar ett ganska glest nät (det officiella nätet av SMHI-stationer). Stationerna i detta nät ligger så att mätningarna inte påverkas så mycket av de lokala faktorerna. Utefter profilen har emellertid detta nät lokalt förtätats, vilket ger underlag för den kurva som representerar lokalklimatet. Den taggiga kurvan i figuren, slutligen, representerar mikroklimatet, och bygger på mycket detaljerade mätningar utefter profilen. Man noterar hur olika ytor och miljöer i landskapet påverkar klimatet i anslutande luftskikt.

Figurexemplet avsåg temperaturen, men i verkligheten påverkas också luftfuktigheten, vindhastigheten och andra klimatement av underlaget. Dessa starkt påverkade luftskikt brukar benämnas gränsskikt och kan i vissa fall anordnas över varandra i flera lager (fig. 2.2).



Figur 2.1 Schematiska temperaturprofiler genom ett landskapsområde under en lugn, klar natt. Helderagen kurva är en makroklimatisk eller mesoklimatisk profil, streckad kurva en lokalklimatisk profil och prickad kurva en mikroklimatisk profil.



Figur 2.2 Gränsskikt över skilda underlag. Vid vind byggs gränsskikten upp i läriktningen och kan anordnas över varandra.



Serien makroklimat - - lokalklimat - - mikroklimat innebär inte endast en minskning av de rumsliga dimensionerna utan också en krympning av tidsskalan. Kunskapen om makroklimatet kräver sålunda långa observationsserier, ofta utsträckta över decennier. Lokal- och mikroklimatiska fenomen däremot reproduceras ofta mera frekvent. Exempelvis framträder huvuddragen hos terrängens kallluftmönster varje lugn och klar natt. Lokal- och mikroklimatisk information kräver därför vanligen ej lika långa observationsserier som i fråga om makroklimatet. I vissa fall kan mätningar utförda vid endast några få tillfällen vara tillräckliga.

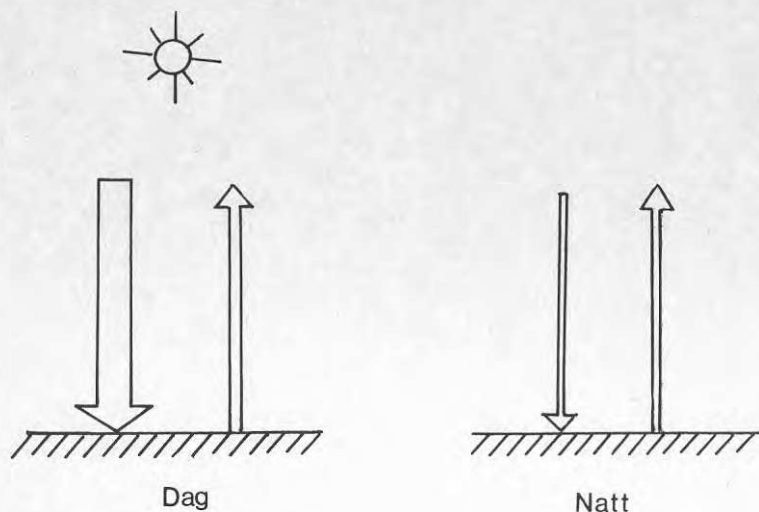
Mikro- och lokalklimaten är ofta extrema. Närbelägna lokalklimatregioner kan sålunda uppvisa klimatskillnader som inom makroklimatet motsvarar variationen över tusentals km.

En annan typisk egenskap hos dessa klimat är att de ofta låter sig påverkas med relativt enkla medel. Detta kan betyda en klimatförsämring, om man är oförsiktig. Men det kan också betyda en medveten förbättring av mikro- eller lokalklimaten.

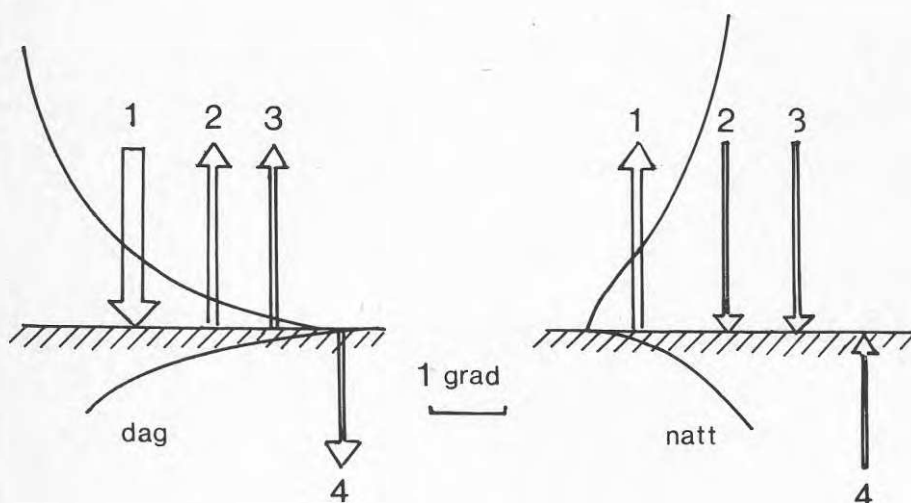
## 2.2 Energibalans och klimat

Inom ett större landskapsområde förekommer ofta en mosaik av skiftande mikro- och lokalklimat. Variationerna orsakas av skillnader i topografi, vegetation, markbeskaffenhet etc., vilka också innebär skillnader hos marken eller underlaget i övrigt i fråga om förmåga att tillgodogöra sig solstrålning samt i fråga om andra värmeegenskaper, fuktighet, strävhet m.m. Dessa jordytans varierande egenskaper påverkar den energiomsättning som äger rum vid densamma och som är bestämmande för vilken typ av klimat som skall uppstå över ytan i fråga.

Vi skall därför titta lite närmare på energiomsättningen vid markytan. För en viktig del av denna energiomsättning svarar strålningen. Markytan mottar och avger strålning. Strålningsinkomsterna består av den mängd solstrålning som absorberas vid ytan (kortvågig) och den (långvågiga) strålning som ytan mottar från atmosfären. Utgifterna representeras av markytans egen värmeutstrålning (långvågig). Skillnaden mellan inkomster och utgifter benämns strålningsbalans, fig.2.3. Överväger inkomsterna, är strålningsbalansen positiv, överväger utgifterna, är den negativ. Under soliga sommardagar har strålningsbalansen, trots att värmeutstrålningen från jordytan då ofta är kraftig, vanligen högt positivt värde. På natten är dess värde oftast negativt. Särskilt stora strålningsförluster förekommer under nätter med klar himmel och ren luft. Vid mulet väder går strålningsbalansen mot noll.



Figur 2.3 Strålningsinkomsterna vid markytan (nedåtriktade pilar) består under dagen av absorberad solstrålning (kortvågig) och atmosfärisk strålning (långvågig), under natten av enbart den senare. Strålningsförlusterna vid markytan (uppåtriktade pilar) består under såväl dagen som natten av värmestrålning (långvågig) från ytan. Skillnaden mellan strålningsinkomster och strålningsförluster benämns strålningsbalansen.



Figur 2.4 Karakteristisk energiomsättning vid en obevuxen markyta under en solig dag (markytan antas vara fuktig) och under en klar natt. 1 strålningsbalans, 2 transport av latent värme, 3 transport av sensibelt värme, 4 ledning av värme i marken. Den typiska temperaturfördelningen för de båda situationerna har också angivits i figuren. Temperaturen tilltar åt höger i respektive delfigur.

I vårt land är strålningsbalansen i genomsnitt positiv under sommaren och negativ under vintern. För jordytan som helhet gäller, att området mellan ca 35°N och ca 35°S har i genomsnitt för året positiv strålningsbalans, medan områdena utanför dessa båda breddgrader i genomsnitt har negativ.

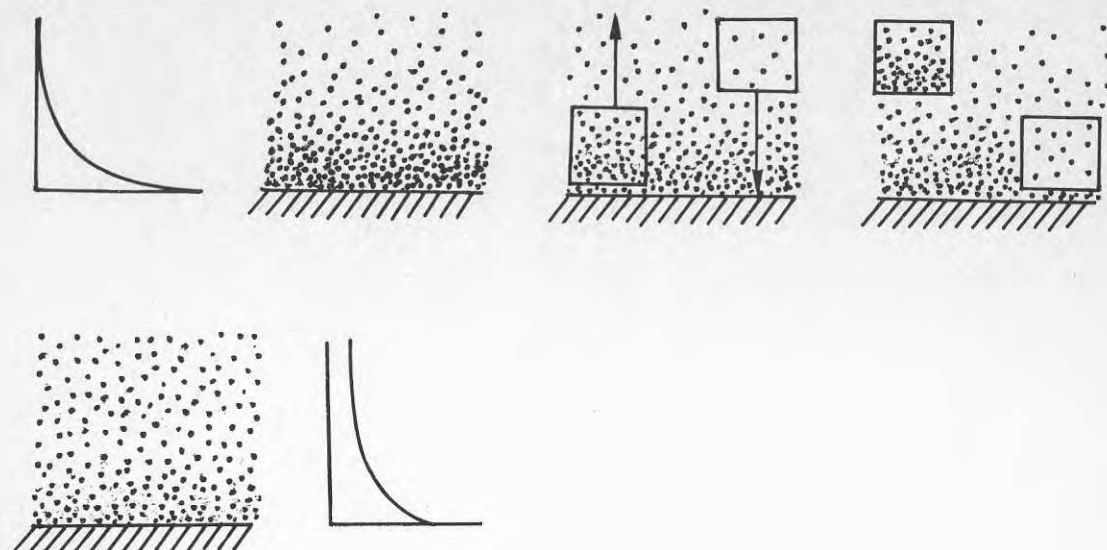
I det ovanstående har strålningsbalansen avsett en yta, markytan. Självfallet kan man också ange strålningsbalansen för ett luftskikt eller ett skikt av något annat medium som kan släppa igenom strålning, t.ex. snö, is och vatten. Man kan också formulera en strålningsbalans för fristående objekt såsom blad, termometrar etc.

En positiv strålningsbalans hos jordytan innebär alltså, att mer strålningsenergi tillförs denna än avges från densamma. Den absorberade överskottsenergin kan emellertid inte lagras i ytan (en yta saknar ju massa), utan endast omsättas i denna. Denna energi transporteras sålunda delvis från ytan ned i underlaget genom olika processer och åstadkommer en mer eller mindre stark uppvärmning av detta (inklusive ytan). Överskottsenergin kan vidare upptas i samband med avdunstning av vatten eller vid smältning eller "avdunstning" (sublimering) av is och snö på ytan (bindning av latent värme). Den kan slutligen också direkt överföras från ytan till luften och alltså resultera i en direkt uppvärmning av denna (sensibelt värme). Fig. 2.4. Transporten av latent och sensibelt värme i luften sker huvudsakligen genom oordnade luftrörelser, turbulens (fig.2.5).

Strålningsförlusterna vid en negativ strålningsbalans hos jordytan kan å andra sidan leda till en mer eller mindre stark avkylning av denna och skikten närmast under densamma. Energi från djupare belägna skikt transporteras dock härvid mot ytan och kompenserar förlusterna. Värme kan vidare frigöras vid ytan i samband med att vattenånga kondenserar (dagg) eller sublimerar (rimfrost) vid denna eller i anslutning till att vatten fryser till is i ytan (frigörelse av latent värme). Förlusterna kompenseras också genom att energi transporteras till jordytan från de nedre luftskikten, vilket i sin tur resulterar i en direkt avkylning av dessa (sensibelt värme). Fig. 2.4.

Värmetransporten i marken påverkas bl. a. av markens fysikaliska egenskaper såsom värmeledningsförmågan, vilka varierar med jordart och marktillstånd. Markbeklädnaden spelar också en stor roll, i det att vegetationen reducerar det energiflöde som genom strålning når markytan.

Det turbulenta värmeutbytet mellan markytan och luften kan vara mekaniskt eller termiskt betingat. I förra fallet alstras turbulensen av vindfriktionen, i senare fallet av täthetsskillnader hos "luftpaket" med olika temperatur.



Figur 2.5 Genom oordnade luftrörelser, turbulens, sker ett vertikalt utbyte av "luftpaket" och därmed av luftens egenskaper, t.ex. dess innehåll av värme, vattenånga och horisontell rörelse. Detta innebär en omblandning av lufttegenskaper och därmed en utjämning i vertikal riktning.

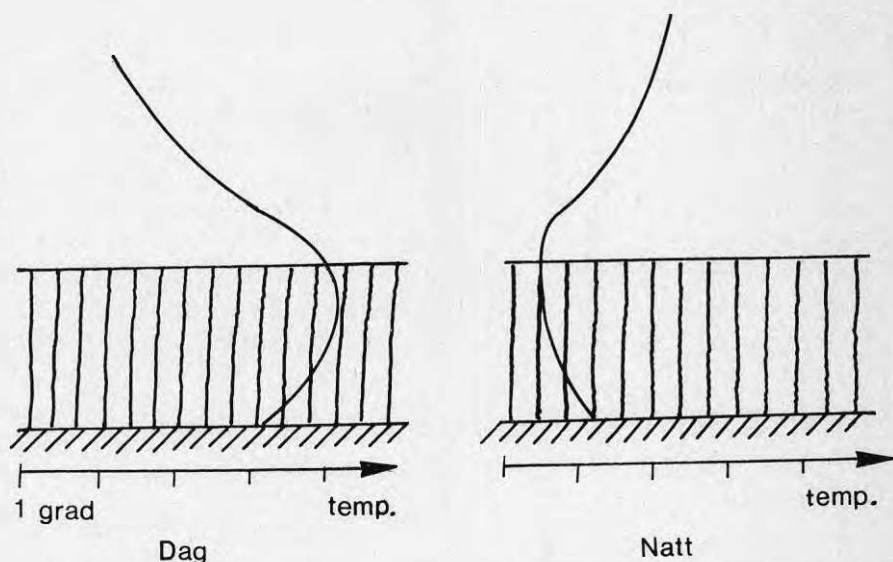
Strålningsbalansen är en betydelsefull faktor i jordytans energibudget. Mot strålningsbalansen måste övriga faktorer tillsammans balansera på ett sådant sätt att jordytans inkomster och utgifter av energi (alltså inte enbart strålningsenergi) ständigt är lika stora.

Markytans temperatur regleras av denna balans mellan strålningsnettot och värmetransporten, energibalansen, och påverkar själv denna. Vid positiv strålningsbalans är markytans temperatur som regel högre än temperaturen i luftskikten närmast över och i markskikten närmast under ytan, och vid negativ strålningsbalans som regel lägre än temperaturen i dessa skikt. Fig. 2.4.

Avser energibudgeten ett skikt, t.ex. av luft, snö, is, vatten eller vegetation, måste denna också beakta den lagring av energi eller lagerminskning som förekommer i skiktet.

Om markytan är helt vegetationsklädd, ändras energiomsättningen drastiskt. Växtbeståndet bildar en barriär mellan markytan och luftskikten över vegetationen. Instrålningen fördelas över en mängd småytor (blad etc.) i olika nivåer i vegetationen eller, om denna är tät, koncentrerade till dess övre skikt. Utstrålningen mot den kalla himlen sker väsentligen från zenitexponerade ytor i beståndet som, om detta är tätt, främst förekommer i dess övre delar. I högvuxna, täta bestånd dämpas temperaturvariationerna hos luftskikten inuti beståndet. Fig. 2.6.

I vissa fall är det nödvändigt i värmebudgetsammanhang att också beakta strålning från andra riktningar än den vertikala. Den öppna markytan kan t.ex. ha strålningsutbyte med ett närbeläget skogsbryn eller annat himmelsavskärmade objekt, t.ex. en bergskärning eller en byggnad. Vidare kan det vara nödvändigt att ta hänsyn till de energimängder som genom vindtransport, advektion, eller genom regnvatten m.m. tillförs eller berövas ytan.



Figur 2.6 Karakteristiska temperaturprofiler under en solig dag och under en lugn, klar natt i och över ett tätt växtbestånd. De högsta temperaturerna på dagen och de lägsta på natten förekommer uppe i beståndet, medan temperaturklimatet i de understa delarna av detta är mera dämpat.

Genom ömsesidig påverkan mellan markytan och undre luftskikt skapas vid lämpliga betingelser i fråga om väder, tid på dygnet etc. en mängd skiftande mikroklimat, som väsentligen betingas av horisontella skillnader hos underlaget (variation i t.ex. markfuktighet, jordart och vegetation). Vid differenser mellan större områden kan på motsvarande sätt lokalklimatiska skillnader uppstå.

I det svenska landskapet har vi främst två huvudtyper av lokalklimat, topoklimat och urbanklimat.

### 2.3 Topoklimat

Topoklimatet bestäms väsentligen av den lokala topografin, t.ex. höjdområden, sluttningar och dalar, men påverkas också av växtlighet, vattenytor och andra landskapselement. En viktig del i topoklimatet är den

kallluft som vissa ytor producerar vid lugnt och klart väder på natten.

### 2.3.1 Sol- och skugglägen

Vissa sluttningar mottar på grund av sin lutning och orientering större energimängder genom direkt solstrålning än horisontell mark. (Fig. 2.7.) Sådana, vanligen åt riktningar inom sydsektorn vettande ytor är generellt varmare och torrare än övriga ytor i landskapet. Detta gäller såväl de övre markskikten som de marknära luftskikten. Dessa sollägen kan vara mer eller mindre uttalade beroende på vegetationsförhållanden, jordart, årstid, väder etc.

Andra ytor i landskapet mottar på grund av sin lutning och orientering eller genom avskärmning, t.ex. genom högstammig, tät skog i höjdläge, bergskärningar etc., mindre energimängder genom direkt solstrålning än övrig mark. (Fig. 2.8.) Sådana skugglägen har vanligen lägre temperatur och större fuktighet än vad som är normalt i trakten. Snön smälter som regel långsammare bort i dessa lägen, och marken torkar endast sakta upp. I skugglägena främjas också bildningen av dagg och rimfrost.

### 2.3.2 Kallluft i kuperad terräng

Vi beskrev tidigare, hur markytan och vegetationen genom utstrålning kyls av under natten. Vid klar himmel och ren luft är strålningsförlusterna särskilt stora, och, om vädret dessutom är lugnt, motverkas inte avkylningen av vindalstrad turbulens. Underlag med dålig värmeledningsförmåga eller ringa värmeinnehåll såsom humusrik torvjord och kortvuxen vegetation blir härvid särskilt kalla. Luften intill den avkylda marken och vegetationen kyls också av, främst genom kontakten med de kalla ytorna.

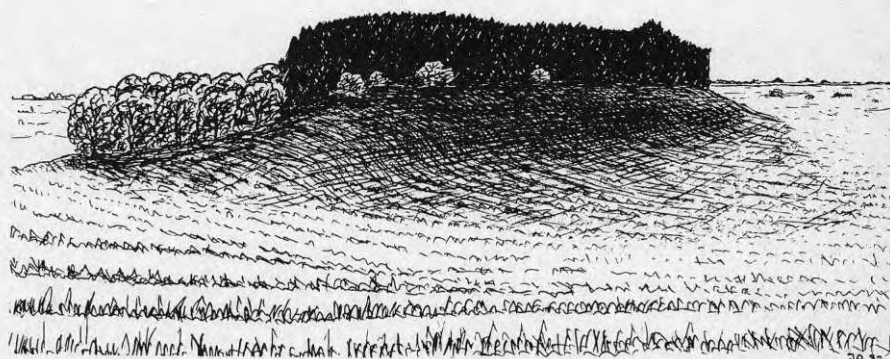
Kallluften tillväxer under nattens gång i mäktighet. Den är stabilt skiktad med den tyngsta luften (störst densitet, kallast) underst. En sådan "omvänd" temperaturskiktning kallas inversion, i detta fallet markinversion.

Denna stabilt lagrade kallluft är föga rörelsebenägen över plan, horisontell mark. Kallluft över en sluttande markyta däremot strävar genom sin tyngd att strömma ned utefter denna för att sedan stagnera i sänkor, svackor, dalar och andra negativa terrängformer. Terrängens egenskaper är avgörande för hur dessa processer skall utformas.

På grund av de förhållandevis svaga krafter som påverkar kallluften blir dennas rörelse som regel långsam, ofta understigande 1 m/s. Kallluftsflödet är vanligen mycket grunt, ofta mindre än en meters mäktighet. Man har jämfört konsistensen hos den utefter en sluttning ned-



Figur 2.7 Solläge.



Figur 2.8 Skuggläge.

strömmande kalluften med gröt eller trögflytande sirap. Denna konsistens medför, att kalluften är mycket känslig för hinder i dess väg.

Kalluften följer landskapets sluttande ytor och rinner gärna fram utefter fåror och svackor utmed sluttningarna. Kalluftflödet styrs och påverkas av formen hos dessa "ledlinjer" i terrängen (fig. 2.9). Men också hinder av olika slag på sluttningarna kan styra flödet av kalluft, t.ex. skogsbryn, häckar, gärdesgårdar, bebyggelse m.m. Även i mycket liten skala förekommer sådan "kalluftdränering", t.ex. utefter vissa vägbankar och diken.

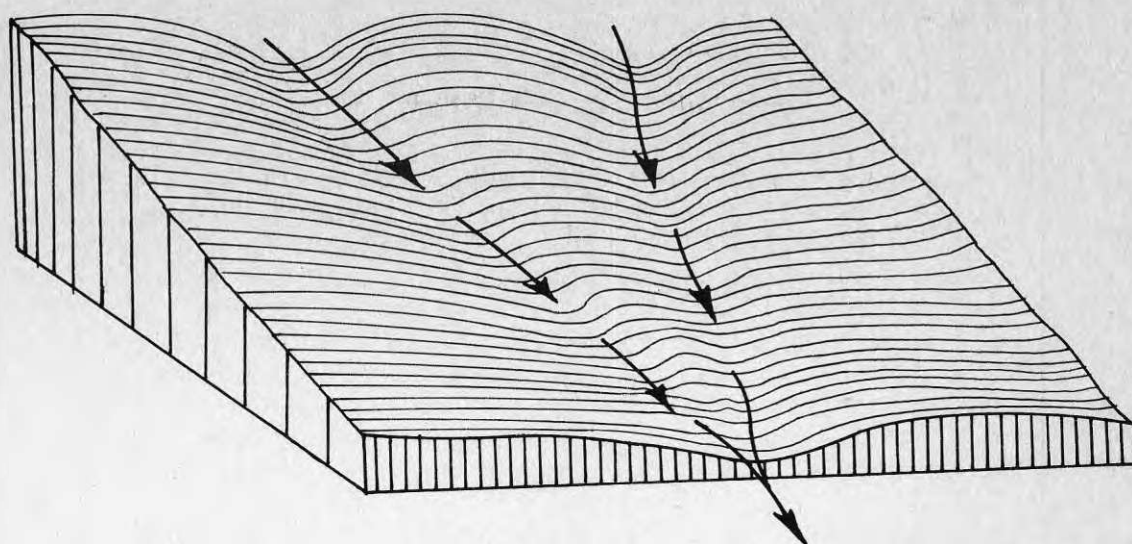
Kalluftflödena från de relativt högtliggande bildningsområdena, kalluftproduktionsområdena, följer sålunda ledlinjerna i landskapet och kan så småningom samlas i de större dalstråken, där sådana förekommer. Kalluften följer dessa dalar och bildar här mera storskaliga "kalluftfloder" (fig. 2.10).

Kalluftens slutstation är de mest lågtliggande uppsamlingsområdena: konkava, mer eller mindre avloppslösa sänkor och dalar i landskapet och andra låglänta ytor med begränsade avrinningsmöjligheter. Exempel härpå kan vara älvdalar, ådalar, områden ovanför dalförträngningar, terrängsvackor, områden på sluttningar ovanför kalluftdämmande trädridåer. Kalluften stagnerar här och bildar kalluftsjöar (fig. 2.11). Termerna högtliggande och lågtliggande har här använts som relativa begrepp. Den absoluta höjden är nämligen oftast av mindre betydelse för denna luftdränering än de relativa höjdskillnaderna. Sålunda kan kalluft mycket väl stagnera högt uppe i tillrinningsområdet, t.ex. i avloppslösa svackor inom detta eller mot hinder av olika slag. I mycket trånga hålformer kan dock avkylningen motverkas genom återstrålning från väggarna och andra processer. Se dock skugglägen ovan.

Tillförseln av kalluft till uppsamlingsområdet är avhängig tillrinningsområdets storlek och andra egenskaper, bl. a. transportvägarnas utformning och markbeklädning samt dess avstånd till uppsamlingsområdet. Vida svackor med lågvuxen vegetation är sålunda effektivare transportvägar än trånga, trädbevuxna rännor.

Bildningsområdenas effektivitet som kalluftproducenter hänger bl. a. samman med jordart och markanvändning inklusive jordbearbetning och vegetation. Särskilt god kalluftbildare är som tidigare nämnts mark eller underlag med dålig värmeledningsförmåga eller ringa värmeinhåll. Exempel härpå är humusrik torvjord och kortvuxen vegetation. Också fuktig mark, som på grund av avdunstning ofta är kall, kan främja bildning av kalluft. Mindre god kalluftbildare är mark med stor värmeledningsförmåga såsom berg i dagen och mineraljord eller underlag, i vilket värme eljest snabbt transporteras, såsom sjöar och floder. Ej heller högstammig skog kan anses särskilt verksam som kalluftproducent och dämpar överhuvudtaget kraftigt inflytandet av när-

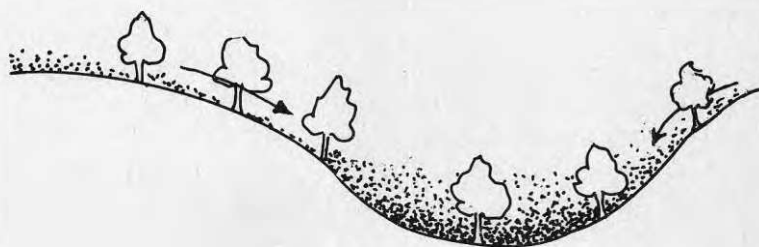




Figur 2.9 Kallluftflöden i svackor utefter sluttning.  
Efter Mattsson (1979 a).



Figur 2.10 Kallluftflöden på dalsidorna och en mäktig  
kallluftflod i huvuddalen. Efter Mattsson (1979 a).

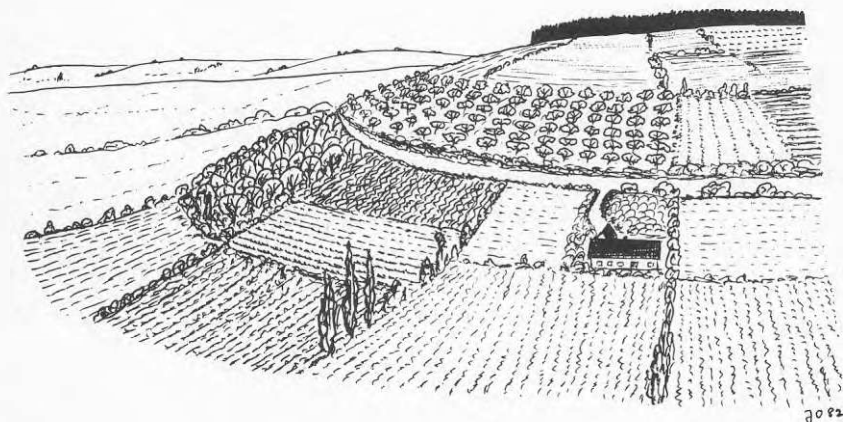


Figur 2.11 Kallluftsjö, varm sluttningsszon och kall plattå.  
Kallluften utmärks av pilar och punktmarkering. Efter  
Mattsson (1979 a).

topografin.

Kallluftsjöarna når vanligen maximal mäktighet redan på kvällen. De framträder ibland genom dis och dimma, som bildas särskilt i kallluftens övre skikt. I kallluftsjöarna är också förutsättningarna goda för uppkomst av rikliga dagg- och rimfrostbeläggningar och frost-risken ofta stor. Minimumtemperaturen i svackor och dalar, i vilka kallluftsjöar ofta utbildas, är som regel i genomsnitt flera grader lägre än över plan mark eller konvexa terrängformer. Också sedan kallluften stagnerat, fortsätter dess avkylning. Härvid stabiliserar luften ytterligare. Sedan magasinet fyllts, fortsätter tillrinnande kallluft vidare mot eventuellt mera lågtliggande terräng.

Temperaturen är lägst i sänkornas och dalarnas lägsta delar. Den ökar sedan successivt upp utefter sluttningarna och når vanligen ett högsta värde vid kallluftsjöarnas överyta. Denna relativt varma zon brukar betecknas termalbälte eller varma sluttningszonen. Över detta område på sluttningarna avtar åter minimumtemperaturen. (Fig. 2.11) Den varma sluttningszonen beror delvis också på att kallluftflödet alstrar en lokal luftcirkulation, genom vilken varmare luft från skikten över kallluftsjön transporteras in mot sluttningarna. Fig. 2.12 visar en varm sluttningszon med sin typiska något konvexa profil.



Figur 2.12 Sluttning med termalbälte eller varm sluttningszon (den konvexa delen av sluttningen).

### 2.3.3 Svala höjdområden

Höjden över havet spelar en roll för temperaturklimatet. Temperaturen avtar nämligen med höjden. Minskningen förekommer under hela året och belöper sig till något mer än en halv grad per 100 m stigning såsom genomsnitt för året. Områden som markant höjer sig över omgivande närbelägen terräng får därför ofta ett svalare lokalklimat än denna. Är höjdområdena mera omfattande, kan temperaturskillnaderna också ge makroklimatiska effekter. Härtill kommer att höjdområdena kan ge en förstärkning av nederbörden.

I dessa svala höjdområden (fig. 2.13) kan temperaturavvikelsen framträda också indirekt såsom genom skillnader i slag av nederbörd - - snö i stället för regn - -, genom olika vegetationsutveckling etc. Vindexponerade höjdsluttningar kan dessutom ha en relativt hög frekvens av dimma, s. k. orografisk dimma. För att tillräckligt stora temperaturkontraster skall uppkomma, måste den relativa höjdskillnaden mellan de aktuella områdena och omgivande terräng dock uppgå till åtminstone 50 à 75 m (jfr ovan).



Figur 2.13 Svält höjdområde.

### 2.3.4 Dämpade sjölägesklimat

Utmed havskuster och större sjöar utbildas en zon med ett sjöinfluerat lokalklimat. I fråga om temperaturförhållandena är här dygnets och årets högsta och lägsta temperaturer inte lika extrema som längre in i land. Temperaturdämpningen belöper sig i regel till högst någon grad. Zonens bredd växlar med topografi och exponering. Som största bredd kan anges några km.

Inom områden med dämpade sjölägesklimat kan emellertid också utbildas kallluftsjöar i härför lämpade terräng-avsnitt. Också dimmor och kraftiga vindar kan präglade vissa delar av zonen.

### 2.3.5 Fuktiga klimat i sankområden, vid sjö- och havsstränder etc.

Som framhölls ovan utbildas ofta dis och dimma i sänkor och dalar med kallluftsjöar. Orsaken härtill är dels att kondensation av vattenånga främjas i den kalla luften, dels att tillgången på vattenånga som regel är god i dessa låglänta, ej sällan sankade områden.



Figur 2.14 Lokal dimma över fuktig ängsmark.

Lokala dimmor kan emellertid också förekomma över fuktiga, horisontella markområden. Man möter ofta sådana dimstråk på vägar som övertvårar hedområden och fuktig ängsmark (fig. 2.14). Sådan mark är ofta kall på grund av avdunstning och dålig värmeledningsförmåga och främjar därför bildningen av kallluft. Tillgången på vattenånga är också ofta god. Dessa dimmor, liksom de som vanligen förekommer i kallluftsjöarna, benämns strålningsdimmor. Benämningen syftar på att de bildas i samband med strålningsavkyllning, främst vid klart och lugnt väder under kvällar och nätter.

Lokala dimmor uppträder också ofta vid vissa sjö- och havsstränder. De kan här främjas genom förekomsten av öppna sankområden, men kan också bero på lokal tillförsel av fuktig luft från vattenområdena (fuktighetsadvektion). Då denna luft kyls av vid kontakten med ett kallt underlag - - strand- och kustområdet - -, bildas dimma. Sådan advektionsdimma är vanlig under hösten och vintern i kustområden med pålandsvind, men kan då också få sådan utbredning, att den inte längre kan betecknas som en lokal dimma.

Under våren är havet och de större sjöarna ej sällan avsevärt kallare än landytan. Om luften över den sol-

uppvärmda landytan då förs ut över vattnet eller varmluft eljest förs ut över detta, kan bankar av tät dimma bildas över havet eller sjöarna. Denna variant av advektionsdimma kan då också beröra den yttersta kust- eller strandzonen.

Också vid älv- och åmynningar kan uppstå besvärande dimmor.

Vid kallt väder under höstarna ser man ej sällan s.k. sjörök över sjöar och vattendrag. Denna blir dock sålän så tät att den kan betecknas dimma, men kan trots detta ge betydande droppbeläggningar eller frostavsättningar i strandområdena.

Beträffande s.k. orografisk dimma hänvisas till 2.3.3.

De lokala dimmorna har inte sällan ett komplext ursprung. Både strålningsavkyllning och avkyllning i samband med advektion kan exempelvis samtidigt betinga deras uppträdande.

#### 2.3.6 Starkvindområden

Lokala vindförstärkningar förekommer i landskapet. Sålunda är exempelvis skogfria höjder ofta vindutsatta, liksom vissa exponerade kuststräckor. Fig. 2.15. Men också vidsträckta, fria slättytor kan vara blåsiga. I sådana områden kan snödrev och drivbildning vara ett svårt problem för väghållare och trafikanter. Även vissa dalstråk kan uppvisa kraftiga vindförstärkningar.

Mycket lokala och ofta förkommande vindförstärkningar kan utbildas i kraftledningsgator, som är dragna i en frekvent vindriktning, eller vid trattformiga skogsbryn, som skapar en "dyseffekt" för vinden.

#### 2.3.7 Svagvindområden

Svagvindområden är vindskyddade, öppna ytor i landskapet. Låzoner intill skogsbryn, gläntor och mindre hyggen är exempel på sådana områden. Vid klart men ej helt lugnt väder på natten orsakar vinden över fria ytor i landskapet en omblandning av luften som motverkar avkyllningen (se avsnittet 2.2). Inom svagvindområdena däremot kan marken (och luften) då bli så kall, att dagg och rimfrost avsätts. Här utbildas alltså kalla, läbetingade mikro- och lokalklimat. Under dagen kan svagvindområdena å andra sidan bli varmare än regionen i övrigt.

#### 2.4 Urbanklimat

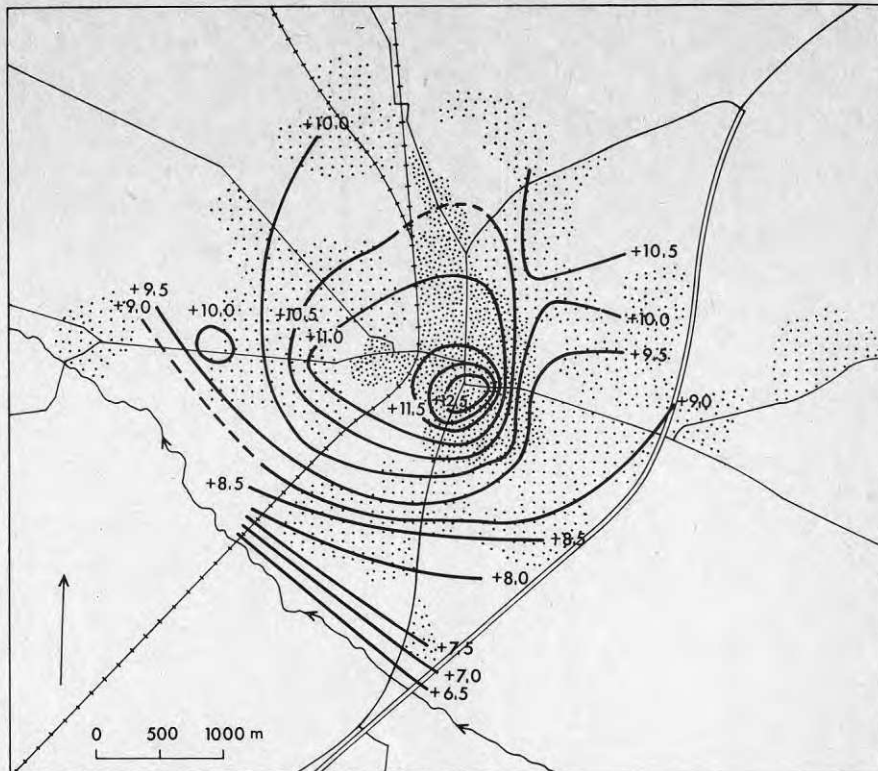
Urbanklimatet är det klimat som utmärker bebyggda områden. All den mänskliga teknik och aktivitet som förekommer i städer och samhällen påverkar klimatet. Storstäderna är i genomsnitt varmare än omgivande lands-



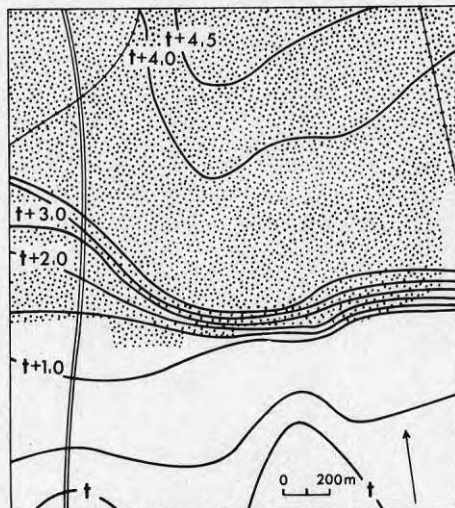
Figur 2.15 Vägsträcka med sidvindproblem.

bygd. Årsmedeltemperaturen är vanligen en eller ett par grader högre än i omgivningen, och att staden är en "värmeö" syns bäst under klara och inte särskilt blåsiga nätter. Markytan och de understa luftskikten kyls då av snabbt på den omgivande landsbygden, medan temperaturen hos stadslandskapet sjunker mer långsamt på grund av t.ex. gatornas "Kanjoneffekt" på strålningsklimatet (strålningsutbytet mellan byggnader minskar värmeförlusterna), byggnadsmaterialets förmåga att hålla värme och luftföroreningarnas dämpande effekt. Då kan citytemperaturen i extrema fall överskrida den omgivande landsbygdens temperatur med mer än tio grader. Ett typiskt exempel på en värmeö i Lund framträder i fig. 2.16. Temperaturregistreringen, utförd genom bilmätfärd, är från en kväll med lugnt och klart väder. Skillnaderna i temperatur mellan de högsta och lägsta värdena är  $6,5^{\circ}\text{C}$ , men en viss del av temperaturdifferensen måste tillskrivas topografiska förhållanden.

Stora temperaturgradienter kan uppträda i anslutning till markerade bebyggelsegränser. I södra delarna av Malmö fanns under ett uppehåll i utbyggnadsarbetet en skarp och välmarkerad övergång från stora hyreshus till öppna fält. Under extrema fall uppgick temperaturdifferenserna inom undersökningsområdet till över  $8^{\circ}\text{C}$ . I genomsnitt var dock differenserna mindre, men med en tydligt ökad gradient i bebyggelsegränsen (fig. 2.17).



Figur 2.16 Isotermkarta från Lund en kväll med lugnt och klart väder. Efter Lindqvist (1970).



Figur 2.17 En tydlig temperaturgräns i anslutning till en markerad bebyggelsegräns. Medelvärde för 10 situationer med lugnt och klart väder. Efter Lindqvist (1970).

Även för tämligen små bebyggelsekoncentrationer kan värmeöeffekter uppstå. Invånarantalet anses vara en god indikator på tänkbara temperaturdifferenser stad - landsbygd, men än viktigare är samhällenas uppbyggnad.

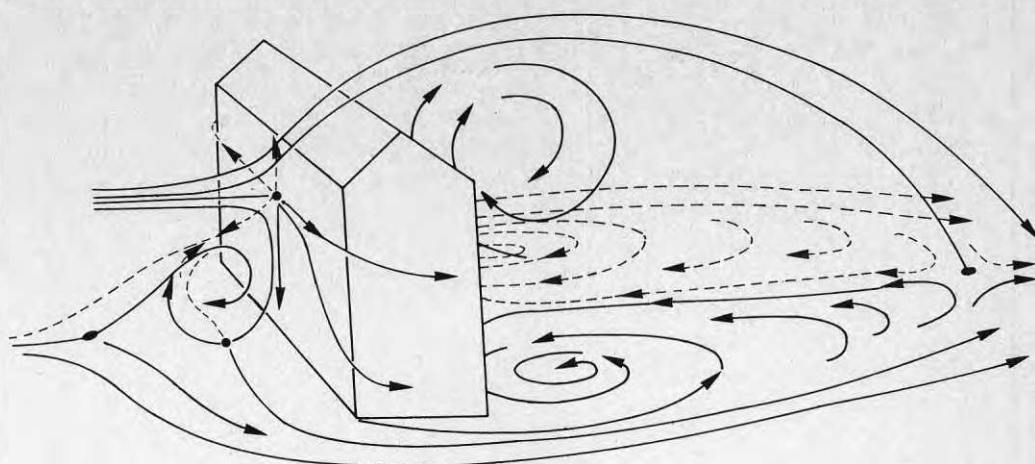
Värmeöverskottet skapar lufttrycksskillnader som sätter igång en cirkulation riktad in mot lägre lufttryck i den varmare stadskärnan. Under senare tid har vi benämnt denna svaga vind omlandsbris (fig. 2.18).



Figur 2.18 Omlandsbris i Göteborg. Röken från skorstenarna drar sig mot centrum. Efter Holmer (1980).

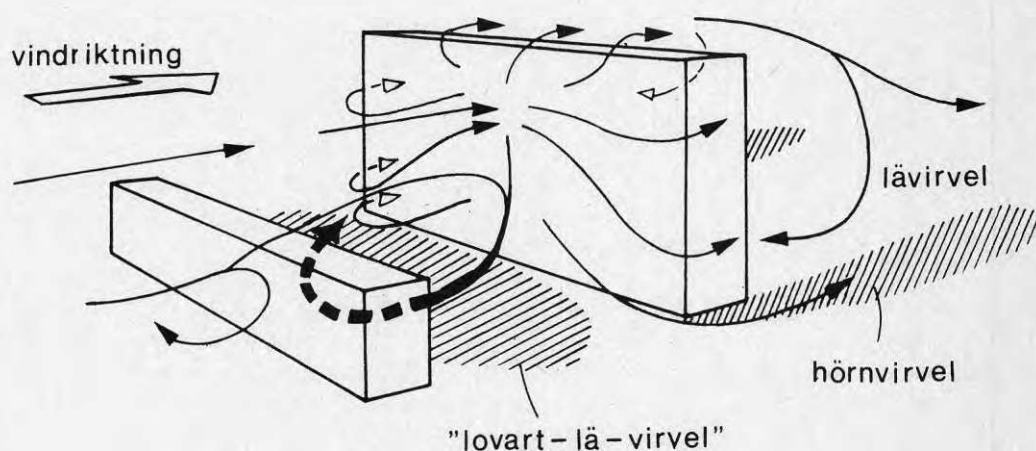
Stadsområdets ojämna yta med omväxlande höga hus och gator minskar vindens hastighet, men gör samtidigt luftens strömning mera turbulent, alltså virvlande och byig. Dessa dynamiska effekter är av störst intresse för enstaka högre byggnader eller grupper av byggnader (fig. 2.19 och 2.20).





Figur 2.19 Strömning kring byggnad vid anblåsning vinkelrätt mot byggnadens långsida. Efter Mattsson & Åkerman (1980).

Strömningsmönster kring och mellan byggnader är komplicerade och måste ofta delas upp i olika komponenter för att möjliggöra analys.



Figur 2.20 Strömning kring en hög byggnad på vars lovartsida finns en lägre byggnad. Efter Mattsson & Åkerman (1980).

Vi vet att molnigheten och nederbörden över vissa storstadsområden är kraftigare än över landsbygden. Genom det väl utbyggda dräneringssystemet och en effektiv snöröjning forslas emellertid nederbördsvattnet snabbt bort, vilket medför en minskad avdunstning och luftfuktighet. Trots detta är disigheten i staden ofta besvärande och envis till följd av de tiotusentals och t.o.m. hundratusentals partiklar som finns i varje kubikcentimeter storstadsluft och av vilka åtskilliga är synnerligen effektiva som kondensationskärnor,

d.v.s. partiklar som fångar upp fuktigheten.

## 2.5 Klimatmosaik

Den varierande utformningen av topografi, växttäckning, markbeskaffenhet och bebyggelse inom ett landskapsområde ger upphov till regionala klimatskillnader inom detta. Dessa skillnader är ofta koncentrerade till snäva övergångszoner, vilket ger klimatanordningen inom området ett mosaikartat mönster. Därför kan man exempelvis utefter vissa vägsträckor vid lämpliga betingelser såsom under klara, vindsvaga nätter träffa på stora temperatur- och fuktighetskontraster också inom korta avstånd.

## 2.6 Lokalklimat och planering

Det är viktigt att anpassa bebyggelsen efter klimatet både för att göra livet behagligare för de boende och ur energisynpunkt. Det kostar mer att värma ett hus som är utsatt för vind och kallluft, inte minst sedan energipriserna ökat kraftigt. En sådan anpassning kan gälla det enskilda huset men också grupperad bebyggelse, stadsdelar och hela städer. Det skulle gå att spara ca tio procent av energikostnaden för uppvärmning av ett bebyggt område om det planerades efter lokalklimatet. (Jfr Lindqvist, 1978, och Lindqvist & Mattsson, 1981.)

Det är sålunda en fördel att undvika att lägga bebyggelse i låglänt terräng, där kallluften stagnerar. I sådana kallluftsjöar utvecklas som nämnt inversioner, vilka innebär mycket stabila skiktningar med den tunga kallluften underst. Den stabila skiktningen motverkar att luften blandas och främjar stagnation näramarken under natten. I den stagnerande kallluften hindras luftföroreningarna att lämna bebyggelsens närhet. Låga temperaturer, luftfuktighet och riklig förekomst av dagg och dimma ger vidare en försämrad komfort och förbrukningen av energi för uppvärmning är förhöjd.

Kallluftsjöarna uppträder således också inom byggda områden. En tät och hög bebyggelse motverkar visserligen ofta att det bildas kallluftsjöar, men effekten upphör där bebyggelsen slutar. Villor och radhus påverkar lokalklimatet endast i ringa grad. Lägre bebyggelse bör därför ej lokaliseras till områden där kallluftstagnationer och dimma lätt bildas, utan i stället "dras upp" på sluttningarna.

Man bör om möjligt undvika att placera bebyggelse i de större kallluftstråken, t.ex. vissa dalbottnar där kallluften strömmar fram. Husen bör inte heller placeras så att de dämmer upp kallluften och skapar fickor av kallluft intill väggarna.

Om kallluften når varmare fuktig luft, t.ex. nära vatten under vissa årstider, kan det bli särskilt besvärande

dimmor. Det gäller t.ex. vissa flodmynningar som kan vara mycket olämpliga för bebyggelse.

Uppe på höjderna kan det också vara olämpligt att placera bebyggelse, eftersom vinden där ofta kan vara besvärande. Bergshöjder och skog är emellertid som regel effektiva skydd mot starka vindar, i synnerhet för låga hus. I ett omsorgsfullt valt läge med mycket sol smälter snön tidigt bort och marken torkar fort upp.

Kustzonen kan också vara mycket utsatt för vind och ha besvärande dimmor. Men vattnet har samtidigt en dämpande effekt på temperaturklimatet. Vidare är solskens-tiden som regel lång i havsbandet. Skyddade lägen i kustzonen är därför mycket gynnsamma för bebyggelse.

I större dalar kan vinden komma upp i anmärkningsvärt hög hastighet genom att luftströmmarna styrs in i dalen. Det gäller också andra trånga passager och områden intill sidorna av vissa större terränghinder, t.ex. de större bergplintarna på Västkusten.

Olämpliga klimatmiljöer bör förstås undvikas. Men med lämpliga åtgärder kan ofta klimatet förbättras, även om man tvingats välja ett relativt dåligt läge. Den energisnåla och människovänliga stadsplanen bör anpassas till både vind, solstrålning och lokala variationer i temperaturen. Det är särskilt viktigt att skydda sig mot dominerande starka och kalla vindar, som är energikrävande och minskar bekvämligheten för de boende. Vindklimatet i ett bostadsområde kan regleras genom husens utformning och läge. I fråga om luftföroreningar brukar en enkel regel i stadsplaneringen vara att bostadsområdena bör lokaliseras till stadens lovartsida och industriområdena till läsidan i förhållande till den vanligaste vindriktningen. En viss försiktighet är dock tillrådlig. Under perioder med svag vind, då luftföroreningarna ofta är mest besvärande, kan nämligen vindar från andra håll dominera.

Planering med lokalklimat innebär, att man undviker, väljer, påverkar eller förutser det lokala klimatet. Hittills har man väl mest sökt undvika ogynnsamma områden och kanske strävat efter att placera bebyggelsen i gynnade lägen. I den mån påverkan ägt rum har den mest varit oavsiktlig och därför ofta till skada. Men det är ofta fullt möjligt att påverka och förbättra klimatet, t.ex. genom dränering av kallluft med hjälp av skogsridåer som styr bort den kalla luften från det område som skall skyddas, eller genom kalllufttömning på så sätt att bromsande vegetation röjs bort. Andra exempel är vindskydd i form av läplanteringar eller tät bebyggelse, påskyndad snö- och issmältning, dimkontroll m.m.

En viktig men hittills försummad åtgärd är att försöka förutse vilka konsekvenser det får för det lokala klimatet om vi bygger hus på en viss plats. Kommer t.ex. kallluft att dämpas upp av bebyggelsen och finnas kvar inom området? I en inte alltför avlägsen framtid

kan möjligen sådana förutsägelser delvis göras med hjälp av datorsimulering (se t.ex. Mattsson & Nordbeck, 1980).

Det finns slutligen också flera andra tillämpningar där hänsyn till lokalklimatet vid planering kan vara värdefull, t.ex. inom jordbruk, skogsbruk och väghållning.

## 3 LOKALKLIMATKARTOR - FÖRSÖK I SVERIGE OCH UTLANDET

Inventering och kartering av lokalklimat för planeringsändamål har i vårt land utförts i mycket ringa utsträckning. Av genomförda eller pågående arbeten kan dock nämnas bedömningskarteringar av de lokala klimatförhållandena i Göteborgsregionens Kommunalförbunds område (BERGAB, 1980 b) och inom det område som täcks av Sydvästra Skånes Kommunalförbund (BERGAB, 1981). Båda dessa översiktliga karteringar skall kunna utnyttjas vid planering med hänsyn till både komfort och energiförbrukning. Liknande men något mera detaljerade bedömningskarteringar har gjorts för Göteborgs kommun (BERGAB, 1980 a) och inom de delar av Lunds kommun vilka reserverats för bostads- och industribebyggelse (Mattsson, 1978). Detaljerade studier av lokalklimatet ur energiförbrukningssynpunkt har utförts i Boråsregionen (Holmer & Lindqvist, 1980) och i Bulltoftaområdet i Malmö av enbart vindklimat (Mattsson & Åkerman, 1980). Lokala, ur komfortsynpunkt besvärande vindförhållanden har karterats i ett befintligt höghusområde i Malmö (Glaumann & al., 1982). Syftet med undersökningen var att inom området möjliggöra klimätförbättrande åtgärder (skärmar, kompletterande bebyggelse etc.).

Beträffande inventering och kartering av lokalklimat för jordbruksändamål hänvisas till utredningen "Översikt av problem och angelägen forskning inom svensk agrotopoklimatologi" (Mattsson, 1979) samt till Naturresursdelegationens vid Forskningsrådsnämnden rapport "Naturresurserna och vår framtid" (Lundholm, 1982).

Av ansatser i övriga Norden hänvisas bl.a. till norrmannen Sterten (1982), som redovisar lokalklimatiska kartor som skall kunna användas i bebyggelseplaneringssammanhang.

I utomnordiska länder, särskilt i Central- och Östeuropa, är intresset stort för lokalklimatisk kartering. Där om vittnar bl.a. de talrika rapporter om lokalklimatologisk inventerings- och karteringsteknik och provkarteringar som förekommer i framför allt väst- och östtyska, schweiziska, österrikiska, polska, tjeckiska, sovjetiska och ungerska publikationer. I det följande ges några exempel härpå.

I Ungern har lokalklimatisk kartering bl.a. utförts i området kring sjön Balaton (Endrödi, 1972). Med hjälp av temperatur- och luftfuktighetsdata gjordes här ett försök att indela aktuella områden i ett antal lokalklimatiska regioner. Karteringarna baserades dels på data från befintliga meteorologiska stationer, dels på data från tillfälligt (1 - 2 år) upprättade stationer. Som kartunderlag utnyttjades den topografiska kartan. Utöver topografin bedömdes marktyp och vegetation som viktiga grundelement för karteringen. Man utförde också s.k. expeditionsmätningar (mätfärder etc.). Utöver mätningarna spelade också visuella obser-

vationer i terrängen en viktig roll vid karteringen. Frostlänta områden kunde sålunda lokaliseras bl.a. med hjälp av förekomst och utbredning av frostsador i vegetation och kallluftsjöar med hjälp av utbredning av strålningsdimma i dalgångar etc. För denna typ av kartering rekommenderades en skala av 1:25 000 till 1:10 000.

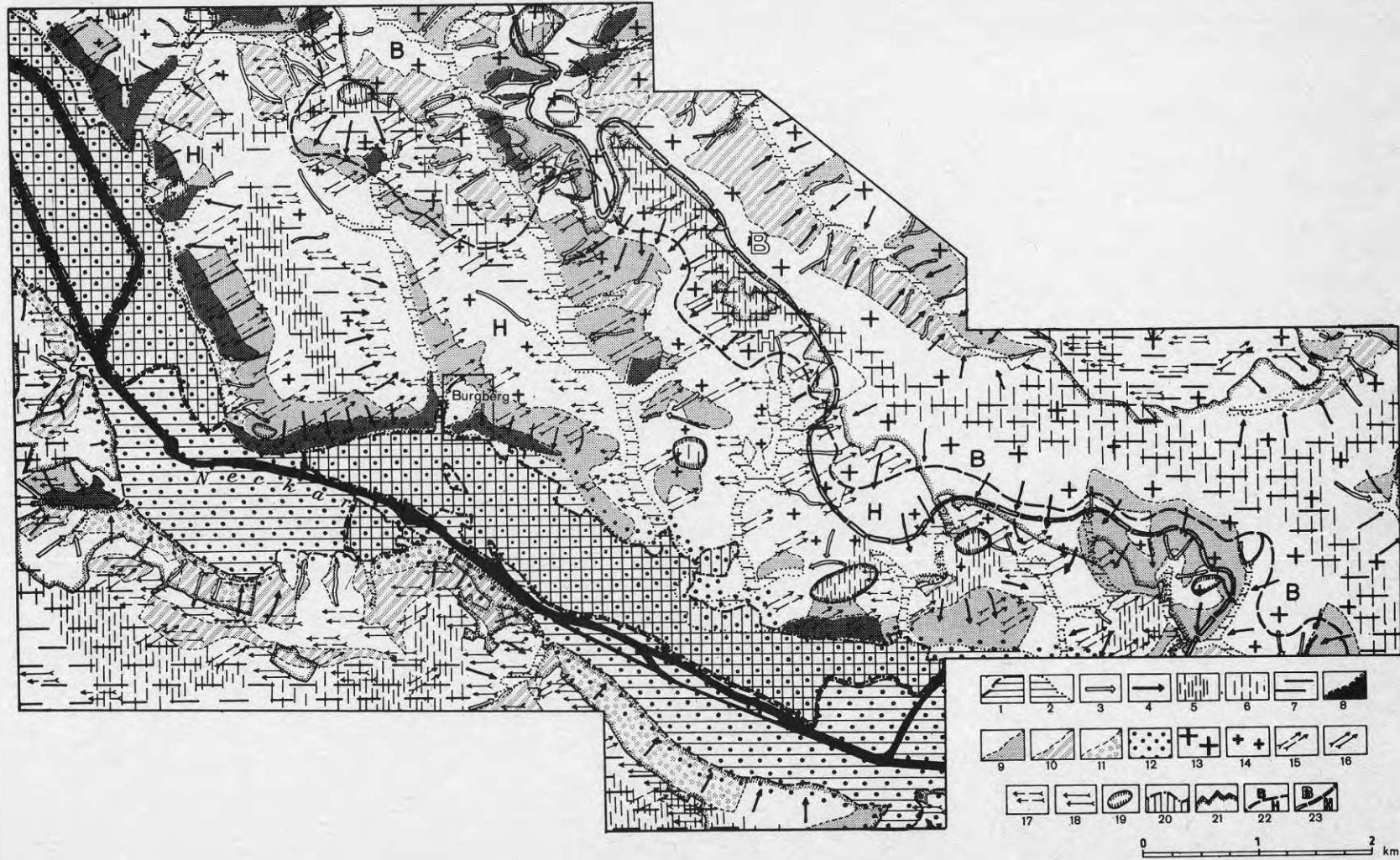
I Polen har intresset för lokalklimatkartering väsentligen koncentrerats till bergsområdena i söder. Man har här bl.a. undersökt förhållandet mellan årsmedeltemperaturen och andra klimatement, främst varaktigheten av olika karakteristiska temperaturintervall, och därvid lyckats avgränsa olika klimatregioner inom de undersökta höglandsområdena i västra Karpaterna (Hess, 1972, jfr även Niedźwiedź & Obrębska-Starkel, 1972, och Hess, Niedźwiedź & Obrębska-Starkel, 1975 och 1981). Andra studier av liknande slag i höglandsområden redovisas av Obrębska-Starkel (1972).

Av tjeckiska arbeten kan som exempel nämnas en av Quitt (1981) gjord analys av geografiska faktorerers inverkan på de marknära luftskikten.

Också i andra centraleuropeiska berggländer såsom Österrike, Schweiz och delar av Västtyskland har intresset för lokalklimatkartering naturligt nog koncentrerats till de i klimathänseende ofta kraftigt varierande och kontrastrika bergsområdena. Lazar (1978, 1979) genomförde sålunda i sydvästra Steiermark lokalklimatiska studier bl.a. innefattande en kartering av temperatur och daldimma med särskild hänsyn till förekomsten under vegetationsperioden av sena och tidiga frostsituationer. I kantonen Bern i Schweiz karterades på motsvarande sätt fenologi, snö och dimma (Aerni, 1978). Leser (1973) gjorde en planeringsinriktad lokalklimatkartering inom Esslingen am Neckar-regionen. Karteringen, som omfattade en mängd faktorer av bedömt intresse för planerare, gav ett mycket innehållsrikt kartmaterial (fig. 3.1). En elev till Leser, Moser (1979), har i sin klimatkarta över ett område öster om Basel koncentrerat informationen till frostlänthet (två klasser), vindexponering, vanlig riktning hos starka vindar samt dimutbredning.

En intressant metodinriktad rapport om lokalklimatisk inventering och kartering har lämnats av Tanner (1972). Rapporten avser ett östtyskt provområde vid Dresden och redovisar detaljerat hur lokalklimatisk kartering bör organiseras och genomföras inom en region av aktuellt slag (fruktodlings-, vin- och trädgårdsdistrikt). Rapporten erinrar till sin uppläggning om Knochs (1963) arbete (jfr nedan). Se även Koch (1965) och Weise (1981).

Västtyskland har traditioner inom mikro- och lokalklimatologin. Geigers klassiska lärobok "Das Klima der bodennahen Luftschicht" (senaste och sannolikt sista upplagan 1961) har betytt mycket för framväxandet av detta ämnesområde och därmed också för frågor som rör



Figur 3.1 Lokalklimatiska förhållanden inom Esslingen am Neckarregionen i Västtyskland. Efter Leser (1973). Teckenförklaring till kartan finns på sidan .

lokalklimatisk inventerings- och karteringsteknik. Knoch (1963) har utgivit en viktig metodikhandledning som i synnerhet betonar inventeringstekniken.

Teckenförklaring till kartan i figur 3.1, sidan 37:

#### Termiska förhållanden

Temperaturfördelning vid utstrålning:

- 1 kallluftansamlingsområde, kraftigt utbildat
- 2 kallluftansamlingsområde, svagt utbildat
- 3 lokalt avgränsad ledlinje för kallluft
- 4 område med allmänt kallluftflöde
- 5 starkt utbildade, varma höjdzoner
- 6 svagtutbildade, varma höjdzoner
- 7 område med sen- eller plåtåfrost

Strålningsåtnjutande och temperaturförhållanden vid instrålning (område med normala strålningsförhållanden, 90-110%, ges ingen särskild symbol):

- 8 område, mycket gynnat ur strålningssynpunkt (mer än 120%)
- 9 område, normalt gynnat ur strålningssynpunkt (över 110 till 120%)
- 10 område med måttlig strålningsbrist (80 till under 90%)
- 11 område med stor strålningsbrist (mindre än 80%)

#### Hygriska förhållanden

12 dimzon

Topoklimatisk nederbördsfördelning:

- 13 låga bergsområden och plåtåer, vanligen nederbördsrika
- 14 låga bergsområden och plåtåer, något mera nederbördsfattiga

#### Vindförhållanden

Västliga strömningar:

- 15 vindinflytande, måttligt
- 16 vindinflytande, stort

Ostliga strömningar:

- 17 vindinflytande, måttligt
- 18 vindinflytande, stort
- 19 krön- eller bergkamlägen

#### Topoklimatiska särdrag

- 20 område med tät bebyggelse och med topo- och mikroklimatförhållanden som i flera avseenden avviker från de som präglar omgivande öppna landsbygd (Maximalt utbildade som stadsklimat)
- 21 beståndsklimat (skog), som avviker från topoklimatförhållanden inom omgivande öppen terräng

#### Makroklimatiska gränser

- 22 hygrysk gräns; fuktigare berg- och backlandskap (B) kontra torrare backlandskap (H)



23 termisk gräns; berglandskap (B) kontra backlandskap (H).

I Israel har systematisk forskning inom agrotopoklimatologin bedrivits sedan 1963 i syfte att tillhandahålla klimatologiska grundkartor som kan utnyttjas vid val av lämpliga odlingslokaler för frostkänsliga grödor och kulturer. Stora delar av landet har härvid karterats. Se bl.a. Zemel & Lomas (1976).

Också i urbana sammanhang kan klimatkartering i lokal skala vara motiverad. I sitt arbete över stadsklimat i Kiel presenterar Eriksen (1964) bl.a. en klimatologisk indelning av staden i riskområden och gynnade områden (fig. 3.2). Han urskiljde härvid 6 typer av områden, vilka beskrevs utifrån deras karakteristiska temperatur-, fuktighets- och vindförhållanden. Också föroreningssituationen hos de olika områdestyperna beaktades. I Eriksens karta markeras dessutom sydsluttningar, områden med frekvent dimma, frostlanta områden samt områden i vilka risken för högvatten är stor.

Eriksen (1975) har också gett ut en liten översikt av problem inom stads- och topoklimatologin, som bl.a. behandlar praktiskt utnyttjande av lokalklimatiska forskningsresultat.

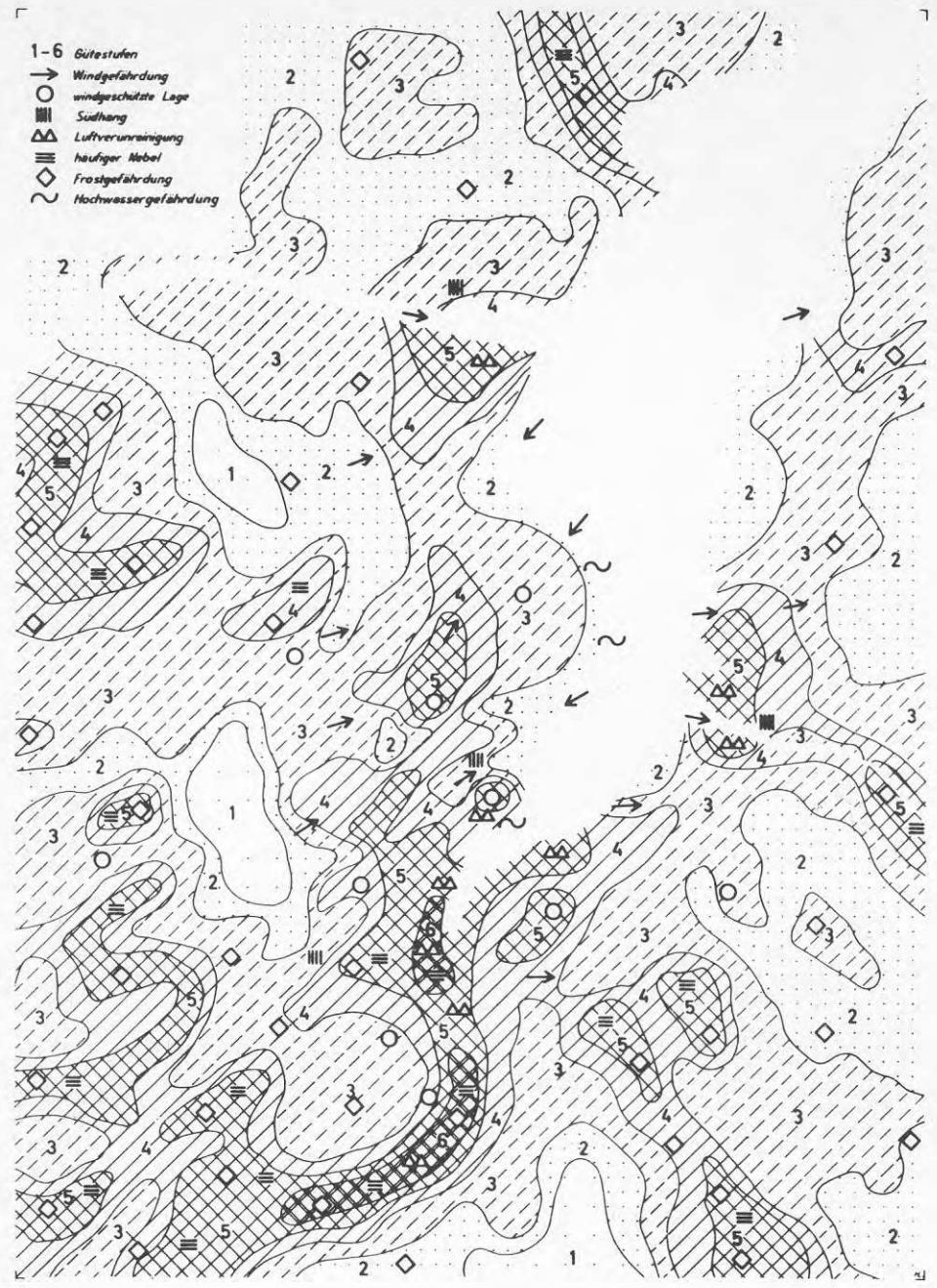
Lokalklimatisk inventerings- och karteringsmetodik beskrivs ingående i en rad uppsatser samlade i "Proceedings Regional Training Seminar on Agrometeorology 13 - 25 May 1968, Wageningen". Av särskilt intresse i denna skrift är bidragen av van Eimern.

Värdefull information om bl.a. användningen av morfometriska index inom mikro- och lokalklimatologin lämnas i en rysk översikt redigerad av Gol'tsberg (1969). Denna bok ger också i sammanhanget intressanta upplysningar om hur det vidsträckta sovjetterritoriet kan indelas med hänsyn till de grundfaktorer som bestämmer mikro- och lokalklimaten. Morfometriska data lämpar sig särskilt för att uttrycka den reliefbetingade variationen hos strålningsklimatet i kuperad terräng (jfr bl.a. Knoch, 1963, Lee & Baumgartner, 1966, och Gietl, (1974)

Figur 3.2 a och b (sid. 40 respektive 41).

a: Klimatologisk indelning av staden Kiel med särskild hänsyn till utsatta och gynnade områden. I kartan har stadslandskapet antyttts med svag rastering. Det framträder tydligare i fig. 3.2 b. 1 - 6 markerar regioner med allt mindre gynnade klimattyper:

- 1 Frilandsklimat
  - 2 Strandklimat, parkklimat och expositions-klimat
  - 3 Skogsklimat och förortsklimat
  - 4 Klimat typiska för de yttre delarna av stadskärnan
  - 5 Klimat i fuktiga, låglanta områden i utkanterna samt city- och industriområdesklimat
  - 6 Kallluftsjöar
- b: Markanvändningen i staden Kiel. Båda kartorna efter Eriksen (1964).



Figur 3.2 a .



Figur 3.2 b .

men har också använts som ett uttryck för vindexpone-  
ringen, markfuktighetsförhållandena och kallluftfördel-  
ningen vid utstrålningsbetingelser.

Av utländsk litteratur som behandlar metodfrågor vid  
lokalklimatkartering skall slutligen också nämnas en  
av MacHattie & Schnelle (1974) författad WMO-rapport.

Som framgått av detta litteratururval har man i utlan-  
det gjort åtskilliga försök att detaljkartera lokal-  
klimat. Redovisade kartor är dock mycket varierande i  
fråga om slag av information, skala, manér etc., och  
karteringsuppgiften är ej systematiskt genomförd för  
större och/eller flera regioner (undantag Israel).  
Också det praktiska syftet med karteringen, i de fall  
detta preciserats, växlar starkt. Endast sällan uppges  
syftet vara att kartan skall utgöra underlag för  
någon typ av planering. Någon mera systematiskt orga-  
niserad kartering med detta syfte har utöver nämnt  
undantag i vart fall ej påträffats beskriven i littera-  
turen.

## 4 ARBETETS UPPLÄGGNING

Som framgår av senare avsnitt (avsnitt 6) har två typer av metodik kommit i fråga vid lokalklimatkarteringarna. Dessa är renodlad bedömning av de lokalklimat effekter som uppträder inom en karterad yta och bedömning i kombination med vissa begränsade mätinsatser. De senare har koncentrerats till smärre typområden inom aktuella regioner, varefter erfarenhetsmässig extrapolering enligt beskrivet förfarande möjliggöres inom övriga delar av regionerna.

Undersökningen har varit upplagd i form av en serie pilotstudier vilka utgjort olika etapper fram till de slutliga förslagen till karteringsmetodik, parameterbeskrivning och kartutformning.

I korthet har pilotstudierna bedrivits enligt följande moment:

- (1) Test av inventeringsmetodik och kartteknik samt provframställning av karta.

Detta moment genomfördes för en provyta inom Lerums kommun där viss klimatbedömning och mätningar utförts i anslutning till projektet Ekosystem och fysisk planering, ett BFR-projekt bedrivet av Efem arkitektkontor. Vi har aktivt deltagit i detta projekt, varvid viss lokalklimatologisk information redovisades i kartform.

- (2) Framställning av klimatkartor för två större provområden. För varje område framställdes dels en bedömningskarta, dels en karta baserad på mätningar och bedömning. Resultaten av dessa försök har varit vägledande för fastställande av vilka parametrar som skall ingå i kartorna och för hur dessa skall definieras och avgränsas på kartorna.

Detta moment har varit förlagt till Stenungsunds och Lunds kommuner. Kommunerna är belägna i skilda landskapstyper. Vi hade också planer på att genomföra en likartad studie i en tredje landskapstyp, inom Norrtälje kommun. Viss regkognosering och planläggning företogs, men det visade sig tyvärr ej möjligt att genomföra denna del inom ramen för detta projekt.

- (3) Klimatkartering och kartframställning enligt erfarenheterna från moment (1) och (2) i form av ett tillämpningsexempel.

I detta moment har vi utrett, huruvida och i vilken omfattning för oss intressant kartmaterial normalt finns tillgängligt inom en kommun. Dessutom har vi analyserat de kostnader och den tid som åtgår för olika moment vid framställning av en karta. Synpunkter erhållna vid genomfört seminarium har beaktats.

Momentet har varit förlagt till Kungsbacka kommun.

- (4) Under hela den tid som projektet bedrivits, har erfarenheter kunnat tillföras från utförda konsultuppdrag för kommuner och kommunalförbund. Använd kartteknik har bl. a. testats på en kartering omfattande hela Göteborgs kommun samt Sydvästra Skånes kommunalförbunds område och Göteborgsregionens kommunalförbunds område.
- (5) Definitivt förslag till kartutformning, innehåll och kartkommentarer för en färg- och en svartvit version.

Kontakterna med presumtiva svenska avnämare av lokal-klimatiska kartor har visat, att framställning av sådana kartor för planeringsändamål är en angelägen uppgift men också att önskemålen om kartornas informationsinnehåll växlar. Naturligt nog bedöms i sammanhanget viktig kartinformation vara annan i ett vindutsatt slätt- eller kustområde än i en mera skyddad kupe-rad inlandsregion. Ehuru betydande variationer i fråga om landskapstyp och önskvärd kartinformation sålunda förekommer i vårt land, bör man dock sträva efter att ta fram en karttyp som i fråga om informationsinnehåll, skala, manér etc är generellt anpassad till det svenska landskapet. Fördelarna härmed är liksom i fråga om andra slag av kartor uppenbara.

En stor del av projektarbetet har gällt valet av informationsinnehåll i kartorna. Avnämarsönskemålen samt erfarenheter av egna tillämpade klimatundersökningar har här varit vägledande. Dessutom har grundfilosofin städse varit, att kartorna skall särskilja lokala områden med klimat (lokalklimat) som påtagligt avviker från vad som är normalt i regionen (makroklimatet, mesoklimatet). Några av de klimatement och klimatregioner som bedömts vara av intresse i sammanhanget har varit lätta att definiera, medan andra krävt mycket arbete härvidlag. En viktig fråga inför parameteravgränsningen var, huruvida kartorna skall informera i termer som gynnsamma och ogynnsamma klimutförhållanden. Vi har dock ansett, att denna värdering ej bör göras i själva kartan men möjligen i dess kommentarer (jfr avsnitt 8).

Den lokalklimatiska kartan har följande innehåll:

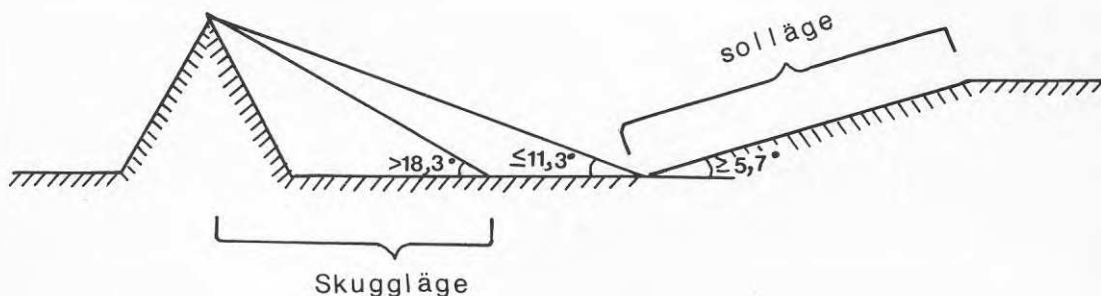
- A      Strålning och temperatur
- A.a    Solläge
- A.a.a Fritt solläge
- A.a.b Potentiellt solläge
- A.b    Skuggläge
- A.c    Kallluftproduktionsområde
- A.d    Kallluftflöde
- A.d.a Starkt utbildat kallluftflöde
- A.d.b Måttligt utbildat kallluftflöde
- A.e    Kallluftsjö
- A.e.a Mycket starkt utbildad kallluftsjö
- A.e.b Starkt utbildad kallluftsjö
- A.e.c Måttligt utbildad kallluftsjö
- A.f    Dämpat sjölägesklimat
- A.f.a Starkt dämpat sjölägesklimat
- A.f.b Måttligt dämpat sjölägesklimat
- A.g    Svält höjdområde
- A.h    Termalbälte
- A.i    Värmeö
- A.i.a Starkt utbildad värmeö
- A.i.b Måttligt utbildad värmeö
- B      Fuktighet
- B.a    Dimområde
- B.a.a Område med strålningsdimma

- B.a.b Område med advektionsdimma
- B.a.c Område med orografisk dimma
- B.a.d Område med olika slag av dimma eller dimma av komplex genes
- C Vind
- C.a Starkvindområde
- C.a.a Extremt starkvindområde
- C.a.b Starkvindområde
- C.b Svagvindområde
- C.c Område med omlandsbris
- C.d Område med lokala vindriktningsanomalier.

I det följande beskrivs mera detaljerat kartans innehåll.

#### A.a Solläge

Definition och/eller kortfattad beskrivning: Med solläge avses ett markområde med på detta eventuellt befintlig vegetation, bebyggelse etc., som på grund av sin lutning får en mängd solstrålning under klara dagar som i genomsnitt för året avsevärt överstiger motsvarande strålmängd vid en horisontell, icke skymd (se nedan) yta i regionen. Den lutande ytan vänder sig mot riktningar inom sektorn  $135^{\circ} - 225^{\circ}$  (SE - S - SW) med en lutningsgrad av 1:10 ( $5,7^{\circ}$ ) eller mer och avskärmas ej inom denna sektor av sluttande mark eller skymmande föremål i riktningar med större lutning i förhållande till horisontalplanet än 1:5 (höjdvinklar  $> 11,3^{\circ}$ ). Se fig. 5.1.



Figur 5.1 Sol- och skugglägen.

Ytan skall vara tillräckligt stor för att kunna rymma mera omfattande bebyggelse, t. ex. några rader av småhus. Den får dock inte vara alltför brant härför. Beroende på om ytan är skogfri eller ej, betecknas den

- A.a.a Fritt solläge
- A.a.b Potentiellt solläge.



Bestämning och avgränsning: Sollägen avgränsas primärt genom uppmätning i topografiska eller ekonomiska kartan av lutning, exponering och areal. Avgränsade ytor kontrolleras vid behov i flygbilder och i fält. Vid kontrollmätningar i fält används med fördel kompass med klinometer och enklare instrument för höjdinkelbestämning ("syftlinjal").

Kommentarer: Det angivna gränsvärdet 1:10 för ytans lutning har valts dels därför att vi efter kontrollberäkningar ansett det vara ett rimligt värde trots den breddgrads(solhöjds)variation som förekommer i landet, dels därför att detta värde rekommenderas också av Handboken Bygg (1981) för urskiljande av motsvarande ytor.

Ursprungligen urskilde vi endast solläge men ansåg det i ett senare skede vara av värde att differentiera detta begrepp i fritt solläge och potentiellt solläge. Anledningen härtill var att ett potentiellt solläge som bebyggs nästan alltid övergår i ett fritt solläge (enligt definitionen). Motsvarande gäller däremot knappast övriga typer av områden. Sålunda förvandlas en skogbevuxen sänka inte nödvändigtvis till en kallluftsjö i samband med hyggesupptagning m.m.

#### A.b Skuggläge

Definition och/eller kortfattad beskrivning: Med skuggläge avses ett markområde med på detta eventuellt befintlig vegetation, bebyggelse etc., som på grund av sin lutning eller genom annat slag av horisontavskärmning får en mängd solstrålning under klara dagar som i genomsnitt för året avsevärt understiger motsvarande strålmängd vid en horisontell, icke skymd yta i regionen. Den sålunda skymda ytan avskärmas inom sektorn  $135^{\circ}$  -  $225^{\circ}$  (SE - S - SW) av sluttande mark eller av utanför ytan befintliga skymmande föremål i riktningar med större lutning i förhållande till horisontalplanet än 1:3 (höjdvinklar  $> 18,3^{\circ}$ ) inom en sektor av sammanlagt minst  $45^{\circ}$ . Se fig. 5.1. Den "skymda" sektorn är alltså inte nödvändigtvis sammanhängande. Ytan skall vara tillräckligt stor för att kunna rymma mera sammanhängande bebyggelse, t. ex. några rader av småhus.

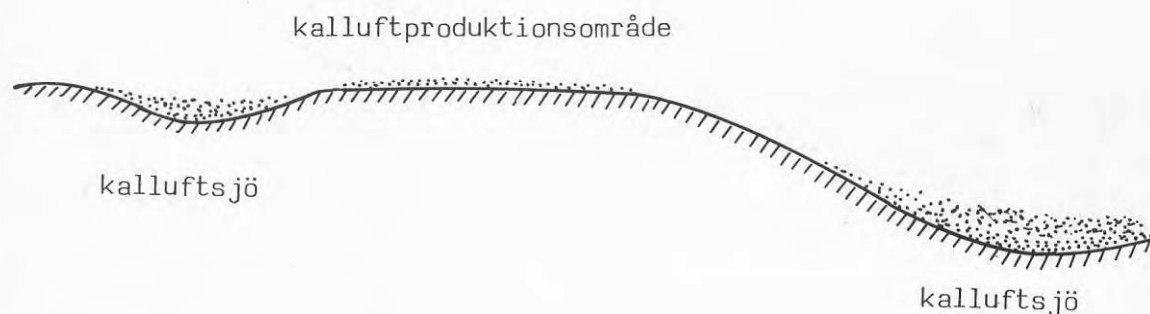
Bestämning och avgränsning: Skugglägen avgränsas primärt genom uppmätning i topografiska eller ekonomiska kartan av lutning, exponering och areal. Avgränsade ytor kontrolleras vid behov i flygbilder och i fält. Vid kontrollmätningar i fält användes med fördel kompass med klinometer och enklare instrument för höjdinkelbestämning ("syftlinjal"). Också fish-eye-objektiv-försedd kamera kan vara användbar.

Kommentarer: Ursprungligen ansåg vi att skugglägenas avskärmning skulle uppgå till eller överstiga  $30^{\circ}$ . Detta värde förkastades dock såsom varande orealistiskt högt.

Vi har vidare ansett, att en skogbevuxen markyta eller en markyta med sammanhängande bebyggelse som enbart på grund av sin vegetation respektive byggnader är starkt undandragen solstrålningen, ej utgör ett skuggläge.

#### A.c Kalluftproduktionsområde

Definition och/eller kortfattad beskrivning: Med kallluftproduktionsområde avses ett större, öppet, horisontellt eller svagt sluttande markområde som är beläget omedelbart ovanför en sluttning och som kan tänkas vara en betydelsefull producent av kallluft. Området kan ha "dräneringsförbindelse" avseende kallluft med sluttningen men också sakna sådan. I förra fallet är det vanligen kombinerat med "kallluftflöde" på anslutande sluttning(ar). Området får ej förväxlas med kallluftsjö. I den senare har kallluften inte samma stora lägesenergi lokalt sett och labila position som i kallluftproduktionsområdet men har å andra sidan vanligen en större mäktighet (fig. 5.2).



Figur 5.2 Kallluftproduktionsområde och kallluftsjöar.

Bestämning och avgränsning: Kallluftproduktionsområden bestäms och avgränsas väsentligen genom terrängbedömning i fält och med anlitande av kartor och flygbilder. Kontrollerande temperaturmätningar utförs i fält (se vidare under A.e).

Kommentarer: Vi övervägde först, huruvida kallluftproduktionsområden överhuvudtaget skulle ingå i kartan. I de fall då infrarödtermografi från luften ej utnyttjas vid kartering kan de vara svåra att identifiera, särskilt om de saknar "dräneringsförbindelse" avseende kallluft med lägre liggande terräng. Deras betydelse i planeringssammanhang bedömdes dock vara tillräckligt stor för att motivera att de medtas i listan över kartinformation.

#### A.d Kallluftflöde

Definition och/eller kortfattad beskrivning: Med kallluftflöde avses egentligen i detta sammanhang (kartan) ett terrängsavsnitt, inom vilket kallluft vid utstrålningsbetingelser normalt rinner fram. Den kallluftledande terrängformen skall vara tillräckligt stor för att kallluftdräneringen skall anta lokalklimatologisk skala. En större dal med långsamt strömmande kallluft representerar dock inte nödvändigtvis ett kallluftflöde utan betecknas snarare kallluftsjö (se A.e).

Två slag av kallluftflöden urskiljs:

- A.d.a Starkt utbildat kallluftflöde
- A.d.b Måttligt utbildat kallluftflöde.

Vid den förra typen av kallluftflöde transporteras avsevärda kallluftmängder. Dessa följer en huvudtransportled, ofta utgörande en markant dalform. Då den förekommer i anslutning till en kallluftsjö, är denna vanligen av typ A.e.a eller A.e.b. Till den senare typen av kallluftflöde (A.d.b) räknas (sådana som följer) övriga ledlinjer för kallluft i landskapet. Dessa kallluftflöden kan förekomma i anslutning till alla slag av kallluftsjöar.

Bestämning och avgränsning: Kallluftflöden bestäms och avgränsas väsentligen genom terrängbedömning i fält och med anlåtande av kartor och flygbilder. Kontrollerande temperaturmätningar utförs i fält (se vidare under A.e).

Kommentar: Kallluftflöden är erfarenhetsmässigt lättare att urskilja än kallluftproduktionsområden.

#### A.e Kallluftsjö

Definition och/eller kortfattad beskrivning: Med kallluftsjö avses egentligen i detta sammanhang (kartan) ett terrängavsnitt, inom vilket kallluft vid utstrålningsbetingelser normalt ansamlas och stagnerar. Området är vanligen låglänt i förhållande till omgivande terräng, och möjligheterna för tillrinning av kallluft goda. Det omges ofta av långa, öppna sluttningar. Kallluftsjöar anges i kartan i tre styrkeklasser:

- A.e.a Mycket starkt utbildad kallluftsjö

- A.e.b Starkt utbildad kallluftsjö  
 A.e.c Måttligt utbildad kallluftsjö.

Bestämning och avgränsning: Kallluftsjöar bestäms och avgränsas genom terrängbedömning i fält med anlåtande av kartor och flygbilder och, avseende vissa mera betydande och/eller representativa kallluftsjöar (jfr nedan), genom mätningar i fält. Vid mätningarna utnyttjas som referens ett antal, inom eller i nära anslutning till kartans område befintliga ytor, vilka bedöms ha ett temperaturklimat som är förhållandevis opåverkat av lokala faktorer av typ topografi, bebyggelse, omfattande vegetation såsom skog, extrem närhet till större vattenmassa etc. Om möjligt verifieras valet av dessa ytor genom mätningar och jämförelser med värden från närbelägna officiella klimatstationer. Också terrängkunskap utnyttjas för detta val. Dessa ytor kan betraktas som termiska referensytor. Vid temperaturmätningar inom området förankras alltid mätdata (från kallluftsjöar, kallluftproduktionsområden, kallluftflöden, dämpade sjölägesklimat, termalbälten och värmeöar) vid temperaturvärden från sådana referensytor. Mätningarna utförs på standardhöjd såsom profilmätningar (mätfärder, mätvandringar etc) och bör för jämförbarhetens skull göras vid snöfri mark. Snöns inverkan beaktas i kartkommenterna.

Minst 5 mätningar bör göras vid lugnt och klart väder och minst 3 vid klart väder med svag- måttlig vind (1-2 m/s 2 m över markytan; vinduppgifterna gäller exponerad referensyta). De tre senare mätningarna görs vid några olika vindriktningar (dvs en mätomgång för varje riktning). På basis av dessa mätningar utförda under olika kvällar och vid ren torr luft ovanför de marknära skikten görs en "styrkeklassning" av kallluftsjöarna (egentligen en klassning för ett antal karakteristiska och representativa punkter i det område som kallluftsjön förmodas täcka). Klassningen avser dels kallluftsjöns termiska "intensitet". (temperaturskillnaden kallluftsjö-referensyta), dels dess beständighet (uttryckt i dess mäktighet). För klassningen grundläggande temperaturskillnader i respektive mätpunkt och i en mätpunkt i en närbelägen termisk referensyta är

Genomsnittlig temperaturskillnad för fem mätningar vid lugnt och klart $\geq 6^{\circ}$	I
Genomsnittlig temperaturskillnad för tre mätningar vid vind och klart $\geq 1,5^{\circ}$	
Genomsnittlig temperaturskillnad för fem mätningar vid lugnt och klart $\geq 3^{\circ}$ (kan vara $\geq 6^{\circ}$ men då är skillnaden vid vind $< 1,5^{\circ}$ )	II
Genomsnittlig temperaturskillnad för fem mätningar vid lugnt och klart $\geq 1,5^{\circ}$ och $< 3^{\circ}$ .	III

Efter bestämning av den termiska intensiteten vägs beständigheten in, grundad på en grov indelning i mäktighetsklasser, enligt följande:

	I	II	III
Stor och förhållandevis djup sänka - - som regel en stor dalgång, t. ex. vissa markanta älvdalar	A.e.a	A.e.a	A.e.b
Måttligt djup sänka - - vanligen övriga markanta dalformer	A.e.a	A.e.b	A.e.c
Grunda sänkor, svagt låglänta terrängpartier samt ytor ovanför kallluftdämmande hinder på sluttningar - - t. ex. mindre dalar och svackor	A.e.b	A.e.c	A.e.c

Vid mätningarna kan man oftast inte "kartera" hela kallluftsjön. Man bör därför välja mätpunkterna så att de är representativa och så att en någorlunda säker utsaga kan göras om kallluftsjöns övriga, icke uppmätta delar. Alla kallluftsjöar inom kartområdet kan som regel inte studeras genom mätningar enligt ovan. Det kan vara lämpligt att utvälja ett antal mera betydande och/eller representativa kallluftsjöar som bör uppmätas. Andra kallluftsjöar kan sedan beskrivas antingen genom bedömning grundad på jämförelse med de uppmätta sjöarna eller genom enkla, enstaka temperaturmätningar utförda vid lugnt och klart väder och "samtidiga" mätningar gjorda i någon tidigare uppmätt kallluftsjö.

Kommentarer: De egenskaper hos kallluftsjöar som bör beaktas vid en klassning av dessa är (1) beständighet i tid (under dygnet eller längre period), (2) frekvens i uppträdande, (3) vertikal mäktighet, (4) horisontell utbredning och (5) storlek av vertikal temperaturgradient. Dessa egenskaper borde dessutom värderas för olika årstider, innefattande åtminstone sommar och vinter. I praktiken är det visserligen knappast möjligt att i detalj beakta samtliga dessa egenskaper vid en klassning av kallluftsjöarna, men viss hänsyn till dem har trots allt tagits. Kallluftens vertikala mäktighet och storleken av dess vertikala temperaturgradient kommer sålunda till uttryck i temperaturskillnaderna mellan mätpunkterna i kallluftsjöarna och i närbelägna referensytor. Den vertikala mäktigheten beaktas dessutom indirekt i terrängklassificeringen. Kallluftsjöarnas horisontella utbredning anges direkt genom utmärkningen i kartan. Beständighet och frekvens betingas av bl. a. de förutsättningar för utbildning av kallluftsjöar som finns i regionen. Dessa förutsättningar anges mera allmänt i kartans kommentarer (se avsnitt 8). Kallluftens beständighet kommer delvis också

till uttryck i temperaturskillnaderna mellan kallluftsjöar och referensytor vid svag-måttlig vind.

Det erforderliga antalet mätningar och storleken av temperaturskillnaderna kallluftsjö-referensyta grundas på erfarenheter från egna mätningar och på litteraturuppgifter (jfr bl. a. Lomas, 1972 och Mattsson & Börjesson, 1978).

Mätningarna vid vind avsågs ursprungligen att utföras vid de tre mest frekventa vindriktningarna. Mätförfarandet förenklades dock senare till att gälla "några olika vindriktningar".

#### A.f Dämpat sjölägesklimat

Definition och/eller kortfattad beskrivning: Med dämpat sjölägesklimat avses egentligen i detta sammanhang (kartan) ett område beläget så nära hav eller större sjö att en påtaglig inverkan på områdets lokala temperaturklimat (dämpning, utjämning av detta) kan förväntas förekomma. Två styrkeklasser av dämpat sjölägesklimat förekommer:

A.f.a Starkt dämpat sjölägesklimat

A.f.b Måttligt dämpat sjölägesklimat.

Bestämning och avgränsning: Dämpat sjölägesklimat bestäms och avgränsas genom terrängbedömning och mätningar i fält med anlåtande av kartor och flygbilder. Mätningarna utförs på standardhöjd utefter profiler från kusten (stranden) in i landet vid klart väder med svag-måttlig vind på natten (se A.e). De bör representera minst fem mätsituationer (jfr A.e) och koncentreras till situationer med pålandsvind. (Vindriktningens avvikelser från en normal till den huvudsakliga kust- eller strandorienteringen kan uppgå till maximalt  $45^{\circ}$ .) Mätprofilerna bör göras representativa för kust- och strandområdena inom kartbladet. (Se vidare under A.e.)

Starkt dämpat sjölägesklimat representerar oftast själva strandområdet och präglas av att vatteninflytandet vid mätsituationerna ger  $1^{\circ}$  övertemperatur eller mer relativt "termisk referensyta" i närheten. Måttligt dämpat sjölägesklimat representerar ofta en bredare zon längs kusten eller sjön, inom vilken zon överhuvudtaget mätbara ( $> 0,5^{\circ}$ ) övertemperaturer kan förekomma vid svag-måttlig pålandsvind (mätsituationerna). Vid avgränsningen tas hänsyn till kustens eller strandens orientering.

Kommentarer: Under natten utbildas erfarenhetsmässigt närmast stränder av hav och större sjöar ofta en zon, inom vilken lufttemperaturen på standardhöjd vid pålandsvind och klart väder är  $\geq 1^{\circ}$  varmare än en närbelägen termisk referensyta. Denna under natten relativt varma strandzon har under dagen, särskilt vår och sommar, ett svalare klimat än områden innanför zonen.

Också om temperatureffekterna vid kusten är tillräckligt stora för att medtagas i den aktuella kartan, torde de dock sällan vara lika kraftiga som t. ex. de effekter som representeras av kallluftsjöar och värmeöar. Under perioder och i områden med utbredd havsis reduceras eller försvinner dessutom de aktuella termiska effekterna vid kusten.

#### A.g Svält höjdområde

Definition och/eller kortfattad beskrivning: Med svält höjdområde avses ett område som markant höjer sig över omgivande närbelägna terräng och som är så höglänt att dess temperaturklimat kan förväntas märkbart avvika från omgivningarnas mera ostörda klimat. Avvikelsen gäller alltså i första hand temperaturen men kan då också framträda indirekt genom skillnader i slag av nederbörd (regn, snö), genom fenologiska skillnader etc.

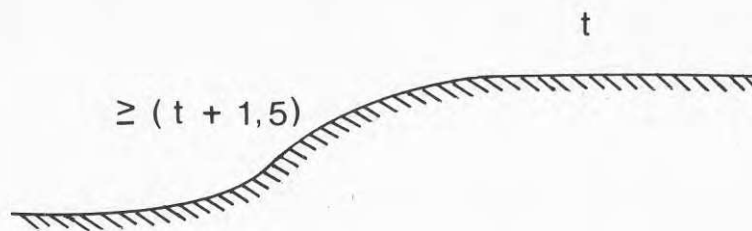
Bestämning och avgränsning: Svåla höjdområden avgränsas på så sätt att vissa höjdkurvor, som eventuellt finns i klimatkartan, särskilt markeras. Dessa höjdkurvor är 75 m, 125 m, 175 m, 250 m, 325 m, 400 m, 500 m, 600 m och 700 m. Med dessa markeringar framträder den klimatologiskt betydelsefulla topografin i kartbladet. Detta förfarandet innebär också, att några gränsproblem som vid en relativ avgränsning ej uppstår vid karteringen.

Kommentarer: Ursprungligen övervägdes att avgränsa svåla höjdområden genom användandet av gränsvärden för de relativa höjdskillnaderna inom karterade regioner. Det visade sig dock vara mycket svårt att finna en enkel metod för en sådan avgränsning, varför vi i stället valde det ovan beskrivna förfarandet.

Höjdintervallen har grupperats på ett rimligt sätt och får anses stora nog att ge i sammanhanget tillräckliga klimatologiska effekter. Temperaturskillnaderna kan synas avsevärt mindre än vad som utmärker t. ex. kallluftsjöar och värmeöar. 100 m höjddifferens ger sålunda endast drygt  $1/2^{\circ}$  temperaturändring. Men samtidigt är inverkan av altituden mer eller mindre permanent och likartad i motsats till den effekt som åstadkommes av terrängformerna i fråga om kallluftsjöar eller av bebyggelsen i fråga om värmeöar.

#### A.h Termalbälte

Definition och/eller kortfattad beskrivning: Med termalbälte avses ett område på sluttning, som vid utstrålningsbetingelser har en temperatur, som på standardhöjd överstiger temperaturen över närbelägen (högre liggande) horisontell mark (t. ex. plåtå) med minst  $1,5^{\circ}$ , och som vid sådana betingelser dessutom är varmare än närbelägen öppen mark i övrigt (fig.5.3).



Figur 5.3 Termalbälte.

Bestämning och avgränsning: Termalbälten bestäms och avgränsas genom terrängbedömning i fält och med anlåtande av kartor och flygbilder. Kontrollerande temperaturmätningar utförs i fält (se vidare under A.e).

Kommentarer: Endast mera uttalade termalbälten urskiljs med valt temperaturgränsvärde. Detta är också tillräckligt stort för att kunna vara intressant ur planeringssynpunkt (jfr temperaturskillnaderna mellan kallluftsjöar och referensytor under kategori III sid 50).

#### A.i Värmeö

Definition och/eller kortfattad beskrivning: Med värmeö avses ett område som på grund av bebyggelsekoncentration har ett varmare klimat än klimatet i omgivningen. Övertemperaturen är särskilt utpräglad under lugna, klara kvällar och nätter. Två intensitetsklasser urskiljs:

A.i.a Starkt utbildad värmeö

A.i.b Måttligt utbildad värmeö.

Bestämning och avgränsning: Värmeöar bestäms och avgränsas genom bedömning och mätningar i fält och med anlåtande av kartor och flygbilder. I det fall värmeöns övertemperatur relativt en närbelägen termisk referensyta uppgår till eller överstiger  $4^{\circ}$  (standardhöjd) i genomsnitt för fem kvällssituationer med klart och lugnt väder, anses värmeön tillhöra den förstnämnda klassen. I det fall övertemperaturen vid nämnda betingelser är  $> 1,5^{\circ}$  men  $< 4^{\circ}$  (standardhöjd), anses värmeön tillhöra den senare klassen. Övertemperaturen bestäms genom temperaturprofilmätningar (t. ex. mätfärder). (Se vidare under A.e.)



Kommentarer: Det är svårt att bestämma klassgränserna, men det nedre värdet är fixerat på en nivå där temperaturdifferenserna blir tillräckligt stora för att kunna vara av intresse ur aspekterna energiåtgång för uppvärmning. Gränsvärdet mot det större inflytandet är satt där även effekter på den termiska cirkulationen kan bli betydande.

#### B.a Dimområde

Definition och/eller kortfattad beskrivning: Med dimområde avses ett område som utmärks av ofta förekommande lokal dimma. Denna kan vara strålningsdimma, lokal variant av advektionsdimma, orografisk dimma eller kombination av två eller flera dimslag (komplex genes eller frekvent uppträdande av mer än en typ). Alltefter dominerande dimslag görs följande indelning:

- B.a.a Område med strålningsdimma
- B.a.b Område med advektionsdimma
- B.a.c Område med orografisk dimma
- B.a.d Område med olika slag av dimma eller dimma av komplex genes.

Bestämning och avgränsning: Dimområden bestäms och avgränsas genom terrängbedömning i fält och med anlåtande av kartor och flygbilder samt genom direkta observationer vid dimsituationer.

Kommentarer: Ursprungligen avsåg vi att låta sjörök bilda en särskild undergrupp. Senare uteslöt vi dock denna, då vi ansåg, att detta dimslag i vårt land ej är av större intresse ur planeringssynpunkt.

#### C.a Starkvindområde

Definition och/eller kortfattad beskrivning: Med starkvindområde avses ett område inom vilket vindhastigheten kraftigt överstiger vindhastigheten inom regionen som helhet. Starkvinden avser vindriktningar med hög frekvens. Två klasser av starkvindområde förekommer:

- C.a.a Extremt starkvindområde
- C.a.b Starkvindområde.

Bestämning och avgränsning: Starkvindområden bestäms och avgränsas genom terrängbedömning i fält med anlåtande av kartor och flygbilder och genom mätningar med anemometer (vindväg) av skålkorstyp med påsatt ulltråd för vindriktningsindikering. Följande metod används.

Utgångsvärde är vindhastigheten 8 m/s på 10 m höjd över markytan vid bäst belägen klimatstation eller annan officiell station vid vilken vinden mäts. 8 m/s motsvarar gränsen mellan 4 Beaufort (måttlig vind - - kan sätta blad och tunna kvistar i rörelse) och 5 Beau-

fort (frisk vind - - kan sätta grenar i rörelse, virvlar upp damm; på sjön bildas överallt vita skumkammar). Då så anses erforderligt, "förflyttas" (omräknas) detta referensvärde med hjälp av mätningar vid en egen, tillfällig upprättad station till en nära belägen plats, för vilken den officiella stationens frekvensstatistik dock kan antas i princip gälla. Mätfärder utefter valda profiler utförs vid vindriktningar med en årsfrekvens överstigande 10%. Från den officiella eller den egna stationen erhålles med mätningarna samtidiga vindhastighetsuppgifter. Kvoten 8 m/s genom observerad hastighet vid den officiella stationen (eller vindhastighet motsvarande 8 m/s genom observerad hastighet vid den egna referensstationen) beräknas. Vindhastighetsvärdena från mätprofilerna multipliceras med denna kvot. Härvid "förflyttas" vindhastighetsvärdena uppmätta vid mätfärderna inom området till "8 m/s-nivå". För de aktuella riktningarna görs ett antal mätprofiler, vars värden omräknas enligt ovan till 8 m/s-nivå. Följande gäller sålunda:

$$v_8 = \frac{u_8}{u_{obs}} \cdot v_{obs}$$

$v_8$  = vindhastighet på 2 m höjd i profilen och normerad till 8 m/s-nivå

$v_{obs}$  = vindhastighet uppmätt på 2 m höjd i profilen

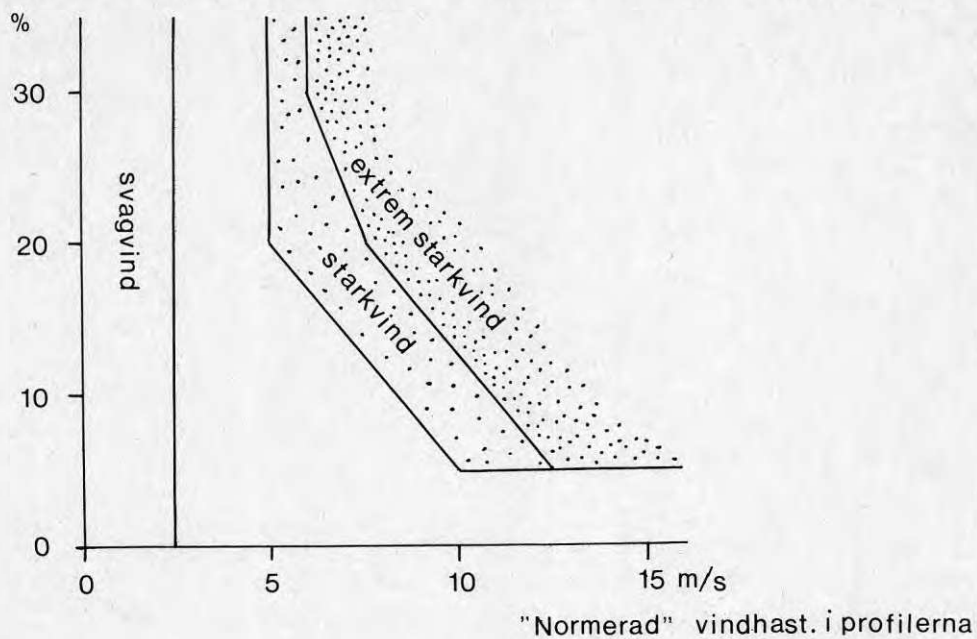
$u_8$  = vindhastighet på 10 m höjd i närbelägen station (8 m/s i officiell station eller värde motsvarande detta i egen referensstation)

$u_{obs}$  = vindhastighet på 10 m höjd i närbelägen station och uppmätt samtidigt som  $v_{obs}$  mättes.

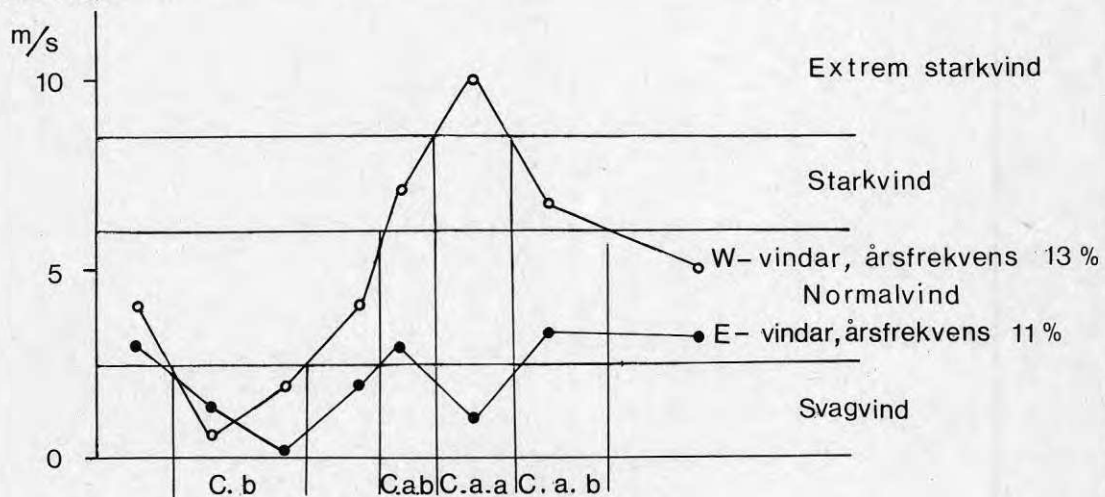
För varje mätpunkt beräknas ett medelvärde av de sålunda normerade mätvärdena. Detta görs för var och en av de aktuella riktningarna. Ur de härvid erhållna "medelprofilerna" urskiljs och avgränsas starkvindområdena. Om 8 m/s på 10 m höjd vid den officiella referensstationen förekommer mer än 30% av tiden, markeras extremt starkvindområde, C.a.a, för de delar av profilen, vars hastighet överstiger 6 m/s (fig. 5.4). Den förhållandevis låga hastighetsgränsen motiveras av den höga frekvensen av sådana hastigheter. Med avtagande frekvens ökar kraven på de beräknade hastigheterna i profilerna, för att området skall betraktas som extremt starkvindområde. Vid en frekvens av 20% krävs sålunda att vindhastigheten är minst 7,5 m/s och vid 5% frekvens att vindhastigheten i profilen överstiger 12,5 m/s. Är frekvensen mindre än 5%, kan vindeffekten antas vara av underordnad betydelse och avgränsas därför ej.

Starkvindområde, C.a.b, avgränsas på likartat sätt. Om frekvensen av vind överstigande 8 m/s på 10 m höjd vid den officiella referensstationen överskrider 20%, markeras starkvindområde, om vinden i profilen överstiger 5 m/s. Vid frekvensen 5% krävs minst 10 m/s för starkvindområde. Är frekvensen mindre än 5%, görs

Frekvens av vindar  $\geq 8$  m/s  
vid offic. ref. -station



"Normerad" vindhast.  
i profilerna



Figur 5.4 Avgränsning av stark- och svagvindområden samt några beräkningsexempel. I exemplet har frekvensen av vindar  $\geq 8$  m/s antagits vara 17%.

ingen avgränsning. Se fig. 5.4.

Mätningarna i profilerna görs som nämnt 2 m över markytan (genomsnitt för femminutersperioder). Samtidigt noteras vindriktningen var tionde sekund (= 30 observationer härav i varje mätpunkt). Man bör välja mätpunkterna där man efter en förberedande bedömning har anledning misstänka att starkvindområde kan förekomma. De lokaliseras här på ett så representativt sätt som möjligt och så att de inte kan anses störda av mikrotopografi, vegetation m.m. på själva mätplatsen. Minst tre profilmätningar görs för varje aktuell vindriktning. Medelvindhastigheten 10 m över markytan i referensstationen skall under mätningarna uppgå till eller överstiga 6 m/s ( $\geq 8$  m/s för kuststation).

Kommentarer: Det var förenat med vissa svårigheter att åstadkomma en användbar metodik för bestämning och avgränsning av stark- och svagvindområden. Redan på ett tidigt stadium förkastades vissa metoder som utgick från en bedömning av terrängens skrovlighet m.m. och som ej innefattade några direkta vindmätningar. Senare formulerades stark- och svagvindområdena med utnyttjande av enbart vissa gränsvärden för medianvinden. Denna beräknades ur samtidiga mätningar i punkter inom området och i en anslutande referensstation och med utnyttjande av vindstatistik från den senare. För att anpassa avgränsningen av framför allt starkvindområdena till de tankegångar och värderingar man ofta finner i komfortsammanhang valde vi i det slutliga förslaget till avgränsning att i stället för medianvind utnyttja vindhastighetsgränser som relateras till den tid under vilken vindhastigheten i fråga överskrids. Olika forskare har kommit till olika resultat beträffande vad som skall betraktas som acceptabla vindförhållanden för olika vistelsezoner. Engelska byggforskningen anger exempelvis att medelvindhastigheter över 5 m/s under 10-20% av dagtid på gator och torg leder till klagomål över blåsigheten, men först vid högre frekvenser blir missnöjet så stort att någon form av vindskydd måste byggas (Lawson & Penwarden, 1975 och Glaumann & al., 1982). I stället för medelvindhastighet används i komfortsammanhang ofta begreppet "upplevd vindhastighet", som utgör medelvindhastigheten uppräknad med ett uttryck för turbulensintensiteten. Den upplevda vindhastigheten är därför vanligen något högre än medelvindhastigheten, men trots detta brukar 5 m/s hos denna "subjektiva" vindhastighet anges som nedre gräns för besvärande vind.

Efter omfattande provmätningar i fält fastställde vi de vindhastighets- och frekvensvärden som givits i vår avgränsning av stark- och svagvindsområdena.

Vid provmätningarna visade det sig att osäkra värden och relationer erhöles vid låga vindhastigheter. Detta har motiverat kravet på angivna minimivärden hos medelvindhastigheten i referensstationen under mätningarna.

### C.b Svagvindområde

Definition och/eller kortfattad beskrivning: Med svagvindområde avses ett område som på grund av avskärmning eller annat lå har en vindhastighet som kraftigt understiger vindhastigheten inom regionen som helhet. Svagvinden avser vindriktningar med en årsfrekvens överstigande 10%. En skogbevuxen markyta eller en markyta med sammanhängande bebyggelse, som enbart på grund av sin vegetation respektive byggnader är undandragen vinden, är alltså inte ett svagvindsområde.

Bestämning och avgränsning: Svagvindområden bestäms och avgränsas i huvudsak analogt med starkvindområden (se C.a och fig. 5.4). Svagvindområden utmärks av vindhastigheter ("normerade" till 8 m/s-nivå) understigande 2,5 m/s. I motsats till vad gäller starkvindområdena skall vindhastighetskravet dock gälla samtliga aktuella vindriktningar, dvs. samtliga vindriktningar med en årsfrekvens överstigande 10%. Vidare är gränsvärdet för svagvindområde ej frekvensberoende (fig. 5.4).

Kommentarer: Svagvindområden kan naturligtvis också förekomma i skogsterräng eller i bebyggda områden, t. ex. i lå av högstammig skog (vissa hyggen), hög bebyggelse och höjdsträckningar eller hinder av annat slag.

Se vidare kommentarer under starkvindområde.

### C.c Område med omlandsbris

Definition och/eller kortfattad beskrivning: I anslutning till vissa värmeöar kan stundom uppkomma s. k. omlandsbris, en lokal, med sjöbris analog luftströmning riktad mot värmeön. Omlandsbrisen torde endast bli välutbildad i anslutning till de större städernas mera betydande värmeöar.

Bestämning och avgränsning: Områden med omlandsbris bestäms och avgränsas genom bedömning och observationer i fält (t. ex. av rökplymer och vindriktningsindikerande dimfrost) och med anlitande av kartor och flygbilder.

Kommentarer: Det kan vara svårt att i detalj avgränsa områden med omlandsbris. Denna vind är ofta svag och utvecklas mera sällan i fotgängarnivå.

### C.d Område med lokala vindriktningsanomalier

Definition och/eller kortfattad beskrivning: Inom rubricerat område bedöms stortopografin kunna mekaniskt påverka vinden så att vid åtminstone någon riktning avlänkas 30° eller mer. Sådana områden kan vara större dalar, zoner utmed bergssidor m.m. Påverkan skall vara förhanden också i inversionsfria situationer.

Bestämning och avgränsning: Områden med lokala vindriktningsanomalier bestäms och avgränsas genom terrängbedömning i fält med anlitande av kartor och flygbilder och genom vindriktningsbestämning beskriven under C.a.

Kommentarer: Områden med lokala vindriktningsanomalier av beskrivet slag torde vara mindre vanliga i södra och mellersta delarna av landet. I nordsvensk fjäll- och älvsdalsterräng förekommer de däremot mer allmänt.

## 6      UNDERSÖKNINGSMETODIK

Klimatinformationen i kartorna förvärvas på olika sätt. Den mest närliggande metoden har varit att mer eller mindre konventionellt mäta de klimatelemt som är i sammanhanget aktuella. Det har då varit nödvändigt att ta ställning till vilken metodik och utrustning som skall användas och till mätningarnas varaktighet.

I många fall kan det dock vara svårt att utföra mätningar som täcker stora ytor. Följande mera förenklade förfarande kan då ofta tillämpas. Inom ett landskapsområde upprepas flerstädes topografi, markbeskaffenhet och vegetationstyp i likartade former och mönster. Vid klimatkartering av ett sådant område kan det därför vara tillräckligt att koncentrera mätningarna till enstaka typiska landskapselement. Resultaten kan sedan överföras till att med god approximation också gälla andra likartade men ej uppmätta landskapselement. Denna förenklade metod kräver noggrann kontroll och bör endast utföras av en mycket erfaren lokalklimatolog. Riktigt utförd innebär den dock avsevärd arbets- och kostnadsbesparing.

Ett viktigt komplement till direkta mätningar är alltså erfarenhetsmässig bedömning av landskapet ur lokalklimatsynpunkt. Utöver ovan angivet förfarande att extrapolera mätdata kan i sammanhanget värdefull information erhållas genom studier av terrängformer och vegetation, ur fenologiska förhållanden, genom iakttagelser av dagg, rimfrost- och dimfrostavlagringar samt av snöutbredning och vindspår i snö m.m. Också information som direkt kan utläsas ur kartor och flygbilder kan vara användbar vid sådan klimatbedömning liksom uppgifter erhållna genom morfometri och fjärranalys. Vi har undersökt möjligheterna att utnyttja sådana indirekta metoder för framställning av lokalklimatiska kartor.

För så stora ytor som blir aktuella vid en översiktlig bedömning av lokalklimat i skala 1:50 000 innebär arbetets första fas en analys av topografiska kartor i denna skala, varvid preliminära avgränsningar av lokalklimatiska element göres. Vad gäller exempelvis möjlig förekomst av kallluftsjöar brukar existens av sådana kunna fastställas, däremot är utbredning i detalj och intensitet svårare att avgöra. Starkvindområden vid kuster och i anslutning till exponerade bergkanter är ofta relativt lätta att identifiera. Svårare är det att från kartorna bedöma lågt liggande öppna ytor inne i landet. Mätningarna har visat att bedömda sådana vindexponerade ytor ofta ej uppnått de fastställda kriterierna för starkvind.

Kartanalysen kan i väsentlig grad förstärkas av studier av flygbilder i skala 1:30 000 över området. Svart-vita flygbilder ger tillräcklig topografisk information, men om vegetation användes som klimat-

indikator är IRF-flygbilder att föredra. Vi har prövat möjligheterna att nyttja satellitbildinformation (HCMM) för denna översiktliga klimatkartering, men det har inte givit några positiva resultat.

Vid bedömning av lokalklimat är även relativt omfattande fältrekognosering nödvändig. Topografin framträder då på ett annat sätt och ger anledning till korrigerings av de preliminära kartorna. Lämpliga provytor för mätningar kan utses.

Denna utredning och andra genomförda uppdrag har visat att vissa mätningar är nödvändiga att genomföra. I den använda kartskalet, 1:50 000, sker detta lämpligen genom att använda en eller flera provytor som bedöms vara intressanta och/eller representativa och från vilka resultaten kan extrapoleras till andra ytor. Inom ytorna sker mätningar i form av slingor eller profiler. Uppläggning av mätningarna och hur mätresultaten användes vid exempelvis fastställande av extremt starkvindsområde och starkvindsområde eller kallluftsjöar av olika intensitet framgår delvis av parameterbeskrivningen (avsnitt 5). Det har under hela utredningsperioden varit nödvändigt att hålla i minnet att mätinsatserna måste hållas begränsade, så att rekommenderad teknik och de i senare avsnitt givna exemplen hålls på en realistisk ekonomisk nivå. Vi har sökt undvika att göra metodiken så orealistiskt dyr att framställning av översiktliga lokalklimatkartor blir omöjlig för kommunerna. Vindmätningar har därför exempelvis skett med lättflyttbara skålkorsanemometrar i profiler och där en station fått tjäna som referensstation. För att få anslutning till klimatstatistiken har samtida värden införskaffats från närmast belägna väderstation.

För temperaturundersökningar har konventionella bilutfärdar använts.

Sol- och skugglägen har i mätningssfasen preciserats genom geometrisk analys av kartblad, men även uppmätning av lutningar i fält har företagits, eftersom det visat sig att kurv bilden på de topografiska kartorna ej alltid är exakt i anslutning till slutningar.



## 7 KARTORNAS UTFORMNING

Det har efterhand ansetts vara mest angeläget att koncentrera detta projekt till framställning av kartor för översiktlig planering. Efter diskussioner med avnämargruppen och vid seminarium har vi kommit fram till att dessa kartor skall framställas i skalan 1:50 000. Vi har dock funnit att klimatmönstret inom delområden, som ur planeringssynpunkt anses särskilt intressanta, dessutom kan återges med större detaljupplösning i skalan 1:10 000 eller större.

Det har befunnits vara riktigt att presentera all lokalklimatisk information i en karta. En annan möjlighet är att presentera varje klimatelement eller grupper av sådana element i separata kartor (fig.7.1). Redan vid projektstarten förutsatte vi dock att med hänsyn till kartornas praktiska utnyttjande skulle det förstnämnda förfarandet komma att användas. Möjligen kan det visa sig vara en fördel att i kartkommentarerna (jfr nedan) redovisa klimatelementen separat.

Vid projektets start diskuterades ingående vilken typ av underlagskarta som bäst lämpade sig att använda i det aktuella sammanhanget. Härvid måste hänsyn tas till den skala som utnyttjas. Önskemål fanns att underlagskartan skall innehålla sådan information om jordytan som kan anses betydelsefull för de lokala klimatförhållandena. Exempel på sådan information är

- (1) topografi
- (2) vegetation, i synnerhet förekomst eller ej av skog
- (3) övrig markanvändning, t. ex. bebyggelse och jordbruksmark
- (4) hydrografi
- (5) jordarter.

Det är dock viktigt att underlagskartan ej blir så dominerande att det uppstår problem med tydligheten, då klimatinformationen skall införas. Detta kan lösas genom att underlagskartan förenklas, tonas ned eller utnyttjas separerad från klimatkartan.

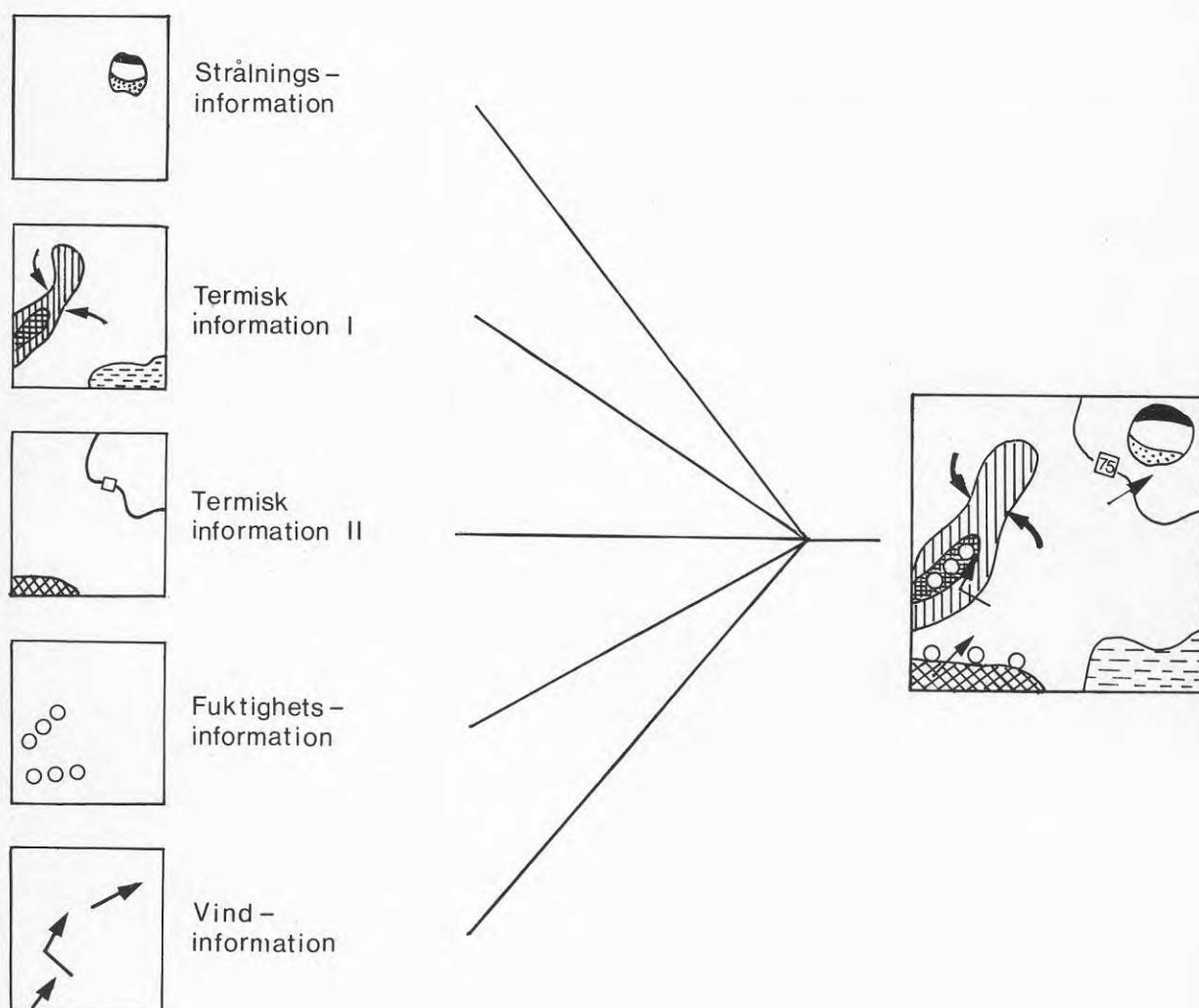
Det har visat sig att vid kartutformning i skala 1:50 000 är den lämpligaste underlagskartan en något nedtonad svart-vit kopia av den topografiska kartan. Vissa underlagskartor har varit svåra att få i en lämplig gråton. Det är önskvärt att den topografiska informationen framträder, liksom sjöar, större vattendrag, kuster och bebyggelse. Tyvärr utgår den viktiga informationen rörande skogsklädda ytor.

Sedan kartskala och slag av underlagskarta fastställts, har utretts med vilken teknik kartorna skall ritas. Val av kartsymboler, färg- och svartvittoner, gränsmarkeringar etc. har gjorts med beaktande dels av kartornas syfte, dels av att samma kartmanér skall kunna användas i olika typer av landskap.

Det kan konstateras att det är väsentligt enklare att

Förenklade, mindre kartor  
över enskilda eller gruppvis  
samlade företeelser

Huvudkartan med  
samlad information



Figur 7.1 I kartkommentarerna separat redovisade lokalklimatiska företeelser och huvudkartan med den samlade informationen.

framställa en lokalklimatkarta där all information tydligt separeras om kartan framställs i färg. För att illustrera detta har en slutlig version av karta framställts med denna teknik (karta 6).

Av kopieringstekniska skäl torde det dock i allmänhet vara nödvändigt att kunna producera lokalklimatkartor i en svartvit version. Valet av yttäckande symboler och vissa andra markeringar har visat sig mycket svårare än väntat och en ständig förändring och utveckling har skett under projektets gång (se fig. 9.1 och karta 1-5). Det har ej ansetts nödvändigt att inom projektets ram i detalj redovisa använda raster, pilar och bokstäver, men alla uppgifter finns i ett kartotek hos författarna för snabb information om sådan efterfrågas.

De lokalklimatiska kartbladen förses med kommentarer, vilka innehåller relevant makro- och mesoklimatisk information, ger en allmän lokalklimatologisk bakgrund och förklarar och diskuterar vissa företeelser inom de aktuella kartområdena. De rymmer vidare en fullständig symbolbeskrivning samt lämnar uppgifter om eventuellt anslutande färdiga eller planerade kartblad, använd inventeringsteknik m.m. Kartkommentarerna utformas som en textdel eventuellt försedd med förklarande skisser, diagram och tabeller. De görs mycket enkla och kortfattade.

Den makro- och mesoklimatiska informationen hämtas ur tillgänglig statistik. Den avser lufttemperatur, nederbörd, snödjup och snötäckets varaktighet, vindförhållanden och makro- och mesoklimatiska förutsättningar för bildning av kallluftsjöar och markinversioner.

Det makro- och mesoklimatiska temperaturmönstret i området ges för året och några typmånader i en serie mindre kartskisser (isotermkartor). Dessa kompletteras med tabeller och diagram över intressanta termiska förhållanden hos områdets makro- och mesoklimat, t. ex. skillnader mellan kustområden och inlandsområden och mellan lågtliggande områden och höjdområden.

Nederbördsklimatet inom området beskrivs med en mindre kartskiss (isohyetkarta) över årsmängderna kompletterad med tabeller och diagram över intressanta drag hos områdets nederbördsklimat, t. ex. nederbördens årsvariationer och typen av nederbörd, och kommentarer om snödjup och snötäckets varaktighet.

Det makro- och mesoklimatiska vindmönstret i området redovisas i en mindre kartskiss med isoveler för medianvindhastigheten under året på 50 m och 10 m höjd över markytan. Alternativt kan mönstret hos den vindhastighet som överskrids av 20% av observationerna i årsfördelningen på motsvarande sätt redovisas. Vidare redovisar tabeller och diagram frekvens av kalla vindar under vinterhalvåret, frekvens av snövindriktningar och frekvens av slagregnvindriktningar, i den mån sådan statistisk finns tillgänglig, ävensom övrig vindstatistik avseende både vindens hastighet och riktning m.m.

I lokalklimatiska kartan utgör uppgifter om kallluftsjöar särskilt viktig information. Det är därför motiverat att i kommentarerna till kartan lämna sådana uppgifter som kan användas för att man skall kunna få en uppfattning om regionens allmänna benägenhet att främja utbildningen av kallluftsjöar och markinversioner. Sådana uppgifter är normal procentuell frekvens av "lugnt" för tre vintermånader (december, januari och februari) respektive tre sommarmånader (juni, juli och augusti), medelantal klara dagar per

månad för motsvarande månader samt uppgifter om snö-  
täckets varaktighet (jfr ovan). Uppgifterna lämnas för  
en eller flera representativa stationer i regionen  
och redovisas i tabeller, vilka också medtar jäm-  
förelsevärden för några olika regioner. Tillgänglig  
statistik över frekvenser av radiosonderingar med  
markinversioner i procent av totala antalet radio-  
sonderingar vid de aerologiska stationerna bör också  
ingå i kartkommentarerna. Frekvenserna bör härvid an-  
ges för januari och juli kl. 12 GMT och kl. 00 GMT.  
(Se "Enhetliga Nordiska ventilationsklimatologier",  
1977.)

Makro- och mesoklimatiska uppgifter av det slag som  
rekommenderats ovan förutsätter ett förhållandevis  
tätt officiellt stationsnät inom kartområdet. Om så-  
dant saknas, måste denna klimatinformation givetvis  
förenklas och göras mera allmän (jfr bilaga 2),

Den i kartkommentarerna redovisade makro- och meso-  
klimatiska informationen beledsagas genomgående av  
kortfattad förklarande text.

I kommentarerna till de lokalklimatiska kartbladen  
ryms också en kortfattad allmän beskrivning av vad  
som menas med lokalklimat, hur dessa klimat uppkommer  
och vilka egenskaper som utmärker dem.

Vidare kommenteras vissa lokalklimatologiska före-  
teelser inom det aktuella bladet. Vilken vikt skall  
man egentligen ge klimatet vid planeringen av ett  
visst område? Vilken betydelse har vinden, förekom-  
sten av kallluftsjöar etc.? Inom vissa ytor "mot-  
verkar" dessutom de klimatologiska elementen varandra,  
inom andra ytor "stärks" de inbördes. Detta kan vara  
komplicerat för planeraren att utreda. I kartkommen-  
tarerna kan han här få hjälp med en rimlig avvägning.  
I dessa kommentarer kan då också ges mera direkta  
planeringssynpunkter, t. ex. angivande av områden som  
är olämpliga att bebygga på grund av försämrad komfort  
och ökade bränslekostnader för uppvärmning eller som  
är oägnade att rymma luftförorenande industrier eller  
friluftsanläggningar. Ytor, till vilka bebyggelse  
eller aktiviteter i stället bör lokaliseras, kan  
också anges, liksom förslag till hur klimatet i vissa  
områden möjligen skall kunna förbättras genom insats  
av särskilda angivna åtgärder. Dessa synpunkter och  
förslag bör dock mera utformas som försiktiga bedöm-  
ningar än som direkta rekommendationer, om inte pla-  
neringen skall riskera att låsas på ett onödigt sätt.

Efter symbolbeskrivning och uppgifter om eventuella  
anslutande kartblad kommenteras slutligen också den  
inventeringsteknik som använts för aktuellt blad. Här  
bör bl. a. framgå, inom vilka delområden av bladet  
som mätningar utförts.

9 PILOTSTUDIER I OLIKA LANDSKAPSTYPER - FRAMSTÄLLNING AV KLIMATKARTOR ENLIGT FÖRESLAGEN METODIK

Under hela undersökningsperioden har framställts en serie lokalklimatkartor som, förutom att de är från olika landskapstyper, representerar olika steg mot en lokalklimatkarta av det slag som vi föreslår skall användas vid översiktlig planering. Det måste observeras att endast i de två sist framställda kartorna från Kungsbacka kommun (karta 5 och 6) har använts det kompletta förfaringssättet för kartframställning som vi föreslår. Detta inkluderar alla moment från parameterbestämning till kartmanér.

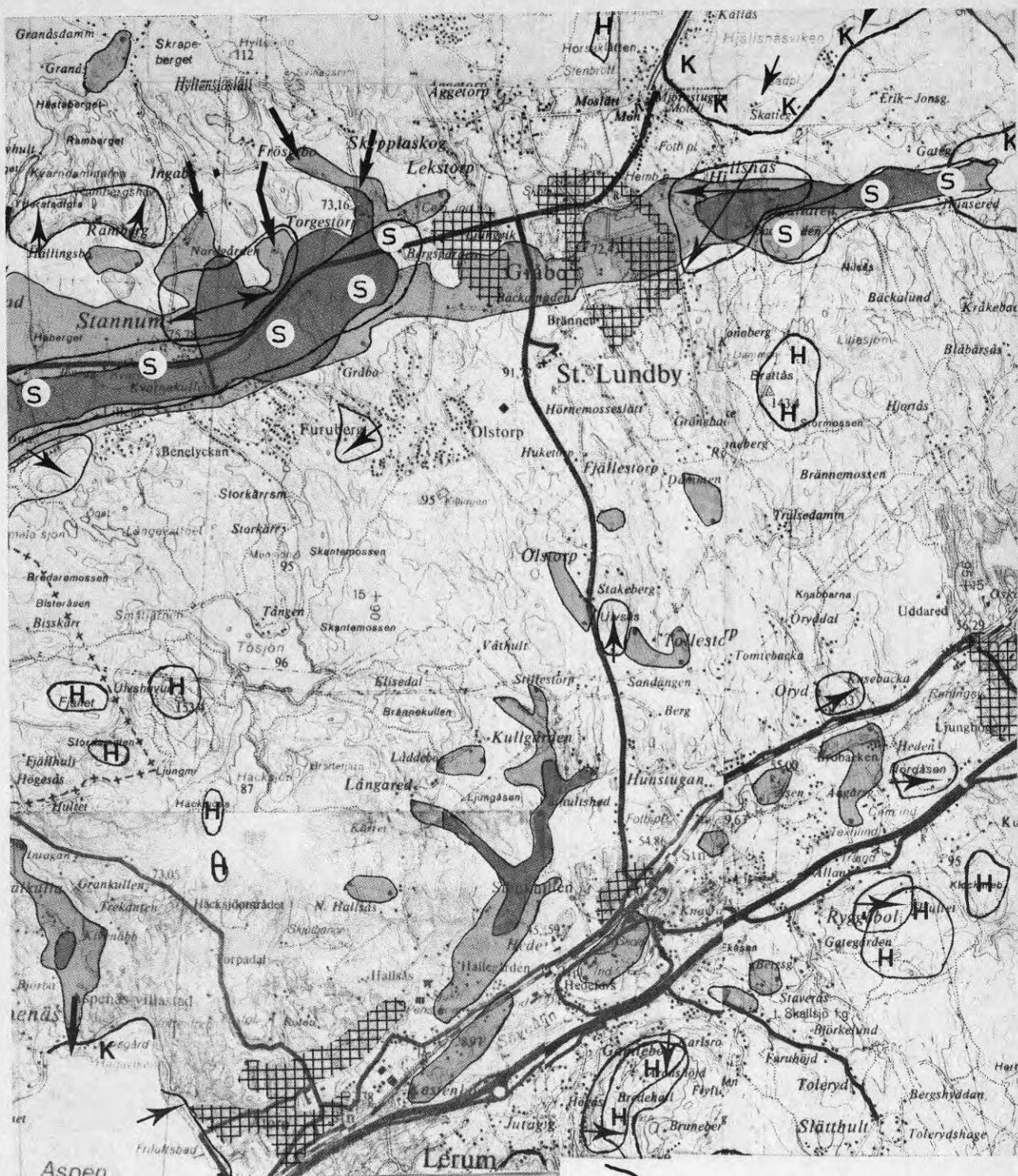
9.1 Test av inventeringsmetodik och kartteknik samt provframställning av karta för del av Lerums kommun

I anslutning till Efems projekt Ekosystem och fysisk planering framställde vi en enkel lokalklimatkarta baserad på bedömning. Denna karta ansågs ge viss intressant och användbar information och var ett av incitamenten till det här aktuella projektet. I viss utsträckning visade det sig dock svårt för arkitekterna att utnyttja informationen, såtillvida att stor hänsyn togs till kallluftsjöar som var väl avgränsade, medan viktiga starkvindsområden, där problemet markerats med en vindpil förbisågs.

När vi beslutat använda detta område som en första provyta utförde vi efter samråd med arkitekterna vissa enkla mätningar i form av bilmätfärder för två testytor, kompletterade med mobila vindmätningar. Därefter konstruerades en ny karta (fig. 9.1) där vi även gjorde en första ansats att prova parameterbeskrivning och kartmanér.

Alla ytor där någon lokalklimatinformation gives har avgränsats. En betydande kallluftsjö utbildas från sjön Mjörn utefter Lärjeåns dalgång. En högre intensitetsklass finns i de nedre delarna avbruten vid Gråbo samhälle, som delvis utbildar en svag värmeö. Samspelet mellan kallluftsjöns och värmeöns utbredning och intensitet har ej utretts. I anslutning till kallluftsjön förekommer strålningsdimma och kallluftflöden. Den delvis öppna dalgången är också vindutsatt i vissa delar. Mjörn och Aspen är tillräckligt stora sjöar för att det skall utbildas en smal zon av dämpat sjölägesklimat vid stränderna.

I Sävåns dalgång mellan Floda och Lerum utbildas smärre isolerade kallluftsjöar. Vegetation, topografi och bebyggelse är orsaker till att inget sammanhängande system finns. Väster om Stenkullen finns ett ravinformat dalgångssystem till vilket relativt stora mängder kallluft leds. Inom kartområdet förekommer endast begränsade ytor som är svala höjdområden, över 100 m.



- Aspen**

KALLUFTSJÖ MÄTTLIGT INFLYTANDE

KALLUFTSJÖ STARKT INFLYTANDE

VÄRMEÖ MÄTTLIGT INFLYTANDE

KALLUFTFLÖDE
- K** DÄMPAT SJÖLÄGESKLIMAT

**H** SVALT HÖJDOMRÅDE

STARKVINDOMRÅDE

**S** STRÅLNINGSDIMMA

Figur 9.1 Ett första utkast till lokalklimatkarta från del av Lerums kommun.

På en av arkitekter generaliserad kartbild har även vissa sollägen markerats.

Det ligger utanför ramen för detta arbete att närmare redovisa hur lokalklimatinformationen användes i projektet Ekosystem och fysisk planering, men det kan konstateras att diskussioner vid ett flertal projektmöten givit erfarenheter som varit till stor nytta för fortsatt utveckling av lokalklimatkartor.

## 9.2 Framställning av klimatkartor baserade på bedömningskartering respektive på mätningar och bedömning

I detta avsnitt ges några exempel på lokalklimatkartor för vilka information insamlats genom väsentligen bedömning respektive både bedömning och mätningar. Karteringarna har utförts i olika landskapstyper - ett skånskt slätt- och horstområde, Lundaregionen, och ett "bergplintlandskap" i mellersta Bohuslän, Stenungsundsregionen. Kartorna representerar också olika steg i våra strävanden att ta fram en praktiskt användbar, enkel metodik för framställning av lokalklimatkartor för översiktlig planering. Karteringen i Skåne gjordes sålunda i ett relativt tidigt skede av utredningen, då förfarandet vid avgränsningen av den klimatologiska kartinformationen, i synnerhet stark- och svagvindområdena, ännu inte helt fastställts. Karteringen i Bohuslän däremot utfördes med den slutgiltiga metodiken.

### 9.2.1 Kartering i Lundaregionen

Bedömningarna och mätningarna gjordes inom ett område som från Öresundskusten i väster sträcker sig i östlig riktning förbi Lund och S. Sandby (karta 1 och 2). Det är väsentligen en ren jordbruksbygd men rymmer också tätorten Lund samt vissa terrängpartier med skog. Den plana, öppna och till nästan hundra procent uppodlade slätten väster och sydväst om Lund övergår österut i mera högtliggande, men fortfarande mestadels öppen och uppodlad terräng. Höjdområdet är Romeleåsens utlöpare åt nordväst. Urberget i denna horst når dagen i Billebjär, sydost om Hardeberga. Söder om S. Sandby täcks åsen av omfattande barrskogsbestånd. Två betydande ådalar finns i regionen - Höjeådalens söder om Lund och Kävlingeåns dalgång längre norrut.

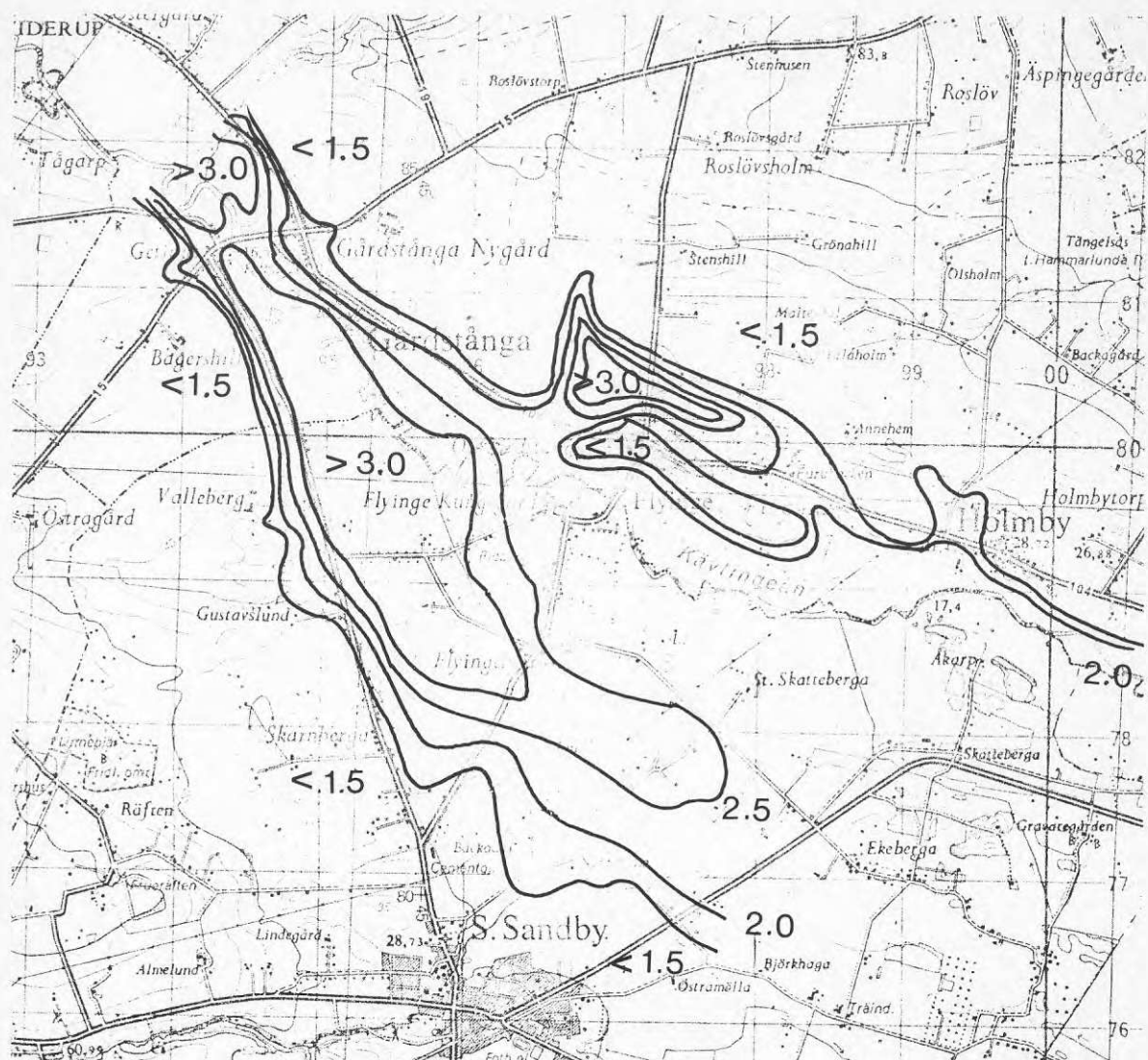
Bedömningarna gjordes huvudsakligen i fält men med anlåtande av kartor och flygbilder. De underlättades väsentligt av att landskapet är öppet och genomkorsas av vägar i ett mycket tätt nät. Gången vid terrängbedömningen var denna. Sedan i sammanhanget "intressanta" terrängavsnitt avgränsats efter noggranna kart- och flygbildsstudier, detaljgranskades dessa lokaler i fält. Men också regionen i övrigt rekognoserades detaljerat, vilket till stor del kunde göras från bil.



Mätningarna (fig. 9.1) omfattade geometriska bestämningar i kartor, flygbilder och i fält (sol- och skugglägen), temperaturmätningar i profiler från kusten in i landet (dämpade sjölägesklimat, kallluftsjöar) och inom andra delar av regionen, särskilt kring Löddeköpinge och i området öster och nordöst om Lund (kallluftsjöar, svala höjdområden m.m.) och i anslutning till tätorten Lund (värmeön) samt vindmätningar i profiler från kusten in i landet och inom höjdområdena norr, nordöst och öster om Lund (starkvindområden). Som antytts ovan hade den slutgiltiga metodiken för avgränsning av starkvindområden genom mätningar ej fastställts vid karteringen av Lunda-området. Avgränsningen baserades här på vissa gränsvärden för medianvindhastigheten för "vanliga" vindriktningar men beaktade ej vindhastighetsfrekvensen. Man kan därför inte utan vidare jämföra de avgränsade starkvindområdena i denna region med motsvarande områden i övriga testytor. Övrig klimatologisk information i kartorna har däremot inhämtats med samma metodik som för de andra områdena. Denna information är därför jämförbar.

Trots att reliefen hos det skånska slättlandskapet i Lunda-trakten är betydligt svagare än reliefen i de övriga testområdena på västkusten, förekommer också i det skånska området kallluftsjöar. I de flacka sänkorna och dalgångarna bildas grunda kallluftansamlingar. De är visserligen i intet fall av den typ som kan förväntas ha mycket starkt inflytande men kan som i ådalarna bli ganska betydande. Kallluftens ledlinjer i terrängen är av måttligt inflytande, dvs. i detta fallet vanligen relativt korta och med måttlig kallluftföring. I ådalen norr om S. Sandby är också strålningsdimma vanligen förekommande liksom i Höjeås dalgång söder om Lund. De öppna sluttningarna och höjdområdena norr, nordost och öster om Lund är vindutsatta. I tätorten Lund utbildas en värmeö, som i centrala delarna av staden har starkt inflytande. Också tätorten S. Sandby utbildar en värmeö, som dock har måttligt inflytande. Söder och väster om denna tätort stiger terrängen upp mot ytor som får betecknas som svalt höjdområde. Denna avgränsning verifieras av bl. a. snöobservationer och temperaturmätningar. Ett tydligt kustinflytande märks i regionens västra del som därför ansetts ha ett "dämpat sjölägesklimat". Inom kartans område förekommer också mindre ytor betecknade solläge, skuggläge, termalbälte och svagvindområde. Däremot saknas kallluftproduktionsområde, område med omlandsbris och område med lokala vindriktningsanomalier.

De lokalklimatiska kartorna är ämnade att ge översiktlig information i skalan 1:50 000. En viss generalisering vid avgränsningen av klimatområdena kan därför tillåtas. Metodiken vid avgränsningen och karaktären hos den information som avgränsas leder också i flera fall till en betydande generalisering. Dock finns skillnader härvidlag mellan de olika slagen av klimatinformation, vilket tydligt framgår av



Figur 9.1 Exempel på uppmätt lokalklimatinformation. Kartan visar det termiska mönstret i Kävlingeåns dalgång norr om S. Sandby i genomsnitt för fem nattsituationer med lugnt, klart väder. Siffrorna anger temperaturunderskott i  $^{\circ}\text{C}$  relativt närbelägen termisk referensyta. Mätningar på standardhöjd med bilburen sensor.

kartorna. Sålunda avgränsas exempelvis sol- och skugglägen, kallluftflöden och kallluftsjöar med avsevärt större detaljskärpa än exempelvis dämpade sjölägesklimat, dimområden och starkvindområden.

De lokalklimatiska kartorna över Lundaregionen redovisar ett i stort sett likartat lokalklimatiskt mönster. Att så är fallet är heller inte särskilt överraskande mot bakgrunden av att bedömning ingår som ett viktigt moment vid framställningen av båda slagen av kartor. Men mönsterlikheten bekräftar samtidigt, att utförda mätningar i de flesta fall inte drastiskt ändrat resultatet av bedömningarna utan endast modifierat vissa detaljer hos klimatområdenas utbredning. Detta gäller särskilt kallluftflöden, kallluftsjöar, svala höjdområden och värmeöar. Mera betydande kallluftsjöar i grunda bäcken kan dock vara svåra att rätt avgränsa enbart med bedömning, vilket illustreras av skillnaderna mellan kartorna i fråga om kallluftsjöns utbredning norr om S. Sandby. Kallluftsjöar i mera distinkta dalformer däremot fångas ofta väl in genom bedömning. Detta illustreras i kartorna av kallluftutbredningen i Kävlingeåns trängre delar. Jfr även fig. 9.1.

De största skillnaderna mellan kartorna gäller utbredningen av dämpat sjölägesklimat. Mätningarna visade, att bredden av det aktuella området, den flacka, öppna slätten innanför kusten mellan Lomma och Bjärred, var betydligt större än den bedömda bredden. Också i fråga om starkvindområden uppvisar kartorna förhållandevis stora skillnader. Dessa skall här dock inte närmare kommenteras, då den slutgiltiga metodiken för avgränsning av starkvindområden som nämnts inte använts vid karteringen i Lundaregionen.

### 9.2.2 Kartering i Stenungsundsregionen

Två provkartor har framställts för ett område i Bohuslän och omfattar delar av Tjörns, Stenungsunds och Kungälvskommuner. Den ena kartan är en ren bedömningskarta (karta 3), medan den andra (karta 4) bygger på bedömning kombinerad med mätningar inom några testytor. Det bohuslänska landskapets karaktär gynnar uppkomsten av en mosaik av olika lokalklimatmiljöer. Kustzonen övergår snabbt i en region med omväxlande höjdparter, ofta uppdelade i "bergplintar", och markerade dalstråk. Längre in i landet blir höjdparterna mera sammanhängande.

På bedömningskartan har endast ett fåtal sollägen markerats och då endast sådana som efter fältkontroll ansetts vara intressanta. Landskapets karaktär ger endast ett fåtal sluttningar mot söder som dels uppfyller kravet på lutning, dels kravet på att de skall vara möjliga att bebygga. Branta bergväggar exponerade mot söder är däremot vanliga. Antalet ytor med sollägen har ökat något efter den geometriska analysen

och en uppdelning har gjorts på fritt och potentiellt solläge. Dessa ytor har dock en mycket begränsad och underordnad roll i kartbilden. De är dock mycket viktiga, speciellt vid modernt byggande, där stor hänsyn tas till de positiva effekter som det innebär att ta hänsyn till passiv solenergi.

Skugglägen är i båda kartversionerna mera framträdande än sollägen. Höjdpartier med branta väggar ger betydande skuggzoner mot norrsidan. Som väntat är skugglägen ovanliga vid kusten, men blir vanligare in mot land. Det gäller för östra delarna av Tjörn men framför allt för de östra delarna av kartorna inom Stenungsunds kommun. Antalet skugglägen blir flera vid den geometriska beräkningen jämfört med bedömningen, men varje läge täcker en smalare zon i anslutning till bergbranterna.

På den först konstruerade bedömningskartan (karta 3) har endast några enstaka mindre kalluftproduktionsområden markerats. Terrängtypen gynnar ej förekomst av sådana ytor. Några fler ytor har tillkommit på den slutliga versionen, men ej så mycket beroende på mätresultat som på en ökad observans på ytor av denna karaktär.

Med den använda tekniken bestämmas kalluftflöden med hjälp av kartstudier och fältrekognosering. Mätningar ger mer sällan information om omfattning av och intensitet hos kalluftflöden, då dessa ofta är grunda. Mer detaljerade mätningar efter vägar, ej ingående i detta projekt, har visat att ett kalluftflöde som sänker temperaturen flera grader på 0,3 m höjd, ej alls påverkar temperaturen på standardhöjd 1,75 m. Kalluftflöden är vanliga i den bohuslänska landskapstypen, men omfattningen är ofta begränsad. Helt naturligt förekommer kalluftflöden ofta i anslutning till kalluftsjöar som tillrinning till dessa eller som viss dränering från dem. Antalet kalluftflöden har ökat från den första till den andra kartversionen, främst beroende på att mätningarna visat att vissa markeringar för svaga kalluftsjöar bör bytas till markering för kalluftflöde. Det gäller exempelvis för flera platser inom de sydöstra delarna av undersökningsområdet. Från alla kalluftproduktionsområden leder kalluftflöden.

På bedömningskartan har ett flertal kalluftsjöar markerats. Någon större och mer betydelsefull kalluftsjö förekommer ej inom undersökningsområdet. Endast inom begränsade och lågt liggande partier ansågs de vara starkt utbildade. Även om dalstråken ofta är väl utbildade är tillrinningsområdena för kalluft begränsade genom att branta bergsidor övergår direkt i dalarnas botten. Speciella temperaturmätningar, bl. a. för att fastställa kalluftsjöars utbredning och intensitet, har genomförts norr om Stenungsund, kring Ödsmål, samt för en större yta i den södra delen, vid Solberga - Kode. I stora drag bekräftade mätningarna den antagna utbredningen och intensiteten

hos kalluftsjöarna, men i den slutliga versionen (karta 4) har kalluftsjöarna fått något mindre utbredning och ytor med starkt inflytande har krympts eller försvunnit helt. Som tidigare nämnts har flera smala måttligt utbildade kalluftsjöar fått ändrad beteckning till mer sammanhängande kalluftflöden.

Dämpat sjölagesklimat med starkt inflytande har begränsats till en smal kustnära zon, som fått olika bredd beroende på kustlinjens förlopp och topografin. Det måttligt dämpade sjölagesklimatet sträcker sig till 1 - 2 km innanför kusten. De genomförda mätningarna har i stort verifierat denna bedömning, varför differenserna mellan de båda kartversionerna inskränker sig till mindre justeringar.

I den första kartversionen har områden över 100-metersnivån markerats som svalt höjdområde. Relativt stora sammanhängande sådana ytor finns inom de östra delarna av kartområdet. I den andra kartversionen har två nivåer införts, 75 och 125 meter. Den sammanlagda ytan för svala höjdområden ökar därvid väsentligt.

I de små dalsystemen utbildas inga tydliga termalbälten och någon mera sammanhängande värmeoeffekt har endast markerats för Stenungsunds tätort. Den har verifierats genom mätningar.

Lokal dimma har markerats vid vissa kustavsnitt liksom i anslutning till kalluftstråk. Flera av dessa lägen har verifierats genom observationer.

Av vindmarkeringar är det endast starkvindområden som medtagits på dessa kartor. På bedömningskartan (karta 3) finns endast en intensitetsklass. Erfarenheterna från tidigare genomförda vindstudier i kustområden, bl. a. på Tjörn (Lindqvist 1973), har givit ett visst underlag. En mer eller mindre sammanhängande zon vid kusten har ansetts utgöra starkvindområde. Pilarnas riktning anger uppskattad dominerande starkvindsriktning. Andra vindutsatta ytor utgöres av låglänta partier i form av öppna fält, som i allmänhet har viss dalkaraktär. Topografin är bestämmande för möjliga starkvindsriktningar, som i dalar kan vara diametralt motsatta riktningar, exempelvis sydväst och nordost. Slutligen har vissa höjdstråk eller kanter på sammanhängande höjdsträckningar ansetts vara speciellt vindutsatta.

Vindmätningar i profiler har utförts inom de två tidigare angivna testytorna och analyseras efter den metodik, som finns beskriven i avsnitt 5. Resultaten visar att extrema starkvindsområden finns i vissa välexponerade kustområden. Detta har markerats med grova vindpilar. Övrigt starkvindsområde nära kusten har på vissa ställen utökats något. Å andra sidan har gjorts snävare begränsningar för slättområden och dalstråk, eftersom mätningarna visat att även relativt måttliga hinder som järnvägsbank och gles trädridå minskar vindhastigheten för en lång sträcka.

Dessa exempel har i korthet visat att skillnaderna i de stora dragen mellan karta, som bygger enbart på bedömning av lokalklimatet och den där mätningar tillkommer, är begränsade. Det är dock tydligt att för verifiering, och mera detaljerad avgränsning och bestämning av intensiteter, är vissa mätinsatser nödvändiga. Det bör då påpekas, att dessa begränsade mätinsatser har anpassats för översiktliga kartor i skala 1:50 000.

### 9.3 Klimatkartering i Kungsbacka kommun - ett tillämpningsexempel

Kungsbackabladet utarbetades sist i serien av försöksblad. Parameterlistan var när detta skedde i stort sett fixerad efter de erfarenheter som gjorts på de tidigare bladen. Även här har två kartblad upprättats. Det är dels en bedömningskarta i svartvitt (karta 5), dels en på grundval av mätningar korrigerad färgversion (karta 6).

Området utvaldes därför att det representerar en vanlig landskapstyp i södra och mellersta Sverige. Det ligger också så till att mätningar kunde utföras utan alltför stora kostnader. Ytterligare ett skäl till att området valdes var att vi ej genom tidigare mätningar hade någon kännedom om dess lokalklimatförhållanden.

Landskapstypen liknar den i Stenungsundsområdet. Sprickdalskaraktären är dock inte lika markerad och jordtäcket är något kraftigare, vilket ger ett rikare vegetationstäck. Mätningarna visade också att vi liksom i Stenungsund överskattat intensiteten i kalluftsjöarna och delvis också deras utbredning. Detta beror förmodligen på att de vegetationsklädda branta dalsidorna och plåtåerna inte ger särskilt goda möjligheter för kalluftproduktion och kalluftflöden. Vindmätningarna visade att det extrema starkvindområdet i huvudsak begränsas till ett band i yttre kustzonen. Mätningarna visade också att starkvindområdena på de öppna slättytorna hade större omfattning än vad bedömningskartan anger. Kustavståndet har där inte så stor betydelse, viktigare är den fria anlopssträckan över öppen mark.

Närmare beskrivning av området ges i bilaga 2 som visar hur en kartbladsbeskrivning som medföljer en lokalklimatkarta kan se ut.

## 10 DISKUSSION OCH REKOMMENDATIONER

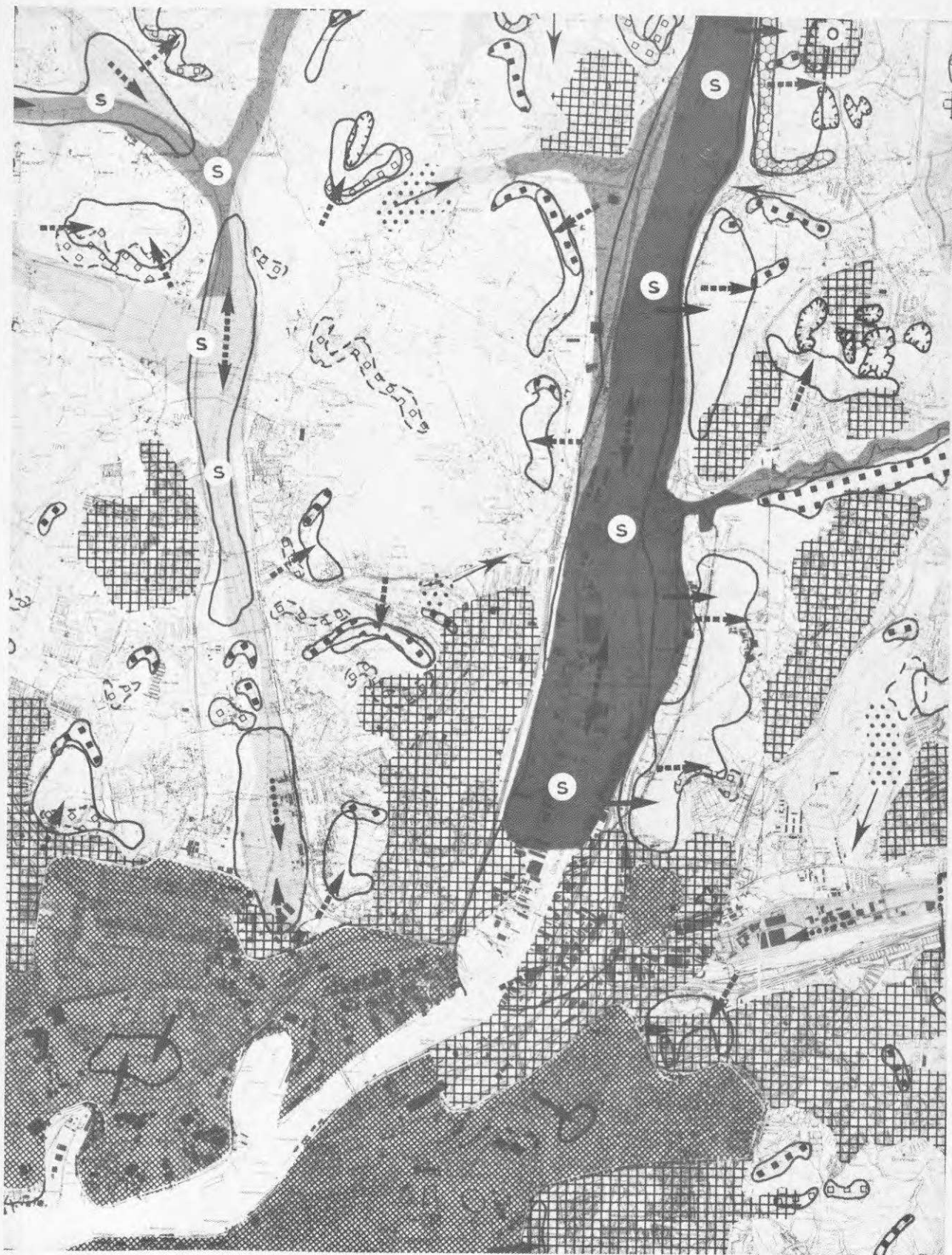
Den genomförda utredningen har entydigt visat att det finns ett behov av lokalklimatiska kartor för planering. Vid förarbetet till projektet förutsattes vi att dylika kartor främst skulle kunna komma till användning vid översiktlig kommunal planering. Det har under den tid som projektet bedrivits ej framkommit något som ändrat denna uppfattning. Vi har av den anledningen koncentrerat oss på att utveckla lokalklimatiska kartor i skalan 1:50 000.

Vid utformning av kartorna och fastställande av nödvändiga arbetsinsatser, bl. a. vad avser mätningar, har målsättningen varit att de färdiga kartorna skall vara överskådliga och betinga ett moderat pris. Diskussioner med avnämare har givit vid handen att om lokalklimatinformation skall komma till användning vid kommunernas översiktliga planering måste den vara relativt enkel. På denna planeringsnivå är behovet av omfattande och detaljerad information ringa. Av kommunalekonomiska skäl får den ej heller vara dyr.

En tydlig indikation på det intresse som finns för lokalklimatkartor är förfrågningar från kommuner och utförda uppdrag. Förutom bedömningskartor över Sydvästra Skånes Kommunalförbunds och Göteborgsregionens kommunalförbunds områden har vi exempelvis framställt en mer genomarbetad karta över Göteborgs kommun. Först utarbetades en bedömningskarta med hjälp av topografiska kartor, flygbilder och fältrekognosering. Därefter genomfördes ett mätprogram innefattande studier av provytor, samt profilmätningar genom hela kommunen. Slutligen omarbetades bedömningskartan med hänsyn till mätresultaten (se fig. 10.1). Vid kartframställningen användes i huvudsak den i denna rapport föreslagna metodiken och tekniken. Kartan har redan kommit till användning för översiktliga energiberäkningar inom kommunen, samt vid undersökningar av ventilationsförhållanden.

Resultaten av det i denna rapport redovisade projektet visar att ett första steg vid övergripande lokalklimatundersökningar inom en kommun är upprättandet av en bedömningskarta. Ansvarig för utformningen av denna bör endast vara en erfaren lokalklimatolog. Med utgångspunkt från kartan diskuterades vilka mätinsatser som skall göras. I slutprodukten bör dock alltid vissa kalibreringsmätningar ingå. Betydelsen av exempelvis intressanta kallluftsjöar och starkvindområden måste fastställas.

I anslutning till upprättandet av kartorna över Kungsbackaområdet har vi gjort en utredning av kostnader för kartframställning. Denna visar att en bedömningskarta av denna omfattning betingar en kostnad av 15 - 20 000 kronor i 1982 års priser. Den fullständiga kartan, i svart-vit version, där mätningar inkluderas och precisionen och detaljnoggrannheten är större kostar ca 45 000 kronor.



Figur 10.1 Del av lokalklimatkarta över Göteborgs kommun (se legend i kartbilaga).



Insatserna i detta projekt har som tidigare nämnts koncentrerats till att utveckla och föreslå en modell för hur lokalklimatkartor för översiktlig kommunal planering utarbetas. Det har dock efterhand kunnat konstateras att det föreligger ett stort behov av lokalklimatkartor även för andra planeringsnivåer, där skalor på exempelvis 1:10 000 och 1:4 000 skulle kunna komma till användning. Mer tveksamt är behovet av klimatkartor vid detaljplanering.

## LITTERATUR

Aerni, K (red.), 1978: Beiträge zum Klima des Kantons Bern. Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft von Bern. Band 52/1975-76.

BERGAB, 1980 a: Lokalklimatologiska undersökningar inom göteborgsregionen.

BERGAB, 1980 b: Översiktlig lokalklimatologisk bedömning av Göteborgs kommun.

BERGAB, 1981: Lokalklimatologiska undersökningar inom SSK-regionen. Bedömning med hänsyn till energiförbrukning vid uppvärmning.

Efem arkitektkontor, 1982: Hushållning med mark, luft och energi. Rapport från Byggnadsforskningsrådet (under publ.).

Endrödi, Gabrielle, 1972: Geländeklimatologische Forschungen in Ungarn. Studia Geographica 26, 43 - 54.

Enhetliga nordiska ventilationsklimatologier. Slutrapport från ett nordiskt forskningsprojekt. Nordfors. Miljövårdssekretariatet publikation 1977:1.

Eriksen, W, 1964: Beiträge zum Stadtklima von Kiel. Schriften des Geographischen Instituts der Universität Kiel Band XXII, Heft 1.

Eriksen, W, 1975: Probleme der Stadt- und Geländeklimatologie. Wissenschaftliche Buchgesellschaft. Darmstadt.

Geiger, R, 1961: Das Klima der bodennahen Luftschicht. 4. uppl. Friedr. Vieweg & Sohn. Braunschweig.

Gietl, G, 1974: Gelände- und Insolationskarten für das Gebiet des Nationalparks Bayerischer Wald. Forstwissenschaftliches Centralblatt 93, 74 - 86.

Glaumann, M, Kursis, J, Mattsson, J O och Wirén, B, 1982: Vindförhållanden i ett höghusområde. Rapport från Byggnadsforskningsrådet R 91: 1982.

Gol'tsberg, I A, (red.), 1969: Microclimate of the USSR. Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem.

Handboken Bygg, Band F - Fysisk planering. Liberförlag. Vällingby 1981.

Hess, M, 1972: Über die Grundlagen der detaillierten Klimakarten für Gebirgsregionen. *Studia Geographica* 26, 67 - 84.

Hess, M, Niedźwiedź, T & Obrębska-Starkel, Barbara, 1975: The method of constructing climatic maps of various scales for mountainous and upland territories, exemplified by the maps prepared for southern Poland. *Geographica Polonica* 31, 163 - 187.

Hess, M, Niedźwiedź, T & Obrębska-Starkel, Barbara, 1981: Analyse und Bonitierung der klimatischen Verhältnisse im Gebirge für raumplanische Zwecke, dargestellt am Beispiel der polnischen Karpaten. *Petermanns Geographische Mitteilungen* 125: 31 - 37.

Holmer, B, 1980: Omlandsbris - stadens termiska vindsystem. *Geografiska Notiser* 38, 105 - 108.

Holmer, B och Lindqvist, S, 1980: Energihushållning i stadsplanen - lokalklimatologiska studier. *Statens råd för byggnadsforskning*, T 6, Stockholm.

Knoch, K, 1963: Die Landesklimateaufnahme, Wesen und Methodik. *Berichte des Deutschen Wetterdienstes*, Nr. 85 (Band 12).

Koch, H-G, 1965: Geländeklimatologie und Gelände. Vergleichende Betrachtungen im thüringischen Raum. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Friedrich-Schiller-Universität Jena. Math. - Naturw.* 14 (1965) H. 4.

Lawson, T V & Penwarden, A D, 1975: The effects of wind on people in the vicinity of buildings. *Proc. 4th Inf. Conf. on Wind effects on Buildings and Structure*. London, 1975. Cambridge University Press.

Lazar, R, 1978: Lokalklimatische Untersuchungen in der Südweststeiermark (Gleintalriedelland und Sausal). *Dissertation Univ. Graz*.

Lazar, R, 1979: Kleinklimatische Beobachtungen des Temperatur und der Talnebel mit besonderer Berücksichtigung des Temperaturminimums und der Spät- und Frühröste in der Südweststeiermark. *Arbeiten aus dem Institut für Geographie der Universität Graz*, Heft 22.

Lee, R & Baumgartner, A, 1966: The topography and insolation climate of a mountainous forest area. *Forest Science* 12, 258 - 267.

Leser, H, 1973: Physiogeographische Untersuchungen als Planungsgrundlagen für die Ge-

markung Esslingen am Neckar. Geographische Rundschau 25, 308 - 318.

Lindqvist, S, 1970: Bebyggelseklimatiska studier. Meddelanden från Lunds universitets Geografiska institution, Avhandlingar 61.

Lindqvist, S, 1973: Vinden i kustklimatet - metodstudier. GUNI Rapport nr 5. Göteborg.

Lindqvist, S, 1978: Energihushållning i stadsplanen - lokalklimatologiska bedömningar. Geografiska Notiser 36: 106 - 111.

Lindqvist, S och Mattsson, J O, 1981: Planera med lokalklimat - bygg bort blåst och köld. Forskning och Framsteg nr 3/81.

Lomas, J, 1972: Meteorological criteria for mobile surveys in agrotopoclimatology. Meteorologische Rundschau 25: 140 - 143.

Lundholm, B, (red.), 1982: Naturresurserna och vår framtid. Rapport från Forskningsrådsnämnden 82:4.

MacHattie, L B & Schnelle, F, 1974: An introduction to agrotopoclimatology. WMO Technical Note No. 133.

Mattsson, J O, 1978: Bedömning av terrängens benägenhet att utbilda lokalklimat med ogynnsam miljöverkan inom områden med planerad bebyggelse i anslutning till tätorter inom Lunds kommun. Rapport publicerad av Stadsarkitektkontoret i Lunds kommun. Lund.

Mattsson, J O, 1979 a: Introduktion till mikro- och lokalklimatologi. Liber. Malmö.

Mattsson, J O, 1979 b: Översikt av problem och angelägen forskning inom svensk agrotopoklimatologi. Rapport för Forskningsrådsnämnden. (Stencilat).

Mattsson, J O och Börjesson, L, 1978: Lokalklimatiska temperaturstudier inom ett skånskt fruktodlingsdistrikt med särskilt beaktande av frostsäntheten. Sveriges lantbruksuniversitet. Konsulentavdelningens rapporter, Trädgård 131.

Mattsson, J O och Nordbeck, S, 1980: Modelling cold air patterns. Geografiska Annaler. Ser. B. 1980: 119 - 129.

Mattsson, J O och Åkerman, J, 1980: Energiförluster genom vind - - bedömning av tre förslag till stadsplan för Bulltoftaområdet i Malmö. Rapport från Byggforskningsrådet R 176: 1980.

Moser, H R, 1979: Geländeklimatische Untersuchungen auf dem Möhliner Feld. Meteorologische Rundschau 32, 150 - 159.

Niedźwiedź, T & Obrębska-Starkel, Barbara, 1972: Beispiel der Anfertigung einer mesoklimatischen Karte für die Karpaten. Studia Geographica 26, 85 - 96.

Obrębska-Starkel, Barbara, 1972: Versuch eine detaillierte meso- und mikroklimatische Karte für Mittelgebirge /Beskiden/ zu konstruieren. Studia Geographica 26, 97 - 117.

Proceedings Regional Training Seminar on Agrometeorology 13 - 25 May 1968, Wageningen.

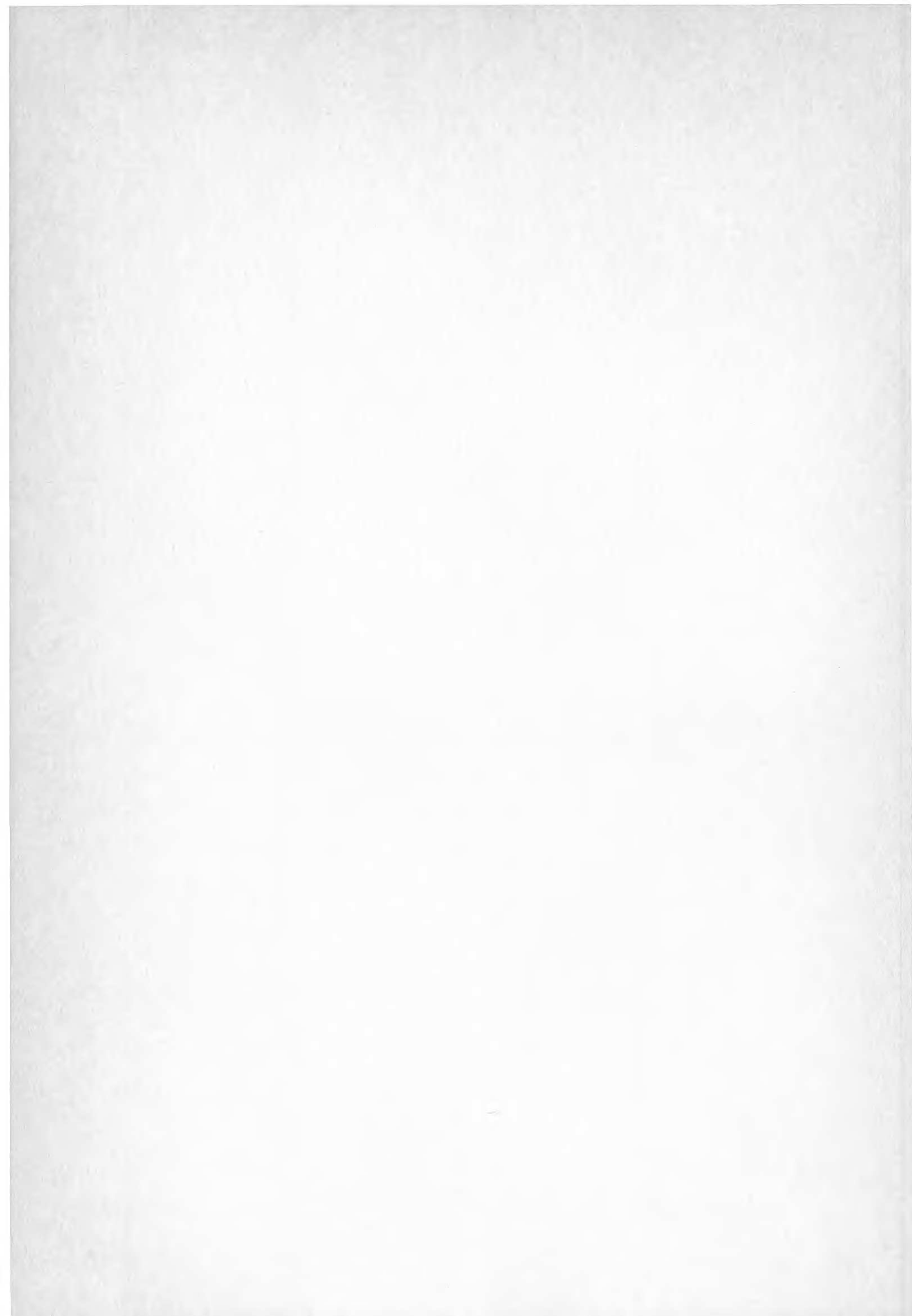
Quitt, E, 1981: Der Einfluss geographischer Faktoren auf die Gestaltung der Grund- und bodennahen Schicht der Atmosphäre - - dargestellt am Beispiel einer mesoklimatischen Rayonierung der CSSR im Masstab 1:500 000. Petermanns Geographische Mitteilungen 125: 21 - 29.

Sterten, A, 1982: A thematic mapping system and a description of local climatic conditions developed for urban planning purposes. The Impact of Climate on Planning and Building. Proceedings of an International Symposium, held at Herzliya-on-Sea, Israel, November 4 - 7, 1980. Sid. 121 - 124.

Tanner, G, 1972: Methoden zur geländeklimatischen Erkundung und Kartierung. Erfahrungen aus dem Obst-, Wein- und Gartenbaugebiet nordwestlich von Dresden. Studia Geographica 26, 173 - 193.

Weise, A, 1981: Zur Erfassung geländeklimatologischer Phänomene unter besonderer Berücksichtigung der Frostgefährdung. Petermanns Geographische Mitteilungen 125: 239 - 244.

Zemel, Z & Lomas, J, 1976: An objective method for assessing representativeness of a station network measuring minimum temperature near the ground. Boundary-Layer Meteorology 10: 3 - 14.

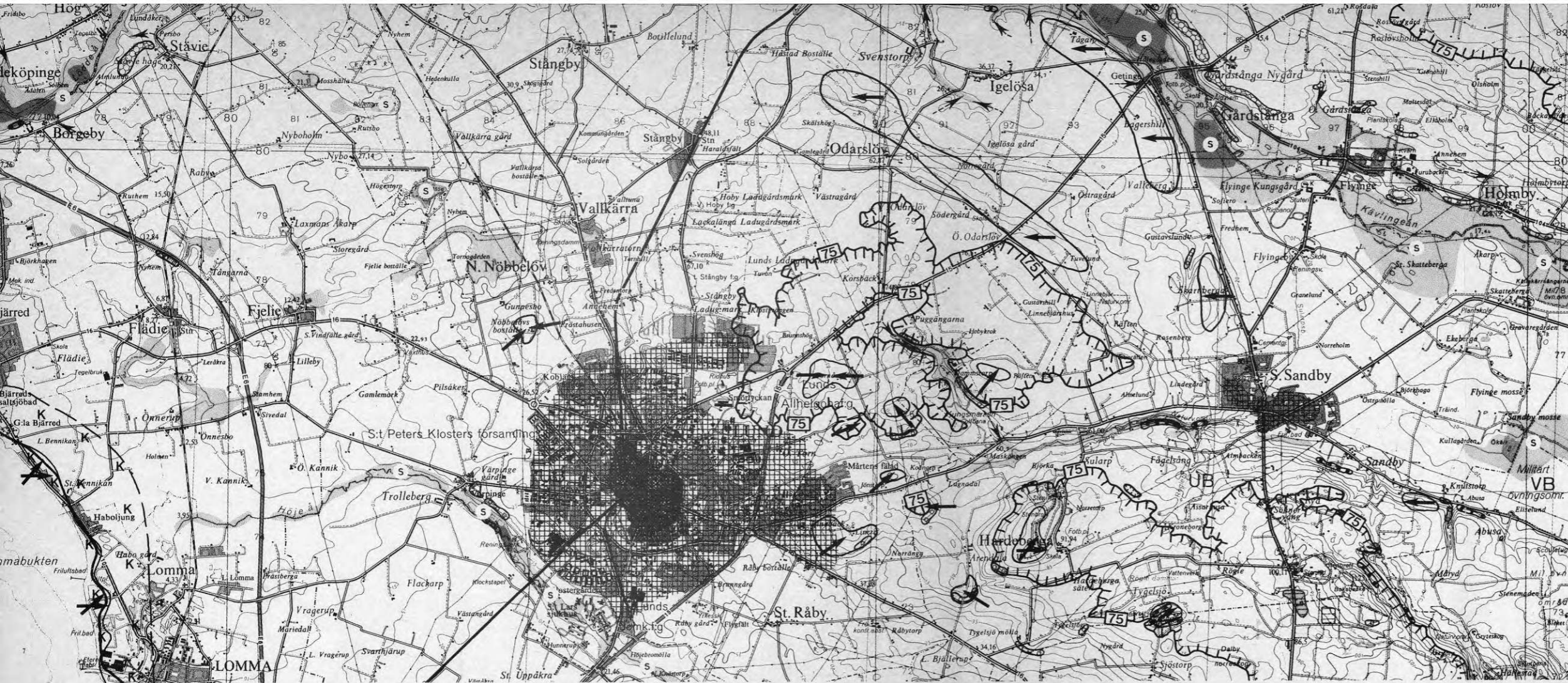


BILAGA 1

KARTOR 1 - 6

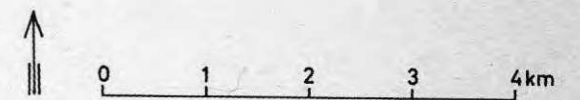




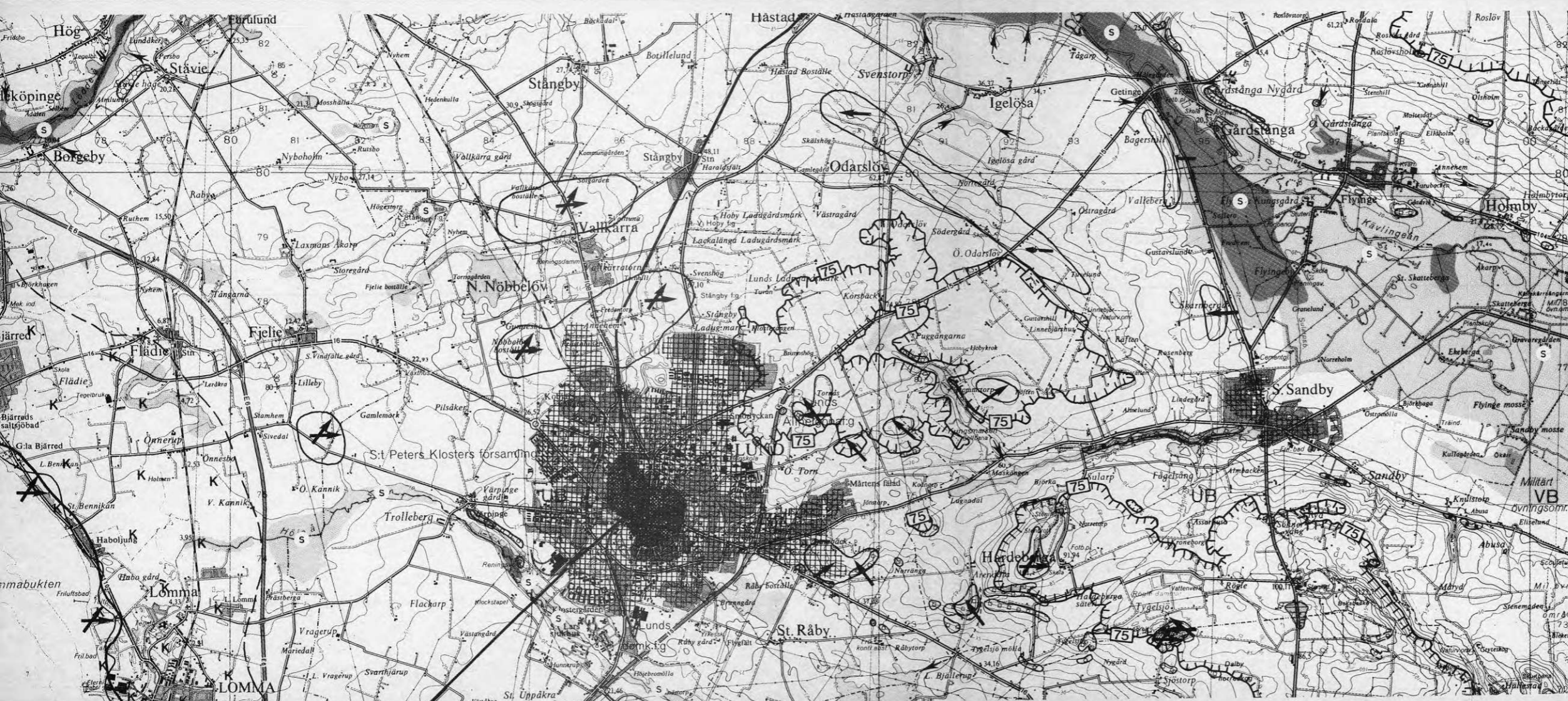


Karta 1

Lokalklimatisk bedömningskarta över Lundaområdet, Malmöhus län.

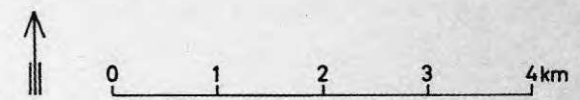


BERGAB Klimatundersökningar okt 1982



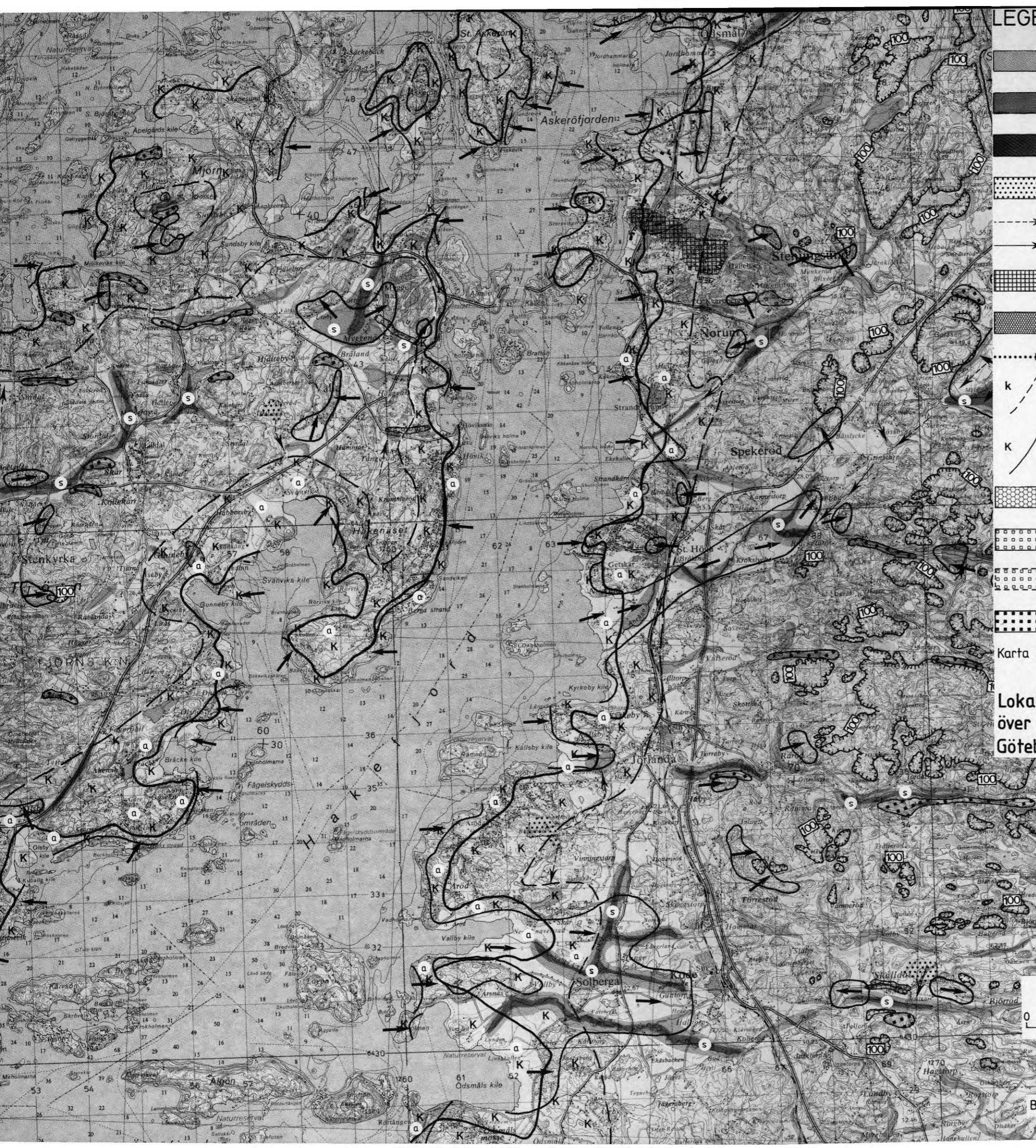
Karta 2

Lokalklimatisk karta utförd efter bedömningar och mätningar, Lundaområdet, Malmöhus län.





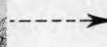
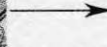
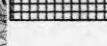

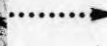
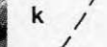


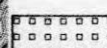
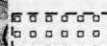
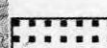



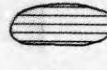
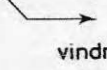




BERGAB Klimatundersökningar okt 1982



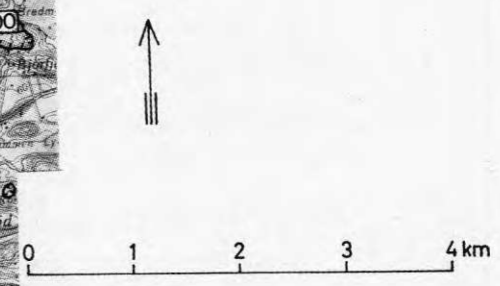


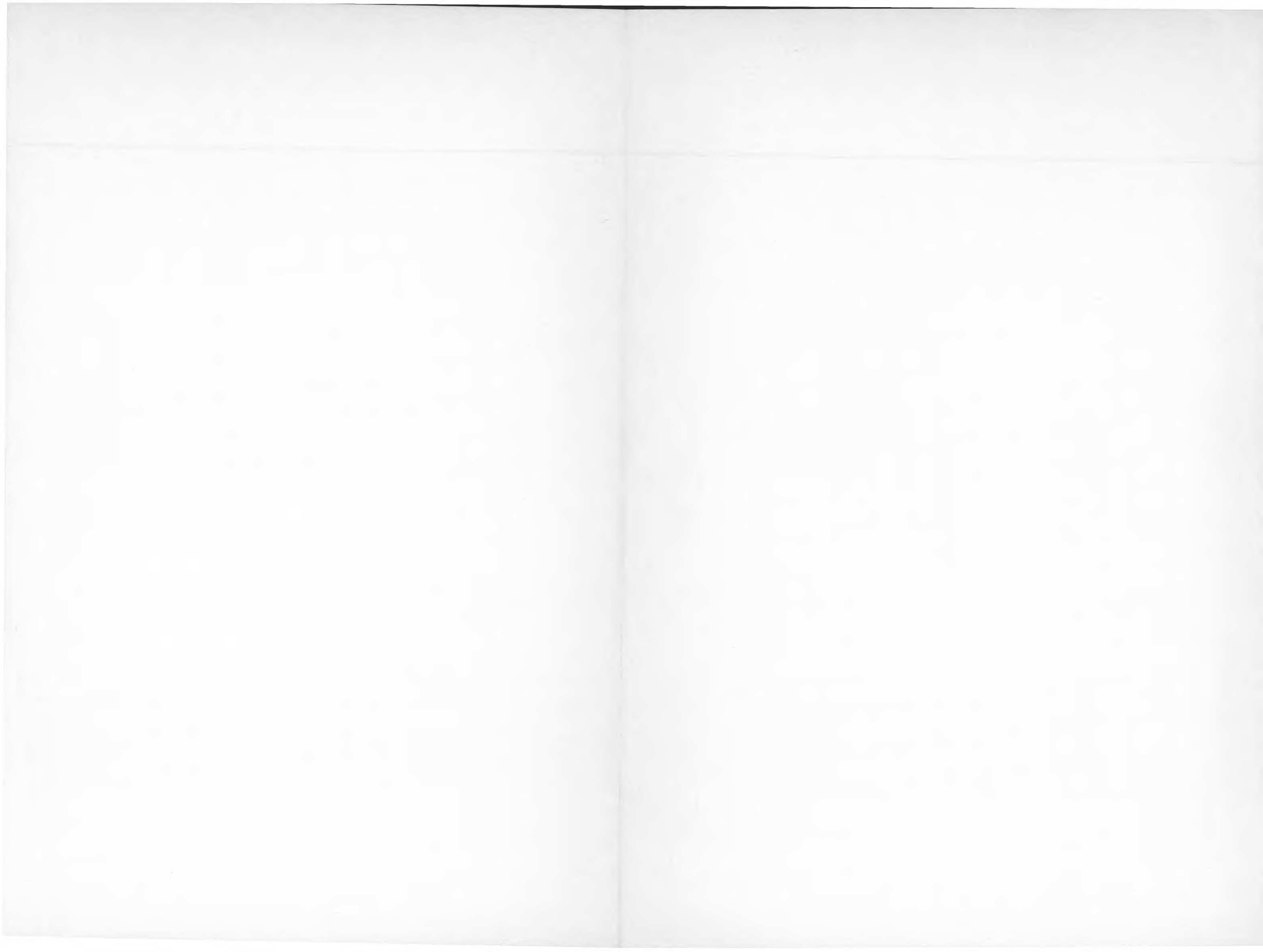
LEGEND SVART-VIT VERSION

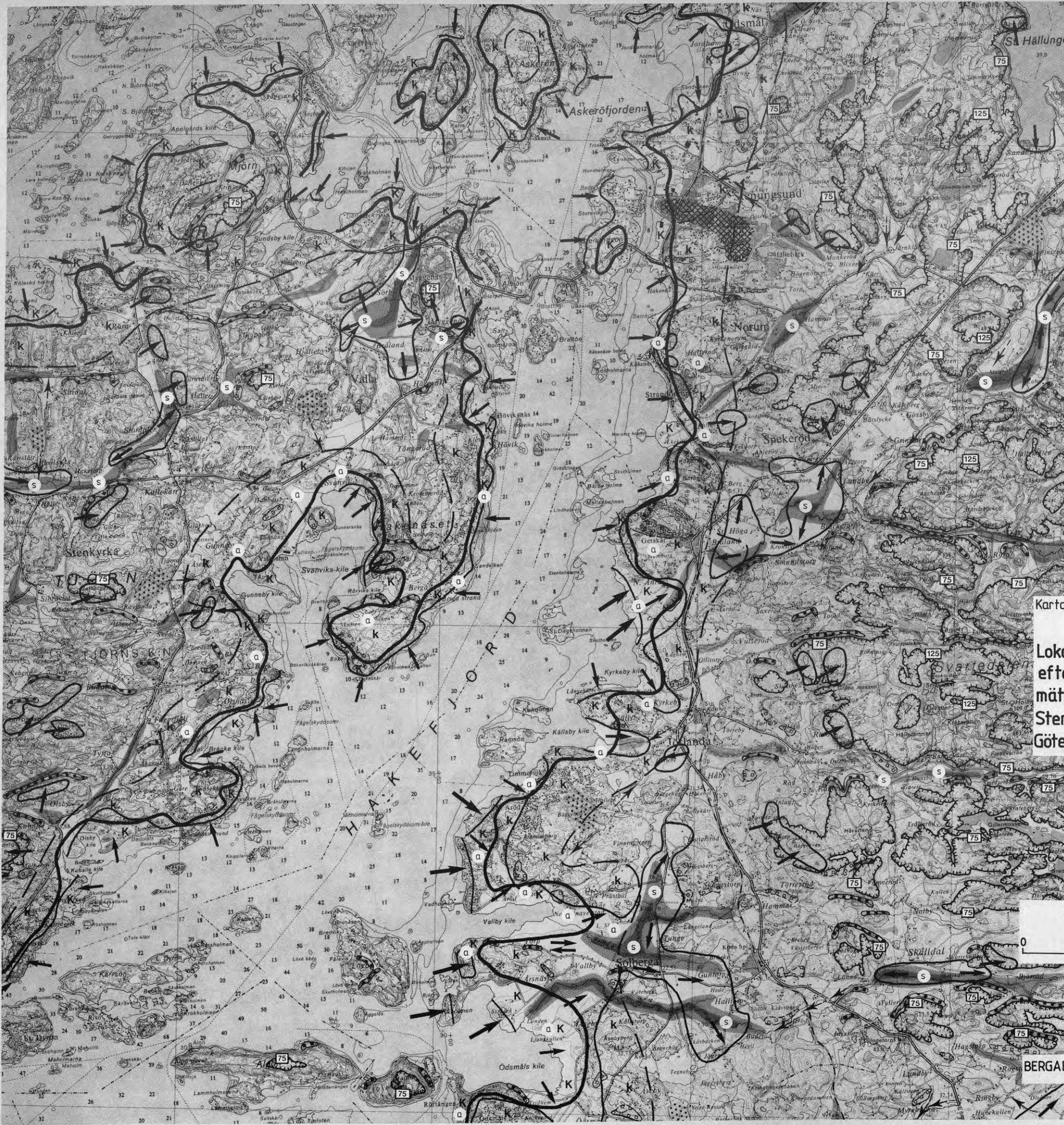
-  Kalluftsjö, måttligt inflytande
  -  Kalluftsjö, starkt inflytande
  -  Kalluftsjö, mycket starkt inflytande
  -  Kalluftproduktionsområde
  -  Kalluftflöde, måttligt inflytande
  -  Kalluftflöde, starkt inflytande
  -  Värmeö, måttligt inflytande
  -  Värmeö, starkt inflytande
  -  Omlandsbris
  -  Dämpat sjölägesklimat, måttlig dämpning
  -  Dämpat sjölägesklimat, stark dämpning
  -  Termalbälte
  -  Solläge, fritt
  -  Solläge, potentiellt
  -  Skuggläge
  -  Svält höjdområde
  -  Starkvindsområde
  -  Extremt starkvindsområde
  -  Svagvindsområde
  -  Lokala vindriktningsanomalier
- DIMOMRÅDE**
- s Strålningsdimma
  - a Advektionsdimma
  - o Orografisk dimma
  - v Komplex genes
- ALTERNATIVA SYMBOLER KARTA 1, 2 OCH 3**
-  Värmeö, starkt inflytande
  -  Dämpat sjölägesklimat, måttlig dämpning

Karta 3

Lokalklimatisk bedömningskarta över Stenungsundsområdet Göteborgs o Bohus län.

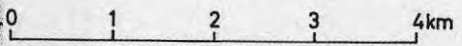


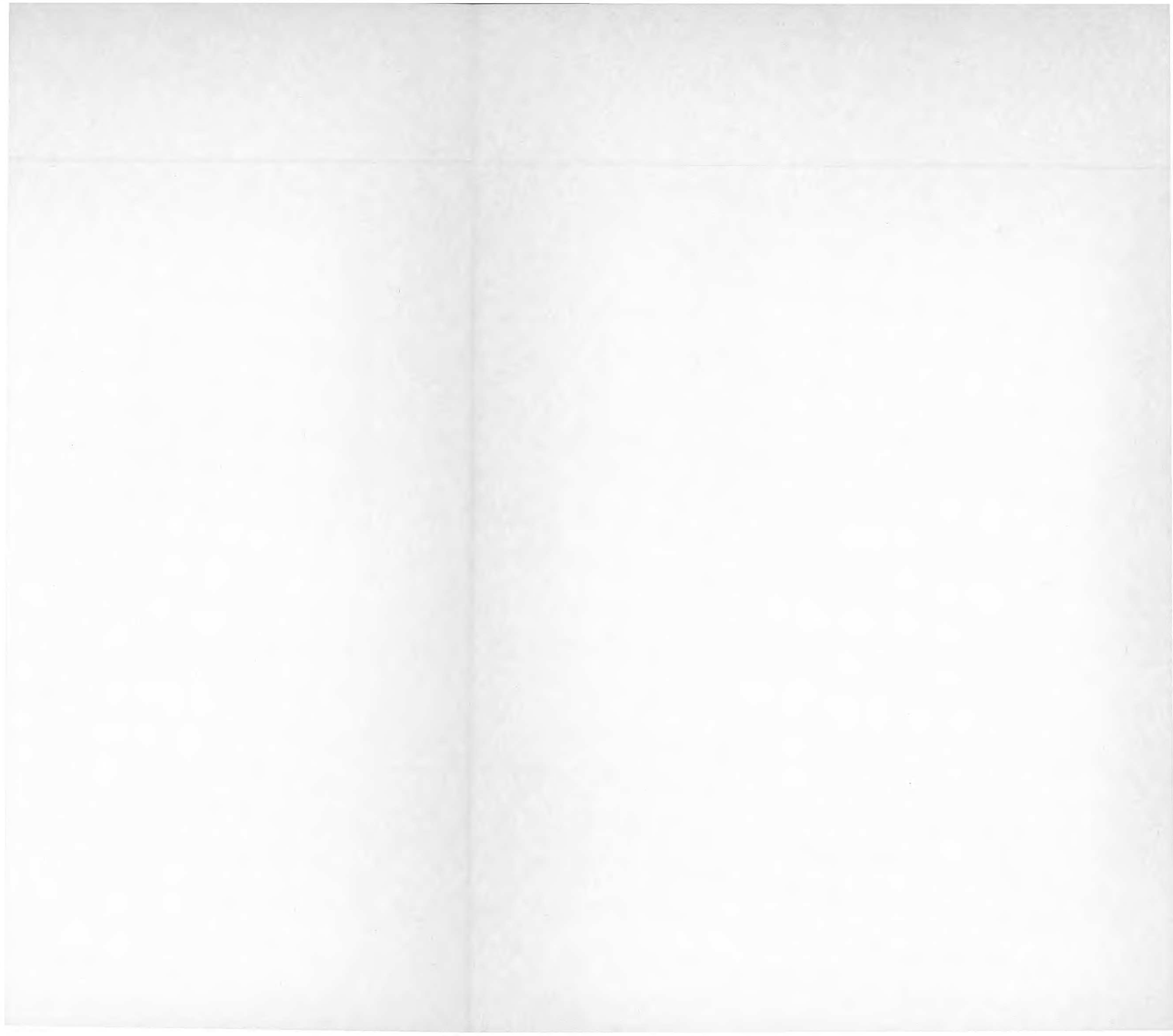


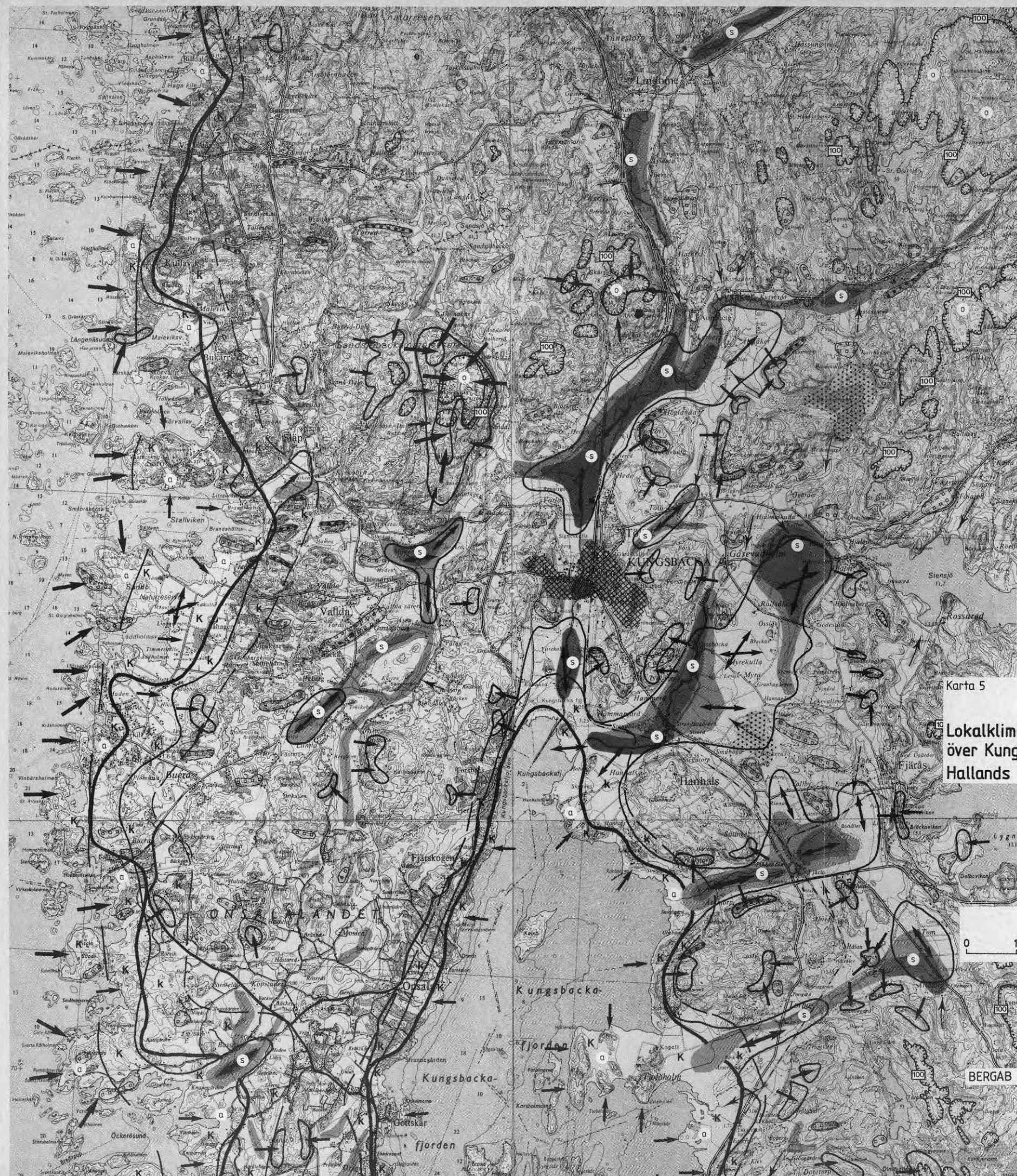


Karta 4

Lokalklimatisk karta utförd efter bedömningar och mätningar, Stenungsundsområdet, Göteborgs o Bohus län.

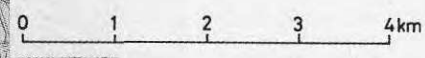






Karta 5

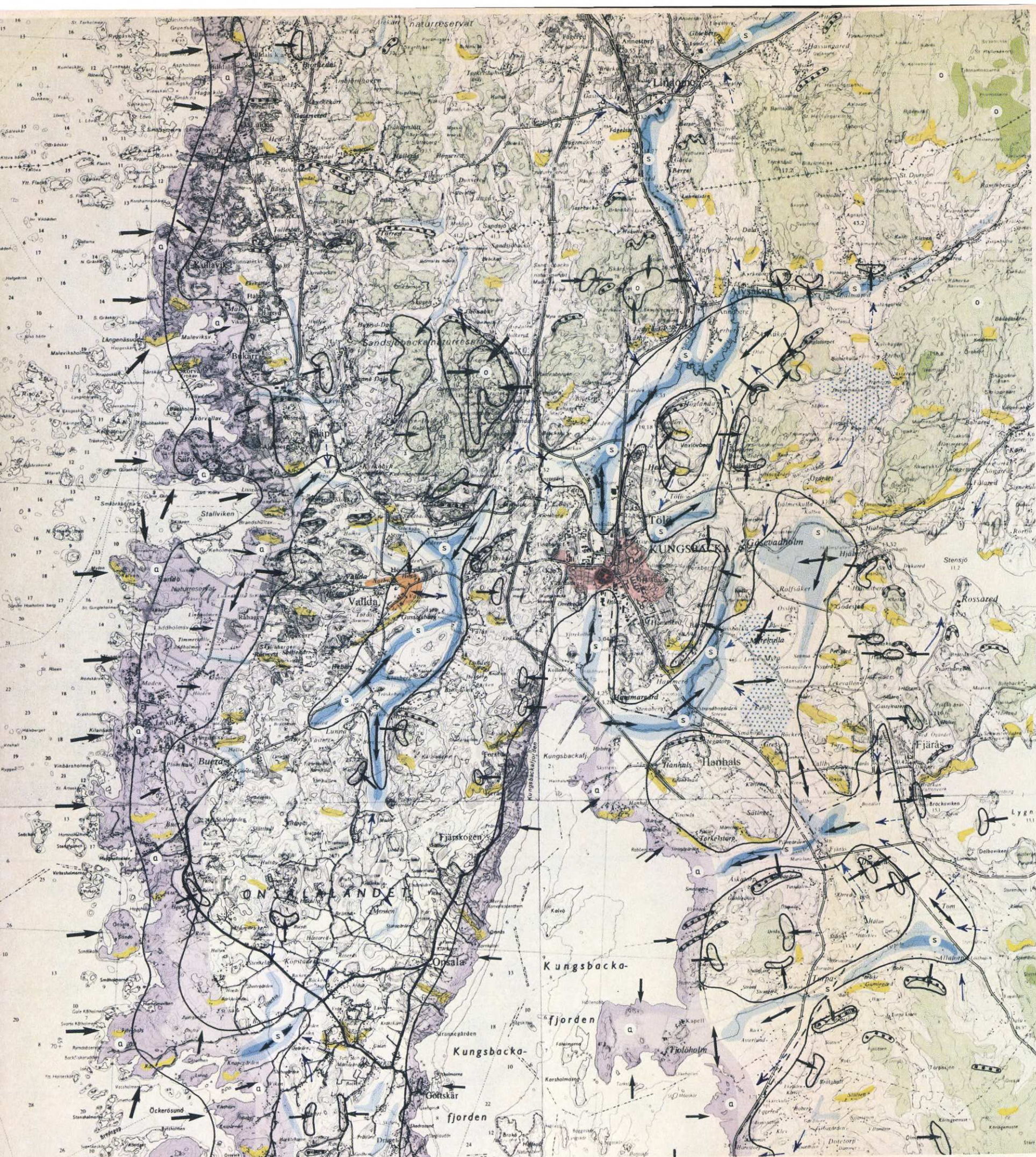
Lokalklimatisk bedömningskarta över Kungälv området, Hallands län



BERGAB Klimatundersökningar okt 1982







**LEGEND**

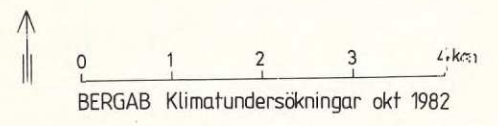
- Kalluftsjö, måttligt inflytande
- Kalluftsjö, starkt inflytande
- Kalluftsjö, mycket starkt inflytande
- Kalluftproduktionsområde
- Kalluftflöde, måttligt inflytande
- Kalluftflöde, starkt inflytande
- Värmeö, måttligt inflytande
- Värmeö, starkt inflytande
- Dämpat sjölägesklimat, måttlig dämpning
- Dämpat sjölägesklimat, stark dämpning
- Termalbälte
- Solläge
- Skuggläge
- Svält höjdområde, 75m - nivå
- Svält höjdområde, 125m - nivå
- Starkvindsområde
- Extremt starkvindsområde
- Lokala vindriktningsanomalier

**DIMOMRÅDE**

- s Strålningsdimma
- a Advektionsdimma
- o Orografisk dimma
- v Komplex genes

Karta 6

Lokalklimatisk karta utförd efter bedömningar och mätningar, Kungälvskogensområdet, Hallands län





## BILAGA 2 Exempel på kartkommentarer

### Kungsbackabladet

#### Inledning

Lokalklimatvariationerna i ett landskap kan medföra att platser som befinner sig endast något hundratal meter från varandra får klimategenskaper som motsvarar många mils förflyttning om man tar hänsyn till de stora dragen i klimatet (makroklimatet). Det kan således vara av stor betydelse att vid planering känna till dessa lokalklimat effekter för att erhålla goda egenskaper i ett planerat område med avseende på klimatkomfort, uppvärmningsbehov och ventilation.

De lokalklimat effekter som redovisas på kartan uppträder ej samtidigt. Varje lokalklimat beror på speciella väderförutsättningar förutom av landskapets egenskaper. Vissa effekter har att göra med vindhastigheten och andra med molnigheten. Tidpunkten på dygnet kan också vara av betydelse. Ofta är det en kombination av egenskaper som avgör att en speciell lokalklimattyp uppträder. Vid sådana tillfällen blir differenserna stora i landskapet medan de kan vara försumbara när förutsättningarna ej är uppfyllda.

Det är således av stor vikt att inte endast känna till att en viss lokalklimat effekt kan uppträda utan också att veta hur ofta den förekommer. Särskild betydelse har detta när en plats kan få både positiva och negativa lokalklimat effekter och dessa skall vägas mot varandra. Uppgifter om hur ofta förutsättningar finns för olika lokalklimat erhålles ur (makro)klimatstatistiken - direkt ur tabeller eller via speciella bearbetningar.

#### Lokalklimattyper och kartsymboler

Normalt ges här förekommande lokalklimattyper och deras symboler i kartorna. Dessa har dock här av utrymmesskäl utelämnats.

#### Metodik vid upprättandet av kartan

Lokalklimatkartan är huvudsakligen grundad på bedömning av landskapets förutsättningar att skapa olika lokalklimat effekter. Bedömningen har emellertid också modifierats med hänsyn till klimatstatistiken och till vissa lokalklimatmätningar som utförts i delar av området.

Mätningarna har omfattat temperatur- och vindförhållanden. Temperaturmätningar har utförts med bilburen mätutrustning och vindmätningar med skålkorsanemometer. Mätperiodens längd är ca 2 timmar. Tillräckligt många punkter kan då mätas under samma väderbetingelser för

att dokumentera lokalklimatvariationen. Antalet mätfärder behöver oftast inte vara särskilt stort. Redan efter en handfull mätningar brukar ett bestämt mönster kunna urskiljas för en bestämd vädertyp.

Temperaturmätningarna har utförts under kvällar med klart väder och vindstilla eller svag vind, vilket är de förutsättningar som gynnar uppkomsten av kallluftsjöar och dämpat sjölägesklimat. Två delområden har studerats. Det är dels ett kustnära område vid Vallda, dels dalstråket norr om Kungsbacka (fig. 1). Sammanlagt ingår 49 punkter i de båda mätslingorna. Före tolkningen har värdena på sedvanligt sätt korri-gerats för den allmänna temperatursänkning som skett under mätningen.

Vindmätningarna utfördes, när vindhastigheten vid referensstationen Landvetter överstigit 6 m/s, vilket reducerar risken för stora slumpmässiga avvikelser. Mätvärdena är medelvärden för 5 minuter. Denna förhållandevis korta tid är vald för att mätfärderna inte skall bli alltför långa med risk för vindändring. Vindmätningarna har utförts i samma delområden som temperaturmätningarna. De båda mätslingorna har omfattat 10 mätpunkter. För att kunna jämföra de olika mätfärderna har de uppmätta värdena omräknats till att gälla för 8 m/s vid Landvetter. Figur 2 visar resultatet av några vindmätningar.

#### Makro- och mesoklimat

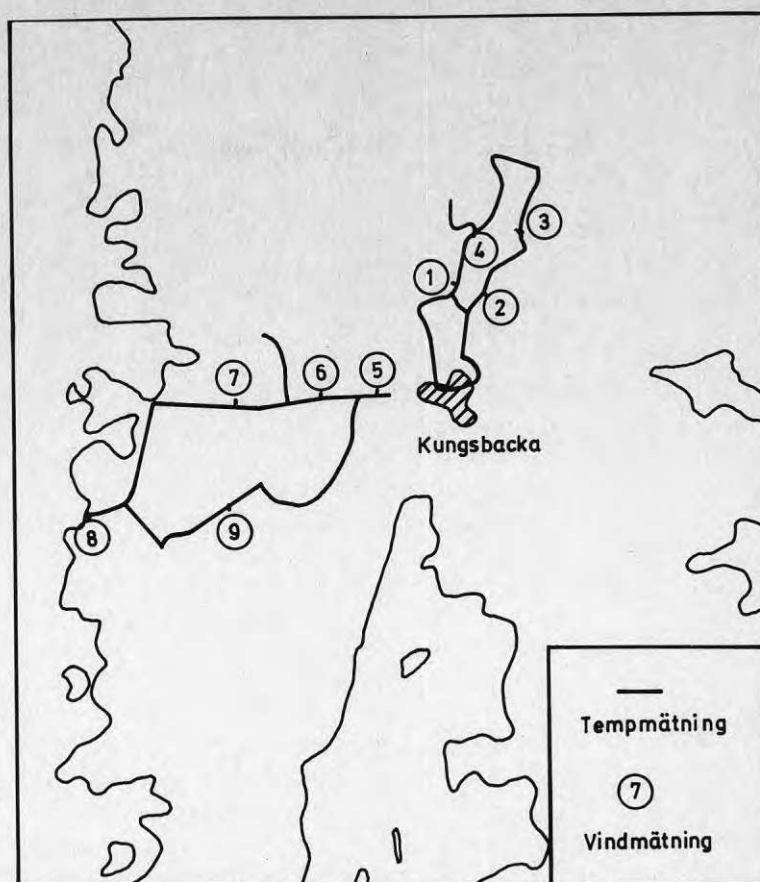
Någon klimatstation med mera omfattande klimatstatistik finns ej inom kartbladet. Göteborg och Torslanda är de närmaste stationerna med utförliga data. Några nederbördsstationer finns dock. Ur värden från dessa och från andra stationer i Västsverige kan dock några typiska drag hos klimatet inom kartbladet utläsas.

#### Sol och molnighet

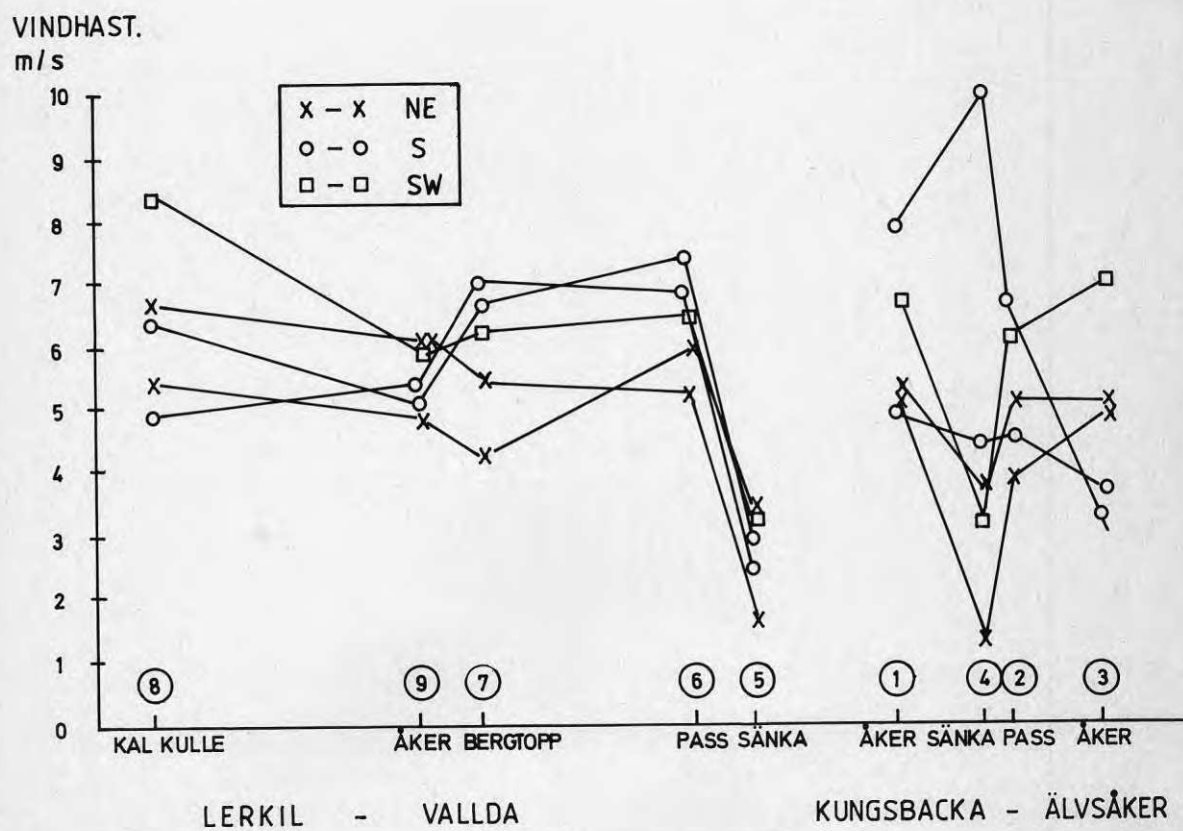
Antalet solskenstimmar är mycket stort i kustzonen (2 100 timmar) och avtar väsentligt inåt land (1 900 timmar) beroende på att det särskilt sommartid är mer stackmoln över land. Maj är den månad som har det största antalet klara dagar (ca 6 dagar) medan november-december har det minsta (ca 2 dagar). En liknande, men mera uttalad årtidsvariation gäller också för antalet mulna dagar.

Klara vindsvaga nätter ger möjlighet för utbildning av kallluftsjöar. Uppgifter om samvariationen vindhastighet - - molnighet saknas emellertid för närvarande i tillgänglig klimatstatistik.

Klara dygn ger möjlighet till stora dygnsvariationer hos temperaturen både beroende på hög maximumtemperatur på eftermiddagen och låg minimumtemperatur vid soluppgången. Maj har följdriktigt störst dygnsvaria-



Figur 1 Temperaturmätningsslingor och vindmätningpunkter.



Figur 2 Exempel på vindmätningar. Omräknat till referenshastighet 8 m/s.

tion (ca 9°C) och november-december minst (ca 4°C).

### Temperatur

Medeltemperaturen är i januari i yttersta kustbandet 0°C och i områdets östra del -1°C. Närheten till hav är avgörande. Däremot avtar temperaturen obetydligt med höjden över havet beroende på att kalluften söker sig till terrängens lägsta partier. Även under juli månad är kustzonen gynnad (möjligen med undantag för strandområdet). Temperaturen ligger mellan 16°C och 17°C och avtar något mot kartbladets östra del. Detta beror inte på avståndet från havet utan på att höjdvattagandet är mycket tydligt på sommaren. De långa dagarna hämmar då kallluftsjöarnas varaktighet.

### Nederbörd

Nederbördsmängderna ökar från ca 600 mm i skärgårdsområdet till ca 800 mm i de östra delarna beroende på ökad friktion och ökad höjd över havet. Mars är nederbördsfattigast medan juli-augusti har högst nederbörd. Nederbördstiden är dock kortast på sommaren bl. a. beroende på att skurnederbörd dominerar. På vintern ger frontnederbörd ca 3 ggr längre nederbördstid.

### Snö

Snöförande vindar kommer vanligen från N och NE medan vindar från SW, W och NW är nederbördsfattiga. Snön ligger vanligtvis ca 50 dagar - - något längre tid inåt land och något kortare mot havet. Snödjupet är obetydligt vid kusten och når ca 10 m i de östra delarna.

### Vind

Under sommaren dominerar vind från W kraftigt. Sjöbrisen ger då ett extra tillskott av vind från W. På vintern är vindfördelningen mycket jämnare, och någon särskilt dominant vindriktning kan ej urskiljas. Vind från NW förekommer minst. Däremot är denna vindriktning väsentlig, eftersom de "orkaner" som inträffar med 15-20 års mellanrum oftast blåser från NW. Vindhastigheten är högst under vintern liksom paradoxalt nog även antalet tillfällen med stiltje. Detta medför att såväl starkvindeffekterna som kallluftsjöarna ökar i betydelse vintertid. Inom området är årsmedianvinden vid havet ca 6 m/s och i områdets östra delar ca 4 m/s.

Under vintérhalvåret är vindhastigheten låg när det är kallt medan det är betydligt blåsigare när det är milt. Ur avkylningssynpunkt är detta ett gynnsamt för-

hållande eftersom ventilationsförlusten reduceras i och med att utetemperaturen är hög. Kalla vindar är också tydligt knutna till vind från NE och N och milda vindar till vindriktningarna från W, SW och S.

### Lokalklimatet

Sol- och skugglägen förekommer i många små fläckar inom kartbladet beroende på den oroliga topografin. Största solläget är beläget på Valldadrumlinens sydostsida. Många sollägen kan vara för branta för att bebyggas vilket ej framgår tydligt av kartan. På kartunderlaget har man nämligen dragit isär höjdkurvorna för att dessa ej skall flyta ihop, vilket medför att de ej ger en rättvisande bild av brantheten. Bebyggelse saknas också i de flesta av dessa lägen.

Svala höjdområden förekommer framförallt i kartbladets nordöstra del. Det mest markanta undantaget är sandsjöbackaområdet. Genomgående är det områden med ringa bebyggelse, vilket inte endast beror på klimat utan också på dåliga jordar.

Dämpat sjölägesklimat utmärker en förhållandevis bred zon längs kattegattkusten. Bergspartier hejdar havsinflytandet, medan mildare luft lätt kan tränga in över flacka områden. Bredden av zonen med starkt dämpat sjöläge varierar därför starkt. Den svaga dämpningen har däremot en mer utjämnad kontur. Kungsbackafjorden antas ha ett något svagare inflytande på det dämpade sjölägesklimatet.

Kallluftflöden förekommer på många platser. Däremot har kallluftproduktionsområde av mer betydande omfattning endast markerats på två ställen.

Termalbälten har ej urskilts mer än på en plats vid Vallda beroende på att den brantkuperade terrängen ger föga utrymme för sådana.

Kallluftsjöar av måttlig intensitet utbildas framför allt i de större uppodlade dalstråken mellan Lindome och Torpa, vilka gynnar produktion och transport av kallluft.

Värmeö i bebyggelse finns i Kungsbacka. I de centrala delarna har en starkt utbildad värmeö markerats. Eftersom stadskärnan inte är särskilt stor och inte heller kompakt uppbyggd är denna markering något tveksam.

Extremt starkvindområde har markerats i yttersta kustzonen och för de högsta delarna i sandsjöbackaområdet. Ordinärt starkvindområde finns vid kusten. Avgränsningen där är styrd av både topografi och vegetation, vilket medför att gränslinjen får ett vindlande förlopp. Vind från SW och W dominerar som väsentligaste starkvindriktning. På de större slättytorna mellan Älvsåker och Torpa är det vanligtvis både vind från

SW och NE som ger starkvindeffekter. Vindutsatta höjdpartier har också till stor del markerats inom samma område. Starkvindriktningen varierar med exponeringen vilket innebär att alla vindriktningar kan ge starkvind utom NW som ej har tillräcklig frekvens.

Svagvindområde har ej markerats men kan möjligen förekomma i områdets nordöstra hörn.

### Lokalklimat och planering

Kartan ger en viss zonerings av lokalklimat-effekterna. Den medför att de åtgärder som ur klimatsynpunkt bör vidtagas vid planering av ett område beror på var inom kartbladet området är beläget.

Kustzonen har genom det dämpade sjöläget gynnsamma temperaturförhållanden. Antalet soltimmar är dessutom högt. Men samtidigt är kustzonen oftast starkvindområde. Kan vindproblemen bemästras är det därför möjligt att här erhålla mycket goda egenskaper ur komfort- och energisynpunkt. Vindskyddsfrågor och husens täthet kommer därför att vara av stor betydelse.

Mellan Lindome och Torpa ger dalgångarna en zon där det ibland kan förekomma kallluftsjöar och ibland kan vara starkvindområde. Detta gäller framför allt de centrala delarna av dalgångarna. Nära dalsidorna blir effekterna mindre. De uppstickande bergknallarna besväras ej av kallluft men är i gengäld kraftigt vindutsatta. Ur lokalklimatsynpunkt är detta således en landskapstyp som erbjuder flera problem. I bebyggelsen blir såväl vindskydds- som isoleringsfrågor betydelsefulla.

Höjdområdena i nordost får ett svalare klimat genom att temperaturen genomsnittligt avtar med höjden över havet. Isoleringen av husen bör därför särskilt beaktas. Däremot är vindhastigheterna ofta låga eftersom höjdområdena mestadels är skogklädda, vilket ger små vindskyddsproblem.

Inom kartbladet finns också ytorn utan markering. Det innebär inte att dessa ytor helt saknar lokalklimat-effekter. Storleken av effekterna har emellertid inte bedömts vara tillräcklig för en markering på kartan. Ibland kan det i stället ha varit områdets storlek som ansetts vara för liten för att den skall kunna markerats på kartan.

Kartskalan (1:50 000) har medfört att avgränsningen av lokalklimat-effekterna har måst göras tämligen schematisk. Det är således för planering på översikts- och generalplanenivå som kartan är mest användbar. För detaljplaneringen är det nödvändigt med en lokalklimatkarta i större skala (1:10 000 eller 1:4 000). En sådan karta kan visa att det inom ett område som på översiktsnivå befinner sig i ett ur klimatsynpunkt gynnat område kan finnas delområden som är mindre



lämpade för bebyggelse eller där klimatförbättrande åtgärder bör vidtagas. Omvänt kan det inom ett område som på översiktsnivån inte har särskilt goda klimat-egenskaper finnas delar som kan vara gynnsamma för bebyggelse. Övergripande planeringsmål kan ju medföra att på översiktsnivån mindre lämpliga områden bör utnyttjas. I sådana fall kan det vara särskilt viktigt att lokalisera bebyggelse till de delar där de negativa effekterna blir så små som möjligt.

I många fall påverkas en plats av flera olika lokalklimat effekter beroende på topografiskt läge och vädertyp. Ibland är det gynnsamma effekter som samverkar till totalt sett förträffliga klimatförhållanden (t. ex. vindskyddat solläge vid kusten). I andra fall är det negativa effekter vilka tillsammans ger ett lokalklimat som gör att platsen ej bör utnyttjas för bostadsändamål (t. ex. skuggläge i en kallluftsjö). Om platsen däremot har en kombination av positiva och negativa lokalklimat effekter blir situationen mer svårbedömd. Sådana exempel kan vara en vindutsatt plats vid kusten, ett vindexponerat solläge eller ett vindskyddat höjdläge. I sådana fall kan beräkningar av energiåtgången för uppvärmning vara av värde. Dessa beräkningar kan också visa vilka klimatförbättrande åtgärder som är av störst betydelse för att en plats skall erhålla det ur komfort- och energisynpunkt bästa klimatet.



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
800100-0 från Statens råd för byggnadsforskning  
till BERGAB Klimatundersökningar, Göteborg.

R38:1983

ISBN 91-540-3910-X

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr 6700738

Abonnemangsgrupp:  
X. Samhällsplanering

Distribution:  
Svensk Byggtjänst, Box 7853  
103 99 Stockholm

Cirka pris: 35 kr exkl moms