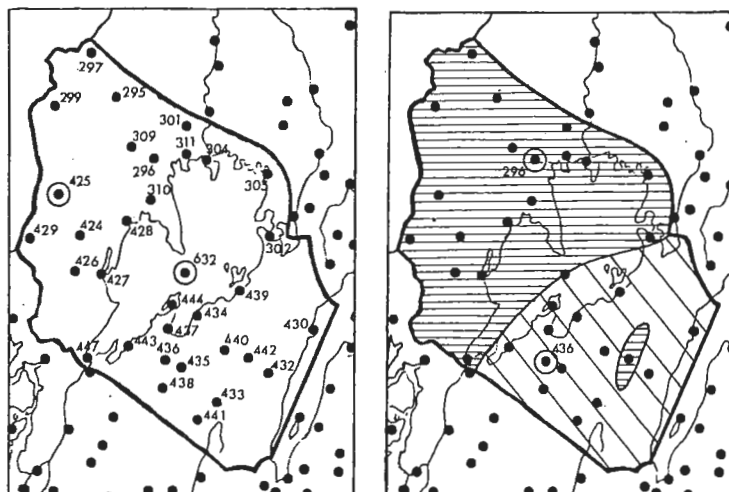




NEDERBÖRDSSTATISTIK MED PRAKTISKA TILLÄMPNINGAR

av Olov Lönnqvist

NEDERBÖRDSSTATISTIK MED
PRAKTISKA TILLÄMPNINGAR

PRECIPITATION STATISTICS WITH
PRACTICAL APPLICATIONS

av Olov Lönnqvist

Issuing Agency Swedish Meteorological and Hydrological Institute Box 923 S-601 19 Norrköping		Report number RMK 30
		Report date May 1981
Author(s) Olov Lönnqvist		
Title (and Subtitle) NEDERBÖRDSSTATISTIK MED PRAKTISKA TILLÄMPNINGAR. Empiriskt ortogonala funktioner för nederbörden i Sverige baserade på månadsmedelvärden för 643 stationer och tillämpade på väder- prognosernas distriktsindelning och det synoptiska nätet.		
Abstract Precipitation statistics for Sweden are presented in a very spe- cial way in order to serve as a planning tool in the Weather Ser- vice. Empirical Orthogonal Functions for the precipitation based on monthly normals for 643 stations, 1931-1960, are applied to two practical design problems, viz. geographical areas for weather forecasting and the network of synoptic stations. The paper also deals with maritime and continental areas of Sweden. The repre- sentativity of results obtained is judged by a sample of precipi- tation data for the last 100 years. A discussion is given as to the usefulness of the climatological method for the actual appli- cation purposes as compared with correlation of time-series of precipitation and other weather parameters. A summary is given in English.		
Key words Precipitation climatology Continentality Weather forecast areas Synoptic network design Sweden		
Supplementary notes	Number of pages 34	Language Swedish with a summary in English
ISSN and title 0347-2116 SMHI Reports Meteorology and Climatology		
Report available from: LIBER Förlag Allmänna Förlaget 196 43 Vällingby		

I N N E H Å L L S F Ö R T E C K N I N G

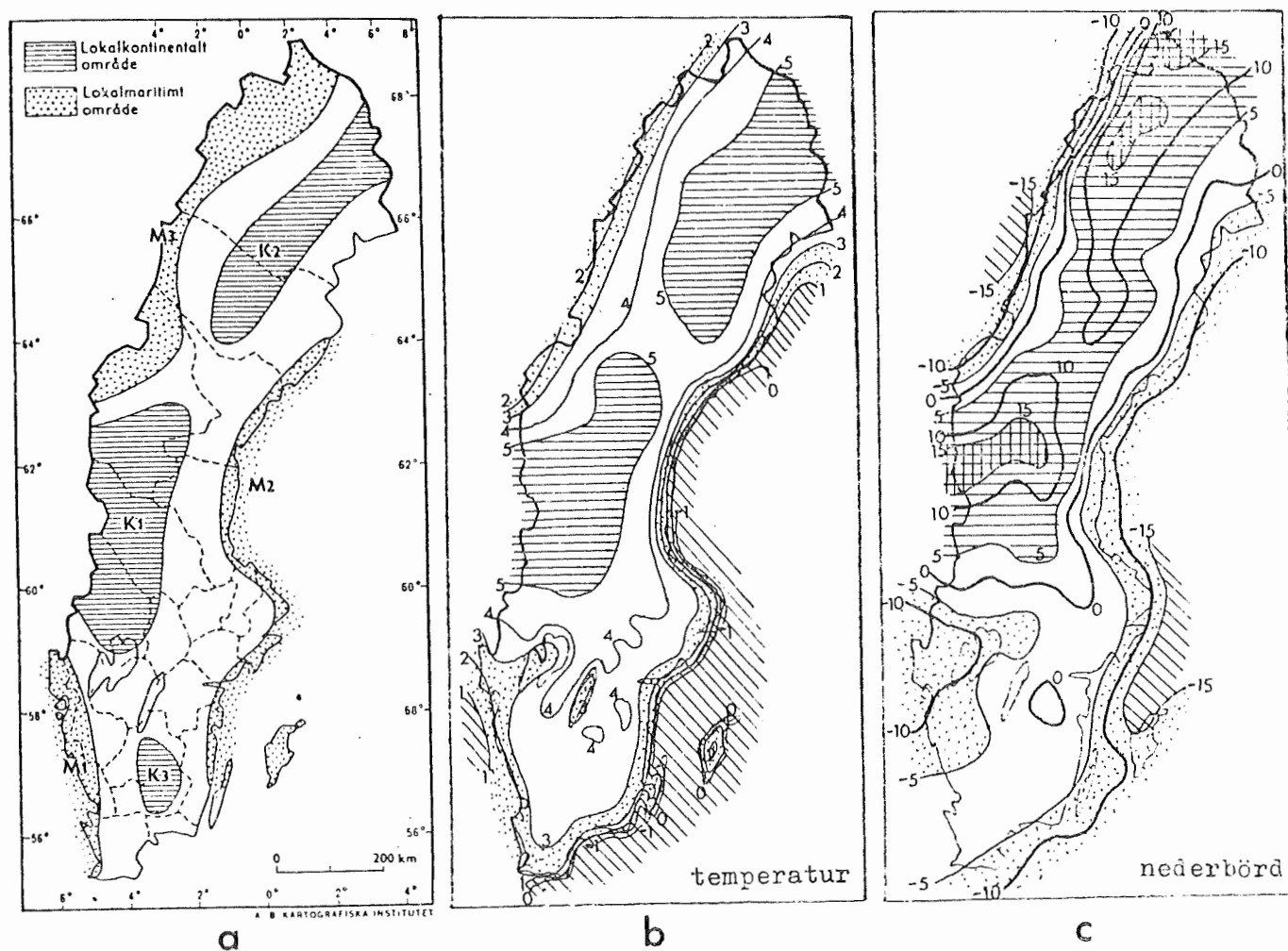
	Sida
<u>Lokalmaritima och lokalkontinentala områden i Sverige</u>	1
<u>Sveriges nederbördsklimat, en EOF-undersökning</u>	5
<u>Datamaterialet</u>	5
<u>Normalisering</u>	6
<u>Ytmedelvärden</u>	8
<u>Bestämning av egenvektorer och amplituder för 11 moder</u>	9
<u>Moden noll</u>	11
<u>Vad innebär moderna?</u>	12
<u>Variansreduktionen</u>	14
<u>De erhållna resultatens representativitet; en hundraårsstudie</u>	15
<u>Korrelation mellan stationerna</u>	17
<u>Korrelationen mellan stationer i radiorapportens 14 distrikt</u>	18
<u>Korrelationer länsvis</u>	22
<u>Tillämpning på det synoptiska observationsnätet</u>	24
<u>Sammanfattande kritiska kommentarer</u>	30
<u>Tillkännagivande</u>	33
<u>Referenser</u>	34
Bilaga, sida 1- 6	

NEDERBÖRDSSTATISTIK MED PRAKTISKA TILLÄMPNINGAR

Empiriskt ortogonala funktioner för nederbörden i Sverige baserade på månadsmedelvärden för 643 stationer och tillämpade på väderprognosernas distriktsindelning och det synoptiska nätet.

Lokalarmitima och lokalkontinentala områden i Sverige

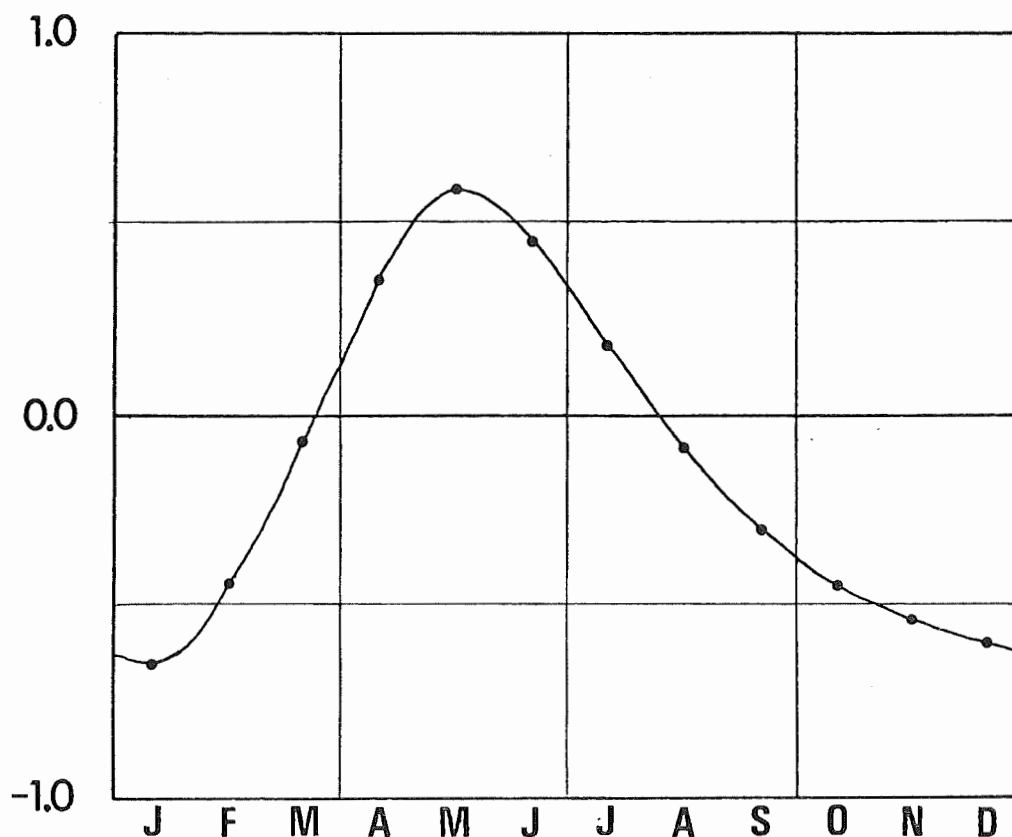
I Ångströms Sveriges klimat finns ett avsnitt med rubriken "De olika klimatelementens regionala fördelning och årliga förlopp". Vid diskussionen av klimatelementet *t e m p e r a t u r* citerar han ett eget arbete (1939) i vilket han kartlagt de lokalkontinentala och lokalarmitima områdenas utsträckning och fördelning i Sverige. Sedan temperaturstationernas årliga gång, sådan den framträder i månadsmedelvärdena, normaliserats för latitud och höjd över havet, återstår anomalier som särskilt i juni och december är starkt korrelerade till avståndet till hav. Den karta Ångström kommer fram till återfinns i Fig. 1a.



Figur 1 Lokalarmitima och lokalkontinentala områden i Sverige
Maritime and continental areas in Sweden

- Kartan är hämtad från Sveriges klimat (ÅNGSTRÖM 1946).
- Den geografiska fördelningen av första modens amplituder då EOF-teknik subjektivt tillämpats på temperaturen (opublicerad undersökning).
- Motsvarande amplituder då EOF-tekniken tillämpats på nederbörden - en mer detaljerad karta visas i Fig. 9.

Omkring 1970 genomförde jag en i viss mån liknande undersökning av temperaturförhållandena i Sverige (opublicerad, omnämnd i Lönnqvist, 1971). Den subjektiva och delvis grafiska metod jag använde motsvarar den statistiska teknik som går under beteckningen Empiriskt Ortogonala Funktioner (EOF). Sedan temperaturens latitud- och höjdberoende tagits bort, återstod en årlig variation som kunde uppdelas i ett antal av varandra oberoende "moder". Den första moden, dvs den med den största inverkan på temperaturen, beskrev just skillnaden mellan stationer med tydligt maritima respektive kontinentala drag. Jag fann att förhållandena främst karakteriserades av temperaturen i maj och januari. Den viktningskurva som erhöles återges i Fig. 2. Detta är vad som med EOF-terminologi skulle kallas "första modens egenvektor".



Figur 2 Den viktfunktion för månadstemperaturen med vilken man kan skilja mellan stationer med maritima och kontinentala drag

The weight-function for monthly temperatures by which stations of maritime and continental type can be differentiated.

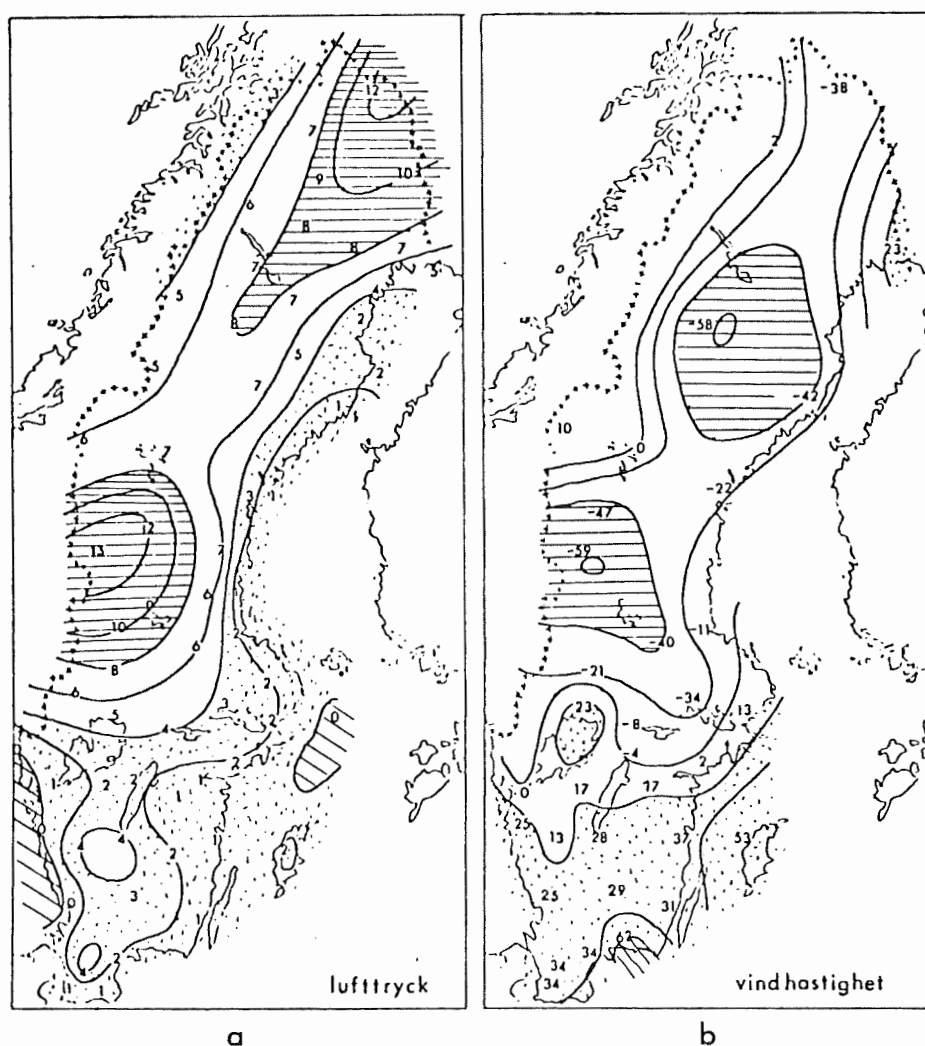
Denna egenvektor representerar första moden sedan latitud- och höjdberoendet filterats bort och därmed också den för hela landet typiska årliga gången i temperaturen. Skillnaden mellan lokalmaritima och lokalkontinentala stationer är särskilt stor i maj och januari. I Fig. 1b visas den geografiska fördelningen av motsvarande amplituder (LÖNNQVIST, opublicerad undersökning).

Varje egenvektor skall sedan för varje station multipliceras med den för stationen typiska "amplituden". Utgår man från egenvektorn i Fig. 2, visar sig extremt "lokalkontinentala" stationer som Jokkmokk ha amplituden +5,8 medan de mest utpräglade "lokalmaritima" stationerna Utklippan och Understen har amplituden -1,7. I Fig. 1b visas en kartläggning av dessa amplituders geografiska fördelning. Det bör observeras att figurerna 1b och 2 alltså är tagna från en undersökning som utförts manuellt. Jag avser att upprepa den på SMHIs dator med tillgängliga EOF-program.

I föreliggande undersökning av nederbörden i Sverige kommer det att visa sig att även för detta element ger EOF-analysen som första mode en egenvektor som differentierar mellan mer kontinentala och mer maritima stationer. Den geografiska fördelningen av motsvarande amplituder visas i Fig. 1c. En närmare beskrivning hur denna karta erhållits lämnas i det följande.

Även andra element än temperatur och nederbörd kan analyseras på sådant sätt att man får fram klara skillnader mellan stationer med kontinentala och maritima drag. I Fig. 3 visas exempel som avser lufttrycket och vindhastigheten. Andra användbara element är molnighet och fuktighet. Kartorna i figurerna 1 och 3 uppvisar stora likheter men också anmärkningsvärda olikheter t ex vad gäller det maritima inflytandet över Götaland.

Frågan om fördelningen av lokalmaritima och lokalkontinentala områden i Sverige kommer inte att tas upp till ytterligare behandling i denna uppsats. Den har fått tjäna som en introduktion till den statistiska undersökning av nederbörden som nu följer.

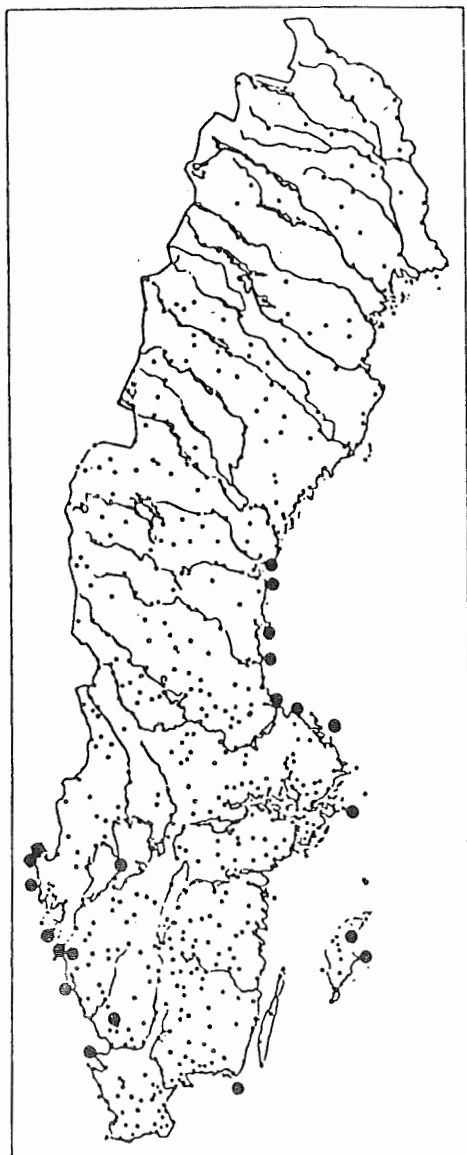


Figur 3 Fördelning av lokalmaritima och lokalkontinentala områden enligt observationer av lufttryck och vind.

Maritime and continental areas as determined by observations of atmospheric pressure and wind.

- a) Kartan har erhållits genom att i de normala årsmedelvärdena 1931-60 för lufttrycket kl 07 (reducerat till havsytans nivå) eliminera variationen med latituden, enligt formeln $K = ppp - 98 + 3 (68.5 - \phi)$.
- b) Resultatet bygger på frekvensen 1931-60 under olika månader av vindstyrkor ≥ 3 Bf enligt Klimatdataboken; värdena på kartan är amplituder för första moden sedan frekvenserna normaliserats, dvs dividerats med resp årsmedelvärde.

Datamaterialet



Figur 4 De 643 nederbördsstationer som ingår i undersökningen.

643 precipitation stations used in the analysis.

En detaljerad stationskarta och en fullständig namnförteckning ges i bilaga. Stationer med kraftigare markering ingick inte i det på magnetband lagrade materialet. Normalvärden för dessa 21 stationer har hämtats från annan källa.

Undersökningen är baserad på s k månadsnormaler för nederbörds-
mängden 1931-60 för 643 svenska stationer. Ursprungligen erhöles
från KBE ett band innehållande data från enbart 622 stationer.
Här saknades stationer som upphört sedan dess, bland dem ett an-
tal mycket intressanta kuststationer. Därför utökades datamäng-
den med 21 stationer för vilka månadsnormaler hämtades ur av KB
utgivna stencilerade tabeller. Möjligen innebär denna komplet-
tering att materialet blivit mindre homogent men i gengäld har
täckningen blivit betydligt bättre särskilt vid västkusten och
södra Norrlandskusten. En fullständig stationslista och stations-
karta med den i denna undersökning använda speciella numreringen
lämnas i bilaga. Stationsnätet framgår översiktligt av Fig. 4,
där fyllda ringar markerar de stationer som saknades i det ur-
sprungligen erhållna materialet. Det finns skäl att notera den
enormt dåliga täckningen i de västra delarna av de norra Lapp-
landsfjällen.

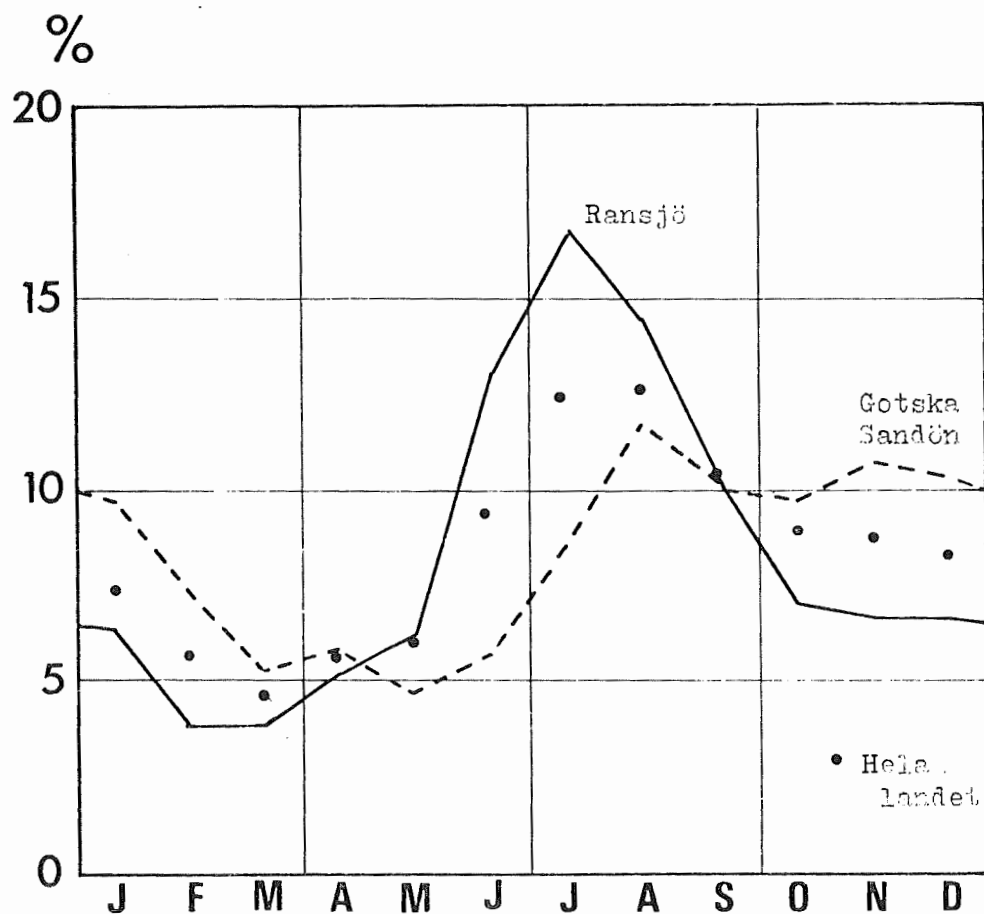
Normalisering

Efter att ha prövat även andra angreppsmetoder har jag funnit det lämpligt att före EOF-analysen normalisera månadsvärdena genom att ersätta månadsmängderna med procent av den årliga normalmängden. Det innebär att månadsvärdena dividerats med årsvärdet för varje station.

Man erhåller följande procenttal för stationerna 474 Gotska Sandön (extremt maritim) och för 199 Ransjö i Härjedalen (extremt kontinental).

	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	
Gotska Sandön	10	7	5	6	5	6	9	12	10	10	11	10	%
Ransjö	6	4	4	5	6	13	17	14	10	7	7	7	%
Hela landet	7	6	5	6	6	9	12	13	10	9	9	8	%
Differens mellan de två stationerna	-4	-3	-1	-1	1	7	8	2	0	-3	-4	-3	
Första modens egenvektor	-4	-2	-2	-1	1	7	8	4	0	-3	-4	-3	

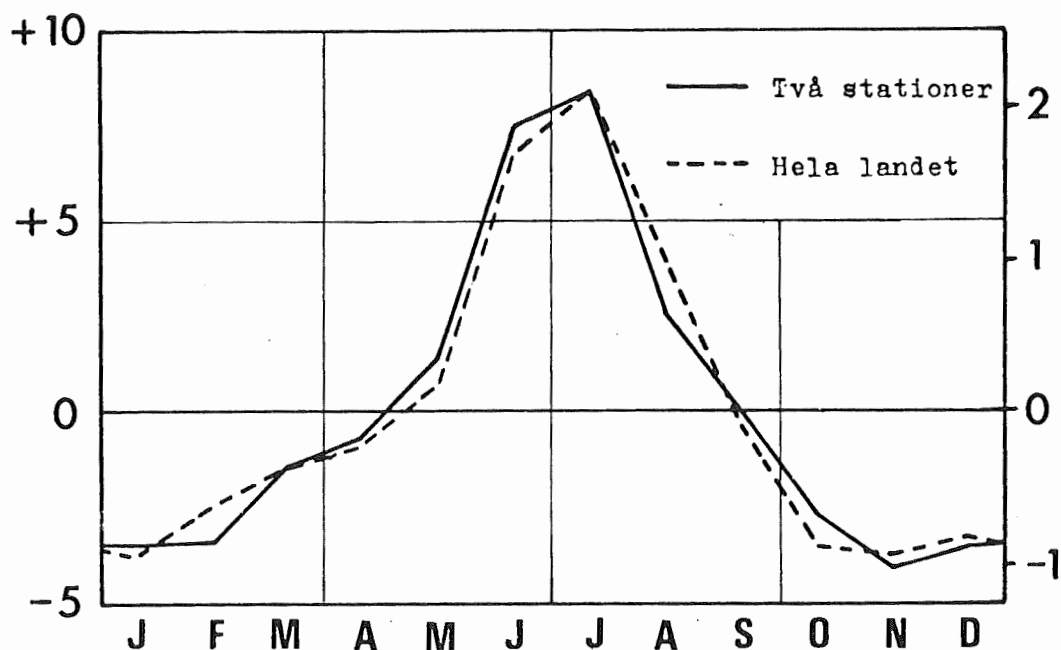
Siffrorna i ovanstående tabell är avrundade. Differensen månadsvis mellan Ransjös och Gotska Sandöns procentvärden har beräknats och jämförs med de för hela datamaterialet framräknade värdena (se nedan) för den första modens egenvektor (i tabellen multiplicerade med 4 för att uppnå storleksmässig överensstämmelse). Denna enkla tabell beskriver kort och koncist den använda metoden. Överensstämmelsen är slående mellan den egenvektor som gäller hela materialet och den vektor man skulle få om man enbart studerade dessa två extrema stationer! Tabellvärdena ovan presenteras grafiskt i Fig. 5 och 6.



Figur 5 Den procent av årsnederbörden som faller under olika månader.

Monthly precipitation as percentages of the yearly amount.

Heldragen kurva representerar den mest "kontinentala" stationen Ransjö; streckad kurva motsvarar den mest "maritima", Gotska Sandön. Punkterna anger månadsvis medelvärde för hela landet.



Figur 6 Den viktfunction för månadsnederbörden med vilken man kan skilja mellan stationer med maritima och kontinentala drag.

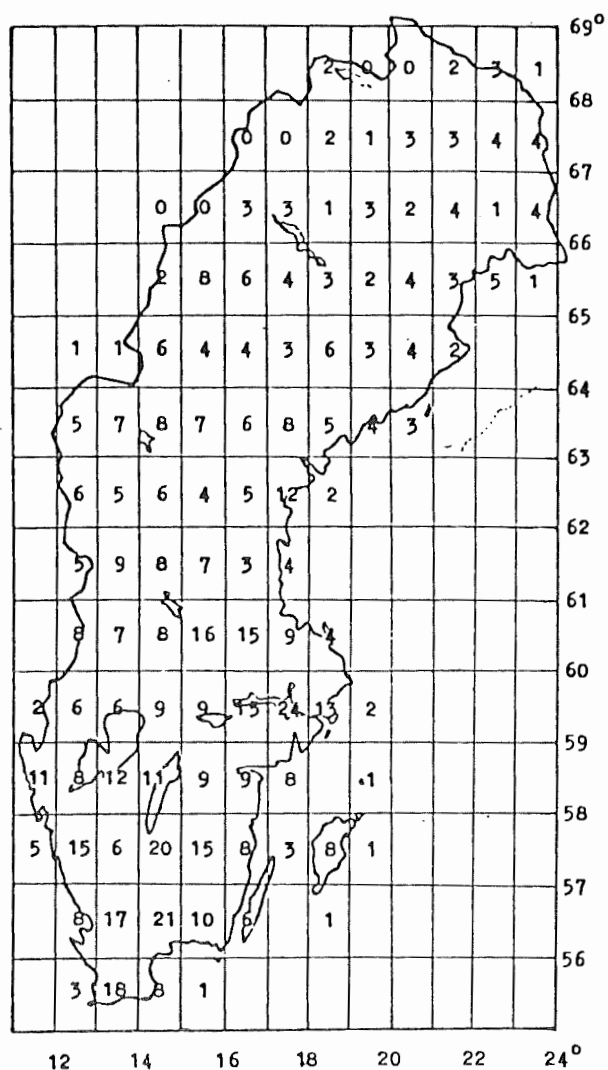
The weight-function for monthly precipitation by which stations of maritime and continental type can be differentiated.

Heldragen kurva och siffrorna till vänster ger helt enkelt skillnaden mellan kurvorna för Ransjö och Gotska Sandön i Fig. 5. Streckad kurva och siffrorna till höger visar första modens egenvektor, sådan den erhållits vid EOF-analys av samtliga 643 stationer.

Ytmedelvärden

Som framgår av Fig. 4 är nederbördsstationerna mycket ojämnt fördelade över landet. Anhopningen är särskilt stor kring Stockholm och i östra Skåne. Dessa trakter skulle därför få en omotiverad hög vikt mot t ex vissa områden i Lappland där nätet är glest, om EOF-analysen direkt skulle baseras på stationsvärdena. Jag har föredragit att beräkna medelvärden rutvis av de enligt ovan framräknade procentuella månadsvärdena för varje station. Jag har använt dels en-grads latitud/longitud-rutor, dels halva sådana rutor. I några få fall har stationer nära rutgränserna av meteorologiska skäl förts till närliggande ruta så att värdena rutvis blivit mer homogena. Siffrorna i Fig. 7 visar antalet stationer per ruta i det förra fallet. Projektionen är vald att passa datorutskriften.

De slutgiltiga beräkningarna baserar sig på medelvärden för de halverade rutorna. Detta innebär att EOF-analysen behandlar 185 fall.



Figur 7 Gruppering av nederbördsstationerna i ett rut-system.

How stations have been grouped in 'squares'.

Siffrorna anger antalet stationer inom varje ruta. (Haparanda och Härnösand har flyttats till närliggande ruta). Vid den slutgiltiga undersökningen har dessa rutor i sin tur halverats, varefter medelvärden av den procentuella månadsnederbörden beräknats för varje sådan ruta. Dessa rutmedelvärden utgör utgångsmaterialet för EOF-analysen. (Kartprojektion är anpassad till datautskriften).

Bestämning av egenvektorer och amplituder för 11 moder

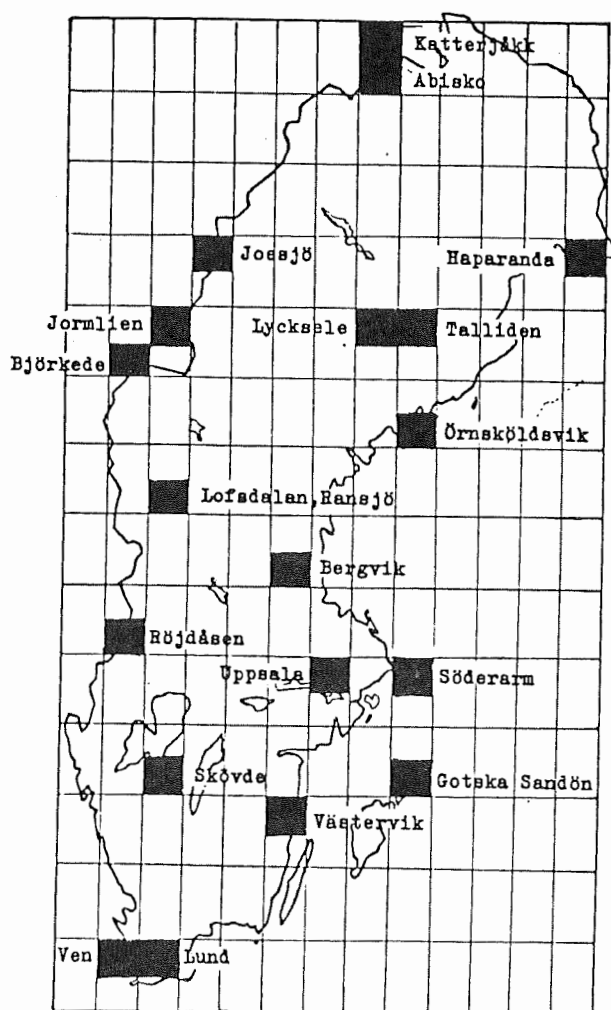
För varje fall, dvs för varje halv ruta enligt ovan, innehåller nu utgångsmaterialet 12 värden, nämligen procentvärdena för månaderna januari till december. Eftersom vi redan normaliserat med årsnederbörden kan vi ta fram 11 moder. För varje mode innehåller egenvektorn 12 värden, ett för varje månad. För varje i undersökningen ingående fall, dvs för varje halv ruta, får man slutligen 11 amplituder, en för varje mode. Det är sedan givetvis möjligt och lämpligt att också för var och en av de 643 stationerna beräkna de 11 amplituderna.

Resultatet av beräkningarna framgår av följande tabeller. I tabell 1 ges de 11 egenvektorer, av vilka den första redan grafiskt återgivits i Fig. 6 (streckad kurva och siffrorna till höger). Tabell 2 ger amplituderna för ett urval rutor, nämligen sådana som är extrema i en eller flera moder. De för hela Sverige extrema amplitudvärdena är understrukna. Läget av de i tabellen presenterade rutorna framgår av Fig. 8.

Tabell 1

Egenvektorer *Eigen vectors*

Mode	M å n a d M o n t h											
	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC
1	-0,95	-0,59	-0,41	-0,24	0,17	1,68	2,10	0,97	-0,11	-0,87	-0,94	-0,82
2	-0,75	-1,65	-1,50	-0,05	0,19	0,10	-0,74	1,25	0,86	0,13	1,87	0,25
3	0,60	-0,16	-0,82	-0,05	1,35	-2,11	1,47	0,67	-1,42	0,11	0,18	0,18
4	-0,66	-0,30	-0,80	0,45	1,15	-0,35	0,76	-2,00	1,62	1,18	-0,37	-0,68
5	-0,72	0,79	0,75	0,07	1,22	-1,06	-0,99	1,50	1,27	-0,77	-0,81	-1,26
6	1,01	-0,03	-0,65	-0,53	-1,93	-1,02	0,82	0,82	1,69	0,38	-0,99	0,43
7	-0,17	-0,66	0,61	0,07	-0,48	0,12	-0,31	0,91	-0,90	2,65	-0,43	-1,42
8	-1,73	1,69	-0,27	1,08	-1,41	-0,67	0,76	0,03	-0,26	0,04	1,25	-0,52
9	0,83	-0,52	-0,89	2,94	-0,23	0,16	-0,54	0,19	-0,28	-0,50	-0,89	-0,27
10	0,80	-1,46	1,76	0,37	-0,54	-0,64	0,81	-0,52	0,43	-0,90	1,25	-1,35
11	1,70	1,23	-1,40	-0,71	0,11	0,72	-0,25	-0,10	-0,02	-0,17	0,83	-1,96



Figur 8 Läget av de rutor med extrema amplituder som tabellerats i Tabell 2.

Location of squares mentioned in Table 2, i.e. those with extreme amplitudes.

Tabell 2

Amplituder för ett urval rutor *Amplitudes for a selection of squares*

Ruta <i>Square</i>	M o d e										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Katterjåkk	-8,4	-8,9	<u>-8,9</u>	2,5	<u>7,3</u>	2,1	-0,2	<u>-3,5</u>	-2,7	1,7	-1,3
Abisko	9,9	-7,0	-0,6	-3,5	4,5	<u>5,9</u>	-1,5	-0,5	-1,3	1,6	-0,9
Joesjö	-15,4	-11,9	-4,2	-3,2	-0,8	1,5	<u>-3,6</u>	-0,6	-1,4	-0,3	-0,6
Haparanda	-9,4	4,7	-2,2	0,3	4,0	1,6	-0,5	<u>3,0</u>	0,4	-0,2	1,0
Jormlien	-19,3	-13,1	-5,9	-0,4	-2,7	-0,6	-1,0	0,6	<u>2,4</u>	-0,3	<u>-2,0</u>
Lycksele m fl	11,8	0,5	0,2	0,3	-1,7	-1,9	0,9	-1,1	<u>-3,0</u>	-1,2	-0,1
Talliden	6,3	1,2	0,3	0,0	0,4	-0,8	0,8	0,4	-1,2	<u>-1,6</u>	-0,1
Björkede	-15,9	<u>-15,0</u>	-8,1	-0,5	0,5	-2,9	1,5	1,0	0,7	0,7	1,2
Örnsköldsvik m fl	-4,8	<u>7,7</u>	0,2	-2,4	-2,0	0,6	0,2	1,5	-0,4	-0,1	-1,0
Lofsdalen m fl	<u>18,2</u>	-0,5	-1,2	0,2	-2,3	0,3	-0,4	-3,1	0,7	0,2	0,4
Bergvik	-5,0	5,3	-1,2	-1,1	-0,1	-0,6	-2,2	0,5	1,2	<u>2,8</u>	0,7
Röjdåsen m fl	0,2	2,7	-2,9	2,1	<u>-4,9</u>	-2,2	-2,0	-1,2	0,9	-0,5	0,6
Uppsala m fl	-1,1	3,3	1,6	-1,5	1,8	0,2	<u>2,9</u>	-0,6	0,2	0,5	-0,5
Söderarm	-16,6	3,1	0,5	<u>-4,6</u>	1,5	-1,7	0,3	-2,0	1,7	-1,4	0,5
Skövde m fl	-1,6	0,6	1,9	<u>6,6</u>	0,8	-0,1	1,7	-0,2	0,3	1,2	0,1
Gotska Sandön	<u>-19,8</u>	-0,3	1,3	-4,5	-0,1	2,3	-1,7	1,1	0,1	-0,2	0,7
Västervik m fl	-3,7	-2,0	2,9	1,6	1,4	<u>-4,6</u>	-1,3	-0,3	-1,5	-0,4	-0,9
Ven o Landskrona	2,2	-5,2	<u>4,6</u>	6,1	0,4	-0,0	-0,8	-0,2	0,8	0,6	0,1
Lund m fl	-5,5	-6,1	3,3	2,2	-2,4	0,4	0,9	-0,4	-0,2	0,5	<u>1,7</u>

Moden noll

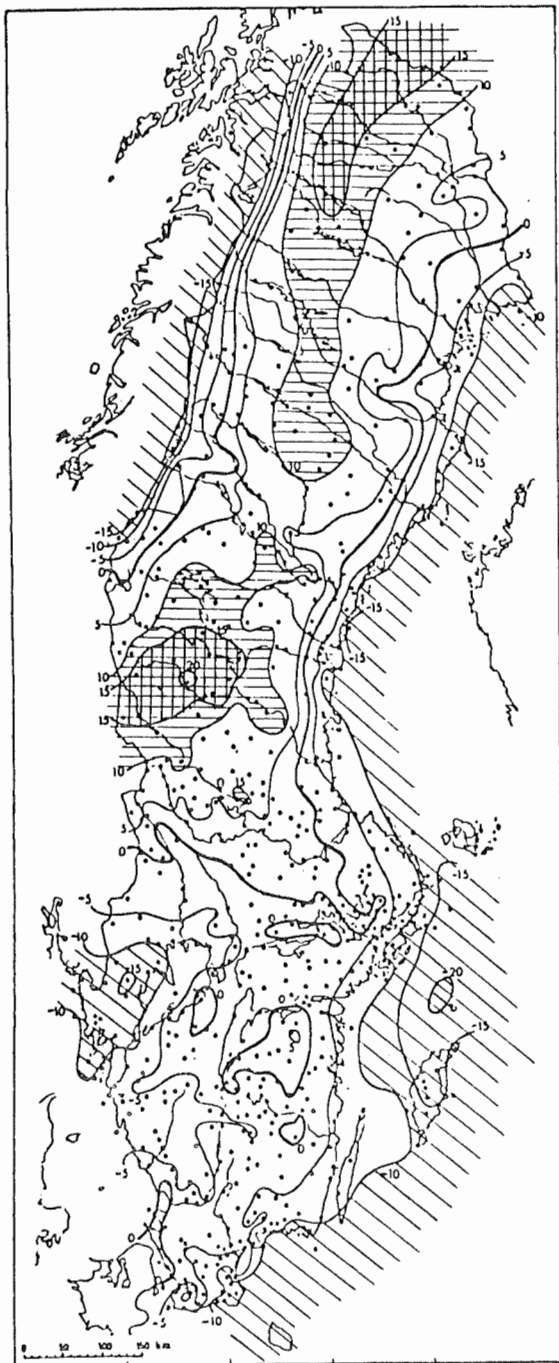
Med den teknik som beskrivits här, dvs då man inleder beräkningarna med en normalisering med avseende på årsnederbörden erhåller man trots de 12 givna värdena för varje fall inte mer än 11 moder. Anledningen är givetvis att man redan filtrerat bort den viktigaste moden, där årsnederbörden utgör amplituden och där egenvektorn är den för hela landet typiska årliga variationen, sådan den framgår av punkterna i Fig. 5. I fortsättningen kallas denna mode noll eller den nollte moden. Om vi hade föredragit att inte starta med normaliseringen hade denna mode, om än något förvanskad, kommit fram som mode 1, varefter vår mode 1 blivit mode 2 osv.

I de fortsatta tillämpningarna av EOF-resultaten på olika problem som distriktsindelningen för väderprognoserna och det synoptiska observationsnätet, kommer även mode noll att användas.

Vad innebär moderna?

Man kan hävda att de egenvektorer och amplituder som blir resultatet av EOF-analysen endast skall ses som verktyg för en optimal beskrivning av förhållandena med minsta antal termer och att de inte i och för sig skall väntas ha någon direkt, lätt utläsbar fysikalisk eller meteorologisk orsak.

Lyckligtvis för förståelsen har dock åtminstone några av moderna en direkt meteorologisk motsvarighet och andra kan man möjligen tro sig kunna förstå. Om vi börjar med mode noll, årsnederbörden, finns det inte skäl att här närmare argumentera för vad den beskriver. Också mode 1 torde vara lätt att förstå. Av egenvektorn ser man att vissa stationer - och av amplitudernas geografiska fördelning ser vi att det är inlandsstationerna - uppvisar särskilt stora nederbördsmängder under sommarmånaderna juni och juli. Andra stationer, nämligen de längs kusterna och i de västligaste fjällen, har procentuellt betydligt mindre nederbörd under dessa sommarmånader. I stället förekommer stora mängder under perioden oktober till februari. Det är den lokalkontinentala respektive den lokalmaritima effekten som beskrivs med denna mode. Intressant är att mode 1 sammanför kuster och fjäll i samma grupp trots att de säkerligen inte har helt likartade nederbördsförhållanden. Man kan därför vänta sig att detta skall korrigeras i följande moder. Så är också fallet. I mode 2 behandlas skillnaden mellan fjällen och den norrländska kusten. Extremstationerna är enligt Tabell 2 Björkede i jämtlandsfjällen och Örnsköldsvik. Av Tabell 1 framgår att det särskilt är i november och augusti som norrlandskusten har nederbördsöverskott medan fjällen och södra Götaland visar relativt underskott. Förhållandena är omvända i februari och mars. Både moderna 1 och 2 sammanför alltså fjällen och södra Götaland. Först i mode 3 beskrivs skillnaden dem emellan. Tabell 1 visar att enligt mode 3 dessa områden är helt i otakt under sommaren. I söder förekommer överskott i maj och juli; i fjällen i juni och september. Övriga moder ha givetvis också sin betydelse, men amplitudernas geografiska fördelning uppvisar en alltmer småskalig bild, samtidigt som själva amplitudvärdena också avtar.

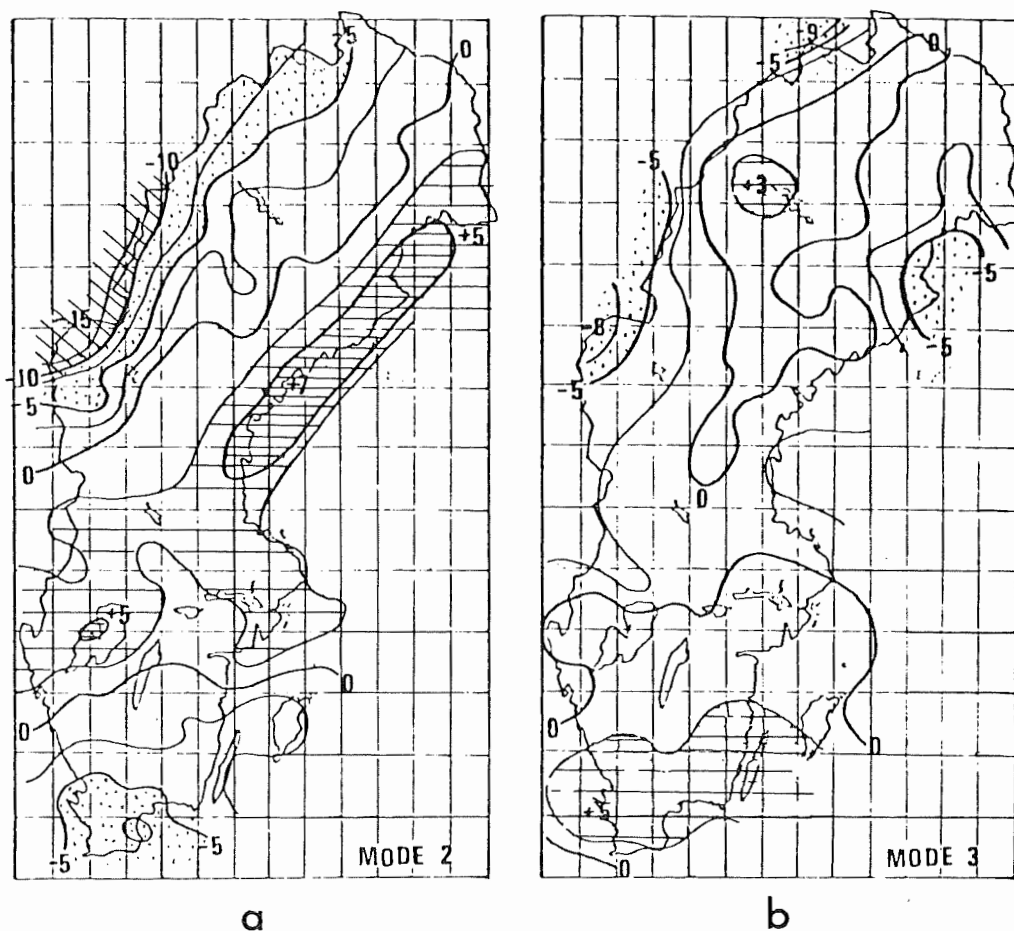


Figur 9 Geografisk fördelning av första modens amplituder.

Amplitudes of the first mode.

Kartan bygger på amplitudvärden beräknade för var och en av de 643 stationerna, då däremot motsvarande karta i Fig. 1b är baserad på rutmedelvärdenas amplituder.

Amplitudernas geografiska fördelning enligt mode 1 är kartlagd i Fig. 1c. Bilden bygger på rutvärden och är därför mer utjämnad än den karta som presenteras i Fig. 9 och som bygger på de enskilda stationernas amplituder i första moden. Fig. 10a och b visar amplitudernas geografiska fördelning i moderna 2 och 3 - även detta är analyser av rutvärdena.



Figur 10 Geografisk fördelning av andra och tredje modens amplituder.

Amplitudes of the second and third mode.

Kartorna är baserade på rutmedelvärdenas amplituder.

Variansreduktionen

Den för hela landet genomsnittliga årliga gången i nederbörden (visad med punkter i Fig. 5) med tillhörande amplituder, dvs stationernas årsnederbörd, förklarar så mycket som 98,7% av nederbördsvärdenas varians. Detta beskrivs i mode noll.

Intressant är, trots denna mycket höga siffra, den kvarstående variansen, vilken förklaras av moderna 1 - 11. Nedanstående tabell ger dels den ackumulerade procentuella variansreduktionen, dels hur stor procent av återstående varians som förklaras genom varje ny mode.

	Mode:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ackumulerad variansreduktion		65	80	85	89	93	96	97	98	99	100	100
Proc reduktion av återstående varians		65	43	24	29	36	40	34	37	47	56	100

De erhållna resultatens representativitet; en hundraårsstudie

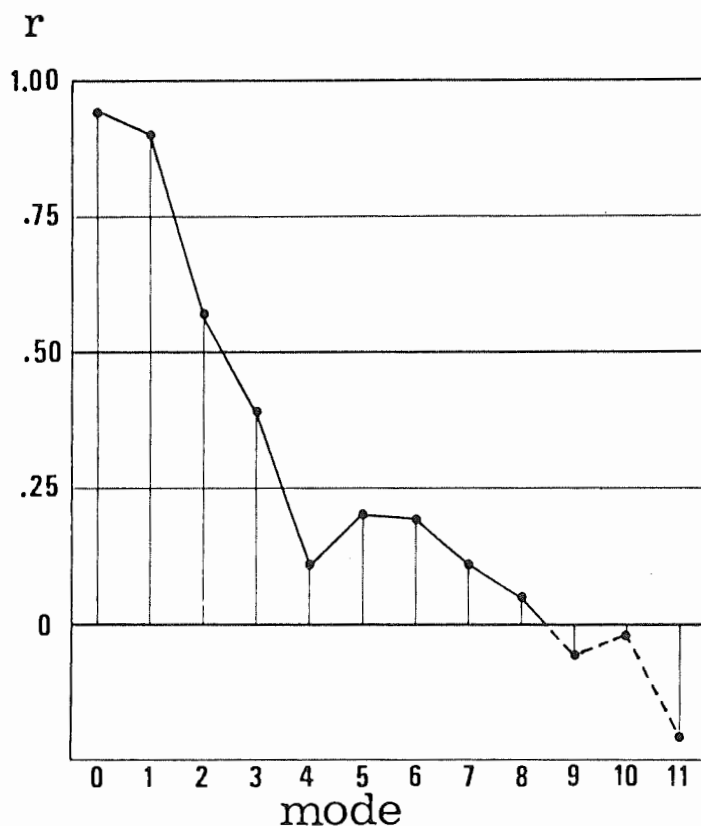
De egenvektorer och amplituder som presenterats i tabellerna 1 och 2 och motsvarande figurer har den begränsningen att de bygger på nederbördsvärden från en speciell 30-årsperiod, nämligen 1931-60. Det finns skäl att fråga sig hur representativ den perioden var för nederbördsförhållandena i Sverige. Skulle det vara så att åren 1931-60 på något sätt var onormala, kan man sedan i andra hand fråga sig i vad mån det i sin tur påverkar de empiriskt ortogonala funktionerna.

Låt oss utgå från att egenvektorerna fångat något för nederbörds-klimatet långsiktigt karakteristiskt. Det finns åtminstone skäl att tro att de lägsta moderna uppfyller detta antagande. Då reduceras frågan till hur karakteristiska för en längre tid än 30 år som amplituderna är och deras geografiska fördelning.

För att försöka besvara denna fråga har jag utnyttjat det mång-åriga nederbördsmaterial som publicerats av Tage Andersson (1970). Han har för 51 svenska stationer angivit månadsmedelvärden för nederbörden dekadvis fr o m 1861-70 t o m 1961-68. En eller två av de första dekaderna saknas för några av stationerna. Jag har därför valt att starta undersökningen från 1881, och jag har kompletterat Anderssons material fram t o m 1979. Materialet omfattar därför praktiskt taget 10 dekader.

Om man som ovan nämnts utgår från de egenvektorer som erhållits ur det geografiskt mycket omfattande materialet för 1931-60, nämligen 643 stationer med god spridning över hela landet, erhåller man för var och en av Anderssons 51 stationer amplituder dekadvis för moderna 0 till 11. Dessa dekadamplituder kan studeras på olika sätt. En separat publikation om detta kan väntas. Undersökningen ger underlag för synpunkter på hur lång normalperioden bör vara för nederbördsdata och hur ofta sådana normalvärden bör förnyas.

Ett resultat av undersökningen redovisas i Tabell 3. Här har amplitudvärdena för var och en av de 10 dekaderna korrelerats med motsvarande värde för intilliggande 50 år. För varje dekad erhåller man då korrelationskoefficienter för var och en av de 12 moderna. I tabellen redovisas också medelvärden av de erhållna korrelationerna. Dessa värden återges också i Fig. 11.



Figur 11 Modernas amplitudvärden under de tio dekaderna mellan 1881 och 1980 korrelerade med motsvarande amplitudvärden för närliggande femtioårsperiod. Medelvärden enligt Tabell 3.

Mode amplitudes for the ten decades 1881-1980 correlated with those for adjacent 50 years. Mean values from Table 3.

Vid amplitudberäkningen har använts modernas egenvektorer sådana de erhöles för perioden 1931-60 (643 stationer). Korrelationen avser 50 stationer.

Av tabell och figur framgår klart hur mycket mer representativa särskilt moderna 0 och 1 men även 2 och 3 är än övriga moder, och att de sista moderna 9-11 helt saknar intresse om man är intresserad av nederbörds klimatet i ett något längre perspektiv.

Korrelationsmedelvärdena i Tabell 3 kommer att användas i det följande.

Tabell 3 Korrelationskoefficienter som för olika moder visar hur dekadernas amplituder är korrelerade med motsvarande amplituder beräknade över närliggande 50 år. 50 stationer enligt Tage Andersson. (Koefficienterna är multiplicerade med 100).

Figures showing how amplitudes for decades are correlated to amplitudes for adjacent 50 years for all modes.

Dekad Decade	50-årsperiod 50 year period	M o d e											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1881-90	1891-40	92	80	56	-10	27	26	17	01	44	-19	32	-10
91-00	1901-50	89	83	32	19	13	-01	34	18	37	-07	15	-10
1901-10	11-60	86	82	30	17	19	-05	35	24	59	-01	05	-26
11-20	21-70	93	88	54	63	-07	38	-00	-06	37	24	12	-13
21-30	31-79	94	90	40	24	-14	-08	32	17	-15	06	18	04
31-40	21-30, 41-79	94	92	68	48	22	19	32	-12	25	09	14	-29
41-50	21-40, 51-79	97	91	58	35	-05	30	-18	34	-10	-04	-11	-23
51-60	21-50, 61-79	95	87	63	32	26	21	20	-20	-19	-15	-30	-37
61-70	21-60, 71-79	93	95	60	56	23	20	22	39	18	-13	-08	-06
71-79	21-70	88	84	51	37	15	36	25	10	04	-17	05	-32
Medelvärde	Mean	94	90	57	39	11	20	19	11	05	-06	-02	-21

Korrelationer mellan stationerna

Låt oss återvända till de 643 stationernas nederbördsvärden för perioden 1931-60. Av många olika skäl är det intressant att undersöka i vilken grad de olika stationerna ur nederbördssynpunkt är korrelerade till varandra. Den fråga man då måste ställa sig är; vad är det som man skall korrelera? Det är lätt att visa och det är också vad man borde vänta sig, att en korrelationsberäkning grundad på månadsnormalerna i obearbetad form, ger ointressanta resultat. Det torde vara mera rättvisande att korrelera EOF-amplituderna för de 12 moderna, eftersom de ger kvintessensen av varje ords nederbördsförhållanden. Eftersom hundraårsundersökningen visat att de högsta moderna inte är representativa mer än för den studerade perioden, bör de uteslutas. Detta leder till tanken att vid en sådan korrelationsberäkning tilldela de olika modernas amplituder vikter i enlighet med slutraden i Tabell 3.

Ett intressant experiment borde vara att inledningsvis korrelera de två första stationerna i Tabell 2, Abisko och Katterjåkk. Det är ju ett känt faktum att de meteorologiska förhållandena på dessa två platser är föga korrelerade trots det mycket korta avståndet mellan dem, 29 km.

Om man direkt korrelerar de två stationernas nederbördsnormaler, erhålles koefficienten $r = 0.77$. Det höga värdet förklaras av att stationerna trots allt dock givetvis har relativt höga mängder under sommaren och att bägge liksom många andra stationer har särskilt låga mängder i april och maj. Korrelerar man i stället EOF-amplituderna för moderna 0 till 11, erhålles $r = 0.37$. Korrelerar man däremot bara de åtta första av dessa amplituder, och om dessa ges vikterna 0.27, 0.26, 0.17, 0.11, 0.03, 0.06, 0.06, 0.03 och 0.01 i proportion till medelvärdena i Tabell 3, erhålles $r = -0.07$, ett värde som på ett rättvisande sätt karakteriserar den stora skillnaden mellan de två stationerna ur nederbördssynpunkt. Inflytandet av den höga men inte särskilt representativa korrelationen i moderna 5, 6 och 10 reduceras genom viktningen.

Det finns här skäl att notera en metodfråga. Amplituden för mode 0 har en annan storleksordning än övriga amplituder och har bestämts på ett avvikande sätt. Av bl a detta skäl har före korrelationsberäkningen alla amplituderna normaliserats och standardiserats genom att ha minskats med sitt medelvärde och dividerats med standardavvikelsen. För Abisko och Katterjåkk används inte årsmedelvärdena 300 resp 807 som nollte modens amplituder utan -2.80 resp +1.66; för mode 1 används inte +9.9 och -8.4 enligt tabell 2 utan +1.38 och -0.97, etc.

Alla de korrelationer mellan nederbördsstationer som kommer att användas och ingående diskuteras i det följande är alltså beräknade på detta sätt. Det är EOF-amplituderna för moderna 0 till 8 som har använts, varvid de viktats med hänsyn till att moderna visat sig vara i olika grad representativa för nederbördsförhållandena över en längre period än 30 år. (Observera också att i det följande korrelationen anges med ett värde som är lika med korrelationskoefficienten multiplicerad med 100).

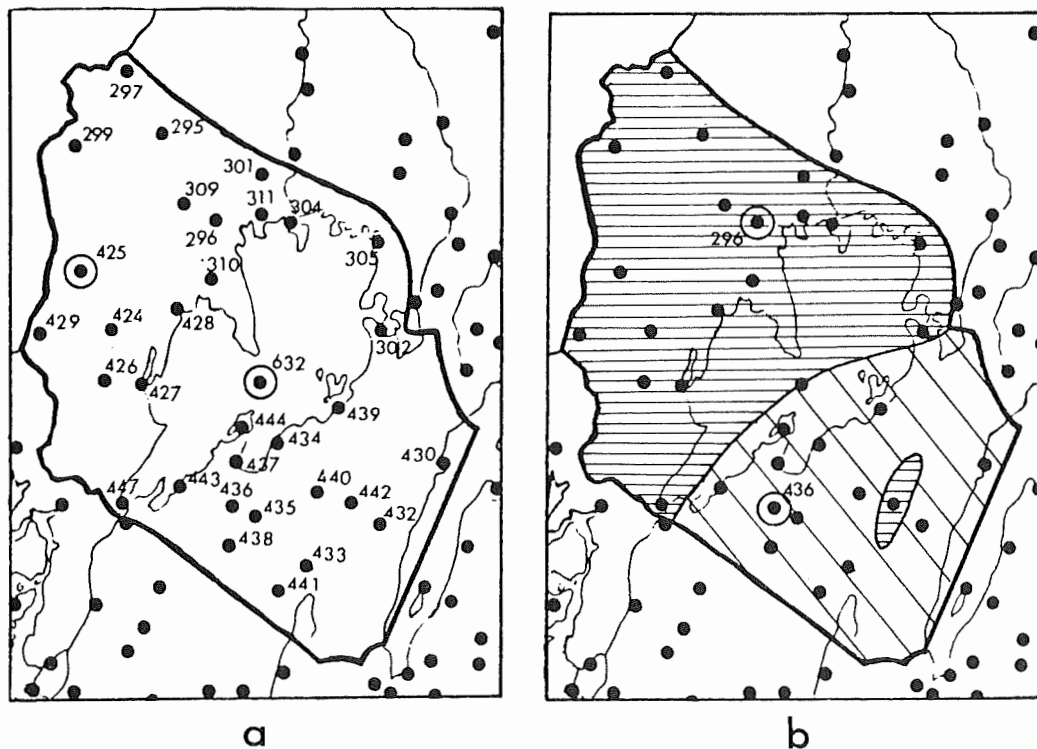
Med 643 stationer kan man beräkna 206 724 inbördes korrelationer, men alla är inte lika intressanta. Med de datorprogram som tagits fram kan man trycka ut korrelationsvärden mellan samtliga stationer i valfria fält som får omfatta maximalt antingen 62x62 eller 28x643 stationer. Det betyder att man lätt och utan nämnvärd tidsåtgång kan få ut alla de korrelationer man önskar studera.

Korrelationen mellan stationer i radiorapportens 14 distrikt

Om det inom ett vedertaget prognosdistrikt finns en grupp stationer som klart skiljer sig från övriga stationer inom distriktet, bör man antingen ta speciell hänsyn till detta vid rapporternas formulering eller alternativt se till att distriktet delas. De på nederbördsförhållandena baserade korrelationerna passar bra för att studera om så är fallet.

Låt oss inledningsvis studera förhållandena i "Vänernområdet".

Detta distrikt omfattar (som bekant - åtminstone bland meteorologer) Skaraborgs län, Dalsland, sydvästra Värmland och av samma landskap dessutom en smal remsa längs norra och nordöstra Vänern. Området innehåller 33 av våra nederbördsstationer. Se Fig. 12.



Figur 12 Vänerområdet. The district round Lake Vänern.

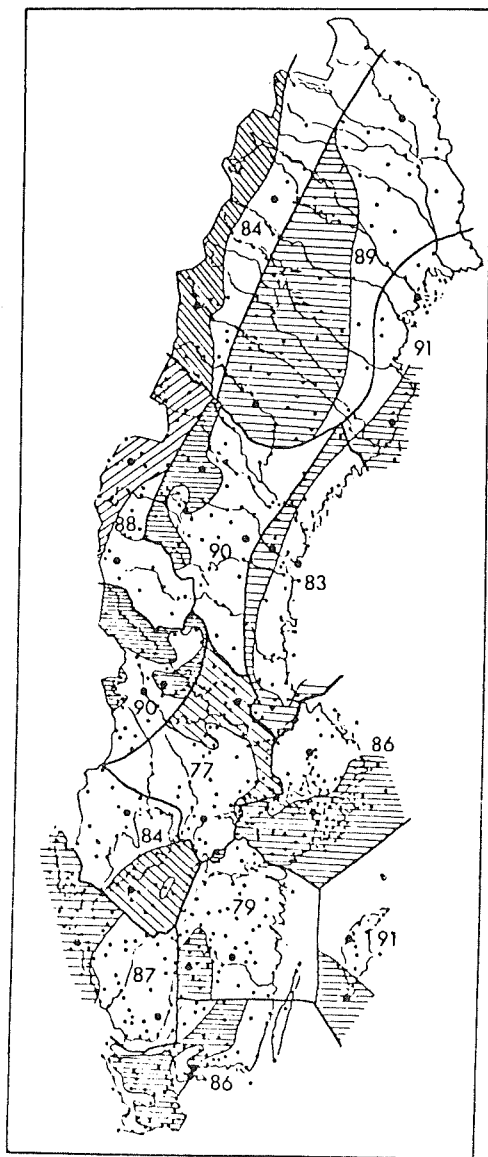
- De 33 nederbördsstationerna inom prognosdistriktet. För att med en station bäst beskriva förhållandena på samtliga stationer bör man välja antingen 425 eller 632 beroende på hur man definierat problemet.
- Stationerna 296 och 436 är det par som bäst tillsammans beskriver förhållandena. Genom att skilja på stationer som därvid bäst beskrivs av den ena eller den andra av dessa nyckelstationer, får man en tudelning av distriktet.

Om man till en början ställer frågan vilken station av de 33 som på bästa sätt representerar alla de andra, finns det två olika sätt att avgöra detta. Det är nämligen en definitionsfråga vad man anser "på bästa sätt". Gäller det att uppnå bästa medelvärde av korrelationerna till övriga stationer, eller är det att maximera lägsta korrelationen till någon individuell station? Använder man det första kriteriet visar det sig att 425 Bredviken i västra Dalsland är bästa stationen (medelvärde 63, sämsta värde -12 för 432 Djursätra); i andra fallet är den centralt belägna 632 Lurö i Vänern bästa station (medelvärde 61, sämsta värde 35 för korrelationen med 438 Långjum söder om Skara).

Nästa fråga är vilka två stationer som tillsammans på bästa sätt beskriver förhållandena i området, och vilka av de 33 stationerna som är bäst korrelerade till var och en av dessa två stationer. Vi får på så sätt en delning av distriktet i två optimalt homogena områden.

Även här ger de två optimeringsmetoderna olika stationsval men tudelningen av distriktet blir ändå exakt densamma, vilket visar att valet av metod ändå inte har så stor betydelse. Erfarenheten är densamma för övriga prognosdistrikt. För enkelhetens skull kommer jag därför i fortsättningen endast att redovisa resultaten av den första metoden, nämligen den där högsta möjliga medelvärde av korrelationerna eftersträvas.

De två stationer som med detta antagande på bästa sätt tillsammans representerar Vänernområdet är 296 Borgviksbruk i sydvästra Värmland och 436 Lanna, belägen mellan Längjum och Lidköping. Distriktet delas i en Dalsland/Värmland-del och en Västgöta-del, vilket i detta fall är högst naturligt. Ett undantag i denna bild utgör dock Skövde som belägen på östsidan av Billingen avviker från övriga stationer i Västergötland. Skövde tillhör de nio stationer som utesluts i en senare körning på grund av att de uppvisar extremt låga korrelationer med närmast liggande stationer. Genom att distriktet delats i två områden, har korrelationsmedelvärdet höjts till 84, och den sämst beskrivna stationen, Skövde, ger värdet 46.



Figur 13 Optimal tudelning av de 14 prognosdistriktet.

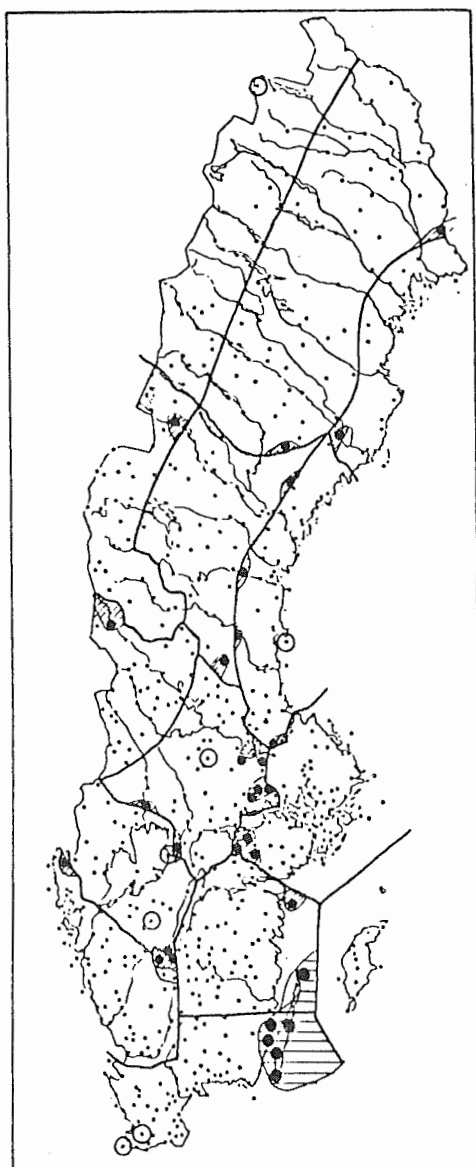
Optimum division into two parts of the 14 prognostic districts used in general weather forecasting.

De två stationer i varje distrikt som tillsammans bäst beskriver samtliga stationer i distriktet är särskilt utmärkta liksom det område var och en av dem bäst representerar. Siffrorna anger den genom tudelningen uppnådda medelkorrelationen. Trots att Bergslagsområdet vunnit mest på uppdelningen, från 43 till 77, uppvisar det ändå den lägsta siffran. Bäst är Gotland och norra Norrlands kustland. Södra Norrlands inland har vunnit minst på uppdelningen, från 86 till 90.

I Fig. 13 visas resultatet av en liknande tudelning av samtliga 14 prognosdistrikt. Kartan kommenteras i bildtexten. För de flesta distrikten innebär uppdelningen att man gör en geografisk åtskillnad, t ex som för östra Svealand i en nordlig och en sydlig del. För södra Götaland och nordvästra Svealand däremot, förekommer en slags kombination av en sådan geografisk uppdelning och en som snarare ansluter sig till topografin. Notera att de två "nyckelstationerna" för södra Götaland ligger mycket tätt; det är Bromölla vid Ivösjön nära havsytans nivå och Grundsjön uppe på Ryssberget, bara 8 km därifrån men på 120 m höjd. De ligger mitt emellan distriktets Skåne- och Blekingedel.

Denna karta bör studeras av meteorologer i vakttjänst vid prognoscentralen. Den varnar för att alltför ofta lämna ett enda väder per prognos - detta gäller i synnerhet Bergslagsområdet. Kartan anger också hur man i regel bör underindela prognosdistrikten.

En annan fråga rörande prognosdistrikten som det föreliggande materialet borde kunna besvara är om gränsdragningen mellan de 14 distrikten är den riktiga. Möjligheten att ändra gränserna är visserligen begränsad eftersom de i många fall sammanfaller med landskaps- eller länsgränser, men uppenbara brister skulle kanske ändå kunna rättas till.



Figur 14 Gränsdragningen mellan prognosdistrikten.

Shortcomings in the present boundaries between districts.

Fyllda ringar visar stationer nära distriktsgränserna som borde föras till ett angränsande distrikt, såsom antydes med den finare streckningen. De större fyllda ringarna i Ölandsområdet visar sex stationer som borde föras samman med Gotland. Ofyllda ringar visar stationer som visar större likheter med ett inte närliggande distrikt.

Om man definierar vart och ett av de 14 distrikten med de två nyckelstationerna i Fig. 13, visar sig 84% av samtliga nederbördsstationer ha högre korrelationer till det egna distriktet än till något annat distrikt. Definierar man en allvarlig brist som ett fall där korrelationen blir mer än tio enheter bättre om stationen räknas till ett annat distrikt, så gäller detta 38 stationer, dvs bara 6% av samtliga. Av Fig. 14 framgår vilka dessa stationer är. Majoriteten, 25 stycken, indikerar mindre justeringsbehov; intressantast av dessa är de tre stationerna kring Jönköping som snarare borde tillhöra nordöstra Götaland. Så finns det sju stationer som skulle passa bättre om de fördes till ett avlägset distrikt. De kan negligeras; orsaken är att de är något avvikande i sitt eget område. Intressantast är utan tvekan de sju återstående stationerna. De indikerar att Öland och Kalmar-trakten borde ur vädersynpunkt sammanföras med Gotland. Stationerna uppvisar stora likheter med Hoburgen och Stora Karlsö.

Korrelationer länsvis

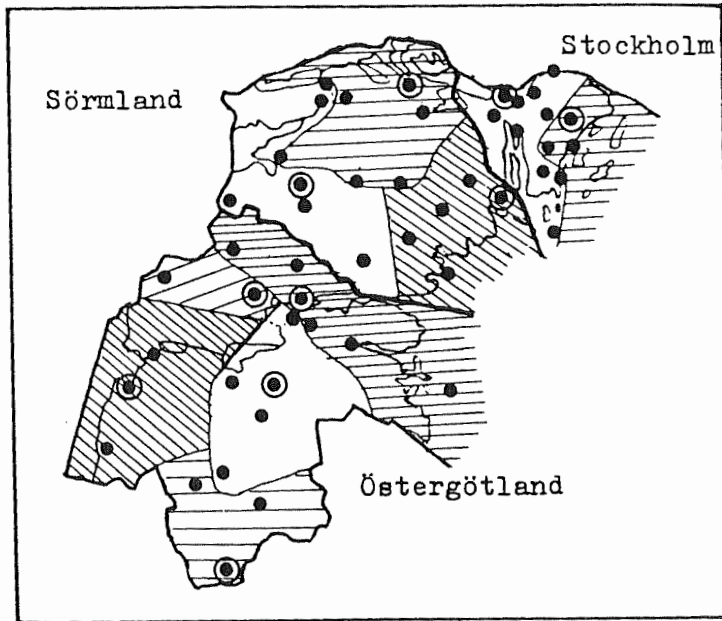
Detaljerade väderprognoser torde i regel lämnas länsvis, så som t ex skedde i lokalradion. Det finns alltså skäl att särskilt studera hur länen vädermässigt bör indelas i delområden med största möjliga homogenitet. Om man överväger en indelning i upp till fyra å fem delområden med här diskuterade objektiva teknik, erfordras beräkningsmässigt omfattande jämförelser mellan samtliga korrelationer inom distriktet. Beräkningarnas omfattning framgår av nedanstående tabellariska sammanställning.

Antal stationer i distriktet	Antal del- områden	Antal kombi- nationer	Antal jämförelse- element
5	1	5	25
	2	10	50
	3	10	50
	4	5	25
	5	1	5
25	1	25	625
	2	300	7 500
	3	2 300	57 500
	4	12 650	316 250
	5	53 130	1 328 250

Beräkningarnas kraftigt ökande omfattning med ökande antal delområden och stationer i distriktet har lett till att endast i undantagsfall optimering skett till mer än fem delområden, liksom att län med stort antal stationer måst uppdelas med halvt subjektiva metoder en första gång innan den optimala delningen vidtagit. Detta gäller följande län: AB(2), F(2), S(2), W(3), X(2), Y(2), Z(3), AC(3) och BD (4 delar).

En uppdelning i varierande antal optimalt homogena delområden har genomförts för samtliga län. Samtidigt har fastställts hur medelkorrelationen ökar med ökande antal delområden. Här skall endast lämnas ett exempel som hänför sig till Östergötlands och Sörmlands län och den sörmländska delen av Stockholms län; dvs det område som diskuterats som försöksområde för PROMIS-90.

Figur 15 Optimal uppdelning av Östergötland och Södermanland.

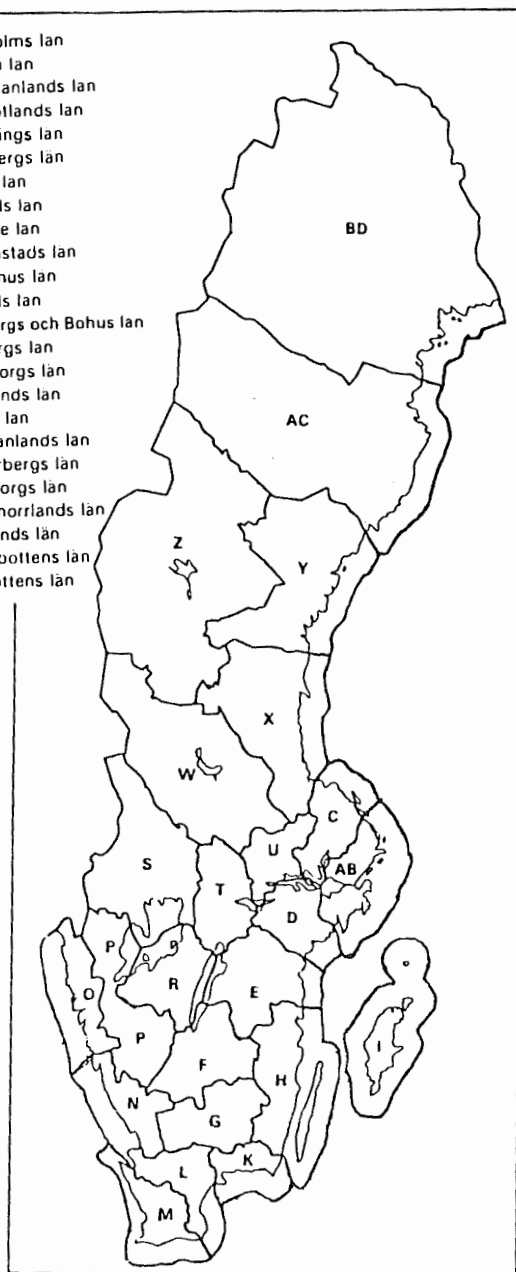


Optimum splitting of two counties for detailed forecasting.

Genom en uppdelning av Östergötlands län i fyra, Sörmlands län i tre och sörm-landsdelen av Stockholms län i två delområden uppnår man en medelkorrelation på 92, 93 resp 95.

För att komma upp till en medelkorrelation = 92 måste Östergötlands län brytas ned i fyra delområden. För att få minst samma goda resultat måste Sörmlands län delas i tre delar, vilket ger 93, och Södertörn i två delar, vilket ger 95. Den indelning i lokalområden som då erhålles framgår av Fig. 15. Eftersom indelningen baseras på nederbördsdata som kan antas relativt väl beskriva andra väder-element, dock inte vinden, bör den erhållna områdesindelningen kompletteras med en på andra grunder gjord indelning av kustband och farvatten.

- AB Stockholms län
- C Uppsala län
- D Södermanlands län
- E Östergötlands län
- F Jönköpings län
- G Kronobergs län
- H Kalmar län
- I Gotlands län
- K Blekinge län
- L Kristianstads län
- M Malmöhus län
- N Hallands län
- O Göteborgs och Bohus län
- P Älvsborgs län
- R Skaraborgs län
- S Värmlands län
- T Örebro län
- U Västmanlands län
- W Kopparbergs län
- X Gävleborgs län
- Y Västernorrlands län
- Z Jämtlands län
- AB Västerbottens län
- BD Norrbottens län



Figur 16 Länsindelningen.

Sweden's 24 administrative counties.

Kartan visar de havs-
områden som vid ytbe-
räkningen i Tabell 4
förts till olika län.
Bredden av dessa om-
råden är ca 35 km.

Tillämpning på det synoptiska observationsnätet

Från uppdelningen av landet, länsvis, i lokalprognosområden enligt ovan, kan man komma fram till en uppfattning av hur många observationsstationer man minst behöver i det dagliga prognosarbetet. När jag i fortsättningen talar om det synoptiska observationsnätet menar jag alltså ett sådant observationsunderlag utan att alls ta ställning till om stationerna skall vara bemannade eller automatiska och vilka väderelement de måste beskriva. Detta blir en senare fråga.

En nära till hands liggande slutsats är att man behöver en station per prognosområde, dvs med hänvisning till Fig. 15, fyra stationer i Östergötland och tre plus två i Södermanland.

Det finns emellertid så många möjligheter när man över hela landet önskar genomföra ett sådant resonemang, att det finns skäl att ytterligare diskutera metodiken. Det är åtminstone fem frågor man bör beakta.

1. Ett val vi redan ställts inför, är huruvida man skall söka optimera korrelationsvärdet eller lägsta korrelationen till någon enstaka station inom området, dvs garantera att det inte inom någon del av området finns en trakt vars väder beskrivs dåligt trots ett högt medelvärde för området i sin helhet. Jag har tagit fram datorprogram för båda alternativen. Här presenteras endast det första tillvägagångssättet.
2. Ett annat val gäller hur stationerna plockas fram. Enklarest att programmera är följande metod. Först bestäms den station som bäst ensam beskriver förhållandet i området; därefter den station som tillsammans med den första ger största möjliga förbättring, osv. Man bygger alltså successivt vidare på stationsnätet utan att någonsin åter ta bort en tidigare vald station. Detta är en rationell metod för den som skall administrera stationsnätet. Den andra metoden är teoretiskt mer tillfredsställande. Man väljer två stationer utan att nödvändigtvis då ta med den som ensam gav bäst resultat, och man väljer bästa kombination av tre stationer utan att ta hänsyn till de två man valt, osv. Det är den metod som använts i figurerna 13 och 15.
3. Ett tredje val gäller referensområdenas storlek. Använder man den successiva metoden enligt ovan kan området egentligen vara hur stort som helst utan att beräkningssvårigheter uppstår. Jag har valt att arbeta med områden som omfattar upp till ca 60 nederbördsstationer. När man däremot använder den beräkningstunga andra metoden, har jag som redan nämnts arbetat med län eller delar av län, så att antalet behandlade nederbördsstationer inte blir fler än 27. Detta kan vara meteorologiskt berättigat om man tänker sig att prognostjänsten ofta är strikt länsbunden. Metoden leder dock till ett något för högt antal stationer genom att samordningsvinster längs länsgränserna inte beaktas.
4. Det fjärde val som behöver göras rör "givna" stationer. Det kan finnas två skäl att föra in sådana stationer. Det första skälet har redan berörts. Stationsbehovet i kustbandet beror i hög grad på behovet att beskriva och prognosera vindförhållandena. En på nederbördsstatistik baserad metod kan knappast ge något svar på den frågan. Därför bör man antingen helt bortse från kustbandet, eller som jag har gjort införa ett antal givna kuststationer. Den andra gruppen givna stationer är civila och militära flygplatser och de två högfjällsstationerna Storlien-Visjövalen och Katterjåkk samt även Ritsem. Detta innebär att 53 stationer betraktats som givna i den del av undersökningen som presenteras i Fig. 17.
5. Man kan också välja att utesluta tvivelaktiga eller föga representativa stationer. I vissa körningar har jag uteslutit följande stationer: 50 Glommersträsk, 98 Fällfors, 128 Junsele, 335 Västvalla, 411 Godegård, 442 Skövde, 512 Forserum, 529 Växjö och 638 Eggegrund. Effekten i stort är försumbar, men uteslutningen leder förstås till vissa modifieringar.

Några resultat av stationsnätstillämpningen redovisas i Tabell 4.

Tabell 4

Jämförelse mellan olika stationsnät och deras täthet i olika delar av landet. Metod I representerar optimalt val länsvis, 53 givna stationer, korrelation = 93; Metod II successivt val i länsgrupper, 53 givna stationer, korrelation = 95; APO motsvarar Karta 17 i Bilaga 6 till APOs slutrapport. Länens yta i 10 000 km² inkluderar insjöar samt havsområden enl Fig. 16.

A comparison between three networks (I, II and APO) and their station densities in various parts of the country.

County Number of stations Area Station density

Län	A n t a l s t a t i o n e r			Yta	S t a t i o n s t ä t h e t		
	I	II	APO		I	II	APO
AB	9	9	7	1.60	5.6	5.6	4.4
C	3	3	3	0.96	3.1	3.1	3.1
D	3	5	2	0.84	3.6	6.0	2.4
E	8	7	4	1.27	6.3	5.5	3.1
F	9	8	3	1.11	8.1	7.2	2.7
G	3	4	3	0.92	3.3	4.3	3.3
H	5	4	5	1.93	2.6	2.1	2.6
I	6	6	6	1.63	3.4	3.4	3.4
K	4	5	3	0.64	6.3	<u>7.8</u>	<u>4.7</u>
L	4	5	4	0.87	4.6	5.7	4.6
M	6	4	4	1.05	5.7	3.8	3.8
N	3	2	3	0.88	3.4	2.3	3.4
O	3	5	4	1.05	2.9	4.8	3.8
P	5	1	4	1.33	3.8	<u>0.8</u>	3.0
R	6	7	3	1.07	5.6	<u>6.5</u>	2.8
S	8	8	7	2.09	3.8	3.8	3.3
T	5	5	4	0.93	5.4	5.4	4.3
U	7	4	1	0.67	<u>10.4</u>	6.0	<u>1.5</u>
W	9	11	8	3.00	3.0	3.7	2.7
X	9	8	7	2.32	3.9	3.4	3.0
Y	9	11	8	2.74	3.3	4.0	2.9
Z	8	8	15	5.40	1.5	1.5	2.8
AC	13	15	18	6.59	2.0	2.3	2.7
BD	11	11	30	11.24	<u>1.0</u>	1.0	2.7
AB-K	50	51	36	10.90	4.6	4.7	3.3
L-U	47	41	34	9.94	4.7	4.1	3.4
W-Y	27	30	23	8.06	3.3	3.7	2.9
Z-BD	32	34	63	23.23	1.4	1.5	2.7
Totalt	156	156	156	52.13	3.0	3.0	3.0

I tabellen bör man uppmärksamma att de två objektiva metoderna och den subjektiva, dvs APO, för vissa län ger högst divergerande siffror. Se t ex på Västmanlands län (U), ett av de allra minsta länen. Metod I kräver 7 stationer, metod II endast 4, medan APO i detta län placerat en enda station! Det är väl mälardalens, den inträngande upplandsslättens och den begynnande Bergslagens olika inverkan på vädret som inte tillräckligt beaktats vid APO-planeringen.

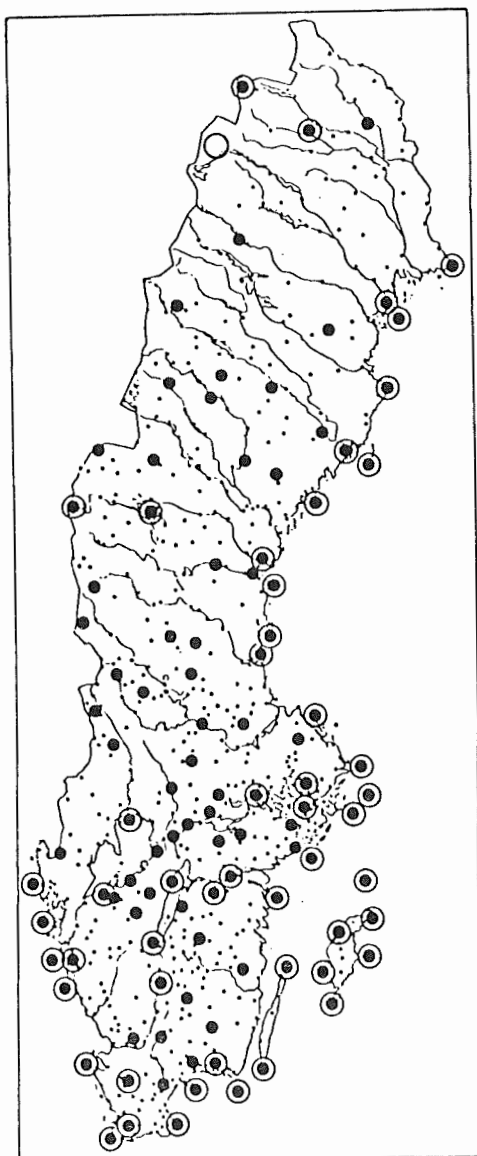
Allra intressantast är att jämföra siffrorna för de i fyra grupper sammanförda länen i nedre delen av tabellen. Medan APO vid ett totalt antal av 156 stationer i Sverige har de låga siffrorna 36, 34 och 23 för de tre första grupperna, är det rekommenderade antalet i Z, AC och BD län så högt som 63; en siffra som skall jämföras med 32 för metod I och 33 för metod II. Vi skulle alltså, objektivt sett, ha alldeles för många synoptiska stationer i Jämtlands, Västerbottens och Norrbottens län!

Eftersom enligt APOs erfarenhet 36 stationer är tillräckligt för att synoptiskt beskriva förhållandena i östra Götaland och Svealand (länen A t o m K i Tabell 4), borde motsvarande kvalitetsnivå vara tillräcklig också i övriga Sverige. Med metod II uppnår man detta genom att ställa kravet på en medelkorrelation lika med 92. Man måste då ha följande antal stationer (APOs siffror inom parentes):

AB - K	Östra Götaland och Svealand	36	(36)
L - U	Västra Götaland och sydvästra Svealand	<u>28</u>	(<u>34</u>)
W, X, Y	Dalarna och sydöstra Norrland	18	(23)
Z, AC, BD	Norra och västra Norrland	23	(63)
Totalt, hela landet		105	(156)

Av de 105 stationerna är ca hälften, 53, givna enligt ovan. Det stationsnät man kommer fram till framgår av Fig. 17. Notera utöver glesheten i norr, särskilt i Lappland, andra anmärkningsvärda luckor, t ex i Väst kustområdets inre del, och den stora anhopningen av stationer i Skaraborgs och Örebro län!

En mera ingående studie med tillämpning på APO-nätet kommer att presenteras i en separat rapport.

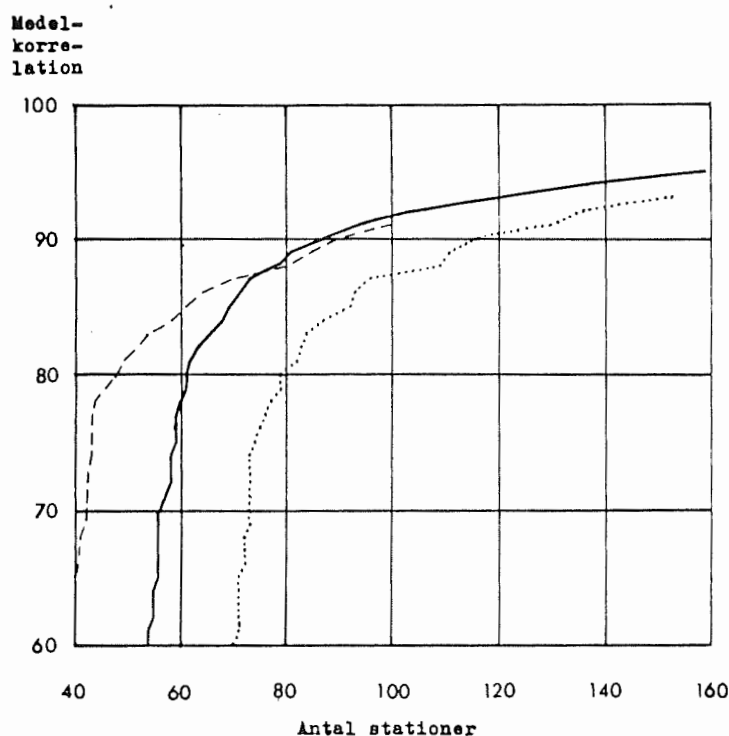


Figur 17 Objektivt framtaget synoptiskt stationsnät som omfattar 104 stationer.

Station network for synoptic purposes, 104 stations, as obtained objectively.

Nätet har samma genomsnittliga täthet som APO-nätet inom länsgruppen AB - K, är däremot betydligt glesare i västra och norra Norrland. Stationer med en yttre cirkel är "givna"; antingen behövs de för att beskriva vinden vid kusten eller också är de flygplatser eller högfjällsstationer.

Med nu framtagna datorprogram kan man för de olika antagandena rörande det sätt på vilket stationerna plockas fram få kompletta stationslistor för varje given ambitionsnivå, dvs för värdena 87, 88, 89 osv. Man får samtidigt stationsantalet som funktion av korrelationsvärdet. I Fig. 18 har några sådana samband framställts grafiskt. Den heldragna kurvan motsvarar den metod II som citeras i Tabell 4 och som ligger till grund för Fig. 17. För övriga kurvor hänvisas till bildtexten.



Figur 18 Sambandet mellan antal stationer och uppnådd medelkorrelation.

Relation between the number of stations and the mean correlation achieved.

Heldragen kurva motsvarar Metod I och prickad kurva Metod II enligt Tabell 4; i båda fallen ingår 53 givna stationer i nätet. I Metod II har optimeringen genomförts länsvis vilket innebär att nätet innehåller någon eller några stationer per län som är onödiga ur rikssynpunkt.

Streckad kurva erhålles vid optimering länsvis men utan givna stationer.

Man kan formulera sambandet på följande sätt. Varje stegs förbättring av medelkorrelationen kostar till en början relativt få stationer, men ju mer man närmar sig värdet 100 desto dyrare blir varje steg. Eller om man vänder på det; sänker man kravet på korrelationen stegvis med en enhet gör man till en början en stor vinst i indragna stationer men denna vinst minskar steg för steg. I siffror kan förhållandena (heldragen kurva, dvs Metod II) sammanfattas så här:

Ambitions- höjning	Ytterligare antal stationer
90 → 91	8
91 → 92	9
92 → 93	16
93 → 94	17
94 → 95	22
95 → 96	31
96 → 97	43
97 → 98	63

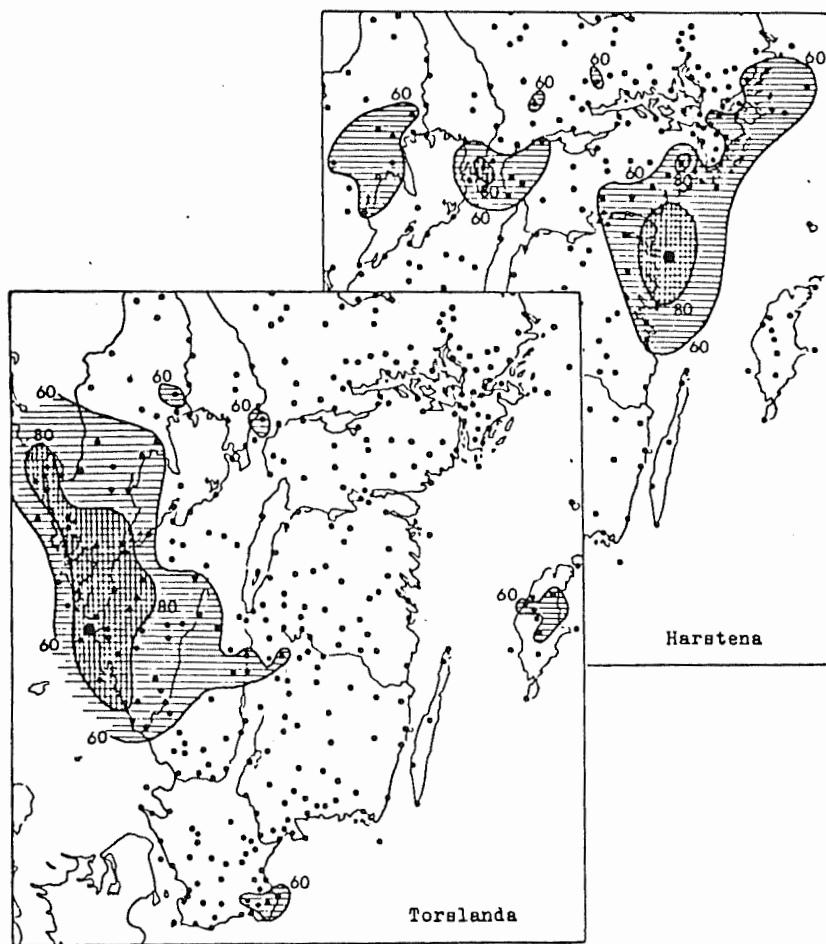
Sammanfattande kritiska kommentarer

Slutsatserna rörande distriktsindelning och stationsnät bygger på månadsnormaler för nederbörden 1931-60. På Klimatbyrån lär finnas flera skilda uppsättningar nederbördsnormaler för denna normalperiod, vilka skiljer sig genom att observerade data i olika hög grad och på olika sätt har korrigerats i efterhand. När sådan korrigering skett kan det ha varit för att minska skillnaderna mellan närbelägna stationer. Om det material som föreliggande undersökning bygger på skulle vara ett i hög grad geografiskt utjämnat material, minskar tyvärr värdet av de slutsatser som ovan dragits beträffande distriktsindelning och stationsnät. Möjligen bör hela undersökningen köras på nytt med garanterat okorrigerade rådata.

Man kan möjligen tycka att den presenterade metodiken är ett felaktigt sätt att angripa de uppställda frågorna. Följande invändningar torde kunna göras.

- Nederbörden är inte det enda väderelement som behöver studeras. Viktiga är också de geografiska samband som är typiska för temperatur, vind, molnighet och kanske också andra element, t ex åska.
- Man bör korrelera tidsserier och inte månadsnormaler. Det vore riktigare att kraftigt utöka min tidigare preliminära undersökning "Korrelationer mellan det samtidiga vädret i olika delar av Sverige" (Lönnqvist, 1979).

Den första invändningen kan bemötas på följande sätt. För att dra någorlunda säkra slutsatser om ett stationsnät som omfattar 100 å 150 stationer behöver man utgångsdata från betydligt fler stationer. Nederbördsnätet bjuder på 4-6 gånger så många stationer och börjar därmed enligt min uppfattning vara tillräckligt tätt utom i vissa landsdelar. Det är fortfarande alldeles för glest i norra fjällen. Samma resonemang kan föras när man vill dela upp ett län i prognosområden. Man behöver åtminstone 2-3 gånger så många stationer som områden, helst betydligt fler. Nederbördsstationerna uppfyller bäst dessa krav. Om man bortser från vindförhållandena torde också nederbörden, som ett typiskt småskaligt element, passa ganska bra för att formulera noggrannhetskraven också för de andra väderparametrarna.



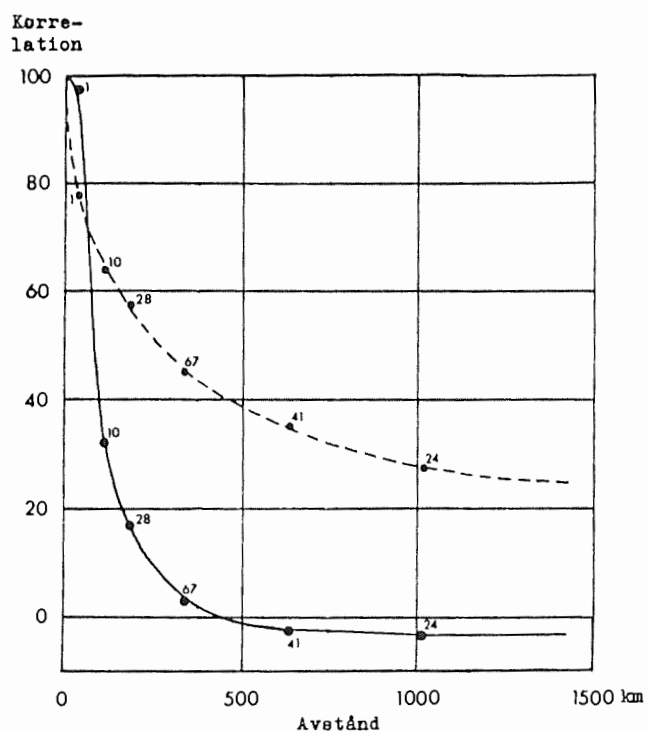
Figur 19 Exempel på korrelationsområdenas geografiska utsträckning.

Examples illustrating the geographical extension of correlation areas.

I båda dessa fall förekommer "fjärrkorrelationer", dvs avgränsade områden med relativt hög korrelation på stort avstånd från utgångsstationen. Detta gäller t ex korrelationen mellan Torslanda och stationer på Österlen och centrala Gotland. Korrelationen mellan Harstena och Åtorp i sydvästra Närke är så hög som 81.

Den andra invändningen är allvarligare. Innan jag försöker bemöta den vill jag belysa en egendomlighet i det använda korrelationsmaterialet som kan öka tveksamheten. Det är vad jag vill kalla för "fjärrkorrelationer". I Fig. 19 visas ett typiskt korrelationsområde, nämligen det som visar hur nederbörden i Torslanda är korrelerad med nederbörden på kringliggande stationer. Det som är anmärkningsvärt är de relativt höga korrelationer som uppträder fläckvis på ganska stora avstånd, t ex över Österlen och på Gotland. Ännu märkligare är den geografiska korrelationsbilden om man utgår från nederbörden i Harstena, även om man kan tro sig finna en meteorologisk/topografisk förklaring. Det finns sådana fjärrkorrelationer i många stationers korrelationsbild.

Möjligen är detta trots allt inte så allvarligt när man begränsar slutsatserna att gälla relativt små områden. Man skulle också kunna dämpa effekten av dessa fjärrkorrelationer genom att multiplicera de framräknade korrelationerna med en viktsfunktion som klingar av till hälften på t ex avståndet 400 km från stationen. Detta skulle kunna sägas kombinera den nuvarande mer klimatologiska korrelationen med en korrelation som svarar mot de synoptiska systemens medelskala och deras genomsnittliga rörelsehastighet. Hur korrelationen i genomsnitt avtar med avståndet belyses i Fig. 20, där också resultat av den tidigare tidsserie-undersökningen redovisas.



Figur 20 Korrelationen mellan parvisa stationer som funktion av avståndet mellan dem.

Correlation between pairs of station as a function of distance.

Streckad kurva visar genomsnittliga värden för 171 stationspar enligt värden som redovisats i en undersökning av tidsserier (LÖNNQVIST, 1979). Heldragen kurva visar för samma stationer motsvarande korrelationsvärden enligt nu föreliggande undersökning. Siffrorna anger det antal jämförda par som representeras av varje punkt.

Det bör observeras att streckad kurva beskriver samtidigt dygnsvis när det gäller både nederbörden (ja eller nej) och temperaturen jämförd med månadsnormalen (varmt eller kallt); det gäller alltså i regel relativt storskaliga fenomen.

Heldragen kurva däremot beskriver överensstämmelse i nederbörds mängden vid jämförelse av månadsnormaler; tydligen ett betydligt mer detaljerat fenomen.

Mitt starkaste argument mot en användning av tidsserier i stället för månadsnormaler är av praktisk natur. Genom att jag lyckats koncentrera varje stations "signatur" till endast nio siffrvärden, underlättas korrelationsberäkningarna mellan stationerna väsentligt. Skulle man däremot låta varje station representeras av en tidsserie med tusentals, ja helst tiotusentals diskreta värden, blir en så omfattande korrelationsberäkning som den nu föreliggande i det närmaste omöjlig att genomföra.

Man för nöja sig med stickprovsundersökningar; antingen bara jämföra ett fåtal stationer eller nöja sig med undersökningar månadsvis under ett fåtal till synes representativa år. Några sådana stickprovsundersökningar, gärna omfattande också temperaturen, bör dock genomföras för att kontrollera hur rättvisande den här presenterade metodiken verkligen är, innan alltför stor vikt tillmätas de i föreliggande arbete redovisade resultaten.

Den på EOF-analys av månadsnormalerna baserade tekniken kan givetvis också användas direkt på problem som hör samman med nederbörden och nederbördsstationsnätet. Tvivelaktiga stationer kan sorteras ut och korrigeras på ett systematiskt vis. Man kan finna par av nederbördsstationer som är så starkt korrelerade att den ena skulle kunna dras in för att i stället använda resursen till att mäta nederbörden i någon av de iögonfallande luckor som finns i nätet, t ex i de norra fjällen eller i höglänt terräng mellan de norrländska älvdalarna och därmed tillfredsställa önskemål från bl a skoglig forskning och hydrologi.

Också när det gäller att välja ut representativa stationer för vilka numeriska tolkningsprognoser i första hand skall genomföras borde de framtagna korrelationerna vara ett utmärkt hjälpmedel.

Tillkännagivande

För hjälp med att använda SMHIs programpaket för EOF-analys och värdefulla synpunkter i detta sammanhang står jag i tacksamhet till Håkan Törnevik. Jag vill också tacka Kerstin Fabiansen för hennes hjälp med att renskriva manuskriptet och placera in illustrationerna i texten.

R E F E R E N S E R

- | | | |
|---|------|---|
| Andersson, Tage | 1970 | Swedish temperature and precipitation records since the middle of the 19th century.
(Stat.inst. f. byggnadsforskkn.)
Stockholm. Dokument D4:1970. |
| Arbetsgruppen för planering av observationsprogrammen (APO) | 1978 | Slutrapport. SMHI, Klimatbyrån. |
| Lönnqvist, Olov | 1971 | Maskinell prognostext. Ett experiment med i datamaskin formulerade väderrapporter.
SMHI, Notiser och prel. rapp.
Serie Meteorologi Nr 24. |
| --- | 1979 | Korrelationer mellan det samtida vädret i olika delar av Sverige.
SMHI, VB, väderavd. Meddel. 1, 1979. |
| Ångström, Anders | 1938 | Lufttemperatur och temperaturanomalier i Sverige 1901-30. SMHA, Meddelanden Bd 6. |
| --- | 1946 | Sveriges klimat, (Generalstabens litografiska anstalts förlag)
Stockholm. |

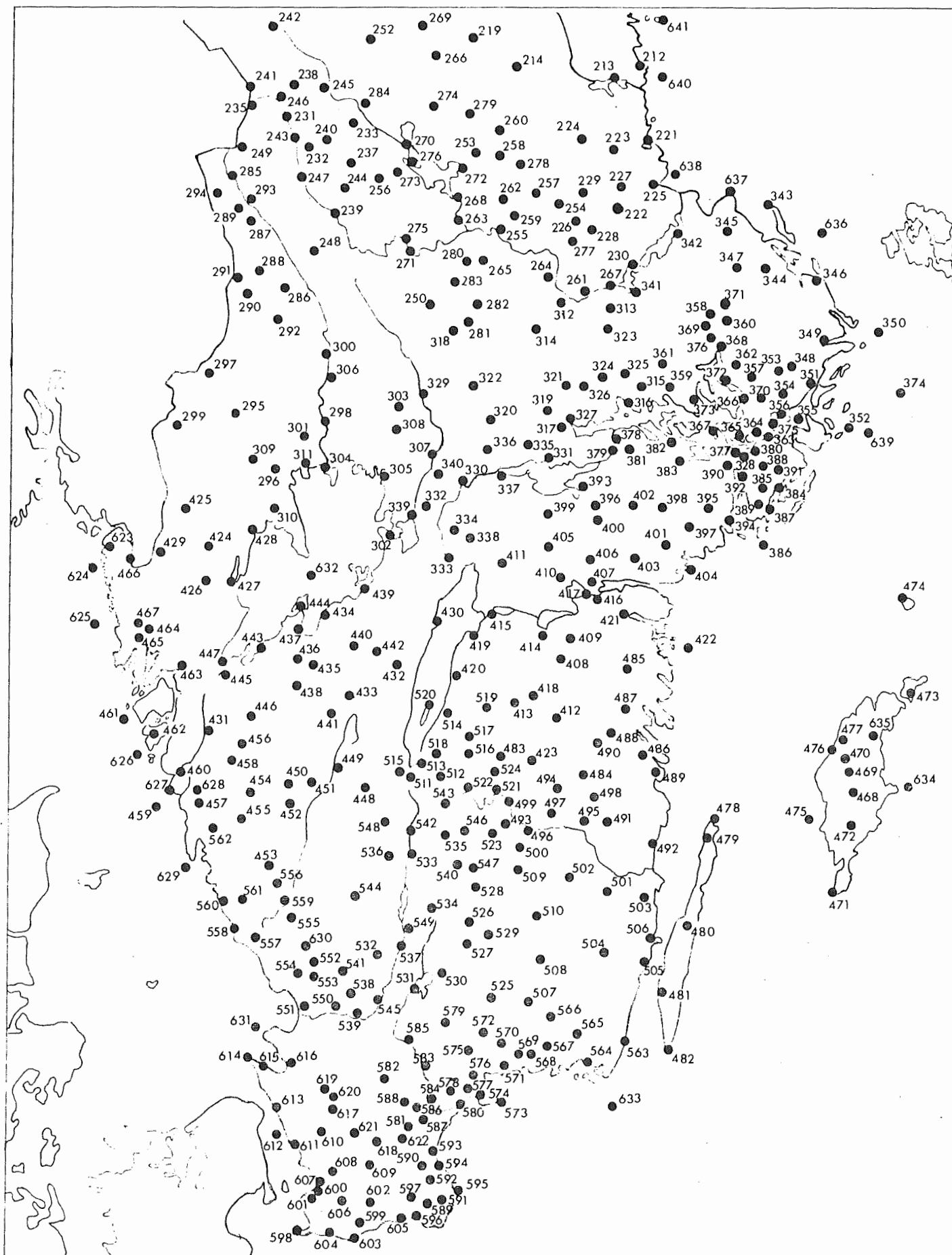
SUMMARY

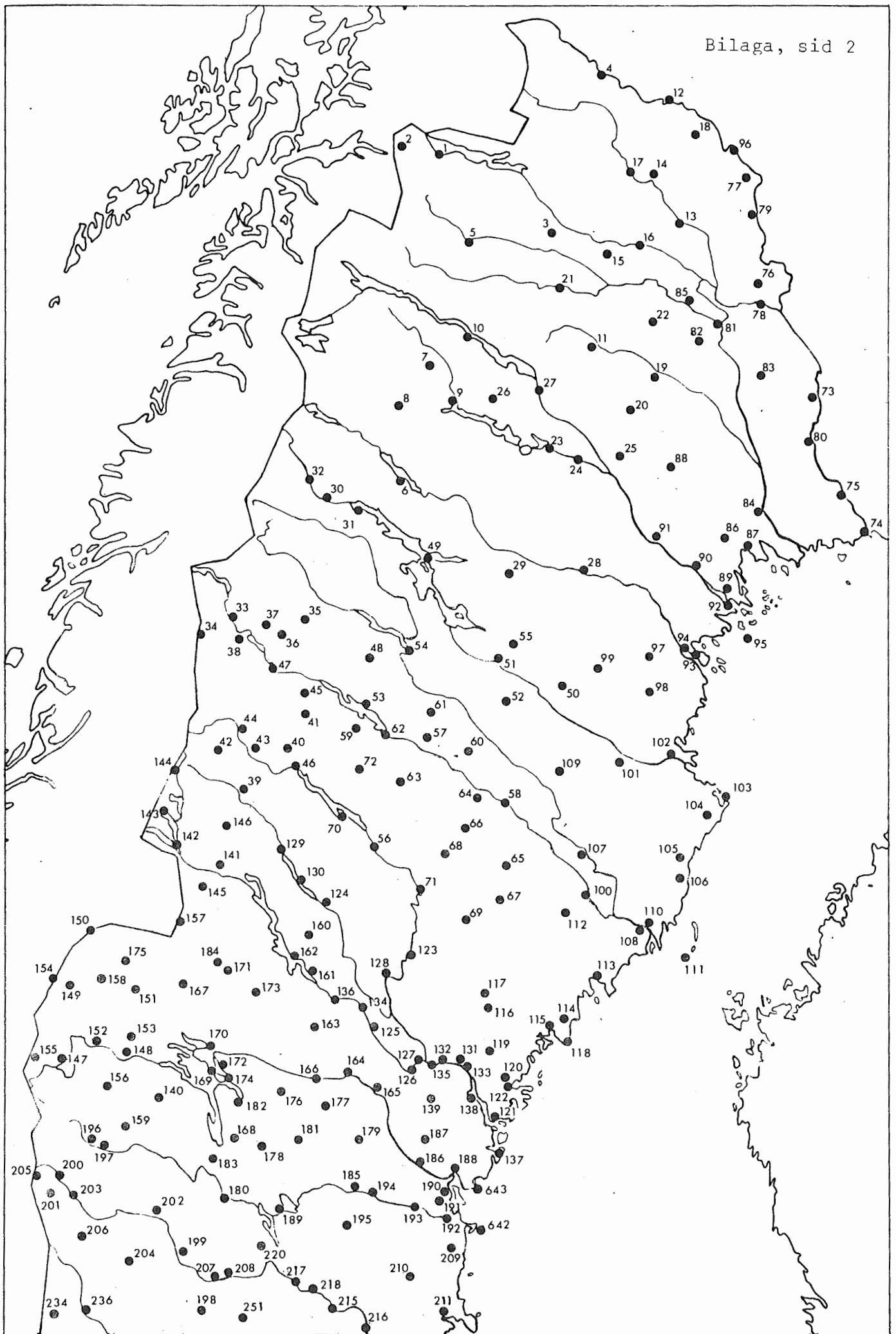
PRECIPITATION STATISTICS WITH PRACTICAL APPLICATIONS

Empirical Orthogonal Functions (EOF) for the precipitation of Sweden are derived from 643 stations and applied to the practical problems on how to divide the country into districts for weather forecasting and how to establish an optimum network of synoptic stations.

- Maritime and continental areas of Sweden
Reference is made to investigations by Ångström (1938) and the author (unpublished) dealing with Monthly Normals of temperature. It is shown that when temperature is expanded into EOF, the first mode describes the well-known difference between typically maritime and continental stations.
- An EOF-study of the precipitation climate of Sweden
In order to compensate for the uneven distribution of precipitation stations, Sweden is divided into a large number of squares. Mean values within each square of the Monthly Normals for the period 1931-60 are expanded into EOF. Data are normalized by dividing with the annual mean. Eigen vectors and amplitudes are calculated for 11 modes. The mean annual variation forms a mode in itself, here called Mode Zero.
- A one-hundred-year study of the representativity of the results
For a limited number of stations the eigen vectors obtained for 1931-60 are applied to the ten decades since 1881. The amplitudes thus found vary from decade to decade. Amplitudes obtained for each decade are correlated with those derived from adjacent 50 years. Figures show that the representativity is high for modes 0 and 1. For higher modes correlation decreases. The three last modes prove not at all significant.
- Correlation between stations
Normalized amplitudes of the first nine modes, given weights taken from the one-hundred-year study, are used as a tool for finding the correlation between pairs of stations. It is assumed that such correlations are not only applicable to the precipitation climate but can be used to describe correlations as to the daily weather. This assumption leads to the following applications.
- Correlations between stations in districts used for weather forecasting
It is indicated how the 14 districts now used for broadcast weather forecasts are best split in two sub-districts, which is a good guidance to the forecaster. It is also shown that the district boundaries as presently defined are generally acceptable. A few minor changes are suggested.
- Correlations within counties
Administratively Sweden is divided into 24 counties, which constitute natural districts for local forecasting. An example shows how the correlation technique can be used for dividing counties in small districts for very detailed forecasts.
- Application on the network of synoptic observations
Assuming that for local prediction the forecaster needs on his synoptic map at least one observation from each sub-district as defined above, the method can be used for finding the optimum network of observations to meet any quality requirement. Slightly different approaches are discussed. The results are compared with a network recently recommended by a working group, AP0. One conclusion is that in northernmost Sweden a much sparser network should suffice. A curve is obtained which shows the relation between the number of stations and the quality achieved.
- Concluding critical comments
Two questions are asked. - First, is a study of precipitation really enough; should not other parameters such as temperature be studied as well? The obvious answer is that the conclusions must be based on a much denser network than the network, or sub-division, that you want to obtain. Precipitation offers the densest network. - Secondly, should you not correlate time-series rather than Monthly Normals? This is a more serious objection. The strongest argument for the technique used is of a practical nature. Correlating time-series of sufficient length for a large number of stations would mean very heavy computations.
 - Finally other applications of the correlation technique are mentioned, such as for establishing stations for numerical interpretation purposes.

Stationskarta och stationslista över 643 nederbördsstationer använda i föreliggande undersökning. Stationsnumren är de ordningsnummer stationerna har i datamaterialet.





Norra Lappland, fjällen

1	Abisko	68 20	18 50
2	Katterjåkk	68 25	18 10
3	Kiruna F	67 49	20 20
4	Naimakka	68 41	21 32
5	Nikkaluokta	67 51	19 02
6	Stenudden	66 32	17 40
7	Aktse	67 09	18 18
8	Kvikkjokk	66 57	17 45
9	Tjåmotis	66 55	18 32
10	Aluokta	67 19	18 53

Norra Lappland, inlandet

11	Gällivare	67 08	20 40
12	Karesuando	68 27	22 30
13	Laino	67 46	22 21
14	Lannavaara	68 03	22 00
15	Svappavaara	67 40	21 03
16	Vittangi	67 41	21 37
17	Övre Soppero	68 06	21 42
18	Sudjavaara	68 12	22 46
19	Hakkas	66 55	21 34
20	Nattavaara	66 45	21 05
21	Killingi	67 31	20 14
22	Nilivaara	67 14	21 39
23	Jokkmokk	66 37	19 50
24	Koskats	66 29	20 17
25	Murjek	66 29	20 54
26	Nautijaur	66 54	19 14
27	Porjus	66 57	19 50
28	Vidsel	65 52	20 08
29	Suddesjaur	65 54	19 06

Södra Lappland, fjällen

30	Ballastviken	66 28	16 34
31	Jäckvik	66 23	16 59
32	Vuoggatjålme	66 34	16 21
33	Hemavan	65 49	15 06
34	Joesjö	65 44	14 38
35	Slätvik	65 47	16 03
36	Boksjö	65 41	15 48
37	Björkbacken	65 45	15 38
38	Tärnamo	65 40	15 08
39	Avasjö	64 50	15 05
40	Blaikliden	65 03	15 43
41	Dikanäs	65 14	16 00
42	Klimpfjäll	65 04	14 48
43	Marsliden	65 02	15 26
44	Ransaren	65 07	15 04
45	Silverberg	65 21	16 03
46	Stalon	64 57	15 52
47	Björkvik	65 30	15 36

Södra Lappland, inlandet

48	Giltjaur	65 32	16 59
49	Arjeplog	66 02	17 52
50	Glommersträsk	65 15	19 39
51	Hedberg	65 26	18 49
52	Malåträsk	65 11	18 44
53	Blaiken	65 15	16 50
54	Sorsele	65 32	17 31
55	Storberg	65 30	18 57
56	Råsele	64 26	16 49
57	Gunnarn	65 01	17 41
58	Lycksele	64 35	18 39
59	Långvattnet	65 06	16 42
60	Norrby	64 55	18 15
61	Sadiliden	65 10	17 49
62	Stensele	65 04	17 10
63	Ulvoberg	64 46	17 13
64	Båverträsk	64 37	18 20
65	Flakarträsk	64 15	18 33
66	Kroksjö	64 30	18 00
67	Fredrika	64 05	18 25
68	Siksjö	64 21	17 47
69	Tegelträsk	63 57	17 54
70	Laxbäcken	64 38	16 25
71	Asele	64 10	17 22
72	Nylupsen	64 53	16 43

Norrbotten

73	Svanstein	66 39	23 52
74	Haparanda	65 50	24 09
75	Karungi	66 03	23 59
76	Kaunisvaara	67 22	23 19
77	Muodoslompolo	67 57	23 28
78	Pajala	67 12	23 25
79	Parkajoki	67 44	23 29
80	Övertorneå	66 22	23 39
81	Tärendö	67 09	22 39
82	Kompelusvaara	67 05	22 14
83	Korpilombolo	66 51	23 02
84	Morjärv	66 04	22 45
85	Saittarova	67 20	22 17
86	Orrbyn	65 57	22 06
87	Högsön	65 54	22 27
88	Pålkem	66 23	21 36
89	Luleå	65 37	22 06
90	Boden	65 49	21 42
91	Övre Svartlå	66 01	21 08
92	Luleå F	65 33	22 08
93	Piteå	65 19	21 28
94	Öjebyn	65 21	21 24
95	Rödkallen	65 19	22 22
96	Kätkesuando	68 07	23 20
97	Fagerheden	65 20	20 54

Västerbotten

98	Fällfors	65 08	20 47
99	Myrheden	65 18	20 13
100	Harrsele	64 01	19 35
101	Grönliden	64 44	20 12
102	Skellefteå	64 46	20 57
103	Bjuröklubb	64 29	21 35
104	Lövsånger	64 22	21 20
105	Robertsfors	64 11	20 52
106	Bygdå	64 04	20 53
107	Hällnäs	64 16	19 38
108	Röbäcksdalen	63 49	20 15
109	Talliden	64 47	19 22
110	Umeå	63 50	20 17
111	Holmögadd	63 36	20 46

Ångermanland

112	Bjurholm	63 56	19 13
113	Nordmaling	63 34	19 30
114	Kasa	63 20	19 03
115	Örnsköldsvik	63 18	18 43
116	Bredbyn	63 27	18 06
117	Kubbe	63 31	18 04
118	Skags udde	63 11	19 01
119	Degersjö	63 11	18 02
120	Invik	63 02	18 10
121	Nordvik	62 51	18 01
122	Ullånger	63 00	18 11
123	Gulsele	63 49	17 08
124	Hoting	64 07	16 12
125	Edsele	63 24	16 34
126	Forse	63 09	17 00
127	Hjälta kraftv	63 11	17 06
128	Junsele	63 42	16 51
129	Korsselebränna	64 28	15 32
130	Kyrktåsjö	64 15	15 51
131	Lännäs	63 10	17 40
132	Multrä	63 10	17 25
133	Offer	63 09	17 46
134	Ramsele	63 32	16 28
135	Sollefteå	63 10	17 17
136	Storfinnforsen	63 36	16 08
137	Härnösand	62 38	17 57
138	Kramfors	62 56	17 44
139	Åkroken	62 56	17 14

Jämtland, fjällen

140	Höglekardalen	63 05	13 45
141	Fiskavattnet	64 26	14 43
142	Gäddede	64 30	14 08
143	Jornlien	64 44	13 59
144	Leipikvattnet	64 56	14 10
145	Munsvattnet	64 16	14 28
146	Trångmon	64 38	14 52
147	Klocka	63 18	12 30
148	Undersåker	63 20	13 23
149	Baksjönäset	63 42	12 39
150	Björkede	64 03	12 57
151	Bränna	63 40	13 33
152	Duved	63 24	12 56
153	Järpströmmen	63 24	13 23
154	Sandnäs	63 45	12 26
155	Storlien-	63 18	12 07
	Visjövalen		
156	Vallbo	63 10	13 05
157	Valsjön	64 04	14 08
158	Överäng	63 47	13 05
159	Nedgården	62 57	13 20

Jämtland, inlandet

160	Lövberga	63 58	15 50
161	Täxan	63 43	15 50
162	Ulriksfors	63 50	15 37
163	Borgvattnet	63 26	15 49
164	Krångede	63 09	16 11
165	Bispgården	63 01	16 41
166	Bomsund	63 09	15 45
167	Dal	63 42	14 08
168	Dödre	62 48	14 42
169	Frösön	63 11	14 30
170	Hissmofors	63 20	14 29
171	Laxviken	63 47	14 41
172	Rösta	63 15	14 35
173	Sikåsskälen	63 38	15 06
174	Östersund	63 10	14 41
175	Mjölkvattnet	63 51	13 23
176	Rissna	63 04	15 21
177	Gastsjön	62 58	15 51
178	Hunge	62 45	15 06
179	Ljungå	62 46	16 19
180	Råtan	62 28	14 32
181	Sösjö	62 46	15 30
182	Tandsbyn	63 00	14 45
183	Tossåsen	62 43	14 27
184	Ålåsen	63 52	14 37

<u>Medelpad</u>			
185	Fränsta	62 31	16 12
186	Indal	62 34	17 37
187	Rundbacken	62 43	17 11
188	Sundsvall-Härnösands flygplats	62 31	17 26
189	Kölsillre	62 24	15 13
190	Sundsvall	62 24	17 16
191	Sidsjö	62 23	17 17
192	Häljum	62 16	17 21
193	Skallböle	62 22	16 58
194	Viskan	62 27	16 26
195	Naggen	62 17	16 01

<u>Härjedalen</u>			
196	Ljungdalen	62 51	12 48
197	Storsjö Kapell	62 48	13 04
198	Lillhårdal	61 51	14 05
199	Ransjö	62 12	13 53
200	Bruksvallarna	62 39	12 25
201	Fjällnäs	62 35	12 13
202	Hede	62 25	13 31
203	Ljusnedal	62 33	12 37
204	Lofsdalen	62 07	13 17
205	Malmagen	62 37	12 10
206	Myckelåsen	62 20	12 39
207	Sveg	62 02	14 22
208	Ytterberg	62 04	14 30

<u>Hälsingland</u>			
209	Gnarp	62 04	17 17
210	Strömsbacka	61 57	16 43
211	Hudiksvall	61 44	17 06
212	Söderhamn	61 16	17 06
213	Bergvik	61 16	16 50
214	Edsbyn	61 23	15 48
215	Föne	61 50	15 50
216	Järvsö	61 43	16 11
217	Kärböle	61 59	15 19
218	Laforsen	61 57	15 30
219	Lobonäs	61 32	15 21
220	Ytterhogdal	62 11	14 57

<u>Gästrikland</u>			
221	Norrundet	60 56	17 09
222	Sandviken	60 36	16 47
223	Ockelbo	60 54	16 44
224	Amotsbruk	60 58	16 27
225	Gävle	60 39	17 08
226	Hofors	60 33	16 18
227	Högbo	60 41	16 49
228	Tjärnäs	60 31	16 25
229	Lövåker	60 41	16 22
230	Gysinge	60 17	16 54

<u>Dalarna, västra delen</u>			
231	Sälen	61 10	13 16
232	Branäs	61 04	13 29
233	Evertsberg	61 08	13 58
234	Flötningen	61 51	12 16
235	Grundforsen	61 17	12 52
236	Idre	61 52	12 43
237	Knäs	60 57	13 55
238	Lövnäs	61 21	13 22
239	Malung	60 41	13 43
240	Mångsbodarna	61 05	13 38
241	Storbron	61 23	12 52
242	Särna	61 41	13 08
243	Transtrand	61 05	13 19
244	Öje	60 49	13 51
245	Trängslet	61 23	13 44
246	Horrmund	61 19	13 10
247	Västra Ärnäs	60 55	13 22
248	Lisskosåsen	60 31	13 30
249	Löten	61 02	12 50

<u>Dalarna, östra delen</u>			
250	Telningsberg	60 10	14 40
251	Fågelsjö	61 48	14 39
252	Ulvsjö	61 36	14 12
253	Ingels	60 57	15 15
254	Korså	60 39	16 09
255	Borlänge	60 31	15 27
256	Kättbo	60 51	14 11
257	Borgårdet	60 44	15 55
258	Dådran	60 57	15 33
259	Falun	60 37	15 38
260	Finnbacka	61 03	15 35
261	Folkärna	60 10	16 19
262	Grycksbo	60 42	15 30
263	Gråda kraftverk	60 36	15 01
264	Hedemora	60 17	15 58
265	Idkerberget	60 23	15 14
266	Kvarnberg	61 27	14 53
267	Leknäs	60 11	16 36
268	Leksand	60 44	15 01
269	Lillhamra	61 39	14 48
270	Mora	61 00	14 35
271	Näs	60 27	14 29
272	Rättvik	60 54	15 06
273	Siljansfors	60 53	14 23
274	Skattungbyn	61 12	14 53
275	Snöåby	60 31	14 27
276	Sollerön	60 56	14 36
277	Stjärnsund	60 27	16 16
278	Tånger	60 50	15 46
279	Östansvik	61 10	15 13
280	Spånsberget	60 23	15 08
281	Grängesberg	60 05	15 00
282	Ludvika	60 08	15 11
283	Nyhammar	60 18	14 58
284	Älvdalen	61 15	14 02

<u>Värmland, norra delen</u>			
285	Höljes	60 54	12 36
286	Järnbergsås	60 19	13 08
287	Kindsjön	60 40	12 43
288	Kristinefors	60 22	12 57
289	Letafors	60 44	12 41
290	Lämbacken	60 19	12 42
291	Röjdsåsen	60 21	12 38
292	Torsby	60 08	13 00
293	Tåsan	60 46	12 51
294	Järpliden	60 47	12 28

<u>Värmland, södra delen</u>			
295	Arvika	59 40	12 35
296	Borgviksbruk	59 21	12 58
297	Charlottenberg	59 53	12 19
298	Dejefors	59 37	13 29
299	Djurskog	59 35	11 56
300	Forshult	59 58	13 32
301	Frykfors	59 32	13 15
302	Gullspång	58 59	14 07
303	Hornkullen	59 40	14 17
304	Karlstad	59 22	13 28
305	Kristinehamn	59 18	14 05
306	Munkfors	59 51	13 33
307	Skråmforsen	59 23	14 37
308	Storfors	59 32	14 17
309	Stömne	59 26	12 45
310	Säffle	59 10	12 55
311	Varpnäs	59 24	13 16

<u>Västmanland</u>			
312	Bjurfors	60 08	16 08
313	Möklinta	60 05	16 32
314	Fagersta	60 00	15 46
315	Hallstabergr	59 37	16 48
316	Västerås Hässlö	59 35	16 38
317	Högsta	59 29	15 59
318	Hörken	60 02	14 57
319	Kolsva	59 36	15 50
320	Lindesberg	59 35	15 14
321	Lisjö	59 42	16 04
322	Nyberget	59 44	15 00
323	Sala	59 54	16 40
324	Skultuna	59 43	16 26
325	Sundby	59 42	16 40
326	Surahammar	59 42	16 13
327	Köping	59 31	16 00
	(Södermanland)		
328	Norsborg II	59 15	17 48
	(Västmanland, fortsättning)		
329	Grythyttan	59 42	14 32

<u>Närke</u>			
330	Lekeberga	59 14	14 53
331	Sickelsjö	59 20	15 49
332	Svartå	59 08	14 31
333	Sörbytorp	58 49	14 39
334	Törntorp	58 59	14 47
335	Västvalla	59 25	15 37
336	Ön	59 24	15 12
337	Örebro	59 16	15 20
338	Snavlunda	58 58	14 54
339	Åtorp	59 06	14 22
340	Villingsberg	59 17	14 42

<u>Uppland</u>			
341	Ljusåker	60 09	16 52
342	Untra	60 27	17 20
343	Örskär	60 32	18 23
344	Risinge	60 11	18 13
345	Lövsta	60 25	17 53
346	Norrby	60 04	18 45
347	Dannemora	60 12	17 55
348	Beateberg	59 40	18 25
349	Norrålsjö	59 45	18 43
350	Söderåsen	59 45	19 25
351	Östana	59 33	18 35
352	Sandhamn	59 17	18 55
353	Kårsta	59 40	18 17
354	Österåker	59 30	18 17
355	Rindö	59 25	18 22
356	Röskär	59 25	18 10
357	Arlanda	59 39	17 57
358	Drälinge	59 59	17 34
359	Enköpings	59 39	17 04
360	Frötuna	59 55	17 51
361	Hyvlinge	59 45	17 04
362	Knivsta	59 44	17 49
363	Stockholm	59 21	18 04
364	Stockholm-Bromma	59 21	17 57
365	Svartsjö	59 22	17 44
366	Sätra gård	59 32	17 51
367	Sättra	59 25	17 29
368	Ultuna	59 49	17 39
369	Uppsala F	59 53	17 36
370	Vallentuna	59 31	18 05
371	Vattholma	60 01	17 44
372	Österby	59 40	17 42
373	Skjörby	59 33	17 22
374	Svenska Högarna	59 27	19 30
375	Lidingö	59 22	18 10
376	Uppsala	59 52	17 38

<u>Södermanland</u>			
377	Bergaholm	59 14	17 43
378	Eskilstuna	59 23	16 28
379	Hyndevad	59 20	16 27
380	Norsborg	59 14	17 47
381	Stenkvista	59 20	16 34
382	Ulvhäll	59 21	17 03
383	Åkers styckebruk	59 15	17 06
384	Hårsfjärden	59 04	18 07
385	Grindsjön	59 05	17 52
386	Landsort	58 45	17 52
387	Nynäshamn	58 56	17 56
388	Riksten	59 11	17 55
389	Sjögärde	58 59	17 51
390	Södertälje	59 12	17 38
391	Västerhaninge	59 08	18 06
392	Wiad	59 07	17 43
393	Julita	59 10	16 03
394	Trosa	58 54	17 34
395	Åda	58 57	17 32
396	Strängstorp	59 03	16 13
397	Ökna	58 54	17 10
398	Fändesta	59 01	16 53
399	Högsjö	59 02	15 41
400	Katrineholm	58 59	16 12
401	Nyköping F	58 47	16 55
402	Öja	59 03	16 36
403	Ålberga	58 45	16 33
404	Oxelösund	58 40	17 07

<u>Östergötland</u>			
405	Regna	58 53	15 43
406	Simonstorp	58 47	16 10
407	Hult	58 41	16 08
408	Bjärka-Säby	58 16	15 45
409	Erikstad	58 23	15 49
410	Finspång	58 43	15 46
411	Godegård	58 48	15 10
412	Kisa	57 59	15 38
413	Malexander	58 04	15 13
414	Malmslätt	58 24	15 31
415	Motala	58 33	15 05
416	Norrköping	58 36	16 13
417	Norrköping-Sörby	58 37	16 07
418	Ulrika	58 08	15 26
419	Vadstena	58 27	14 54
420	Ödeshög	58 14	14 40
421	Söderköping	58 29	16 19
422	Harstena	58 15	17 01
423	Svinhult	57 45	15 23

<u>Dalsland</u>			
424	Billingsfors	58 59	12 16
425	Bredviken	59 13	11 59
426	Bäckefors	58 49	12 11
427	Hävreström	58 49	12 25
428	Åmål	59 03	12 42
429	Gunnesbyn	58 59	11 42

<u>Västergötland, norra delen</u>			
430	Karlsborg	58 31	14 32
431	Alvhem	58 01	12 09
432	Djursåtra	58 20	14 04
433	Falköping	58 09	13 32
434	Hjälmsäter	58 35	13 20
435	Kilagården	58 22	13 15
436	Lanna	58 21	13 08
437	Lidköping	58 30	13 07
438	Långjum	58 13	13 04
439	Mariestad	58 43	13 46
440	Remningstorp	58 27	13 40
441	Simonstorp	58 05	13 24
442	Skövde	58 23	13 51
443	Sätenäs	58 26	12 42
444	Traneberg	58 40	13 08
445	Trollhättan	58 19	12 20
446	Uplo	58 06	12 39
447	Vänernborg	58 23	12 20

<u>Västergötland, södra delen</u>			
448	Mörkö	57 41	13 43
449	Ulricehamn	57 47	13 26
450	Borås	57 46	12 57
451	Dalsjöfors	57 43	13 07
452	Häggårda	57 37	12 57
453	Linhult	57 18	12 42
454	Bollebygd	57 40	12 34
455	Grebbeshult	57 33	12 28
456	Alingsås	57 56	12 32
457	Mölnådal	57 40	12 02
458	Öjared	57 51	12 23
459	Vinga	57 38	11 37

<u>Bohuslän</u>			
460	Säve	57 47	11 53
461	Måseskär	58 06	11 21
462	Säby	58 01	11 36
463	Uddevalla	58 21	11 57
464	Dingle	58 32	11 34
465	Heden	58 31	11 31
466	Håvelund	58 57	11 26
467	Svarteborg	58 34	11 33

<u>Gotland</u>			
468	Buttle	57 24	18 30
469	Roma	57 31	18 26
470	Stenstuga förs.g.	57 36	18 27
471	Hoburgen	56 55	18 09
472	Hemse	57 14	18 23
473	Fårö	57 54	19 10
474	Gotska Sandön	58 24	19 12
475	Stora Karlsö	57 18	17 58
476	Visby	57 39	18 18
477	Visby F	57 40	18 21

<u>Öland</u>			
478	Ölands norra udde	57 22	17 06
479	Mossen	57 17	17 00
480	Skede mosse	56 50	16 45
481	Mörbylånga	56 32	16 24
482	Ölands södra udde	56 12	16 24

<u>Småland, östra delen</u>			
483	Askeryd	57 48	15 00
484	Vimmerby	57 40	15 51
485	Holmbo	58 12	16 23
486	Västervik	57 43	16 28
487	Överum	57 59	16 20
488	Ogestad	57 53	16 10
489	Tovehult	57 39	16 34
490	Åninge	57 52	16 03
491	Krokshult	57 23	16 05
492	Oskarshamn	57 16	16 26
493	Arvingetorp	57 27	15 02
494	Hässelby	57 38	15 34
495	Målilla	57 24	15 50
496	Nyabyberg	57 24	15 16
497	Pauliström	57 28	15 31
498	Ungsberg	57 31	15 55
499	Värne	57 32	15 06
500	Österkorsberga	57 19	15 08
501	Allgunnen	57 04	15 58
502	Fagerhult	57 09	15 41
503	Sandbäckshult	56 59	16 17
504	Nybro	56 45	15 55
505	Kalmar	56 44	16 18
506	Svartingetorp	56 47	16 19
507	Konga	56 30	15 07
508	Lessebo	56 45	15 17
509	Granshult	57 13	15 06
510	Lenhovda	56 59	15 18

<u>Småland, västra delen</u>			
511	Flahult	57 42	14 09
512	Forserum	57 43	14 29
513	Huskvarna	57 47	14 17
514	Högemålen	58 04	14 36
515	Jönköping F	57 46	14 05
516	Kyrkonäs	57 49	14 43
517	Lommaryd	57 53	14 44
518	Ramsjöholm	57 51	14 26
519	Tranås	58 02	14 59
520	Visingsö	58 06	14 24
521	Eksjö	57 40	14 59
522	Nässjö	57 39	14 42
523	Navelsjö	57 24	14 53
524	Prästkulla	57 44	14 59
525	Ekefors	56 33	14 45
526	Härlöv	56 58	14 38
527	Ohs	56 50	14 35
528	Söraby	57 01	14 54
529	Växjö	56 52	14 48
530	Hyltan	56 41	14 20
531	Länshult	56 37	14 04
532	Bolmen	56 49	13 42
533	Hagshult F	57 18	14 08
534	Horda	57 01	14 18
535	Kåreslätt	57 25	14 29
536	Kävsjö	57 19	13 56
537	Ljungby	56 50	13 57
538	Långhult	56 35	13 28
539	Majenfors	56 30	13 28
540	Rörvik	57 15	14 35
541	Singeshult	56 45	13 22
542	Skillingaryd	57 26	14 07
543	Spinkabo	57 34	14 28
544	Stora Segerstad	57 09	13 34
545	Strömsnäsbruk	56 33	13 44
546	Sävsjö	57 24	14 40
547	Toraliden	57 14	14 45
548	Tranhult	57 29	13 51
549	Åby	56 55	14 01

<u>Halland</u>			
550	Knäred	56 34	13 18
551	Genevad	56 35	13 02
552	Havraryd	56 48	13 08
553	Simlångsdalen	56 43	13 08
554	Oskarström	56 48	12 58
555	Gångarebo	57 01	12 55
556	Fagered	57 12	12 49
557	Jonstorp	56 56	12 33
558	Morup	56 59	12 24
559	Skogsforsen	57 06	12 52
560	Varberg	57 06	12 15
561	Grimeton	57 07	12 25
562	Rossared	57 29	12 12

<u>Blekinge</u>			
563	Komstorp	56 17	16 01
564	Karlskrona	56 10	15 35
565	Tvingelshed	56 20	15 35
566	Mjuamåla	56 27	15 19
567	Bredåkra	56 16	15 17
568	Hoby	56 14	15 08
569	Törneryd	56 14	15 02
570	Grimsmåla	56 20	14 53
571	Karlshamn	56 11	14 51
572	Hemsjö	56 20	14 43
573	Hanö	56 01	14 51
574	Sölvesborg	56 04	14 35
575	Olofström	56 17	14 31

<u>Skåne</u>			
576	Grundsjön	56 08	14 35
577	Bromölla	56 05	14 28
578	Bäckaskog	56 03	14 21
579	Olastorp	56 25	14 22
580	Tosteberga	56 01	14 27
581	Friggestad	55 54	13 56
582	Hässleholm	56 08	13 45
583	Knisslinge	56 12	14 06
584	Kristianstad	56 02	14 10
585	Osby	56 22	13 57
586	Ovesholm	56 00	14 00
587	Ugerup	55 58	14 07
588	Åkeboda	56 02	13 56
589	Bollerup	55 30	14 03
590	Hallamölla	55 43	14 01
591	Hammenhög	55 30	14 10
592	Sankt Olof	55 38	14 08
593	Södra Lökaröd	55 46	14 06
594	Vitemölla	55 42	14 12
595	Simrishamn	55 33	14 22
596	Köpinge	55 26	13 57
597	Tomelilla	55 33	13 57
598	Falsterbo	55 23	12 49
599	Jordberga	55 25	13 24
600	Malmö II	55 37	13 02
601	Malmö	55 37	13 05
602	Skurup	55 28	13 31
603	Smygehuk	55 20	13 21
604	Trelleborg	55 23	13 09
605	Ystad	55 26	13 49
606	Börringe Kloster	55 30	13 20
607	Alnarp	55 40	13 06
608	Lund	55 43	13 12
609	Vomb	55 40	13 32
610	Svalöv	55 55	13 07
611	Landskrona	55 52	12 50
612	Ven	55 55	12 42
613	Helsingborg	56 03	12 42
614	Kullen	56 18	12 27
615	Louisefred	56 15	12 35
616	Barkåkra	56 18	12 51
617	Gillastig	56 01	13 14
618	Hörby	55 51	13 40
619	Klippan	56 07	13 09
620	Ljungbyhed	56 05	13 14
621	Stehag	55 54	13 24
622	Älmhult	55 52	13 53

Kompletterande stationer

<u>Bohuslän</u>			
623	Strömstad	58 62	11 12
624	Ursholmen	58 50	11 00
625	Väderöbod	58 33	11 02
626	Paternoster	57 54	11 28

<u>Västergötland</u>			
627	Torslanda	57 43	11 47
628	Göteborg	57 43	12 01

<u>Halland</u>			
629	Nidingen	57 18	11 54
630	Fröslida	56 52	13 04

<u>Skåne</u>			
631	Hallands Väderö	56 27	12 33

<u>Värmland</u>			
632	Lurö	58 48	13 15

<u>Blekinge</u>			
633	Utklippan	55 57	15 42

<u>Gotland</u>			
634	Östergarn	57 27	18 59
635	Rings	57 43	18 38

<u>Uppland</u>			
636	Understen	60 17	18 56
637	Björn	60 38	17 59

<u>Gästrikland</u>			
638	Eggegrund	60 44	17 34

<u>Uppland</u>			
639	Grönskär	59 17	19 02

<u>Hälsingland</u>			
640	Storjungfrun	61 10	17 20
641	Agö	61 33	17 28

<u>Medelpad</u>			
642	Brämö	62 13	17 45
643	Tynderö	62 27	17 37

SMHI Rapporter, METEOROLOGI OCH KLIMATOLOGI (RMK)

- Nr 1 T h o m p s o n, T, U d i n, I, och O m s t e d t, A,
Sea surface temperatures in waters surrounding Sweden.
(1974)
- Nr 2 B o d i n, S, Development of an unsteady atmospheric
boundary layer model. (1974)
- Nr 3 M o e n, Lars, A multilevel quasi-geostrophic model for
short range weather predictions. (1975)
- Nr 4 H o l m s t r ö m, I, Optimization of atmospheric models.
(1976)
- Nr 5 C o l l i n s, W G, A parameterization model for
calculation of vertical fluxes of momentum due to
terrain induced gravity waves (1976)
- Nr 6 N y b e r g, A, On transport of sulphur over the
North Atlantic (1976)
- Nr 7 L u n d q v i s t, J-E och U d i n, I, Ice accre-
tion on ships with special emphasis on Baltic con-
ditions (1977)
- Nr 8 E r i k s s o n, B, Den dagliga och årliga variatio-
nen av temperatur, fuktighet och vindhastighet vid
några orter i Sverige (1977)
- Nr 9 H o l m s t r ö m, I och S t o k e s, J, Statistical
forecasting of sea level changes in the Baltic (1978)
- Nr 10 O m s t e d t, A och S a h l b e r g, J, Some re-
sults from a joint Swedish-Finnish Sea Ice Experiment,
March, 1977 (1978)
- Nr 11 H a a g, T, Byggnadsindustrins väderberoende, semina-
rieuppsats i företagsekonomi, B-nivå (1978)
- Nr 12 E r i k s s o n, B, Vegetationsperioden i Sverige
beräknad från temperaturobservationer (1978)
- Nr 13 B o d i n, S, En numerisk prognosmodell för det atmo-
sfäriska gränsskiktet grundad på den turbulenta
energiekvationen (1979)
- Nr 14 E r i k s s o n, B, Temperaturfluktuationer under
senaste 100 åren (1979)
- Nr 15 U d i n, I och M a t t i s s o n, I, Havsis- och
snöinformation ur datorbearbetade satellitdata -
en metodstudie (1979)

- Nr 16 E r i k s s o n, B, Statistisk analys av nederbördsdata. Del I. Arealnederbörd (1979)
- Nr 17 E r i k s s o n, B, Statistisk analys av nederbördsdata. Del II. Frekvensanalys.
- Nr 18 E r i k s s o n, B, Årsmedelvärden (1931-60) av nederbörd, avdunstning och avrinning (1980)
- Nr 19 O m s t e d t, A, A sensitivity analysis of steady, free floating ice (1980)
- Nr 20 P e r s s o n, C och O m s t e d t, G, En modell för beräkning av luftföroreningars spridning och deposition på mesoskala (1980)
- Nr 21 J a n s s o n, D, Studier av temperaturinversioner och vertikal vindskjuvning vid Sundsvall/Härnösands flygplats (1980)
- Nr 22 S a h l b e r g, J and T ö r n e v i k, H, A study of the large scale cooling in the Bay of Bothnia (1980)
- Nr 23 H å r s m a r, P-O, Boundary layer measurements at Klockrike. Oct 1977 (1980)
- Nr 24 B r i n g f e l d t, B, A comparison of forest evapotranspiration determined by some independent methods (1980)
- Nr 25 B o d i n, S and F r e d r i k s s o n, U, Uncertainty in wind forecasting for wind power networks (1980)
- Nr 26 E r i k s s o n, B, Graddagsstatistik för Sverige (1980)
- Nr 27 E r i k s s o n, B, Statistisk analys av Del III 200-åriga nederbördsserier (Statistical analysis of precipitation data. Part III Precipitation data from the latest two centuries)(1981)
- Nr 28 E r i k s s o n, B, Den "potentiella" evapotranspirationen i Sverige (1981)
- Nr 29 P e r s h a g e n, H, Maximisnödjup i Sverige (perioden 1905-70)(1981)
- Nr 30 L ö n n q v i s t, O, Nederbördsstatistik med praktiska tillämpningar (Precipitation statistics with practical applications)(1981)

