

STATISTISK ANALYS
AV NEDERBÖRDSDATA
Del III 200-åriga nederbördsserier

av Bertil Eriksson

STATISTISK ANALYS
AV NEDERBÖRDSDATA
Del III 200-åriga nederbördsserier

STATISTICAL ANALYSIS
OF PRECIPITATION DATA
Part III Precipitation data from the
latest two centuries

av Bertil Eriksson

Issuing Agency Swedish meteorological and hydrological institute	Report number RMK 27	
	Report date Aug. 1980	
Author(s) Bertil Eriksson		
Title (and Subtitle) Statistical analysis of precipitation data. Part III Precipitation data from the last two centuries.		
Abstract Long series of precipitation data exist from measurements made at the old astronomical observatory in Stockholm. A rather complete series from 1785 is available. In Uppsala measurements of precipitation amounts started as early as 1739 by Anders Celsius. Unfortunately this series has a lot of interruptions so the values before 1780 are not used in this study. It is easily found that the measurements during certain early periods gave much too low values. Correction factors are applied. The monthly and annual values are treated by low-pass filters in order to eliminate the high frequencies. The filtered values are plotted and the curves show large oscillations from one period to another. But no constant periods or amplitudes are found. In a long time perspective no secular trends of the precipitation climate are found in the series from the eastern parts of southern Sweden. The variability of the precipitation amounts is also studied. The results found are that the variability during the two centuries has been very constant.		
Key words Precipitation, inhomogeneity, low-pass filtering, secular trend, variability.		
Supplementary notes	Number of pages 54	Language Swedish
ISSN and title 0347-2116 Statistical analysis of precipitation data. Part III. Precipitation data from the last two centuries.		
Report available from: Liber Förlag - Allmänna Förlaget, S-196 43 VÄLLINGBY		

Förord

Ett varmt tack framföres härmed till alla som bidragit till genomförandet av del III av "Statistisk analys av nederbördsdata". I första hand vill jag rikta mitt tack till programmerare Lenny Johansson, som på ett skickligt och förtjänstfullt sätt utfört programmeringsarbetena avseende datakorrigeringen och de statistiska tidsserieanalyserna. Programmerare Torbjörn Källman har under sin praktikanttjänstgöring vid SMHI med stort intresse programmerat tabellutskrivningsdelen och plottningen av histogrammen. Ett hjärtligt tack till f.d. instrumenttekniker Folke Waxell, i Uppsala, som letade rätt på den gamla Celsiusmätaren i Uppsala, och som gav mig värdefull information om nederbördsmätningarnas utförande i Uppsala.

Huvudparten av diagrammen har plottats av Inger Lundin och de har renritats av Gun-Britt Rosén. Renskrivningen av manus har utförts av Anneli Johansson. Ett tack också till övriga SMHI-medarbetare, t.ex stansoperatriser, tryckpersonal m.fl, som har utfört ett gott arbete.

Någon del IV i serien "Statistisk analys av nederbördsdata" som annonserades i förordet till del I kommer troligen inte att färdigställas.

Norrköping augusti 1980

Bertil Eriksson

Sammanfattning

Två 200-åriga serier av nederbördsdata från Stockholm och Uppsala har studerats. Data har huvudsakligen analyserats ur tidsseriesynpunkter för att finna om några långtidsförändringar av nederbördsklimatet kan konstateras.

Det är lätt att konstatera att både Stockholms- och Uppsalaserierna visar alltför låga nederbördsvärden under hela eller delar av 1700- och 1800-talen. Med utnyttjande av mätserier från Västerås och Experimentalfältet samt studier av stationernas historik, är det möjligt att i några fall fastställa exakta tidpunkter för homogenitetsbrott. Flera fakta talar för att de tidigare Stockholmsvärdena är tämligen korrekta, vilket ger en möjlighet att korrigera de uppenbart felaktiga Uppsalavärdena. Detta därför att Stockholm- och Uppsalaområdena har samma nederbördsklimat. Från omkring 1830 verkar Uppsalas nederbördsvärden ligga på rätt nivå, vilket ger en möjlighet att finna en korrektion till Stockholms värden, vilka har korrigerats med faktorn 1.38 för perioden 1812-1875. Uppsalas värden har multiplicerats med 1.58 för perioden 1780-1815 och med 1.40 under perioden 1816-1835. Någon årsvariation av korrektionernas storlek prövades ej, men resultaten tyder på att så kunde ha varit befogat.

Både korrigerade och okorrigerade värden har fått passera olika statistiska "low-pass"-filter. Resultaten av en utjämning över 23 år redovisas i diagramform för både års- och månads-nederbördssummor. Det kan konstateras från dessa diagram, att stora svängningar ifråga om nederbördsmängder förekommer från en tidsperiod till en annan. Svängningarna har inte konstant period, vilket även framgår av utförd autokorrelationsanalys. Betraktar man korta tidsperioder, kanske upp till 40 år, kan man konstatera tydliga trender till ökande eller minskande nederbördsmängder. Ser man fluktationerna i ett längre tidsperspektiv, t.ex tidsperioder av ett sekel, kan man inte spåra några indikationer på långsamt gående förändringar mot ett torrare eller nederbördsrikare klimat i Östra Svealand. Men de svängningar med låg frekvens, som signalerna från tidsserierna visar, är betydande, och de kan påverka grundvattentillgång, behovet av konstbevattning inom jordbruket, planeringen av elkraftproduktionen m.m.

Långtidsförändringar av tidsseriernas variabilitet har studerats genom att skatta standardavvikelsen ur konsekutiva 31-årsperioder. Resultaten, som endast redovisas för Stockholmsserien i diagramform, visar att variabiliteten hos nederbördsklimatet knappast har förändrats signifikant under de två seklen. De förändringar som onekligen framgår av kurvorna i vissa fall kan sannolikt till stor del skyllas på otillfredsställande mätningar under den studerade periodens första

hälft. Ett oväntat resultat är, att standardavvikelser beräknade från olika 31-årsperioder visar så stor stabilitet, trots att medelvärdena svänger.

Stor försiktighet bör iakttas vid användningen av gamla nederbördsserier för att studera klimatförändringar. Pga att nederbördsmängdernas storlek beror på en mängd slumpmässiga komponenter anser författaren att s.k. normalvärden för nederbörden, som behövs bl.a som referensvärden, bör beräknas från längre tidsperioder än 30 år för att medelvärdena skall kunna betraktas som goda skattningar av de "sanna" medelnederbördsbeloppen.

Summary

Two data sets with precipitation measurements from the two latest centuries have been studied for stations in the Stockholm area. Measurements of precipitation amounts started at Uppsala as early as 1739 and in Stockholm in 1785.

It is easy to demonstrate that both the time series from Uppsala and from Stockholm show too low values during certain parts of the early period. One of the main reasons for the low values reported from Stockholm is that the precipitation gauge was placed 3.7 m above ground level at a hill, which gave very high losses due to wind effects. At Uppsala the same type of instrument has been used until the middle of 1950th. The series from Uppsala seems to be rather homogeneous from about 1835. The reason why the measurements performed during the period before that date are too low has not been found.

The following corrections, due to inhomogenities, have been applied. The Stockholm values during the period 1812-1875 have been corrected with a factor 1.38. The same factor has been used for all months, something that might be questionable based on obtained results. The Uppsala series is corrected as follows. Values from the period 1780-1815 have been multiplied by 1.58 (The values before 1780 have not been treated here) and during the period 1816-1835 by 1.40.

Both the uncorrected and corrected values have been treated with low-pass filters. Four different filters have been tried, but only results from that one using 23 points and with weights proportional to binomialcoefficents are presented in the form of diagrams showing the time variations of monthly and yearly sums.

It is stated from a study of these curves that large fluctuation of the precipitation amounts have occurred from one period to another. The oscillations have no constant period and even the amplitudes are different from one period to another. The same result is obtained when a autocorrela-

tion method is used showing very low autocorrelation coefficients. Looking upon short time periods, up to maybe 40 years, one can discover very marked tendencies towards a drier or wetter climate.

If one studies the fluctuation in a longer time perspective, say time periods of a century, it cannot be argued that there exists any secular trends in the precipitation climate of the eastern parts of southern Sweden. However, the oscillations with low frequency, indicated in signals of the time series are of great importance e.g. for ground water levels, the need of irrigation, the planning of electricity production in hydroelectric systems.

The changes in the long run of the variability of precipitation amounts have been studied by calculating standard deviations from running 31 years periods. The results, which are shown in the diagrams for the Stockholm series, indicate that the variability of the precipitation climate hardly has changed significantly during the two centuries studied. The fluctuations of the standard deviation which are found may to a large extent be due to the measuring errors during the early years. An unexpected result is that the estimates of standard deviations from 31 years show such a high degree of stability in spite of the changing mean values.

Great precaution should be taken when using old precipitation data in studies of climate changes. Due to the fact that the amount of precipitation is an effect of a large number of random, interrelated components it is stated that the normal values, which are needed as reference, ought to be calculated from time periods longer than 30 years in order to give mean values that can be regarded as estimates of the "true" values.

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
2. Nederbörds­mätningars utförande	
2.1 Uppsalamätningarna	3
2.2 Stockholmsmätningarna	7
2.3 Data från andra platser i östra Svealand	11
3. Utförd bearbetning	
3.1 Filtrering	14
3.2 Autokorrelationsanalys	15
4. Resultatredovisning och försök till datakorrigering	
4.1 Okorrigerade tids­serier	18
4.2 Korrektionsfaktorer för homogenitetsbrott	19
4.3 Årsnederbördens utjämnade förlopp	20
4.4 Månadsnederbördens fluktuationer	
4.4.1 Januarnederbörden	22
4.4.2 Februarnederbörden	22
4.4.3 Marsnederbörden	24
4.4.4 Aprilnederbörden	24
4.4.5 Majnederbörden	26
4.4.6 Juninederbörden	26
4.4.7 Julinederbörden	28
4.4.8 Augustinederbörden	28
4.4.9 Septemb­ernederbörden	30
4.4.10Oktobernederbörden	32
4.4.11Novemb­ernederbörden	32
4.4.12Decemb­ernederbörden	34
4.5 Allmänna kommentarer	34
4.6 Kommentarer till autokorrelationsanalysen	35
5. Lokala eller regionala mönster ifråga om nederbördens tidsvariationer?	37
6. Korrigerade grunddata, frekvensfördelningar samt medelvärden, percentiler och spridningsmått	39
7. Referenser	53

1. Inledning

Regelbundna uppmätningar av nederbördsmängder i Sverige startades av astronomer, läroverkslektorer m.fl. omkring mitten av eller under senare delen av 1700-talet. I Lund började mätningar 1753, i Uppsala 1739 och i Stockholm 1785 för att nämna några exempel. Från Västerås finns en serie nederbördsdata för perioden 1786-1801. I denna undersökning har endast data från Östra Svealand kommit till användning. Uppsala-serien, som publicerades av T. Wigert 1893, innehåller tyvärr ett flertal luckor. Åren 1766 och 1767, 1770-72 samt åren 1832-35 saknas de flesta månadssummorna. Av denna och andra anledningar har perioden 1739-1779 från Uppsala ej medtagits i bearbetningarna.

Syftet med studien har varit att beskriva långtidsförändringar av nederbörds klimatet i Östra Svealand. Data från de två senaste seklen har använts. Den stora frågan är då om de trender, som man kan väntas finna, verkligen är reella eller beror på inhomogeniteter i serierna till följd av förändringar i observationsteknik, t.ex. byte av mätinstrument, byte av observatör, flyttning av mätare, förändringar av omgivningarna runt mätplatsen (uppväxande träd, nya byggnader etc).

Dokumentationen från 17- och 1800-talen angående hur och var mätningarna utfördes är mycket bristfällig eller saknas helt. Man har anledning misstänka att serierna kan vara starkt inhomogena, och det kan möjligen vara så att de tidigaste mätningarna är helt oanvändbara. Detta skulle kunna vara en orsak till att de långa nederbördsserierna från Uppsala och Stockholm endast har analyserats i ringa omfattning. Däremot har temperaturserierna, speciellt den från Stockholms gamla observatorium, varit föremål för flitigt analyserande.

Av publicerade arbeten, där tidiga nederbördsobservationer behandlas, måste i första hand nämnas von Ehrenheims utmärkta skrift "Om Klimaternas rörlighet", som publicerades 1824. Här finns beskrivningar och bearbetningar av tidiga observationer av nederbörd, avdunstning, temperatur, isläggning, islossning m.m. Naturligt nog kommer författaren inte in på någon diskussion rörande de meteorologiska observationernas tillförlitlighet. I Wigerts bearbetning av månads- och årsnederbördssummorna för perioden 1739--1890 berörs ej heller i vad mån man kan lita på de utförda nederbördsmätningarna.

Vid slutet av 1800-talet blev man uppmärksam på felkällorna vid nederbörds-mätning. Lektor Hjeltström gjorde en utmärkt analys av olika feltyper. Hans resultat stämmer väl överens med vad dagens meteorologer kommit fram till. Under stor del av 1900-talet, t.ex vid bearbetningen av standardnormalperioden, 1901-30, tycks de av Hjeltström påpekade felkällorna och felens storlek vara bortglömda.

H. E. Hamberg var väl medveten om vilka fel som kan förekomma vid nederbördsuppmätningar och han gjorde åtskilliga jämförande mätningar med olika instrumetnuppställningar och mätare med och utan vindskärm. I ett arbete från 1910 påpekar han att nederbördsvärdena från Observatoriekullen i Stockholm "beklagligtvis ännu i ganska sen tid visar för låga värden". Från 1893 anser han emellertid att värdena är tillfredsställande.

A. Ångström publicerade i sin bok "Sveriges klimat" månadsvärden i diagramform av nederbörden uppmätt i Stockholm från år 1875. Han gör dock ingen kommentar om att nederbördsvärdena under de första ca 20 åren är alltför låga. T. Andersson däremot refererar till Rubenson och Hamberg beträffande de för låga nederbördsvärdena från Stockholm i sitt arbete "Swedish temperature and precipitation records since the middle of the 19th century." I detta arbete finner man frekvensfördelningar redovisade, 10-, 30- och 108-årsmedeltal, intersekuensiell variabilitet, standardavvikelse, skevhet, kurtosis, autokorrelation, percentiler och extremvärden. Detta är alltså en ganska fullständig statistisk beskrivning av materialet.

C Morales har använt årsnederbördssummor från Stockholm från perioden 1873 till 1970 i sin artikel "Rainfall Variability - A Natural Phenomenon". Han redovisar löpande 10-års medelvärden och ackumulerade avvikelser från medeltalet för perioden 1873-1970. Han utgår från att serien är homogen med pålitliga mätningar och finner då ett ackumulerat deficit under 20 år från 1873 till omkring 1893 på inte mindre än 1800 mm, vilket är drygt tre normala årsnederbördsmängder. Detta är utan tvekan en överskattning. Dessa värden refereras av Castensson et al i "Vatten i natur och samhälle."

Modén och Nyberg har beskrivit Stockholms-områdets nederbördsklimat. Deras redogörelse behandlar främst rumsfördelningen i form av medeltal för perioden 1931-60 samt nederbördsintensitet och nederbördsvaraktighet. Data behandlas emellertid ej ur någon tidsserieaspekt.

2. Nederbörds­mätningarnas utförande

2.1 Uppsalamätningarna

Nederbörds­mätningarna startades av Anders Celsius 1739. Mätningarna utfördes ursprungligen vid det gamla astronomiska observatoriet inne i staden. Mätaren stod i en stor trädgård vid Svartbäcksgatan. Celsius konstruerade en nederbörds­mätare (se figur 1 och 2) eller "udometer", som instrumentet kallades till en början.



Figur 1. Nederbörds­mätare av typ Celsius. Denna typ av instrument användes för nederbörds­mätningar i Uppsala under tiden 1739-1958. Till vänster f.d. prof. Gösta H. Liljequist, till höger f.d. instrumenttekniker Folke Waxell. Foto förf. 1979.



Figur 2. Celsius nederbörds­mätare (udometer) sedd snett uppifrån. Foto förf. 1979.

Mätaren ser ut som ett skåp eller kommod med kvadratisk uppsamlingsyta som är 4 svenska kvadratfot ($=3526 \text{ cm}^2$). Kvadratens sidor är 59.38 cm. Höjden över marken är 4 fot, dvs 1.2 m. Celsiusmätaren avviker starkt från den vanliga typen av nederbördsräknare. Skålen som fångar upp regn- eller snönederbörd är fast monterad i skåpet. Regnet rinner ned genom ett hål i skålens centrum till en uttagbar (genom en dörr i skåpet) mindre skål, som är 4 tum hög och vars basyta är 4 kvadrattum. Vid snönederbörd var man tvungen att trycka ner eller sopa och skrapa ned snön, så att den hamnade i den lilla skålen. Vid intensiva snöfall var det nödvändigt att se till mätaren och trycka ned snön innan den stora skålen blev överfylld. Man kunde avläsa nederbördsmängden med stor noggrannhet, och man publicerade till en början mängden i tusendelar av tum, men påpekar mycket riktigt: "Vi anger i våra tabeller tusendelar av tum, inte för att vi tror denna grad av exakt-
het är nödvändig och av någon betydelse i den här typen av observationer, men väl därför att vår mätmetod tillåter oss att ta hänsyn till den". I varje fall från 1930-talet användes tre olika nederbördsräknare. Förutom Celsiusmätaren användes Hellmans registrerande nederbördsräknare samt den typ som användes i det officiella nätet av nederbördsstationer, som drevs av Statens meteorologiska och hydrologiska anstalt. I Uppsala-bulletinerna, där resultaten av de meteorologiska mätningarna löpande publiceras, finns ej angivet från vilken nederbördsräknare de angivna mängderna härrör.

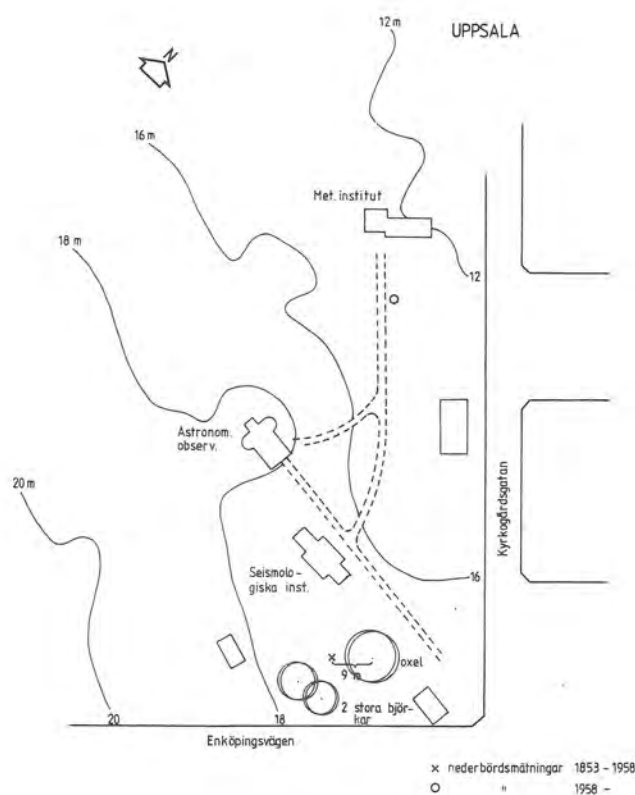
1868 övergick man vid publiceringen till metersystemet och angav dygnsnederbörden (kl 08-08) i hundradels mm. 1925 övergick man till att endast ange tiondelar. Någon kommentar till detta ges ej i Uppsala-bulletin och om det möjligen skedde i samband med att man bytte mätinstrument. Mätartypen har aldrig varit försedd med vindskärm. Denna typ av räkare användes ända fram till år 1953 eller 1954. (enligt institutionstekniker Folke Waxell).

Andra typer av nederbördsräknare ha kommit till användning periodvis under 1800-talet, men de värden som publicerats torde vara de som erhållits från Celsiusmätaren. Hildebrandsson konstruerade en registrerande nederbördsräknare, som emellertid ej fungerade vid snönederbörd, varför den endast användes under tiden maj-sept.

När det nya astronomiska observatoriet var färdigställt (1853), i Observatorieparken ($59^{\circ} 52' \text{ N } 17^{\circ} 38' \text{ E } 13 \text{ m.ö.h.}$) flyttades de meteorologiska mätningarna dit. Se figur 3 och 4. Mätningarna sköttes av observatorieassistenter under professorernas överseende och hjälp. Under 1850-talet hette assistenten Schultz, som hade hjälp av Thalén, och professor var då Wackerbarth.



Figur 3. F.d. instrumenttekniker Folke Waxell på den plats där Celsius nederbördsräknare stod från 1853 till 1950-talet. Waxell skötte under åtskilliga år de meteorologiska observationerna och instrumenten. Foto mot W. av förf. 1979.



Figur 4. Skiss över platserna för nederbördsräkningar i Observatorieparken Uppsala

Mätplatsens läge framgår av fig. 3. Även om mätplatsen i stort varit densamma sedan 1853 (flyttningen på 1950-talet är obetydlig) måste man notera att förhållandena i mätplatsens omgivning har förändrats. En oxel, ca 9 m NNE om mätplatsen, växte kraftigt under årens lopp och enligt Waxell utbredde sig trädkronan alltför nära Celsius "udometer". Två stora björkar söder och sydost om mätplatsen har ej så kraftiga kronor som oxelträdet, och björkarna har sannolikt ej haft någon negativ inverkan på den mängd nederbörd, som Celsiusmätaren fångade upp.

Den relativt knapphändiga stationshistoriken ger inte mycket stöd vid sökandet av tidpunkter för eventuella homogenitetsbrott i nederbördsserien från Uppsala. Intressant är emellertid att kunna konstatera att samma instrumenttyp användes fram till någon gång under 1950-talet.

Figur 5 är ett panoramafoto taget med kamera försedd med fisheye-lins från nuvarande plats för nederbördsmätningarna. Bilden visar hur pass vindskyddad mätplatsen är av träd och byggnader i omgivningarna.



Figur 5. Panoramabild från nederbördsmätarens plats vid met. inst. i Uppsala. Foto. B Dahlström 1973.

2.2 Stockholmsmätningarna

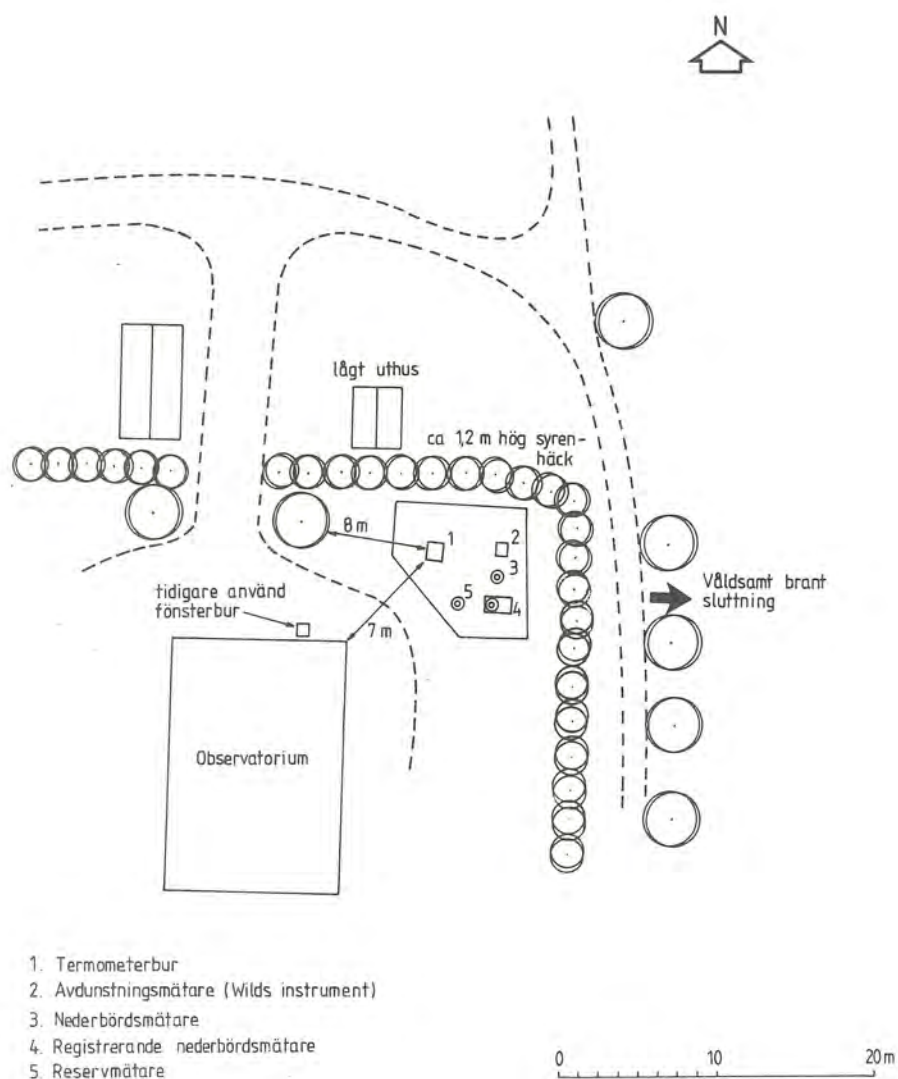
Kvantitativa nederbörds-mätningar i Stockholm startades av Nicander 1785. Tidigare hade nederbördsobservationer utförts på så sätt att man antecknat om olika typer av nederbörds-slag förkommit. Han utförde 3 dagliga observationer och från 1787 utfördes även avdunstningsmätningar. Under sin sjukdom och efter sin pension 1803 hade han hjälpredor, som under hans överinseende gjorde observationerna. Allt tyder på att mätningarna under Nicanders tid är utförda med stor omsorg. Vad som hände med nederbörds-mätningarna efter hans död tycks vara svårt att spåra. Var det en mindre noggrann observatör som tog över, flyttades mätaren eller bytte man mätartyp? Hur nederbörds-mätaren såg ut, som Nicander använde, har ej varit möjligt att finna uppgifter om.

Lindholm lämnar följande information i en inspektionsberättelse från 1915. "Vid Observatoriet fanns dessutom i förvar en nederbörds-mätare av annan modell än den för de svenska stationerna fastställda. Dess mantelyta var konisk och mätaren sålunda i form av en ihålig stympad kon med den öppna smalare ändan uppåt. Mätaren var försedd med skyddsskärm och antogs tillhöra Met. Anst." Denna mätare har ej kunnat spåras upp, och det är möjligt att denna mätare har använts innan met. anstaltens officiella mätare började användas. Det är anmärkningsvärt att mätaren var försedd med vindskärm. Observationerna utfördes sannolikt på Observatoriekullen, ($59^{\circ} 21' N$, $18^{\circ} 04' E$) där Vetenskapsakademiens sekreterare Wargentín började göra meteorologiska observationer 1754.

Det finns föga lättillgängligt material som ger information om nederbörds-mätningarnas utförande under 1800-talet. Något speciellt har troligen inträffat ca 1811. Möjligen har mätaren flyttats från en lägre nivå till en högre eller något annat för mätserien olyckligt inträffat. Rubensson skrev 1874. "I Stockholm har den uppmätta nederbörden alltsedan 1811 varit särdeles liten och i intet afseende jämförlik med hvad den var i slutet af förra och början af innevarande sekel. Detta hastiga aftagande måste ovillkorligen mana till försiktighet, och det ligger nära till hands att antaga, att vid nämnda tidpunkt en mindre noggrann observationsmetod börjat användas". Hamberg har dokumenterat att 1 sept 1875 flyttades nederbörds-mätaren från en höjd av 3.7 m över marknivån till 1.2 - 1.4 m.ö.h. Detta kan vara, men troligen ej den enda, förklaring till de låga nederbördssiffrorna under en stor del av 1800-talet.



Figur 6. Nederbördsuppsamlingskärlet av den typ som använts vid nederbördsräkningar på Observatoriekullen. Den gamla vänstra försågs med vindskärm 1894. Det mellersta, mörka nederbörds-kärlet, medförde större avdunstningsförluster än den högra, numera sedan 1960 använda nederbördsräkaren. Foto. förf. 1979.



Figur 7. De meteorologiska instrumentens uppställning på Observatoriekullen i Stockholm. Enligt skiss av H. Vedin 1970.



Figur 8. Panoramabild från nederbördsjäätaren på gamla observatoriet i Stockholm. Foto. A. Dagsten. 1974.



Figur 9. Nederbördsjäätarens uppställning på Observatoriekullen. Foto H Vedin 1970.



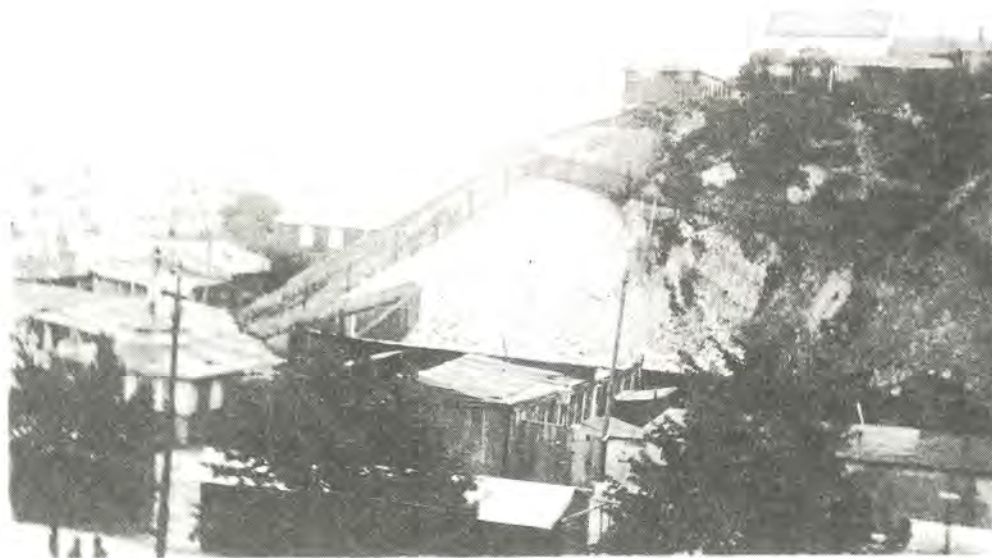
Figur 10. Utsikt mot SW över Stockholm från Stockholms gamla observatoriebyggnad. Foto H Vedin 1970.

En bild av de nederbördsmätare som använts på gamla observatoriet i Stockholm visas i figur 6. Nederbördsmätaren försågs med vindskärm 1894. 1960 utrustades stationen med mätare av lättmetall.

Nederbördsmätarens uppställning framgår av skiss, fig 7, och foton, fig 8, 9 och 10. Det har skett gradvisa förändringar på Observatoriekullen under årens lopp. I början på 1900-talet var platsen mera öppen, medan den nu har ett flertal stora parkträd. Vindexponering av nederbördsmätaren har alltså gradvis ändrats.

Figur 11 är ett foto, som visar den nordöstra delen av Observatoriekullen, taget 1922. Fotot har välvilligt ställts till förfogande av B. Rodhe.

Man ser av detta foto taget från Odengatan 24 2 tr att mycket har förändrats uppe på Observatoriekullen från 1920-talet till våra dagar. På fotot ser man flera byggnader som inte finns idag och att kullen inte var så trädbevuxen som f.n.



Figur 11. Observatoriekullen (nordöstra delen) i solnedgången den 30 maj 1922. I bakgrunden skymtar Johannes kyrka. Foto Rodhe.

Observationernas kvalitet från Stockholms gamla astronomiska observatorium har naturligtvis växlat under årens lopp beroende på det intresse och den noggrannhet ansvarig observatör visat och instrumentens egenskaper samt mätplatsens lämplighet för nederbördsmätningar. H. Vedin gjorde följande uttalande efter inspektion 1970. "Stockholm är sedan 1958 en av Sveriges bästa stationer när det gäller temperatur och nederbörd".

2.3 Data från andra platser i Östra Svealand

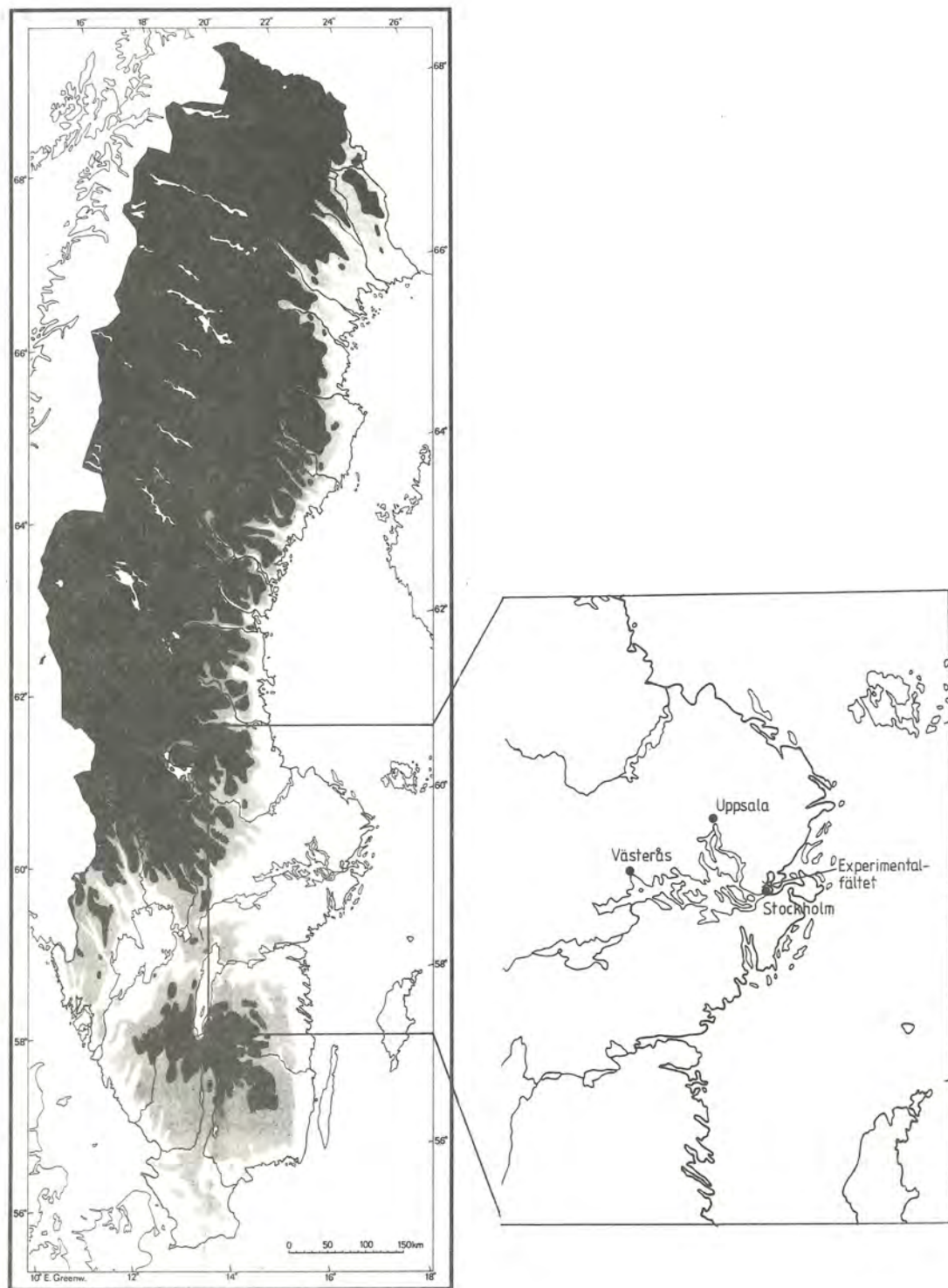
Under tidsperioden juni 1881 t.o.m dec 1962 gjordes nederbördsmätningar vid Experimentalfältet ($59^{\circ} 22' N$, $18^{\circ} 04' E$, h.ö.h 14 m), som ligger 2.5 km N Stockholms gamla observatorium. Denna serie är sannolikt homogen och har använts för jämförelse med serien från Observatoriekullen.

Ett foto från 1939 (fig 12) visar att Experimentalfältet under en period var utrustad med inte mindre än fyra nederbördsmätare mycket prydligt uppställda i trädgården tillhörande Kungl. Lantbruksakademin, där en trädgårdsskola drevs.

I Västerås utförde lektor Avelin mycket ordentligt journalförda väderobservationer under åren 1786 till 1801. Dessa data har också utnyttjats för jämförelse med Stockholmsserien.



Figur 12. De meteorologiska instrumentens uppställning vid Trädgårdsskolan, Experimentalfältet Frescati. Foto H Modén 1939.



Figur 13. Läget av de orter från vilka nederbörds­mätningar utnyttjats.

Av figur 13 framgår läget av de 4 ovannämnda orterna.

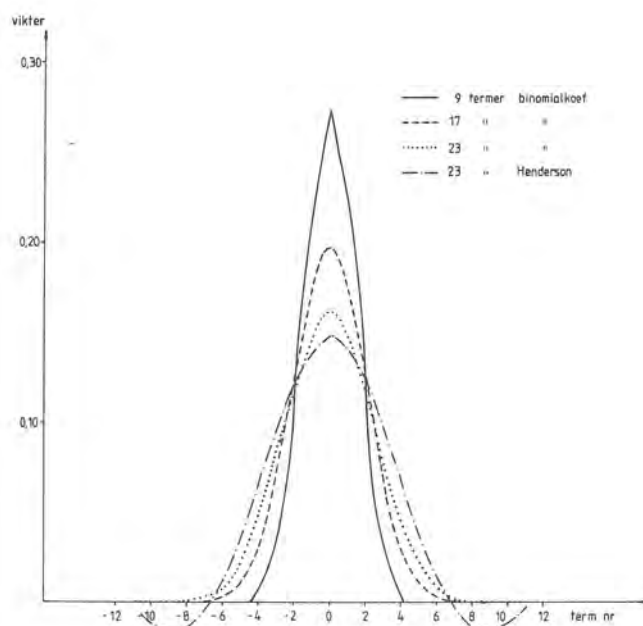
Man måste vara mycket försiktig då det gäller att dra slutsatser angående sekulära förändringar hos nederbörds klimatet. Detta beroende på de många olika fel, som kan förekomma vid nederbörds mätningar. Allmänt kan sägas att viss utveckling skett av mätmetodiken, så att dagens nederbörds mätare fångar något mera av den nederbörd som faller, än vad äldre tiders mätare gjorde. Detta framför allt därför att mätarna försetts med vindskärm. Avdunstningsförlusterna är mindre hos dagens lättmetallmätare. Dessa har dessutom den fördelen att de är lätta att tömma och läckage till följd av frostsprängning inte förekommer.

Olika uppfattningar har också rått hur nära träd och byggnader en nederbörds mätare kan eller bör placeras. Tidigare instruktioner talade om att "mätaren bör om möjligt ej stå närmare träd, hus eller andra föremål än två gånger dessas egen höjd". Senare tiders uppfattning är att mätarna bör stå så vindskyddade som möjligt för att hålla det aerodynamiska felet så lågt som möjligt. En rekommendation från en arbetsgrupp fastställde följande regler omkring 1970. "Tillfredsställande vindskydd i form av buskar, träd och byggnader, som når minst 20° över horisonten bör finnas i alla riktningar. Dock skall i regel höjdvinkeln till omgivande föremål ej överstiga 45° . För enstaka smala hinder såsom träd kan höjdvinklar upp till 60° tolereras".

3. Utförd bearbetning

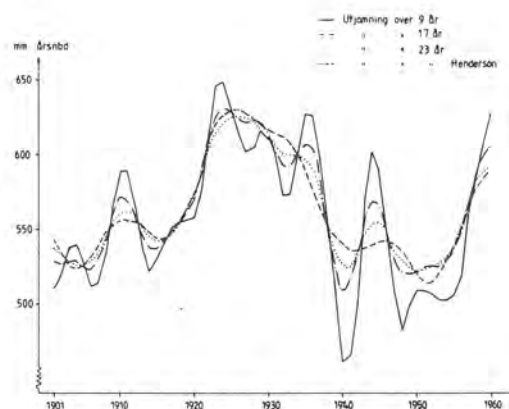
3.1 Filtrering

Metoden med statistiska filter, som filtrerar bort de högfrekventa svängningarna, har använts. Fyra olika filter har prövats. Ett filter, där 9 konsekutiva termer multipliceras med binomialkoefficienterna, ett där 17 termer användes och ett tredje där utjämnningen görs över 23 år. Det fjärde filtret använder också 23 termer, men vikterna är de s.k. Hendersonska (-.004, -.011, -.016, -.015, -.005, .013, .039, .068, .097, .122, .138, .148, .138, .122, .097, .068, .039, .013, -.005, -.015, -.016, -.011, -.004). De använda vikterna har lagts in i figur 14 (Kontinuerliga funktioner har ritats för att kunna åtskilja de 4 uppsättningarna av vikter i ett och samma diagram). Hendersons vikter avviker principiellt från binomialvikterna genom att använda sig av negativa vikter för några av de yttersta terminerna i sekvensen.



Figur 14. Viktfunktioner som provats vid låg-pass-filtreringen.

För månads- och årsvärden utfördes filtreringen av data-serierna från Uppsala, Stockholm och Experimentalfältet. Samtidigt beräknades standardavvikelsen för löpande 31-årsperioder. Beträffande Uppsalaserien måste redovisas att följande saknade månadsvärden har interpolerats med hjälp av Stockholmsserien. 1785:11, 1786:5 och 11, 1788:1, 2 samt 12, 1789:3, 1829:12, 1831:4, 1832:2 t.o.m 4 samt 6 t.o.m 12, hela 1833 och 1834 samt 1835 t.o.m juni. Värdena före 1780 har ej använts, då det inte finns någon serie att kontrollera värdena mot.



Figur 15. Jämförelse mellan olika filters förmåga till utjämning. Data avser Stockholms årsnederbörd 1901-60.

Skillnaderna i utjämningsgrad mellan de olika filtren belyses i figur 15, som ger utjämnade värden under de två standardnormalperioderna 1901-30 och 1931-60 för årsnederbörden i Stockholm. Utjämnning över 9 år lämnar kvar väl mycket av de högfrekventa svängningarna. Även 17 år bedömdes ge väl låg utjämningsgrad. Filtrering över 23 år med binomialfilter eller Hendersonfilter ger ganska likartade effekter. Binomialfiltret har i det följande valts vid resultatredovisningen, därför att dess responsefunktion är känd. Som framgår av exemplet i figur 15 är skillnaderna mellan de bägge olika 23-årsutjämnningarna inte särskilt stora.

3.2 Autokorrelationsanalys

Autokorrelationer beräknades för årsnederbörden i Stockholm 1880-1979. Beräkningarna gjordes för tidssteg ("lags") upp till 40 år. Standardproceduren FTAUTO i IMSL:n programbibliotek användes. De beräknade skattningarna är maximum-likelihood-skattningar enligt formlerna nedan. IMSL:n beteckningssätt har använts. Följande kvantiteter beräknades:

$$\text{AMEAN} = \frac{1}{LW} \sum_{i=1}^{LW} W_i, \text{ där } W_i \text{ är tidsserien av årsnederbördsvärden med längden } LW (= 100 \text{ år i vårt fall})$$

$$\text{ACV}_j = \frac{1}{LW} \sum_{i=1}^{LW} (W_i - \text{AMEAN}) (W_{i+j} - \text{AMEAN})$$

$j = 1.2 \dots 40$

ACV är autocovariansen för tidsdifferensen j år

$$\text{VAR} = \frac{1}{LW} \sum_{i=1}^{LW} (W_i - \text{AMEAN})^2 \text{ är variansen.}$$

$$\text{AC}_j = \text{ACV}_j / \text{VAR. } \text{AC}_j \text{ är autokorrelationskoefficienten för tidsförskjutningen } j \text{ år.}$$

$$\text{PACV}_j = \begin{cases} \text{AC}_1 & \text{för } j=1 \\ \frac{\text{AC}_j - \sum_{i=1}^{j-1} (\text{AC}_{j-i}) (\phi_{j-i,1})}{L - \sum_{i=1}^{j-1} (\text{AC}_i) (\phi_{j-i,1})} & \text{för } j=2, \dots, L \end{cases}$$

$$\text{Där } \phi_{jk} = \begin{cases} \text{PACV}_j & \text{om } k=j \\ \phi_{j-1,k} - (\text{PACV}_j) (\phi_{j-1,j-k}) & \text{om } k=1, 2, \dots, j-1 \end{cases}$$

PACV_j är den partiella autokorrelationskoefficienten med en tidsförskjutning av j steg.

"Power spektrum"-analys har ej utförts på autokorrelationsvärdena.



Figur 16. Utjämnade värden (över 23 år) av årsnederbörden enligt observationer i Stockholm (heldragen svart kurva), Uppsala (heldragen grön kurva) och Experimentalfältet (blå kurva). Streckad svart och grön kurva är filterade värden efter att korrektioner för inhomoginiteter införts. Röd heldragen kurva (skala till höger) är standardavvikelsen beräknad från löpande 31-årsperioder från Stockholms okorr. värden, streckad röd kurva motsvarande för korrigerade värden.

4. Resultatredovisning och försök till datakorrigering

4.1 Okorrigerade tidsserier

De med statistiska filter utjämnade dataserierna redovisas i diagramform. Endast utjämnningen över 23 år med binomialfilter redovisas. Standardavvikelsen, beräknad från inhomogena tidsserierna, för Stockholm har medtagits i diagrammen.

För Stockholms årsnederbörd har även lagts in överlappande standardavvikelser beräknade från korrigerade värden.

Vi kan börja med att studera årsnederbördens förlopp i Stockholm enligt figur 16. Enligt den heldragna kurvan för Stockholm skulle mycket kraftiga sekulära förändringar ha skett av nederbördsklimatet. Från ett högt startvärde i slutet av 1700-talet på drygt 630 mm per år har de redovisade årssummorna sjunkit till nästan halva detta värde, 322 mm, omkring år 1830. Därefter har nederbördsvärdena ökat succesivt till ett maximum på 630 mm omkring 1925, dvs samma belopp som vid 1700-talets slut.

Kan detta vara reellt?

Naturligtvis inte, vilket, som framgått tidigare, Hamburg och Rubenson, påpekat. Ser man i stället på Uppsala värdena förlöper klimatförändringarna helt annorlunda. Under slutet av 1700-talet redovisas mycket mycket låga årssummor, omkring 450 mm. Under 1800-talet ökar nederbörden enligt Uppsalaobservationerna till mitten av århundradet, då värden nära 600 mm uppnås. Från omkring 1880 svänger kurvorna för Stockholm och Uppsala ganska väl i takt. Kurvan för Experimentalfältet bekräftar att mätningarna från Uppsala och Stockholm under 1900-talet sannolikt är av acceptabel kvalitet. Men samtidigt visar kurvorna för de tre orterna, som i stort har samma nederbördsklimat, att ganska stora skillnader mellan närbelägna orter kan erhållas. T.ex år 1925 ger Stockholmsmätningarna det utjämnade värdet 626 mm, Experimentalfältet 589 mm och Uppsala värdet 559 mm. En viss del av skillnaderna kan bero på mättekniska skillnader som t.ex att Uppsalamätaren ej var försedd med vindskärm.

En kort kommentar skall också ges till kurvan, som visar årsnederbördens variabilitet, uttryckt med hjälp av standardavvikelsen beräknad från konsekutiva 31-årsperioder. Värdena var höga, 140-145 mm, i början av den studerade tidsperioden. Värdet sjönk till omkring 70 mm omkring 1860. Från omkring 1890 är värdena oväntat stabila, trots att medelvärdena varierat åtskilligt. Standardavvikelsen ligger i stort sett hela tiden under 1900-talet inom intervallet 90-100 mm.

De höga värdena på årsnederbördens variabilitet i början av den studerade perioden är sannolikt inte reella, utan de beror på att nederbördsobservationerna då var mera opålitliga. Standardavvikelserna beräknade från korregerade årssummor visar ett mera rimligt förlopp. Från omkring 1850 ligger värdena runt 100 mm, som troligen är en god skattning av "populationsvärdet", om man i detta sammanhang kan definiera en population om klimatet ej är stabilt.

Spridningen hos årsnederbördsdata för Uppsala, som ej redovisas, ligger genomgående under de värden som beräknas ur data från Stockholm. Under 1800-talets början erhöles värden mellan 50 och 60 mm. Under senare hälften av 1800-talet ligger värdena mellan 100 och 110 mm. Under 1900-talet erhålles värden på standardavvikelsen mellan 75 och 90 mm, dvs något lägre värden än vad Stockholmsserien ger. Slutsatsen man kan dra är att årsnederbördens variabilitet hållit sig konstant under senaste 100 åren. Det finns ingen antydning varken till ökande eller minskande variabilitet.

4.2 Korrektionsfaktorer för homogenitetsbrott

Finns det någon möjlighet att korrigera de uppenbart felaktiga nederbördsmängderna rapporterade från Uppsala och Stockholm under vissa tidsepoker under 17- och 1700-talen? Naturligtvis går det inte att finna de korrekta korrektionsfaktorerna, men ett försök har gjorts enligt nedan.

Utgångspunkten är att i medeltal för en viss tidsperiod erhåller Stockholm och Uppsala ungefär samma årsnederbördsmängd. Medelvärdena för 30-årsperioden 1931-60 ger exakt samma värde, 572 mm, för de bägge orterna. Årsnederbörden i Västerås, som också har använts i detta sammanhang, är drygt 70 mm lägre i medeltal.

Den första frågan som bör ställas är: Kan man anta att de relativt höga årsvärdena som Nicander i Stockholm var ansvarig för är korrekta? Under perioden 1786-1800 var årsmedelnederbörden i Västerås 433 mm och i Stockholm 505 mm, dvs 72 mm högre i Stockholm än i Västerås. Detta stämmer mycket väl med hur nederbördsfördelningen har varit under 1900-talet inom området ifråga. Slutsatsen måste bli att de tidiga Stockholmsmätningarna ligger på rätt nivå. Det finns inga skäl som talar för att värdena från Stockholm för perioden 1785-1811 skall korrigeras, trots att de första utjämnade värdena i serien ligger över 600 mm, dvs lika höga värden som omkring 1925. Denna slutsats leder till att det är möjligt att räkna fram en korrektion till de tidiga Uppsalavärdena.

Av årsdiagrammet kan man möjligen, fast det är en subjektiv bedömning, anta att samma korrektion av Uppsalas värden kan användas under perioden 1780 till 1815. Uppsalavärdena skall höjas med 58% för att komma i nivå med nederbörds-mängderna enligt data från Stockholm. Hur skall man förfara med den period under 1800-talets förra hälft, då ganska uppenbart både värdena från Uppsala och Stockholm var alltför låga? Det tycks vara så att något positivt händelse med nederbördsmätningars kvalitet i Uppsala några årtionden innan flyttningen till Observatorieparken ägde rum. Värdena förefaller ligga på rätt nivå i varje fall från 1835. Vi vet att ett homogenitetsbrott föreligger i Stockholmsserien år 1875, då mätaren flyttades ned från sin av blåst starkt utsatta läge på 3.7 m höjd över marken till en nivå ca 1.3 m.ö.m. Genom att anta att Uppsalavärdena under perioden 1835-1875 ligger tämligen rätt får man fram att Stockholmsvärdena skall ökas med 38%. Vi vet dessutom att ytterligare ett homogenitetsbrott finns i Stockholmsserien, vilket inträffade 1894, då mätaren försågs med vindskärm. Någon korrektion har emellertid ej applicerats på serien 1876-1894. Sannolikt medförde införandet av vindskärm att årsnederbördsmängderna ökade med ca 10%. Detta bör ihåggkommas vid studiet av nederbördsökningen i Stockholm fram till omkring 1925. Man bör också komma ihåg det gradvis ökande vindskyddet för nederbördsuppställningen genom den ökande vegetationen på Observatoriekullen.

Återstår att försöka finna en korrektion till Uppsalavärdena från omkring 1815 till omkring 1835, då värdena, som tidigare nämnts, verkar ligga på rätt nivå. Genom att använda de korrigerade värdena från Stockholm under perioden 1815 till 1835 finner man att Uppsalavärdena bör höjas med 40%. Om denna siffra och denna relativt subjektivt valda tidsperioden är lyckosamt valda framgår av diskussionerna nedan.

Samtliga månads- och årsvärden korrigerades enligt ovan nämnda korrektionsfaktorer och tidsperioder. Naturligtvis är det inte troligt att samma korrektioner skall användas vid regn- som snönederbörd, men det torde vara mycket svårt att komma fram till hur dessa korrektioner skall se ut. Serierna filtrerades på nytt med tidigare nämnda "low-pass"-filter, men endast de över 23 år med binomialfilter utjämnade värdena redovisas. Med streckade kurvor har dessa värden lagts in i tidigare nämnda diagram nr 16 på sid 17.

4.3 Årsnederbördens utjämnade förlopp

Man frågar sig då: "Hur har korrigeringen lyckats?". Av årsdiagrammet framgår att kurvorna för Stockholm och Uppsalas årsnederbörd befinner sig på samma nivå och svängningarna ligger i fas fram till omkring 1822. För perioden därefter fram till 1800-talets mitt har korrektionerna misslyckats. Kurvorna är helt ur fas omkring 1830.

Frågan är då. Är det Uppsalavärdena som korrigerats för mycket eller är det Stockholmsvärdena som erhållit en för liten korrektion? För att finna rätta svaret på den frågan måste andra arkivdokument studeras, vilket troligen är fullt möjligt, men som ej har utförts. Det bör vara möjligt att av väderanteckningar från perioden omkring 1830 finna om det förekom ett antal år omkring 1830, då mycket låga eller höga årsnederbördsmängder konstaterades. Stockholmsvärdet 1830 är 454 mm, vilket är det lägsta som förekommer under den nästan 200-åriga tisserien. Uppsalavärdet å andra sidan är vid samma tidpunkt drygt 600 mm, vilket är nästan lika högt som maximivärdet 605 mm år 1935. Något av värdena måste vara grovt felaktigt eller bägge värdena felaktiga, men med motsatta tecken på felen.

Att överenskommelsen är så dålig omkring 1830 kan också bero på att de interpolerade värdena för Uppsala för åren 1833-juni 1835 är för höga. Det är möjligt att korrektionsfaktorn 1.40 ej skulle tillämpats på denna period.

Från omkring 1850 tycks det finnas skäl att tro på Uppsalas värden igen. Vi finner ett minimum, 520 mm, i årsnederbörden omkring 1855, därefter en ökning fram till åren omkring 1867 med värden mellan 570 och 590 mm. Därefter följer ett antal år med låga årsnederbördsmängder. Minimum tycks ha inträffat på 1870-talet, då årsnederbördsmängderna i medeltal i östra Svealand låg omkring 460-480 mm.

De verkliga nederbördsmängderna, dvs de mängder som nått marken, är naturligtvis högre pga vind-, avdunstnings- och vätningsförluster vid nederbördens uppmätning. Några korrektioner för dessa fel finns det inte anledning att införa i detta sammanhang.

1870- och 1880-talen är sannolikt de torraste perioder som har förekommit i östra Svealand under de senaste två seklen. Därefter sker en långsam ökning av nederbördsmängderna fram till 1930-talet, men naturligtvis med vissa svängningar som överlagrats, den långsiktiga trenden. Troligen bör man sätta störst tillit till Uppsalaserien, därför att samma mätinstrument har använts. Den kraftigare ökningen enligt mätningarna på Observatoriekullen är delvis fiktiv pga införandet av vindskärm och gradvis minskade vindförluster vid nederbördsmätningarna. Detta påstående stöds även av nederbördsserien från Experimentalfältet, som är mera homogen än Stockholmsserien.

Från 1930-talet, då även temperaturen hade ett optimum, har nederbördsmängderna i Östra Svealand visat en nedåtgående trend, som utan tvekan är reell. Vid slutet av perioden ligger de utjämnade värdena på 520 mm från att ha legat på ca 600 mm på 1930-talet. Det är alltså en minskning på ca 13% på 50 år, vilket inte är oväsentligt. Sådana förändringar kan ha betydelse för lantbruket, och om lika stora förändringar kan konstateras inom avrinningsområden till älvar med utbyggd vattenkraft har sådana variationer i nederbörds klimatet stor betydelse för elkraftsproduktionen.

Studiet av förloppen hos de utjämnade kurvorna över nederbördens variation i tiden visar att relativt stora svängningar utan konstant amplitud och period förekommer. Trenderna är dock inte så stora som tidigare påståtts, när hänsyn ej tagits till nederbördsseriernas inhomogenitet.

4.4 Månadsnederbördens fluktationer

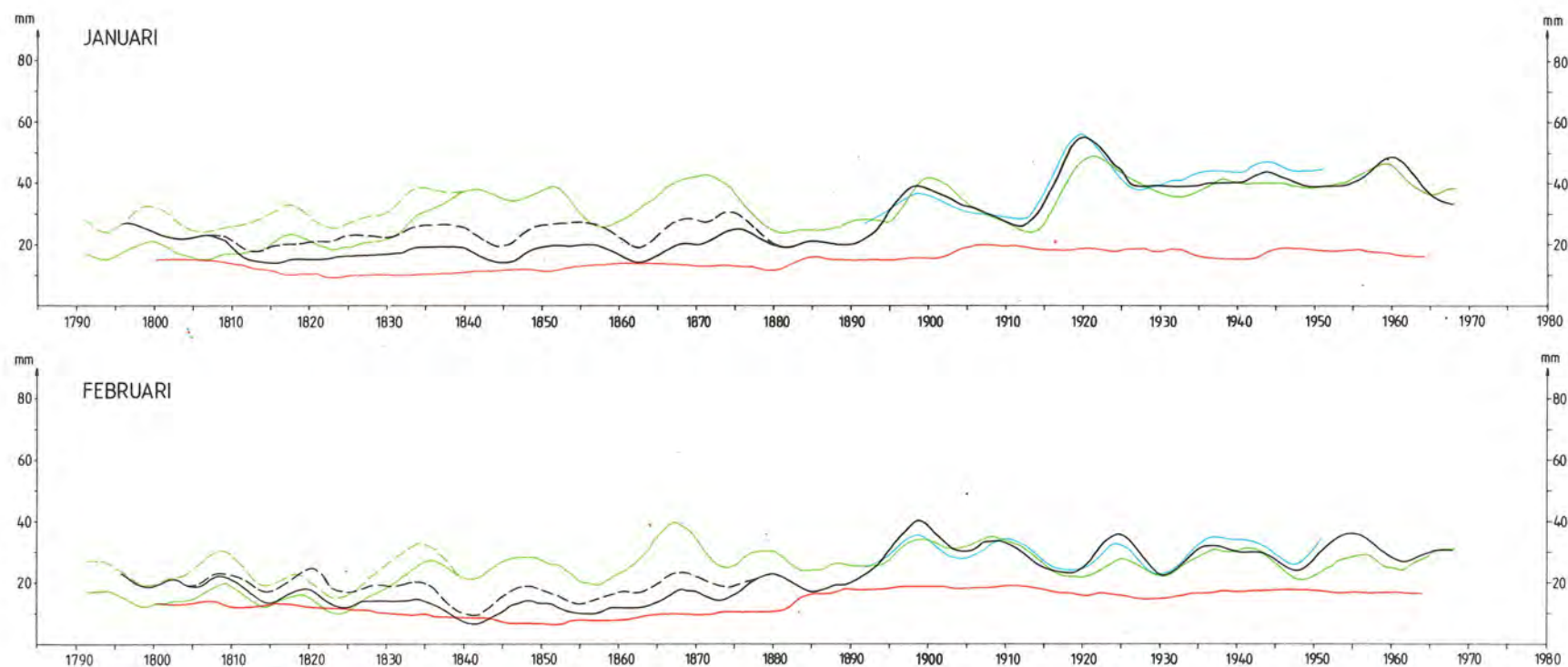
Kurvor presenteras även för de enskilda månaderna i figurerna 17:1 - 17:12.

4.4.1 Januarinederbörden

Januarikurvorna visar att Celsiusmätaren har fångat mera snönederbörd under 1800-talet än den mätartyp och mätaruppställning - betänk den stora höjden över marken - som användes på Observatoriekullen. Omkring 1920 förekom de nederbördsrikaste januarimånaderna, i de 200-åriga serierna från Uppsala och Stockholm. Då var januarisummorna i medeltal omkring 55 mm. Under de senaste årtiondena har januarivärdena legat ganska konstant runt 40 mm. Trots korrektionen är sannolikt värdena från Stockholm under 1800-talet för låga. Variabiliteten har hållit sig tämligen konstant under 1900-talet, och standardavvikelsen är omkring 17 mm.

4.4.2 Februarinederbörden

Mycket av vad som sagts beträffande januarikurvorna gäller också nederbördens tidsvariation beträffande februarimängderna. Mycket god överensstämmelse råder under 1900-talet för de tre tidsserierna från Stockholms observatorium, Experimentalfältet och Uppsala. Svängningarna har dock ett annat utseende i februari än under januari. Ett maximum inträffade vid slutet av förra århundradet, då nederbördssummorna för månaden låg mellan 35 och 40 mm. Variabiliteten uttryckt med standardavvikelse är mycket konstant och varierar inom intervallet 15-18 mm under periodens senare del. De lägre värdena under 1800-talet beror på de alltför låga mätvärdena i Stockholm.



Figur 17:1-2. Januari- och februarinederbördens variation i Stockholm (svart kurva avser G:a Observatoriet, blå kurva avser Experimentalfältet) och Uppsala (grön kurva) enligt observerade (heldragna kurvor) och korrigerade (streckade kurvor) utjämnade (över 23 år) tidsserier. Den röda kurvan ger standardavvikelse beräknat från successiva 31-årsvärden från Stockholms okorrigerade värden.

4.4.3 Marsnederbörden

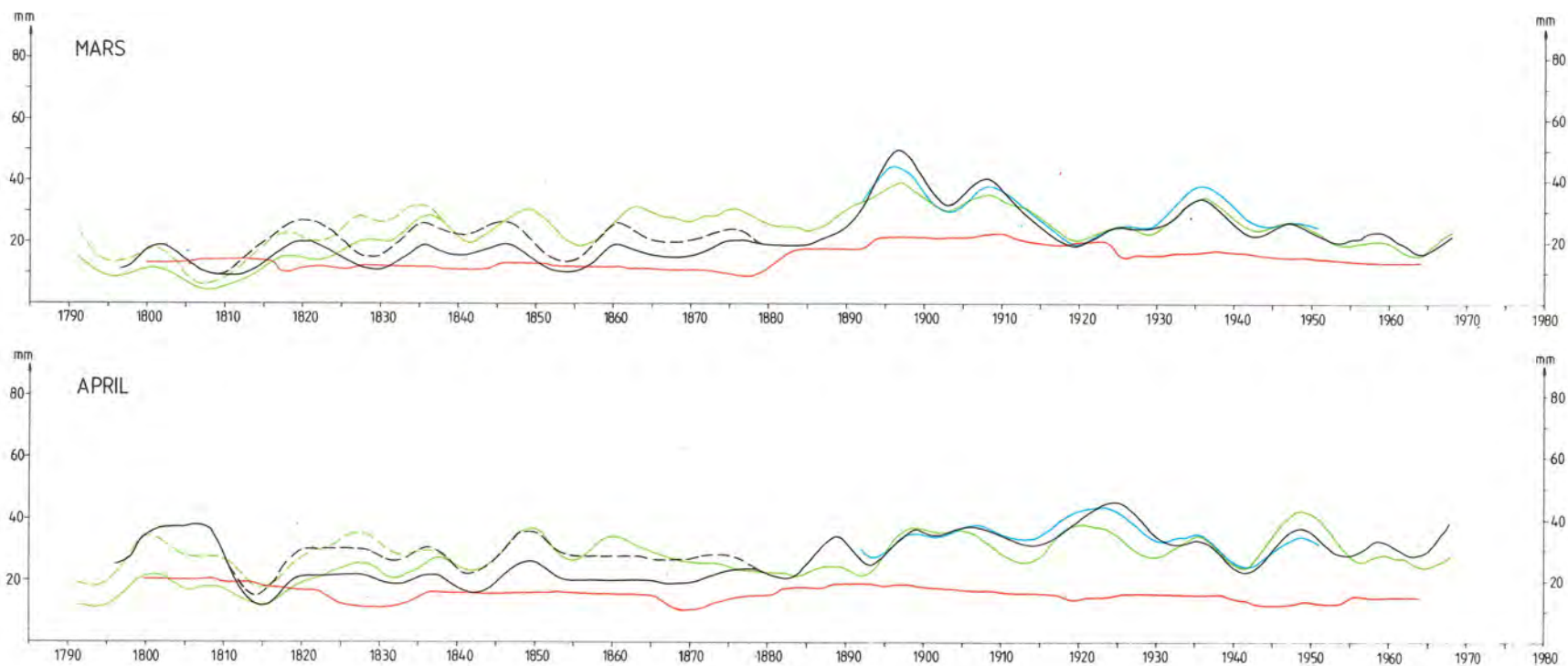
Marskurvorna uppvisar något större amplituder än föregående månadskurvor. Liksom föregående månader visar Stockholmsvärdena under 1800-talet att vindförlusterna varit mycket höga vid snönederbörd. Det framgår ganska klart att en högre korrektionsfaktor skulle använts för vintermånaderna än för månader med regnnederbörd. Ett aerodynamiskt fel finns naturligtvis även hos data från Uppsala, men detta fel är avsevärt mindre än det som vidlåter Stockholmsmätningarna, vilket beror på att mätaren i Uppsala varit lågt placerad. Möjligen är det också så att en mätare med stor kvadratisk uppsamlingsyta ger mindre vindförluster än en liten mätare med cirkulär uppsamlingsyta. Riklig nederbörd föll under marsmånaderna omkring 1895. Då ligger de filtrerade värdena mellan 40 och 50 mm. På 1920-talet var värdena endast hälften så höga. Från 1930-talet kan en nedåtgående trend spåras i tidsserierna. I motsats till januari- och februari-månaderna visar variabiliteten två olika nivåer, dels drygt 24 mm under tiden 1894-1923, dels 14-17 mm under perioden därefter. De värden på standardavvikelsen som redovisas för 1800-talet avser okorrigerade data, och detta är orsaken till de låga värdena, som alltså inte är reella.

4.4.4 Aprilnederbörden

Under april månad befinner sig de korrigerade värdena för Uppsala och Stockholm på samma nivå och svängningarna befinner sig ganska väl i fas med varandra. Man kan påstå att det inte förekommit några sekulära förändringar av nederbördsklimatet i östra Svealand under de studerade två seklen. Cykliska svängningar förekommer kring ett medelvärde på drygt 30 mm. Amplituden mellan högsta värdena, ca 45 mm kring 1925, och lägsta värdena, 22-25 mm omkring 1892, är alltså ca 20 mm, vilket procentuellt sett inte är något litet belopp.

Variabiliteten tycks ha varit högre vid åren omkring sekelskiftena än vid övriga tidpunkter. De senaste 30-årsperioderna har standardavvikelsen ganska konstant pendlat omkring 15 mm.

Den diskrepans mellan korrigerade värden som diskuterades beträffande årsvärdena omkring 1830 är också tydlig hos aprilkurvorna. Stockholmsvärdena i början av perioden förefaller alltför höga, vilket även återspeglas i de orimligt höga värdena på standardavvikelsen. Noteras kan den nästan fullständiga överensstämmelsen från 1895 mellan värdena uppmätta på Experimentalfältet och de på Observatoriekullen. Svängningarna är relativt stora men man kan knappast tala om trender. Högsta värdet, om man bortser från seriens första värden, är för Stockholmsområdet 54 mm år 1926 och lägsta värdet 23-25 mm år 1950.



Figur 17:3-4. Mars- och aprilnederbördens variation i Stockholm (svart kurva avser G:a Observatoriet, blå kurva avser Experimentalfältet) och Uppsala (grön kurva) enligt observerade (heldragna kurvor) och korregerade (streckade kurvor) utjämnade (över 23 år) tidsserier. Den röda kurvan ger standardavvikelse beräknat från successiva 31-årsvärden från Stockholms okorrigerade värden.

En viss, liten variation i tiden kan noteras för variabiliteten, som var något högre i början av detta sekel än under de senaste åren.

4.4.5 Majnederbörden

Från mitten av 1800-talet svänger kurvorna för de korrigerade månadsvärdena väl i takt och bägge ligger på i stort sett samma nivå. De tidigaste majmätningarna från Stockholm förfaller misstänkt höga. Det första utjämnade värdet ligger på 70 mm och så höga värden förekommer ej senare. Värdet på standardavvikelsen är också så högt, drygt 35 mm, att man med fog kan misstänka att något majvärde är alldeles för högt. Av tabell 3 framgår att värdet 180 mm från 1794 starkt avviker från övriga majvärden. Enligt karta publicerad i del II av "Statistisk analys av nederbördsdata" inträffar det en gång på 100 år att majnederbörden överstiger 110 mm. Värdet 180 mm (okorr) har alltså en mycket låg statistisk sannolikhet.

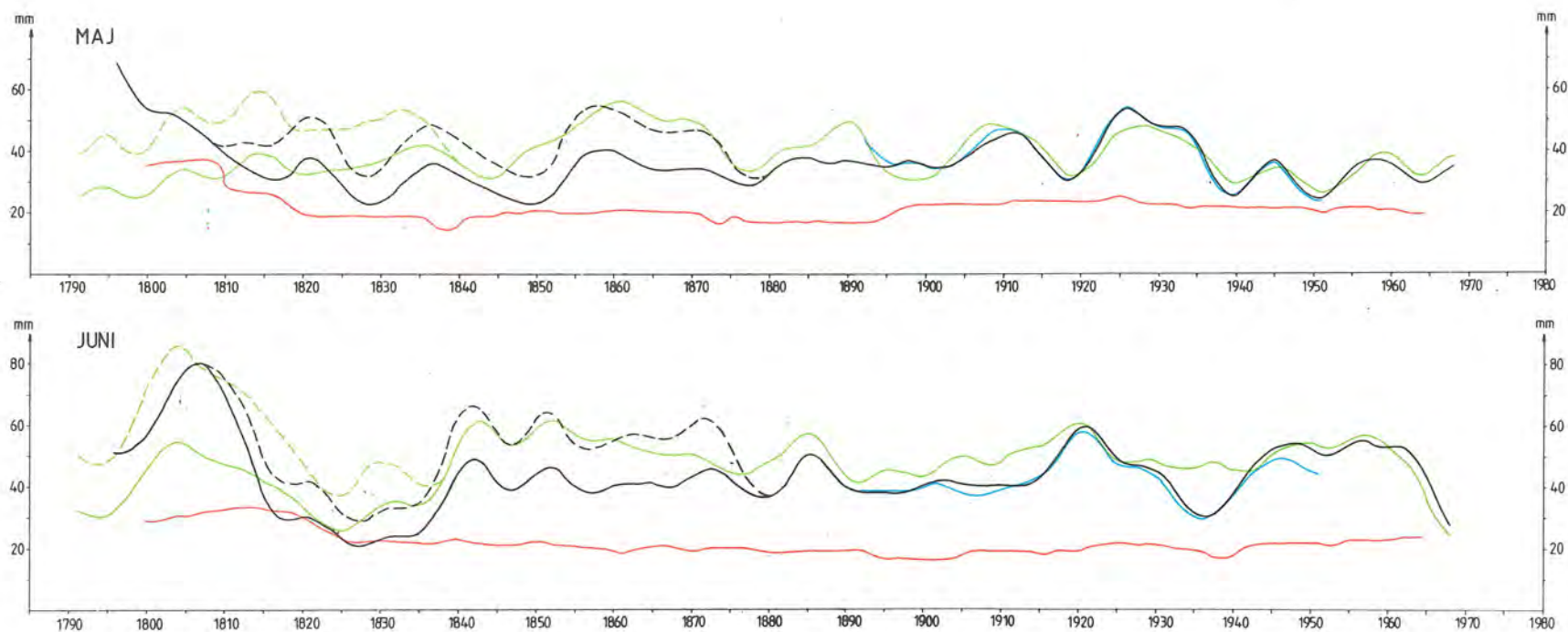
En granskning av originaldokumenten, dvs journalerna från Stockholms observatorium, tyder inte på att det skulle finnas några orimliga dygnsvärden. Man mätte nederbörden tre gånger per dygn och inga av dessa journalförda värden är orimliga.

Överensstämmelsen mellan Experimentalfältet och Stockholms gamla observatorium är - om man bortser från de allra första åren - mycket god och kurvorna är nästan helt sammanfallande.

Spridningsvärdena ligger från omkring 1820 ganska konstant runt 20 mm. Värdena var 16-17 mm under en period i slutet av 1800-talet, 23-25 mm i början av detta århundrade och har under senaste dekaderna åter svängt tillbaka till 20 mm. De höga värdena i periodens början beror på det höga majvärdet från 1794.

4.4.6 Juninederbörden

Nivån på de korrigerade junivärdena är överensstämmande, men Uppsalavärdena ligger högre än Stockholmsvärdena omkring 1830. Ännu större differenser förekommer 1935, då Uppsalavärdena ligger hela 18 mm över Stockholmsvärdena. Denna senare differens måste vara reell. Att så stora skillnader i utjämnade värden kan förekomma mellan två så pass närbelägna orter beror på juninederbördens stora andel av regn- och åskskurar. Även denna månad är överensstämmelsen mellan de bägge Stockholmsstationerna mycket god. Dock kan en skillnad på 7 mm noteras för sista punkten. Svängningarna är relativt kraftiga. Omkring 1920 låg månadssummorna omkring 60 mm, men 15 år senare hade



Figur 17:5-6. Maj- och juninederbördens variation i Stockholm (svart kurva avser G:a Observatoriet, blå kurva avser Experimentalfältet) och Uppsala (grön kurva) enligt observerade (heldragna kurvor) och korregerade (streckade kurvor) utjämnade (över 23 år) tidsserier. Den röda kurvan ger standardavvikelse beräknat från successiva 31-årsvärden från Stockholms okorrigerade värden.

nivån sjunkit till halva beloppet. Om de höga värdena på 80 mm 1805-06 är reella är svårt att säga.

Bortsett från de första årtiondena har standardavvikelsen legat omkring 20 mm. Med tanke på nederbördens skurkaraktär skulle man vänta sig att få större variationer i spridningsmättet från en 31-årsperiod till en annan.

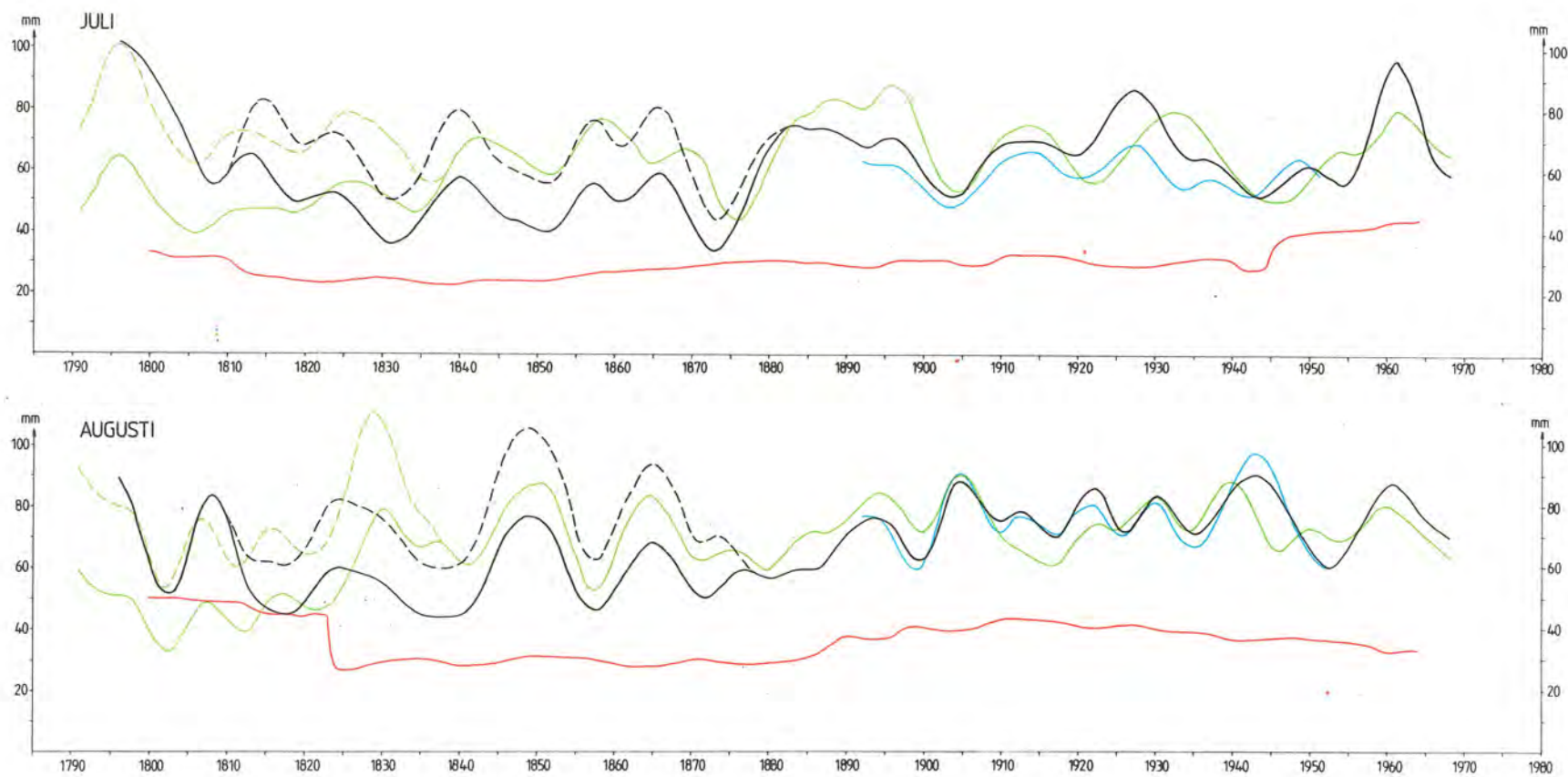
4.4.7 Julinederbörden

Med tanke på vad som sagts tidigare beträffande korrekcionernas storlek vid snö- resp regnnederbörd skulle man vänta sig att Stockholms korrigerade julivärden skulle, i allmänhet, ligga över Uppsalas okorrigerade värden. Så är emellertid knappast förhållandet enligt julikurvorna. Från senare perioden, då mätningarna betraktas som pålitliga, förekommer vissa tidsperioder stor skillnader mellan både Experimentalfältets och Stockholms värden och Uppsalavärdena. Stockholm har en topp 1961 på 97 mm, medan Uppsalavärdet är 81. 1926 visar Stockholmsdata värdet 87 mm, medan mätningar utförda 2.5 km längre norrut ger värdet 70 mm. Både Uppsala- och Stockholmsvärdena tyder på mycket nederbördsrika julimånader i slutet av 1700-talet. Stockholmsvärdet är så högt som 100 mm och även det okorrigerade Uppsalavärdet är högt. Man kan inte spåra några sekulära trender, men svängningarna runt medelförhållandena är avsevärda. 60-talets våta julimånader är på intet sätt unika. Det var lika nederbördsrikt omkring 1930 och i Uppsalatrakten under de sista ca 15 åren av förra århundradet.

Variabiliteten visar något högre värden, drygt 45 mm, under senaste tidsperioden än i början av detta århundrade, då värdena, liksom under 1800-talet, låg omkring 30 mm.

4.4.8 Augustinederbörden

I augusti ligger Stockholmsvärdena över Uppsalas värden från omkring 1840 till 1875, vilket tyder på att den applicerade korrektionen under denna tid är för stor. Augustikurvorna visar utpläglade svängningar, vars amplituder och våglängder varierar från en tidsperiod till en annan. Perioden 1820-1870 karakteriseras av stora amplituder och våglängder på ca 35 år. Perioden 1900-1940 kännetecknas däremot av mindre amplituder och våglängder än den förutnämnda tidsepoken. De korrigerade augustikurvorna tyder på att omkring 1830 är skillnaderna mellan Stockholms och Uppsalas nederbördsmängder orealistiskt stora. Det kan bero på att interpolationen av de saknade Uppsalavärdena ej har hög precision. Men stora skillnader kan förekomma. 1943 t.ex är differensen 22 mm. Avståndet mellan kurvorna vid tidpunkten 1829 är 33 mm. Man kan inte observera någon långtidsförändring av augustinederbörden.



Figur 17:7-8. Juli- och augustinederbördens variation i Stockholm (svart kurva avser G:a Observatoriet, blå kurva avser Experimentalfältet) och Uppsala (grön kurva) enligt observerade (heldragna kurvor) och korrigerade (streckade kurvor) utjämnade (över 23 år) tidsserier. Den röda kurvan ger standardavvikelse beräknat från successiva 31-årsvärden från Stockholms okorrigerade värden.

På korta tidsintervall t.ex 1940 till 1978 kan man dock notera en viss nedåtgående trend.

Kurvan som illustrerar variabiliteten hos de rapporterade augustimängderna avslöjar att fel kan tänkas förekomma i något augustivärde. Det kraftiga språnget från värdet centrerat kring 1823, 46 mm, till värdet 28 mm 1824, då värdet från 1808 ej längre ingår i skattningen av standardavvikelsen, beror på att det höga värdet 251 mm från 1808 ej längre ingår i beräkningen av standardavvikelsen. Enligt karta ingående i del II av denna rapportserie är sannolikheten, beräknad från gammafördelning, 1% att er-hålla en augustisumma överstigande 210 mm.

En kontroll av augustijournalen från 1808 visar att vid inte mindre än fyra tillfällen uppmättes dygnsmängder över 30 mm. Augusti 1808 var en månad, då mycket instabilt skiktad och fuktig luftmassa täckte Östra Svealand. En notering ur augustijournalen är värd att citera. "Den 7 augusti kl 3 em hördes några långvariga och starka åskknallar kvarpå genast följde en mycket häftig hagelskur. Hagelbollarna estimerades till ungefär en tums diameter och voro icke fullkomligt pellucida, utan i detta afseende liknande snöbollar af mycket kram snö som tillfyllest insupit vatn. Vinden var NW och alla norra fönstren blöfo sönderslagna."

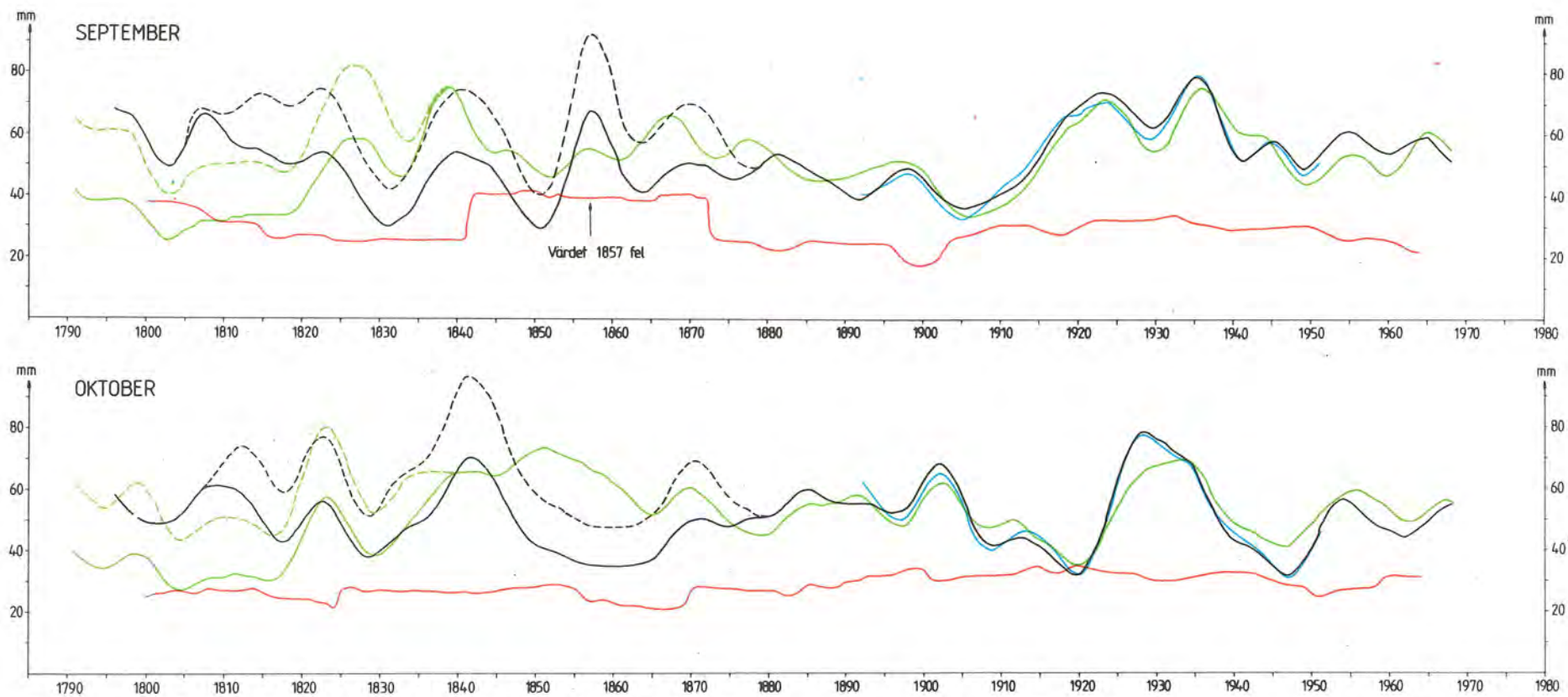
Variabiliteten har under 1900-talet visat en tendens till något avtagande värden, från 45 mm omkring 1910 till 35 för sista 31-årsperioden.

4.4.9 Septembernederbörden

För septemberserierna är paralliteten mellan de bägge kurvorna ganska svag under 1800-talet. Stockholmsvärdena ligger över de från Uppsala härstammade värdena fram till 1823. Under en period omkring 1857 är observationerna utförda på Observatoriekullen betydligt högre än de som utförts i Observatorieparken i Uppsala. Även de okorrigerade Stockholmsvärdena ligger högre än data från Uppsala visar.

Några från medelvärdet starkt avvikande månadssummor under perioden 1842-1872 medför att värdena på standardavvikelsen blir mycket höga. Det okorrigerade septembervärdet från 1857 är mycket högt, 215 mm. Detta värde ligger långt ut i frekvensfördelningen. 99-percentilen är 140 mm. En granskning av originaldokumenten visar att en felsummering eller felskrivning har begåtts och värdet skall i stället vara 100 mm.

Från slutet av 1800-talet till omkring 1935 är tendensen hos spridningsmättet i stort sett stigande för att därefter visa ett något avtagande förlopp. Det sannolikaste värdet för septembernederbördens standardavvikelse är ca 30 mm.



Figur 17:9-10. September- och oktobernederbördens variation i Stockholm (svart kurva avser G:a Observatoriet, blå kurva avser Experimentalfältet) och Uppsala (grön kurva) enligt observerade (heldragna kurvor) och korrigerade (streckade kurvor) utjämnade (över 23 år) tidsserier. Den röda kurvan ger standardavvikelse beräknat från successiva 31-årsvärden från Stockholms okorrigerade värden.

4.4.10 Oktobernederbörden

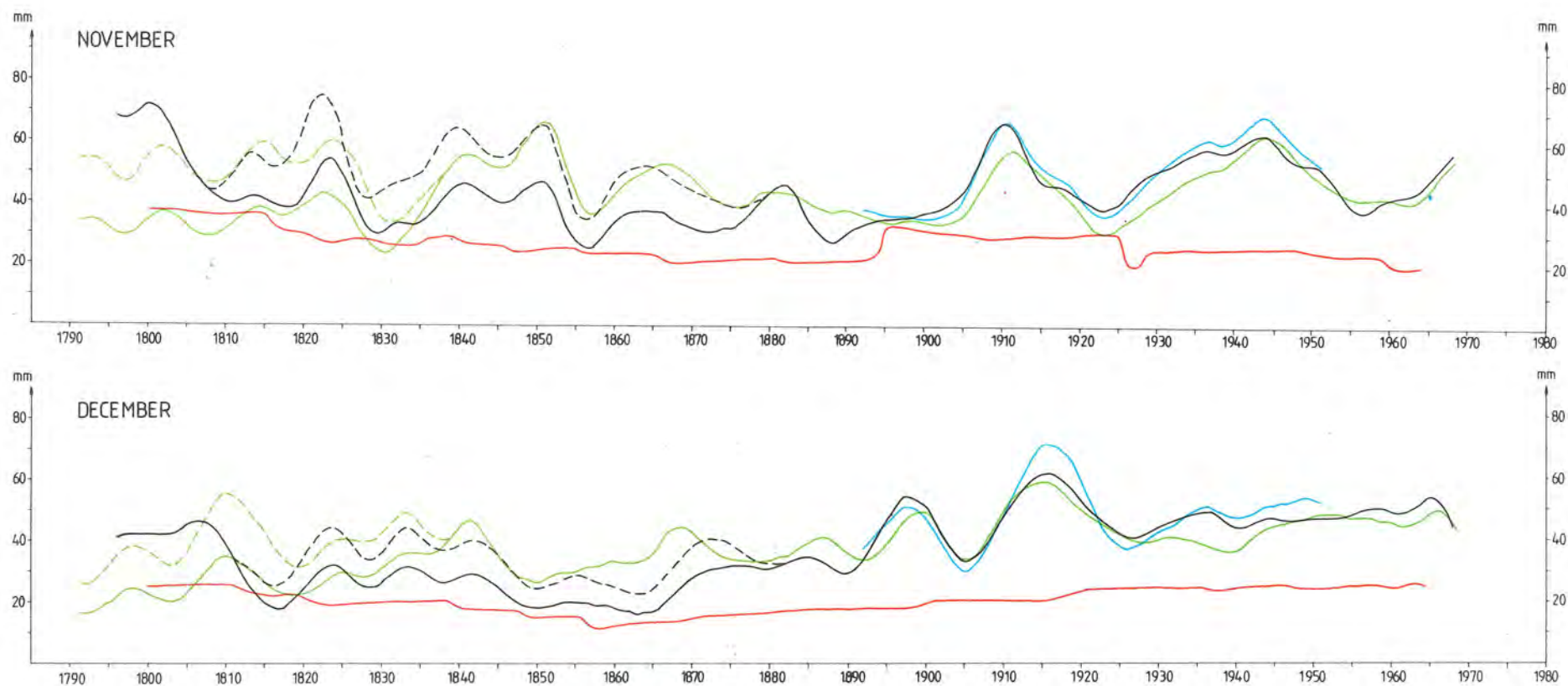
Oktoberkurvorna liknar inte septemberkurvorna särskilt mycket. Mycket god överensstämmelse kan noteras mellan de bägge Stockholmsstationerna. Vind-, avdunstnings- och vät-förluster torde vara ungefär lika stora vid de båda mätplatserna. Överensstämmelsen med Uppsalaserien är också god under den senare halvan av den studerade tidsperioden. Däremot kan man inte påstå att kurvorna för den första halvan ligger på samma nivåer och att svängningarna är likartade och i fas. Vissa toppar och dalar sammanfaller visserligen, men under perioden fram till 1865 finns stora olikheter, som måste skyllas på otillfredsställande mätningar. Stockholmsserien uppvisar ett utpräglat maximum 1841 på 97 mm, vilket sannolikt är en överskattning. Uppsalaserien visar ett flackt maximum med högsta värdet, 73 mm, tio år senare. De observerade Uppsalavärdena ligger 10-17 mm över de korrigerade värdena från Stockholm under en lång period på 1850 och 1860-talen. Under 1900-talet kan två skarpa minima konstateras med värdet 32 mm för de båda Stockholmsserierna. Det första inträffade 1919 och det senare 1947. Maximivärdet för denna senare svängning var 78 mm. Under 1800-talet har så låga minima inte förekommit.

Standardavvikelseskattningarna visar i regel endast små fluktuationer.

4.4.11 Novembernederbörden

De korrigerade novemberkurvorna visar mycket god överensstämmelse. Anmärkningsvärd är de relativt likartade värdena under perioden omkring 1830, där tidigare misstänkts att korrektionerna kan vara felaktiga. Från 1840 är värdena från Stockholm och Uppsala förbluffande lika. De är faktiskt mer överensstämmande än under 1900-talet, då Uppsalas värden så gott som hela tiden ligger lägre än Stockholmsvärdena. Stora fluktuationer förekommer särskilt på 1900-talet med en topp 1910 och en annan 1943. Maximivärdena är 67 resp 69 mm för data från Experimentalfältet. Motsvarande minimivärden ligger på 35 mm. Ungefär lika låga värden noterades 1830.

Värdena på standardavvikelsen visar en egendomlighet under början av 1900-talet, då de låg 5 mm högre än under den senare perioden. Detta beror på det höga värdet från 1910, då 174 mm uppmättes. Sannolikheten för ett så högt värde är betydligt mindre än 0.01 eftersom 99-percentilen är 145 mm. Man kan säga att skattningarna av standardavvikelsen av denna anledning blir behäftade med ett samplingsfel. Det sannolika värdet på novembernederbördens σ -värde är 25 mm.



Figur 17:11-12. November- och decembernederbördens variation i Stockholm (svart kurva avser G:a Observatoriet, blå kurva avser Experimentalfältet) och Uppsala (grön kurva) enligt observerade (heldragna kurvor) och korrigerade (streckade kurvor) utjämnade (över 23 år) tidsserier. Den röda kurvan ger standardavvikelse beräknat från successiva 31-årsvärden från Stockholms okorrigerade värden.

4.4.12 Decembernederbörden

Decemberkurvorna skall slutligen kommenteras något. Relativt stora skillnader förekommer mellan Experimentalfältets och Stockholms värden omkring 1915. Den förstnämnda mätplatsens i regel högre värden kan bero på att mätaren där hade ett bättre vindskydd än den på Observatoriekullen. Överensstämmelsen under 1800-talet är relativt god. Uppsalas värden är dock i genomsnitt i regel högre än Stockholms, vilket tyder på att den medelkorrektion som framräknades från årssummorna, troligen skall vara en funktion av årstiden. Den stora amplituden hos den svängning, som har sitt maximum 1915, är anmärkningsvärt stor, maximumvärdet är 70 mm och minimivärdet endast 30 mm.

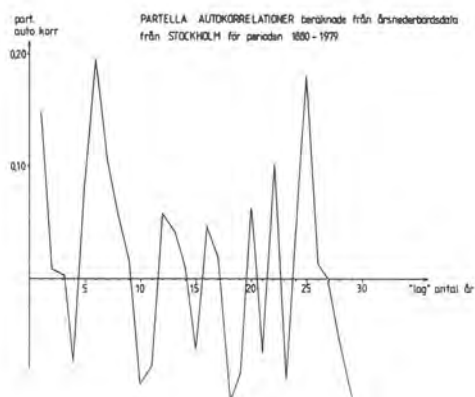
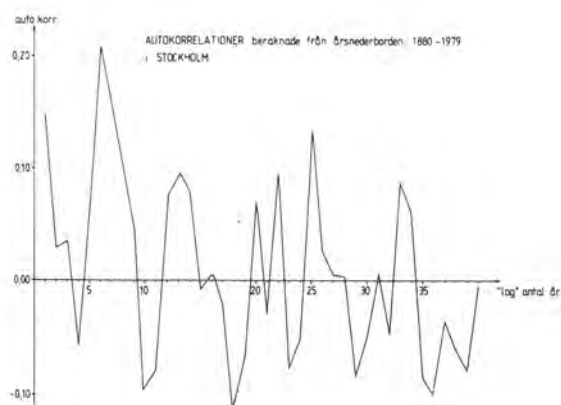
Kurvan för standardavvikelsens förlopp visar små variationer från 25 mm under den tidiga epoken till minimivärden på 18-20 mm vid senaste sekelskiftet.

4.5 Allmänna kommentarer

De presenterade och kort kommenterade kurvorna visar att de använda korrektionerna är av rätt storleksordning, men för Stockholms del sannolikt något för låga särskilt under vintermånaderna. Felen hos Stockholmsvärdena kan sannolikt till stor del förklaras av att mätaren haft ett för av vinden starkt utsatt läge åtminstone under perioden 1811-75, så att stor del av nederbörden ej kunnat fångas upp av mätaren.

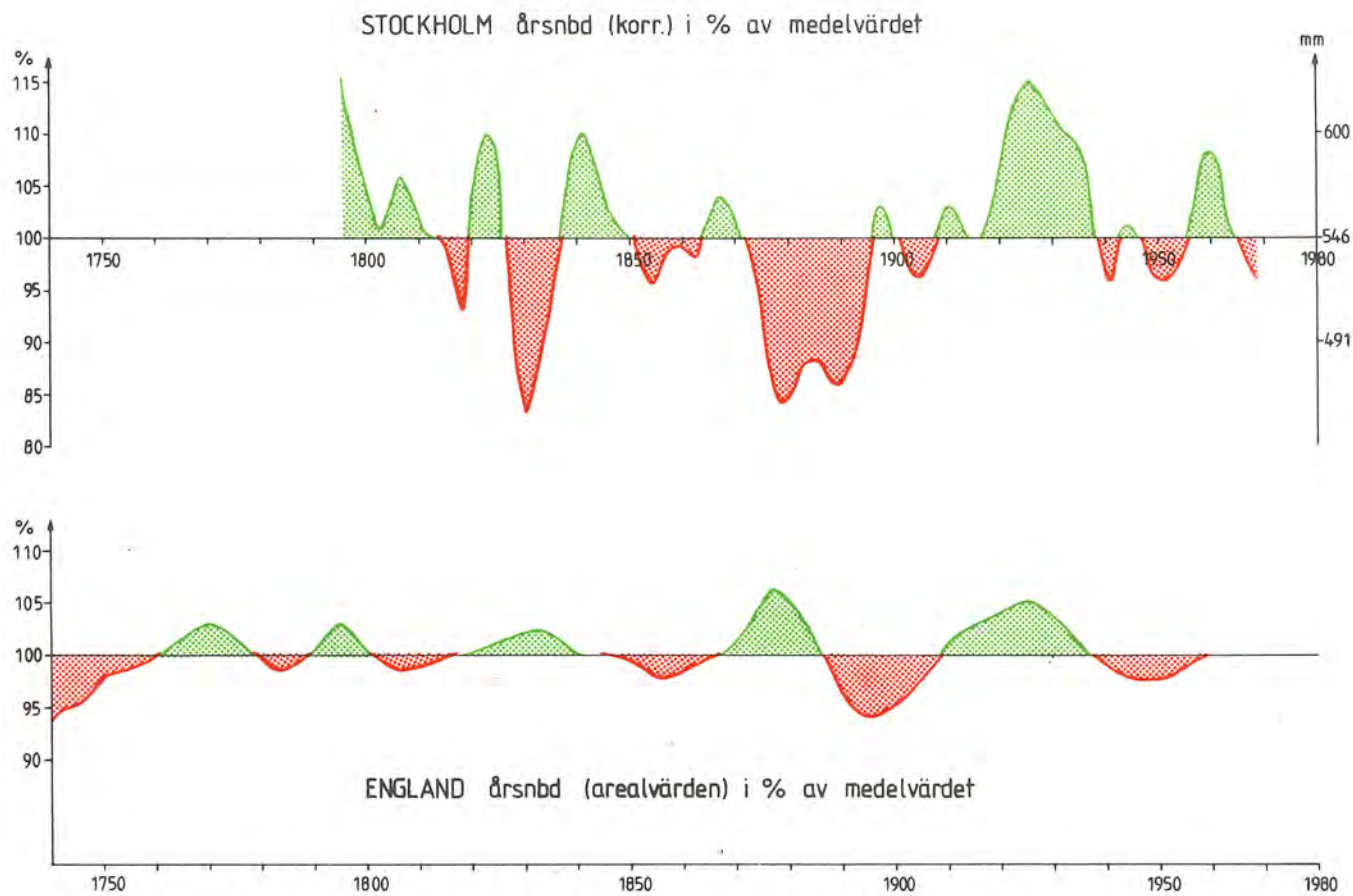
Reflexioner som kan göras vid studiet av de presenterade utjämnade kurvorna är bl.a följande. Nederbördsmängderna varierar på ett till synes icke-deterministiskt sätt och att perioder med riklig resp ringa nederbörd växlar på ett slumpartat sätt. Nederbördsförändringar på lång sikt tycks ej förekomma. Däremot kan man välja ut kortare perioder, säg upp till 30-40 år, då man kan finna tydliga tendenser till ökande eller minskande nederbörd.

Morales påpekande, att termen "normal nederbörd" inte bör användas, stöds av det här presenterade materialet. Värdet på normalvärdet blir helt beroende av hur normalperioden ligger. Det framgår också att 30 år är en alldeles för kort tid för att beräkna ett s.k. normalvärde pga de stora slumpmässiga variationerna. För att få stabila medelvärden torde 50-100-åriga nederbördsserier behövas. Uttalanden om förändringar i nederbördsklimatet måste göras med stor försiktighet, och det är viktigt att analysera nederbördsseriernas homogenitet mycket omsorgsfullt. Sannolikt existerar det inte några långa heltigenom homogena tidsserier, och beträffande äldre nederbördsmätningar måste man vara mycket skeptisk.



4.6 Kommentar till autokorrelationsresultaten

Resultaten av autokorrelationsanalysen redovisas i figurerna 18 och 19. Diagrammen visar att autokorrelationskoefficienterna är mycket låga och sannolikt ej signifikant skilda från 0. Ungefär lika många positiva som negativa koefficienter har erhållits. Några toppar finns t.ex. för tidsskillnaden 6 år och 25 år. För den senare tidsförskjutningen visar den partiella koefficienten högre värden (0.18) än den vanliga autokorrelationskoefficienten. Autokorrelationsberäkningarna visar att man knappast kan förvänta sig intressanta resultat från autokorrelationsanalys eller spektral analys. Resultaten bekräftar tidigare påstående att tidsserier av nederbördsdata ej innehåller någon deterministisk komponent. Det går sannolikt ej att finna några periodiciteter med konstant periodlängd. Autokorrelationsresultaten står väl i överensstämmelse med de slutsatser, som redovisats vid den tidsserieanalys av arealnederbördsdata, som redovisats i del I av "Statistisk analys av nederbördsdata".



Figur 20. Årsnederbörden i Stockholm (korrigerade data) i procent av medelvärdet för perioden 1785-1979 (546 mm) och nederbörden i England (arealmedelvärden) för perioden 1725-1975. Båda serierna är utjämnade med binomialfilter över 23-årsperioden.

5. Lokala eller regionala mönster ifråga om nederbördens tidsvariationer?

Man frågar sig om de fluktuationer i uppmätta nederbördsmängder, som har redovisats i diagramform och kommenterats i avsnitt 4, är lokala företeelser, som är begränsade till områden t.ex av östra Svealands storlek eller kan tänkas gälla för betydligt större områden. Nederbördens fluktuationer måste vara korrelerade med förändringar i den storstilade allmänna cirkulationen. Under tider med högt zonalt index har man ett visst utseende på nederbördsfördelningen, ett annat under perioder med lågt index, dvs meriodinalt strömningsmönster. Nederbördsfördelningen för ett visst område är i hög grad beroende av var trågaxlar och högtrycksryggar hamnar och hur pass persistenta dessa lägen kan förbli under t.ex en sommarsäsong. Avstånd till högtrycksceller och lågtryck eller lågtrycksområden och därmed till polarfronten är av stor betydelse för stora eller små nederbördsmängder. Mycket talar för att nederbördens variation i tiden kan vara mycket olika t.ex i de västra och de östra delarna av Sverige, i de norra och de södra delarna, på väst- resp östsidan av fjällkedjan.

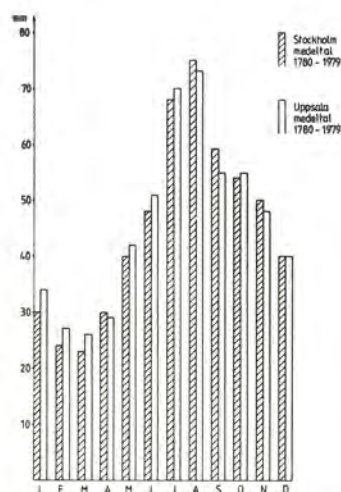
Östra Svealand erhåller i regel de största frontala nederbördsmängderna, det gäller både för vinter- och sommarnederbörd, då en s.k $\bar{V}b$ -typ förekommer. Regnområden som västerifrån förs in över södra Sverige avger ofta stor del av sitt vatteninnehåll på västsidan av sydsvenska höglandet och når de östra delarna av södra Sverige starkt försvagade.

Figur 16 har förenklats och i figur 20 visas Stockholms årsnederbörd i relation till medelvärdet för hela perioden. Avvikelsen hos de utjämnade årsvärdena kan uppgå till ca 15% både uppåt och nedåt. Denna figur kan jämföras med figur 10 i del I av "Statistisk analys av nederbördsdata", som visar arealnederbördens årsvariation för Svealand. Likhetererna mellan de bägge figurerna är inte så stora. I fig 10 i del I har utjämnningen gjorts endast över 7 år, men å andra sidan har en kraftig utjämnning i rummet gjorts genom att figuren avser arealvärden. Trots att Stockholmskurvan i figur 20 avser utjämnning över 23 år finns det i denna mycket som ej är signifikant i den meningen, att motsvarande utseende ej finns hos kringliggande mätplatser utan är specifikt just för stationen ifråga. Genom att bilda arealmedelvärden eliminerar man viss del av de slumpmässiga komponenterna.

För att se hur en nederbördsserie från en annan del av Europa uppför sig, om den filtreras på samma sätt som Uppsala- och Stockholmsserierna, har den långa serien från England (1725-1973), publicerad av J.M. Craddock, analyserats och redovisats i figur 20.

Craddocks serie är medelvärden för 11 distrikt, som representerar olika delar av Storbritannien. Före år 1830, finns data endast för vissa av dess distrikt, varför arealvärdena är osäkra för perioden 1725-1830.

Kurvorna för Stockholm och för England har principiellt olika utseende beroende på att den ena avser en station, den andra avser arealnederbördsdata, som har lägre varians därför att en utjämning även skett i rummet. Det är inte så ofta det inträffar att sekvenser av torrår i Stockholm sammanfaller med torrår i England eller nederbördsrika år i följd inträffar samtidigt i England och i Östra Svealand. Någon gång kan det inträffa. Under åren 1910--1935 hade England en övervikt av våta år. Stockholm hade också nederbördsrika år 1910-1938. Denna period kännetecknades av högt zonalt index hos allmänna cirkulaitonen och att polarfrontstörningar hade sin huvudsakliga bana över Brittiska Öarna och södra Skandinavien. Både i England och i Östra Svealand slår de torra åren omkring 1950 igenom hos de över 23 år utjämnade värdena. Som tidigare påpekats visar Stockholmsvärdena i stort sett ökande årsnederbördssummor från en bottennivå (-16% från medelårsnederbörden) omkring 1880 till toppnotering (+15%) 1925. Under motsvarande tidsperiod i England sjönk årssummorna från 1870-talet till låga värden under 1890-talet för att därefter öka till 5% över medelvärdet.



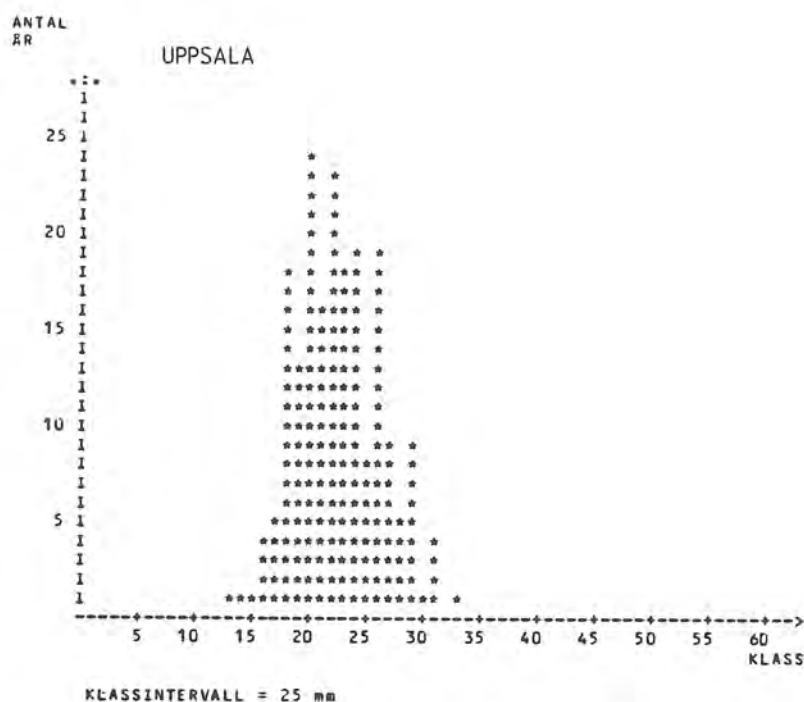
Figur 21. Nederbördens årsvariation i medeltal enligt mätningar (korrigerade för inhomogeniteter) i Uppsala och Stockholm.

6. Korrigerade grunddata, frekvensfördelningar, medelvärden samt percentiler och spridningsmått.

De för inhomogeniteter korrigerade nederbördsserierna för Stockholm och Uppsala redovisas i tabellerna 3 och 4 på sid 49-62. Femårssummor och medeltal har även skrivits ut liksom medeltalen för hela perioderna. Totalmedelvärdena redovisas även i diagramform i figur 21. Medelårsnederbörden är 550 mm i Uppsala och 545 i Stockholm. Medeltalets medelfel för Stockholms årsmedelvärde är $100/\sqrt{192} = 7.2$ mm. Med 95% konfidens ligger "sanna" årsmedelvärdet för Stockholm inom intervallet 565-537 mm. Alltså finns det ingen signifikant skillnad mellan årsnederbörden, räknat över en lång tidsperiod, i Stockholm och Uppsala. Att Stockholms normalvärde för standardnormalperioden 1931-60, som är 572 mm ligger utanför ovan nämnda konfidensintervall betyder inte att en signifikant klimatförändring har inträffat utan att mätningarna under denna 30-årsperiod har högre tillförlitlighet än räknat över hela perioden 1785-1978. Kanske man också kan dra den slutsatsen att korrigeringen för inhomogenitet av Stockholmsserierna under 1800-talet inte har varit tillräckligt hög. Ser man på medelvärdena för enskilda månaderna finner man att Uppsala skulle få mera nederbörd jan-mars. Detta är ganska säkert ej reellt. Skillnaden har troligen uppkommit av att vindförlusterna vid snönederbörd har varit större på Observatoriekullen i Stockholm än i Observatorieparken i Uppsala. Att Uppsala skulle få ett par mm mera regn i medeltal under juli men motsatsen skulle gälla i augusti är inte statistiskt säkerställt. Medeltalets medelfel för augusti är 2.9 mm och ett 95%-igt skattningsintervall är så brett som 6 mm. Endast för en månad, december, råkar medeltalen för de bägge orterna sammanfalla. Man torde utan att göra våld på verkliga förhållandena kunna påstå att Stockholm och Uppsala - räknat över en lång tidsperiod - har samma nederbördsförhållanden.

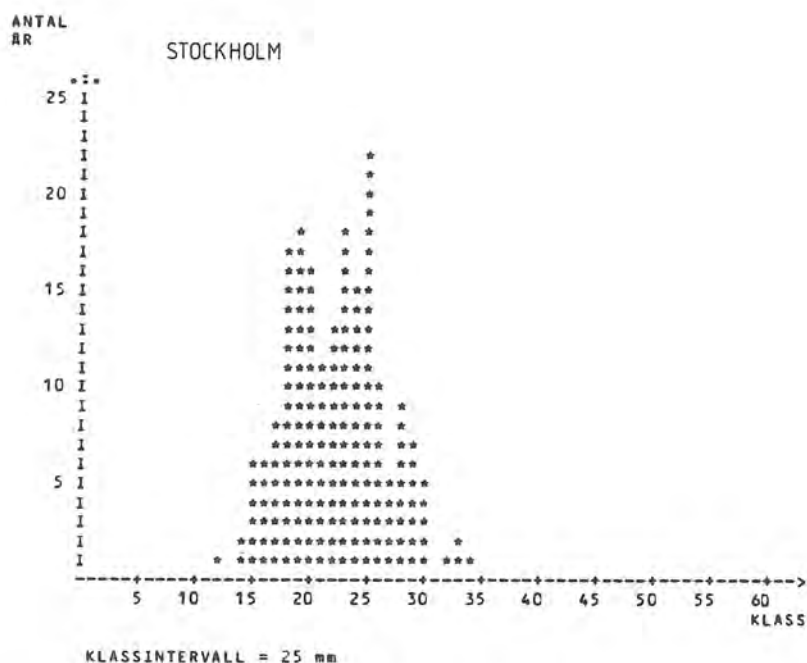
FREKVENSTABELL FÖR ÅRSNEDERBÖRDERNA MELLAN 1780-1979

STATIONSNR: 906



FREKVENSTABELL FÖR ÅRSNEDERBÖRDERNA MELLAN 1786-1979

STATIONSNR: 485



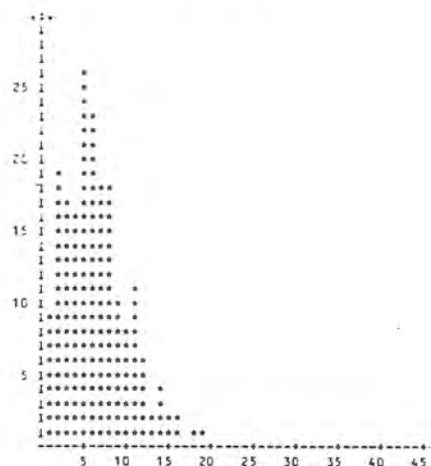
Figur 22. Empiriska frekvensfördelningar av årsnederbörden i Uppsala och Stockholm. Korrektioner för inhomogeniteter införda. Klassintervallet är 25 mm.

FREKVENSTABELL ÖVER NEDERBÖRDEN UNDER ÅREN 1786-1979

JANUARI STATIONSNR: 485

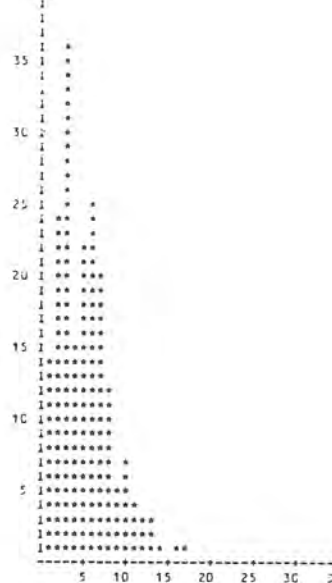
STOCKHOLM

ANTAL
MÅNADER



FEBRUARI STATIONSNR: 485

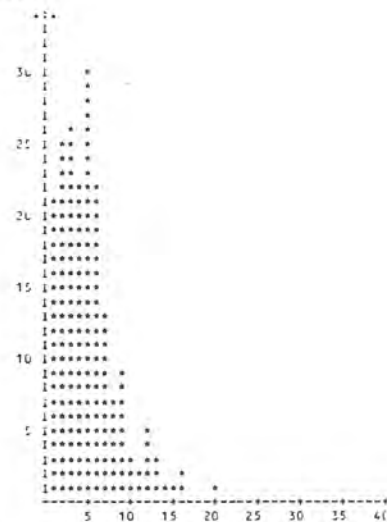
ANTAL
MÅNADER



MARS

STATIONSNR: 485

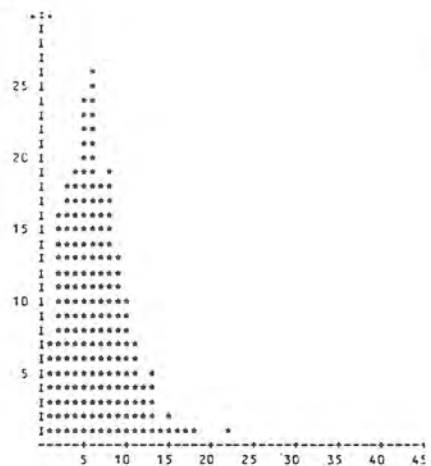
ANTAL
MÅNADER



FREKVENSTABELL ÖVER NEDERBÖRDEN UNDER ÅREN 1786-1979

APRIL STATIONSNR: 485

ANTAL
MÅNADER



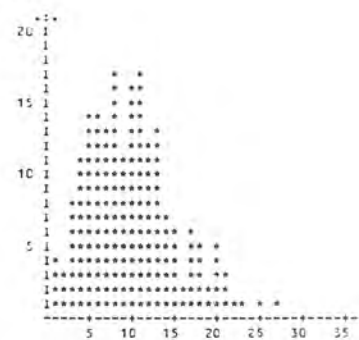
MAJ STATIONSNR: 485

ANTAL
MÅNADER



JUNI STATIONSNR: 485

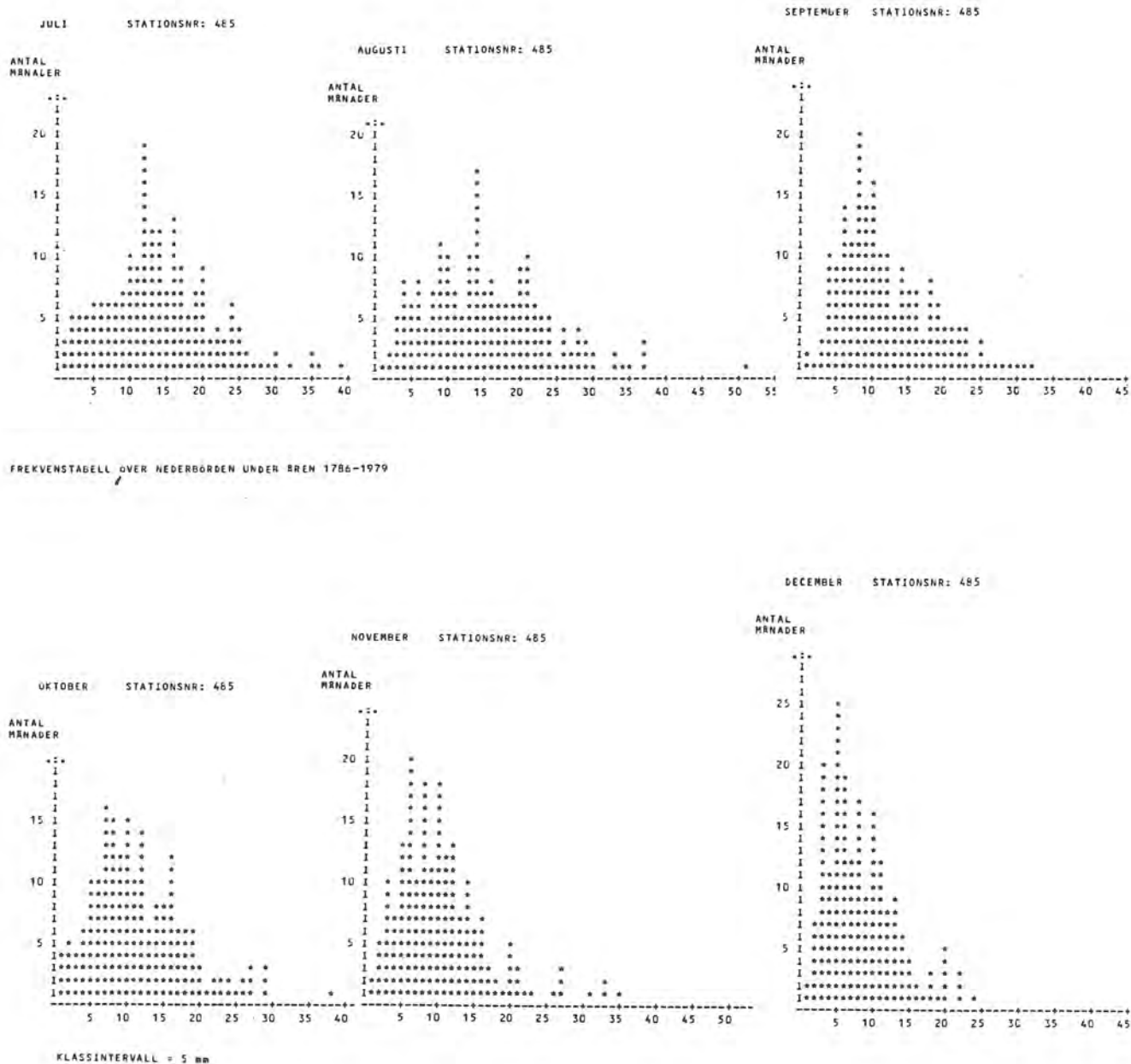
ANTAL
MÅNADER



KLASSINTERVALL = 5 mm

Figur 23a. Empiriska frekvensfördelningar av månadsnederbörden januari-juni enligt korrigerade summor från mätningar i Stockholm på gamla astronomiska observatoriet på Observatoriekullen. Klassbredden är 5 mm.

STOCKHOLM



Figur 23b. Empiriska frekvensfördelningar av månadsnederbörden juli-december enligt korrigerade summor från mätningar i Stockholm på gamla astronomiska observatoriet på Observatoriekullen. Klassbredden är 5 mm.

FREKVENSTABELL ÖVER NEDERBÖRDEN UNDER ÅREN 1780-1979

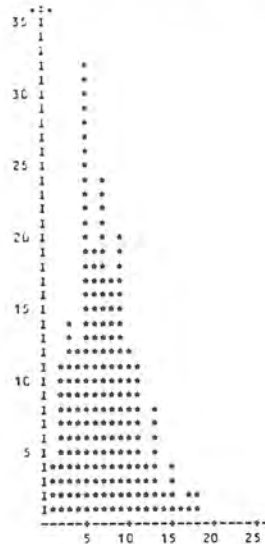
JANUARI STATIONSNR: 906

FEBRUARI

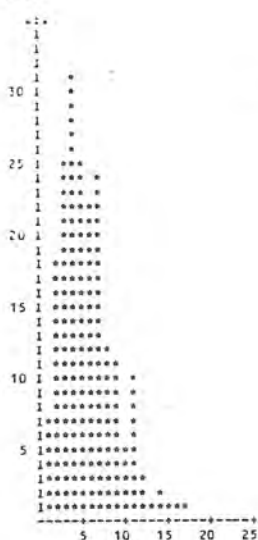
STATIONSNR: 906

UPPSALA

ANTAL
MÅNADER



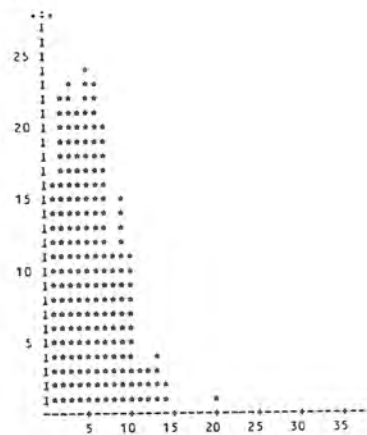
ANTAL
MÅNADER



MARS

STATIONSNR: 906

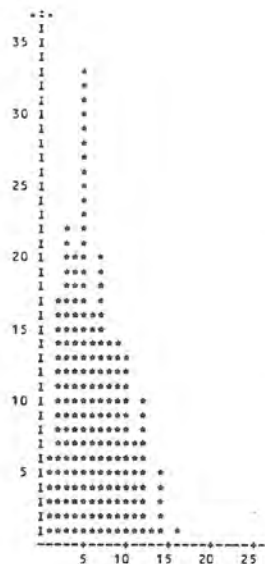
ANTAL
MÅNADER



FREKVENSTABELL ÖVER NEDERBÖRDEN UNDER ÅREN 1780-1979

APRIL STATIONSNR: 906

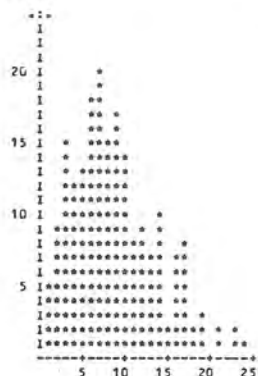
ANTAL
MÅNADER



MAJ

STATIONSNR: 906

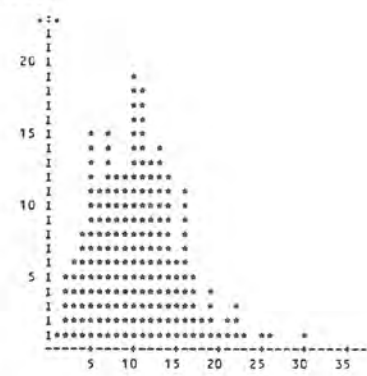
ANTAL
MÅNADER



JUNI

STATIONSNR: 906

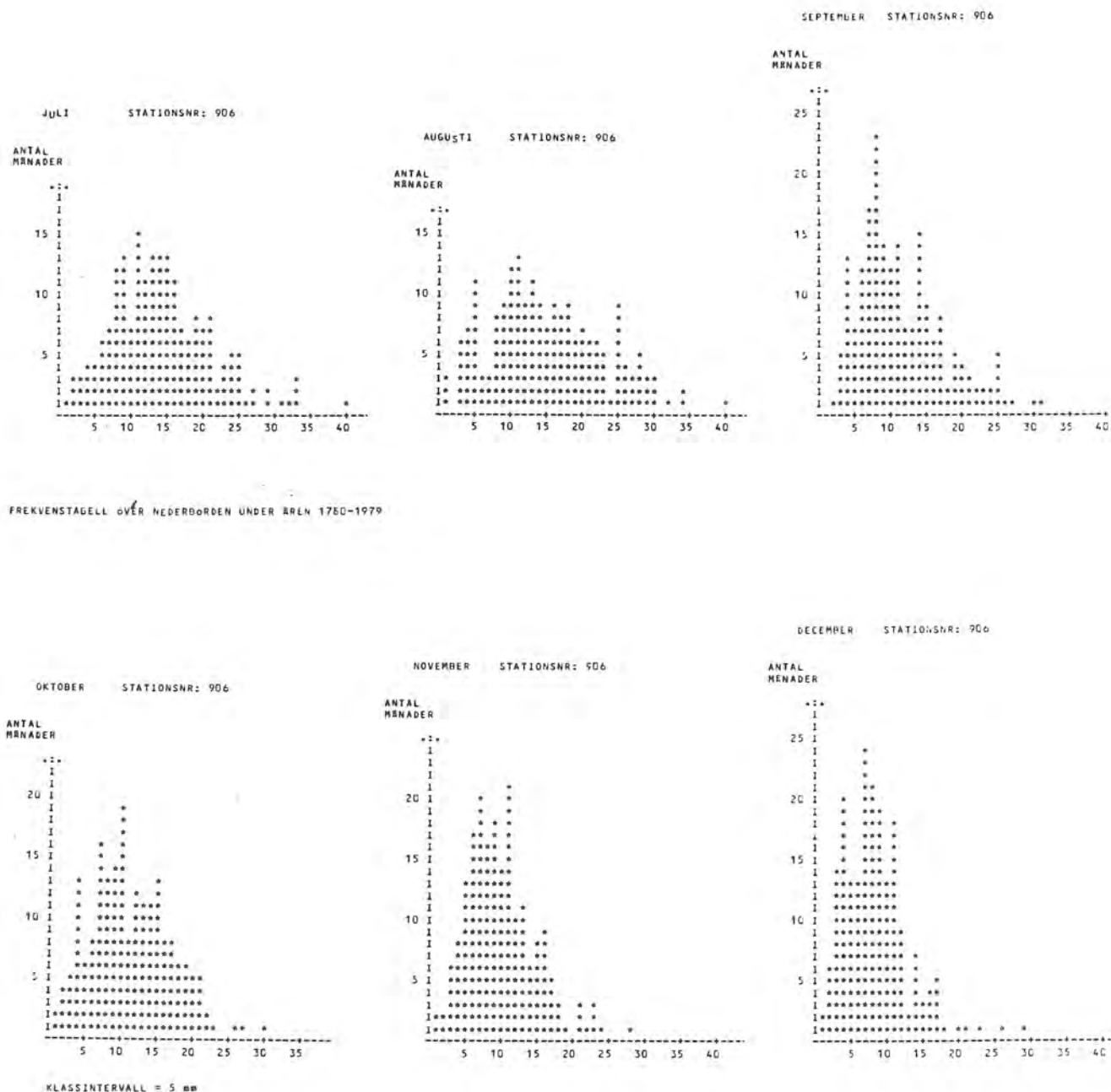
ANTAL
MÅNADER



KLASSINTERVALL = 5 mm

Figur 24a. Empiriska frekvensfördelningar av månadsnederbörden januari-juni enligt korregerade summor från mätningar i Uppsala. Klassbredden är 5 mm.

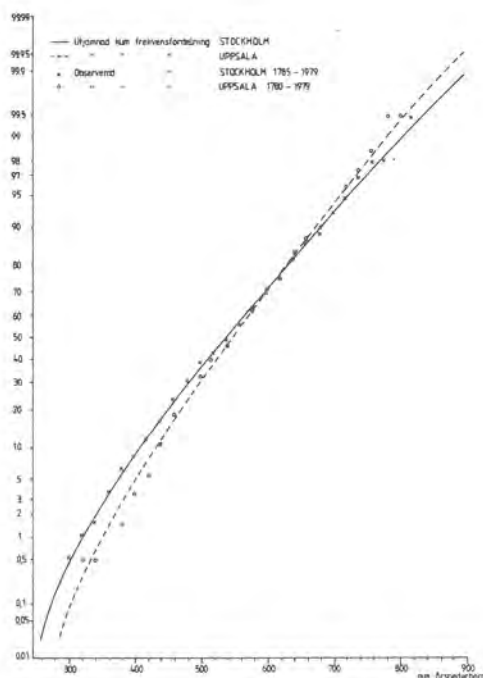
UPPSALA



Figur 24b. Empiriska frekvensfördelningar av månadsnederbörden juli-december enligt korrigerade summor från mätningar i Uppsala. Klassbredden är 5 mm.

Grunddata, korrigerade för de mest i ögonfallande inhomoginiteterna, presenteras även i form av histogram på sidorna 40-42. Det framgår av diagrammen att frekvensfördelningarna har positiv skevhet. Det är också uppenbart att inte ens 200-åriga serier utgör tillräckliga data för att få jämna, prydliga frekvenskurvor. Skattning av klimatologiska sannolikheter från empiriska fördelningar är därför inte någon metod som kan rekommenderas. Det är avsevärt bättre att först anpassa en teoretisk frekvensfunktion och från denna beräkna de önskade sannolikheterna. Av "Statistik analys av nederbördsdata. Del II Frekvensanalys av månadsnederbörd" framgår att den funktion som skall användas för månadsnederbördsdata är gammafunktionen. Två parametrar, en form- och en skalparameter, är tillräckliga för att ge en god beskrivning av observerade fördelningar.

Kumulativa frekvensfördelningar är oftast mera lätt-tolkade och lättlästa än histogram. Därför har i fig 25 lagts in de kumulativa frekvensfördelningarna av årsnederbörden (korr. värden) i Stockholm resp Uppsala. Det är en viss skillnad mellan sannolikhetsfördelningarna för de bägge mätplatserna. Om denna är signifikant och reell eller beror på att de utförda korrigeringarna är behäftade med fel är svårt att uttala sig om. I tabellen på följande sida görs en jämförelse mellan vissa percentilvärden beräknade från perioden 1931-78 och från perioden 1785-1979 resp. 1780-1979.



Figur 25. Observerad kumulativ frekvens av årsnederbörden i Stockholm (1785-1975) och i Uppsala (1780-1979). Korrigerade data.

Tabell 1

Jämförelse mellan percentilvärden för årsnederbörden beräknade från olika långa tidsperioder.

Station	Period	Utgjäm. metod	P ₀₁	P ₀₅	P ₁₀	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₉
Stockholm	1785-1979	Subjektiv	320	373	405	466	536	612	680	722	802
Uppsala	1780-1979	"-	346	404	434	483	546	612	675	717	790
Stockholm	1931-1978	LogN	353	398	425	473	533	601	670	715	807
Stockholm	"-	Gamma	368	404	427	471	530	600	672	721	820
Stockholm	"-	Weibull	358	394	420	470	535	606	672	712	789
Uppsala	"-	LogN	358	402	427	473	530	594	658	699	784
Uppsala	"-	Gamma	373	407	428	471	526	592	660	706	797
Uppsala	"-	Weibull	349	393	421	473	535	599	656	689	751

Frågan är vilka skillnader som är signifikanta. Är skillnaderna mellan stationer, mellan perioder och/eller mellan utjämningsmetoder signifikant skilda? Statistiska metoder finns för sådana test men har ej använts här.

Några reflexioner med ledning av siffrorna i ovanstående tabell kan redovisas. Medianvärdena ligger omkring 535 med något undantag. Uppsalas medianvärde avläst ur figur 25 är högre än övriga värden i kol P₅₀. Detta kan bero på att korrigeringen av Uppsalas uppmätta värden under perioden 1780-1835 har tagits till i överkant. Percentilvärdena framtagna ur de långa serierna har mindre statistiskt fel än de från korta serierna men otillfredsställande mät-noggrannhet under de första åren kan medföra att de från 200-åriga serierna beräknade värdena är mera osäkra än de som skattats från perioden 1931-78. Man bör kunna påstå att medianvärdet för årsnederbörden (= den mängd som mäts upp, ej den mängd som når marken) i Stockholm och Uppsala är lika och ligger inom intervallet 530-535 mm. Undre kvartilen är ca 470 och övre kvartilen 600 mm. Som framgår av figur 25 och tabell 1 skiljer sig de bägge årsnederbördsfördelningarna en hel del när man närmar sig fördelningarnas ytterområde. Redan vid P₃₀ är differensen enligt figur 25 20 mm men mindre vid P₉₀. En slutsats man bör dra är att frekvensfördelningarna framtagna från perioden 1931-78 är mera tillförlitliga än de från 200-årsperioden.

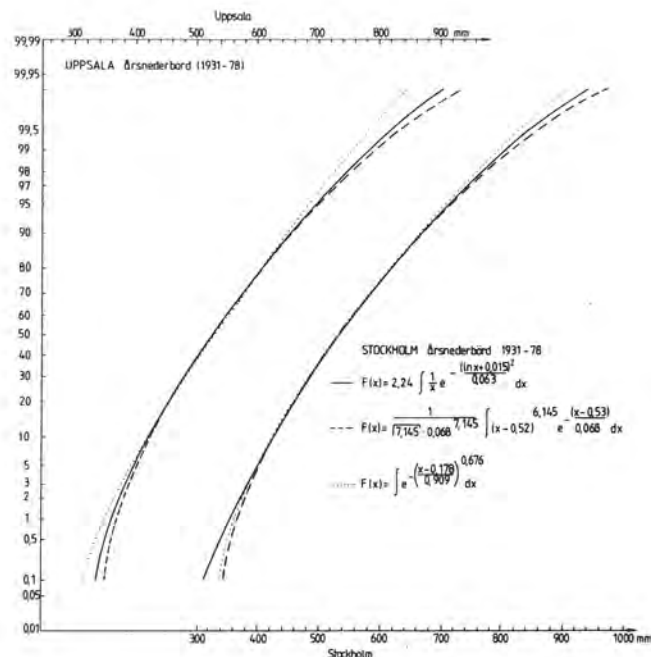
Percentilen 10 ligger omkring 425 mm och P_{90} är ca 670 mm för Stockholm och 660 för Uppsala. P_{05} är ca 400 mm för bägge orterna medan P_{95} är 715-720 mm för Stockholms årsnederbörd och ca 700 mm för Uppsala. En gång per århundrade erhålles en årsnederbörd under 350-360 mm. I Stockholm kan det inträffa att man en gång på 100 år får mängder över ca 800 mm. I Uppsala ligger gränsen troligen något lägre. Weibullfördelningen ger något lägre värden på P_{99} .

Om man försöker bedöma låga sannolikheter får man räkna med ganska stora osäkerheter. Enligt figur 25 skulle det inträffa en gång på 1000 år att Stockholm får en årsnederbörd under 275 mm, Uppsala 305 mm. En gång på 1000 år inträffar det i genomsnitt att Stockholm får över 875 mm medan Uppsalas värde är något 10-tal mm lägre, ca 845. Att betingelserna för mycket höga årsnederbörder skulle vara något högre i Stockholm än i Uppsala är emellertid ett påstående behäftat med stor osäkerhet.

Hur osäkra dylika uttalanden är framgår av följande. Från perioden 1931-78 har parametrarna till lognormal-, gamma- och Weibullfördelningar skattats, och funktionerna har ritats in i figur 26. Mellan percentilerna P_{10} och P_{90} är kurvorna i stort sett sammanfattande, men ju längre ut från fördelningarnas centrum man kommer ju större blir avvikelserna mellan de tre prövade funktionerna. Ur kurvorna kan man utläsa att en gång på tusen år kan man räkna med - förutsatt att nederbördsklimatet ej ändras signifikant - att få årsmängder mindre än 315-350 mm. Motsvarande värden för Stockholm är 310-325 mm. Året 1875 var mycket torrt i östra Svealand. Då uppmättes 312 mm i Uppsala och 299 mm (ej korrigerat värde) i Stockholm. Dessa värden har alltså en mycket låg statistisk sannolikhet.

En gång per årtusende skulle man enligt figur 26 kunna få årsmängder över 840-935 mm i Uppsala. I Stockholm ligger 99.9-percentilen ännu högre 905-975 mm, beroende på vilken fördelningsfunktion man använder. Så höga årsmängder har aldrig uppmätts varken i Uppsala eller Stockholm. Största observerade årsnederbörd är 758 mm i Uppsala från 1890. 1960 var ett mycket nederbördsrikt år i östra Svealand. Stockholm erhöll 800 mm, Uppsala 712. Enligt figur 26 är sannolikheten för ett lika stort eller större värde för Stockholms del 0.01 och för Uppsalas vidkommande ca 0.03.

Av figur 25 framgår också att spridningen är något lägre för Uppsalas årsnederbörd än för Stockholms. Tabellen på följande sida ger några olika skattningar av årsnederbördens standardavvikelse.



Figur 26. Lognormal-, gamma- och Weibullfördelningar anpassade till korr. årsnederbördsvärden för Uppsala och Stockholm.

Tabell 2

Standardavvikelse för årsnederbörden beräknad från olika perioder.

Station	Period			
	1861-1968	1931-1978	1900-1931	1870-1900
Stockholm	106.3*	96.8	94	88
Uppsala	101.9	89.9	76	104

* ej korr. för inhomogeniteter

Värdet från 1870-1900 bör ej tillmätas så stor vikt med tanke på mätningarnas kvalitet. Övriga värden visar att årsnederbörden i Stockholm har större spridning än Uppsalavärdena. Detta är ett exempel på att även om två orter har samma medelårsnederbörd behöver inte nederbördsklimatet vara lika. Skillnader kan som i detta fall förekomma hos andramomentet.

Om man antar att autokorrelationen är 0 kan man jämföra varianserna för Stockholms- och Uppsalaserierna med ett F-test på följande sätt:

$$F = \frac{S_s^2}{S_u^2} = \left(\frac{106.3}{101.9}\right)^2 = 1.09$$

Ur en tabell över F-fördelningen finner man att det ej föreligger någon signifikant skillnad mellan varianserna. För perioden 1931-78 erhålles F-värdet 1.16, som ej heller visar signifikant skillnad på 5%-nivån.

TABELL 3

MÄNADS- OCH ÅRSSUMMOR AV NEDERBÖRDSMÄNGD I MM

ENLIGT MÄTNINGAR UTFÖRDA VID

STOCKHOLMS GAMLA OBSERVATORIUM STATIONSNR. 425.

FR	JAN	FEB	MAR	APR	MJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ÅR
1776	24	3	24	5	38	14	27	137	113	40	11	34	470
1777	11	30	34	12	58	33	146	128	67	39	65	29	653
1778	33	21	21	20	19	43	14	61	37	53	20	15	356
1779	32	27	9	28	29	18	40	66	102	59	111	23	542
1780	10	8	4	8	31	66	65	140	80	73	33	50	568
SUMMA:	116	89	92	73	175	174	292	532	399	264	240	151	2595
MEDEL:	23	18	18	15	35	35	58	106	80	53	48	30	519
1791	50	10	22	27	36	61	67	83	90	47	38	37	569
1792	22	22	16	26	28	75	79	103	157	66	97	57	748
1793	9	51	22	51	41	63	57	60	48	79	102	18	602
1794	32	45	5	42	180	24	115	119	79	88	78	21	828
1795	8	29	6	9	80	33	147	113	15	69	99	68	876
SUMMA:	121	157	71	155	265	256	465	478	389	349	414	201	3423
MEDEL:	24	31	14	31	73	51	93	96	78	70	83	40	685
1796	60	22	13	12	90	89	123	22	58	42	51	16	599
1797	25	4	6	2	62	64	54	145	83	46	39	97	625
1798	22	11	7	22	3	5	116	96	56	28	20	7	392
1799	4	22	1	61	48	35	90	98	154	104	55	18	690
1800	46	14	18	51	65	103	123	20	24	9	164	65	702
SUMMA:	157	73	45	148	268	296	506	381	375	229	329	203	3008
MEDEL:	31	15	9	30	54	59	101	76	75	46	66	41	602
1801	36	19	65	25	21	62	53	38	24	46	85	66	540
1802	5	29	9	40	132	30	77	29	54	79	60	13	557
1803	12	39	15	51	31	54	89	21	32	37	63	55	498
1804	25	14	10	21	14	106	106	100	9	37	32	13	486
1805	6	9	13	22	68	87	71	29	86	14	2	39	446
SUMMA:	84	110	112	159	266	339	396	217	205	213	242	166	2527
MEDEL:	17	22	22	32	53	68	79	43	41	43	48	37	505
1806	53	13	23	31	45	100	51	37	54	82	106	96	691
1807	15	12	3	47	69	91	30	80	88	79	72	35	622
1808	26	22	2	88	20	40	34	251	115	92	12	32	733
1809	22	42	4	17	44	96	43	26	70	42	28	56	489
1810	26	40	15	20	33	88	77	72	20	41	49	62	542
SUMMA:	142	129	47	203	211	415	235	466	347	336	267	281	3077
MEDEL:	28	26	9	41	42	83	47	93	69	67	53	56	615
1811	10	12	12	35	48	50	66	76	50	39	35	25	458
1812	17	3	6	6	25	86	95	19	44	141	12	11	464
1813	12	30	8	10	66	83	116	59	102	91	72	21	673
1814	10	7	6	8	37	54	90	41	75	50	135	48	560
1815	18	14	43	17	65	59	63	112	130	116	47	30	713
SUMMA:	67	66	75	76	241	332	430	307	401	437	301	135	2868
MEDEL:	13	13	15	15	48	66	86	61	80	87	60	27	574

Anm: Ingen korrektion av värdena t.o.m 1811. Värdena 1812-1875 har korrigerats med en faktor 1,38.

TABELL 3 forts.

MÄNADS- OCH ÅRSSUMMOR AV NEDERBÖRDSMÄNGD I MM

ENLIGT MÄTNINGAR UTFÖRDA VID

STOCKHOLMS GAMLA OBSERVATORIUM STATIONSNR. 425.

FR	JAN	FEB	MAR	APR	MJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ÅR
1816	43	21	12	7	25	3	63	68	61	22	23	10	377
1817	12	7	6	8	46	46	117	41	63	39	30	22	417
1818	18	28	42	36	10	18	23	66	28	28	51	10	372
1819	8	39	32	25	33	15	7	18	94	75	73	44	460
1820	36	58	21	55	68	123	64	70	77	77	32	26	736
SUMMA:	117	153	119	131	182	205	320	283	303	241	209	112	2368
MEDEL:	23	31	24	26	36	41	64	57	61	48	42	22	474
1821	17	7	18	37	120	29	121	32	69	69	37	47	603
1822	32	19	55	22	17	19	58	77	90	66	105	11	571
1823	1	3	3	23	52	47	54	185	68	141	58	62	696
1824	21	10	41	15	59	25	92	63	68	88	155	98	734
1825	32	6	12	50	33	58	66	68	116	59	84	26	614
SUMMA:	103	45	129	147	281	178	391	425	411	423	439	244	3218
MEDEL:	21	9	26	29	56	36	78	85	82	85	88	49	644
1826	28	32	12	30	3	6	66	15	52	32	59	25	360
1827	21	14	21	12	61	17	68	145	19	54	7	35	469
1828	17	48	14	47	15	36	99	76	73	40	25	35	526
1829	36	6	4	36	21	4	30	62	40	32	6	8	287
1830	8	4	29	39	41	62	23	108	36	57	23	37	468
SUMMA:	110	104	80	164	141	125	266	408	220	215	120	140	2110
MEDEL:	22	21	16	33	28	25	57	81	44	43	24	28	422
1831	29	30	0	6	23	44	12	47	19	73	126	50	458
1832	15	3	22	12	63	19	79	61	73	57	26	14	442
1833	4	32	3	33	19	47	104	95	32	57	50	109	587
1834	57	14	29	37	52	29	10	83	29	92	43	19	495
1835	33	36	36	17	39	18	43	30	4	87	28	47	418
SUMMA:	138	115	90	105	196	157	248	316	157	366	273	239	2400
MEDEL:	28	23	18	21	39	31	50	63	31	73	55	48	480
1836	30	29	55	33	52	30	54	15	124	41	29	48	540
1837	11	7	14	35	102	36	69	68	92	48	63	22	564
1838	6	12	25	66	7	15	110	106	19	72	57	25	520
1839	37	8	12	12	51	104	63	72	108	43	55	21	585
1840	48	6	8	12	58	47	137	44	108	189	135	14	807
SUMMA:	132	62	116	158	270	232	433	305	452	393	339	130	3016
MEDEL:	26	12	23	32	54	46	87	61	90	79	68	26	603
1841	30	6	26	19	28	99	59	41	33	131	33	119	625
1842	7	4	43	4	40	57	79	54	86	47	46	30	495
1843	26	11	7	29	28	83	17	8	40	75	69	22	414
1844	15	12	19	33	57	95	120	168	102	126	51	15	817
1845	4	22	17	6	26	14	50	69	112	117	64	51	571
SUMMA:	82	55	112	91	179	348	325	340	373	496	283	237	2922
MEDEL:	16	11	22	18	36	70	65	68	75	99	57	47	584

Anm: Ingen korrektion av värdena t.o.m 1811. Värdena 1812-1875 har korrigerats med en faktor 1,38.

TABELL 3 forts.

MÄNADS- OCH ÅRSSUMMOR AV NEDERBÖRDSMÄNGD I MM

ENLIGT MÄTNINGAR UTFÖRDA VID

STOCKHOLMS GAMLA OBSERVATORIUM STATIONSNR. 425.

FR	JAN	FEB	MAR	APR	MJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ÅR
1846	26	26	59	47	35	47	58	148	4	62	19	47	578
1847	10	12	17	17	37	40	51	75	76	35	55	29	455
1848	28	12	44	65	35	55	32	98	37	28	57	25	574
1849	36	26	6	35	7	50	92	104	30	21	29	14	449
1850	41	32	21	1	48	59	72	135	61	91	69	1	631
SUMMA:	141	108	147	165	162	251	305	560	208	297	229	116	2687
MEDEL:	28	22	29	33	32	50	61	112	42	59	46	23	537
1851	8	15	1	106	41	55	73	101	19	33	161	29	646
1852	47	1	25	8	15	134	3	99	28	69	80	52	563
1853	7	28	14	14	17	76	30	127	40	54	18	14	439
1854	14	14	14	15	37	21	76	39	47	41	11	28	356
1855	46	1	12	37	72	29	76	88	12	75	30	32	509
SUMMA:	122	59	66	180	182	315	258	454	146	272	300	155	2513
MEDEL:	24	12	13	36	36	63	52	91	29	54	60	31	503
1856	41	17	0	18	126	48	68	90	108	18	28	36	595
1857	19	8	25	40	14	66	142	3	138	69	7	19	551
1858	15	17	1	22	54	48	98	28	40	36	46	19	424
1859	25	19	21	47	25	52	33	47	91	33	58	40	491
1860	55	18	75	18	50	73	40	126	36	90	35	19	633
SUMMA:	155	79	122	145	269	287	381	294	413	246	174	133	2694
MEDEL:	31	16	24	29	54	57	76	59	83	49	35	27	539
1861	7	28	19	4	112	37	79	138		4	91	17	580
1862	0	15	28	40	57	80	59	22	48	72	43	32	465
1863	23	7	26	48	28	11	62	52	137	39	40	22	495
1864	1	14	4	25	10	105	8	112	36	48	21	30	490
1865	39	6	1	15	65	33	59	132	22	77	69	1	520
SUMMA:	70	70	78	132	272	266	343	456	257	240	264	102	2550
MEDEL:	14	14	16	26	54	53	69	91	51	48	53	20	510
1866	23	37	40	17	69	75	171	138	63	4	104	8	749
1867	14	21	23	30	32	55	84	62	58	50	39	39	506
1868	76	28	21	54	28	28	66	106	80	10	55	61	616
1869	11	52	19	8	77	65	8	110	88	97	30	41	609
1870	22	1	15	23	44	44	50	47	54	92	88	11	493
SUMMA:	146	139	118	132	250	267	375	423	369	323	271	154	2970
MEDEL:	29	28	24	26	50	53	75	85	74	65	54	31	594
1871	4	21	15	22	12	63	130	44	35	19	14	57	436
1872	19	18	29	26	70	97	12	44	97	91	51	50	604
1873	66	21	22	35	75	66	18	86	97	106	46	22	658
1874	25	15	23	50	40	68	25	104	57	28	48	79	560
1875	52	14	30	17	19	61	63	69	11	32	30	14	413
SUMMA:	166	89	119	150	216	355	248	347	297	276	189	222	2671
MEDEL:	33	18	24	30	43	71	50	69	59	55	38	44	533

TABELL 3. forts.

MÅNADS- OCH ÅRSSUMMOR AV NEDERBÖRDSMÄNGD I MM

ENLIGT MÄTNINGAR UTFÖRDA VID

STOCKHOLMS GAMLA OBSERVATORIUM STATIONSNR. 485.

ÅR	JAN	FEB	MAR	APR	MJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ÅR
1906	29	32	31	41	58	36	11	76	26	29	67	21	457
1907	38	31	28	44	40	32	102	93	24	21	30	42	525
1908	16	56	60	42	28	41	46	82	58	8	30	28	489
1909	30	8	99	21	41	52	74	48	29	45	37	47	551
1910	42	47	9	31	90	43	129	40	48	23	74	42	718
SUMMA:	155	174	229	179	257	204	362	339	185	126	334	196	2740
MEDEL:	31	35	46	36	51	41	72	68	37	25	67	19	548
1911	42	57	7	50	6	23	34	32	41	66	78	51	487
1912	6	17	32	38	28	57	29	181	30	99	56	61	694
1913	11	12	35	29	11	42	99	105	53	16	46	37	496
1914	28	22	36	17	38	29	66	19	43	21	15	61	395
1915	32	34	16	20	71	19	81	98	69	13	39	87	579
SUMMA:	119	142	126	154	214	170	309	435	236	215	234	297	2651
MEDEL:	24	28	25	31	43	34	62	87	47	43	47	59	530
1916	31	35	26	29	43	85	100	61	24	79	50	70	633
1917	22	7	29	61	5	17	45	54	41	57	56	40	434
1918	90	25	8	27	8	46	43	48	150	28	46	87	806
1919	53	22	17	32	38	67	79	76	72	22	72	57	607
1920	67	30	15	45	47	62	59	101	39	4	21	12	502
SUMMA:	263	119	95	194	141	277	326	340	326	190	245	266	2782
MEDEL:	53	24	19	39	28	55	65	68	65	38	49	53	556
1921	68	4	6	32	10	96	83	45	17	31	36	84	512
1922	53	29	40	64	30	48	51	144	96	14	23	33	625
1923	46	32	5	24	58	60	59	147	102	73	63	54	723
1924	37	65	58	64	66	49	56	73	95	40	23	38	664
1925	48	43	11	56	45	27	171	11	70	85	38	47	652
SUMMA:	252	173	120	240	209	280	420	420	360	243	183	256	3176
MEDEL:	50	35	24	48	42	56	84	84	76	49	37	51	635
1926	27	52	17	24	82	43	59	37	58	63	27	39	528
1927	34	21	39	72	64	39	82	60	73	76	44	21	625
1928	37	19	26	30	24	69	65	94	49	113	80	24	630
1929	48	9	9	38	65	56	100	60	50	80	42	66	623
1930	16	13	29	29	24	37	131	165	62	99	58	56	719
SUMMA:	162	114	120	193	259	244	437	416	292	431	251	206	3125
MEDEL:	32	23	24	39	52	49	87	83	58	86	50	41	625
1931	72	37	27	24	36	26	57	100	78	32	35	74	598
1932	42	12	15	34	64	74	44	66	66	60	56	12	545
1933	30	21	18	26	66	22	58	27	48	58	40	15	429
1934	22	43	65	27	36	37	66	71	48	124	97	50	686
1935	30	28	29	42	62	26	64	48	143	89	26	97	684
SUMMA:	196	141	154	153	264	185	289	312	383	363	254	246	2942
MEDEL:	39	28	31	31	53	37	58	62	77	73	51	50	588

Anm: Nederbörds-mätarens vindexponering har med åren blivit mindre, vilket speciellt kan ha inverkat på snönederbörds-mängderna.

TABELL 3. forts.

MÅNADS- OCH ÅRSSUMMOR AV NEDERBÖRDSMÄNGD I MM

ENLIGT MÄTNINGAR UTFÖRDA VID

STOCKHOLMS GAMLA OBSERVATORIUM STATIONSNR. 485.

ÅR	JAN	FEB	MAR	APR	MJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ÅR
1906	60	29	26	54	49	8	46	108	80	53	53	24	592
1907	40	63	56	27	15	21	92	63	125	9	97	86	695
1908	45	17	25	16	32	58	55	101	33	60	41	25	508
1909	55	26	13	43	8	27	98	21	56	25	46	46	464
1910	23	15	47	25	12	16	48	114	40	58	70	28	492
SUMMA:	223	150	163	165	116	130	341	407	334	205	307	209	2751
MEDEL:	45	30	33	33	23	26	68	81	67	41	61	42	550
1911	10	50	28	5	7	56	7	123	37	46	38	42	449
1912	45	17	4	19	63	52	78	26	29	28	41	35	437
1913	66	34	8	14	18	34	37	171	49	57	75	38	601
1914	52	21	36	22	45	60	49	64	84	31	134	99	707
1915	62	36	23	49	55	48	98	83	47	46	46	42	635
SUMMA:	235	169	99	109	188	250	269	467	246	208	334	256	2829
MEDEL:	47	34	20	22	38	50	54	93	49	42	67	51	566
1916	18	48	10	28	51	72	17	90	131	28	34	24	551
1917	23	2	65	32	6	53	22	55	17	6	50	42	373
1918	62	6	20	43	42	42	97	104	39	27	22	22	526
1919	36	9	13	33	30	53	67	65	22	50	68	72	518
1920	31	23	19	60	16	60	91	49	50	28	80	74	591
SUMMA:	170	98	127	196	145	280	294	363	259	139	254	234	2559
MEDEL:	34	20	25	39	29	56	59	73	52	28	51	47	512
1921	35	48	44	30	4	62	45	69	55	3	49	29	473
1922	55	25	6	40	17	40	31	53	53	133	68	55	576
1923	26	68	5	13	34	36	80	46	66	35	16	11	436
1924	59	15	38	18	32	53	84	73	90	60	65	50	637
1925	21	24	14	26	60	22	7	6	57	85	29	91	442
SUMMA:	196	110	107	127	147	213	247	247	321	316	227	236	2564
MEDEL:	39	36	21	25	29	43	49	49	64	63	45	47	513
1926	41	33	9	34	24	113	40	103	36	19	17	30	499
1927	29	76	28	19	13	50	86	113	92	59	31	22	618
1928	25	31	32	39	81	72	71	82	46	39	42	63	623
1929	91	11	36	57	11	28	10	18	39	52	40	63	450
1930	74	19	17	29	38	23	192	162	45	51	76	74	800
SUMMA:	260	170	116	178	167	286	399	478	258	220	206	252	2990
MEDEL:	52	34	23	36	33	57	80	96	52	44	41	50	598
1931	34	18	26	25	58	65	176	62	38	42	37	39	620
1932	52	43	23	36	42	55	71	119	84	33	24	24	606
1933	34	24	13	21	7	87	61	87	72	51	41	24	522
1934	10	25	1	12	20	45	43	38	30	55	44	53	375
1935	51	26	5	27	8	54	118	76	88	19	39	69	580
SUMMA:	181	136	68	121	135	306	469	382	312	200	185	209	2703
MEDEL:	36	27	14	24	27	61	94	76	62	40	37	42	541

Anm: Nederbörds-mätarens vindexponering har med åren blivit mindre, vilket speciellt kan ha inverkat på snönederbörds-mängderna.

TABELL 3. forts.

MÅNADS- OCH ÅRSSUMMOR AV NEDERBÖRDSMÄNGD I MM

ENLIGT MÄTNINGAR UTFÖRDA VID

STOCKHOLMS GAMLA OBSERVATORIUM STATIONSNR. 485.

ÅR	JAN	FEB	MAR	APR	MJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ÅR
1966	40	37	31	28	29	21	64	69	29	34	64	107	553
1967	34	46	23	40	50	24	22	96	100	85	53	52	625
1968	36	13	22	38	80	32	76	66	31	106	41	38	579
1969	26	48	12	43	36	3	21	84	48	17	78	15	431
1970	41	11	44	83	7	22	58	12	41	56	70	24	469
SUMMA:	177	155	132	232	202	102	241	327	249	298	306	236	2657
MEDEL:	35	31	26	46	40	20	48	65	50	60	61	47	531
1971	22	35	25	28	7	16	109	66	34	49	70	29	490
1972	22	38	21	31	29	29	33	117	29	38	40	13	441
1973	27	37	6	27	29	44	70	32	30	35	57	48	441
1974	40	34	24	10	19	55	156	29	35	133	89	61	685
1975	35	9	31	37	39	12	17	70	58	9	26	42	385
SUMMA:	146	153	107	133	123	156	385	314	186	264	282	193	2442
MEDEL:	29	31	21	27	25	31	77	63	37	53	56	39	488
1976	37	13	19	27	40	40	26	18	50	24	49	109	452
1977	60	33	22	41	32	82	122	54	37	38	74	30	625
1978	30	24	69	10	12	49	58	101	95	22	39	20	530
1979	67	6	29	42	46	46	113	74	38	20	90	27	598
SUMMA:	194	76	139	120	130	217	319	247	220	104	252	186	2205
MEDEL:	49	19	35	30	33	54	80	62	55	26	63	47	551
TOTALT													
MEDEL:	30	24	23	30	41	48	69	75	58	51	40	54	565

TABELL 4

MÅNADS- OCH ÅRSSUMMOR AV NEDERBÖRDSMÅNGO I MM

ENLIGT MÄTNINGAR UTFÖRDA VID

ASTRONOMISKA OBSERVATORIERN I UPPSALA

ÅR	JAN	FEB	MAR	APR	MJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ÅR
1781	3	30	41	55	27	13	44	17	27	76	111	52	496
1782	51	30	47	6	82	17	101	145	90	35	55	66	727
1783	49	24	35	2	21	9	51	114	88	65	2	16	474
1784	47	51	46	70	40	103	125	76	33	2	90	2	683
1785	63	21	32	24	58	54	51	122	66	93	115	17	716
SUMMA:	213	156	201	157	228	196	372	474	304	271	373	153	3096
MEDEL:	43	31	40	31	46	39	74	95	61	54	75	31	619
1786	85	11	38	8	49	36	73	137	120	76	22	70	725
1787	13	30	21	5	65	55	119	126	74	66	62	2	637
1788	82	52	100	33	27	21	60	52	40	71	6	32	575
1789	9	28	21	32	70	32	52	88	63	58	93	33	580
1790	22	14	2	9	3	106	77	136	63	65	40	28	566
SUMMA:	211	135	182	87	214	250	381	539	360	336	223	165	3083
MEDEL:	42	27	36	17	43	50	76	108	72	67	45	33	617
1791	55	16	22	24	25	47	58	103	84	70	66	11	581
1792	3	38	30	11	30	65	79	103	92	81	38	33	602
1793	22	24	5	25	40	22	32	46	32	43	55	41	386
1794	8	8	6	17	87	25	92	98	55	30	77	13	517
1795	21	73	28	8	65	17	161	57	19	62	82	14	607
SUMMA:	109	159	91	85	247	176	422	407	282	286	318	112	2693
MEDEL:	22	32	18	17	49	35	84	81	56	57	64	22	539
1796	58	21	13	24	30	93	164	17	73	44	22	30	589
1797	9	3	8	3	43	85	62	167	92	43	21	100	635
1798	41	9	8	32	6	5	95	84	68	32	11	43	433
1799	9	11	2	57	36	32	98	125	96	149	38	6	659
1800	70	17	24	58	32	147	66	11	21	88	136	52	722
SUMMA:	187	61	55	174	147	362	485	404	350	356	228	231	3038
MEDEL:	37	12	11	35	29	72	97	81	70	71	46	46	608
1801	44	25	49	24	44	79	60	51	19	17	52	32	496
1802	22	46	30	25	82	36	107	22	40	41	74	19	545
1803	3	21	3	40	38	100	32	24	25	30	60	55	430
1804	40	8	3	32	57	126	77	100	17	55	36	6	556
1805	8	19	6	13	65	112	88	21	70	14	14	11	441
SUMMA:	117	119	91	134	286	453	364	218	171	157	236	123	2468
MEDEL:	23	24	18	27	57	91	73	44	34	31	47	25	494
1806	22	5	8	21	44	63	25	51	40	35	88	81	482
1807	22	35	5	19	81	47	40	123	60	73	51	41	596
1808	33	54	2	58	30	47	52	134	71	65	13	30	589
1809	28	51	3	11	33	122	98	47	51	44	47	112	648
1810	27	33	6	25	30	57	101	71	11	35	65	58	520
SUMMA:	132	178	24	134	218	336	318	426	233	252	264	322	2835
MEDEL:	26	36	5	27	44	67	63	85	47	50	53	64	567

Anm: Korrektionen för inhomogenitet är 1,58. Följande månads-värden är interpolerade: dec 1785, april 1786, jan, feb och dec 1788, mars 1789.

TABELL 4 Forts.

MÅNADS- OCH ÅRSSUMMOR AV NEDERBÖRDSMÅNGO I MM

ENLIGT MÄTNINGAR UTFÖRDA VID

ASTRONOMISKA OBSERVATORIERN I UPPSALA

ÅR	JAN	FEB	MAR	APR	MJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ÅR
1841	50	17	14	38	44	77	99	40	39	65	80	130	673
1842	7	16	26	8	36	88	66	3	35	44	41	37	407
1843	43	38	21	22	10	51	61	45	45	67	55	22	480
1844	42	17	17	34	32	110	101	146	49	97	50	17	712
1845	28	26	13	8	25	19	43	89	61	45	51	45	453
SUMMA:	170	114	91	110	147	345	350	323	229	318	277	251	2725
MEDEL:	34	23	18	22	29	69	70	65	46	64	55	50	545
1846	48	36	56	38	29	47	69	53	36	57	32	24	515
1847	25	32	8	23	42	42	60	76	105	32	45	37	527
1848	22	36	63	64	58	47	77	84	48	103	86	31	719
1849	28	12	20	42	9	61	68	92	33	66	43	10	484
1850	57	30	25	20	65	67	89	47	100	73	8	628	
SUMMA:	180	146	172	187	203	254	321	394	269	358	279	110	2873
MEDEL:	36	29	34	37	41	51	64	79	54	72	56	22	575
1851	38	20	43	79	80	55	89	121	43	50	102	45	765
1852	65	35	27	8	19	106	10	51	40	83	112	51	607
1853	34	38	13	20	11	57	58	121	38	54	27	13	484
1854	16	23	14	19	42	25	55	54	55	78	32	28	441
1855	20	1	27	22	66	64	83	98	23	100	15	33	552
SUMMA:	173	117	124	148	218	307	295	445	199	365	288	170	2849
MEDEL:	35	23	25	30	44	61	59	89	40	73	58	34	570
1856	40	27	8	30	85	48	71	48	108	19	30	37	551
1857	14	6	18	23	19	62	94	3	67	104	29	20	459
1858	11	12	1	31	82	53	111	24	18	38	42	25	448
1859	26	32	32	52	6	44	38	27	80	57	49	56	499
1860	53	30	41	32	67	66	55	121	43	112	39	43	702
SUMMA:	144	107	100	168	259	273	369	223	316	330	189	181	2659
MEDEL:	29	21	20	34	52	55	74	45	63	66	38	36	532
1861	22	32	43	41	101	55	105	96	33	19	63	19	629
1862	24	14	17	31	53	81	114	46	30	94	61	29	594
1863	37	18	43	40	46	20	29	56	99	32	35	42	497
1864	22	31	43	19	26	57	45	92	45	37	32	10	459
1865	26	23	18	17	77	30	29	126	15	65	54	20	500
SUMMA:	131	118	164	148	303	243	322	416	222	247	245	120	2679
MEDEL:	26	24	33	30	61	49	64	83	44	49	49	24	536
1866	50	70	19	20	59	71	110	125	124	21	81	62	812
1867	74	39	27	49	20	64	71	29	14	50	71	80	588
1868	27	47	50	45	34	29	55	47	122	69	33	37	595
1869	17	51	13	8	94	62	34	106	77	101	34	39	636
1870	13	16	21	11	43	31	66	31	43	56	72	36	439
SUMMA:	181	223	130	133	250	257	336	338	380	297	291	254	3070
MEDEL:	36	45	26	27	50	51	67	68	76	59	58	51	614

Anm: Stationen flyttades 1853 från gamla astronomiska observatoriet inna i gamla delen av staden till Observatorieparken.

TABELL 4 Forts.

MÅNADS- OCH ÅRSSUMMOR AV NEDERBÖRDSMÅNGO I MM

ENLIGT MÄTNINGAR UTFÖRDA VID

ASTRONOMISKA OBSERVATORIERN I UPPSALA

ÅR	JAN	FEB	MAR	APR	MJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ÅR
1811	24	14	24	60	52	92	68	79	54	51	54	62	632
1812	41	13	8	17	47	76	73	13	60	60	41	8	457
1813	14	25	5	2	114	66	55	36	70	47	45	51	550
1814	22	9	13	11	46	40	71	60	33	40	117	84	545
1815	24	17	27	14	47	84	73	60	44	76	46	40	551
SUMMA:	125	78	77	104	306	358	340	248	261	274	323	245	2735
MEDEL:	25	16	15	21	61	72	68	50	52	55	65	49	547
1816	42	11	18	28	101	53	87	120	92	35	39	20	647
1817	38	18	34	6	41	70	81	83	18	29	41	32	490
1818	46	41	32	21	6	42	62	97	32	13	28	15	434
1819	32	39	29	29	36	31	25	56	50	39	78	38	484
1820	21	20	11	48	70	95	50	46	25	81	28	20	515
SUMMA:	179	129	124	132	254	291	305	402	217	197	214	125	2570
MEDEL:	36	26	25	26	51	58	61	80	43	39	43	25	514
1821	28	13	8	34	59	21	113	25	77	73	74	50	575
1822	32	14	29	27	17	27	53	67	71	61	106	25	550
1823	6	8	17	24	76	43	46	125	48	130	31	43	596
1824	17	6	24	14	49	22	122	42	94	87	60	50	587
1825	32	3	10	43	34	62	76	62	112	71	63	60	627
SUMMA:	115	44	88	142	235	175	410	321	402	442	334	228	2935
MEDEL:	23	9	18	28	47	35	82	64	80	88	67	46	587
1826	45	21	6	43	7	8	57	14	92	49	73	25	441
1827	36	45	64	27	91	17	99	137	10	70	32	43	672
1828	17	10	46	50	66	80	98	83	111	35	29	43	668
1829	32	25	24	53	42	8	57	136	146	34	17	11	585
1830	8	21	24	25	24	77	62	199	71	50	10	50	631
SUMMA:	138	122	164	208	230	190	373	569	430	238	161	172	2997
MEDEL:	28	24	33	42	46	38	75	114	86	48	32	34	599
1831	52	43	13	6	34	80	53	87	20	57	43	55	543
1832	25	4	32	13	115	24	91	70	81	57	32	18	562
1833	7	50	4	34	25	56	119	111	35	57	62	144	704
1834	90	22	29	38	67	35	15	97	32	95	53	509	599
1835	53	57	53	17	49	21	43	66	21	76	21	18	497
SUMMA:	227	176	131	108	290	216	321	431	189	342	211	260	2905
MEDEL:	45	35	26	22	58	43	64	86	38	68	42	52	581
1836	32	32	60	44	66	51	44	19	129	42	40	46	585
1837	19	40	19	24	70	47	39	75	59	38	77	21	528
1838	9	18	35	57	8	10	73	168	73	107	49	38	645
1839	35	7	9	9	49	54	55	49	122	43	28	30	490
1840	79	22	15	14	34	38	92	49	101	83	77	36	640
SUMMA:	174	119	138	148	207	200	303	360	484	313	271	171	2888
MEDEL:	35	24	28	30	41	40	61	72	97	63	54	34	577

TABELL 4 forts.

MÄNADS- OCH ÅRSSUMMOR AV NEDERBÖRDSMÄNGD I MM

ENLIGT MÄTNINGAR UTFÖRDA VID

ASTRONOMISKA OBSERVATORIERNA I UPPSALA

ÅR	JAN	FEB	MAR	APR	MJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ÅR
1901	16	21	22	37	12	35	5	23	36	72	27	52	358
1902	22	18	41	3	31	52	75	109	36	62	28	39	522
1903	45	26	24	56	51	68	102	135	32	75	26	49	664
1904	37	54	23	37	46	50	10	114	31	33	32	49	516
1905	26	8	34	46	24	33	64	74	53	101	37	11	511
SUMMA:	152	127	144	179	164	238	256	455	188	343	150	175	2571
MEDEL:	30	25	29	36	33	48	51	91	38	69	30	35	514
1906	34	44	39	33	67	62	25	64	11	37	54	21	491
1907	32	30	30	49	53	46	62	127	29	30	25	32	545
1908	23	53	47	23	25	53	48	86	44	7	38	44	491
1909	24	7	69	24	69	28	83	51	25	67	47	75	569
1910	35	44	11	31	74	57	142	46	39	35	101	43	658
SUMMA:	148	178	196	160	288	246	360	374	148	176	265	215	2754
MEDEL:	30	36	39	32	58	49	72	75	30	35	53	43	551
1911	38	58	10	42	5	33	44	39	67	75	80	50	541
1912	13	25	31	10	84	48	19	124	20	95	51	85	605
1913	11	20	49	27	13	75	134	84	18	19	47	33	530
1914	25	20	48	12	44	72	18	20	45	20	19	60	403
1915	21	32	17	20	57	29	134	60	84	15	59	69	597
SUMMA:	108	155	155	111	203	257	349	327	234	224	256	297	2676
MEDEL:	22	31	31	22	41	51	70	65	47	45	51	59	535
1916	35	28	23	43	65	73	84	70	17	74	48	76	636
1917	14	6	30	47	22	11	77	43	39	62	60	40	451
1918	65	24	7	41	4	48	34	65	123	43	42	69	565
1919	45	21	23	22	27	104	51	77	73	16	55	43	557
1920	52	32	20	48	38	55	63	36	5	16	17	44	531
SUMMA:	211	111	103	201	156	291	309	318	288	200	221	245	2654
MEDEL:	42	22	21	40	31	58	62	64	58	40	44	49	531
1921	73	6	12	39	22	88	67	51	29	40	21	84	532
1922	34	33	41	52	34	53	65	85	67	15	23	30	532
1923	53	12	3	13	51	51	31	143	110	81	45	48	641
1924	39	33	46	52	78	34	42	41	98	48	22	42	575
1925	45	36	12	43	16	30	89	47	68	50	25	58	519
SUMMA:	244	120	114	199	201	256	294	367	372	234	136	262	2799
MEDEL:	49	24	23	40	40	51	59	73	74	47	27	52	560
1926	43	45	31	23	51	45	36	62	40	31	43	28	478
1927	42	26	39	54	59	60	101	82	84	75	31	30	683
1928	34	19	28	12	34	47	66	78	45	88	48	14	513
1929	35	8	5	17	78	54	83	66	38	74	32	59	549
1930	21	17	21	21	24	68	93	145	74	71	56	37	648
SUMMA:	175	115	124	127	246	274	379	433	281	339	210	168	2871
MEDEL:	35	23	25	25	49	55	76	87	56	68	42	34	574

Anm: Mätningarna har utförts med Celsiusmätare fram till ca 1953 på samma plats, där mätaren placerades 1853. Därefter har SMHI-mätare med vindskärm använts.

TABELL 4 forts.

MÄNADS- OCH ÅRSSUMMOR AV NEDERBÖRDSMÄNGD I MM

ENLIGT MÄTNINGAR UTFÖRDA VID

ASTRONOMISKA OBSERVATORIERNA I UPPSALA

ÅR	JAN	FEB	MAR	APR	MJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ÅR
1931	63	30	21	24	39	18	44	101	46	48	15	88	537
1932	35	11	19	57	69	65	79	54	47	52	68	16	572
1933	26	26	29	20	35	25	105	57	39	45	26	11	444
1934	25	34	65	23	33	58	100	54	41	135	80	44	692
1935	36	37	31	42	49	49	70	23	154	80	31	66	668
SUMMA:	185	138	165	166	225	215	398	289	327	360	220	225	2913
MEDEL:	37	28	33	33	45	43	80	58	65	72	44	45	583
1936	54	22	13	50	48	26	79	147	79	70	59	38	685
1937	24	54	67	36	35	50	38	47	99	9	45	38	542
1938	61	20	25	31	39	70	83	100	41	86	53	20	629
1939	68	18	15	32	11	67	90	86	56	18	60	40	561
1940	14	20	39	21	18	23	44	86	68	63	60	18	474
SUMMA:	221	134	159	170	151	236	334	466	343	246	277	154	2891
MEDEL:	44	27	32	34	30	47	67	93	69	49	55	31	578
1941	12	52	35	8	13	37	42	127	49	38	36	53	502
1942	42	24	6	11	65	50	66	55	38	46	44	38	485
1943	54	42	11	18	14	18	40	133	49	67	82	35	561
1944	61	23	37	36	45	48	44	16	131	28	104	78	651
1945	46	32	28	47	51	67	80	67	33	53	58	42	604
SUMMA:	215	173	117	120	188	220	272	398	300	232	324	244	2803
MEDEL:	43	35	23	24	38	44	54	80	60	46	65	49	561
1946	18	35	14	55	30	82	12	44	81	30	53	30	484
1947	18	4	53	32	13	37	58	36	16	13	54	48	382
1948	60	8	24	45	51	44	69	112	33	33	26	22	527
1949	47	14	16	30	38	36	58	79	37	108	64	70	597
1950	38	35	19	68	27	82	38	72	60	25	68	58	590
SUMMA:	181	96	126	230	159	281	235	343	227	209	265	228	2580
MEDEL:	36	19	25	46	32	56	47	69	45	42	53	46	516
1951	30	26	48	36	5	66	35	94	26	8	44	48	466
1952	30	18	9	58	13	47	62	65	48	92	50	54	546
1953	36	43	3	17	36	30	116	38	52	48	16	16	451
1954	58	15	39	22	26	54	116	105	77	49	73	53	687
1955	39	19	10	24	61	32	10	12	37	94	26	84	448
SUMMA:	193	121	109	157	141	229	339	314	240	291	209	255	2598
MEDEL:	39	24	22	31	28	46	68	63	48	58	42	51	520
1956	44	35	9	25	12	93	53	90	27	38	33	34	493
1957	37	64	22	17	14	69	68	108	124	67	45	17	650
1958	20	21	27	27	76	74	92	71	35	40	38	54	575
1959	75	7	36	43	26	24	17	19	19	72	41	53	432
1960	72	16	12	28	29	33	116	158	42	59	75	72	712
SUMMA:	248	143	106	140	157	293	344	446	247	276	232	230	2862
MEDEL:	50	29	21	28	31	59	69	89	49	55	46	46	572

Anm: Mätningarna har utförts med Celsiusmätare fram till ca 1953 på samma plats, där mätaren placerades 1853. Därefter har SMHI-mätare med vindskärm använts.

TABELL 4 forts.

MÄNADS- OCH ÅRSSUMMOR AV NEDERBÖRDSMÄNGD I MM

ENLIGT MÄTNINGAR UTFÖRDA VID

ASTRONOMISKA OBSERVATORIERNA I UPPSALA

ÅR	JAN	FEB	MAR	APR	MJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ÅR
1961	41	20	23	21	95	80	115	78	37	46	26	42	624
1962	48	42	19	48	18	41	89	78	51	37	19	13	503
1963	24	14	9	21	10	64	59	58	45	48	51	33	436
1964	4	27	1	11	24	44	50	69	64	56	34	47	430
1965	47	26	5	24	8	45	124	43	120	18	35	51	546
SUMMA:	164	129	57	125	155	274	437	326	317	205	165	186	2539
MEDEL:	33	26	11	25	31	55	87	65	63	41	33	37	508
1966	40	41	33	26	14	10	55	94	26	46	62	102	549
1967	47	50	28	19	79	25	19	109	79	100	53	43	651
1968	43	19	31	26	88	26	100	42	27	98	48	34	582
1969	38	31	15	36	32	11	49	65	67	16	76	29	465
1970	42	11	32	58	3	24	78	19	57	47	65	24	440
SUMMA:	210	152	139	165	216	96	301	329	256	307	304	232	2707
MEDEL:	42	30	28	33	43	19	60	66	51	61	61	46	541
1971	30	35	27	12	12	12	71	75	28	38	48	33	421
1972	15	35	29	32	32	14	38	61	33	33	41	19	380
1973	35	67	7	39	27	40	72	32	39	21	76	45	500
1974	35	33	26	6	32	56	124	23	64	84	81	54	618
1975	38	10	27	34	60	32	36	52	71	16	27	33	436
SUMMA:	153	180	116	123	163	154	341	243	235	192	273	184	2355
MEDEL:	31	36	23	25	33	31	68	49	47	38	55	37	471
1976	30	15	17	27	24	32	26	14	83	21	53	74	416
1977	52	22	42	48	16	55	142	24	37	48	67	34	586
1978	33	18	46	17	18	78	72	45	69	10	37	11	454
1979	42	8	19	47	46	41	69	91	45	30	96	42	576
SUMMA:	157	63	124	139	104	206	309	174	234	109	253	161	2032
MEDEL:	39	16	31	35	26	52	77	44	59	27	63	40	508
TOTAL MEDEL:	34	27	26	29	42	51	70	74	56	54	48	40	550

Referenser

- Andersson, T. Swedish temperature and precipitation records since the middle of the 19th century.
Svensk Byggtjänst.
Stockholm 1970
- Astronomical Observatory, Uppsala.
Resultats des observations météorologiques faites au nouvel observatoire d'Uppsala pendant l'année 1855.
Uppsala 1856
- Castenson et al Vatten i natur och samhälle. En problemöversikt.
Liber läromedel
Lund 1979
- Craddock, J.M. Annual rainfall in England since 1725
Q.J. Royal Met. Soc. Vol 102 Oct 1976
No 434
- von Ehrenheim, F.W Om Climaternas rörlighet
Stockholm 1824
- Eriksson, B Statistisk analys av nederbördsdata
Del I Arealnederbörd
SMHI Rapport Nr RMK 16
Norrköping 1979
- Statistisk analys av nederbördsdata
Del II Frekvensanalys av månadsnederbörd
SMHI Rapporter Nr RMK 17 (under tryckning)
- Hamberg, H.E. Moyennes mensuelles et annuelles de la température et extrêmes de températures mensuels pendant les 150 années 1756-1905 a l'observatoire de Stockholm.
Kungl. Vetenskapsakademiens handlingar.
Band 40 Nr 1
Stockholm och Uppsala 1906

- Hamberg, H. E. Nederbörden i Sverige 1860-1900
Bihang till "Meteorologiska iakttagelser i Sverige" 1910
Uppsala 1911
- Hjeltström, S. A Undersökning af några felkällor vid nederbördsmätning.
Kungl. Vetenskapsakademiens förhandl.
Vo 8
Stockholm 1885
- I M S L Library. Revised. Jan 1979 Edition 7
- Lindholm, F.,
Modén, H.
Vedin, H. Inspektionsberättelser från inspektioner
av astronomiska observatoriet i Stockholm och Experimentalfältet i Frescati.
SMHI:s arkiv
- Modén, H
Nyberg, A Stockholmsområdets klimat.
Del I. Nederbörden
SMHI Meddelanden, Serie B Nr 19
Stockholm 1965
- Morales, C. Rainfall Variability - A Natural Phenomenon
Ambio 6:1
Stockholm 1977
- Rubenson, R. Nederbördsmängden i Sverige härledd ur de vid Statens Meteorologiska stationer under åren 1860-1872 anställda iakttagelser.
Kungl. Vetenskapsakademiens handlingar
Band 13 No 10
Stockholm 1876
- SMHI Observationsjournaler från Stockholms gamla observatorium.
Arkivfilm SMHI
- Nederbörd i mm månadsvis 1785-1951
Stockholm
Meddelande från klimatavdelningen Nr 47:2
Stockholm 1952
- Waxell, I. Muntlig information 1980
- Wigerth, Th Recherches sur le Climat d'Upsal
I Pluies
Appendix till Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal.
Uppsala 1893
- Ångström, A Sveriges Klimat
Stockholm 1958

SMHI Rapporter, METEOROLOGI OCH KLIMATOLOGI (RMK)

- Nr 1 Thompson, T, Udin, I och Omstedt, A:
Sea surface temperatures in waters surrounding Sweden (1974)
- Nr 2 Bodin, S:
Development on an unsteady atmospheric boundary layer model (1974)
- Nr 3 Moen, L:
A multi-level quasi-geostrophic model for short range weather predictions (1975)
- Nr 4 Holmström, I:
Optimization of atmospheric models (1976)
- Nr 5 Collins, W G:
A parameterization model for calculation of vertical fluxes of momentum due to terrain induced gravity waves (1976)
- Nr 6 Nyberg, A:
On transport of sulphur over the North Atlantic (1976)
- Nr 7 Lundqvist, J-E och Udin, I:
Ice accretion on ships with special emphasis on Baltic conditions (1977)
- Nr 8 Eriksson, B:
Den dagliga och årliga variationen av temperatur, fuktighet och vindhastighet vid några orter i Sverige (1977)
- Nr 9 Holmström, I och Stokes, J:
Statistical forecasting of sea level changes in the Baltic (1978)
- Nr 10 Omstedt, A och Sahlberg, J:
Some results from a joint Swedish-Finnish Sea Ice Experiment, March, 1977 (1978)
- Nr 11 Haag, T:
Byggnadsindustrins väderberoende, seminarieuppsats i företagsekonomi, B-nivå (1978)
- Nr 12 Eriksson, B:
Vegetationsperioden i Sverige beräknad från temperatur-observationer (1978)
- Nr 13 Bodin, S:
En numerisk prognosmodell för det atmosfäriska gränsskiktet grundad på den turbulenta energiekvationen (1979)
- Nr 14 Eriksson, B:
Temperaturfluktuationer under senaste 100 åren (1979)
- Nr 15 Udin, I och Mattisson, I:
Havs- och snöinformation ur datorbearbetade satellitdata - en metodstudie (1979)

- Nr 16 Eriksson, B:
Statistisk analys av nederbördsdata. Del I. Arealnederbörd (1979)
- Nr 17 Eriksson, B:
Statistisk analys av nederbördsdata. Del II. Frekvensanalys
av månadsnederbörd (1980)
- Nr 18 Eriksson, B:
Årsmedelvärden (1931-60) av nederbörd, avdunstning och av-
rinning (1980)
- Nr 19 Omstedt, A:
A sensitivity analysis of steady, free floating ice (1980)
- Nr 20 Persson, C och Omstedt, G:
En modell för beräkning av luftföroreningars spridning och
deposition på mesoskala (1980)
- Nr 21 Jansson, D:
Studier av temperaturinversioner och vertikal vindskjuvning
vid Sundsvall/Härnösands flygplats (1980)
- Nr 22 Sahlberg, J and Törnevik, H:
A study of the large scale cooling in the Bay of Bothnia (1980)
- Nr 23 Hårsmar, P-O:
Boundary layer measurements at Klockrike. Oct 1977. (1980)
- Nr 24 Bringfelt, B:
A comparison of forest evapotranspiration determined by some
independent methods (1980)
- Nr 25 Bodin, S and Fredriksson, U:
Uncertainty in wind forecasting for wind power networks
(1980)
- Nr 26 Eriksson, B:
Graddagsstatistik för Sverige (1980)
- Nr 27 Eriksson, B:
Statistisk analys av nederbördsdata.
Del III. 200-åriga nederbördsserier. (1980)



SWEDISH METEOROLOGICAL AND HYDROLOGICAL INSTITUTE

Box 923, S-601 19 Norrköping, Sweden. Phone +46 11 10 80 00. Telex 644 00 smhi s

ISSN 0347-2116