



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

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



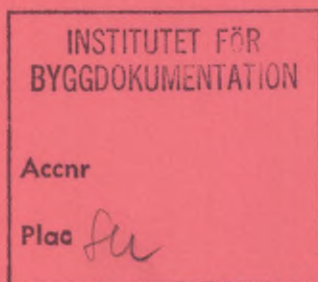
Rapport

R83:1985

**Mätsystem för undersökning
av lokala och urbana
klimatförhållanden**

Roger Taesler

K
R11



Byggeforskningsrådet

R83:1985

**MATSYSTEM FÖR UNDERSÖKNING AV LOKALA
OCH URBANA KLIMATFÖRHÅLLANDEN**

Roger Taesler

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
781559-7 från Statens råd för byggnadsforskning till
SMHI.

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

R83:1985

ISBN 91-540-4418-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck AB Stockholm 1985

INNEHÅLL	Sid
SAMMANFATTNING	
1. INLEDNING	1
2. SYSTEMUPPBYGGNAD	2
3. INSTRUMENTERING	3
4. ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN	6
5. UTFÖRDA MÄTPROJEKT	7
REFERENSER	9

SAMMANFATTNING

Ett mobilt, datorbaserat mätsystem har byggts upp vid SMHI för lokal- och mikroklimatmätningar i naturlig och urban miljö. Arbetet har finansierats huvudsakligen med egna resurser samt med visst bidrag från BFR.

I rapporten redovisas systemuppbyggnaden och instrumenteringen. Givare med tillhörande elektronik finns tillgängliga för mätning av vindhastighet och vindriktning, lufttemperatur, luftfuktighet, lufttryck, nettostrålning och globalstrålning. I grunduppsättningen ingår 29 givare men möjlighet finns att ansluta ytterligare 20 givare. Mätningar kan ske inom ett område med upp till 500 m radie. Utrustningen medger stor frihet ifråga om instrumentval och utplacering av givare. Två 18 m teleskopmaster ingår i systemet för mätning av vertikalprofiler.

Systemet är uppbyggt kring en programmerbar minidator (HP 9825) och inkluderar datalogger och kassettbandstation. Registrering kan ske kontinuerligt upp till fyra veckor i följd. Till systemet hör en specialinredd husvagn. Systemet kan transporteras med minibuss eller personvagn av kombimodell och kan normalt uppmonteras av två personer på 3-4 dagar.

Systemets användningsområden redovisas samt exemplifieras med 12 hittills utförda mätprojekt, av vilka fyra utgjort BFR-projekt.

1. INLEDNING

För genomförande av lokala klimatmätningar i samband med byggnadsklimatologiska undersökningar har ett mobilt mätsystem byggts upp vid SMHI. Systemet består av följande huvuddelar:

- Master och fästordningar
- Givare med kablage och interface
- Loggerenhet med kassettenhet för 80 kanaler
- Mät dator (HP 9825) med skrivare och plotter
- Husvagn med specialinredning

Systemet kan anpassas till olika mätuppgifter genom anslutning av olika typer av givare och genom programmering av mät datorn. Data registreras primärt på HP-kassetter, vilka, beroende på mätstrategi och instrumentering, rymmer upp till fyra veckors data. Data omlagras vid SMHI till $\frac{1}{2}$ "-band för vidare bearbetning på stordator.

Uppbyggnaden av systemet har huvudsakligen finansierats av SMHI med egna resurser. Det BFR-anslag, som föreliggande rapport hänför sig till, har bidragit till täckande av kostnader för mättekniskt laboratorie- och verkstadsarbete och programmering av mät datorn.

Systemet har använts i samband med ett flertal projekt, vilka redovisats i separata rapporter.

Målsättningen för dessa projekt har bl a varit följande:

- Förstudier av lokalklimatet i områden för planerad bebyggelse
- Dokumentation av lokalklimat vid byggtekniska mätningar på enskilda objekt
- Utveckling och verifiering av lokalklimatmodeller
- Beräkning av lokalt korrigerad klimatstatistik med utgångspunkt från observationsserier från meteorologiska stationer

De två sistnämnda punkterna spelar en central roll för det byggnadsklimatologiska FoU-arbetet vid SMHI. Lokalklimatets inverkan på bebyggelsens funktion och, speciellt, energihushållning varierar med årstiden och den allmänna vådersituationen. Utvärderingar av lokalklimatets betydelse och effekterna härvidlag av olika planåtgärder eller byggtekniska lösningar måste baseras på många års data. Detta är möjligt endast om existerande, mångåriga observationsserier från de meteorologiska stationerna kan korrigeras till att gälla lokalt i en planerad eller existerande bebyggelse. Härför fordras modeller för bestämning av olika lokala faktors inverkan på ett eller flera klimatement. Lokala klimatmätningar behövs för verifiering eller för kalibrering av sådana modeller.

2. SYSTEMUPPBYGGNAD

Systemet är uppbyggt kring en minidator (Hewlett-Packard 9825) med tillhörande skrivare (HP 9866 B). Datorn styr en scanner (HP 3495 A) enligt programvara som "skraddarsys" för aktuell mätuppgift. Mätdata lagras på kassetbandstation (HP 9877 A) som, beroende på mätstrategi och antal anslutna givare medger kontinuerlig registrering under tidsperioder upp till fyra veckor.

Inspelade data konverteras på SMHI från kassetbanden till $\frac{1}{2}$ "-band för lagring och vidarebearbetning i stordator.

Erforderlig programvara för administration av mätningarna via HP-datorn, för konvertering till $\frac{1}{2}$ "-band samt för viss vidarebearbetning i stordator har utvecklats inom projektets ram. Bearbetningsprogram har utvecklats även i samband med olika genomförda mätprojekt. Dessutom har program utvecklats för kontroll av mätdata i fält liksom för viss primärbearbetning samt utskrift och/eller plottning direkt på HP-datorn.

Scannern arbetar med en frekvens av 10 eller 20 kanaler/sekund. Starkt fluktuerande mätvariabler (främst vindriktning och vindhastighet) registreras med tätare intervall än variabler (t ex temperatur eller luftfuktighet) vilka har en svagare fluktuation.

Data kan registreras antingen som "momentanvärden" för varje kanal eller, vilket är det normala, som medelvärden med valbar medelvärdetid (2 min, 5 min, 10 min eller 1 timme).

Instrumentbestyckningen (grunduppsättningen) utgörs av totalt 29 givare. Möjlighet finns att ansluta ytterligare 20 givare.

Mätkablar från respektive givare går gruppvis till kopplingsboxar, vilka var och en är anslutna genom en mångledarkabel till dataloggern. Denna är tillsammans med övrig HP-utrustning placerad i en specialinredd husvagn.

Varje kanalingång till loggern är försedd med ett åskskydd för undvikande av skador eller driftsavbrott vid mätningar i fält.

Med nuvarande kablage medger systemet mätningar inom en radie på 200-500 m, beroende på antal mätpunkter, från dataloggern. Rent mättekniskt kan temperaturmätning ske över längre avstånd (~ 1 km), medan det för vindhastighetsmätning kan vara nödvändigt att ha signalförstärkning.

Fästen m m för montering av instrument kan användas i olika konfigurationer, beroende på mätuppgiften.

Systemuppbyggnaden åskådliggörs i figur 1, som väsentligen representerar den givarkonfiguration som användes i Södertuna-projektet (Glaumann och Taesler, 1985).

3. INSTRUMENTERING

Dataloggern har ingångar för analog mätning dels av spänning dels av resistans. Detta medger en stor valfrihet beträffande instrumentering av systemet med hänsyn till aktuell mätuppgift. I grunduppsättningen har systemet följande instrumentering:

<u>Parameter</u>	<u>Antal</u>	<u>Mätområde</u>	<u>Onoggrannhet</u>
Lufttemperatur	9	-50 - +50°C	± 0.1°C
Rel fuktighet	3	0 - 100%	± 5%
Luftryck	1	950 - 1050 HPa	± 0.2 HPa
Globalstrålning	2	0 - 1000 W/m ²	± 5%
Nettostrålning	2	-200 - +600 W/m ²	± 5%
Vindriktning	3	0 - 360°	± 5°
Vindhastighet	9	0 - 25 ms ⁻¹	± 0.1 ms ⁻¹

Tillgängliga loggningångar möjliggör anslutning av upp till 20 ytterligare givare.

Vind-, temperatur- samt strålningsgivarna har kalibrerats individuellt. Angivna onoggrannheter avser de värden, som effektivt uppnås vid mätningar i fält med nedanstående instrument (fabrikat, typ). Betydligt lägre onoggrannheter kan uppnås vid kalibrering i laboratoriemiljö.

Lufttemperatur mätes med Pt 100-givare monterade i fläktventilerat, dubbelt strålningsskydd (Teledyne 327-B). Mätningen är s k fyrtråds-mätning, varvid givaren är ansluten till en konstant strömgenerator och spänningsfallet över givaren tas ut som mätsignal via separata ledningar. Ventilationshastigheten är 3.3 ms⁻¹. Strålningsskyddet är tillverkat av mycket tunn aluminiumplåt och målat med högreflekterande vit färg. Vid stark instrålning, motsvarande klar himmel, blir strålningsfelet mindre än 0.1°C (0.2°F).

Relativ fuktighet mätes med hårhygrometer av fabrikat Lambrecht. Givaren är den standardtyp, som användes vid SMHI:s automatiska mätstationer.

Luftryck mätes med halvledargivare (kvartskristall) av fabrikat Setra (250) med tillhörande elektronik. Givaren är mycket snabb (tidskonstant < 10⁻²s) och lämpar sig även för mätning av snabbt fluktuerande tryck.

Globalstrålning - direkt + diffus solstrålning mot horisontell yta - mätes med pyranometer (Moll-Gorczyński) försedd med varmluftsfläkt för att förhindra kondens samt horisontell skiva för avskärmning av markreflekterad strålning.

Nettostrålning - differensen mellan all nedåt- och uppåtriktad strålning med våglängder mellan 0.3 µm och ca 100 µm - mätes med netroradiometer (Siemen Ersking). Instrumentet ventileras med med avfuktad luft för att hålla de två skyddande halvsfärerna av polytenplast uppspända samt för att förhindra invändig kondens. Utvändig kondens eller rimfrost förhindras genom en värmering placerad i instrumentets horisontella symmetriplan.

Givaren kan förses med en adaptor för mätning av enbart den nedåt- eller uppåtriktade strålningen.

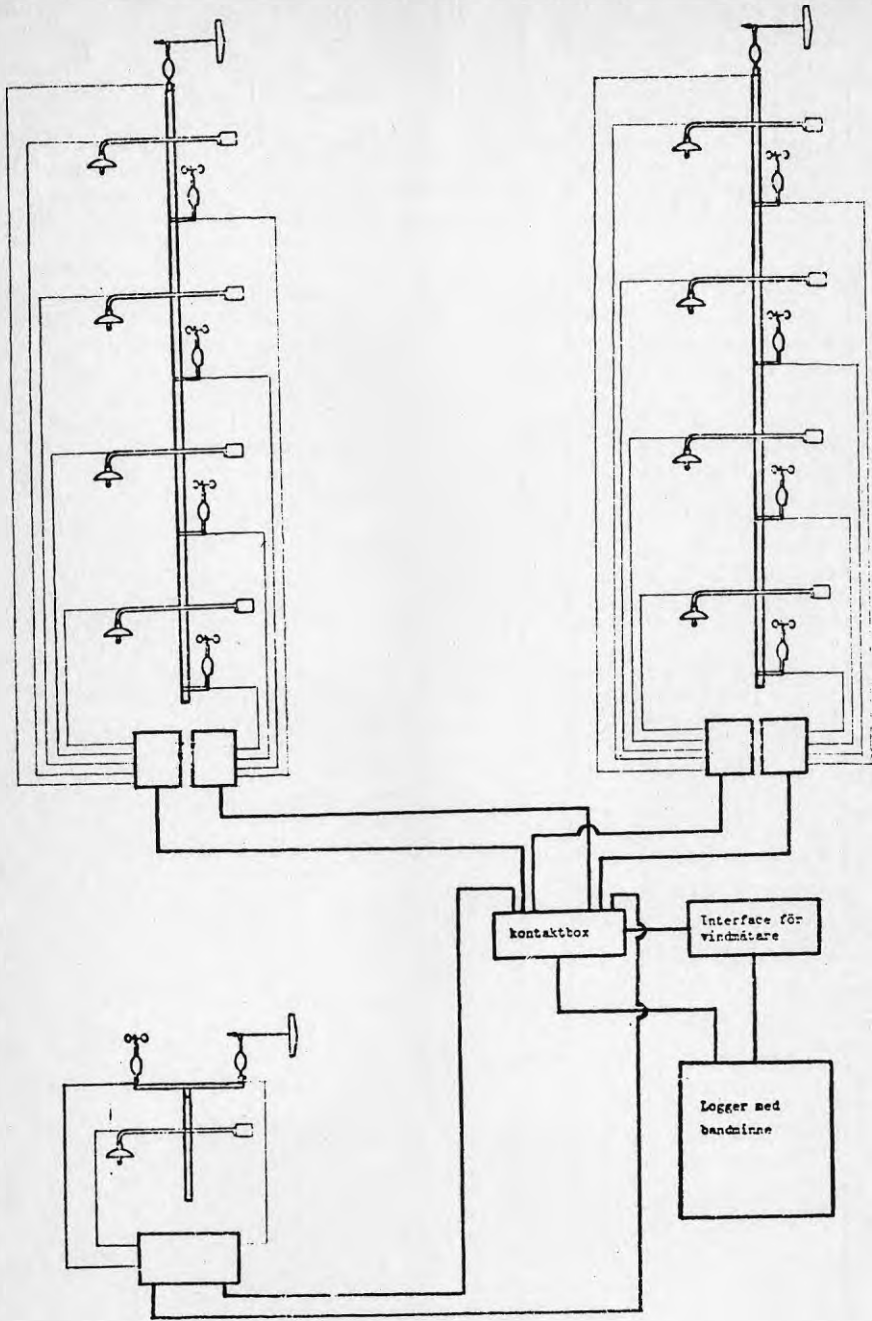
Vindriktning mätes med vindfana och potentiometer (Lambrech, 1466-E7).

Vindhastighet mätes med precisionsanemometer av skålkorstyp - "staggered six" - (Teledyne, 1564 B) med tillhörande interface (Teledyne, 20.11/20.12). Givaren är mycket känslig med en distanskonstant av ca 1.5 m och en starthastighet av ca 0.2 ms^{-1} .

Utsignalen från givaren är en serie pulser vilkas frekvens beror av vindhastigheten. Interfacet tidsintegrerar utsignalen i ett filter med valbar tidskonstant (10 sek, 1, 2 eller 5 min) samt omvandlar den till en analog likspänning.

För mätning av snabba hastighetsfluktuationer användes en temperaturkompenserad termistorgivare (TS1 1610) med tillhörande elektronik (TS1 1605).

Instrumentet har en tidskonstant av 0.1 s och arbetar inom hastighetsområdet $0.5 - 30 \text{ ms}^{-1}$ vid en omgivningstemperatur av $0 - +70^{\circ}\text{C}$. Onoggrannheten är ca $\pm 1.5\%$.



FIGUR 1. Instrumentkonfiguration och översiktlig ledningsdragning vid profil-
mätningar i två lokala punkter samt referensmätning enligt meteorologisk standard.

4. ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN

Mätsystemet monteras i normala fall av två personer på 3-4 dagar. Utrustningen transporteras med lätta fordon (typ minibuss eller Volvo kombi). Dator och loggerutrustningen är i normalfallet monterad i husvagnen, men kan lätt demonteras och placeras i annat, uppvärmt utrymme. Systemet fordrar anslutning till elnätet men kan i övrigt användas i högst skiftande miljöer.

Med den idag tillgängliga instrumentuppsättningen är systemet främst lämpat för lokal- och mikroklimatstudier utomhus i naturmark eller bebyggelsemiljö. Utrustningen medger dock relativt stora variationsmöjligheter och anpassning även till andra typer av mätuppgifter. I grunduppsättningen ingår bl a två stycken 18 m höga rörteleskopmaster (WIPIC WSM 180) med tillhörande stagningsutrustning och komponenter för montering av olika givare. Dessa master användes för mätningar av vertikala profiler av vind och temperatur, vilket är av primär betydelse vid studier av det marknära luftlagret. Dessutom möjliggör masterna mätning inom och ovanför vegetationsbestånd eller bebyggelse. I ett mätprojekt (Laurin m fl, 1982) placerades t ex en mast i taket av en byggnad för samtidig mätning av vind och temperatur i gaturummet och i skiktet ovanför en stadsbebyggelse. I ett annat projekt (Belin m fl, 1982) utfördes mätningar samtidigt inomhus och utomhus, intill och ovanför en byggnad.

Figur 2 a-d visar systemet i fält i samband med mätningar vid en barnstuga i Norrköping (projektsamarbete med Bengt Känngård AB).

5. UTFÖRDA MÄTPROJEKT

Systemet har hittills använts i totalt tio olika mätprojekt, varav några redan nämnts i det föregående. Här lämnas en sammanställning av de utförda projekten med kortfattade kommentarer angående projektens syfte.

1. *Undersökning av energiförluster vid luftportar*
(Belin m fl 1982, Taesler 1984)

Mätningarna omfattade vind- och temperaturförhållanden utomhus och samtidig innetemperatur samt temperatur- och hastighetsfördelning i en luftport vid Motorcentrum, Linköping.

2. *Lokalklimatmätningar i Södertuna, Södertälje*
(Glaumann och Taesler 1984)

I samband med planering av energisnål bostadsbebyggelse i Södertuna-området utförde SMHI och SIB gemensamt lokal- och mikroklimatmätningar i området. Syftet var att dokumentera karakteristiska variationer och att beräkna lokalt korrigerad klimatstatistik för området med utgångspunkt från meteorologiska rutinobservationer från Tullinge. Vidare utfördes beräkningar av klimatberoende energiförluster för byggnader med hänsyn till lokala skillnader i olika klimatelement.

3. *Lokalklimatstudier i Gustavsberg*
(Taesler 1984)

Lokala mätningar i Mossen-området, Gustavsberg, utfördes bl a i syfte att verifiera och precisera bedömningar av lokalklimatet utförda i samband med ett tidigare projekt (Marko m fl 1982). Liksom i Södertuna-studien beräknades även lokalt korrigerad klimatstatistik och därur energiförluster i bebyggelse.

4. *Mätningar vid barnstugan Igelkotten, Norrköping*

Mätningarna utfördes i samband med ett projekt avseende energiförbrukning och energibesparing i barnstugor (Bengt Känngård AB). Figur 2a-d visar en del av instrumentuppställningen vid dessa mätningar.

5. *Mätningar i centrala Norrköping*
(Laurin m fl 1982)

I samband med ett utredningsuppdrag från Norrköpings kommun avseende bilavgassituationen i centrala Norrköping utfördes mätningar dels i gaturummet dels i skiktet ovanför hustaksnivå. Härvid placerades en av 18 m-masterna på taket till en hög byggnad i centrum.

6. *Mätningar i Klockrike*
(Ericson 1980)

Mätningarna ingick i ett samarbetsprojekt med flera institutioner syftande till insamling av data för verifiering av numeriska gränsskiktsmodeller.

7. *Mätningar vid Värtaverket, Stockholm*
(Omstedt 1983)

I samband med en studie av bestämning av plymspridning med fjärranalysteknik (LIDAR och SODAR) användes systemet för vind- och temperaturmätningar.

8. *Mätningar i samband med Öresundsexperimentet*

Ett omfattande internationellt projekt utfördes nyligen i syfte att studera spridning av luftföroreningar i övergångszonen mellan land och hav samt att insamla data för verifiering av numeriska gränsskiktsmodeller för simulering av spridningen. SMHI:s medverkade härvid bl a med profilmätningar, varvid det mobila systemet utnyttjades.

9. *Vindpåverkan vid mätning av snönederbörd*
(Carlsson 1985)

Uppsamlings effektiviteten för snönederbörd hos nederbörds- mätare med olika vindexponering studerades i ett försök vid SMHI, varvid mätsystemet användes för vindmätningar på mikro- skalan.

10. *Mastmätningar i Orlunda, Motala*

Jämförande vindmätningar utfördes i två radiomaster med ca en kilometers avstånd, belägna i flack, öppen terräng. Vindgivare placerades på 50 och 100 m över marken i vardera masten. Syftet var att studera rumskorrelationen i vindhastigheten.

11. *Vindmätningar på fyrkasunen Gustav Dalén*
(Kvick och Andersson 1984)

Mätningar gjordes dels i en referenspunkt på 5 m höjd över helikopterplattan dels i fyra punkter på 1 m höjd för att studera kasunens inverkan på vindmätningar. Datainsamlingen gjordes i detta fall med en av SMHI:s automatiska väderstationer, till vilken vindgivare från systemet anslöts.

12. *Halkprognoser för Arlanda*

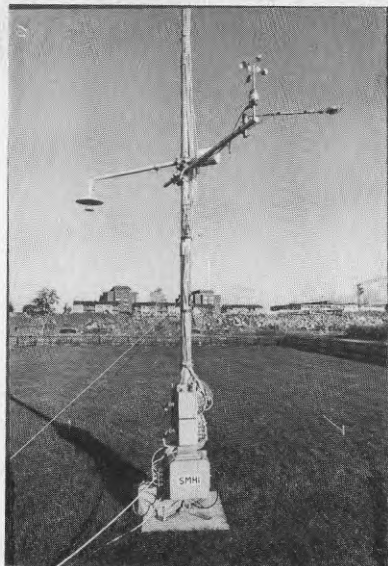
I ett projekt för utveckling av prognoser för halka på landnings- banan användes systemet för mätning av vindhastighet, luft- temperatur, luftfuktighet samt global- och nettostrålning. Vidare anslöts i banan befintliga givare för marktemperatur till mät- systemet.

REFERENSER

- Belin, K., m fl, 1982, Energibesparing vid användande av luftridå. Rapport R86:1982, BFR, Stockholm.*
- Carlsson, B., 1985, Vindförluster vid mätning av snönederbörd med SMHI-nederbördsräknaren. HO-rapport under publicering, SMHI, Norrköping.*
- Ericson, K., 1982, Atmospheric boundary layer field experiment in Sweden 1980, Gotex II, Part I. RMK 33, SMHI, Norrköping.*
- Glaumann, M., Taesler, R., 1985, Klimatstudier inför planeringen av energisnål bostadsbebyggelse i Södertuna, Södertälje. Rapport R12:1985, BFR, Stockholm.*
- Kvick, T., Andersson, H., 1984, Vindstatistik från svenska kasunfyrrar. SMHI/Klimatsektionen 1984:14, SMHI, Norrköping.*
- Laurin, S., Taesler, R., Lindgren, C., 1982, Bilavgaser i centrala Norrköping. SMHI/Klimatsektionen, Norrköping.*
- Marko, L., Rydén, B., Werner, G., 1982, Energistudie Gustavsberg, plankrav och plankonsekvenser vid områdesplanering. Rapport T12:1982, BFR, Stockholm.*
- Omstedt, G., 1983, Lidar and Sodar techniques for evaluation of the Gaussian plume dispersion model. SMHI, Norrköping.*
- Taesler, R., Lindahl, S., 1984, Klimatstudier för bebyggelseplanering i Gustavsberg. Projektrapport till BFR från SMHI, Norrköping.*
- Taesler, R., 1984, Klimatförutsättningar för luftridåportar, Projekt-rapport till BFR från SMHI, Norrköping.*



FIGUR 2a-d. Uteklimatmätningar vid barnstugan Igelkotten i Norrköping.
a-b) Husvagnen och 18 m mast för profilmätning



- c) *Instrument för mätning av lufttemperatur, vindhastighet och nettostrålning*
- d) *Interiör från husvagnen med dator och datalogger*

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 781559-7
från Statens råd för byggnadsforskning till SMHI,
Norrköping.**

R83: 1985

ISBN 91-540-4418-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6705083

**Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang**

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

Cirka pris: 25 kr exkl moms