



# Nederbörds och humiditetsklimatet i Sverige under vegetationsperioden

Bertil Eriksson



# Nederbörds och humiditetsklimatet i Sverige under vegetationsperioden

Bertil Eriksson

Omslagsbild: Jan-Erik Lundmark, SLU, Uppsala

SMHls tryckeri, Norrköping 1986

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                               |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------|
| Issuing Agency<br><b>SMHI</b><br>S-60176 Norrköping<br>Sweden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Report number<br>RMK 46 (1986)<br>Report date<br>Januari 1986 |                     |
| Author (s)<br>Bertil Eriksson                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                               |                     |
| Title (and Subtitle)<br>The precipitation and humidity climate of Sweden during the vegetation period                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                               |                     |
| Abstract<br><p>Precipitation amounts, corrected for measuring errors, are presented on maps for different parts of the climatologically determined vegetation period. The variability and probability of summer precipitation amounts are analysed for stations having long records. The frequency of runs of different length for wet and dry summers is compared with random. Lowpass filter is used to smoth the time series.</p> <p>The difference between precipitation and evapotranspiration - here called humidity - is calculated and presented on maps for certain periods of the vegetation period.</p> |                                                               |                     |
| Key words<br>Precipitation, vegetation period, humidity, evapotranspiration, time series, low-pass filter, runs.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                               |                     |
| Supplementary notes<br>Extended English summary                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Number of pages<br>73                                         | Language<br>Swedish |
| ISSN and title<br>0347-2116 SMHI Reports Meteorology and Climatology                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                               |                     |
| Report available from:<br>SMHI<br>Klimatsektionen<br>S-601 76 NORRKÖPING                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                               |                     |



## FÖRORD

Vid mina ofta förekommande kontakter med konsumenter av klimatinformation har det framkommit att det finns ett stort behov av klimatinformation utöver den klassiska typen, normalvärden och extremer för månader och år, som ofta erbjuds. Ett område där det finns ett uttalat önskemål om förbättrade och lättillgängliga klimatbearbetningar rörande klimatförhållandena i Sverige är inom jord- och skogsbruk. Detta är ganska naturligt eftersom klimatet är den viktigaste abiotiska komponenten hos ekosystemen och dess samband med den viktigaste biotiska komponenten nämligen vegetation.

Jag har fått uppfattningen att det är speciellt data rörande nederbörden under vegetationsperioden och mängden vatten tillgängligt för växtligheten som är av stor vikt. I ett arbete utgivet av Håkansson et al 1968 säger författarna: "I många sammanhang föreligger behov av nederbördsstatistik. Inte minst framträdande är detta inom jordbruket. Antalet undersökningar för att i olika avseenden belysa nederbörds klimatet är dock relativt få".

Vad som sägs i citatet gäller fortfarande. Stora delar av den nederbördsinformation, som varje månad strömmar in till SMHI, finns lättillgänglig huvudsakligen i rådataform samt som månads- och årssummor.

Tidigare av SMHI utgivna klimatsammanställningar av Sveriges nederbörds klimat har huvudsakligen behandlat medelvärden över 30-årsperioder s.k. normalvärden. Jag menar att det inte bara är medelnivån hos nederbördsmängder som är en väsentlig parameter utan sådana egenskaper som variabilitet, sekvenser av torr- och våtperioder som är väsentliga faktorer, vilka påverkar produktionen inom jord- och skogsbruk. Vid debatten i Sverige rörande orsakerna till skogsskadorna har enligt min mening klimatets roll inte framhållits tillräckligt starkt.

I SMHI:s uppgifter ingår att bidra till en bättre kännedom om Sveriges klimat. Beskrivningar på den regionala skalan kan och skall göras med statliga anslag. Det är min förhoppning att denna rapport fyller ett behov.

Norrköping, juni 1985

Bertil Eriksson



# NEDERBÖRDS- OCH HUMIDITETSKLIMATET I SVERIGE UNDER VEGETATIONS- PERIODEN

| Innehållsförteckning                                   | Sida |
|--------------------------------------------------------|------|
| Sammanfattning                                         | 1    |
| SUMMARY                                                | 5    |
| 1. INLEDNING                                           | 8    |
| 2. MATERIAL OCH UTFÖRANDE                              | 10   |
| 3. MEDELNEDERBÖRDEN UNDER VEGETATIONSPERIODEN          | 11   |
| 4. SOMMARNEDERBÖRDENS VARIATION KRING MEDELVÄRDET      | 25   |
| 5. NEDERBÖRDSDATA BETRAKTADE SOM TIDSSERIER            | 36   |
| 5.1 Tidpunkt för torraste och regnrikaste somrarna     | 37   |
| 5.2 Sekvenser av somrar med värden över/under medianen | 39   |
| 5.3 Filtrering med "low-pass"-filter                   | 47   |
| 6. VÄXTERNAS VATTENTILLGÅNG ELLER HUMIDITETEN          | 51   |
| 6.1 Medelvärden av humiditeten                         | 51   |
| 6.2 Vattenbalansen på några platser                    | 63   |
| 7. KRITIK AV MATERIAL OCH METODER                      | 69   |
| 8. Tillämpningar                                       | 70   |
| REFERENSER                                             | 72   |

## FÖRTECKNING ÖVER KARTOR

Figurnr Sidnr

Nederbördsmängd (korrigerade värden,  
period 1951-80) avseende:

|                                                                                       |    |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| Vegetationsperiodens 30 första dygn                                                   | 1  | 14 |
| 30-dygnsperiod en månad efter vegetations-<br>periodens start                         | 2  | 15 |
| Sommaren (juni-augusti)                                                               | 3  | 16 |
| Från veg periodens början till 1 juli                                                 | 4  | 17 |
| "-                    1 sept                                                          | 5  | 18 |
| "-                    1 okt                                                           | 6  | 19 |
| Från 1 juli till veg periodens slut                                                   | 7  | 20 |
| Hela vegetationsperioden                                                              | 8  | 21 |
| Medelnederbördsmängd (okorrigerade värden)<br>Hela vegetationsperioden                | 9  | 22 |
| Nederbördsmängd under vegetationsperioden<br>i relation till årsnederbörden           | 10 | 23 |
| Nederbördsmängd under sommaren i relation<br>till årsnederbörden                      | 11 | 23 |
| Nederbördsmängden under vegetationsperiodens<br>första del i relation till den senare | 12 | 24 |
| Stationskarta för stationer med låga serier                                           | 13 | 26 |
| Årtal för torraste sommaren under perioden<br>1883-1982                               | 15 | 33 |
| Årtal för nederbördsrikaste sommaren under<br>perioden 1883-1982                      | 16 | 33 |
| Kvartilavstånd för sommarnederbörden                                                  | 17 | 34 |
| Percentilvärdet $P_5$ för sommarnederbörden                                           | 18 | 35 |
| "- $P_{10}$ "-                                                                        | 19 | 35 |
| "- $P_{25}$ "-                                                                        | 20 | 35 |
| "- $P_{75}$ "-                                                                        | 21 | 35 |
| "- $P_{90}$ "-                                                                        | 22 | 35 |
| "- $P_{95}$ "-                                                                        | 23 | 35 |
| Potentiell vattenbalans                                                               | 33 | 54 |
| Humiditeten under vegevegetationsperioden                                             | 34 | 55 |
| "-            "-            sommaren (juni-aug)                                       | 35 | 57 |
| "-            "-            enligt Martonnes index                                    | 36 | 58 |
| "-            "-            en 30-dygnsperiod en månad<br>efter veg periodens början  | 37 | 59 |

## SAMMANFATTNING

Nederbörden och humiditeten under vegetationsperioden är viktiga faktorer att beskriva klimatologiskt. Med humiditet menas skillnaden i mängd mellan nederbörd och avdunstning. Som vegetationsperiod har satts den klimatologiskt bestämbara från temperaturobservationer. Den har här definierats som den period under året dygnsmedeltemperaturen varaktigt överstiger  $+5^{\circ}\text{C}$ .

Klimatstatistik kan utformas på många olika sätt. Man kan betrakta tillgängliga data som stickprov och statistiskt beskriva dess egenskaper med t ex frekvensfördelningar, percentiler, medelvärden och spridningsmått. Man kan använda statistiska test för att göra signifikansundersökningar. Det andra betraktelsesättet är att behandla data som tidsserier för att studera förändringar i tiden. Förutom studier av mängder (i denna rapport nederbörd respektive avdunstning i mm) kan man tänka sig att belysa varaktighet av vissa förlopp i tiden, t ex frekvens av nederbördsfria perioder av olika längd eller sekvenser av t ex nederbördsrika/fattiga konsekutiva vegetationsperioder. Samtliga ovan nämnda sätt att behandla materialet har kommit till användning. I denna rapport är det främst följande fyra aspekter på klimatet som har belysts:

- \* medelnederbördsmängden under olika delar av vegetationsperioden
- \* sommarnederbördens variabilitet och dess sekulära variationer
- \* slumpmässighet hos sekvenser av sommarnederbörd över/ under genomsnittet
- \* medelmängden av den nederbörd som under olika delar av vegetationsperioden undgår avdunstning - humiditeten.

### Medelnederbörden under vegetationsperioden

Nederbördsmängd är en svår väderparameter att mäta korrekt. De mängder som samlas upp i mätkärlen, som används på SMHIs mätplatser, är systematiska underskattningar av de mängder som når marken. Det är i många sammanhang, t ex för vattenbalansberäkningar, nödvändigt att korrigera för de viktigaste mätfelen. Korrektioner, individuella för varje station, har bestämts för de viktigaste mätfelen, vilka förorsakas av vind, avdunstning och adhesion.

Medelnederbördsmängder för 30-årsperioden 1951-80 har använts. Observationer från omkring 700 mätplatser utgör grunden för den kartläggning av nederbördsförhållanden i Sverige som presenteras.

Åtta olika perioder under vegetationsperioden har analyserats. Resultaten presenteras i kartform i figurerna 1-8. Huvuddragen i dessa kartor har många likheter. Kustområdena erhåller mindre regn än inlandsområdena. På samtliga kartor är den stora skillnaden mellan de västra och östra delarna av Sverige mycket framträdande. De nederbördsrika delarna på västsidan av sydsvenska höglandet får under sommarmånaderna nästan dubbelt så mycket regn som östligaste Götaland. Det markanta maximivärdet i årsmängd över Norrlands västra fjälltrakter är ej urskiljbart under hela eller delar av vegetationsperioden.

En karta, fig 9, ger en uppfattning om storleksordningen av de applicerade korrektionerna. Några kartor, figur 10-12, visar relationen mellan nederbördsmängder under en period och en annan. T ex visar figur 12 att sommarnederbördens andel av årsnederbörden utgör mer än 40% i östra Götaland och de inre delarna av norra Sverige.

#### Variabilitet och sannolikhet för nederbördsmängder under sommaren

I kap 2 bearbetas tidsperioder från sådana orter som har långa serier, 80-100 år. Sommarnederbörden (juni-augusti) betraktas ur synpunkten variabilitet och sannolikhet. Det bör noteras att nederbördsmängderna vid denna bearbetning ej har korrigerats för systematiska mätfel. Vikten av att känna mått på variabiliteten understyks. Inom många områden är det inte medelnederbörden som är för låg och förorsakar förluster till följd av dåligt skördeutfall utan snarare variabiliteten mellan olika växtsäsonger. Variabiliteten anges i tabell 1 på sid 28-31. Där framgår även vissa percentilvärden samt de tre torraste och våtaste somrarna under perioden 1883-1982. Den efterföljande sommaren 1983, blev på en del platser i södra Sverige torrare än någon gång under åren 1883-1982. I södra Sverige hör somrarna 1955, 1959, 1976 och 1983 till de torraste. Även i norra Norrland var somrarna 1955 och 1959 rekordtorra.

Antalet somrar med mycket låg eller mycket hög nederbördsmängd räknades under olika tioårsperioder. Tabell 2 på sid 36 visar att vissa perioder, t ex 1923-52, hade mycket få extrema somrar. Perioden 1953-62 är den som visar högsta frekvensen bland de 61 orter som ingår i beräkningarna. Under denna 10-årsperiod uppmättes alltså på många orter både mycket små och mycket stora mängder. Ett statistiskt test visar - under vissa antaganden rörande antalet frihetsgrader - att den observerade frekvensen av mycket torra somrar avvek från slumpmässighet signifikant med 95% konfidens. För de mycket våta somrarna erhöles däremot ej signifikant avvikelser från slumpen.

Sommarnederbördens variation under 100-årsperioden studerades för ett urval orter. För att eliminera de höga frekvenserna hos tidsserierna användes ett låg-passfilter (binomialkoefficienter). Utjämnningen gjordes över 25 år. Resultaten framgår av figurerna 29-31. Vissa perioder har kurvorna likartat förlopp för stationer både i norr och i söder. Anmärkningsvärt är det maximum som inträffade omkring 1960 och det djupa minimum som inföll endast tio år senare. Kurvorna ger en tydlig bild av hur starkt sommarregnmängderna kan variera från en tidsperiod till en annan.

#### Frågan om slumpmässighet av sekvenser med sommarnederbörd över/under medelnivån

Begreppet "run" införs och definieras här som en följd av år med samma avvikelse från medianvärdet för sommarnederbörden. I tabell 3 på sid 40 har tabulerats medianvärde, antalet positiva och negativa runs, längsta runs (positiva och negativa) tillsammans med årtalen för dessa händelser. Resultatet beträffande totala antalet runs presenteras som frekvensfördelning för 63 serier i tabell 4 och i figur 24. Motsvarande frekvenser vid slumpfördelning anges också. Det observerade medelvärdet är 47.7 som skall jämföras med 51 som är det förväntade om somrar med mängder över respektive under medianen uppträder slumpmässigt. Ett vanligt statistiskt signifikanstest ger

till resultat att det föreligger en signifikant skillnad mellan medelvärdena. Med andra ord visar de använda dataserierna att torr- och våtsomrar klumpar ihop sig i högre grad än vad slumpen skulle ge. Om resultatet kan beror på att inhomogeniteter finns i tidsserierna är en öppen fråga.

En sammanställning av runs av olika längd har gjorts i tabell 5. En komprimering av denna tabell framgår av tabell 6, där observerat antal, både absolut och relativ frekvens, jämförs med förväntad frekvens vid slumpfördelning. Runs av längden 3, 4 och 5 år har observerats oftare, runs av längden 1 och 2 år mera sällan än vad slumpen ger. Signifikanstest visar emellertid att de observerade frekvenserna kan erhållas av ren slump.

Olika signifikanstester redovisas rörande

- \* förekomst av extremt torra/våta somrar under olika tioårsperioder
- \* medelvärde av antalet runs
- \* frekvensfördelning av runs av olika längd.

Dessa ger ej samstämmiga resultat, men i de studerade tidsserierna finns det indikationer på s k "clustering". Under den studerade 100-årsperioden kan man urskilja en trend mot större variabilitet i sommarregnmängd under periodens senare del än i den tidigare.

#### Humiditetsförhållandena under vegetationsperioden

För växande jordbruksgrödor och skog är det viktigt för god tillväxt att ha tillgång till tillräckligt vatten i marken, där rötterna hämtar upp sin näring. Det är otillräckligt att känna till nederbördsmängder. I kapitel 6 studeras skillnaden mellan nederbörd och evapotranspiration. Denna skillnad brukar användas som mått på en orts humiditetsklimat. Inom områden med låg nederbörd avdunstar procentuellt sett mera vatten än i nederbördsrika delar p g av mindre molnighet i det nederbördsfattiga området. I kapitel 6 kartläggs områden i Sverige, där nederbörden i medeltal över- eller underskrider evapotranspirationen under vegetationsperioden eller del av densamma.

Figur 33 ger medelvärden av den s k potentiella vattenbalansen under vegetationsperioden, dvs skillnaden i mm mellan nederbörd och potentiell evapotranspiration. Potentiell evapotranspiration är den avdunstning man får när vegetation och mark optimalt försörjs med vatten. I större delen av Sverige är skillnaden negativ, dvs nederbördsunderskott i medeltal. Men det är knappast denna differens som efterfrågas utan skillnaden mellan nederbörd och "verklig" evapotranspiration.

Avdunstningsmätningar är svåra att utföra och några pålitliga, långa tidsserier finns knappast. Därför måste avdunstningen beräknas. I denna rapport har utnyttjats värden på potentiell evapotranspiration beräknad enligt Penmans formel (Eriksson, 1981) samt vattenbalansmätningar utförda i norra Sverige (Lappträsket) och i södra Sverige (Velen). Förhållandet mellan verklig och potentiell evapotranspiration vid dessa platser har antagits gälla för stora områden. På så sätt har kartor över humiditeten konstruerats. Kartan enligt figur 34 omfattar hela vegetationsperioden, figur 35 illustrerar förhållandet under månaderna juni-augusti.

Båda kartorna visar att största underskotten finner man i landskapen Uppland, Södermanland, Östergötland, östra delarna av Småland samt på Öland och Gotland.

Andra sätt har föreslagits att beskriva en orts humiditetsklimat t ex av Martonne. Hans formel har använts för sommaren och detta index redovisas i figur 36, som skall jämföras med figur 35. Det hävdas att den bild figur 35 ger är en korrektare bild än vad humiditetsindex enligt Martonne ger.

Enligt skogsforskare (personlig kontakt, J-E Lundmark) kan perioden ca en månad efter vegetationens start vara en kritisk period för vissa plantor. Därför har figur 37 konstruerats. Den visar humiditeten under en 30-dygnsperiod som börjar en månad efter vegetationsperiodens start. Kartan visar att under denna period är evapotranspirationen större än nederbörden i större delen av Sverige. Det innebär att växtligheten i medeltal under denna period tär på markvattenmagasinet.

I det sista avsnittet redovisas några diagram, figur 39-42, som för några platser illustrerar hur några av termerna i vattenbalansekvationen varierar under året. Perioder under året identifieras då vattenbrist, markvattenutnyttjande, markvattenpåfyllning och nederbördsöverskott dominerar. Det är stora skillnader mellan en ort som Borås, belägen i ett regnrikt område, och Linköping eller Uppsala som erhåller mycket mindre sommarnederbörd.

The precipitation and humidity climate during the vegetation period is important to describe in different ways. In this report mainly four aspects have been dealt with, namely:

- \* the mean precipitation amount during different parts of the vegetation period
- \* the variability of the summer precipitation round the mean and variation in time
- \* the question of randomness of sequences of summer precipitation above/below mean condition
- \* the mean amount of precipitation which does not evaporate - the humidity

The climatologically fixed vegetation period is defined as the time interval between the mean date in spring when daily mean temperature exceeds 5°C until the mean date in the autumn when temperature is falling below 5°C. These mean dates are shown by red isolines in the Figures 3 and 7.

#### Mean precipitation during the vegetation period

All precipitation measurements are systematically underestimates of the amount reaching the ground. It is important to make correction for the main measuring errors. Corrections, individually for each station, have been applied for errors caused by wind, evaporation and adhesion. When calculating mean values the 30-year period 1951-80 has been used. About 700 stations are the basis for the mapping of mean precipitation conditions in Sweden.

Different periods during the vegetation period have been analysed and the results are presented as isohyets in Figures 1-8. The main pattern of these maps has many common features. The rain amounts in coastal are less than in the inland. On all maps there are large differences between the western and eastern parts of southern Sweden. This is due to the dominance of westerly winds which bring most rain on the western parts of the highlands of southern Götaland. Some maps, Figures 10-12, show the relation between precipitation amount during one period compared with another. For instance, Figure 12 shows that the summer precipitation compared with the annual precipitation has its highest values, 40-45%, in the inner parts of northern Sweden.

#### Variability and probability of summer precipitation

In next chapter time series is studied from stations having long series, 80-100 years. The summer (June-August) precipitation is analysed from the viewpoint of variability and probability. The data are not corrected for measuring errors. It is layed stress on the importance of knowing the variability. In many areas it is not the mean precipitation that causes losses for the farmers but the variability that may justify the investment of irrigation equipment. The variability for certain station can be studied in Table 1 on page 28. Certain percentile values and the three driest and wettest amounts are presented. On two maps, Figures 15 and 16, these years are shown when the driest respectively wettest summer occurred during the 100-year period 1883-1982.

The number of summers with very low or very high precipitation was counted during different ten-year periods. Table 2 on page 36 shows that certain periods, e g 1923-52, had very few extreme values. The period 1953-62 is the one having highest frequency. A statistical test is applied to decide if the observed frequency is significantly different from randomness. The result obtained was that - at the 95% confidence level - the occurrence of dry summers was significant, but not for wet summers.

The variation of summer precipitation during the 100-year period was studied for a selection of stations. In order to eliminate the high frequencies of the time series a low-pass filter was applied. The smoothing was done over 25 years. The result is presented in the Figures 29-31. During the last 30 years the amplitude of the oscillations seems to have been higher than during the earlier part of the series. Periods of both high and low summer precipitation have occurred during the latest decades. Many of the variations show the same pattern at stations in both northern and southern parts of Sweden.

#### Sequences of dry/wet summers

The following section deals with 'runs' of summer precipitation. A run is defined as a sequence of years with the same sign of the departure from the median. In Table 3 on page 40 is tabulated the median, number of positive and negative runs, the longest runs, positive and negative, together with the years for those events. The results regarding the total number of runs are presented as a frequency distribution for 63 series in Table 4. The observed mean value of number of runs was 47.7 to be compared with 51, which is the number expected by chance. Statistical test shows that the observed mean value is significantly different from the random value. This means that in the time series studies there is a tendency for wet and dry summers to appear in sequence, cluster, to a somewhat higher degree than by chance. If that result may depend upon inhomogeneities in the data has not been investigated.

A summary of the number of runs of different length, both positive and negative ones, is presented in Table 5 on page 45. The values in this table have been summarized in Table 6. The observed number, absolute and relative, is compared with those expected by chance. It is seen from Table 6 that during the period 1883-1982 runs of length 3, 4 and 5 years were observed more frequently than by randomness. Runs of length 1 and 2 years occurred more seldom than one could expect.

#### Humidity conditions during the vegetation period

For the growing crops and forests it is important for good growth to have access to enough water in the ground. In Chapter 6 is studied the difference between precipitation and evapotranspiration in order to identify those areas where water deficit may occur. The potential water balance during the vegetation period is presented in Figure 33 on page 54. It is seen from this map that in most parts of Sweden the potential evapotranspiration exceeds the precipitation. It is hardly the potential water balance that is most interesting but instead the 'real'. The real evaporation and transpiration is difficult to measure or calculate.

To be able to present some maps showing mean values of the difference between precipitation and 'real' evapotranspiration, the humidity, during the vegetation period or parts of it some presumptions have to be done.

From water balance measurements in northern parts (Lappträsket) and southern parts (Velen) of Sweden the relation between real and potential evapotranspiration are available. It is assumed that these relations are valid for greater areas. They are used to reduce the potential values earlier presented by Eriksson (1981). The humidity calculated in that manner is presented for the whole vegetation period in Figure 34 and for the summer months in Figure 35. Both maps show that the greatest deficits are found in the provinces Uppland, Södermanland, Östergötland, eastern parts of Småland and on the islands Öland and Gotland. An index of humidity according to Martonne is calculated for the summer period, Figure 36, which ought to be compared with the previous map. It is stated that the results in Figure 35 give more reliable values than those in Figure 36.

According to forest researchers (personal communication) the period about one month after the start of the vegetation period is a critical one for certain plants. That is the reason why Figure 37 is presented. This map shows the humidity during a 30-day period starting one month after the beginning of the vegetation period. As seen on the map most parts of Sweden during that period in the mean have greater evapotranspiration than precipitation.

The last figures, 39-42, illustrate water balance diagrams for some places. Periods during the years are identified when water deficiency, soil moisture utilization, soil moisture recharge and precipitation surplus predominate. There is rather large differences between a station like Borås, situated in the rain-rich area, and Linköping or Uppsala having much less summer rain.

## 1 INLEDNING

Syftet med denna rapport är att belysa nederbörds- och fuktighets- (humiditets-)förhållanden i Sverige under vegetationsperioden eller delar av densamma. Visserligen är nederbörden under övrig tid inte betydelselös, men i regel gäller för hela landet att efter snösmältningssperioden är marken mättad till fältkapacitet. Målsättningen har varit att på regional skala ge, huvudsakligen i kartform, de stora dragen av nederbörds- och humiditetsklimat. Det är väl känt att både nederbörds- och fuktighetsförhållandena i marken visar stora lokala skillnader beroende bl a på topografi, jordart, markens användning. Därför kan man inte begära att en dylik kartläggning skall kunna ge tillförlitliga värden i varje godtycklig punkt utan snarare ett medelvärde för en viss areal.

Många olika synpunkter kan läggas på hur nederbördsstatistik bör göras och presenteras. Olika användare ställer naturligtvis olika krav. Tidigare lätt tillgängliga bearbetningar av nederbördsobservationer behandlar främst data från perioden 1901-30, och det är oftast endast en egenskap som belyses, nämligen medelvärden. Andra statistiska parametrar, som ger tilläggsinformation om de statistiska egenskaperna, kan vara av stort värde. I första hand tänker man på mått på variabilitet och sannolikheter för att få värden över eller under en viss gräns. Men även behandling av nederbördsinformation som tidsserier kan ge intressanta resultat.

Data rörande vattnets omsättning vid jordytan och markens fuktighetsförhållanden har i Sverige varit dåligt belysta, i varje fall för perioder kortare än ett helt år. I vattenbalansekvationen är avdunstningstermen av samma storleksordning som nederbördstermen. Det är tveklöst så att det finns ett lika stort behov av att få fram kartor över avdunstningens medelvärden och spridningen kring detta medelvärde som kartor över nederbördsmängd för olika månader, vegetationsperioden eller delar av densamma.

I det första avsnittet behandlas nederbördsdata på det klassiska klimatologiska sättet, nämligen att beräkna medelvärden för en 30-årsperiod (normalvärden). Som normalperiod har använts den senaste 30-årsperioden 1951-80. I kartform presenteras medelnederbörden för hela vegetationsperioden samt olika delar av densamma. De uppmätta mängderna har korregerats för de viktigaste typerna av mätfel.

Det är knappast medelnederbörden som sätter gränser för inom vilka områden olika grödor är mest lämpade eller inom vilka landsdelar det är lönsamt att anskaffa konstbevattningsanläggningar. Det är snarare nederbördens variabilitet mellan olika odlingssäsonger eller inom en säsong som ställer till bekymmer och förorsakar skador och förluster inom jord- och skogsbruk. I avsnitt 2 behandlas nederbördens variation kring medelvärdet och sannolikhetsfördelningar. Detta görs för orter med långa tidsserier, 80-100 års mätningar. Den sammanlagda nederbörden under sommarmånaderna juni, juli och augusti behandlas i detta avsnitt. Från de empiriska frekvensfördelningarna har fraktiler tagits fram. Percentil- och extremvärden presenteras i tabellform. Som spridningsmått anges kvartilavståndet.

I följande avsnitt undersöks sommarnederbördens variation från år till år ur olika synpunkter. Vad som kan ställa till problem för jord- och skogsbruket i hög grad är om mycket torra eller regnrika somrar uppträder flera år i följd. Det har undersökts om det finns en tendens till att sekvenser, s k "runs" av torra eller våta somrar inträffar med högre frekvens än man skulle vänta sig av ren slump. Även om statistiskt signifikanta resultat inte uppnås, är det av intresse att belysa frekvensen av sekvenserna med olika längd med torr- respektive våtsomrar i följd, s k "clustering".

Klimatet är ej konstant. Mer eller mindre tydliga svängningar förekommer. Genom att utjämna tidsserier så att högfrekventa svängningar elimineras framträder de mera långsiktiga variationerna. Men det är inte bara medelvärdena som varierar från en tidsperiod till en annan. Även variabiliteten kan, på grund av variationer i atmosfärens allmänna cirkulation, visa olika storlek på en och samma plats under olika tidsperioder. Det finns en utbredd uppfattning bland klimatforskare att klimatet under senare årtionden visat en tendens mot högre variabilitet. Dessa frågor behandlas i avsnitt 5.

Eftersom en stor del av nederbörden under vegetationsperioden återföres till atmosfären genom evaporation och transpiration är det intressant att belysa skillnaden mellan nederbörd och evapotranspirationen. Enbart nederbörden är otillräcklig för att indikera mängden vatten som är tillgängligt för växtligheten. Det finns många olika sätt eller index för att beskriva ett områdes torrhetsgrad eller humiditet. Här har i avsnitt 6 valts att försöka kartlägga den del av nederbörden som undgår avdunstningen. Görs beräkningarna över en lång tidsperiod kan man betrakta grundvatten-, markvatten- och sjömagasinen som konstanter och skillnaden mellan nederbörd och avdunstning är då lika med lokala avrinningen.

I avsnittet 6 behandlas alltså växternas vattentillgång och humiditeten. Resultat från en tidigare redovisad undersökning (Eriksson, 1981) rörande den potentiella evapotranspirationen har därvid utnyttjats liksom resultat från vattenbalansmätningar under den internationella hydrologiska dekadern (IHD). Några kartor presenteras, vilka ger skillnader mellan nederbörd och "verklig" avdunstning. En karta ges för humiditeten under hela vegetationsperioden, en annan för en 30-dygnsperiod som ligger en månad efter vegetationsperiodens början. Denna period är sannolikt en mycket viktig period för växtligheten. För jämförelsens skull har även en humiditetskarta enligt Martonnes index tagits fram.

I det avslutande avsnittet behandlas översiktligt med några exempel i diagramform hur vattenbalansen i medeltal kan vara under året. Tre olika perioder särskiljs i diagrammen, där korrigerad månadsnederbörd, potentiell månadsevapotranspiration och verklig avdunstning lagts in. Dessutom redovisas i två diagram resultat från vattenbalansundersökningar som utfördes under den så kallade IHD-perioden.

## 2 MATERIAL OCH UTFÖRANDE

Grundmaterialet till föreliggande rapport har till stor del hämtats från en rapport utgiven vid SMHI:s klimatsektion 1983 "Data rörande Sveriges nederbördsklimat. Normalvärden för perioden 1951-80" (Eriksson, 1983). I denna redovisas månads- och årssummor för ett mycket stort antal orter, men i föreliggande undersökning har endast utnyttjats data från drygt 700 nederbördsstationer som fortfarande är i drift.

Vid bearbetning av nederbördsmätningar med syfte att vara till nytta inom bl a jord- och skogsbruk är det väsentligt att de mängder som uppmätes i nederbördsmätarna korrigeras för de viktigaste typerna av mätfel. Det är ett väl känt faktum att de rapporterade mängderna är systematiska underskattningar av den mängd som når marken. Vid beräkningarna av medelnederbördsmängder under vegetationsperioden har korrigeringar införts, enligt de metoder som anges i ovannämnda rapport, för de tre viktigaste felkällorna, nämligen:

- \* det aerodynamiska felet
- \* avdunstningsförluster
- \* adhesionsförluster

Uppgifter om vegetationsperiodens start, slut och längd har hämtats från kartor som användes vid utarbetandet av uppsatsen "Temperatur-klimatkartor för svenskt skogsbruk", (Odin et al, 1983). Enligt den i nämnda uppsats använda definition på vegetationsperiod sträcker sig densamma långt in på hösten, ända fram till början av december i södra Skåne. Vid denna tidpunkt är de flesta grödor bärgade och skogens tillväxt har avstannat. Av denna anledning har nederbörds-summor beräknats även för de kortare perioderna från vegetations-periodens start t o m sista augusti respektive t o m september.

För undersökningar av frekvensfördelningar, variabilitet, trender samt torra och våta somrar har använts dataserier som omfattar minst 80 år. På så sätt har antalet tidsserier begränsats till mindre än 90. Uppgifterna har hämtats från opublicerade sammanställningar av månadssummor. Sammanlagda nederbördsmängderna under de tre sommar-månaderna juni, juli och augusti har behandlats och dessa mängder har ej korrigerats för systematiska mätfel. Eftersom antalet stationer som bearbetas i detta avsnitt är förhållandevis litet och nederbördens rumsvariation är mycket stor, inte minst under sommar-månaderna, kan det endast bli fråga om en grov kartläggning.

De metoder som använts vid tidsserieanalysen av sommarnederbörden är undersökning av sekvenser, s k "runs", av nederbördsmängder över respektive under ett värde centralt beläget i frekvensfördelningarna. Trendundersökningarna med "låg-pass"-filter (se sid 47) har begränsats till att visa några exempel. För studiet av humiditetsklimatet under vegetationsperioden har utnyttjats värden på den potentiella evapotranspirationen, beräknad enligt Penmans formel, som publicerats i rapporten "Den "potentiella" evapotranspirationen i Sverige" (Eriksson, 1981) För att reducera potentiell avdunstning till "verklig" har vattenbalansundersökningar utförda under den s k IHD-perioden kommit till användning.

### 3. MEDELNEDERBÖRDEN UNDER VEGETATIONSPERIODEN

Vegetationsperioden kan definieras på många olika sätt. Här har valts att som vegetationsperiod välja den tidrymd då dygnets medeltemperatur varaktigt överstiger  $+5^{\circ}\text{C}$ . De kartor som togs fram av Odin et al (1983) har använts för att interpolera start och slutdatum för de orter, där temperaturobservationer saknas.

Vid beräkningen av regnmängden i medeltal under vegetationsperioden användes de månadsmedelvärden, (1951-80), som publicerats i rapport 1983:28 från meteorologiska avdelningens klimatsektion vid SMHI (Eriksson, 1983). För att förenkla beräkningarna gjordes det antagandet att nederbörden under en viss månad i genomsnitt under en lång period är likformigt fördelad under månadens olika dygn. Detta är naturligtvis inte helt korrekt. Under senare delen av t ex maj månad är nederbördsmängderna större än i början av månaden, under slutet av september är nederbörden lägre än under månadens början.

De beräknade medelnederbördsmängderna har som tidigare nämnts korri- gerats för de viktigaste typerna av mätfel. Individuella korrek- tioner har fastställts för varje station och korrektionernas storlek är främst beroende på hur pass vindexponerade nederbördsmätarna är. Medelnederbördsmängder har beräknats för drygt 700 orter och kart- lagts för följande sju perioder.

- \* Vegetationsperiodens första 30 dygn (fig 1 sid 14)
- \* 30-dygnsperiod en månad efter vege-  
tationsperiodens start (fig 2 sid 15)
- \* Sommarmånaderna juni, juli och  
augusti (fig 3 sid 16)
- \* Från vegetationsperiodens början  
till 1 juli (fig 4 sid 17)
- \* Från vegetationsperiodens början  
till 1 september (fig 5 sid 18)
- \* Från vegetationperiodens början  
till 1 oktober alternativt  
veg per:s slut (fig 6 sid 19)
- \* Från 1 juli till veg per:s slut (fig 7 sid 20)
- \* Hela vegetationsperioden (fig 8 sid 21)

Det är främst två skäl till att flera perioder bearbetats. Växter- nas behov av vatten är olika under olika stadier av växtligheten. Det andra skälet är att olika grödor mognar vid olika tidpunkter.

Nederbördsförhållandena under vegetationsperiodens första del är mycket viktiga för att växtligheten skall få en gynnsam start. Det gäller att markvattentillgången är tillräcklig för att det vårsådda utsädet skall gro gynnsamt, och att nyplanterad skog skall rota sig och starta tillväxten. Under vegetationsperiodens första del är markvattenmagasinen i norra Sverige fyllda efter snösmältningsperioden. Efter snöfattiga vintrar i södra Sverige är detta ej alltid fallet. Figur 1 på sid 16 illustrerar medelmängderna under vegetationsperiodens 30 första dygn.

Även om nederbördsförhållandena under växtperiodens första månad är viktiga för god utveckling av växtligheten är nederbördsmängderna ytterligare en månad framåt väl så avgörande. I vissa delar av landet och vissa år kan en stor del av markvattenmagasinet ha tagits i anspråk. Karta 2 visar hur många mm regn som i genomsnitt tillförs marken under 30-dygnsperioden som infaller en månad efter det att dygnsmedeltemperaturen varaktigt överstiger  $5^{\circ}\text{C}$ .

Följande karta ger den sammanlagda nederbörden under de tre sommar-månaderna. Några kommentarer till denna karta ges på sid 17.

Nederbördsmängderna under vegetationsperioden fram till 1 juli har klarlagts i fig 4. Med röda isolinjer har medeldatum markerats, när dygnets medeltemperatur på våren överstiger  $5^{\circ}\text{C}$ . Det är nödvändigt vid studiet av denna karta att ta hänsyn till att periodlängden är olika i landets norra och södra delar. I delar av Skåne omfattar perioden april-juni, men endast 30-45 dygn i västra Lappland.

Följande två kartor omfattar perioderna från vegetationssäsongens start fram till 1 september respektive fram till 1 oktober (alternativt säsongens slut, där detta inträffar före 1 oktober). Orsaken till att dessa perioder bearbetades är att under september och oktober är många grödor mogna eller skördade. Vid månadsskiftet september-oktober har skogen slutat sin tillväxt.

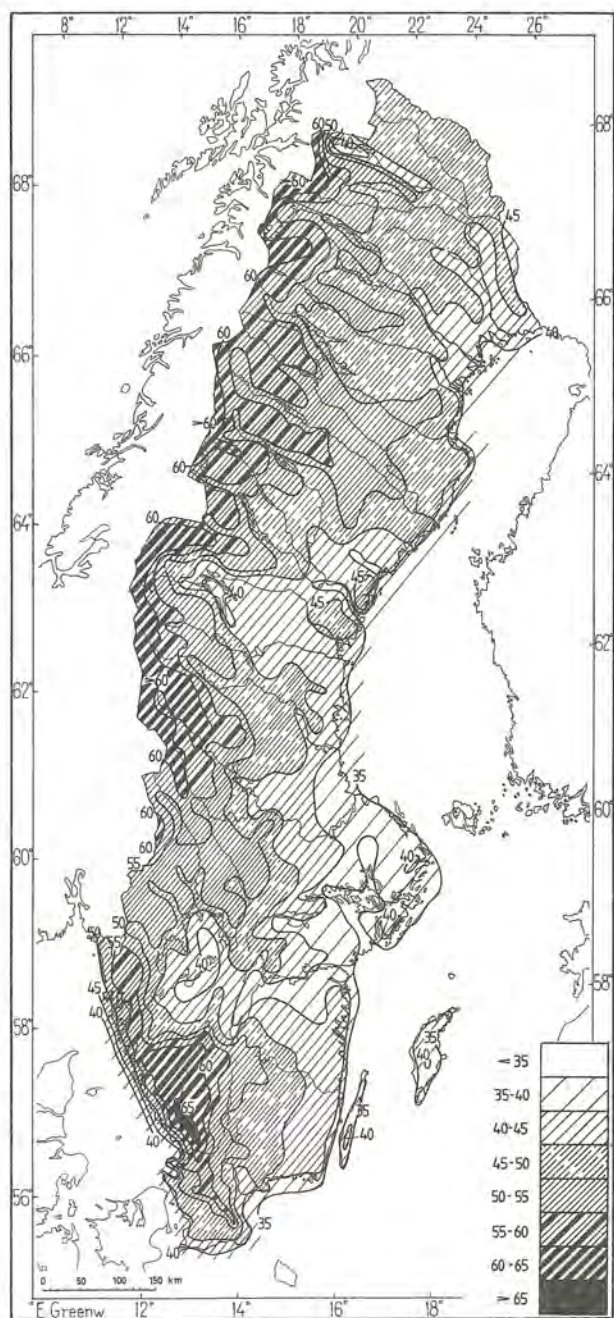
Nederbördsmängderna under den senare delen av vegetationsperioden, dvs från 1 juli till dess slut har kartlagts i figur 7. På denna karta har även, med röda linjer, lagts in medeldatum när dygnsmedeltemperaturen på hösten varaktigt går under  $5^{\circ}\text{C}$ . Detta sker först under november vid Götalands kustområden och i mitten av september i nordvästra Lappland. Detta innebär att perioden omfattar 75-90 dygn i norra Norrland. Men vid syd- och västkusten är perioden fem månader.

Den sista kartan i denna serie, fig 8 på sid 21, som åskådliggör korrigerade medelnederbördsmängder, omfattar hela vegetationsperioden. På samma karta har med röda linjer angetts vegetationsperiodens totala längd i medeltal. I Skåne har man dubbelt så lång vegetationsperiod som i nordvästra Lappland. Av denna anledning måste skillnaderna i nederbördsmängd mellan de norra och södra landsändarna bli avsevärd.

För att få en uppfattning om hur stora de gjorda korrektionerna är har i fig 9 redovisats okorrigerad nederbördsmängd avseende hela den klimatologiska vegetationsperioden. En jämförelse mellan kartorna 8 och 9 visar att korrektionens storlek rör sig om ca 50 mm.

Kartor över nederbörden i Sverige under vegetationsperioden har publicerats tidigare av C C Wallén (1951). Dessa kartor är inte direkt jämförbara med dem som publicerats i denna rapport av tre skäl. Walléns kartor avser perioden 1901-30 medan data till kartframställningen i föreliggande arbete hämtats från perioden 1951-80. Definitionen av vegetationsperiod är ej densamma. För det tredje, och viktigast, är att Wallén använde okorrigerade nederbördsmängder medan här har gjorts korrektioner för de viktigaste systematiska felen vid nederbördsräkning. Av denna anledning visar de nya kartorna högre nederbördsmängder än de tidigare publicerade.

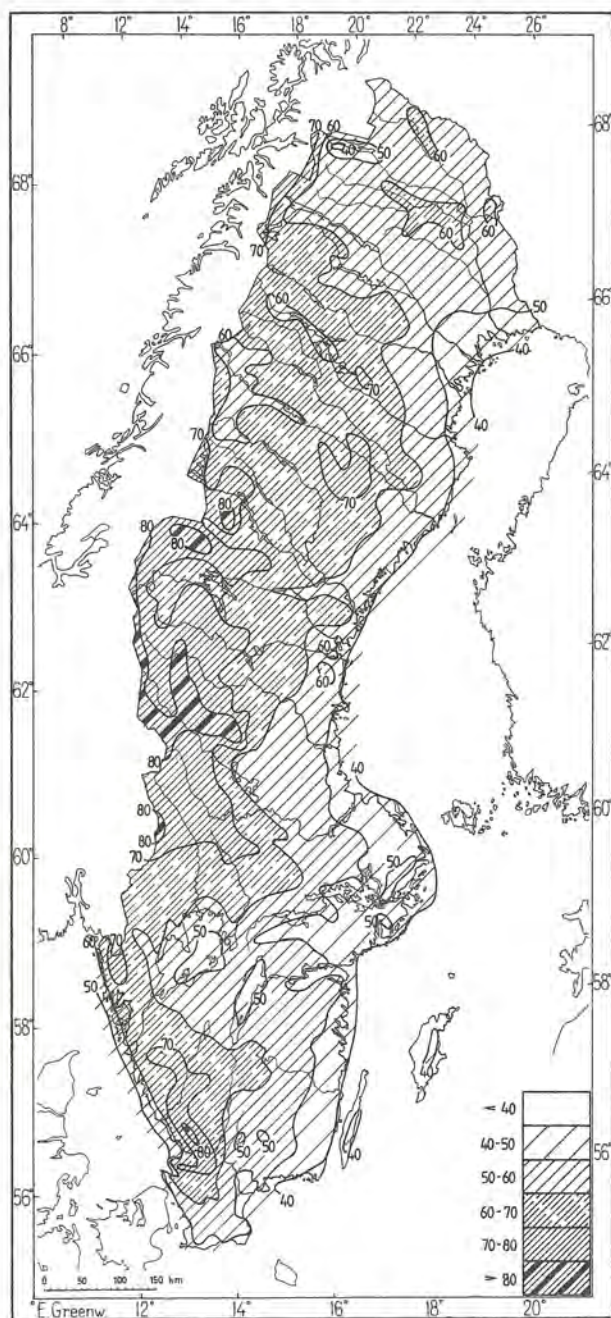
Förutom att redovisa nederbördsmängder i absoluta tal, har även några kartor konstruerats, vilka ger relativa tal. Nederbördsmängden under vegetationsperioden har satts i relation till årsnederbörden (fig 10), sommarnederbörden i förhållande till årsnederbörden (fig 11) samt förhållandet mellan regnmängderna under vegetationsperiodens första och senare del (fig 12). Korta kommentarer ges tillsammans med kartbilderna på sid 14-24.



Tämligen stora skillnader råder mellan landets västra och östra delar. I östra Svealand, Östergötland, på Öland och Gotland faller i genomsnitt mindre än 40 mm. I de västra delarna däremot är medelregnmängden över 50 mm med maxima, över 60 mm, dels i västligaste fjällen, dels i östra Halland, södra Västergötland och västligaste Småland.

Fig 1 Nederbördsmängd i mm (medelvärde 1951-80) under vegetationsperiodens första 30 dygn.

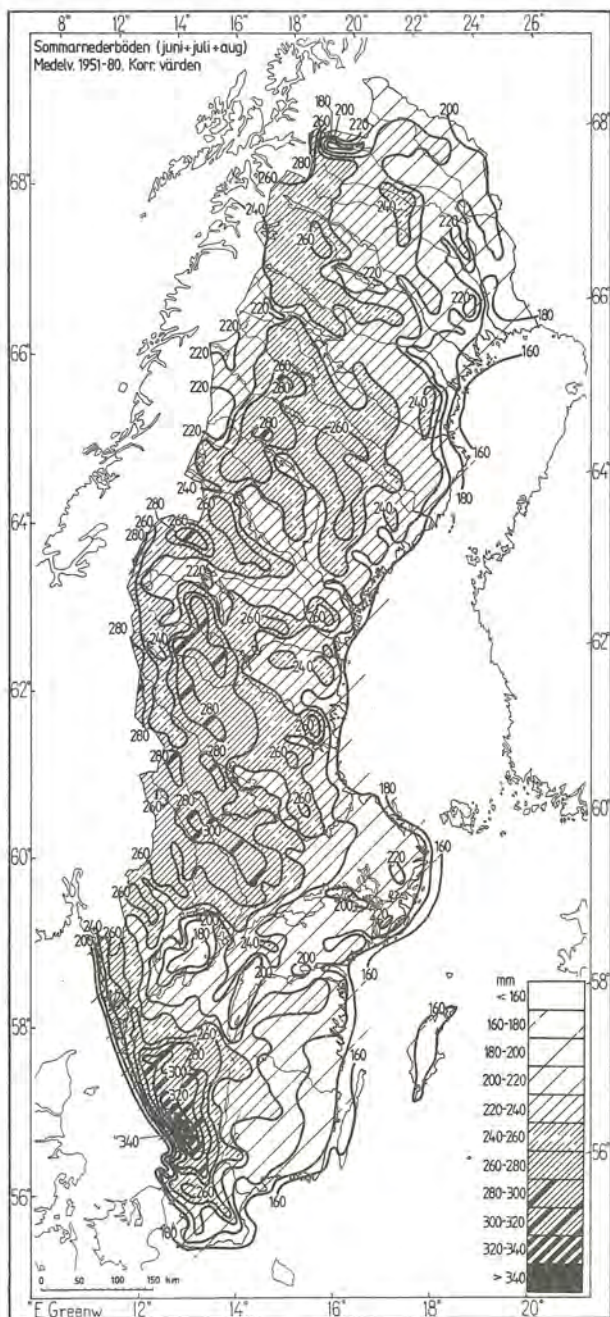
*Mean precipitation amount (mm) during the earliest 30 days of the vegetation period.*



En jämförelse mellan karta 1 och 2 visar naturligtvis i princip likartade konfigurationer hos isohyeter. Men mängderna under den senare perioden är större än under den tidiga. Medan karta 1 visar att mindre än halva landet får mängder överstigande 50 mm, så faller enligt karta 2 mer än 50 mm i hela landet med undantag av de östligaste delarna av Götaland, Svealand och Norrbottens kustland. På Öland och Gotland ges de båda 30-dygnsperioderna i medeltal lika mängder. I så gott som hela Norrland är skillnaden mellan olika platser högst 20 mm.

Fig 2 Nederbördsmängd i mm (medelv 1951-80) under 30-dygnsperiod en månad efter vegetationsperiodens start.

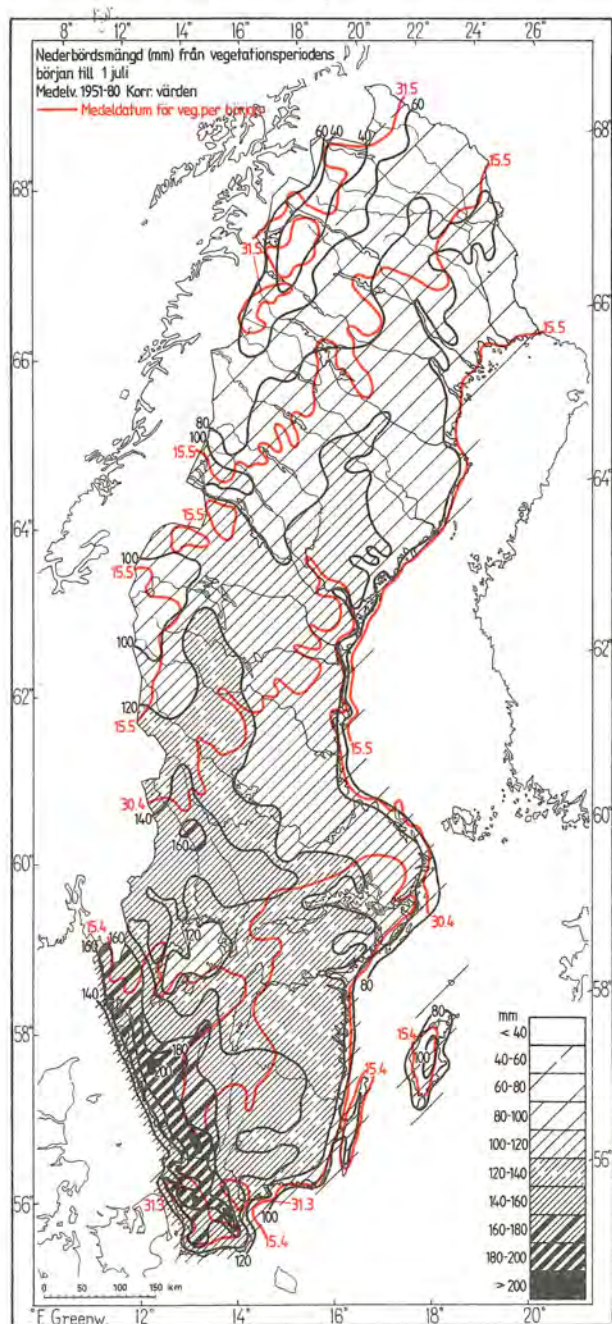
*Mean precipitation amount during a 30 day period starting 30 days after start of the vegetation period.*



Kartan visar tydligt att kustområdena erhåller mindre regn än inlandet. Det beror på att sommarnederbörden till största delen kommer från bymoln, som har lättare för att bildas över landytor, där uppvärmningen blir större än över hav. Mindre än 200 mm i medeltal faller på Öland, Gotland, i östra Kalmar län, Blekinge samt östra delen av Norrbotten. På västsidan av sydsvenska höglandet erhålles 300-350 mm. Sommarnederbörden är tämligen jämt fördelad över de inre delarna av Svealand och Norrland med medelvärden i stort sett mellan 220 och 280 mm. Det kan noteras att nederbörden under sommaren och därför inte heller under vegetationsperioden visar utpräglade maxima i västra Lapplandsfjällen som fallet är beträffande årsnederbörden. Dessa maxima bildas alltså under de andra årstiderna. De är till stor del knutna till frontnederbörd som biografiskt förstärks på västsidan av vattendelaren.

Fig 3 Nederbördsmängd i mm (medelv 1951-80) under sommaren (juni-augusti).

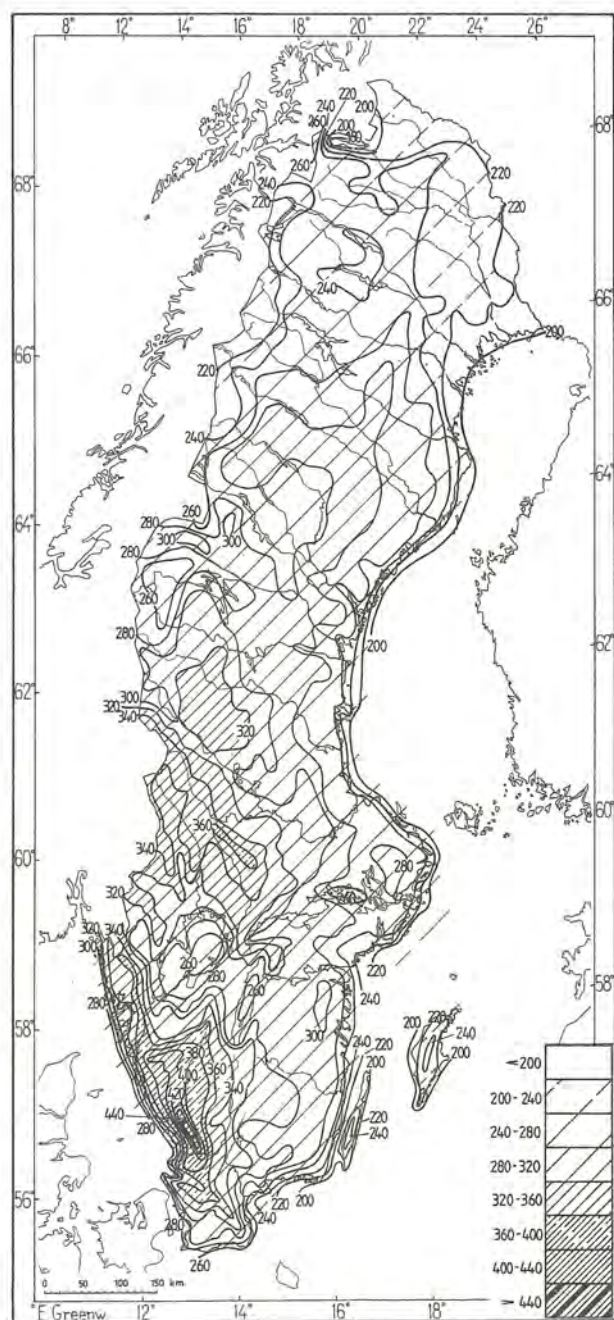
Mean precipitation amount during the summer months June-August.



Regnmängderna är som högst drygt 200 mm i gränstrakterna mellan Halland och Småland-Västergötland. Mindre än 100 mm erhåller Västerbotten, Norrbotten och Lappland. De låga mängderna i Norrland beror naturligtvis främst på den sena starten där av växtperioden. På Öland och Gotland är regnsummorna endast omkring 100 mm, trots att perioden där omfattar 2 1/2 månader. I Upppland och östra Södermanland erhåller växtligheten endast 100-120 mm. Denna mängd plus delar av det vatten som vid växtsäsongens start fanns lagrat i marken avdunstar till största delen.

Fig 4 Nederbörden i mm (medelv 1951-80) från vegetationsperiodens början till 1 juli. Röda isolinjer ger medeldatum för den klimatologiska vegetationsperiodens start.

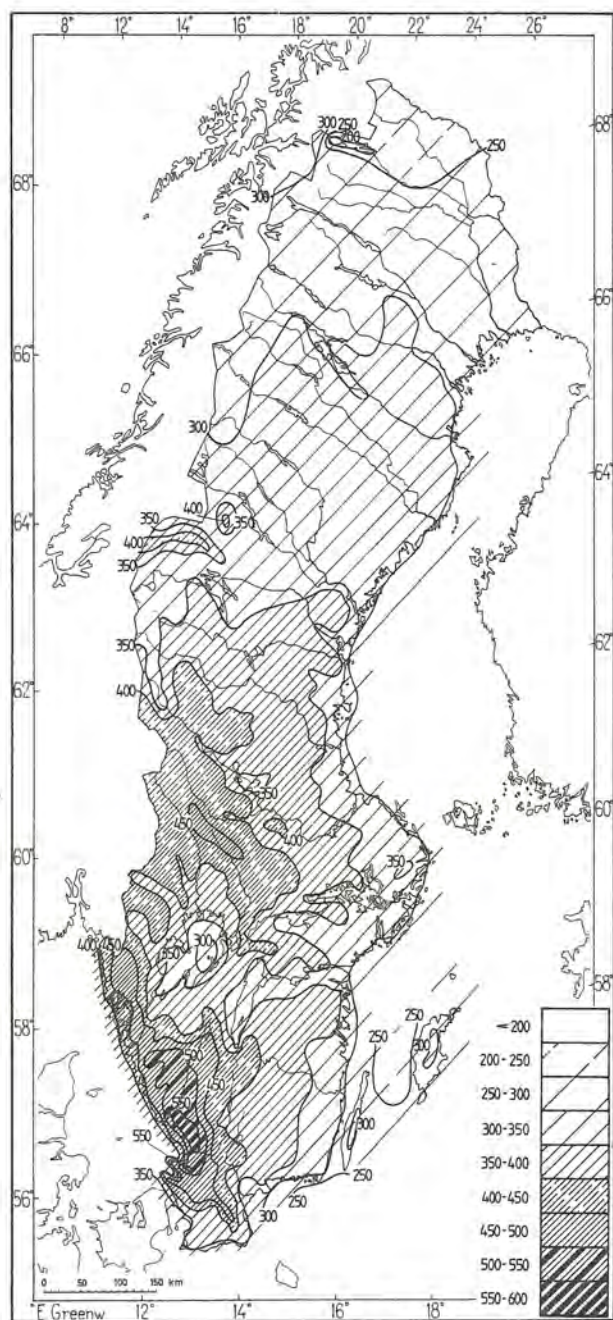
Mean precipitation amount from the start of the vegetation period until 1st July. Red curves indicate mean date of the starting time of the vegetation period.



Mönstret hos isohyeterna på denna karta visar stora likheter med föregående kartor. Mängderna är givetvis större än i figur 4 på grund av längre period men beror också på att de normalt nederbördsrikaste månaderna juli och augusti ingår i perioden.

Fig 5 Nederbördsmängd i mm (medelvärde 1951-80) från vegetationsperiodens start till 1 september.

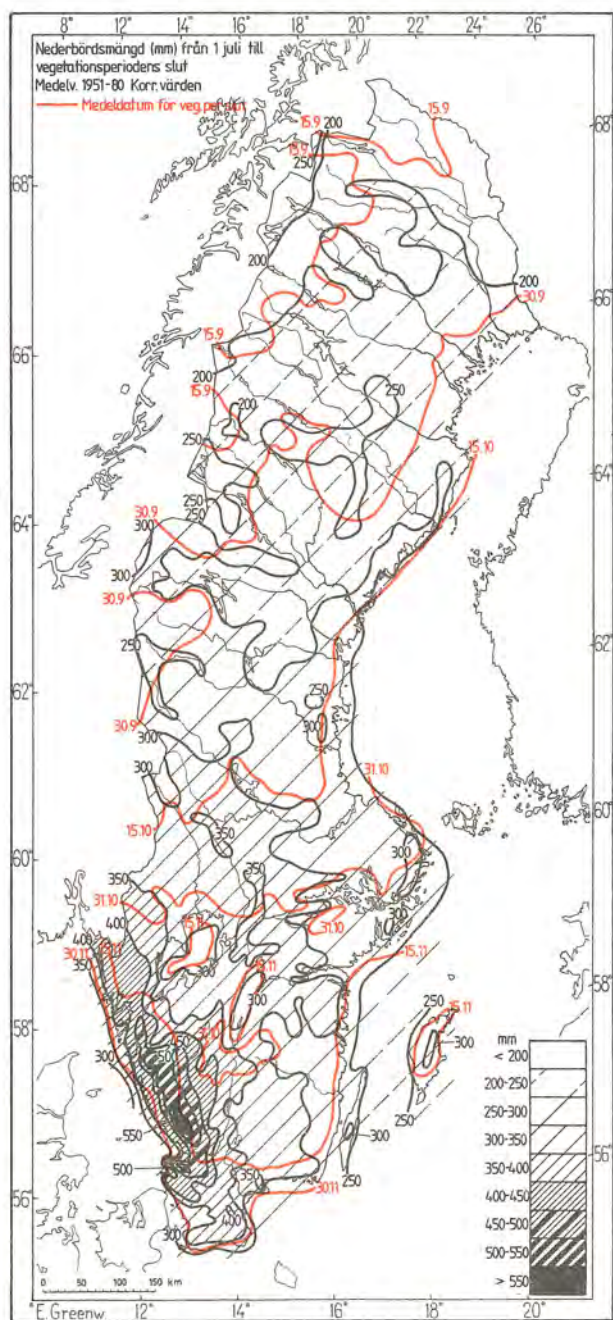
*Mean precipitation amount from the start of the vegetation period until 1st September.*



Jämfört med föregående karta är den väsentliga skillnaden att nederbördsmängderna är större genom att ytterligare en period adderats. Observera att vegetationsperioden är avslutad före 1 oktober i norra Norrland utom i kustlandet. På både figurerna 5 och 6 framträder ett maximiområde (nästan lika kraftigt som det på västra delen av sydsvenska höglandet) i nordvästra Svealand.

Fig 6 Nederbördsmängd i mm (medelvärde 1951-80) från vegetationsperiodens start till 1 okt alternativt dess slut.

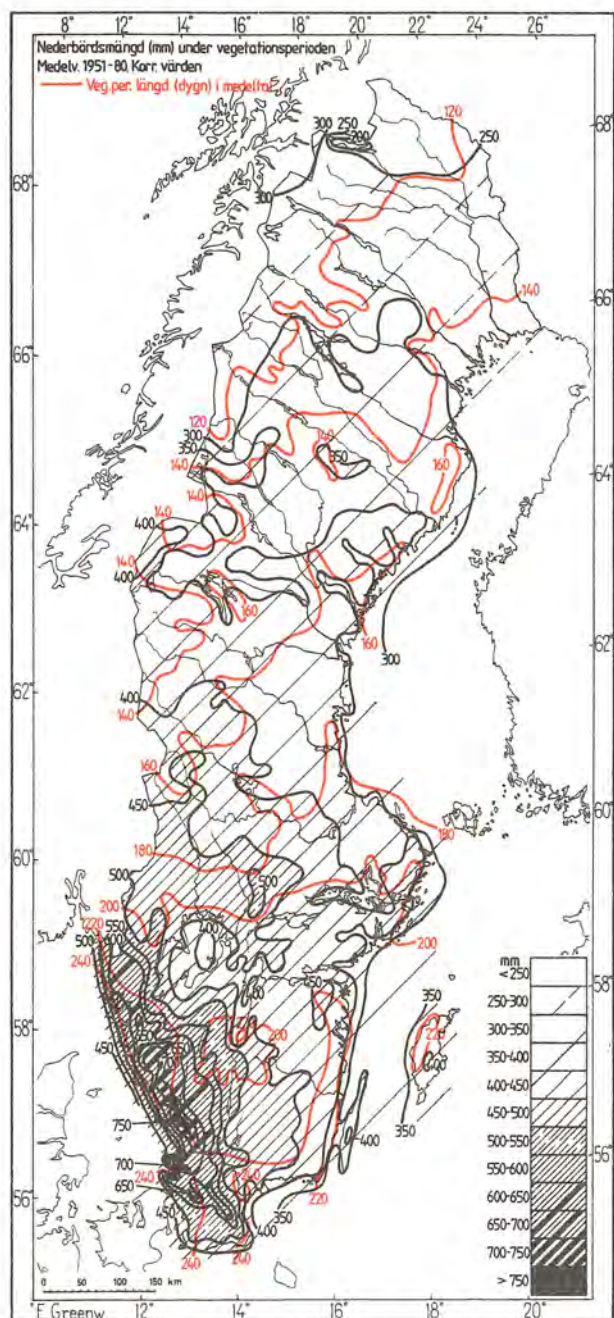
*Precipitation amount from the start of the vegetation period until 1st October.*



De stora skillnaderna ifråga om nederbördsmängder mellan landets norra och södra delar beror främst på att periodlängderna är så olika. Liksom på samtliga föregående kartor finns nederbördsmaximum på västsidan av sydsvenska höglandet, där terrängen stiger från den plana jordbruksbygden, och tämligen abrupt övergår till kuperad skogsbygd. I dessa delar är nederbördsmängden nästan dubbelt så hög som i östra Kalmar län. I större delen av Norrland ligger mängderna inom intervallet 200-250 mm med ganska små skillnader mellan kust-, inland och fjälltrakter.

Fig 7 Nederbördsmängd i mm (medelv 1951-80) från 1 juli till vegetationsperiodens slut. De röda isolinjerna anger medeldatum då dygnstemperaturen understiger  $5^{\circ}\text{C}$ .

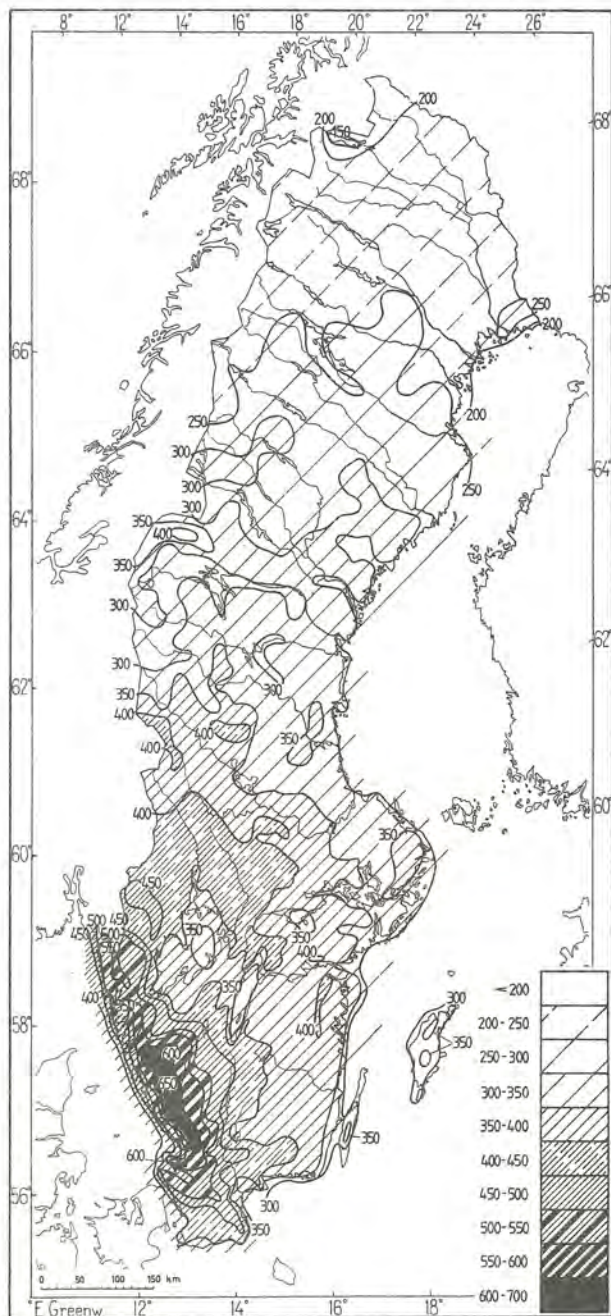
*Precipitation amount from 1 July until the end of the vegetation period. Red lines indicate mean date of the end of the vegetation period.*



Liknande kommentarer som gjordes till föregående karta kan även gälla denna karta rörande skillnader mellan norra och södra Sverige, mellan västra och östra Götaland. Några påpekanden kan göras. Trots att perioden på Gotland och Öland är två månader längre än i södra Västerbotten är nederbördsmängden lika, 400 mm. I norra Norrland har närliggande orter ganska lika mängder, men undantag förekommer. Skillnaden mellan det torra Abiskoområdet och det mera regnrika Riksgränsområdet är 100 mm.

Fig 8 Nederbördsmängd i mm (medelv 1951-80) under vegetationsperioden. Röda linjer ger vegetationsperiodens längd i medeltal.

*Precipitation amount during the vegetation period. Red lines indicate the mean length in days of the vegetation period.*



Kartan har medtagits för att visa hur stora korrektioner som gjorts av de uppmätta regnmängderna. Korrektionen är störst för de platser, där nederbördsrätnaren är stark vindexponerad. En jämförelse med föregående karta visar att nederbördssummorna i medeltal ökats med ca 50 mm.

Fig 9 Nederbörden i mm (medelvärde 1951-80) under vegetationsperioden. Okorrigerade värden.

*Precipitation amount during the vegetation period. Uncorrected values.*

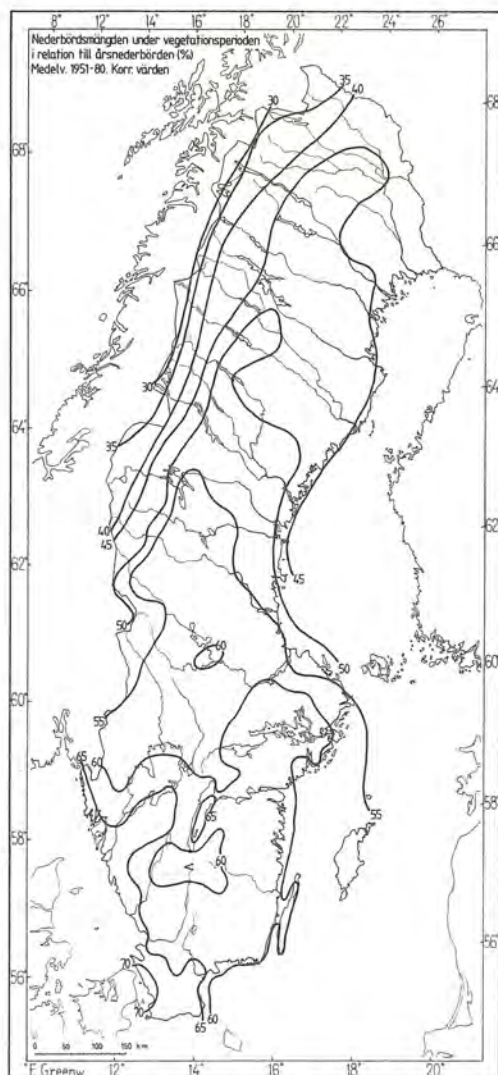


Fig 10

Nederbördsmängd under vegetationsperioden i relation (%) till årsnederbörden.

*Precipitation amount during the vegetation period in relation to the annual amount.*

Eftersom vegetationsperioden är kortare i norra Sverige än i södra är det självklart att förhållandet mellan nederbörden under vegetationsperioden och hela året är mindre i Norrland än i Götaland. I västligaste Norrland faller ca en tredjedel av årsnederbörden under den tjd dygnstemperaturen överstiger 5°C. I södra Norrland är motsvarande andel omkring 50%. I södra Sverige utgör nederbörden under vegetationsperioden 60% av årsnederbörden. Något högre värden förekommer i västligaste Götaland.

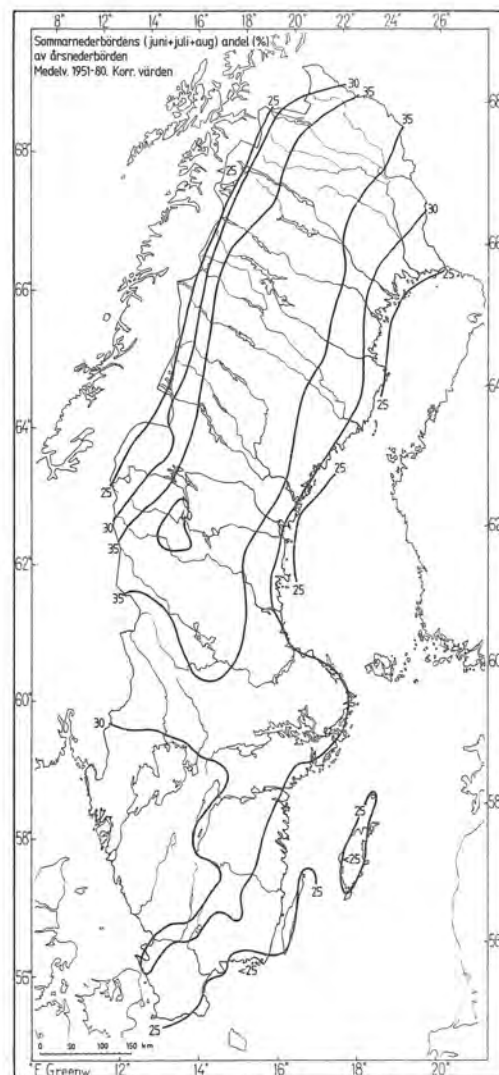


Fig 11

Nederbördsmängd under sommaren i relation (%) till årsnederbörden.

*Precipitation amount during the summer season in relation to the annual amount.*

Kartan ger en god uppfattning om skillnaderna ifråga om nederbördsförhållandena i Norrland. I inlandet är sommarnederbördens andel av årsnederbörden stor, 35-40% av årsnederbörden faller där under de tre månaderna juni-augusti. I västra fjällen och vid Norrlands-kusten utgör sommarnederbörden endast 25% av årsnederbörden. Samma förhållande råder på Öland och Gotland samt vid sydkusten. I övriga delar av södra Sverige ger sommarregnen ca en tredjedel av årsnederbörden. Uttryckt på annorlunda sätt innebär det att det faller mer nederbörd under sommaren än medeltalet för samtliga fyra årstider. I Götaland visar kartan ganska liten skillnad ifråga om procenttalen mellan de nederbördsrika västra och de mindre nederbördsrika östra delarna.

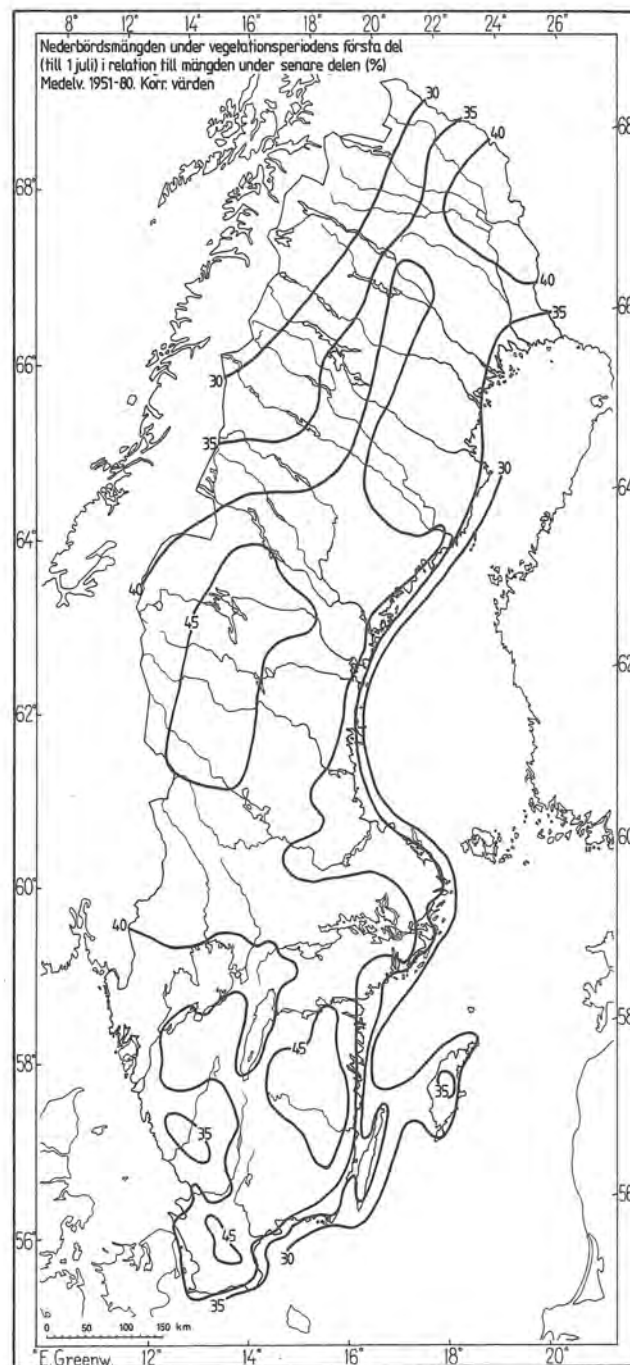


Fig 12 Nederbördsmängden under vegetationsperiodens första del (till 1 juli) i relation till den senare delen.

*Precipitation amount during the first part of (until 1st July) the vegetation period in relation to the second part.*

Under vegetationsperiodens första del, fram till juli, faller mindre än hälften så mycket regn som under den senare delen. Man bör då beakta att den senare delen är en till två månader längre än den tidigare. Dessutom gäller att nederbördsmaximum under året infaller under juli-augusti, dvs under vegetationsperiodens senare del. I inlandet faller 40-50% mindre regnmängder i medeltal under vegetationsperioden fram till 1 juli än under vegetationsperiodens senare del. I västra Götaland, längs ostkusten och västra Lappland är andelen endast 30-40%.

#### 4 SOMMARNEDERBÖRDENS VARIATION KRING MEDELVÄRDET

I detta och följande avsnitt behandlas regnsummorna under tiden juni till augusti. De använda uppgifterna är de inrapporterade mängderna, dvs värdena har ej som i föregående avsnitt korrigerats för de viktigaste mätfelen. Förlusterna som mätfelen förorsakar uppgår i allmänhet inte mer än till 10-15% under sommaren, men varierar mellan olika stationer och även mellan olika år.

Vid studiet av frekvensfördelningar och variabilitet har ett litet urval av de stationer som användes i föregående avsnitt valts ut. Urvalsprincipen har varit att endast stationer med 80-100 års mätningar har tagits med vid studiet av sannolikheter och variabilitet. Antalet stationer som uppfyller det valda kriteriet är 87 stycken. Var dessa orter ligger framgår av figur 13. I vissa områden, t ex Västergötland och östra Svealand, är stationstätheten ganska god. I norra Sverige är det glest med orter, där nederbördsmätningar utförts så lång tid som 80-100 år. I västra Norrland saknas sådana stationer helt. Som framgår av stationskartan ligger många av stationerna i kustbandet, vilka ur jord- och skogsbrukssynpunkter är mindre intressanta, och där dessutom sommarnederbörden är ganska annorlunda än i inlandet (se exempelvis fig 3).

Nederbördsserierna har antagits vara stationära och homogena. Så är emellertid sannolikt inte fallet. Byte av instrument, flyttning av nederbördsmätare och förändringar i nederbördsmätarens omgivning ger i allmänhet upphov till mer eller mindre tydliga homogenitetsbrott.

Frekvensfördelningarna tagna från observationerna bestämdes och ritades in på normalfördelningsdiagram, ur vilka vissa fraktiler (med fraktiler avses värden som delar materialet i lika stora delar) avlästes. I figur 14 ges exempel, där sex fördelningar lagts in. Man ser här att fördelningarna sinsemellan har likartad form, och att avvikelserna från normalfördelning (rät linje i diagrammet) är störst för höga nederbördsmängder. Sannolikheten för en viss hög sommarnederbörd är mindre i verkligheten än vad man skulle få om normalfördelning antogs. Av figuren framgår tydligt den stora skillnaden mellan sommarnederbördsklimatet i östra Götaland, representerat av Kalmar, och västra Götaland, där Borås fått representera de stora nederbördsmängderna på västsidan av sydsvenska höglandet. Under fem av hundra år kan man i Borås räkna med en nederbördssumma under tremånadersperioden som är minst 395 mm. Motsvarande siffra för Kalmar är 215 mm.

I tabell 1 ges mängd och årtal för de tre torraste och de tre regnrikaste somrarna. Dessutom har sammanställts några uppgifter från sannolikhetsfördelningarna. Följande percentilvärden ges:  $P_5$ ,  $P_{10}$ ,  $P_{75}$ ,  $P_{90}$  och  $P_{95}$ . Percentilvärdena ger information om olika sannolikheter. För exempelvis Falsterbo gäller följande; 5% av de studerade åren har rapporterats en nederbördssumma (juni-augusti) lägre än eller lika med 75 mm;  $P_{95}$  innebär att 95% haft  $\leq 235$  mm, dvs 5% haft en mängd större än 235 mm. Kvartilavståndet ( $P_{75} - P_{25}$ ) har också noterats i tabell 1.

Stor variation förekommer mellan stationerna. Lägsta percentilvärden och kvartilavstånd finner man i kustbandet på fyrplatser.

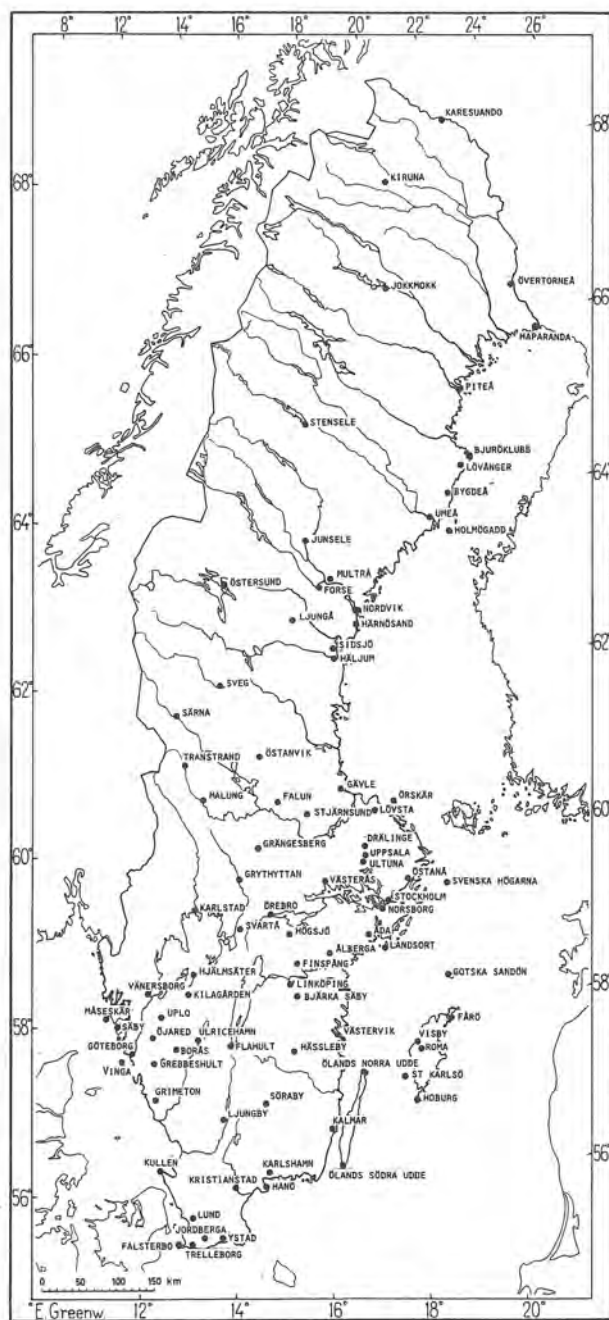


Fig 13 Stationskarta som visar orter där nederbördsmätningar pågått minst 80-100 år.

*Station map showing places where precipitation measurements have been performed during at least 80-100 years.*

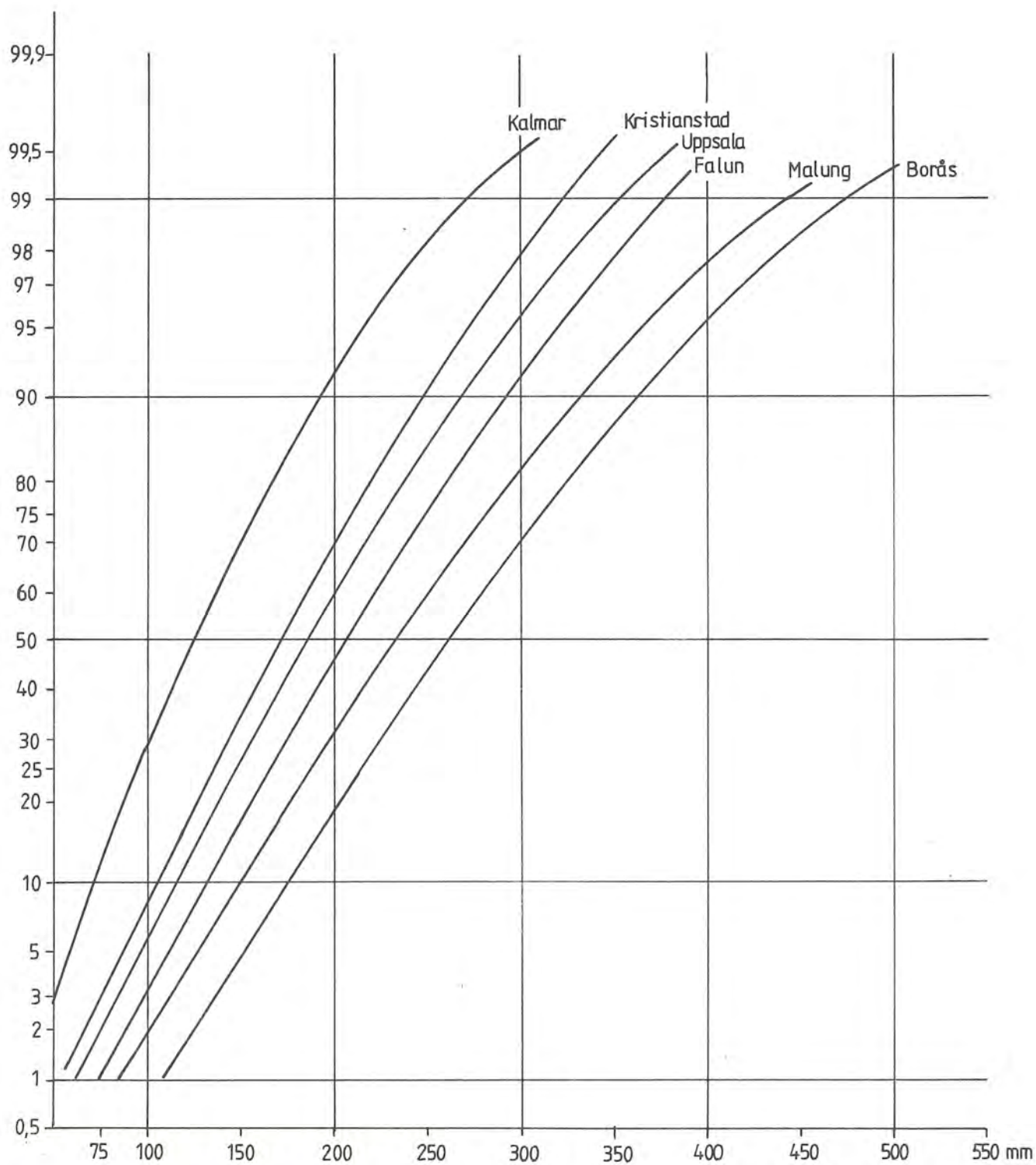


Fig 14 Exempel på kumulativa frekvensfördelningar av sommarnederbörden.

*Some examples of cumulative frequency distributions of summer precipitation amounts.*

Tabell 1

Sommarnederbörden (juni+juli+aug) okorrigerade summor

*The summer precipitation (June, July, August) uncorrected sums*

| Station      | Period    | De tre lägsta summorna<br>The three lowest sums |    |     |    |     |    | Percentilvärden<br>Percentile values |     |     |     |     |     | De tre högsta summorna<br>The three highest sums |    |     |    |     |    | Kvartilavstånd<br>Quartile dist<br>P75-P25 |
|--------------|-----------|-------------------------------------------------|----|-----|----|-----|----|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------------------------------------|----|-----|----|-----|----|--------------------------------------------|
|              |           | mm                                              | år | mm  | år | mm  | år | P5                                   | P20 | P25 | P75 | P90 | P95 | mm                                               | år | mm  | år | mm  | år |                                            |
| Falsterbo    | 1883-1982 | 52                                              | 99 | 53  | 75 | 55  | 76 | 75                                   | 87  | 110 | 173 | 298 | 235 | 375                                              | 27 | 392 | 69 | 254 | 31 | 63                                         |
| Lund         | 1883-1982 | 73                                              | 99 | 84  | 72 | 85  | 75 | 104                                  | 120 | 153 | 228 | 276 | 298 | 378                                              | 45 | 338 | 63 | 334 | 58 | 75                                         |
| Trelleborg   | 1901-1982 | 64                                              | 75 | 74  | 76 | 86  | 04 | 83                                   | 100 | 121 | 190 | 228 | 251 | 361                                              | 27 | 279 | 60 | 279 | 45 | 69                                         |
| Jordberga    | 1898-1982 | 68                                              | 99 | 72  | 75 | 81  | 55 | 89                                   | 106 | 134 | 205 | 244 | 268 | 333                                              | 63 | 322 | 46 | 318 | 27 | 71                                         |
| Ystad        | 1883-1982 | 57                                              | 04 | 67  | 73 | 71  | 75 | 83                                   | 100 | 130 | 200 | 238 | 262 | 349                                              | 27 | 298 | 60 | 290 | 63 | 70                                         |
| Kullen       | 1883-1982 | 54                                              | 99 | 60  | 76 | 70  | 55 | 97                                   | 114 | 144 | 218 | 258 | 285 | 408                                              | 80 | 362 | 45 | 333 | 43 | 74                                         |
| Ljungby      | 1883-1982 | 99                                              | 86 | 102 | 55 | 103 | 69 | 118                                  | 139 | 175 | 260 | 304 | 334 | 481                                              | 45 | 394 | 80 | 342 | 80 | 85                                         |
| Kristianstad | 1883-1982 | 70                                              | 69 | 72  | 73 | 74  | 14 | 86                                   | 105 | 135 | 205 | 240 | 265 | 331                                              | 45 | 323 | 27 | 255 | 49 | 70                                         |
| Hanö         | 1883-1982 | 63                                              | 55 | 71  | 64 | 71  | 73 | 78                                   | 87  | 110 | 166 | 198 | 220 | 252                                              | 05 | 252 | 16 | 240 | 97 | 56                                         |
| Karlshamn    | 1883-1982 | 78                                              | 55 | 78  | 99 | 87  | 73 | 87                                   | 105 | 132 | 194 | 225 | 247 | 295                                              | 34 | 266 | 91 | 265 | 68 | 62                                         |
| Kalmar       | 1883-1982 | 35                                              | 17 | 53  | 59 | 55  | 86 | 73                                   | 86  | 110 | 169 | 201 | 223 | 277                                              | 45 | 271 | 83 | 245 | 60 | 59                                         |
| Ölands s u   | 1883-1982 | 39                                              | 18 | 56  | 75 | 58  | 55 | 67                                   | 79  | 100 | 154 | 185 | 209 | 259                                              | 34 | 252 | 05 | 219 | 57 | 54                                         |
| Hoburg       | 1883-1982 | 39                                              | 18 | 45  | 99 | 49  | 11 | 57                                   | 70  | 90  | 148 | 186 | 206 | 282                                              | 60 | 260 | 70 | 232 | 12 | 58                                         |
| Vinga        | 1883-1982 | 46                                              | 76 | 56  | 47 | 57  | 99 | 72                                   | 93  | 128 | 213 | 254 | 281 | 323                                              | 12 | 299 | 10 | 274 | 63 | 85                                         |
| Göteborg     | 1901-1982 | 55                                              | 76 | 89  | 06 | 96  | 59 | 109                                  | 130 | 167 | 259 | 307 | 240 | 440                                              | 07 | 414 | 07 | 383 | 39 | 92                                         |
| Öjared       | 1883-1982 | 98                                              | 76 | 112 | 87 | 120 | 86 | 132                                  | 154 | 192 | 285 | 335 | 370 | 457                                              | 07 | 456 | 39 | 395 | 28 | 93                                         |
| Grämeton     | 1890-1982 | 71                                              | 76 | 92  | 99 | 94  | 59 | 118                                  | 140 | 178 | 270 | 318 | 350 | 426                                              | 12 | 403 | 43 | 378 | 53 | 92                                         |
| Grebbeshult  | 1883-1982 | 85                                              | 76 | 96  | 55 | 103 | 87 | 127                                  | 150 | 193 | 295 | 350 | 385 | 480                                              | 07 | 449 | 53 | 425 | 12 | 102                                        |
| Borås        | 1884-1982 | 109                                             | 76 | 123 | 99 | 131 | 59 | 146                                  | 168 | 209 | 307 | 358 | 393 | 493                                              | 53 | 474 | 07 | 424 | 27 | 98                                         |
| Ulricehamn   | 1892-1982 | 104                                             | 55 | 106 | 99 | 126 | 59 | 144                                  | 165 | 203 | 295 | 342 | 375 | 452                                              | 07 | 423 | 27 | 403 | 72 | 92                                         |

Tabell 1 Fortsättning

Continuation

| Station     | Period    | De tre lägsta summorna<br>The three lowest sums |    |    |    |     |    | Percentilvärden<br>Percentile values |     |     |     |     |     | De tre högsta summorna<br>The three highest sums |    |     |    |     |    | Kvartilavstånd<br>Quartile dist<br>P75-P25 |
|-------------|-----------|-------------------------------------------------|----|----|----|-----|----|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------------------------------------|----|-----|----|-----|----|--------------------------------------------|
|             |           | mm                                              | år | mm | år | mm  | år | P5                                   | P20 | P25 | P75 | P90 | P95 | mm                                               | år | mm  | år | mm  | år |                                            |
| Flahult     | 1901-1982 | 70                                              | 55 | 77 | 76 | 114 | 73 | 118                                  | 140 | 175 | 265 | 310 | 350 | 374                                              | 27 | 354 | 12 | 353 | 72 | 90                                         |
| Söraby      | 1883-1982 | 81                                              | 76 | 82 | 59 | 91  | 86 | 96                                   | 114 | 145 | 221 | 263 | 292 | 425                                              | 45 | 330 | 46 | 328 | 89 | 76                                         |
| Hässelby    | 1883-1982 | 78                                              | 55 | 80 | 75 | 98  | 69 | 95                                   | 115 | 149 | 231 | 274 | 303 | 400                                              | 12 | 347 | 07 | 323 | 45 | 82                                         |
| Västervik   | 1883-1982 | 41                                              | 59 | 60 | 55 | 85  | 75 | 80                                   | 100 | 130 | 208 | 249 | 276 | 351                                              | 12 | 328 | 37 | 306 | 07 | 78                                         |
| Ölands n u  | 1883-1982 | 28                                              | 21 | 34 | 55 | 40  | 59 | 50                                   | 70  | 94  | 156 | 190 | 215 | 282                                              | 16 | 257 | 36 | 246 | 10 | 62                                         |
| Stora Kalsö | 1889-1982 | 25                                              | 59 | 38 | 67 | 47  | 55 | 48                                   | 61  | 84  | 140 | 170 | 180 | 226                                              | 47 | 217 | 37 | 212 | 60 | 56                                         |
| Visby       | 1883-1982 | 56                                              | 59 | 57 | 76 | 60  | 55 | 64                                   | 79  | 104 | 168 | 205 | 230 | 306                                              | 07 | 273 | 89 | 267 | 57 | 64                                         |
| Roma        | 1901-1982 | 58                                              | 55 | 65 | 59 | 66  | 75 | 66                                   | 82  | 112 | 185 | 223 | 248 | 317                                              | 07 | 291 | 60 | 268 | 35 | 73                                         |
| Fårö        | 1883-1982 | 40                                              | 99 | 50 | 76 | 55  | 55 | 65                                   | 79  | 105 | 170 | 205 | 227 | 307                                              | 60 | 245 | 16 | 237 | 28 | 65                                         |
| Måseskär    | 1901-1982 | 44                                              | 76 | 53 | 55 | 54  | 11 | 65                                   | 85  | 115 | 197 | 235 | 263 | 311                                              | 62 | 278 | 12 | 254 | 03 | 82                                         |
| Säby        | 1894-1982 | 65                                              | 76 | 84 | 11 | 89  | 14 | 95                                   | 116 | 151 | 237 | 284 | 317 | 425                                              | 45 | 379 | 12 | 345 | 62 | 86                                         |
| Vänersborg  | 1883-1982 | 46                                              | 55 | 72 | 75 | 78  | 59 | 93                                   | 117 | 159 | 257 | 308 | 342 | 419                                              | 95 | 406 | 07 | 363 | 90 | 98                                         |
| Uplo        | 1900-1982 | 91                                              | 14 | 98 | 59 | 99  | 76 | 106                                  | 127 | 160 | 244 | 288 | 320 | 431                                              | 80 | 363 | 12 | 351 | 07 | 84                                         |
| Kilagården  | 1884-1982 | 90                                              | 55 | 90 | 84 | 96  | 47 | 108                                  | 127 | 159 | 236 | 301 | 303 | 385                                              | 12 | 342 | 39 | 309 | 07 | 77                                         |
| Hjälmsäter  | 1883-1982 | 28                                              | 55 | 75 | 75 | 79  | 69 | 70                                   | 113 | 148 | 236 | 285 | 320 | 364                                              | 95 | 351 | 30 | 340 | 12 | 88                                         |
| Linköping   | 1883-1982 | 52                                              | 55 | 69 | 14 | 78  | 86 | 97                                   | 116 | 147 | 220 | 255 | 280 | 328                                              | 78 | 304 | 60 | 289 | 95 | 73                                         |
| Bjärka Säby | 1883-1982 | 49                                              | 55 | 51 | 86 | 80  | 14 | 90                                   | 111 | 147 | 231 | 275 | 302 | 369                                              | 60 | 361 | 12 | 289 | 37 | 84                                         |
| Finspång    | 1893-1982 | 46                                              | 55 | 67 | 14 | 74  | 99 | 91                                   | 111 | 148 | 234 | 280 | 310 | 376                                              | 07 | 351 | 03 | 336 | 96 | 86                                         |
| Ålberga     | 1893-1982 | 45                                              | 55 | 70 | 86 | 79  | 14 | 93                                   | 115 | 150 | 235 | 277 | 310 | 329                                              | 03 | 328 | 16 | 319 | 96 | 85                                         |
| Åda         | 1893-1982 | 26                                              | 55 | 35 | 59 | 71  | 76 | 75                                   | 95  | 130 | 215 | 262 | 295 | 345                                              | 83 | 339 | 60 | 329 | 13 | 85                                         |

Tabell 1 Fortsättning

Continuation

| Station         | Period    | De tre lägsta summorna<br>The three lowest sums |    |     |    |     |    | Percentilvärden<br>Percentile values |     |     |     |     |     | De tre högsta summorna<br>The three highest sums |    |     |    |     |    | Kvartilavstånd<br>Quartile dist<br>P75-P25 |
|-----------------|-----------|-------------------------------------------------|----|-----|----|-----|----|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------------------------------------|----|-----|----|-----|----|--------------------------------------------|
|                 |           | mm                                              | år | mm  | år | mm  | år | P5                                   | P20 | P25 | P75 | P90 | P95 | mm                                               | år | mm  | år | mm  | år |                                            |
| Landsort        | 1883-1982 | 22                                              | 55 | 26  | 59 | 30  | 99 | 55                                   | 70  | 99  | 165 | 200 | 225 | 343                                              | 60 | 266 | 62 | 234 | 95 | 66                                         |
| Gotska Sandön   | 1901-1982 | 64                                              | 55 | 65  | 66 | 65  | 59 | 74                                   | 88  | 100 | 156 | 192 | 208 | 345                                              | 77 | 263 | 60 | 229 | 30 | 56                                         |
| Karlstad        | 1883-1982 | 64                                              | 55 | 64  | 14 | 79  | 75 | 90                                   | 112 | 147 | 230 | 273 | 300 | 360                                              | 07 | 345 | 98 | 342 | 23 | 83                                         |
| Svartå          | 1883-1982 | 64                                              | 14 | 97  | 47 | 99  | 59 | 117                                  | 138 | 175 | 264 | 313 | 246 | 391                                              | 07 | 385 | 95 | 374 | 98 | 89                                         |
| Grythyttan      | 1883-1982 | 85                                              | 55 | 117 | 33 | 117 | 04 | 127                                  | 150 | 189 | 284 | 335 | 368 | 460                                              | 02 | 429 | 98 | 391 | 34 | 95                                         |
| Örebro          | 1883-1982 | 65                                              | 59 | 73  | 55 | 92  | 75 | 102                                  | 117 | 160 | 250 | 293 | 323 | 402                                              | 98 | 358 | 60 | 336 | 58 | 90                                         |
| Högsjö          | 1883-1982 | 67                                              | 14 | 72  | 99 | 94  | 55 | 99                                   | 121 | 155 | 233 | 276 | 210 | 350                                              | 60 | 340 | 03 | 326 | 13 | 78                                         |
| Västerås        | 1883-1982 | 61                                              | 59 | 61  | 14 | 77  | 55 | 94                                   | 113 | 145 | 223 | 260 | 285 | 328                                              | 03 | 314 | 19 | 312 | 98 | 78                                         |
| Ultuna          | 1883-1982 | 35                                              | 55 | 56  | 59 | 60  | 01 | 80                                   | 105 | 140 | 225 | 270 | 295 | 362                                              | 30 | 349 | 98 | 317 | 60 | 85                                         |
| Uppsala         | 1883-1982 | 54                                              | 55 | 60  | 59 | 63  | 01 | 86                                   | 108 | 145 | 228 | 217 | 294 | 367                                              | 98 | 307 | 60 | 306 | 30 | 83                                         |
| Drälinge        | 1883-1982 | 49                                              | 59 | 63  | 55 | 66  | 51 | 93                                   | 114 | 150 | 239 | 286 | 318 | 379                                              | 83 | 370 | 98 | 333 | 03 | 89                                         |
| Norsborg        | 1901-1982 | 49                                              | 55 | 68  | 59 | 70  | 70 | 81                                   | 102 | 135 | 218 | 260 | 287 | 341                                              | 03 | 308 | 77 | 306 | 60 | 83                                         |
| Stockholm       | 1883-1982 | 35                                              | 55 | 56  | 59 | 65  | 01 | 86                                   | 105 | 138 | 218 | 257 | 285 | 345                                              | 77 | 263 | 60 | 229 | 30 | 81                                         |
| Östanå          | 1883-1982 | 40                                              | 55 | 76  | 59 | 88  | 11 | 75                                   | 108 | 140 | 221 | 261 | 218 | 366                                              | 60 | 341 | 61 | 310 | 77 | 81                                         |
| Svenska Högarna | 1883-1982 | 27                                              | 55 | 45  | 33 | 47  | 59 | 57                                   | 71  | 94  | 152 | 183 | 200 | 273                                              | 60 | 246 | 96 | 237 | 41 | 58                                         |
| Malung          | 1883-1982 | 85                                              | 11 | 87  | 33 | 121 | 76 | 125                                  | 148 | 187 | 283 | 333 | 366 | 466                                              | 57 | 342 | 53 | 389 | 12 | 96                                         |
| Grängesberg     | 1901-1982 | 96                                              | 59 | 110 | 55 | 115 | 11 | 137                                  | 160 | 200 | 293 | 342 | 374 | 475                                              | 60 | 380 | 13 | 369 | 53 | 93                                         |
| Falun           | 1883-1982 | 79                                              | 75 | 90  | 59 | 99  | 76 | 111                                  | 130 | 165 | 247 | 290 | 317 | 475                                              | 27 | 347 | 57 | 319 | 81 | 82                                         |
| Stjärnsund      | 1883-1982 | 72                                              | 14 | 82  | 59 | 94  | 55 | 112                                  | 132 | 166 | 254 | 300 | 330 | 437                                              | 45 | 372 | 57 | 349 | 38 | 88                                         |
| Gävle           | 1883-1982 | 62                                              | 55 | 74  | 01 | 76  | 59 | 93                                   | 115 | 150 | 235 | 280 | 310 | 373                                              | 45 | 351 | 83 | 347 | 79 | 85                                         |
| Lövsta          | 1901-1982 | 46                                              | 55 | 50  | 01 | 70  | 59 | 77                                   | 99  | 137 | 230 | 278 | 311 | 451                                              | 81 | 330 | 03 | 306 | 60 | 93                                         |
| Örskär          | 1883-1982 | 42                                              | 55 | 50  | 14 | 54  | 47 | 62                                   | 78  | 110 | 172 | 212 | 231 | 283                                              | 98 | 278 | 81 | 241 | 93 | 62                                         |
| Särna           | 1883-1982 | 90                                              | 14 | 90  | 11 | 122 | 08 | 128                                  | 150 | 189 | 284 | 335 | 370 | 450                                              | 70 | 441 | 24 | 405 | 53 | 95                                         |
| Transtrand      | 1894-1982 | 86                                              | 11 | 95  | 14 | 118 | 55 | 139                                  | 163 | 203 | 305 | 360 | 404 | 482                                              | 20 | 479 | 12 | 442 | 24 | 102                                        |
| Östankvik       | 1896-1982 | 71                                              | 14 | 72  | 59 | 98  | 97 | 82                                   | 124 | 158 | 240 | 280 | 305 | 360                                              | 81 | 331 | 73 | 321 | 24 | 82                                         |

Tabell 1 Fortsättning

Continuation

| Station    | Period    | De tre lägsta summorna<br>The three lowest sums |    |     |    |     |    | Percentilvärden<br>Percentile values |     |     |     |     |     | De tre högsta summorna<br>The three highest sums |    |     |    |     |    | Kvartilavstånd<br>Quartile dist<br>P75-P25 |
|------------|-----------|-------------------------------------------------|----|-----|----|-----|----|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------------------------------------|----|-----|----|-----|----|--------------------------------------------|
|            |           | mm                                              | år | mm  | år | mm  | år | P5                                   | P20 | P25 | P75 | P90 | P95 | mm                                               | år | mm  | år | mm  | år |                                            |
| Sveg       | 1883-1982 | 96                                              | 14 | 102 | 59 | 117 | 10 | 132                                  | 150 | 180 | 257 | 300 | 329 | 412                                              | 60 | 387 | 53 | 300 | 81 | 77                                         |
| Ljungå     | 1883-1982 | 106                                             | 06 | 107 | 75 | 111 | 68 | 116                                  | 132 | 160 | 236 | 279 | 309 | 357                                              | 80 | 354 | 21 | 347 | 61 | 76                                         |
| Häljum     | 1883-1982 | 65                                              | 42 | 83  | 47 | 83  | 01 | 96                                   | 115 | 149 | 235 | 279 | 308 | 380                                              | 56 | 358 | 13 | 339 | 12 | 86                                         |
| Sidsjö     | 1890-1982 | 85                                              | 42 | 89  | 47 | 95  | 11 | 97                                   | 115 | 151 | 240 | 278 | 308 | 358                                              | 13 | 354 | 56 | 331 | 12 | 89                                         |
| Härnösand  | 1883-1982 | 80                                              | 26 | 83  | 47 | 84  | 59 | 86                                   | 105 | 140 | 224 | 268 | 297 | 414                                              | 45 | 341 | 98 | 321 | 08 | 84                                         |
| Nordvik    | 1883-1982 | 71                                              | 06 | 77  | 37 | 80  | 42 | 91                                   | 105 | 130 | 201 | 235 | 260 | 327                                              | 45 | 294 | 60 | 290 | 79 | 71                                         |
| Östersund  | 1883-1982 | 74                                              | 68 | 84  | 82 | 89  | 11 | 110                                  | 130 | 164 | 242 | 280 | 305 | 374                                              | 60 | 339 | 90 | 326 | 79 | 78                                         |
| Junsele    | 1883-1982 | 104                                             | 68 | 106 | 10 | 110 | 11 | 103                                  | 120 | 152 | 228 | 270 | 292 | 424                                              | 54 | 363 | 21 | 340 | 61 | 76                                         |
| Forse      | 1901-1982 | 83                                              | 10 | 91  | 68 | 104 | 59 | 107                                  | 121 | 154 | 240 | 296 | 347 | 344                                              | 74 | 343 | 60 | 328 | 45 | 86                                         |
| Multrä     | 1883-1982 | 87                                              | 30 | 90  | 91 | 95  | 20 | 90                                   | 105 | 135 | 215 | 256 | 281 | 309                                              | 61 | 306 | 13 | 303 | 45 | 80                                         |
| Umeå       | 1883-1982 | 60                                              | 37 | 80  | 91 | 83  | 72 | 96                                   | 107 | 135 | 209 | 245 | 270 | 353                                              | 60 | 333 | 53 | 291 | 02 | 74                                         |
| Holmögadd  | 1883-1982 | 17                                              | 37 | 64  | 26 | 65  | 01 | 70                                   | 84  | 109 | 171 | 206 | 231 | 326                                              | 53 | 298 | 60 | 272 | 67 | 62                                         |
| Bygdeå     | 1885-1982 | 25                                              | 37 | 57  | 99 | 60  | 69 | 75                                   | 80  | 119 | 178 | 226 | 252 | 290                                              | 53 | 278 | 60 | 268 | 67 | 59                                         |
| Lövånger   | 1883-1982 | 65                                              | 17 | 66  | 10 | 70  | 91 | 80                                   | 95  | 122 | 185 | 217 | 288 | 273                                              | 60 | 264 | 31 | 256 | 61 | 63                                         |
| Bjuröklubb | 1883-1982 | 43                                              | 37 | 55  | 91 | 60  | 71 | 56                                   | 80  | 102 | 170 | 192 | 214 | 276                                              | 67 | 274 | 32 | 266 | 53 | 68                                         |
| Stensele   | 1883-1982 | 85                                              | 68 | 87  | 10 | 112 | 55 | 108                                  | 130 | 160 | 235 | 276 | 305 | 400                                              | 21 | 352 | 54 | 346 | 86 | 75                                         |
| Piteå      | 1883-1982 | 42                                              | 37 | 52  | 69 | 52  | 17 | 72                                   | 85  | 102 | 170 | 210 | 243 | 312                                              | 32 | 303 | 54 | 281 | 60 | 68                                         |
| Haparanda  | 1883-1982 | 36                                              | 69 | 69  | 55 | 70  | 80 | 74                                   | 87  | 112 | 175 | 211 | 235 | 321                                              | 54 | 296 | 31 | 258 | 90 | 63                                         |
| Jokkmokk   | 1883-1982 | 77                                              | 59 | 78  | 91 | 84  | 76 | 94                                   | 113 | 148 | 229 | 269 | 292 | 352                                              | 28 | 344 | 81 | 326 | 21 | 81                                         |
| Övertorneå | 1901-1982 | 57                                              | 30 | 61  | 80 | 61  | 18 | 77                                   | 92  | 117 | 185 | 230 | 267 | 389                                              | 54 | 365 | 51 | 303 | 33 | 68                                         |
| Kiruna     | 1899-1982 | 86                                              | 01 | 92  | 55 | 94  | 99 | 101                                  | 122 | 157 | 249 | 298 | 335 | 450                                              | 28 | 423 | 54 | 379 | 21 | 92                                         |
| Karesuando | 1883-1982 | 64                                              | 55 | 73  | 91 | 78  | 84 | 89                                   | 105 | 130 | 196 | 232 | 256 | 382                                              | 74 | 323 | 21 | 284 | 48 | 66                                         |

Variabiliteten under olika delar av sommaren är ganska lika om den uttrycks med hjälp av variationskoefficienten för månadsnederbörden, dvs månadsens standardavvikelse i relation till medelvärde. För samtliga tre sommarmånader är standardavvikelsen för månadssummorna ungefär halva beloppet av månadsmedelvärdet med tämligen små regionala skillnader. Uttryckt i absoluta tal betyder det att spridningen kring medelförhållandena är större under juli och augusti än under juni eftersom nederbördsmängderna är större under juli och augusti än under juni.

I figur 15 har angetts det årtal då den torraste sommaren inträffade under 100-årsperioden 1883-1982. Kartan är relativt grov och översiktlig på grund av att antalet stationer som använts för kartframställningen är litet, speciellt i Norrland. Man ser att torraste sommaren i olika delar av landet inträffat under skilda år.

Perioden omfattar som nämnts 1883-1982, men redan följande sommar blev det på sina håll i Götaland torrare än någon gång tidigare under föregående hundraårsperiod. Dessa områden har streckats. Av figur 15 och tabell 1 ser man att i södra Sverige hör somrarna 1955, 1959 och 1976 till de torraste. Även i norra Norrland var somrarna 1955 och 59 rekordtorra.

Motsvarande karta för de regnigaste somrarna, figur 16, visar betydligt större variation rörande tidpunkt för extremvärden än fallet är beträffande torrsomrar. Detta är ett ganska väntat resultat, eftersom det är mycket slumpartat om kraftiga regnskuror passerar över en viss ort men ej en annan närliggande. Det kan ge stora utslag även på den sammanlagda regnmängden under en hel tremånadersperiod.

Som ett mått på spridningen av mängderna kring medelvärde eller median har valts p g a att fördelningarna är sneda, att istället för standardavvikelsen ange kvartilavståndet. Detta spridningsmått talar om att i 50% av somrarna ligger mängderna inom intervallet medianen plus/minus semikvartilavståndet. Skillnaden mellan  $P_{75}$  och  $P_{25}$  har även lagts in på en karta, figur 17. Under hälften av somrarna ligger sommarnederbördens variation inom ett intervall 60-100 mm, dvs grovt räknat en normal månadsnederbörd under juli. Kvartilavståndet har samma egenskap som standardavvikelsen för nederbördsfördelningar nämligen att spridningsmåttet är beroende av nederbördens storlek. Det framgår av figur 17 att inom områden med stor nederbörd har man större spridning kring fördelningarnas centrum än inom områden med låg sommarnederbörd.

Som tidigare påpekats är nederbördens variabilitet mellan olika somrar av väsentlig betydelse inom jord- och skogsbruk. För att belysa den klimatologiska sannolikheten för olika regnmängder under sommaren, förutom vad som framgår av tabell 1 och figur 17, har vissa percentilvärden illustrerats i kartform, figurer 18-23. Kartan, figur 18, visar att i genomsnitt en gång vart tjugonde år uppmäts mindre än 90 mm under hela tremånadersperioden juni-augusti i landets östligaste områden. Med lika stor frekvens erhålles enligt karta 23 i nämnda områden över 300 mm. I de nederbördsrika västra delarna av Götaland inträffade under hundraårsperioden att man där fem somrar fick mindre än 120-150 mm. Med samma frekvens, 5%, erhöles minst 400 mm.

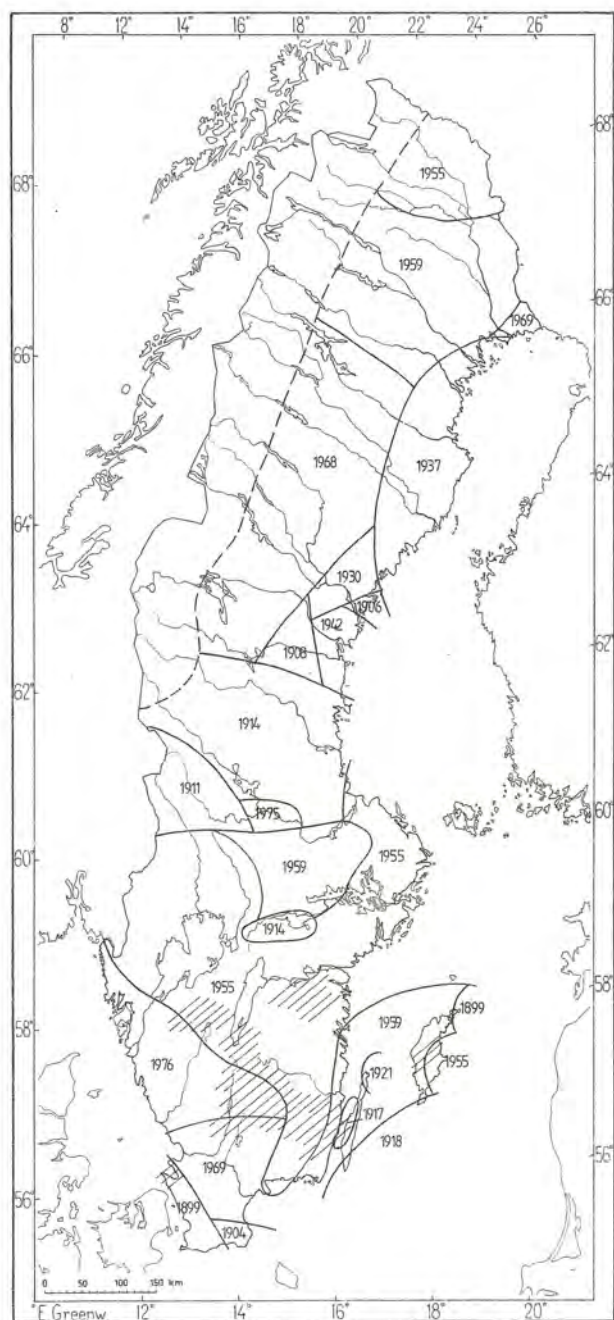


Fig 15 Årtal för torraste sommar sedan 1883. Inom streckat område 1983 torrare.

*The years with driest summer. Hatched areas indicate that the summer 1983 had lower precipitation than any summer during the period 1883-1982.*

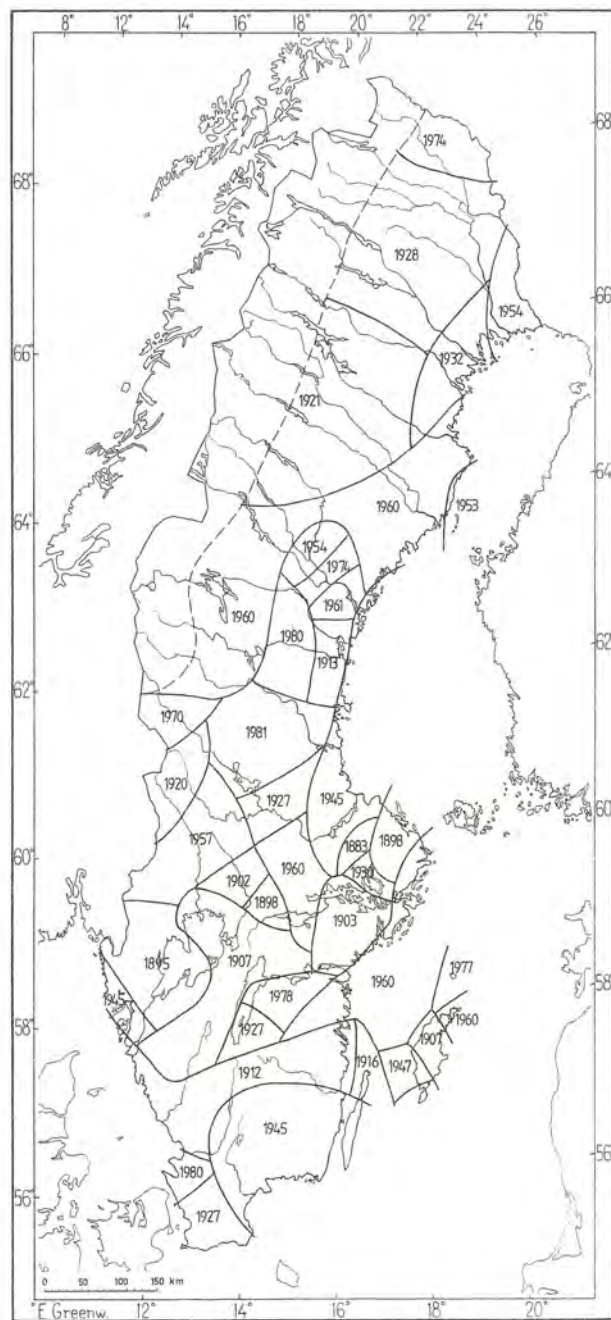


Fig 16 Årtal för nederbördsrikaste sommar.

*The years with largest amounts of summer precipitation during the period 1883-1982.*

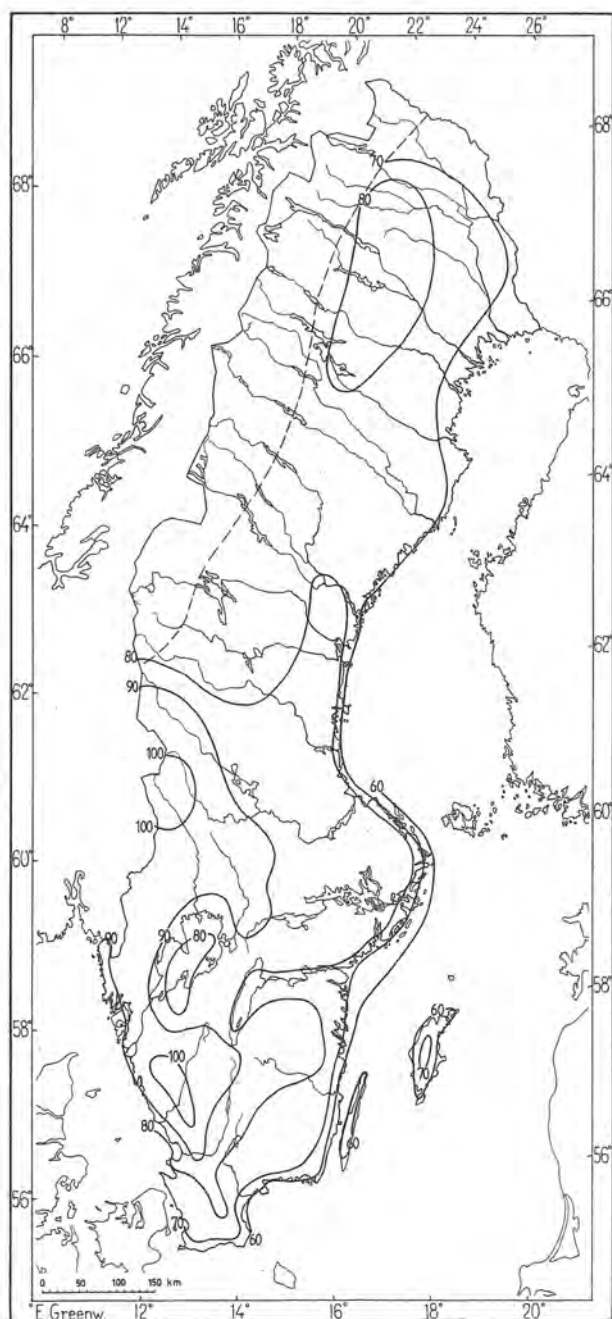


Fig 17 Kvartilavstånd (mm) för sommar-nederbörden.

*Quartile distance (mm) for summer precipitation.*

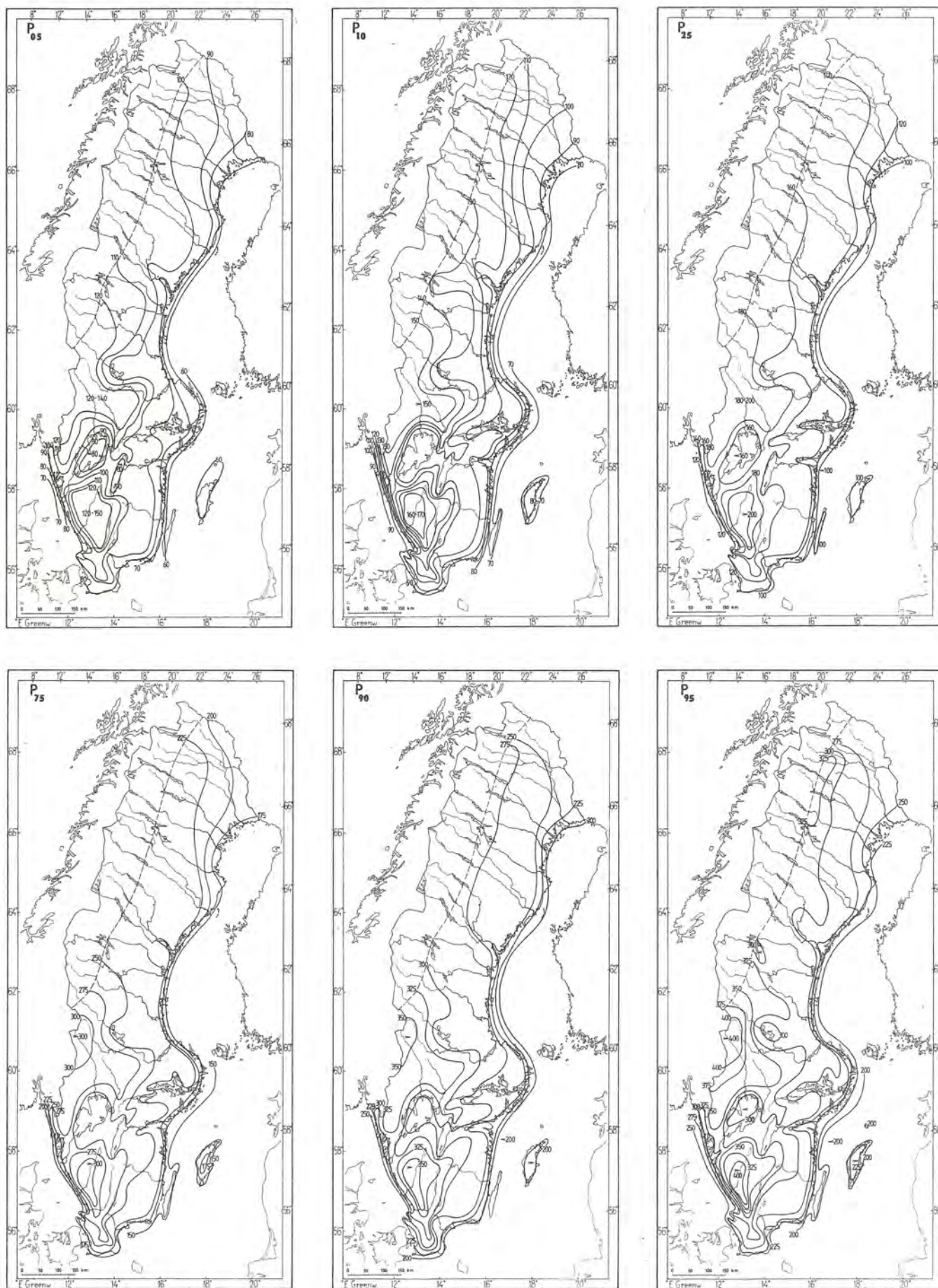


Fig 18-23 Percentilvärden för sommarnederbörden.

Percentile values 5, 10, 25, 90 and 95 for summer precipitation amounts.

## 5 NEDERBÖRDSDATA BETRAKTADE SOM TIDSSERIER

I föregående avsnitt har grunddragen hos sommarnederbörds klimatet belysts på så sätt att data betraktas som samples och enkla statistiska mått, medelvärden, extremvärden och percentiler har redovisats. De värden som under/överskrides en gång var tjugonde, tionde resp fjärde sommar redovisades i tabell 1 samt i kartform i figurna 18-23. För att dessa sannolikhetstal skall gälla fordras att nederbördsförhållandena en viss sommar skall vara oberoende av föregående sommars nederbördsförhållanden, att inga trender eller autokorrelationer hos nederbörds klimatet förekommer.

I föreliggande avsnitt betraktas variationerna i tiden. För jord- och skogsbruk samt även samhällets vattenförsörjning i stort är det naturligtvis av väsentlig betydelse om en följd av år eller somrar har liten nederbörds mängd. Brist på nederbörd leder till uttorkade marker, sänkt grundvattennivå och vattenbrist. Å andra sidan kan en lång följd av år med nederbördsöverskott medföra att låglänta marker försumpas och kan ställa krav på ytterligare dikning. En lång period med riklig nederbörd kan medföra att mark- och grundvattenmagasin, sjöar, dammar blir så välfyllda att ytterligare regn kan förorsaka översvämningar. Det kan också vara av intresse att belysa om medelnivå och variabilitet ifråga om sommarnederbörd varierar från en period till en annan på ett sätt som är större än man kan förvänta sig av ren slump.

| Period    | Antal somrar med |                 |
|-----------|------------------|-----------------|
|           | stor             | liten nbd       |
| Period    | Number           | of summers with |
|           | large            | small prec      |
| 1883-1892 | 11               | 18              |
| 1893-1902 | 21               | 12              |
| 1903-1912 | 27               | 15              |
| 1913-1922 | 14               | 19              |
| 1923-1932 | 18               | 3               |
| 1933-1942 | 10               | 10              |
| 1943-1952 | 15               | 7               |
| 1953-1962 | 48               | 58              |
| 1963-1972 | 6                | 12              |
| 1973-1982 | 13               | 29              |
| Summa/Sum | 183              | 183             |

Tabell 2 Antalet somrar under olika tioårsperioder med mycket stor respektive låg nederbörd bland 61 orter. Varje station bidrar med tre fall från hundraårsperioden till antalet somrar med stor respektive liten nederbörd. Dessa fall har sedan sorterats in i respektive tioårsperiod.

*Number of summers during ten-year periods among 61 places with very high respectively low precipitation. Every station contributes with three cases from the 100-year period to the number of summers with high respectively low summer precipitation amounts. These cases have been placed into the ten-year-period when these events occurred.*

## 5.1 TIDPUNKT FÖR TORRASTE OCH REGNRIKASTE SOMRARNAS

De tre torraste och de tre regnrikaste somrarna har sorterats upp i vilken tioårsperiod de inträffade, tabell 2. Detta har gjorts för de 61 stationer som varit verksamas sedan 1883. Tabellen anger, t ex för perioden 1883-1892, att 11 av de 61 stationerna hade somrar med stor nederbörd. För torra somrar var motsvarande antal 18 stycken. Dessa sex fall per station kallas för extrema somrar. De har redovisats i tabell 1 med nederbördssummor och årtal. De 61 observationsserierna är ej oberoende av varandra varför ett  $\chi^2$ -test ej kan användas utan att man gör något antagande om hur många oberoende stationer det finns. En överslagsberäkning kan göras på följande sätt. Antag att rumskorrelationsfunktionen ( $r$ ) har det enkla utseendet.

$$r = e^{-dl}$$

där  $d$  är en konstant och  $l$  är avståndet mellan två stationer. För månadsnederbörd är ett rimligt värde på  $d = 0.007 \text{ km}^{-1}$  och för korrelationen 0.5 ger detta ett  $l$ -värde på ca 100 km. Detta ger en cirkel med ytan ca  $31.500 \text{ km}^2$ . Sveriges yta dividerad med detta värde ger ett skattat värde på antalet frihetsgrader som med de gjorda antagandena är omkring 14.

Enligt figurerna 15 och 16 har extrema torrsomrar en större rumslig utbredning, dvs lägre antal frihetsgrader, än extrema våtsomrar. Därför kan det vara rimligt att anta ett lägre värde för antalet frihetsgrader för torrsomrar än för de extremt regniga somrarna. Vid signifikanstesten nedan har därför valts olika värden för antalet oberoende fall.

Det bör först påpekas att om förhållandena varit sådana att det ej förekommit rumskorrelation mellan nederbördsstationerna finner man med ett  $\chi^2$ -test en mycket hög signifikans för hypotesen att torr- och våtsomrar ej uppträder slumpmässigt.

Den teststorhet man skall beräkna är följande:

$$Q_v = \frac{v}{N} \cdot \frac{1}{n \cdot p} \sum_{i=1}^k (x_i - np)^2$$

- $v$  = antalet frihetsgrader
- $N$  = antalet nederbördsstationer (61)
- $n$  = totala antalet fall (=183)
- $p$  = 0.1
- $x_i$  = antal fall inom resp tioårsperiod
- $k$  = antalet klasser

Med insatta värden erhålles följande belopp på  $Q_v$ :

$$\text{Våtsomrar } Q_v = \frac{v}{61} \cdot 70.82$$

$$\text{Torrsomrar } Q_v = \frac{v}{61} \cdot 120.88$$

Om  $v$  antas vara 14 för våtsomrar och 10 för torrsomrar erhålles:

$$Q_{14} (\text{våt}) = 16.25 \quad \chi^2_{0.05} (14) = 23.7$$

$$Q_{10} (\text{torr}) = 19.82 \quad \chi^2_{0.05} (10) = 18.3$$

Beteckningen  $\chi^2_{0.05} (14)$  betyder percentilen 95 för en  $\chi^2$ -fördelning med 14 frihetsgrader. För att erhålla signifikanta resultat på 5%-nivån måste man alltså, om den testade variabeln har 14 frihetsgrader, erhålla ett  $\chi^2$ -värde större än 23.7. Detta är alltså ej fallet för våtsomrar. Fördelningen av torra somrar, uppdelat på tioårsperioder, visar däremot att med 95% konfidens kan man påstå att den konstaterade fördelningen avviker från slumpmässighet. Det betyder att, om man studerade en annan hundraårsperiod, skulle torrsomrarna även under den perioden avvika från vad man kan förvänta sig av ren slump.

Man ser av tabell 2 att under perioden 1923-52 förekom mycket få fall med extremt torra eller mycket regnrika somrar i Sverige. Variabiliteten var alltså förhållandevis liten. Mest extrem period är 1953-62 då på många orter uppmättes både mycket små och mycket stora mängder. De mycket små mängderna föll på de flesta håll under somrarna 1955 och 59. De mycket regnrika somrarna under denna period inföll i allmänhet somrarna 1953, 60 och 61. Se närmare tabell 1.

## 5.2 SEKVENSER AV SOMRAR MED VÄRDEN ÖVER/UNDER MEDIANEN

En undersökning har gjorts av sekvenser av somrar vilka i följd har samma tecken på nederbördssummans avvikelse från medianvärdet (mittvärdet). Ett "run" definieras som en sekvens av år med samma tecken på avvikelsen omedelbart föregått och efterföljt av motsatt tecken. Resultatet redovisas i tabell 3 och anger medianvärdet, antalet positiva/negativa "runs" (Antalet positiva runs skall vara lika med antalet negativa eftersom avvikelsen från medianen beräknats, men då totala antalet runs är udda blir det en skillnad på ett), största antalet år i följd med positiva resp negativa avvikelser och årtalen för dessa sekvenser. För exempelvis Falsterbo i tabell 3 gäller att medianvärdet är 140 mm. I den studerade hundraårsperioden finns det 23 perioder (runs), då sommarnederbörden en eller flera somrar i följd låg över medianvärdet, motsvarande antal för negativa avvikelser från medianen var 24 och totala antalet runs alltså 47 (23+24). Den största längden på positiva runs - våta somrar - var 4, och senast inträffade en sådan sekvens somrarna 1960 till 1963. Motsvarande längsta period med värden under medianen - torra somrar - var 7 år, och senast inträffade det perioden 1973-79. Av tabell 3 framgår att fyra somrar i följd med samma avvikelse från medianen är ganska ofta förekommande. Man ser att sekvenser på 7, 8, 9 år förekommer tämligen ofta. Några mycket långa perioder förekommer också t ex 12 år i följd med regnunderskott i Karlshamn under åren 1969-80. Detta kan emellertid bero på att flyttningar av nederbördsmätarplats skett vid ett par tillfällen och att serien därför är inhomogen.

I slutet av 1960-talet och under 1970-talet förekom anmärkningsvärt många somrar i följd med mindre nederbörd än normalt. Sommarnederbörden i Västervik var t ex lägre än medianvärdet under de 7 åren 1971-76. Dessutom hade även en föregående period, 1964-69, låg sommarnederbörd. Liknande förhållanden visar serien från Kilagården i Västergötland.

Årtalen för långa sekvenser med regnrika somrar varierar mycket från en landsända till en annan. I Uppland och vid Norrlandskusten var de fem somrarna 1977-81 regniga. På en del håll, t ex i Dalarna men även i Västergötland, var 5-7 somrar under åren 1960-66 regnrikare än normalt.

Totala antalet "runs" varierar enligt tabell 3 från 37 till 60. För en tidsserie med få "runs" kan man misstänka att det finns inhomogeniteter, trender eller oscillationer.

Om man arrangerar M element av ett slag och N element av ett annat på slumpartat sätt kan man visa att väntevärdet för antalet "runs" R är:

$$E(R) = 1 + \frac{2MN}{M+N}$$

Man kan även visa att vid slumpvist arrangerade M- och N-värden blir variansen för R

$$\text{var}(R) = \frac{2MN(2MN-M-N)}{(M+N)^2(M+N-1)}$$

**Tabell 3** Medianvärde (mm) för sommarnederbörden, antalet runs med värden över (+) respektive under (-) medianen, längsta period med positivt tecken på avvikelser från medianen samt årtal för när denna sekvens senast inträffade, motsvarande för negativa avvikelser.

*Median (mm) for summer precipitation, number of runs with positive sign (+) and negative sign (-), largest number of years with positive runs and years for the latest period of this kind, analogous for negative runs.*

| Station      | runs     |          | Största ant år i följd med |       |         |       |
|--------------|----------|----------|----------------------------|-------|---------|-------|
|              | median + | -        | pos avv                    |       | neg avv |       |
|              |          |          | samt årtal (senaste per)   |       |         |       |
| Falsterbo    | 140      | 23+24=47 | 4                          | 60-63 | 7       | 73-79 |
| Lund         | 179      | 21+21=42 | 5                          | 27-31 | 5       | 75-79 |
| Ystad        | 164      | 25+24=49 | 6                          | 58-63 | 7       | 73-79 |
| Kullen       | 179      | 24+24=48 | 4                          | 51-54 | 9       | 69-77 |
| Ljungby      | 215      | 23+23=46 | 7                          | 92-98 | 10      | 67-76 |
| Kristianstad | 166      | 26+26=52 | 8                          | 56-63 | 5       | 69-73 |
| Hanö         | 137      | 26+26=52 | 6                          | 57-62 | 6       | 71-76 |
| Karlshamn    | 162      | 21+20=41 | 7                          | 33-39 | 12      | 69-80 |
| Kalmar       | 138      | 23+23=46 | 6                          | 77-82 | 8       | 91-00 |
| Ölands s u   | 125      | 28+28=56 | 6                          | 05-10 | 4       | 23-26 |
| Hoburg       | 117      | 26+26=52 | 4                          | 51-54 | 4       | 99-02 |
| Vinga        | 170      | 22+23=45 | 8                          | 39-46 | 7       | 73-79 |
| Öjared       | 237      | 25+25=50 | 6                          | 60-65 | 7       | 73-79 |
| Grebbeshult  | 242      | 26+26=52 | 4                          | 60-63 | 7       | 73-79 |
| Borås        | 256      | 23+23=46 | 6                          | 19-24 | 6       | 72-77 |
| Söraby       | 181      | 23+23=46 | 4                          | 60-64 | 8       | 69-76 |
| Västervik    | 167      | 23+23=46 | 4                          | 51-54 | 7       | 71-76 |
| Ölands n u   | 125      | 19+19=38 | 5                          | 50-54 | 8       | 71-78 |
| Visby        | 148      | 25+26=51 | 4                          | 89-92 | 7       | 38-44 |
| Fårö         | 137      | 24+24=48 | 5                          | 45-49 | 5       | 97-01 |
| Vänersborg   | 206      | 29+29=58 | 4                          | 88-91 | 6       | 73-78 |
| Kilagården   | 200      | 25+26=51 | 4                          | 60-63 | 7       | 72-78 |
| Hjälmsäter   | 188      | 22+21=43 | 7                          | 15-21 | 7       | 72-78 |
| Linköping    | 182      | 25+26=51 | 4                          | 77-80 | 4       | 17-20 |
| Bjärka Säby  | 188      | 22+21=43 | 6                          | 36-41 | 5       | 17-21 |
| Ålberga      | 192      | 29+28=57 | 6                          | 18-23 | 4       | 66-69 |
| Åda          | 170      | 27+27=54 | 4                          | 60-63 | 5       | 66-70 |
| Landsort     | 131      | 23+24=47 | 5                          | 94-98 | 8       | 64-71 |
| Karlstad     | 187      | 27+27=54 | 10                         | 15-24 | 7       | 64-71 |
| Svartå       | 218      | 23+23=46 | 9                          | 16-24 | 6       | 72-77 |
| Grythyttan   | 235      | 21+20=41 | 9                          | 38-46 | 5       | 85-89 |
| Örebro       | 202      | 23+23=46 | 6                          | 19-46 | 6       | 72-77 |
| Högsjö       | 195      | 25+24=49 | 5                          | 77-81 | 5       | 31-35 |
| Västerås     | 183      | 27+26=53 | 5                          | 26-30 | 7       | 66-72 |
| Uituna       | 182      | 26+26=52 | 5                          | 77-81 | 5       | 66-70 |
| Uppsala      | 185      | 26+26=52 | 5                          | 77-81 | 8       | 66-73 |
| Drällinge    | 191      | 29+28=57 | 5                          | 77-81 | 7       | 66-72 |
| Stockholm    | 177      | 24+24=48 | 7                          | 19-25 | 5       | 66-70 |
| Östana       | 180      | 22+22=44 | 5                          | 77-81 | 7       | 31-37 |
| Sv Högarne   | 123      | 30+30=60 | 4                          | 71-74 | 4       | 50-53 |

| Station    | runs     |          | Största ant år i följd med |       |         |       |
|------------|----------|----------|----------------------------|-------|---------|-------|
|            | median + | -        | pos avv                    |       | neg avv |       |
|            |          |          | samt årtal (senaste per)   |       |         |       |
| Malung     | 233      | 24+23=47 | 6                          | 60-65 | 8       | 86-93 |
| Falun      | 205      | 23+23=46 | 5                          | 60-64 | 4       | 30-33 |
| Stjärnsund | 198      | 24+23=47 | 7                          | 60-66 | 5       | 29-33 |
| Gävle      | 190      | 24+23=47 | 5                          | 77-81 | 8       | 86-93 |
| Örskär     | 136      | 24+24=48 | 6                          | 77-82 | 5       | 31-35 |
| Särna      | 235      | 25+25=50 | 7                          | 48-54 | 4       | 74-77 |
| Sveg       | 216      | 19+18=37 | 7                          | 48-54 | 7       | 91-97 |
| Ljungå     | 197      | 26+26=52 | 5                          | 18-22 | 5       | 65-69 |
| Häljum     | 190      | 20+19=39 | 5                          | 77-81 | 8       | 66-73 |
| Härnösand  | 179      | 23+22=45 | 5                          | 77-81 | 8       | 69-76 |
| Nordvik    | 138      | 21+21=42 | 6                          | 77-82 | 4       | 36-39 |
| Östersund  | 202      | 23+22=45 | 5                          | 38-42 | 5       | 10-14 |
| Junsele    | 188      | 24+23=47 | 7                          | 27-33 | 4       | 68-71 |
| Multrä     | 173      | 26+25=51 | 5                          | 60-64 | 7       | 65-71 |
| Umeå       | 170      | 24+24=48 | 5                          | 60-64 | 6       | 68-73 |
| Holmögadd  | 138      | 28+27=55 | 6                          | 43-48 | 5       | 14-18 |
| Lövånger   | 152      | 22+21=43 | 7                          | 18-24 | 8       | 10-17 |
| Bjuröklubb | 129      | 23+22=45 | 5                          | 60-64 | 5       | 69-73 |
| Stensele   | 195      | 22+22=44 | 10                         | 24-33 | 7       | 96-02 |
| Piteå      | 135      | 20+20=40 | 9                          | 27-35 | 7       | 12-18 |
| Haparanda  | 142      | 22+23=45 | 7                          | 92-97 | 5       | 99-19 |
| Jokkmokk   | 187      | 21+22=43 | 6                          | 92-97 | 5       | 68-72 |
| Karesuando | 162      | 21+22=43 | 9                          | 92-00 | 7       | 12-18 |

Vid stora värden på M och N (>30) kan man med god approximation anse att fördelningen av R är normal. I vårt fall är M antalet år med positiva avvikelser från medianen och N antalet år med negativa avvikelser. M och N är alltså likstora och lika med 50.

I tabell 4 ges den observerade och den teoretiska frekvensfördelningen (=normalfördelningen) av antalet "runs" för de 63 stationer som är upptagna i tabell 4. Tabellen visar t ex att det finns en tidsserie där totala antalet runs har hamnat i klassen 35-37. Genom att söka genom tabell 3 finner man att det är serien från Sveg som visar så lågt värde. Det finns tre serier där antalet runs ligger inom intervallet 38-40.

En grafisk bild av tabell 4 ges i figur 24.

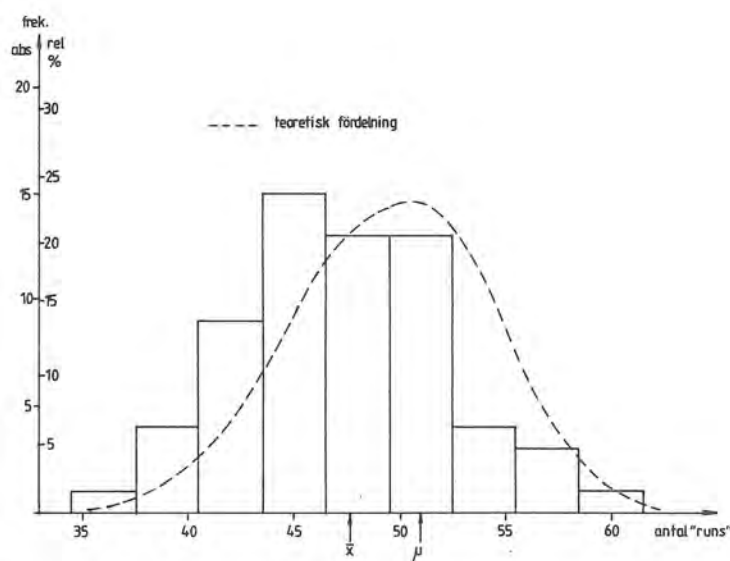


Fig 24 Observerad och teoretisk frekvens av antalet "runs".

*Observed and theoretical frequencies of number of runs.*

Det observerade medelvärdet är 47.7 runs som skall jämföras med det teoretiska 51. För att avgöra om skillnaden mellan dessa värden är statistiskt signifikant måste man dels känna standardavvikelsen  $\sigma(5.0)$ , dels antalet frihetsgrader  $v$ . Vad man kan säga om  $v$  är att antalet frihetsgrader är avsevärt mindre än 63. Se sid 37. Den kvantitet man vill testa är:

$$u = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma / \sqrt{v}}$$

där  $\mu$  är medelvärdet vid slumpmässig fördelning av positiva och negativa avvikelser,  $\bar{x}$  är det observerade medelvärdet och  $\sigma$  är den teoretiska fördelningens standardavvikelse:  $u$  är normalfördelad. Nollhypotesen man vill testa är att  $\bar{x} = \mu$ . Antar man att  $v = 10$  erhålles ett  $u$ -värde lika med 2.1. Antar man att  $v = 14$  blir  $u = 2.5$ . I bägge fallen kan nollhypotesen förkastas med 95% konfidens. Med andra ord visar testet att det observerade medelvärdet skiljer sig signifikant från det förväntade vid slumpmässig fördelning. Betraktas samtliga 63 serier finns det en tendens till att somrar med samma avvikelser från medianen "klumpar sig samman" i något högre grad än vad slumpen ger.

Betrakta nu enskilda serier i stället för samtliga 63 tidsserier. Med 95% konfidens kan man påstå att antalet "runs" för en enskild nederbördsserie skiljer sig från slumpvist genererad serie om antalet "runs" är  $<41$ . Värdet 41 erhålles om man i uttrycket för  $u$  sätter  $u=2$  och  $v=1$ . Några få tidsserier uppvisar sådana värden. Det är Ölands norra udde, Sveg, Häljum och Piteå. Flera andra serier ligger i närheten av det "kritiska" värdet 41 t ex Lund, Karlshamn, Grythyttan och Nordvik. Orsaken till det låga antalet "runs" kan vara inhomogeniteter i serierna. Därför har några av ovan nämnda serier testats genom att s k "double-mass"-kurvor ritats upp. Vid denna enkla testmetod ackumulerar man tidsseriens värden och jämför dessa värden med ett antal grannar vars serier man utgår från att vara homogena. Medelvärde av grannstationernas data ackumuleras även, och de två serierna plottas i ett rätvinkligt koordinatsystem. I figurerna 25-28 har teststationernas värden avsatts som ordinata och jämförelseserierna på abscissan. Om inga tydliga inhomogeniteter förekommer erhålles en tämligen rät linje.

Stationen Ölands norra udde har jämförts med stationerna Kalmar, Ölands södra udde, Visby och Västervik. Som framgår av figur 25 finns det knappast anledning att misstänka att det i nederbördsserien från Ölands norra udde finns några allvarliga homogenitetsbrott.

Nederbördsserien från Sveg har i figur 26 jämförts med grannstationerna Särna, Östersund och Ljungå. Detta diagram bör tolkas så att serien från Sveg är inhomogen. Medelvärde tycks vara olika under olika tidsperioder. Men från omkring 1917 verkar serien vara homogen och ha ett medelvärde som är högre än medelvärdet för de tre grannarna.

Häljums sommarnederbördsmängder visar sig enligt den använda testmetoden vara tillfredsställande homogena vid en jämförelse med serierna från Ljungå, Nordvik och Härnösand. Samma påstående gäller för Piteåserien som jämförts med data från Haparanda, Bjuröklubb och Lövånger, se figurerna 27 och 28.

Tabell 4 Observeradfrekvens inom olika intervall av totala antalet runs för 63 orter samt beräknad frekvens vid normalfördelning.

*Observed frequency of total number of runs for 63 places. Calculated frequency supposing normal distribution.*

| Klass<br>Class | Observerad<br>Observed | Teoretisk frekvens<br>Theoretical frequency |
|----------------|------------------------|---------------------------------------------|
| 35-37          | 1                      | 0.4                                         |
| 38-40          | 3                      | 1.4                                         |
| 41-43          | 9                      | 4.2                                         |
| 44-46          | 15                     | 9.2                                         |
| 47-49          | 13                     | 21.8                                        |
| 50-52          | 13                     | 14.5                                        |
| 53-55          | 4                      | 10.9                                        |
| 56-58          | 3                      | 4.5                                         |
| 59-61          | 2                      | 3.1                                         |
| >61            | 0                      | 1.1                                         |
| Summa/sum      | 63                     | 63                                          |

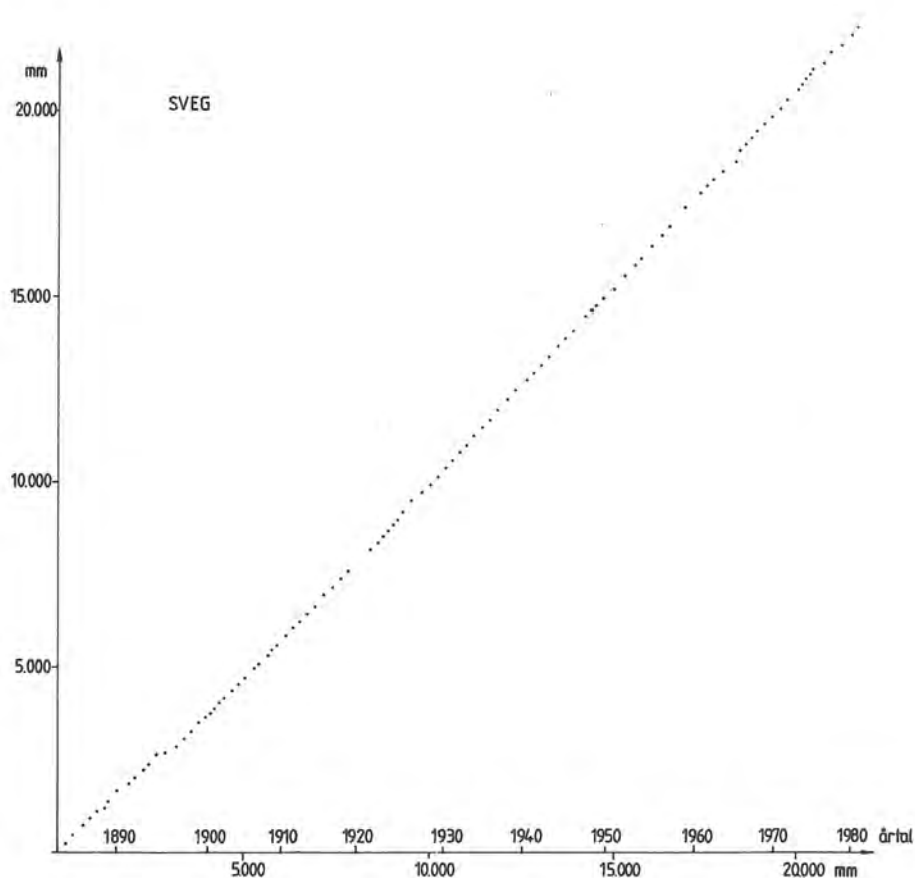
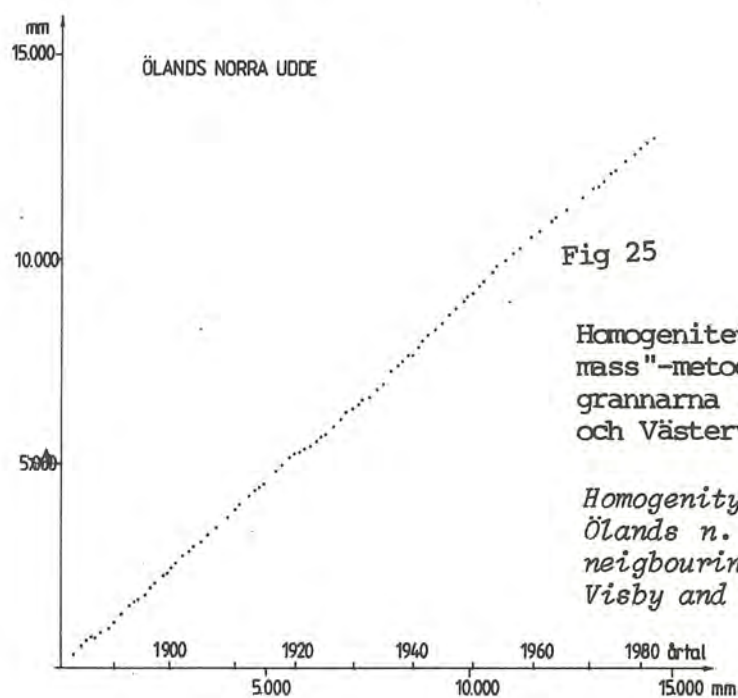


Fig 26 Se fig 25. Sveg jämfört med grannarna Särna, Östersund och Ljungå.

*Homogeneity test of Sveg compared with Särna, Östersund and Ljungå.*

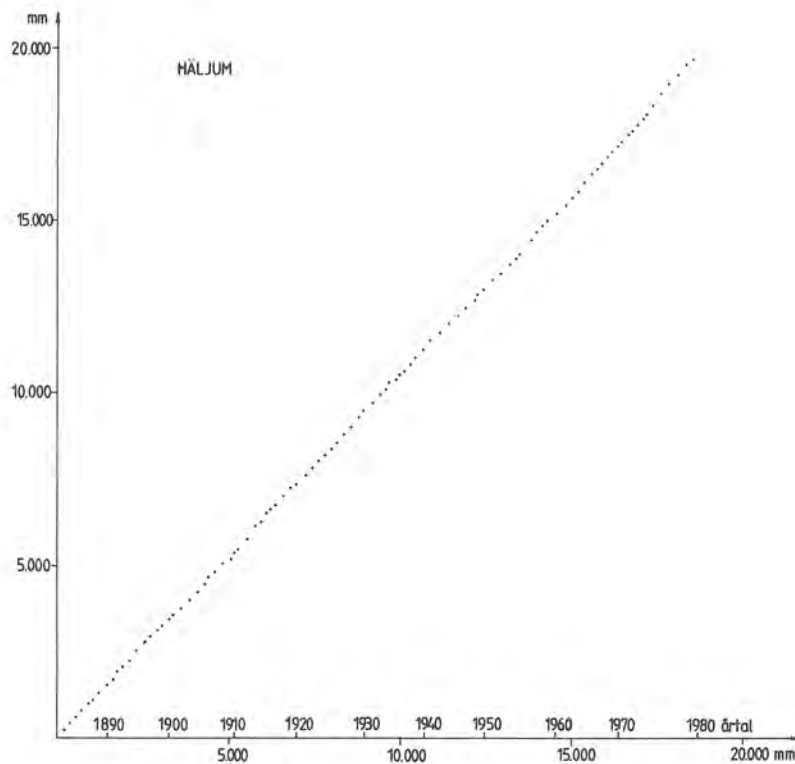


Fig 27 Homogenitetstest av sommarnederbörden i Häljum, som jämförts med Ljungå, Nordvik och Härnösand.

*Homogeneity test of summer precipitation at Häljum, which is compared against Ljungå, Nordvik and Härnösand.*

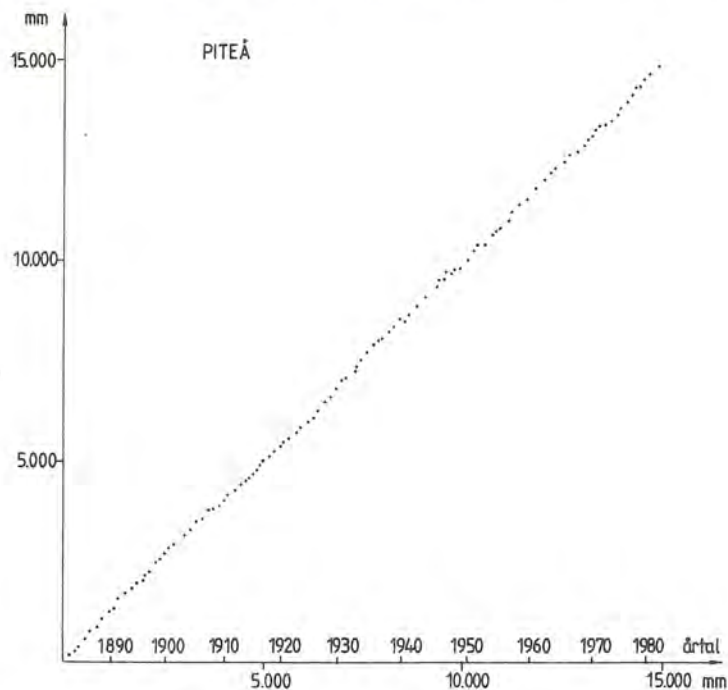


Fig 28 Homogenitetstest av sommarnederbörden i Piteå, som jämförts med Haparanda, Bjuröklubb och Lövånger.

*Homogeneity test of summer precipitation at Piteå, which is compared against Haparanda, Bjuröklubb och Lövånger.*

**Tabell 5** Antal sekvenser med n år i följd med samma tecken (plus eller minus) på avvikelser från medianen.

*Number of sequences with n years in sequence with the same sign (plus or minus) of the departure from the median.*

| Station      | 1  | 2  | 3  | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------------|----|----|----|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| Falsterbo    | 22 | 14 | 4  | 4 | 3 | 0 | 1 |   |   |    |    |    |
| Lund         | 21 | 3  | 8  | 6 | 5 |   |   |   |   |    |    |    |
| Ystad        | 23 | 13 | 7  | 3 | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    |    |
| Kullen       | 27 | 11 | 7  | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |    |    |    |
| Ljungby      | 24 | 12 | 3  | 5 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1  |    |    |
| Kristianstad | 31 | 9  | 6  | 5 | 1 | 0 | 0 | 1 |   |    |    |    |
| Hanö         | 26 | 17 | 5  | 2 | 1 | 2 |   |   |   |    |    |    |
| Karlskrona   | 22 | 9  | 35 | 5 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0  |    | 1  |
| Kalmar       | 20 | 12 | 10 | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 |   |    |    |    |
| Ölands s u   | 34 | 10 | 9  | 2 | 1 | 1 |   |   |   |    |    |    |
| Hoburg       | 26 | 12 | 10 | 5 | 0 |   |   |   |   |    |    |    |
| Vinga        | 20 | 17 | 2  | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 |   |    |    |    |
| Öjared       | 27 | 13 | 7  | 2 | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    |    |
| Grebbeshult  | 29 | 14 | 7  | 2 | 0 | 0 | 2 |   |   |    |    |    |
| Borås        | 21 | 10 | 6  | 5 | 3 | 1 |   |   |   |    |    |    |
| Sörebys      | 23 | 11 | 9  | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 |   |    |    |    |
| Västervik    | 23 | 10 | 6  | 4 | 2 | 1 | 1 |   |   |    |    |    |
| Ölands n u   | 17 | 5  | 9  | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |    |    |    |
| Visby        | 25 | 15 | 7  | 3 | 1 | 0 | 1 |   |   |    |    |    |
| Fårö         | 23 | 11 | 7  | 6 | 2 |   |   |   |   |    |    |    |
| Vänersborg   | 31 | 19 | 4  | 2 | 1 | 1 |   |   |   |    |    |    |
| Kilagården   | 28 | 13 | 5  | 3 | 1 | 0 | 2 |   |   |    |    |    |
| Hjälmsäter   | 21 | 10 | 4  | 4 | 1 | 2 | 2 |   |   |    |    |    |
| Linköping    | 29 | 14 | 8  | 6 | 0 |   |   |   |   |    |    |    |
| Bjärke-Säby  | 17 | 11 | 6  | 8 | 1 | 1 |   |   |   |    |    |    |
| Ålberga      | 34 | 13 | 7  | 2 | 1 | 1 |   |   |   |    |    |    |
| Åda          | 27 | 19 | 6  | 3 | 1 |   |   |   |   |    |    |    |
| Landsort     | 23 | 12 | 4  | 7 | 1 | 0 | 0 | 1 |   |    |    |    |
| Karlstad     | 34 | 13 | 5  | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1  |    |    |
| Sverfå       | 23 | 13 | 6  | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 |    |    |    |
| Grythyttan   | 15 | 13 | 6  | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 |    |    |    |
| Örebro       | 25 | 11 | 5  | 4 | 2 | 2 |   |   |   |    |    |    |
| Högsjö       | 22 | 14 | 8  | 4 | 2 |   |   |   |   |    |    |    |
| Västerås     | 30 | 14 | 5  | 0 | 4 | 0 | 1 |   |   |    |    |    |
| Uituna       | 28 | 13 | 5  | 4 | 3 |   |   |   |   |    |    |    |
| Uppsala      | 28 | 12 | 6  | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 |   |    |    |    |
| Drälinge     | 35 | 11 | 9  | 1 | 0 | 1 |   |   |   |    |    |    |
| Stockholm    | 26 | 11 | 6  | 3 | 3 | 0 | 1 |   |   |    |    |    |
| Östanå       | 19 | 13 | 7  | 3 | 3 | 0 | 1 |   |   |    |    |    |
| Sv Högerne   | 34 | 19 | 4  | 4 | 0 |   |   |   |   |    |    |    |
| Melung       | 28 | 7  | 5  | 2 | 3 | 2 | 0 | 1 |   |    |    |    |
| Felun        | 22 | 9  | 9  | 7 | 1 |   |   |   |   |    |    |    |
| Stjärnsund   | 23 | 13 | 7  | 2 | 3 | 0 | 1 |   |   |    |    |    |
| Gävle        | 24 | 10 | 6  | 5 | 2 | 0 | 0 | 1 |   |    |    |    |
| Örskär       | 22 | 14 | 7  | 2 | 3 | 1 |   |   |   |    |    |    |
| Särna        | 24 | 16 | 4  | 5 | 1 | 0 | 1 |   |   |    |    |    |
| Sveg         | 18 | 7  | 5  | 4 | 2 | 1 | 3 |   |   |    |    |    |
| Ljungå       | 31 | 6  | 8  | 4 | 3 |   |   |   |   |    |    |    |
| Hälsjö       | 12 | 11 | 10 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 |   |    |    |    |
| Härnösand    | 19 | 14 | 6  | 3 | 3 | 0 | 0 | 1 |   |    |    |    |
| Nordvik      | 18 | 8  | 9  | 2 | 5 | 1 |   |   |   |    |    |    |
| Östersund    | 24 | 8  | 10 | 5 | 2 |   |   |   |   |    |    |    |
| Junsele      | 24 | 9  | 7  | 5 | 2 | 0 | 1 |   |   |    |    |    |
| Multrä       | 29 | 11 | 6  | 1 | 4 | 0 | 1 |   |   |    |    |    |
| Umeå         | 25 | 10 | 6  | 5 | 1 | 2 |   |   |   |    |    |    |
| Holmögadd    | 31 | 16 | 3  | 3 | 2 | 1 |   |   |   |    |    |    |
| Lövånger     | 21 | 11 | 4  | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |   |    |    |    |
| Bjuröklubb   | 20 | 16 | 5  | 2 | 5 |   |   |   |   |    |    |    |
| Stensele     | 20 | 14 | 5  | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1  |    |    |
| Piteå        | 23 | 12 | 2  | 3 | 2 | 0 | 1 | 0 | 2 |    |    |    |
| Haparanda    | 21 | 8  | 9  | 6 | 1 | 0 | 1 |   |   |    |    |    |
| Jokkmokk     | 17 | 14 | 5  | 1 | 6 | 1 |   |   |   |    |    |    |
| Karesuando   | 16 | 16 | 7  | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |    |    |    |

Slutsatsen från den begränsade homogenitetstesten ger knappast stöd för misstanken att det låga antalet "runs" kan skyllas på inhomogeniteter utan tycks vara en realitet.

Man kan ställa frågan hur många runs av olika längd som har observerats i de olika serierna. I tabell 5 har därför sammanställts antalet fall med runs av olika längd. En blick i tabellen visar klart att slumpens inverkan är stor eftersom stationer som ligger mycket nära varandra, t ex Ultuna, Uppsala och Drälinge visar delvis olika frekvenser. Detta beror främst på att Drälingeserien är inhomogen.

Om man antar att förhållandena rörande eventuell autokorrelation, trender eller oscillationer är lika i olika delar av landet, kan man slå samman frekvenserna för de 63 stationerna. Detta har gjorts i tabell 6. Där görs en jämförelse med en teoretisk modell som antar att torra och våta somrar uppträder helt slumpmässigt. Sekvenser omfattande ett och två år har i de studerade tidsserierna förekommit mera sällan, sekvenser av tre, fyra, fem och sju somrar i följd med antingen över- eller underskott förekom oftare än förväntat enligt hypotesen om slumpmässighet.

Men är denna skillnad statistiskt signifikant? Svaret är nej.  $\chi^2$ -test (8 frihetsgrader) ger värdet 13, men för signifikans med 95% konfidens krävs  $\chi^2$ -värde på minst 15. Inte ens på 90%-nivån uppnås signifikans. Även om skillnaderna ej är statistiskt signifikanta är det intressant att konstatera att i det studerade materialet finns en tendens till att somrar med samma avvikelse från medianvärdet hos nederbördsmängder förekommer flera år i följd med något högre frekvens än väntat (s k clustering). I det föregående statistiska testet av medelvärdet av antalet runs erhöles emellertid signifikans på 95%-nivån.

**Tabell 6** Frekvens av sekvenser med sommarnederbörd  $n$  år i följd med samma tecken på avvikelsen från medianen. Beräkningarna utförda för 63 orter åren 1883-1982. Jämförelse görs med stokastisk process.

*Frequencies of sequences with summer precipitation  $n$  years in sequence with the same sign of the departure from the median. Comparison is made with a stochastic process.*

|                  | $n$       | 1    | 2     | 3     | 4     | 5    | 6     | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
|------------------|-----------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| Obs antal        | abs frekv | 1520 | 757   | 389   | 221   | 115  | 35    | 34   | 12   | 6    | 3    | 0    | 1    |
| Teoretisk modell | "         | 1575 | 787.5 | 393.7 | 196.9 | 98.4 | 49.2  | 24.6 | 12.3 | 6.1  | 3.0  | 1.5  | 0.8  |
| Differens        |           | -55  | -30.5 | 4.7   | 24.1  | 16.6 | -14.2 | 9.4  | 0.3  | 0.1  | 0.0  | -1.5 | 0.02 |
| Obs antal        | rel frekv | 24.1 | 12.0  | 6.2   | 3.5   | 1.8  | 0.6   | 0.5  | 0.2  | 0.09 | 0.05 | 0.00 | 0.02 |
| Teoretisk modell | "         | 25.0 | 12.5  | 6.25  | 3.13  | 1.56 | 0.78  | 0.39 | 0.19 | 0.10 | 0.05 | 0.02 | 0.01 |

### 5.3 FILTRERING MED "LOW-PASS"-FILTER

Filtrering av tidsserier görs för att utjämna serierna, så att de högfrekventa svängningarna dämpas. Det är lämpligt att använda filter vars koefficienter är proportionella mot binomalkoefficienter. Binomaltviktade medelvärden ger högsta vikten åt värden i seriens mitt och ytterst liten åt ett flertal värden i "svansarna". Detta inträffar när utjämning görs över så många värden som t ex 25. Figur 29, övre delen, visar ett exempel, där utjämning gjorts av Stockholms sommarnederbördsmängd över 9, 15 och 25 år med "low-pass"-filter. Man ser att utjämningen naturligtvis blir kraftigare ju längre tidsperiod man väljer för utjämningen. Exemplet visar att skillnaden mellan vågornas amplituder inte blir särskilt stor om man väljer 15 eller 25 år. I samma diagram har även lagts in en kurva som visar resultatet av utjämning med glidande medeltal över 49 år. Exemplet visar det klart olämpliga i att använda glidande medelvärden, dvs man ger samma vikt åt alla termer i serien. Glidande eller löpande medelvärdesbildning kan ge helt missvisande resultat. Således ger metoden maximum under 1930-talet då sommarnederbörden i genomsnitt låg under medelvärdet. De med "low-pass"-filter utjämnade kurvorna visar tydligt att de regnrika somrarna omkring 1960 tillhör den regnrikaste perioden under hela hundraårsperioden. Av kurvorna framgår också att ansamlingen av torra somrar på 1970-talet är den mest extrema under perioden 1883-1982. Kurvorna ger stöd åt hypotesen att klimatet under de senaste 30 åren uppvisar en större variabilitet än under de föregående 60 åren, (Lamb, 1977). Jämför även med tabell 2, sid 36.

Regnmängden i form av utjämnade kurvor redovisas för ett antal andra stationer i nedre delen av figur 29 samt följande två. Samtliga dessa serier har utjämnats över 25 år. Man ser t ex att under vissa perioder har vädersituationerna varit sådana att likartade nederbördsförhållanden rått i hela landet. Detta gäller särskilt den senare delen av tidsserien, där kurvorna har toppar omkring 1960 för att därefter falla till mycket låga värden på 1970-talet. Skillnaden mellan max-och minvärdet rör sig om ca 80 mm, vilket är ungefär 50% av medelvärdet.

Några av stationerna har kurvor som avviker starkt från flertalet övriga. Troligen är detta ett uttryck för kraftiga inhomogeniteter i serierna. Exempelvis ligger Särnas värden mycket lågt i början av serien.

Det är ganska naturligt att nederbördsmätningarna under en hundraårsperiod är mer eller mindre inhomogena. Nederbörden betraktas fortfarande som en av de svåraste klimatparametrarna att mäta korrekt. Vissa av de serier som illustreras i figurerna 29-31 visar större svängningar än andra, vilket troligen inte är reellt. Standardavvikelsen hos de filtrerade serierna ligger i regel mellan 14 och 18 mm, men följande platser har misstänkt höga värden, över 20 mm, nämligen Särna, Östersund, Umeå, Piteå, Junsele och Stensele. Se dock homogenitetstestet för Piteå, figur 28, som ger tillfredsställande homogenitet för Piteå.

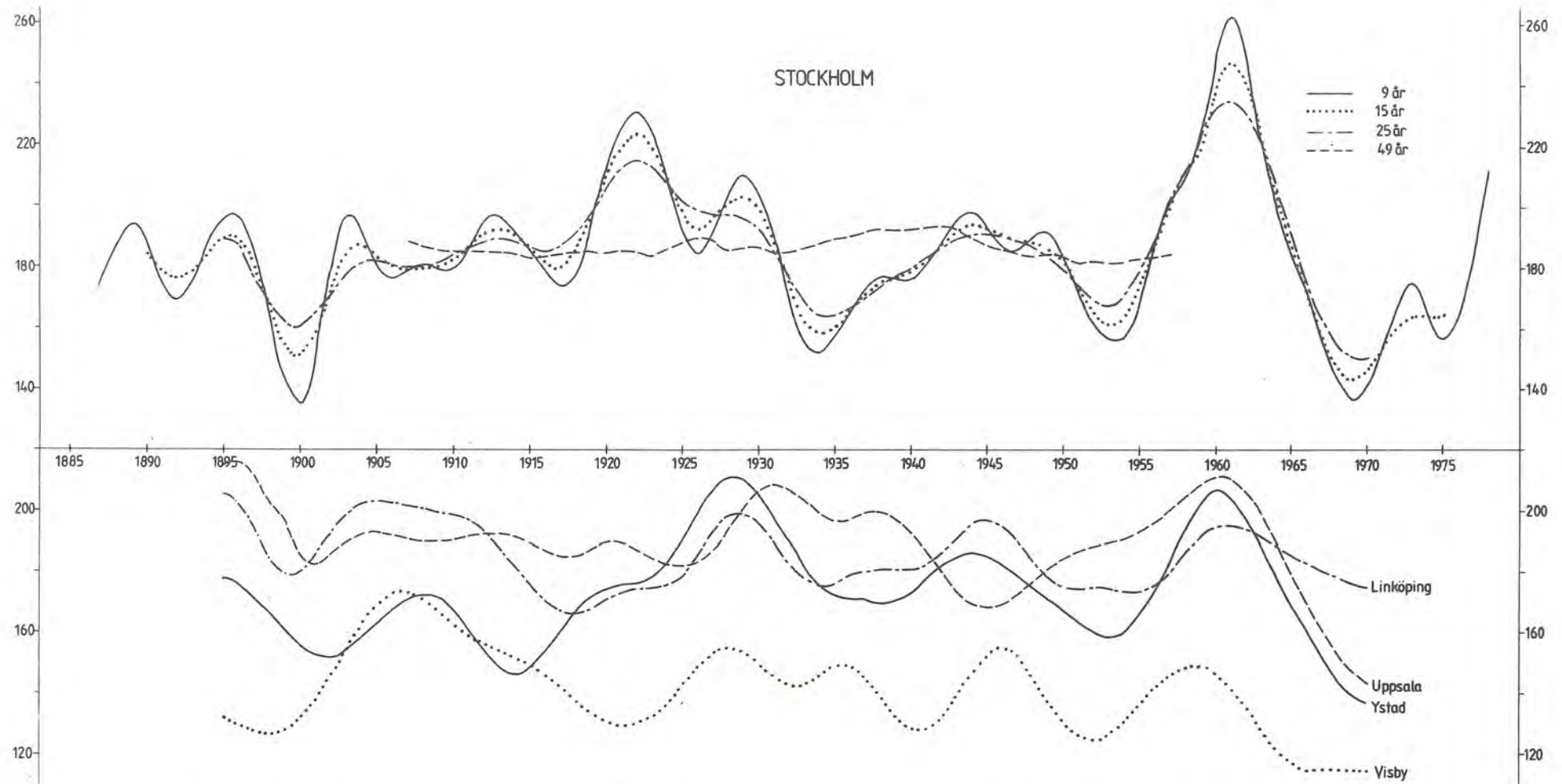


Fig 29 Övre delen: Sommarnederbörden i Stockholm utjämnad över 9, 15, 25 och 49 år.

*Upper part: summer precipitation in Stockholm filtered over 9, 15, 25 and 49 years.*

Nedre delen: Utjämnade serier (över 25 år) av sommarnederbörden i Linköping, Uppsala, Ystad och Visby.

*Lower part: filtered series (over 25 years) of summer precipitation at Linköping, Uppsala, Ystad and Visby.*

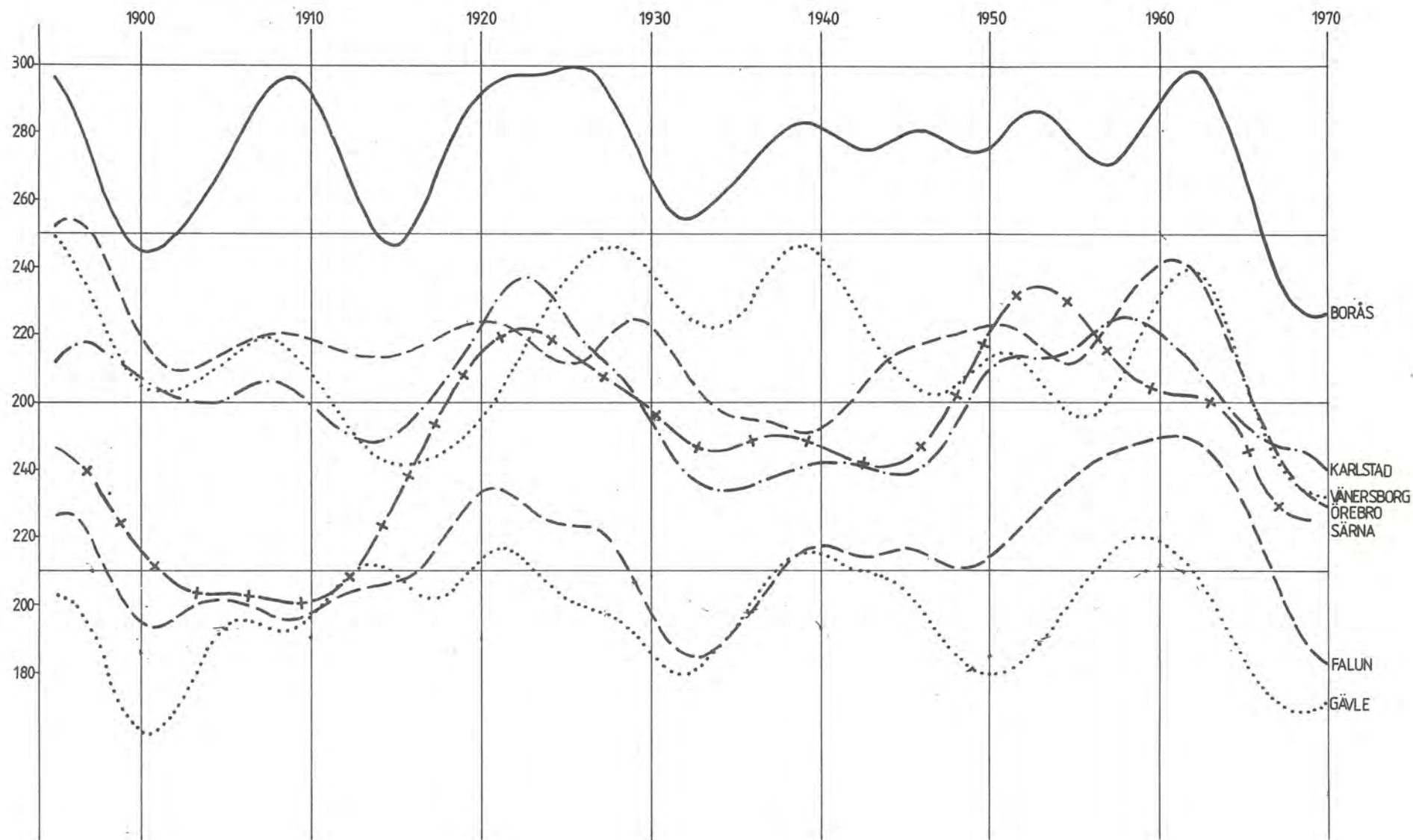


Fig 30 Utjämnade serier (över 25 år) av sommarnederbörden vid 7 orter.  
*Filtered series (over 25 years) of summer precipitation at 7 places.*

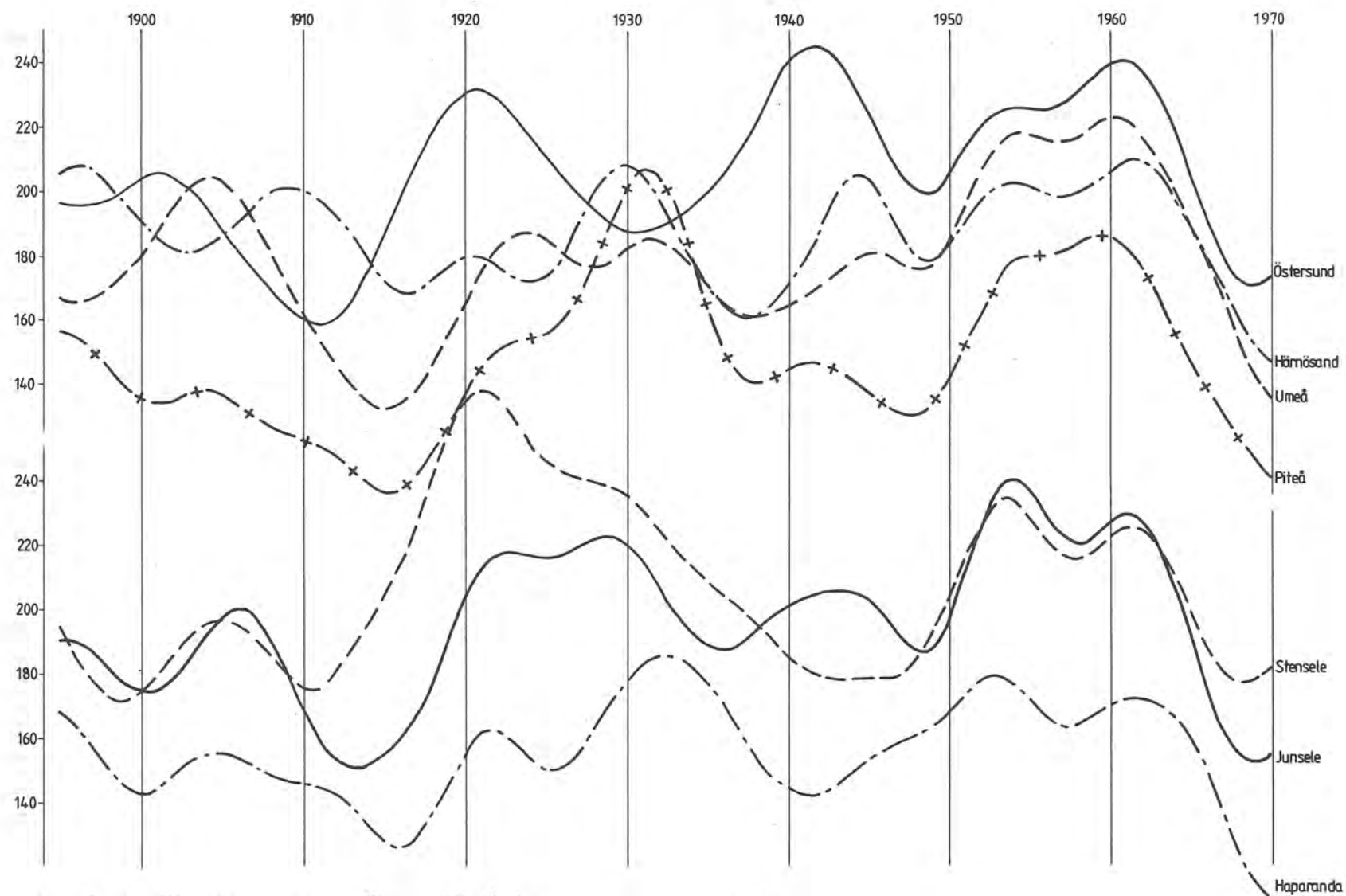


Fig 31 Utjämnade serier (över 25 år) av sommarnederbörden vid 7 orter i norra Sverige.

*Filtered series (over 25 years) of summer precipitation at 7 places in northern Sweden.*

## 6 VÄXTERNAS VATTENTILLGÅNG ELLER HUMIDITETEN

För växternas utveckling under vegetationsperioden är det inte endast nederbördens storlek som är väsentlig för god tillväxt. Även nederbördens fördelning i tiden är viktig. Det har stor betydelse om regnet faller häftigt, kortvarigt och vid få tillfällen eller om regnen är av låg intensitet och större varaktighet samt någorlunda utspridda under vegetationsperioden, så att långvariga torrperioder saknas. I fig 32 ges med stapeldiagram sex exempel på nederbördstid och nederbördsmängd under vår (mars-maj), sommar (juni-augusti) och höst (september-november). Det framgår tydligt att nederbördstiden är kortast under sommaren.

Men även många andra meteorologiska parametrar är avgörande för växternas vattenhushållning. Luft- och marktemperatur, luftfuktighet, globalstrålning och vindhastighet är viktiga faktorer. Strålningsbalans, ångtrycksdeficit och vindhastighet är de meteorologiska storheter med vars hjälp avdunstningens storlek kan bestämmas. Men det är många andra icke-meteorologiska faktorer som styr växternas transpiration såsom växtslag och jordart, t ex om det är morän eller lerjord. Man kan skilja på avdunstningen från våta och torra ytor samt transpirationen eller avdunstningen via bladens klyvöppningar. Dessa minskar i öppningsgrad eller stängs vid vattenstress (vattenobalans) i växten. Det är därför svårt att beräkna den lokala vattenbalansen och hur mycket vatten som finns tillgängligt för transpirationen.

### 6.1 MEDELVÄRDEN AV HUMIDITETEN

Flera försök har gjorts för att konstruera kartor över klimatets humiditet. Som mått på humiditet används i dessa kartor skillnaden mellan nederbördsmängd och avdunstning. Denna skillnad motsvarar närmast den avrinning man får från platsen eller området, när man inte tar hänsyn till ändringen i markvatten- och grundvattenmängd. I medeltal över många år kan denna ändring försummas. Humiditetskartor har publicerats av O Tamm 1959 för hela året, där avdunstningen beräknades från årsmedeltemperaturen. Sambandet mellan avdunstning och lufttemperatur erhöles från observerade regionala avrinningsvärden per år. I Atlas över Sverige finns publicerad en humiditetskarta för vegetationsperioden. I denna karta över nederbördsmängd minus avdunstning beräknades avdunstningen, liksom hos Tamm, från medeltemperaturen enbart (Martonnes index). Den potentiella avdunstningen kan, till skillnad från den "verkliga", bestämmas av enbart meteorologiska element. Mohrmann och Kessler använde sig 1959 av potentiella avdunstningen i sin humiditetskarta för perioden maj-september. I samtliga ovan nämnda fall har observerade nederbördsmängder använts, dvs hänsyn har ej tagits till att uppmätta mängder är systematiska underskattningar av den mängd som når marken.

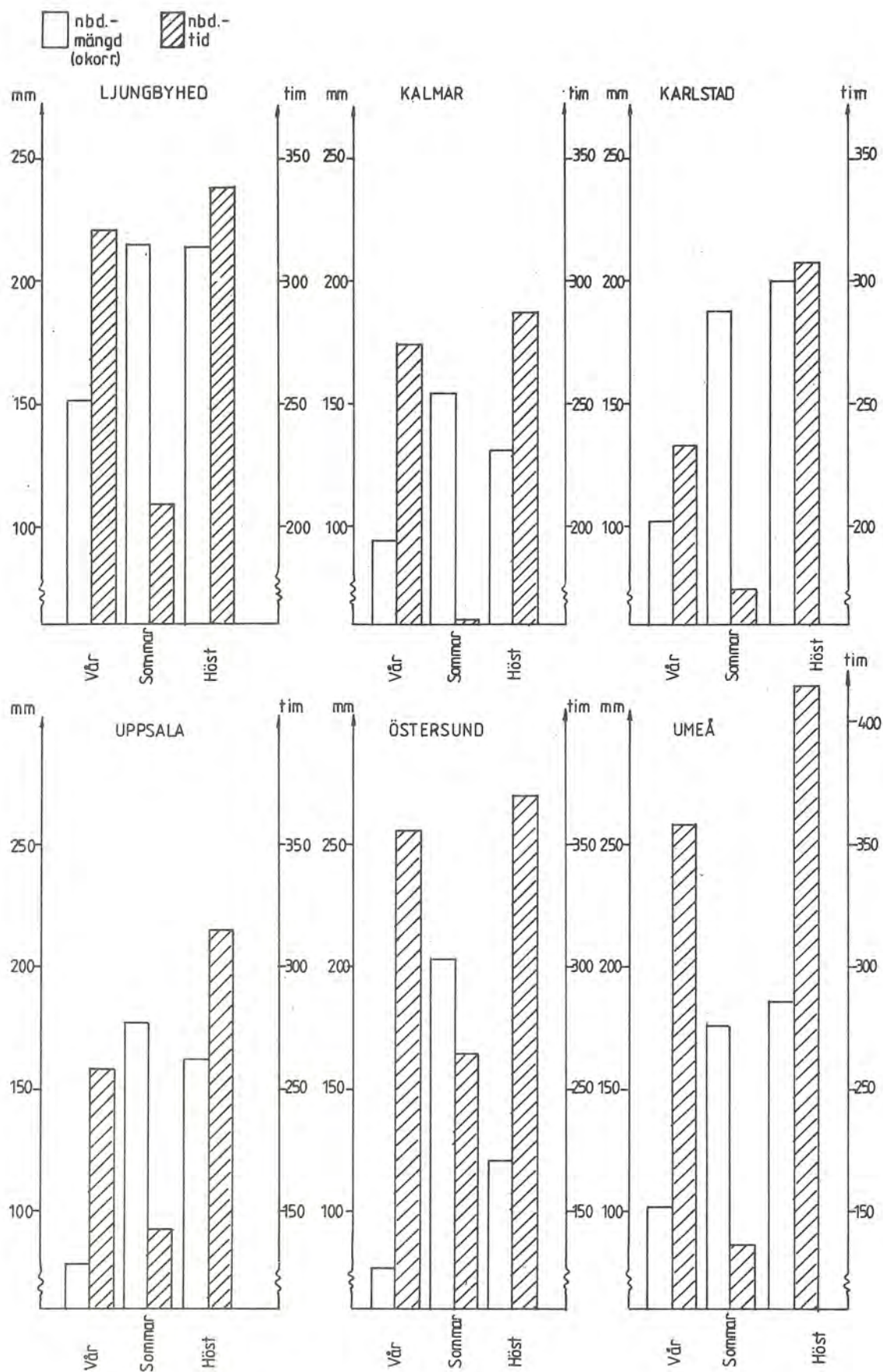


Fig 32 Exempel på nederbördsmängd och nederbördstid under vår, sommar och höst vid sex orter.

*Example of precipitation amount and precipitation duration (h) during spring, summer and autumn at six places.*

Med klimatologiska metoder kan den potentiella vattenbalansen beräknas. Med potentiell vattenbalans avses skillnaden mellan nederbörd och potentiell evapotranspiration. Potentiell evapotranspiration är den avdunstning man får från ett homogent, horisontellt vegetations-täckte optimalt försörjt med vatten. Den potentiella vattenbalansen avviker från den verkliga särskilt kraftigt under de perioder, då vegetationstäcket har vattenbrist. Potentiella vattenbalansen visas i figur 33 för vegetationsperioden. Vid beräkningen har de data använts som publicerades i en SMHI-rapport från 1981 "Den potentiella evapotranspirationen i Sverige" (Eriksson, 1981). Värden erhållna med Penmans formel och albedovärde 12% har använts. Den potentiella evapotranspirationen under vegetationsperioden har interpolerats fram från månadssummor på liknande sätt som gjordes med nederbördsmängderna. De fel som görs med detta tillvägagångssätt är relativt små i förhållande till andra felkällor på grund av att värdena på evapotranspirationen är låga under vegetationsperiodens början och slut. De på detta sätt beräknade avdunstningssummorna subtraherades från de korrigerade nederbördsmängderna. Att evapotranspirationsvärdena är beräknade för perioden 1961-78 medan nederbördsmängderna hänförs till perioden 1951-80 är i detta sammanhang inte någon väsentlig invändning.

Kartbilden i figur 33 visar att den potentiella evapotranspirationen är större än nederbörden (negativa värden) utom i västligaste Sverige. Områden med underskott på 100-150 mm är Blekinge, Öland, Gotland, östra delarna av Kalmar län samt delar av Östergötland, Södermanland och Uppland. I västra Götaland finns nederbördsöverskott på uppemot 150 mm.

Tidigare publicerad karta av Mohrmann-Kessler (1959) över potentiell vattenbalans avser inte exakt samma del av året som karta 33. Den visar nederbördsunderskott i hela landet. Deras karta visar största underskotten, 100-200 mm, på Öland och Gotland samt i östligaste Kalmar län. De minsta underskotten, 0-25 mm, ger den tidigare kartan i västra Norrland och på västsidan av sydsvenska höglandet. Den här publicerade nya kartan, figur 33, visar större skillnad mellan landets västra och östra delar än vad Mohrmann och Kessler kom fram till. Skillnaden mellan de nederbördsrikaste delarna av västra Götaland var på den tidigare kartan omkring 200 mm, på den nya kartan 350 mm.

Naturligtvis är det inte skillnaden mellan nederbörd och den potentiella evapotranspirationen som är den mest intressanta. Vad man hellre önskar veta är hur mycket av nederbörden som inte avdunstar i verkligheten. I figur 34 ges en bild av denna differens som är ett mått på markens humiditet eller torrhet.

Att bestämma den verkliga avdunstningen, som ingår i karta 34 och följande, under vegetationsperioden är ingen lätt uppgift, därför att få avdunstningsmätningar finns, t ex över skog och jordbruksbygder med olika grödor. Ett försök gjordes med antagandet att "verklig" avdunstning under icke vegetationsperiod är lika med den potentiella. "Verklig" avdunstning under vegetationsperiod antogs vara årsavdunstningen minus den potentiella under icke vegetationsperiod. Resultatet bedömdes som mindre tillfredsställande sannolikt beroende på att årsavdunstningsvärdena för många orter var alltför osäkra.

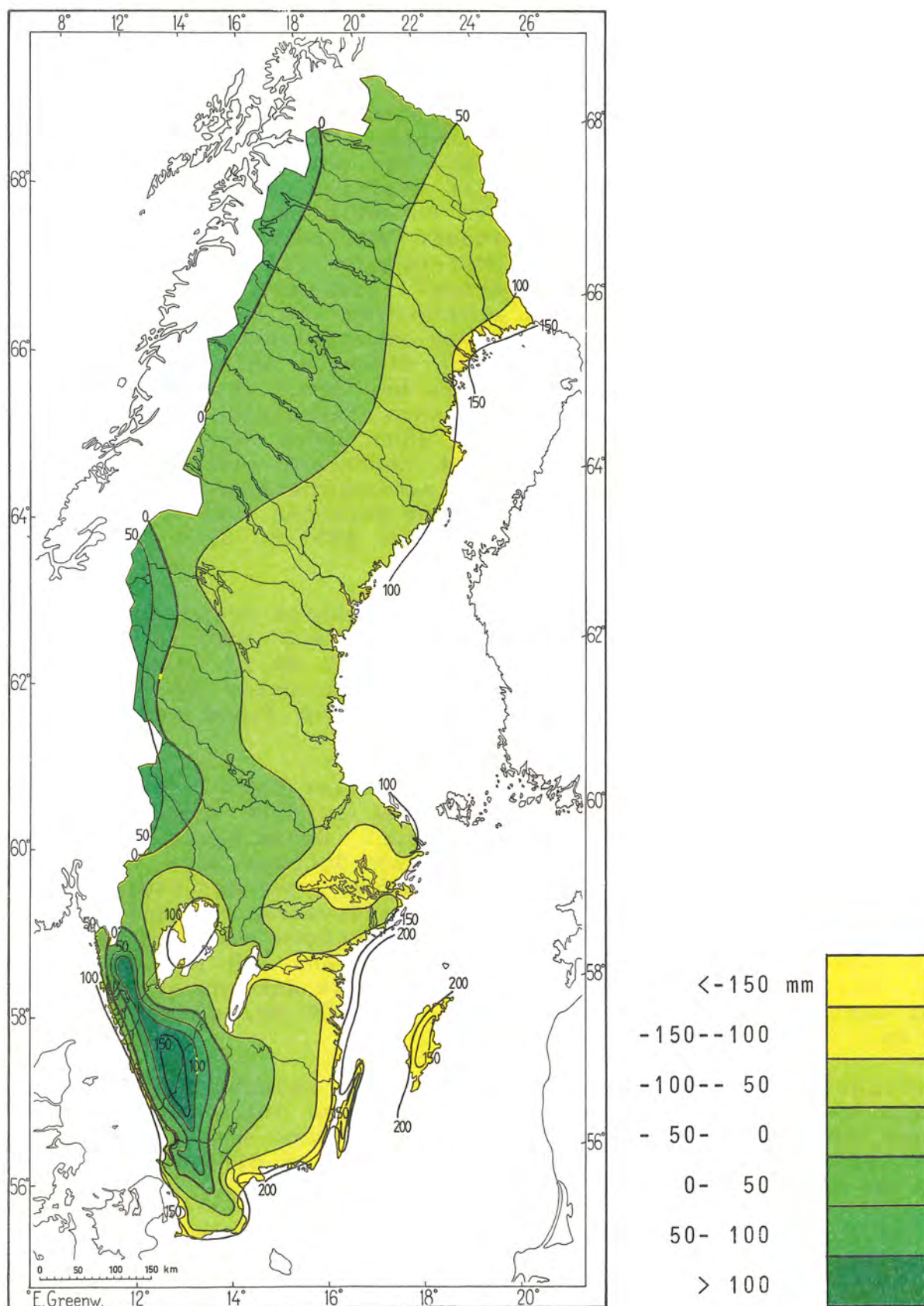


Fig 33 Potentiell vattenbalans (mm) under vegetationsperioden, dvs skillnaden mellan korrigerad nederbördsmängd och potentiell evapotranspiration beräknad med Penmans formel.

*Potential water balance (mm) during the vegetation period, that is the difference between corrected precipitation amount and the potential evapotranspiration calculated according to Penman's formula.*

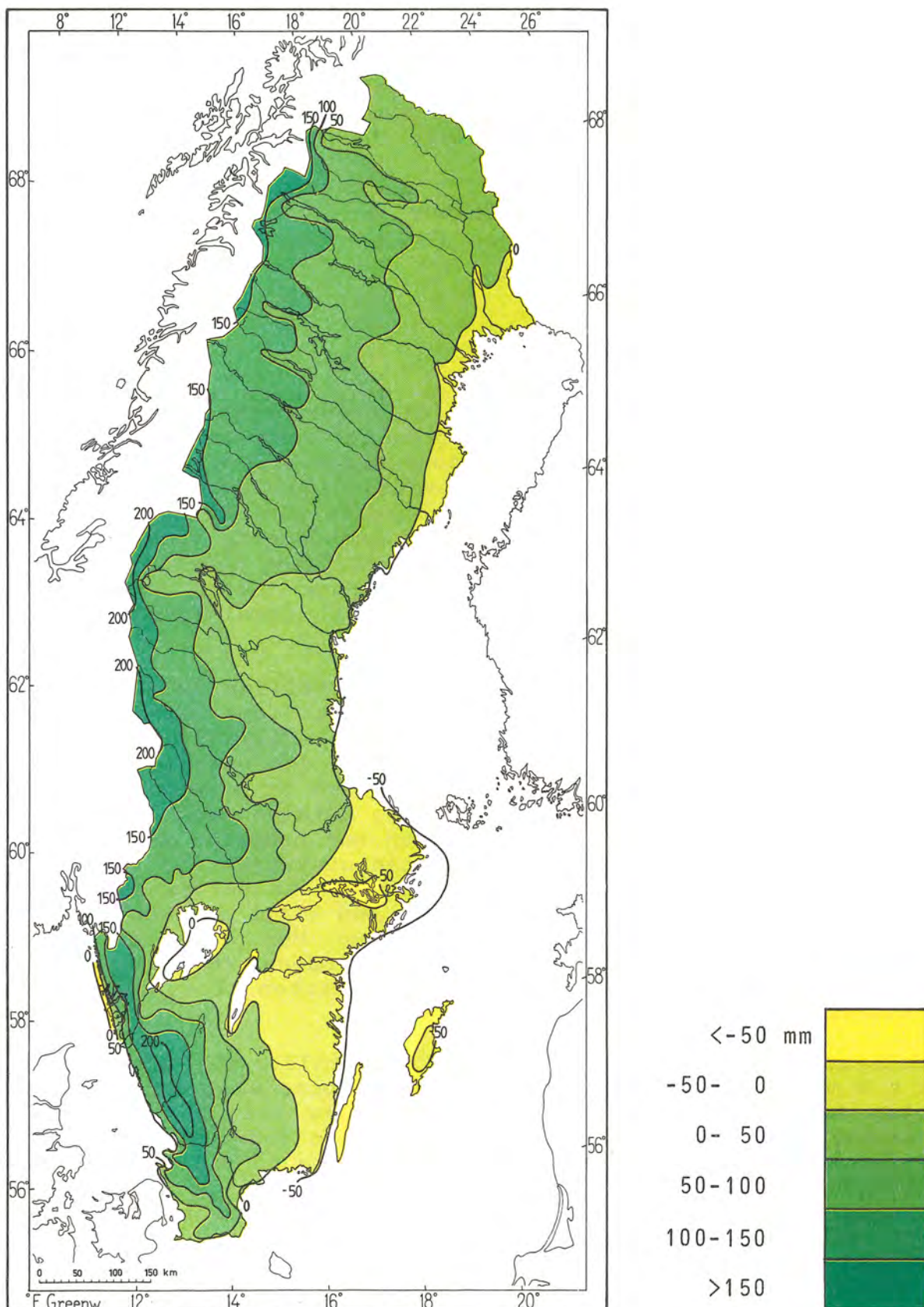


Fig 34 Humiditeten under vegetationsperioden (mm), dvs skillnaden mellan nederbörds mängd och "verklig" evapotranspiration.

*The humidity (mm) during the vegetation period, that is the difference between precipitation amount and "real" evapotranspiration.*

En annan metod prövades för att uppskatta "verklig" avdunstning från den potentiella. Enligt vattenbalansmätningar i Lappträsket var kvoten mellan verklig och potentiell avdunstning 0.74 under vegetationsperioden och i Velenområdet 0.84. De potentiella värdena reducerades enligt nedan:

| område        | reduktionsfaktor |
|---------------|------------------|
| söder om 58°N | 0.84             |
| 58-60°N       | 0.82             |
| 60-62°N       | 0.80             |
| 62-64°N       | 0.78             |
| 64-66°N       | 0.76             |
| norr om 66°N  | 0.74             |

De på detta sätt reducerade potentiella evapotranspirationsvärdena kartlades, och för samtliga nederbördsstationer avlästes ett värde på vad som antogs vara rimliga avdunstningsvärden. Det bör påpekas att antalet punkter från vilka avdunstningsvärden (potentiella) finns beräknade är mycket mindre än antalet punkter där nederbördsuppgifter finns. Kartan över "verklig" avdunstning visar ett betydligt mera utjämnat fält än fallet är beträffande nederbördsmängd. På karta 34 som är skillnaden mellan de bägge fälten är det därför nederbördsinformationen som ger upphov till detaljriikedomen. Dessa detaljer är ej signifikanta.

Den på ovan beskrivna sätt framställda kartbilden av den nederbörd som ej avdunstar visar en bild som bedömdes ligga närmare verkligheten än den i första försöket framställda. "Verklig vattenbalans" skiljer sig från den potentiella genom att den verkliga ger större områden men positiv balans, dvs nederbörden är större än avdunstningen. Det är anmärkningsvärt att östra Götaland och Svealand samt östra delarna av Väster- och Norrbotten har nederbördsunderskott. I dessa delar måste alltså vattenmagasinen utnyttjas för tillväxt och produktion. Det torra området i Norrbotten kan delvis förklaras av att man har landets högsta antal timmar med klart solsken under juni och juli. Detta bidrar till hög avdunstning. Men på sen snösmältning behöver vegetationen under växtperiodens första del i det norra, torra området inte lida brist på vatten trots den negativa vattenbalansen.

En motsvarande karta som fig 34 har framställts för sommarperioden juni t o m augusti. Enligt mätningarna i Lappträsket och Velen utgör verklig avdunstning 74% av den potentiella enligt Penmanformeln. Därför har de potentiella avdunstningsvärdena reducerats med faktorn 0.74 för samtliga stationer för att få värden på vad som här kallas "verklig" avdunstning. Differensen nederbörd minus "verklig" avdunstning, humiditeten, redovisas i figur 35. Jämfört med karta 34 ligger nollinjen västligare i södra Sverige, men i Norrland går nollinjen endast några mil innanför kusten utom i Norrbotten.

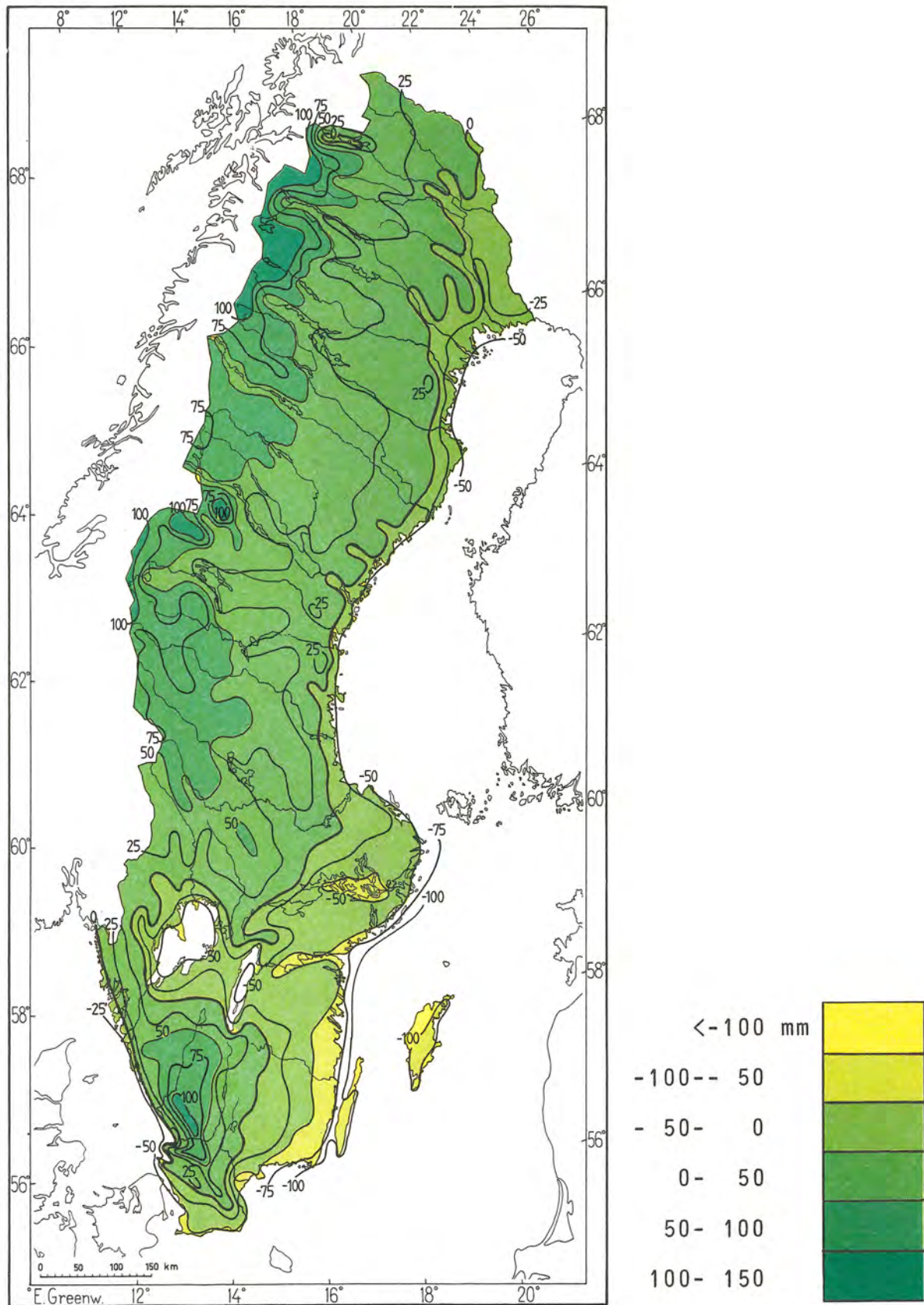


Fig 35 Humiditeten (mm) under sommarmånaderna juni-augusti, dvs skillnaden mellan korrigerad nederbördsmängd och "verklig" evapotranspiration.

*The humidity (mm) during the summer months June-August, that is the difference between corrected precipitation and "real" evapotranspiration.*

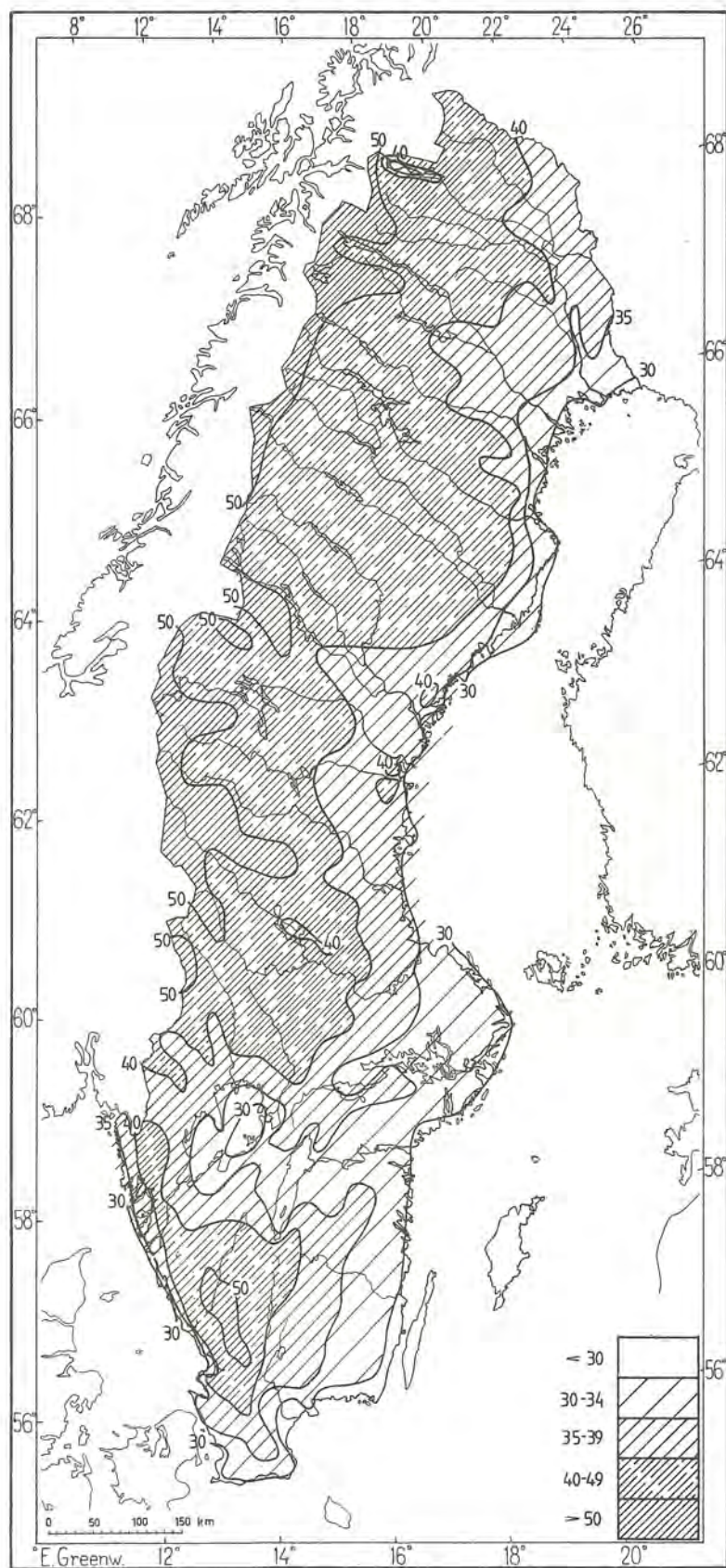


Fig 36 Humiditetsindex för sommaren beräknat enligt Martonnes formel.

*Humidity index for the summer period calculated according to a formula suggested by Martonne.*

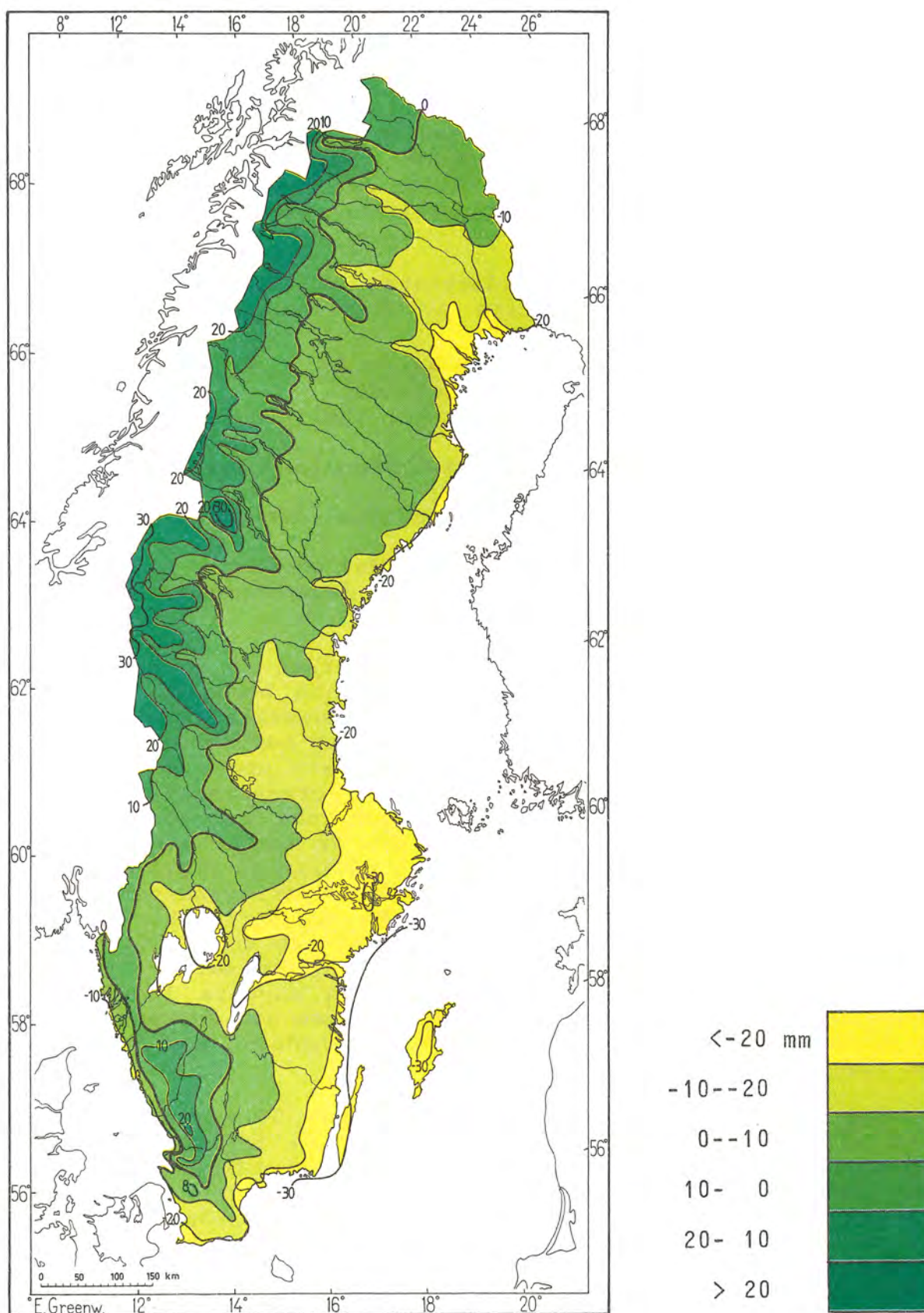


Fig 37 Humiditeten (nederbörd minus avdunstning) i mm under 30 dygn som infaller en månad efter vegetationsperiodens start.

The humidity (precipitation minus evapotranspiration) in mm during the 30 day period which begins one month after the start of the vegetation period.

En jämförelse görs med två olika metoder, dels den förut redovisade och den som Martonne använt. Martonne formulerade ett uttryck för ett områdes fuktighetsförhållande som baseras enbart på lufttemperatur och nederbörds mängd. Det definieras som kvoten mellan årsnederbörden dividerad med årets medeltemperatur till vilken adderats en konstant som är 10. Detta humiditetsindex kan även användas för andra perioder än året, t ex vegetationsperioden. Här redovisas en karta, figur 36, som ger Martonnes index för sommaren (juni-augusti). För att få jämförbara värden har kvoten, som definierats ovan, multiplicerats med faktorn 365/92. Korrigerade nederbörds-summor har använts.

Sambandet mellan Martonnes humiditetstal och klimatets fuktighets- och torrhetsgrad har fastställts av Hesselman enligt indelningen nedan.

| <u>Humiditetsindex</u> | <u>Områdets karaktär</u>                |
|------------------------|-----------------------------------------|
| 1. <30                 | Subarida områden                        |
| 2. 30-34               | Kontinentala, tämligen torra områden    |
| 3. 35-39               | Övergångsområden (medelstora/medelvåta) |
| 4. 40-49               | Tämligen fuktiga (subhumida) områden    |
| 5. 50-59               | Fuktiga (humida) områden                |
| 6. ≥60                 | Mycket fuktiga (superhumida) områden    |

Karta 36 (enligt Martonnes metod) har baserats på de stationer för vilka normal (1951-80) sommartemperatur finns beräknad. Den har ej lika stor detaljrikedom som karta 35, som baserats på ett betydligt tätare stationsnät (samtliga orter för vilka nederbördsnormaler för 1951-80 finns). Kartan, figur 36, visar att under sommaren finns alla humiditetsklasser utom den högsta representerade i Sverige. Här bör poängteras att sommarnederbördsvärdena har korrigerats för de viktigaste felkällorna. Enligt kartan är sommarklimatet subariskt på Öland och Gotland (lägsta index, 22, erhöles på Stora Karlsö) och ett smalt kustområde längs Smålandskusten, Blekingekusten och östra Skånekusten. Ytterligare några stationer vid Norrbottenkusten samt vid Väneren och västligaste Skåne visade värden under 30. Trots att kartorna 35 och 36 har framställts på helt olika sätt (för karta 35 har förutom nederbörds- och temperaturdata använts luftfuktighet, vindhastighet och molnighet) visar de tämligen god överensstämmelse. Detta måste bero på att det är nederbörds mængderna som är mest styrande för hur humiditeten varierar.

Vid valet mellan att använda karta 35 eller 36 torde 35 vara det bättre alternativet då avdunstningen ej kan beräknas enbart med hjälp av luftens medeltemperatur. Korrelationsberäkningar, ej publicerade resultat mellan avdunstning och temperatur, visar att för norra Sverige erhöles acceptabla resultat, men för höga avdunstningsvärden erhöles för östra Götaland (Milanov, personlig kontakt). Därav kan den slutsatsen dras att det torra området (index 30-39) i östra Götaland är för stort på karta 36. Nollinjen på karta 35 sammanfaller ganska väl med index 35 på karta 36.

Som en detalj kan nämnas att både karta 35 och 36 visar låga humiditetstal för Abisko, -7 mm resp index 32, till följd av de låga nederbörds mængderna. Motsvarande siffror för Riksgränsenområdet är 126 mm respektive 59, vilket visar de mycket stora skillnaderna på korta avstånd som kan förekomma i områden med starkt kuperad terräng.

Eftersom det huvudsakligen är försommartorka som i Sverige i vissa delar och vissa år kan vara besvärande, har ytterligare en karta över den mängd nederbörd som ej avdunstar framställts för en 30-dygnsperiod under vegetationsperioden. Här har valts inte de första 30 dygna, då i allmänhet markvattenmagasinen är tämligen välfyllda, utan i stället de därpå följande 30 dygna. Detta betyder att perioden i sydligaste Sverige omfattar 15 maj - 14 juni och i norra Norrland två veckor senare. Denna period i växtligheten är mycket viktig t ex för vårsådda grödor och nyplanterad skog. Enligt Grahn et al (1985) förekommer dock i södra Sverige en viss variation mellan högsta och lägsta beräknade markvattenhalt, som uppgår till omkring 50 mm, även under den tidigaste delen av vegetationsperioden.

Metoden att beräkna "verklig" avdunstning under dessa 30 dygn är densamma som för de två föregående kartorna. Den potentiella avdunstningen har korrigerats med faktorn 0.58 i norra Sverige (enligt Lappträskmätningarna), med 0.60 i södra Sverige (enligt Velen-mätningarna) och med faktorn 0.59 för mellersta Sverige.

Karta 37 visar att avdunstningen är större än nederbörden i större delen av landet. Det är enbart västligaste Norrland och Svealand samt ett område i nederbördsrika västra Götaland som i medeltal under den undersökta 30-dygnsperioden erhåller mer nederbörd än som avdunstar. Det betyder att växtligheten under denna period under de flesta åren utnyttjar markvattenmagasinen för transpirationen. Mest utsatta områden för försommartorka är Uppland, Södermanland, norra Östergötland, östligaste Småland samt Öland och Gotland. Enligt differensen ovan förbrukas i medeltal uppemot 1 mm/dygn från markvattenmagasinet för växternas transpiration inom nämnda områden. Inom nederbördsmaximum i västra Götaland är nederbördsmängderna i medeltal tillräckliga. Detta gäller även de västra delarna av Svealand och Norrland, där avdunstningen är förhållandevis liten på grund av låg temperatur.

De tre kartorna, 34, 35 och 37 visar naturligtvis i stora drag likartade mönster. Landets östra delar har lägre "humiditets"-tal än de västra för samtliga tre perioder. Den väsentliga skillnaden mellan de olika tidesperioderna (30-dygnsperioden, sommaren och hela vegetationsperioden) är, förutom att beloppen på differenserna mellan nederbörd och avdunstning är olika, att nollinjen, där i medeltal nederbördsmängd och avdunstning balanserar varandra, ligger olika. Under 30-dygnsperioden på försommaren går denna linje mycket västligt, förskjuts under sommarperioden till Norrlandskusten och de mellersta delarna av södra Sverige. Betraktas även den senare delen av vegetationsperioden, som på karta 34, har nollinjen förskjutits ytterligare österut i Götaland.

Variationerna mellan olika års växtperioder är stora beträffande humiditeten. Några beräkningar av spridningen kring de framräknade medeltalen har ej kunnat göras. En grov uppskattning kan göras på följande sätt. Antag att standardavvikelsen hos nederbördsmängden under vegetationsperioden är 30 mm och för evapotranspirationen 15 mm. Antag dessutom att det finns en svag negativ korrelation, säg 0.2, mellan nederbördsmängd och avdunstning. Då skulle standardavvikelsen för humiditetstalen för hela vegetationsperioden bli ca 35 mm. För en ort som i medeltal har balans mellan nederbörd och avdunstning kan man då räkna med att två växtperioder av tre ligger vattenbalansen inom intervallet  $\pm 70$  mm. Inom de nederbördsrika områdena bör man räkna med något större intervall.

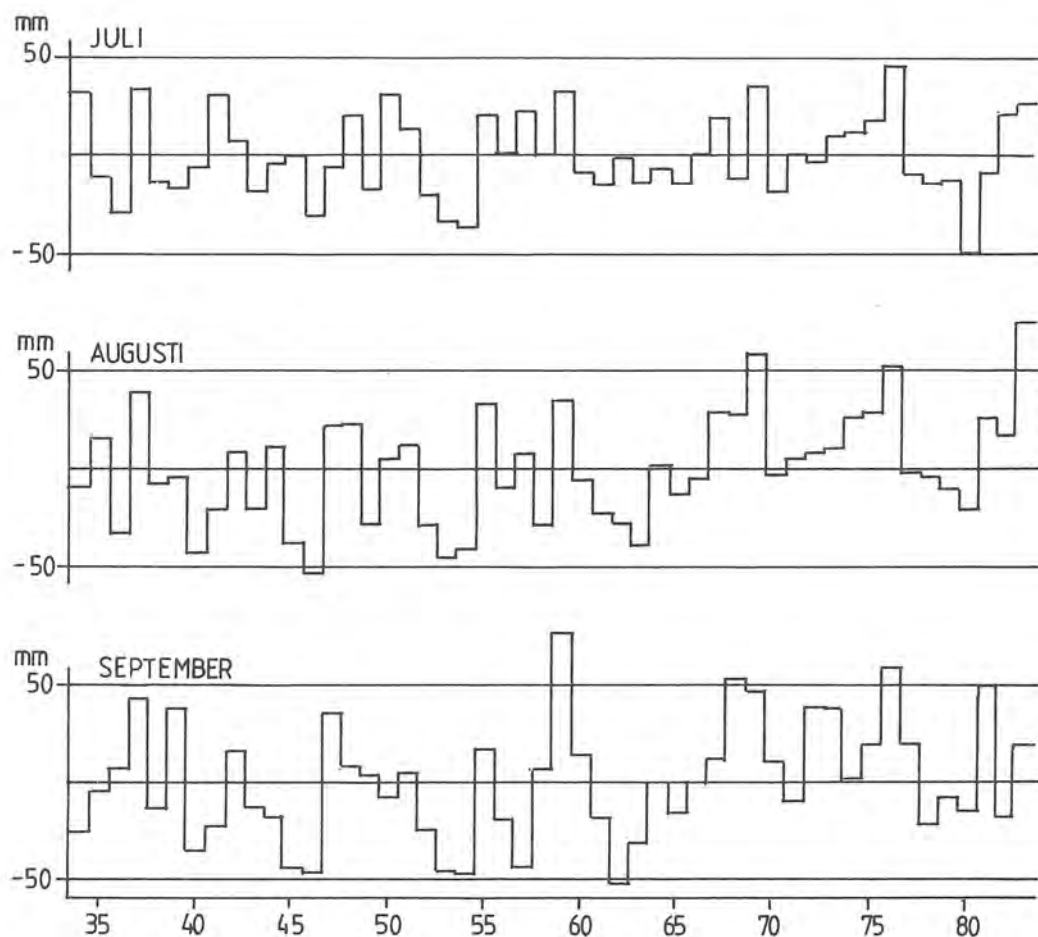


Fig 38 Markvattenunderskottets variationer i Simlångens avrinningsområde 1934-83. Avvikelse från långtidsmedelvärdet ges för juli, augusti och september. Positiva värden betyder torrare än normalt. (Enligt Grahn et al 1985).

*The variation of the soil water deficiency in the catchment area of Simlångsdalen. Departure from mean value is given for the month of July, August and September. Positive values indicate drier than normal.*

Den stora variationen ifråga om markens humiditet eller torrhetsgrad mellan olika somrar kan illustreras från markvattenberäkningar från Simlångens avrinningsområde (fig 38). Det kan påpekas att området i genomsnitt har, för vårt land, mycket höga nederbördsmängder (se t ex figur 3). Värdena i figuren ger avvikelser från ett långtidsmedelvärde. Positiva värden innebär att månaden varit torrare än normalt. Den stora variationen mellan olika år är ett framträdande drag. Liksom i avsnitt 4.2 kan konstateras att det är ganska vanligt med flera år i följd med samma tecken på avvikelserna. Man ser t ex att från mitten av 60-talet och framåt har somrar med markvattenunderskott dominerat och för augustis vidkommande finns det en tydlig trend från 1950-talet med större underskott eller om man vill använda uttrycket lägre humiditet. Variationerna kring medeltalen ligger i regel inom intervallet  $\pm 50$  mm och är naturligt nog större under augusti och september än under juli. Det tidigare uppskattade värdet på standardavvikelsen för hela växtperioden, 35 mm, står i god överensstämmelse med de värden figur 38 visar eftersom spridningen måste vara större under en hel vegetationsperiod än under en enstaka månad.

## 6.2 VATTENBALANSEN PÅ NÅGRA PLATSER

Ett försök har gjorts att i diagramform illustrera hur i medeltal under året nederbördsöver- respektive underskott förekommer vid några utvalda platser. I figurerna 39 och 40 har månadsnederbörden, korrigerad för olika mätfel, lagts in liksom den potentiella avdunstningen enligt beräkningar publicerade i en rapport 1981 (Eriksson, 1981). Den "verkliga" avdunstningen i medeltal för året hämtades från rapporten "Sveriges vattenbalans" (Eriksson, 1980).

Årssumman proportionerades på månaderna i relation till den potentiella evapotranspirationens månadsfördelning. Enligt detta approximativa sätt att fördela årsavdunstningen, får man till resultat, att avdunstningen under vår och höst blir något lägre än den potentiella även när nederbördsmängden i medeltal är högre än den potentiella.

År med underskott i sommarnederbörden har höga värden på den potentiella evapotranspirationen. Under sådana somrar dominerar högetrycksväder med subsidens och därmed låg molnighet och fuktighet samt höga dagstemperaturer, vilka tre faktorer gynnar potentiella evapotranspirationen. Denna negativa korrelation mellan nederbörd och potentiell evapotranspiration bidrar till växternas stress under torrsomrar.

I diagrammen kan olika perioder identifieras. När nederbördsmängden är större än potentiella evapotranspirationen, råder nederbördsöverskott (grönt fält). Under perioder då nederbördsmängden är mindre än "verklig" avdunstning och transpiration, utnyttjar växtligheten det i marken magasinerade vattnet (gult fält) för transpiration. Ytan mellan "verklig" och potentiell evapotranspiration (rött fält) anger den period då i genomsnitt vattendeficit förekommer. I figurerna har en del av det gröna området på hösten streckats och ytan gjorts lika stor som den gula ytan. Under denna period fylls jordlagren upp med vatten till fältkapacitet.

I diagrammen försummas avrinningen under vegetationsperioden trots att avrinning i allmänhet förekommer till viss del. Denna mängd borde subtraherats från nederbördsmängderna. Detta skulle medfört att de gula ytorna blivit större och därmed tiden för markvattenpåfyllnad blivit längre.

Diagrammen enligt figurerna 39 och 40 måste betraktas som förenklade och ofullständiga bilder av vattenomsättningen. Både avrinning och magasinförändringar i sjöar och grundvatten försummas. De geohydrologiska förhållandena är komplicerade. T ex är avrinningens storlek beroende av nederbördens intensitet och vattnets väg vid ett regntillfälle är annorlunda efter en lång torrperiod än vid mera normal fördelning i tiden av regntillfällena. Upplagringen och avtappningen i humus och jord ovanför grundvattenytan är starkt beroende på marktyp samt tillstånd och förändringar i vegetationstäcket.

Här följer några kommentarer till diagrammen för de olika stationerna, figur 39 och 40. Det mest nederbördsrika området på västsidan av sydsvenska höglandet representeras av Borås. I medeltal en månad efter vegetationsperiodens början är regnmängderna mindre än evapotranspirationen och vattenresursen i jorden börjar utnyttjas. Ett vattenunderskott på ca 5 mm förekommer i medeltal under juni. Marken har åter uppnått fältkapaciteten redan vid månadsskiftet augusti-september. Diagrammen för Malmö och Kristianstad är mycket likartade. Redan vid vegetationsperiodens start börjar markvattnet användas för växternas transpiration. Vattenunderskotten är stora under hela sommaren.

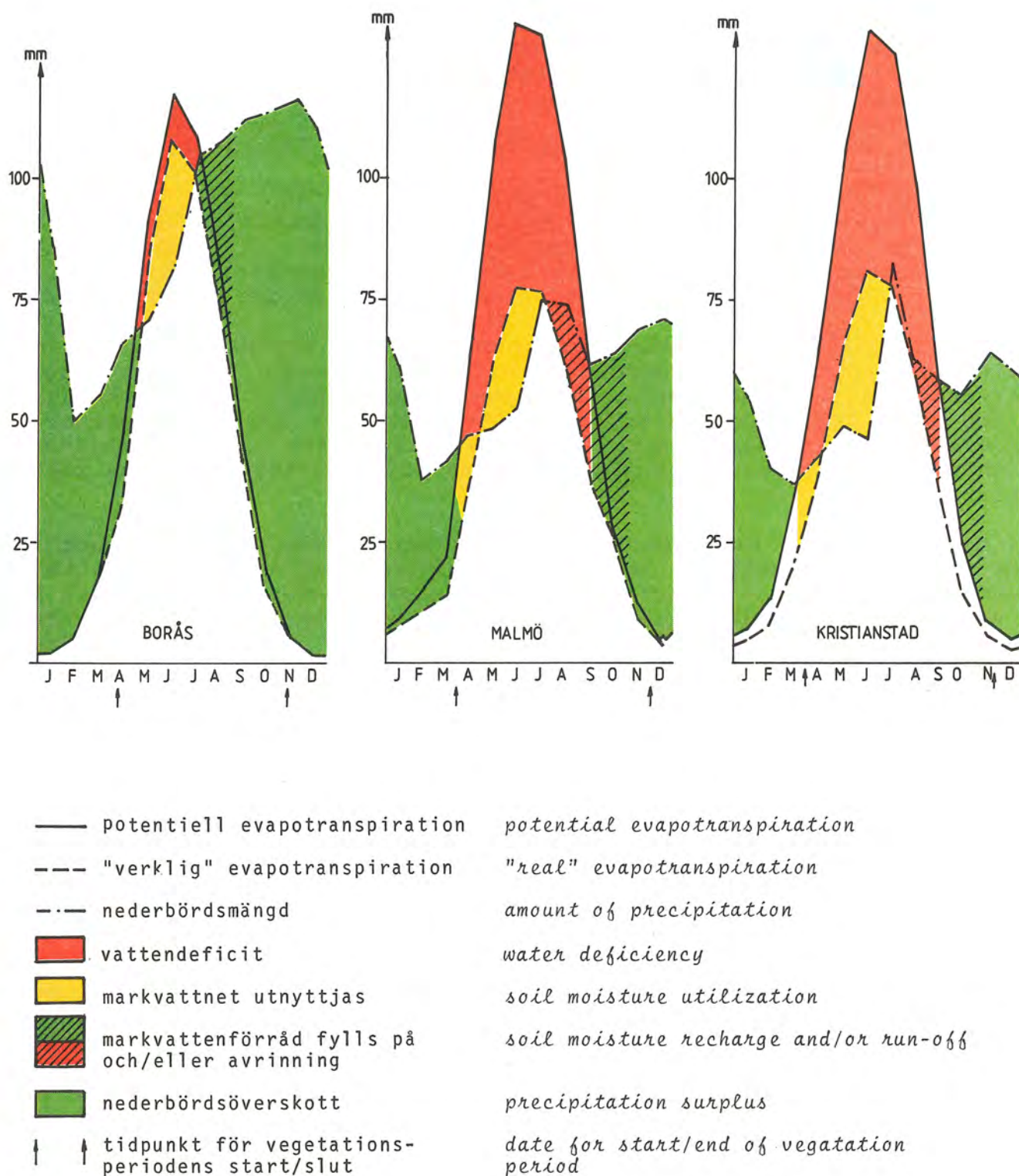


Fig 39 Årstidsvariationen, för tre orter i södra Sverige, av nederbörd, potentiell och "verklig" evapotranspiration.

*The annual variation, at three places in the southern part of Sweden, of precipitation, potential and "real" evapotranspiration.*

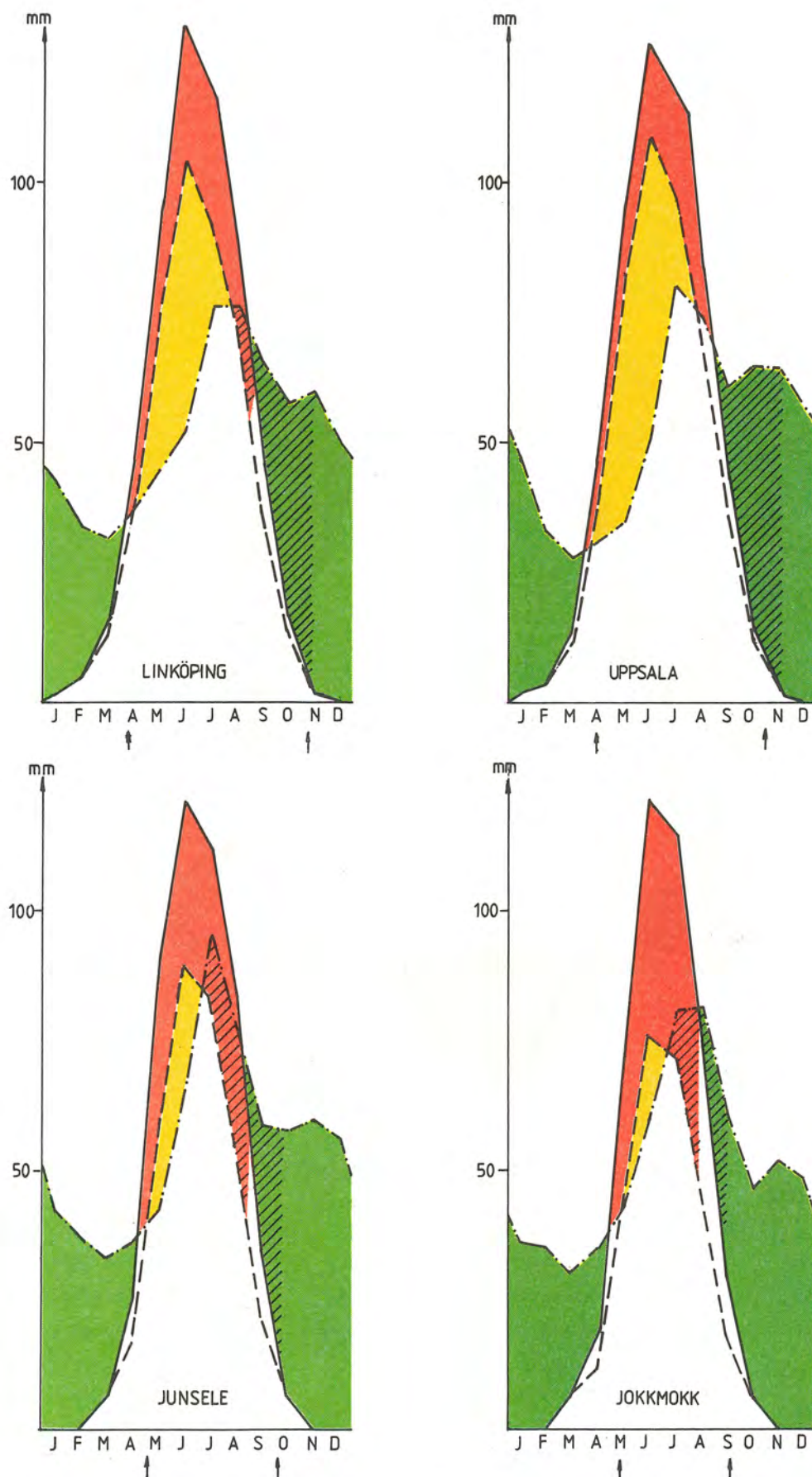


Fig 40 Enligt fig 39, men för orter i norra och mellersta Sverige.

*According to fig 39, but for places in northern and middle parts of Sweden.*

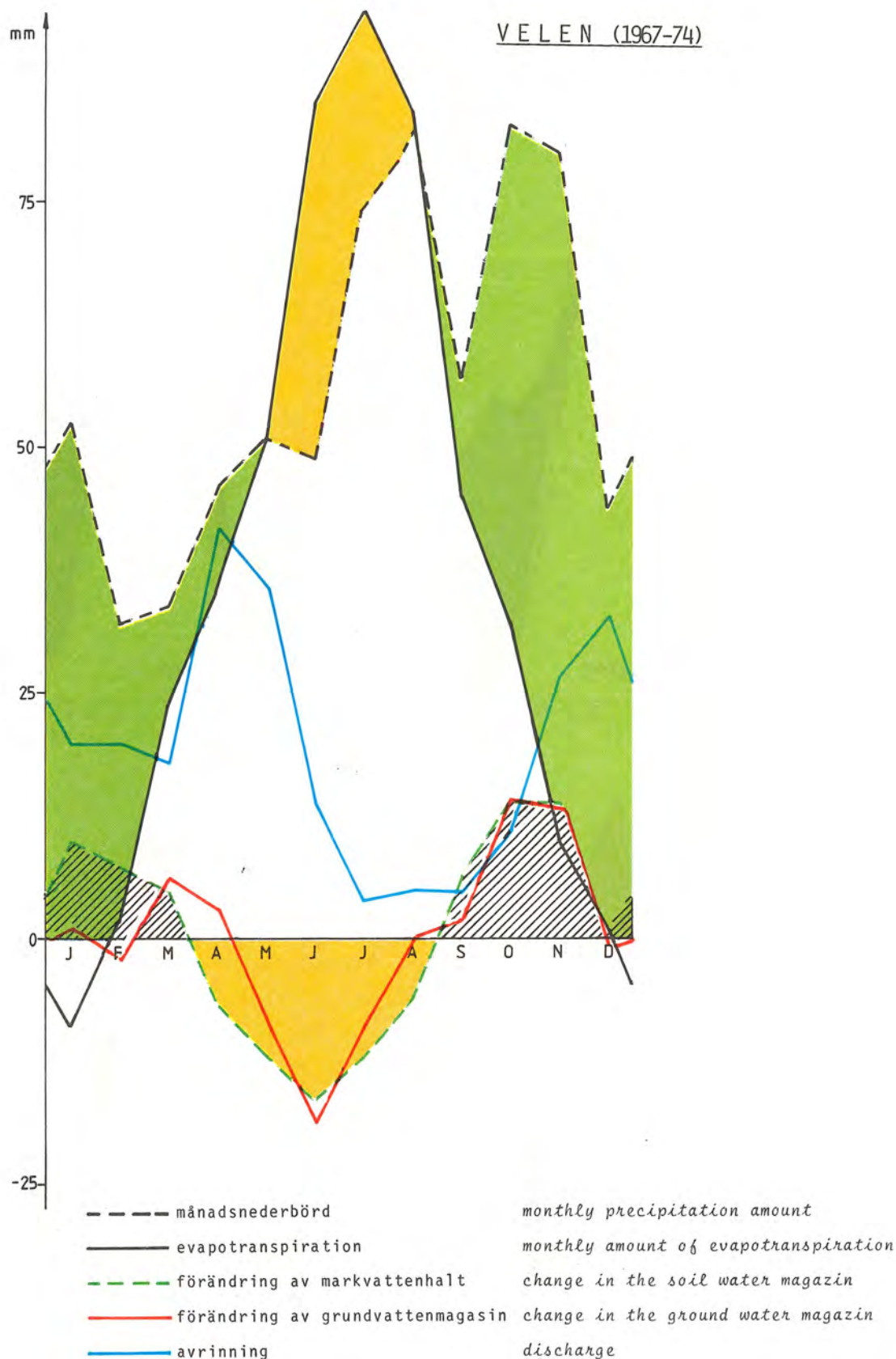


Fig 41 Månadsvärden av olika termer (nederbörd, avrinning, evapotranspiration, förändring av mark- och grundvattenmagasin) i vattenbalansekv. enligt mätningar i Velen.

Monthly values of different variables (precipitation, discharge, evapotranspiration, changes of soil- and ground water storage) in the water balance eq. according to measurements in the Velen area in Southern Sweden.

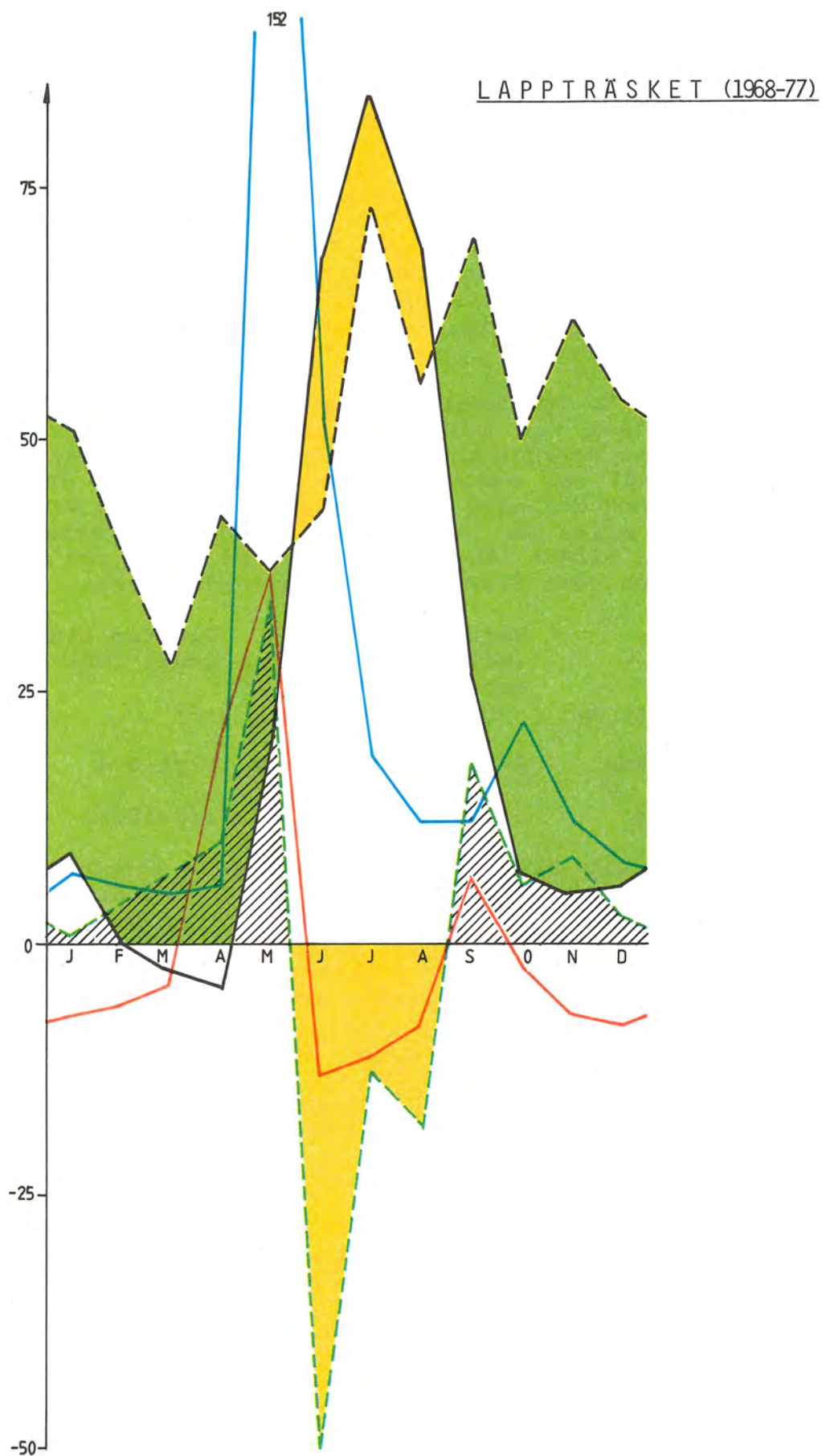


Fig 42 Enligt fig 41, men avseende Lappträsket i norra Sverige.

*According to figure 41, but for Lappträsket in northern Sweden.*

Enligt diagrammet för Uppsala råder i medeltal ett visst nederbördsunderskott redan före vegetationsperiodens början. Ungefär vid månadsskiftet augusti-september är möjlig evapotranspiration lika med nederbördsmängden. Enligt diagrammet skulle i medeltal marken vara mättad med vatten omkring mitten av november.

För de bägge nordliga stationerna Junsele och Jokkmokk är den potentiella evapotranspirationen 20-30 mm högre per månad än den "verkliga" under månaderna maj-augusti, vilket betyder med den tolkning som lagts in i diagrammen, att nederbördsunderskott förekommer i medeltal under denna tid.

För att undersöka om diagrammen ger en någorlunda rimlig bild av medelförhållandena har mätningar utförda på SMHI:s försöksfält i Källtorp, intill Norrköping, utnyttjats. Mätningar av markvattenhalt för åren 1976-81 har redovisats av Milanov 1982. Jorden består av lerig matjord och därunder postglacial lera. Stora variationer förekommer mellan olika år beträffande markvattenunderskott, tidpunkt när magasinen i marken börjar åderlätas på våren och när påfyllnadsskedet på hösten nått fram till övermättnadsskedet.

|                     | Mätningar 1976-81<br>(Milanov, 1982) |        |           | Diagram Linköping<br>medel 1951-80 |
|---------------------|--------------------------------------|--------|-----------|------------------------------------|
|                     | medel                                | max    | min       |                                    |
| Vattenunderskott mm | 79                                   | 119    | 61        | 97                                 |
| Övermättnadsskede   | 24/10-6/5                            | (medel | 12/1-6/4  |                                    |
| Påfyllnadsskede     | 15/9-24/10                           | mean)  | 1/9-12/11 |                                    |

Jämförelsen mellan Källtorp och närliggande Linköping visar naturligtvis diskrepanser av många olika skäl; mätperioden är kort och mätningarna har utförts i lerjord medan diagrammet antas representera någon form av "medeljord". Mätplatsen är vidare täckt av kortklippt gräs medan diagrammet har konstruerats med hjälp av evapotranspirationsvärden som beräknats med albedovärde på 12%.

I figurerna 41 och 42 redovisas data från verkliga vattenomsättningsmätningar utförda under den internationella hydrologiska dekad (IHD) i Velens och Lappträskets avrinningsområden. För att inte göra diagrammen alltför svårlästa har sjömagasinsförändringarna ej lagts in.

Förändringarna i markvattenmagasinet och grundvattenmagasinen är av samma storleksordning i Velen och Lappträsket och sker tämligen parallellt. Enligt mätningarna på båda platserna sker en påfyllnad av markvattenmagasinet hela hösten och vintern, vilket inte överensstämmer med Milanovs mätningar i Källtorp. Att förhållandena i Velen och Lappträsket i vissa avseenden är ganska olika beror bl a på att vinternederbörden i Lappträskområdet till största delen är snönederbörd och att därför påfyllnaden av grundvatten och markvatten till stor del sker under snösmältningsperioden.

## 7 KRITIK AV MATERIAL OCH METODER

Vegetationsperioden är olika för skilda växter och olika för naturliga och odlade växter. När man vill definiera vegetationsperioden klimatologiskt från temperaturobservationer har olika temperaturgränser valts i olika sammanhang. I föreliggande arbete har antagits att när medeltemperatur varaktigt överstiger +5 C på våren är marktemperaturen hög nog för full aktivitet på skogsmark och hos naturliga växter. För jordbruksgrödor kan ett lägre gränsvärde, +3 C, användas. För närmare diskussion om gränsvärden och klimatindex hänvisas till Tunkanen (1980) och Odin et al (1983).

Nederbörds- och avdunstningsförhållandena i ett område är av största vikt för all växtlighet. Bägge parametrarna är svåra att mäta på ett korrekt sätt. Tillgången på nederbördsmätningar är tämligen god, men nederbördsnätet är inte tillräckligt tätt för att kunna ge nederbördsmönstret på lokal skala. Nya mättekniker, fjärranalys med modern väderadar, kan komma att ge information som möjliggör en mera detaljerad kunskap om nederbördsfält än vad den konventionella mätmetoden kan ge. Den andra parametern, avdunstningen, är ännu svårare än nederbörden att mäta korrekt. Något nät där avdunstningen mäts regelbundet existerar inte i SMHI:s regi. I denna rapport har avdunstningsvärden måst beräknas från potentiell avdunstning tillsammans med den beräknade avdunstningen på två platser och under kort tid. Den potentiella avdunstningen är ett mått på "klimatets uttorkande förmåga" och säger inget om verkliga avdunstningen.

De resultat som redovisats, främst i kartform, avser en regional skala och kan inte förväntas ge det komplicerade mönster som med visshet existerar hos både nederbörds- och avdunstningsfält, och som det vore önskvärt att kunna fastlägga.

De presenterade humiditetskartorna måste betraktas som preliminära. Hur stor osäkerheten är i den metod som använts för att beräkna medeltal av avdunstningen kan ej anges. Med hjälp av hydrologiska avrinningsmodeller är det möjligt att beräkna ett index för markvattenhalt och de olika termerna i vattenbalansekvationen. Därför är det möjligt att med sådana modeller beräkna underlag till kartframställning av verklig avdunstning och avrinning för olika perioder under året. Den operationella hydrologiska modell, HBV-modellen, som användes vid SMHI, utnyttjar normala månadsmedelvärden av den potentiella evapotranspirationen beräknad med hjälp av Penmans formel. Det har emellertid visats att denna formel ej gäller för avdunstning från skog.

Vid beskrivning av klimatet är det helt otillräckligt att endast ange medelförhållandena. Andra statistiska parametrar är viktiga för att karakterisera klimatet. Variabiliteten hos de olika klimatvariablerna är viktiga att känna till. Ytterligare bearbetningar som fokuseras på klimatets variabilitet och dess samband med skördens avkastning, skogens tillväxt och olika skogsskador bör utföras.

Klimatet är inte konstant. Det förekommer svängningar av olika amplitud och frekvens på alla tidsskalor. Mest märkbart är detta hos lufttemperaturen. Klimatstatistik bör därför uppdateras med jämna mellanrum. Helst bör statistik från en i tiden så närliggande period som möjligt användas.

Tillgången på publicerade datasammanställningar rörande nederbörd och avdunstning under de för vegetation viktiga perioderna har hittills varit sparsam. Förhoppningsvis kan resultat som presenteras i denna rapport komma till användning i olika sammanhang och inom olika områden.

För undervisning och forskning inom jord- och skogsbruk har önskemål framförts om tillgång till klimatbearbetningar som belyser medelvärden och variabilitet hos vattentillgången för växtligheten inom olika delar av landet. Kartorna i denna rapport kan delvis fylla sådana behov.

Vissa kartor har redan innan de publicerats kommit till användning. Skogstyrelsen har använt humiditetskartorna för att fastställa de områden inom vilka skogsavfall från avverkningar skall lämnas kvar för att minska markens uttorkning. För planering av torvtäkt är nederbörds- och avdunstningsförhållandena av stor betydelse och vissa av här presenterade kartor kan utgöra en del av nödvändigt besluts- och planeringsunderlag. Klimatstatistik av annat slag än som presenterats här kan behövas t ex frekvens och varaktighet av torr- och våtperioder av olika längd. Sådan statistik finner man i rapport från Lantbrukshögskolan i Uppsala (Håkansson et al 1968).

För att göra ekonomiska kalkyler om investeringar i en konstbevattningsanläggning är lönsam fordras klimatstatistik som visar hur ofta anläggningen kommer att behöva utnyttjas och vilka vattenmängder som behöver tillföras. Siffermaterial krävs både för medel- och extremförhållanden. För sådana bedömningar kan data i föreliggande rapport vara till hjälp.

Vid introduktion av nya grödor eller bruksmetoder är kännedom om klimatförhållandena av stor vikt. Temperaturförhållandena i Sverige under vegetationsperioden har belysts i rapporten "Temperatur-kartor för svenskt skogsbruk" (Odin et al 1983). Föreliggande arbete är ett komplement till nämnda rapport eftersom två andra viktiga väderparametrars (nederbörd och avdunstning) geografiska variation i medeltal kartlagts för samma period. Kunskap om variabiliteten är lika betydelsefull eller betydelsfullare än medelvärden vid planering inom lantbruket. Variationer i tiden har därför fått stor utrymme liksom variationerna kring medelförhållandena.

I föreliggande rapport visas på den stora variationen från sommar till sommar i regnmängd och därmed i humiditet. Det är vanligt, också i områden som normalt har rikligt med regn och större regnmängd än avdunstning (positiv humiditet), att torra somrar förekommer med negativ humiditet. Detta kan möjligen betyda mer för träden och skogsproduktionen på de humida områdena än på områden med normalt negativ humiditet eftersom rotsystemen kan vara ytligare utbildade i de humida områdena. De observationer som bl a gjorts 1983 över kronutglesning och lokalt nedsatt stamdiametertillväxt kan ha samband med torra somrar, varav 1983 var extremt torr i stora delar av södra Sverige. Vidare bör man vara uppmärksam på att det finns en tendens, som är något större än den slumpmässiga, att två eller fler torra/våta somrar kommer i följd. Om den redovisade antydning om ökad variabilitet i nederbördsklimatet håller i sig i framtiden kan väntas större variation i skador och produktion på skogsbestånd.

I rapporten visas också på de stora kontraster som finns i södra Sverige (mest markant i Götaland) i nederbörds- och humiditetsklimatet mellan de västra och östra delarna. Dessa skillnader bör beaktas bl a vid beståndsanläggning och vid hyggesvegetationens och markens behandling.

## TILLKÄNNAGIVANDE

Jag vill framföra mitt varmaste tack till alla som lämnat bidrag och synpunkter. Hans Odin vid SLU i Umeå har givit mycket värdefulla förslag och bidrag till rapportens utformning, Hans Alexandersson vid meteorologiska institutionen vid Uppsala universitet har gjort viktiga påpekanden speciellt rörande de statistiska avsnitten, Jan-Erik Lundmark vid SLU Ultuna har påverkat mig att utöka undersökningen med humiditetsuppgifter. Bland mina kolleger vid SMHI vill jag nämna Lars Olsson och Per-Olof Hårsmar, som haft synpunkter på manuskriptet.

Anita Bergstrand och Gun-Britt Rosén har ritat rent figurerna och Kerstin Fabiansen och Anneli Johnson har gjort utskrivningen och hjälpt till med lay-outen. Ett hjärtligt tack för god insats.

Medel för renskrivning av manus, renritning av figurer och rapportens tryckning har erhållits av Skogsstyrelsen: forskningsnämnden.

## REFERENSER

- Atlas över Sverige. Kartblad 25-26. Generalstabens litografiska anstalts förlag. Stockholm 1953.
- Eriksson, B. Statistisk analys av nederbördsdata. Del II. Frekvensanalys av månadsnederbörd. SMHI RMK 17. Norrköping 1980.
- Sveriges vattenbalans. Årsmedelvärden (1931-60) av nederbörd, avdunstning och avrinning. SMHI RMK 18. Norrköping 1980.
- Den "potentiella" evapotranspirationen i Sverige. SMHI RHO 27. Norrköping 1981.
- Data rörande Sveriges nederbörds klimat. Normalvärden 1951-80. Rapport Mk 28. Norrköping 1983.
- Grahn, G., Johansson, B., Norlander, B. Beräknat markvattenunderskott i Simlångens avrinningsområde 1934-83. SMHI HO-rapport 29. Norrköping 1985.
- Håkansson, A., Johansson, W., Fahlstedt, T. Nederbördens storlek och fördelning. En detaljstudie av nederbördsdata från 16 nederbördsstationer. Inst för lantbrukets hydroteknik. Lantbrukshögskolan, Uppsala, 1968.
- Lamb, H.H. Climate, Present, Past and Future. Methusen & Co Ltd, London 1977.
- Milanov, T. Markvattenstudier i Källtorp. SMHI HBV PM nr 329, 1982.
- Mohrmann & Kessler. Water deficiencies in European agriculture. A climatological survey. Publ of Int Inst for Land Reclamation and Improvement 5. 1959.
- Odin, H., Eriksson, B., Perttu, K. Temperaturkartor för svenskt skogsbruk. Rapp i skogsekologi och skoglig marklära. Nr 45. Uppsala 1983.
- Persson, M. Slutrapport över hydrologiska undersökningar i Lappträskets representativa område. SMHI HB-rapport nr 33, Norrköping 1978.
- Tuhkanen, S. Climatic parameters and indices in plant geography. Acta Phytogr. Suec. Uppsala 1980.
- Waldenström, A. Slutrapport över hydrologiska undersökningar i Velens representativa område. SMHI HB-rapport nr 28, Norrköping 1977.
- Wallén, C C. Nederbörden i Sverige. Medelvärden 1901-30. Medd. från SMHI serie A nr 4. Stockholm 1951.
- Ångström, A. Sveriges klimat. Generalstabens lit. anstalt. Stockholm 1958.

- Nr 1 Thompson, T, Udin, I, and Omstedt, A  
Sea surface temperatures in waters surrounding Sweden  
Stockholm 1974
- Nr 2 Bodin, S  
Development on an unsteady atmospheric boundary layer model.  
Stockholm 1974
- Nr 3 Moen, L  
A multi-level quasi-geostrophic model for short range weather  
predictions  
Norrköping 1975
- Nr 4 Holmström, I  
Optimization of atmospheric models  
Norrköping 1976
- Nr 5 Collins, W G  
A parameterization model for calculation of vertical fluxes  
of momentum due to terrain induced gravity waves  
Norrköping 1976
- Nr 6 Nyberg, A  
On transport of sulphur over the North Atlantic  
Norrköping 1976
- Nr 7 Lundqvist, J-E, and Udin, I  
Ice accretion on ships with special emphasis on Baltic  
conditions  
Norrköping 1977
- Nr 8 Eriksson, B  
Den dagliga och årliga variationen av temperatur, fuktighet  
och vindhastighet vid några orter i Sverige  
Norrköping 1977
- Nr 9 Holmström, I, and Stokes, J  
Statistical forecasting of sea level changes in the Baltic  
Norrköping 1978
- Nr 10 Omstedt, A, and Sahlberg, J  
Some results from a joint Swedish-Finnish sea ice experi-  
ment, March, 1977  
Norrköping 1978
- Nr 11 Haag, T  
Byggnadsindustrins väderberoende, seminarieuppsats i före-  
tagsekonomi, B-nivå  
Norrköping 1978
- Nr 12 Eriksson, B  
Vegetationsperioden i Sverige beräknad från temperatur-  
observationer  
Norrköping 1978
- Nr 13 Bodin, S  
En numerisk prognosmodell för det atmosfäriska gränsskiktet  
grundad på den turbulenta energiekvationen  
Norrköping 1979
- Nr 14 Eriksson, B  
Temperaturfluktuationer under senaste 100 åren  
Norrköping 1979
- Nr 15 Udin, I, och Mattisson, I  
Havsis- och snöinformation ur datorbearbetade satellitdata  
- en modellstudie  
Norrköping 1979
- Nr 16 Eriksson, B  
Statistisk analys av nederbördsdata. Del I. Arealnederbörd  
Norrköping 1979
- Nr 17 Eriksson, B  
Statistisk analys av nederbördsdata. Del II. Frekvensanalys  
av månadsnederbörd  
Norrköping 1980
- Nr 18 Eriksson, B  
Årsmedelvärden (1931-60) av nederbörd, avdunstning och  
avrinning  
Norrköping 1980
- Nr 19 Omstedt, A  
A sensitivity analysis of steady, free floating ice  
Norrköping 1980
- Nr 20 Persson, C och Omstedt, G  
En modell för beräkning av luftföroreningars spridning och  
deposition på mesoskala  
Norrköping 1980
- Nr 21 Janasson, D  
Studier av temperaturinversioner och vertikal vindskjuvning  
vid Sundavall-Härnösands flygplats  
Norrköping 1980
- Nr 22 Sahlberg, J and Törnevik, H  
A study of large scale cooling in the Bay of Bothnia  
Norrköping 1980
- Nr 23 Ericson, K and Hårsmar, P-O  
Boundary layer measurements at Klockrike. Oct. 1977  
Norrköping 1980
- Nr 24 Bringfelt, B  
A comparison of forest evapotranspiration determined by some  
independent methods  
Norrköping 1980
- Nr 25 Bodin, S and Fredriksson, U  
Uncertainty in wind forecasting for wind power networks  
Norrköping 1980
- Nr 26 Eriksson, B  
Graddagsstatistik för Sverige  
Norrköping 1980
- Nr 27 Eriksson, B  
Statistisk analys av nederbördsdata. Del III. 200-åriga  
nederbördsaserier  
Norrköping 1981
- Nr 28 Eriksson, B  
Den "potentiella" evapotranspirationen i Sverige  
Norrköping 1981
- Nr 29 Pershagen, H  
Maximienödjup i Sverige (perioden 1905-70)  
Norrköping 1981
- Nr 30 Lönnqvist, O  
Nederbördsstatistik med praktiska tillämpningar  
(Precipitation statistics with practical applications)  
Norrköping 1981
- Nr 31 Melgarejo, J W  
Similarity theory and resistance laws for the atmospheric  
boundary layer  
Norrköping 1981
- Nr 32 Liljas, E  
Analys av moln och nederbörd genom automatisk klassning av  
AVHRR data  
Norrköping 1981
- Nr 33 Ericson, K  
Atmospheric Boundary layer Field Experiment in Sweden 1980,  
GOTEX II, part I  
Norrköping 1982
- Nr 34 Schoeffler, P  
Dispersion, dispersion and stability of numerical schemes  
for advection and diffusion  
Norrköping 1982
- Nr 35 Undén, P  
The Swedish Limited Area Model (LAM). Part A. Formulation  
Norrköping 1982
- Nr 36 Bringfelt, B  
A forest evapotranspiration model using synoptic data  
Norrköping 1982
- Nr 37 Omstedt, G  
Spridning av luftförorening från skorsten i konvektiva  
gränsskikt  
Norrköping 1982
- Nr 38 Törnevik, H  
An aerobiological model for operational forecasts of pollen  
concentration in the air  
Norrköping 1982
- Nr 39 Eriksson, B  
Data rörande Sveriges temperaturklimat  
Norrköping 1982
- Nr 40 Omstedt, G  
An operational air pollution model using routine meteorologi-  
cal data  
Norrköping 1984
- Nr 41 Christer Persson and Lennart Funkquist  
Local scale plume model for nitrogen oxides.  
Model description.  
Norrköping 1984
- Nr 42 Stefan Gollvik  
Estimation of orographic precipitation by dynamical  
interpretation of synoptic model data.  
Norrköping 1984
- Nr 43 Olov Lönnqvist  
Congression - A fast regression technique with a great number  
of functions of all predictors.  
Norrköping 1984
- Nr 44 Sten Laurin  
Population exposure to SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> from different sources in  
Stockholm.  
Norrköping 1984
- Nr 45 Jan Svensson  
Remote sensing of atmospheric temperature profiles by TIROS  
Operational Vertical Sounder.  
Norrköping 1985
- Nr 46 Bertil Eriksson  
Nederbörds- och humiditetsklimat i Sverige under vegetations-  
perioden  
Norrköping 1986







Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut  
601 76 Norrköping. Tel 011-15 80 00. Telex 64400 smhi s.