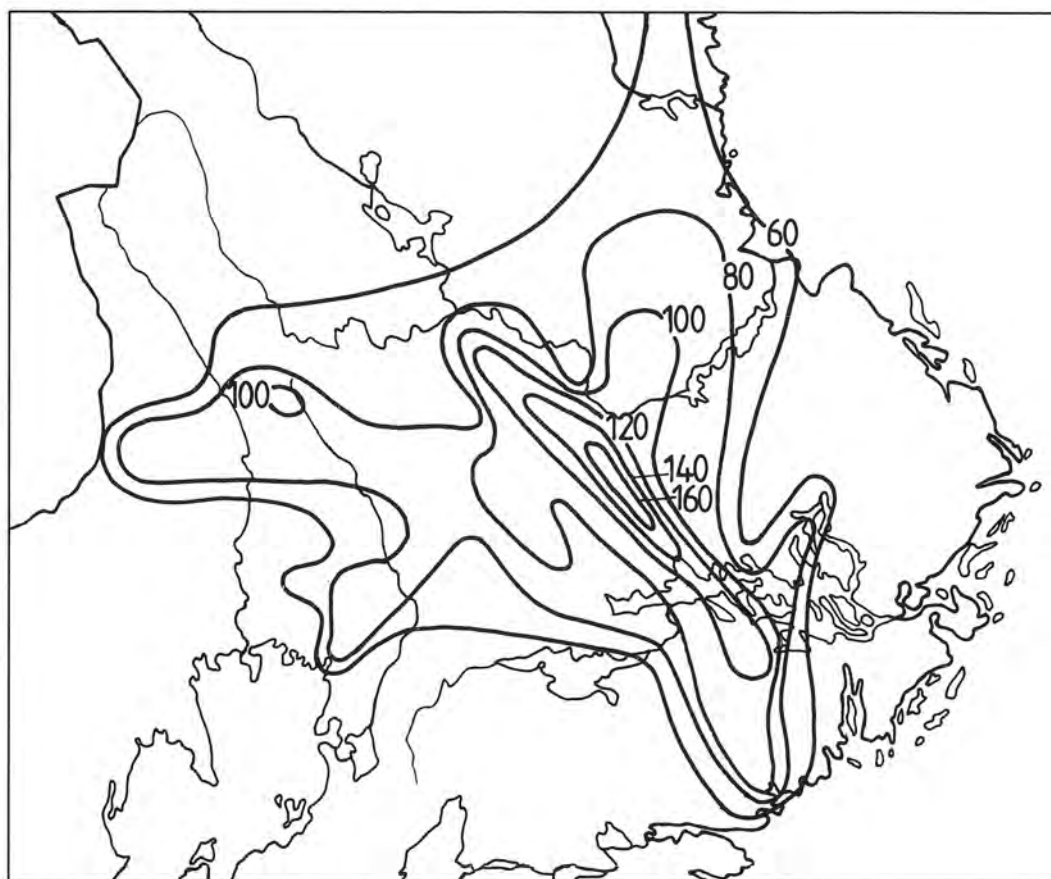




EXTREM AREALNEDERBÖRD I SVERIGE 1881-1988

Haldo Vedin och Bertil Eriksson

Utredningen är finansierad av Vattenregleringsföretagens
Samarbetsorgan (VASO)

EXTREM AREALNEDERBÖRD I SVERIGE 1881-1988

Haldo Vedin och Bertil Eriksson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Avsnitt	Sid
Förord	1
1. Sammanfattning	2
2. Bakgrund	3
3. Tillgängligt observationsmaterial	3
4. Tillvägagångssätt	4
5. Felkällor	
5.1 Fel i uppmätta punktvärden	5
5.2 Fel orsakade av den valda analysmetodiken	6
5.3 Osäkerhet till följd av brister i stationsnäten	6
6. Resultat	7
7. Diskussion av resultatet	
7.1 Geografisk fördelning och nederbördsområdenas orientering	11
7.2 Orografins betydelse	12
7.3 Fördelningen över året	12
7.4 Återkomsttider - PMP	12
7.5 Påverkan av klimatvariationer	14
7.6 Arealreduktionsfaktorn och korrektion för fasta avläsningstidpunkter	15
REFERENSER	17

BILAGOR

1. Förteckning över fall då 24-timmarsnederbörden (före 1926 2-dygnsnederbörd) uppgått till minst 90 mm på 1 000 km² och/eller minst 70 mm på 10 000 km².
2. Beskrivning av påträffade fall med stor arealnederbörd.
3. Förteckning över fall då dygnsnederbörden överstigit 100 mm vid minst en station.



FÖRORD TILL RAPPORTEN "EXTREM AREALNEDERBÖRD I SVERIGE 1888 - 1985"

Föreliggande undersökning inleddes 1984 på uppdrag av Vattenregleringsföretagens samarbetsorgan (VASO) inom projektet "Extrem tillrinning till regleringsmagasin". Arbetet har bedrivits i nära samarbete med Flödeskommittén och delresultat har avrapporterats till denna vid flera tillfällen.

Arbetet har skett i nära samarbete mellan flera meteorologer och hydrologer vid SMHI av vilka Sten Bergström med sin aldrig sinande entusiasm verkat särskilt stimulerande på arbetet. Ett speciellt tack för tjänar Ann-Margreth Holst, som renritat större delen av figurerna och förberett materialet för tryckning samt dessutom praktiskt taget ensam utfört den inledande genomgången av det oerhört omfattande observationsmaterialet från mer än ett sekel. Hans Alexandersson vid meteorologiska institutionen vid Uppsala universitet och Göran Lindström har lämnat värdefulla synpunkter som tacksamt tagits till vara. Carla Karlström har utfört en del av kartanalyserna, Sture Lindahl har utfört den planimetriska bestämningen av arealnederbörden och Ann-Christine Svärdstrand har lyckats tyda det handskrivna manuset och förvandlat det till prydlig maskinutskrift. Material beträffande det redovisade fallet i sydvästra Finland har ställts till förfogande av Reijo Solantie vid Finlands Meteorologiska Institut och Marita Hultberg har översatt den finska rapporten om detta fall. Ett varmt tack riktas även till alla dessa. De tusentals observatörer över hela landet, som i ur och skur utfört de mätningar som utgör den yttersta förutsättningen för undersökningen, ägnas också en vördnadens tanke.

Bertil Eriksson svarar för beskrivningarna av väderläget och analysen av de synoptiska väderkartorna i bilaga 2.

FÖRORD TILL FÖRELIGGANDE RAPPORT OM AREALNEDERBÖRD FRAM T O M 1988

Rapporten Extrem arealnederbörd i Sverige åren 1881 - 1985 är nu utgången. Dels därför, dels på grund av att det under de senaste åren förekommit en del fall med mycket stor arealnederbörd, ger vi nu ut en ny rapport som sträcker sig fram t o m 1988. Förutom de tillkomna fallen redovisas ett nyupptäckt fall från 1921 (bilaga 2:18A). I nu föreliggande rapport är textmassan i allt väsentligt densamma som i den förra rapporten, men upptäckta fel har rättats till. Den viktigaste rättelsen gäller kolumnen Korrektion för fast mättillfälle (%) för fallen 1927 - 1945 i bilaga 1. Dessutom bör det kanske påpekas att årtalet för den största uppmätta dygnsnederbörden i Sverige angetts felaktigt på sid 15. Det rätta årtalet är 1913. I ett avseende har dock texten ändrats i sak. Det gäller andra stycket i avsnitt 7.6, där vår bedömning att extrapolering inte bör ske till areor mindre än 500 - 700 km² har visat sig allt för pessimistisk. Under det fortsatta arbetet har det framkommit att det är möjligt att bestämma extrema arealmängder för betydligt mindre områden än så.

Våra slutsatser beträffande återkomsttiderna för de största påträffade fallen har ifrågasatts av en del läsare. Under det fortsatta arbetet med att förse Flödeskommittén med underlag beträffande nederbörden, har dock ingenting framkommit som föranleder oss att ändra på de mycket försiktiga formuleringarna beträffande återkomsttiden i avsnitt 7.4.

1. SAMMANFATTNING

Nederbördsobservationer i Sverige under åren 1881-1988 har undersökts med avseende på stora 24-timmarsmängder över arealerna 1 000 och 10 000 km². Samtliga påträffade fall med minst 90 mm på 1 000 km² och/eller 70 mm på 10 000 km² redovisas i tabeller, diagram och kartor.

Antalet fall är störst i landets södra del och i de östra kusttrakterna, där också de största arealvärdena påträffats. Frekvensen är störst i juli och augusti.

De största påträffade mängderna på 1000 km² uppgår till ca 150 mm, och kan antas representera återkomsttider av storleksordningen 10 000 år. I den inre delen av norra Sverige är motsvarande värden ca 110 mm. På 10 000 km² är de största påträffade fallen ca 110 och ca 80 mm i respektive områden.

Arealreduktionsfaktorer och korrektioner för fasta avläsningstider har beräknats ur materialet, men metoden i sig innebär att dessa inte behöver utnyttjas.

2. BAKGRUND

Hösten 1983 orsakade ihållande regn mycket stora flöden i övre Indalsälven. De ansvariga för dammarna vid Kallsjögruppens regleringsmagasin började då ifrågasätta om magasinens tappningsförmåga var tillräcklig. Vattenregleringsföretagen kontaktade därför SMHI och begärde en närmare utredning av vilka flöden som de aktuella dammanläggningarna skulle klara.

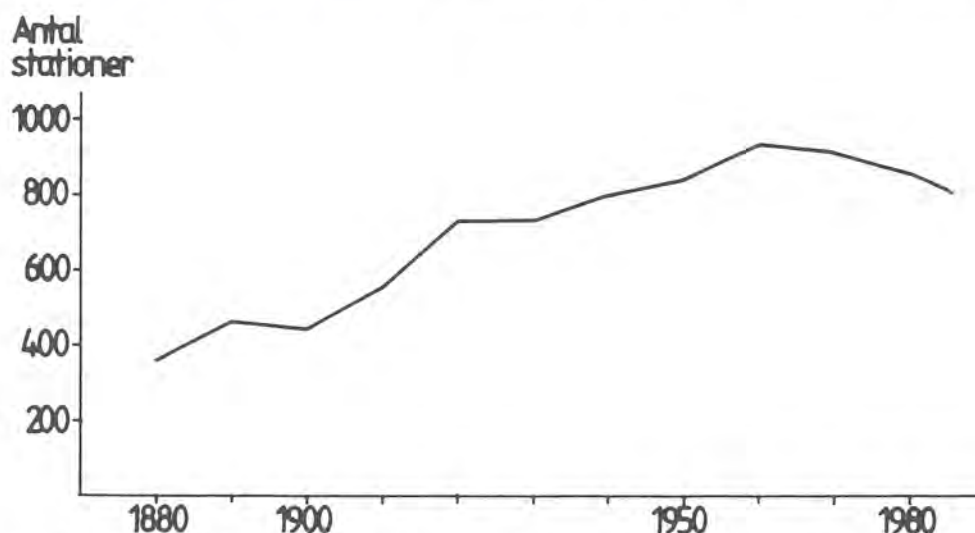
Under arbetet på denna utredning visade det sig snart att vi har mycket bristfällig kännedom om vilka största arealnederbörder man realistiskt kan räkna med i vårt land. I rapporten (Bergström, 1984) utfördes därför beräkningar för fyra olika arealnederbördsvärden, 50, 100, 150 och 200 mm och hydrologiskt mättade förhållanden. Resultatet visade att vissa problem kan uppstå redan vid det lägsta av de undersökta alternativen. Avsikten med föreliggande arbete har därför varit att undersöka vilka största arealvärden som förekommit i vårt land under den tid vi haft ett mer omfattande nät av nederbördsstationer.

Många dammanläggningar världen över har rasat varav ungefär hälften beroende på underdimensionerade utskov. Eftersom verkningarna i flera fall varit katastrofala, är det knappast överraskande att mycket arbete lagts ned på att dimensionera dammar. Under senare år har man bl a i Storbritannien (NERC, 1975), Norge (Førland, 1984) och USA (exempelvis Schreiner och Riedel, 1978) som ett led i detta arbete sökt ange de största arealnederbördsmängder som rimligen kan förväntas. I Sverige har återkomsttider för stora punktnederbördsvärden tagits fram (Dahlström, 1979), medan kunskapen om maximala arealmängder har varit mycket bristfällig när det gäller arealer från några hundra till några tusen kvadratkilometer, d v s de som är av störst intresse när det gäller dammanläggningar i Sverige. Föreliggande arbete har koncentrerats till 24-timmarsvärden på områden av storleken 1 000 - 10 000 km². För dammar med stora tillrinningsområden, är även nederbördsfördelningen över längre tidsperioder av stort intresse.

Förutom av nederbördsmängden bestäms ett flödes storlek av markens vatteninnehåll och eventuell snösmältning. Dessa frågor behandlas inte i föreliggande rapport.

3. TILLGÄNGLIGT OBSERVATIONSMATERIAL

Antalet meteorologiska stationer med nederbördsmätning har varierat kraftigt genom åren (fig. 1). Dessutom har fördelningen över landet



Figur 1. Antal nederbördsstationer i Sverige 1880-1985.

varit ojämn. I synnerhet gäller detta i äldre tid, då stationsnätet var mycket glest i framför allt nordvästra Norrland.

Vid det stora flertalet stationer mäts nederbörden endast en gång per dygn, kl 07 eller 08. På 1920-talet började några också utföra mätningar varje kväll och för närvarande sker detta vid ungefär en femtedel av stationerna. Under de senaste tio åren har nederbördsmätning skett var sjätte timma vid ett 20-tal stationer och från ett fåtal föreligger dessutom kontinuerliga registreringar av nederbörden. De stationer som rapporterat nederbörd var 12:e timma eller tätare har dessutom som regel angett tid för nederbördens början och slut, men före 1940-talet inskränkte sig dessa tidsangivelser oftast till noteringar av typen "förmiddagen", "natten" osv. Övriga stationer har också i viss utsträckning lämnat grova uppgifter om nederbördstiden.

Observationerna föreligger förutom i original på insända journaler fr o m 1881 även i renskriven form - sedan 1961 som datautskrifter - i s k synoptiska nederbördstabeller, där dagliga nederbördsvärden från alla landets stationer skrivits ut i geografisk ordning. Från tiden före 1961 finns observationsmaterial endast sporadiskt överfört till datormedium.

4. TILLVÄGAGÅNGSSÄTT

Målet med utvärderingsarbetet har varit att upprätta en lista på de i Sverige största förekommande arealnederbörderna på 1 000 resp 10 000 km² över 24 timmar. Eftersom endast de senaste 25 årens data finns tillgängliga på datormedium, har arbetet med att plocka ut de intressanta fallen helt skett för hand. Tillvägagångssättet har därvid varit följande.

1. De synoptiska nederbördstabellerna söktes igenom med avseende på dygnsvärden större än eller lika med 60 mm. Samtliga påträffade fall listades.
2. Fall då minst två sådana dygnsvärden noterats undersöktes närmare enligt följande. I Norrbottens, Västerbottens och Jämtlands län, där stationsnätet varit glesast, undersöktes även de fall då endast en station rapporterat dygnsnederbörd över 60 mm.
3. För de fall som påträffades enligt pkt 2 plottades kartor över de största 2-dygnssummorna. Om det bedömdes som möjligt att mängderna antingen överstigit 90 mm på 1 000 km² eller 70 mm på 10 000 km², analyserades kartorna på så sätt att isolinjer (isohyeter) drogs för 40, 60, 80...mm.
4. Endast de fall för vilka analyserade kartor tagits fram enligt steg 3 behandlades vidare. För de stationer i det aktuella området, som mätt 12-timmarsnederbörden och gjort noteringar om tidpunkten för nederbördens början och slut, uppskattades den maximala 24-timmarsnederbörden. Denna uttrycktes i procent av 2-dygnsnederbörden vid respektive station varefter de erhållna procentvärdena plottades på kartor på vilka sedan isolinjer (isopercentiler) drogs för var femte procentenhet. Steg 4-6 utfördes endast för fall som inträffade 1926-1988 p g a att inga stationer utförde fler än en nederbördsavläsning per dygn före ca 1925.

5. I nästa steg kombinerades procentvärden tagna ur isopercentilkartan från steg 4 med 2-dygnsvärden från steg 3 för att erhålla 24-timmarsvärden för samtliga stationer. Dessa plottades, varefter kartorna analyserades på så sätt att isohyeter drogs för var 20:e mm.
6. Med hjälp av de erhållna kartorna över maximal 24-timmarsnederbörd bedömdes de maximala arealmängderna över 1 000 resp 10 000 km². I de flesta fall skedde detta endast subjektivt, men för de nederbördsrikaste fallen även planimetriskt med hjälp av kurvföljare. Skillnaden mellan de på dessa båda sätt erhållna värdena var som regel liten och översteg aldrig 10 mm på 1 000 km² och 5 mm på 10 000 km².

Det enda villkor som lades på formen av områdena med maximal nederbörd, var att de skulle vara sammanhängande. Områdenas stora formriktighet skiljer sig knappast från den som återfinns hos olika tillrinningsområden.

I en del fall, - bl a samtliga i Götaland - uteslöts plottningen av 24-timmarsvärdena, som i stället erhöles genom att arealnederbörden för två dygn multiplicerades med uppskattat medelvärde av 24-timmarsnederbördens andel av denna över samma område. Metoderna är i stort sett likvärdiga.

5. FELKALLOR

De erhållna arealvärdena kan vara påverkade av ett antal feltyper av vilka de viktigaste diskuteras i det följande. Uppmätta nederbördsvärden har inte korrigerats med hänsyn till dessa felkällor.

5.1 Fel i uppmätta punktvärden

Mätning av nederbörd är alltid förbunden med vissa fel beroende på brister i nederbördsmätarens konstruktion. Av dessa fel är det aerodynamiska felet det allvarligaste och det är störst vid snönederbörd och hård vind (Eriksson, 1980). Bortsett från ett fåtal vinterfall i de västligaste fjälltrakterna och något övrigt enstaka fall med visst inslag av snö, har nederbörden i de undersökta fallen kommit uteslutande i form av regn, vilket innebär att den verkliga nederbörden knappast överstiger den uppmätta med mer än 5-10 procent.

Ett fel som inte var direkt ovanligt på den tid man hade zinkmätare istället för nuvarande aluminiummätare, var att uppsamlingskärlet läckte. Zinkmätare var vanliga till ett stycke in på 1960-talet och det kan inte uteslutas att denna feltyp kan ha orsakat för låga punktvärden i några fall och i så fall också lett till att den framanalyserade arealnederbörden blivit för liten.

När det gäller observationsfel är den viktigaste feltypen att observationstiden inte hålls, något som leder till felaktig fördelning av nederbörden på olika dygn, medan totalmängden blir rätt. Feltypen förekommer praktiskt taget uteslutande vid de mindre stationerna med endast en daglig mätning som skall ske kl 07 eller 08 på morgonen. Om mätningen sker mycket för sent - mycket för tidiga mätningar förekommer naturligt nog knappast - kommer fördelningen mellan de båda påverkade dygnsmängderna att avvika markant från den vid grannstationerna varigenom felet upptäcks och kan korrigeras någorlunda säkert.

Genom att tvådygnsnederbörden fått bilda utgångspunkt för den fortsatta analysen, saknar dock denna feltyp betydelse i de flesta fall. Att mätning uteblir är en annan vanlig feltyp, men i samband med de häftiga regn som det här är fråga om är denna feltyp mycket ovanlig.

5.2 Fel orsakade av den valda analysmetodiken

Det värde på 60 mm, vilket valts som gräns för det inledande urvalet, innebär i sig en risk för att inte alla intressanta fall upptäcks. I extremfallet kan teoretiskt exempelvis en 24-timmarsmängd på nära 120 mm missas, om den fördelar sig med knappt 60 mm på två nederbördsdygn.

En annan källa till fel är att man vid den manuella genomgången av de synoptiska nederbördstabellerna kan ha missat en del fall. Fr o m år 1916 är dock den största dygnsmängden i månaden understruken och för åren 1881-1915 har som en kompletterande försiktighetsåtgärd de i institutets årsböcker publicerade största dygnsmängderna sökts igenom med avseende på mycket stora mängder, varför risken för att något fall skulle ha missats av denna orsak bedöms som liten.

Isohyetanalysen av kartorna över tvådygnsnederbörden är nästa osäkra moment. Dels har stationsnätet varit glest i vissa delar av landet, främst i norra Lappland, vilket gör att analysen många gånger är relativt osäker. Dels föreligger risk för kraftig överskattning av arealnederbörden i de fall då en eller ett par stationer i ett område med glest stationsnät förutom av en storskalig, måttlig nederbördsmängd drabbats av lokala skurar. Vid analysen utjämnas nederbördsfältet även i sådana fall med överskattning som följd.

Det bör påpekas att det omvända förhållandet - d v s att ett område med kraftig konvektiv nederbörd i ett i övrigt relativt jämnt nederbördsfält undgår upptäckt - inte leder till någon nämnvärd underskattning av arealnederbörden. Som exempel kan nämnas att 10 oupptäckta skurar som ger 100 mm på var sitt 1 x 5 km² stora område endast ökar arealnederbörden på 1 000 km² med 5 mm och på 10 000 km² med 0.5 mm.

Det sista osäkerhetsmomentet i det använda tillvägagångssättet innebär uppskattningen av den maximala 24-timmarsnederbörden utifrån nederbördsmätningar var 12:e timme och tillgängliga uppgifter om tid för nederbördens början och slut. Osäkerheten varierar härvidlag mycket kraftigt från fall till fall. I många fall är den helt försumbar, medan den i andra är mycket påtaglig. Det sistnämnda gäller i synnerhet i några fall under åren 1926 - ca 1943, då nätet av stationer med mer än en daglig nederbördsmätning var betydligt glesare än senare, främst i inre Norrland.

I allmänhet är dock den uppskattade maximala 24-timmarsnederbördens andel av tvådygnsnederbörden tämligen lätt att analysera, vilket bör kunna tolkas så att analysen är relativt tillförlitlig.

5.3 Osäkerhet till följd av brister i stationsnätet

Det svenska nätet av nederbördsmätande meteorologiska stationer har i alla tider varit glest i jämförelse med motsvarande stationsnät på kontinenten. Dessutom har det i synnerhet före 1960-talet, varit mycket ojämnt fördelat över landet så att det i norra Lappland knappast förtjänar att kallas stationsnät. Det rör sig där om enstaka mätpunkter med flera mils avstånd från varandra.

Under sådana förhållanden får man räkna med att ett antal fall inte upptäcks. I synnerhet gäller detta för arealen $1\,000\text{ km}^2$, men fullständig säkerhet råder inte ens beträffande arealen $10\,000\text{ km}^2$ i området innanför linjen Kvikkjokk - Kiruna - Riksgränsen, där det under många år helt saknades stationer.

En annan brist i det svenska stationsnätet är att stationerna huvudsakligen är belägna i dalgångarna, medan antalet stationer i mellanliggande högre terrängavsnitt är betydligt mindre. Förhållandet är särskilt tydligt i fjällen, där samtliga mätpunkter är belägna i dalgångarna. Eftersom årsnederbörden generellt sett ökar med ca $90\text{ mm}/100\text{ m}$ i de östra och med ca $230\text{ mm}/100\text{ m}$ i de västra fjälltrakterna, motsvarande $10\text{--}20\text{ procent}/100\text{ m}$ (Karlström, 1975), innebär detta att de analyserade arealvärdena blir systematiskt för låga i nordvästra Svealand och västra Norrland. För ett fjällområde där stationernas medelhöjd är 500 m och medelhöjden för en $1\,000\text{ km}^2$ stor yta är 800 m , skulle det exempelvis innebära att den verkliga nederbörden överstiger den analyserade med storleksordningen 50 procent . Det är emellertid osäkert om nederbördens ökning med höjden är lika stor i situationer med extrema nederbördsmängder som det på basis av årsnederbörden beräknade genomsnittliga värdet. Bl a torde det nederbördstillskott som erhålls genom att regndroppar tvättar ur molndroppar i lågt liggande moln, utgöra en betydligt mindre procentuell andel av den totala mängden i sådana fall.

Slutligen bör det påpekas att enbart svenska nederbördsstationer använts för att upptäcka fall med stora arealvärden. I allmänhet innebär inte detta någon nackdel, men i övre Faxälvens och Klarälvens tillrinningsområden som sträcker sig långt in i Norge kan det ha lett till att en del fall undgått upptäckt. Vid analysen av fall som upptäckts med hjälp av det svenska observationsmaterialet har dock även norska data använts. När det gäller Torneälven finns givetvis motsvarande problematik beträffande den del av tillrinningsområdet som ligger i Finland. I ett fall (1967-08-06--07) har analysen utsträckts till att gälla sydvästra Finland. Uppgifter om detta fall har hämtats ur i Finland tidigare publicerat material (Naakka, 1968) kompletterade med upplysningar per brev från Finlands meteorologiska institut.

6. RESULTAT

I bilaga 1 förtecknas i kronologisk ordning de fall då den maximala 24-timmarsnederbörden (före 1926 tvådygnsnederbörden) varit minst 90 mm på $1\,000\text{ km}^2$ och/eller minst 70 mm över $10\,000\text{ km}^2$. Varje sådant fall presenteras i detalj i bilaga 2. Där återfinns en karta över analyserad maximal 24-timmarsnederbörd, en kortfattad beskrivning av det synoptiska väderläget med en översiktlig väderkarta samt histogram som visar nederbörden dygn för dygn vid en station i den centrala delen av området under en tvåveckorsperiod omkring det aktuella tillfället. För tiden före 1926 redovisas i stället en analyserad karta över tvådygnsnederbörden och för dessa fall presenteras inte heller väderläget.

De största 24-timmarsmängderna på $1\,000\text{ km}^2$ under åren 1926 - 1988 listas i storleksordning i tabell 1, medan motsvarande lista avseende $10\,000\text{ km}^2$ återfinns i tabell 2. Utöver fall med stor arealnederbörd påträffades ett antal stora lokala regnmängder. Samtliga fall då dygnsmängden vid minst en station överstigit 100 mm redovisas i tabellform i bilaga 3 och i kartform i figur 2.

Tabell 1. De största under åren 1926 - 1988 påträffade 24-timmars-mängderna på 1 000 km². Områdesindelningen framgår av figur 3.

Areal- mängd (mm)	Datum	Område KS IF	Areal- mängd (mm)	Datum	Område KS IF	Areal- mängd (mm)	Datum	Område KS IF
150	1945-08-14	x	105	1953-07-05	x	94	1932-06-02	x
140	1951-08-10	x	105	1967-08-06	x	94	1957-07-24	x
134	1959-07-31	x	105	1988-09-12	x	93	1986-08-29	x
125	1945-07-24	x	100	1937-09-13	x	91	1978-09-01	x
125	1988-09-12	x	100	1965-09-07	x	90	1953-07-04	x
120	1937-07-26	x	100	1977-08-05	x	90	1960-08-16	x
120	1945-08-18	x	99	1966-06-10	x	90	1960-08-21	x
120	1981-08-16	x	98	1934-08-29	x	90	1962-08-08	x
115	1960-08-20	x	98	1983-09-11	x	90	1972-07-27	x
112	1931-07-08	x	97	1927-08-20	x	90	1984-09-23	x
110	1933-06-23	x	96	1956-09-12	x	90	1986-08-22	x
110	1939-07-17	x	96	1979-07-24	x			
110	1946-07-15	x	95	1935-10-10	x			
110	1953-03-24	x	95	1965-09-14	x			
110	1979-08-26	x	95	1988-09-02	x			

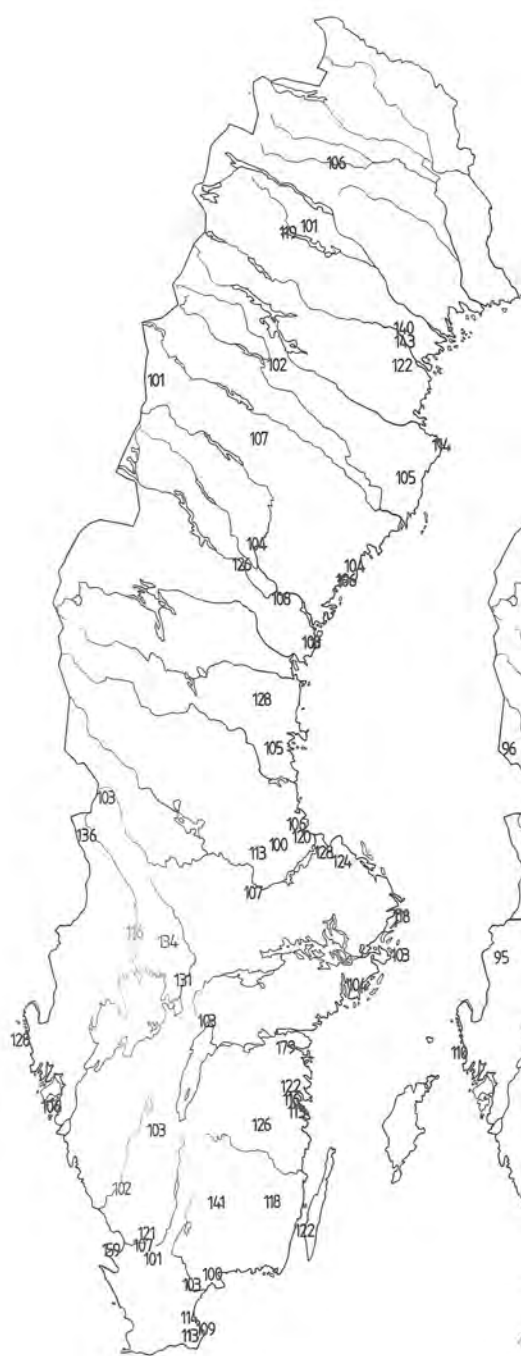
Tabell 2. De största under åren 1926 - 1988 påträffade 24-timmars-mängderna på 10 000 km². Områdesindelningen framgår av figur 3.

Areal- mängd (mm)	Datum	Område KS IF	Areal- mängd (mm)	Datum	Område KS IF	Areal- mängd (mm)	Datum	Område KS IF
112	1951-08-10	x	80	1988-09-12	x	74	1966-07-27	x
100	1945-07-24	x	78	1939-07-17	x	73	1946-09-01	x
100	1945-08-14	x	76	1930-07-19	x	73	1967-08-11	x
95	1967-08-06	x	76	1985-09-06	x	73	1986-08-22	x
90	1960-08-20	x	75	1931-07-07	x	72	1934-08-29	x
90	1979-08-26	x	75	1947-09-10	x	71	1930-07-21	x
85	1945-08-18	x	75	1953-03-24	x	70	1930-08-08	x
82	1927-08-20	x	75	1960-08-16	x	70	1932-06-02	x
81	1965-09-07	x	75	1960-08-21	x	70	1933-06-23	x
81	1981-08-16	x	75	1967-08-07	x	70	1978-09-01	x
80	1956-09-12	x	74	1937-09-13	x	70	1983-09-11	x
80	1988-09-02	x	74	1953-07-05	x	70	1987-08-05	x

Anm. Ett extremt fall i Finland från augusti 1967 som gav 165 mm över 1 000 km² och 120 mm över 10 000 km² liksom ett fall på den finländska sidan av Tornedalen från augusti 1986 som gav 103 mm över 1 000 km² och 92 mm över 10 000 km² är värda att nämna, se bilaga 2:54 och 2:65.

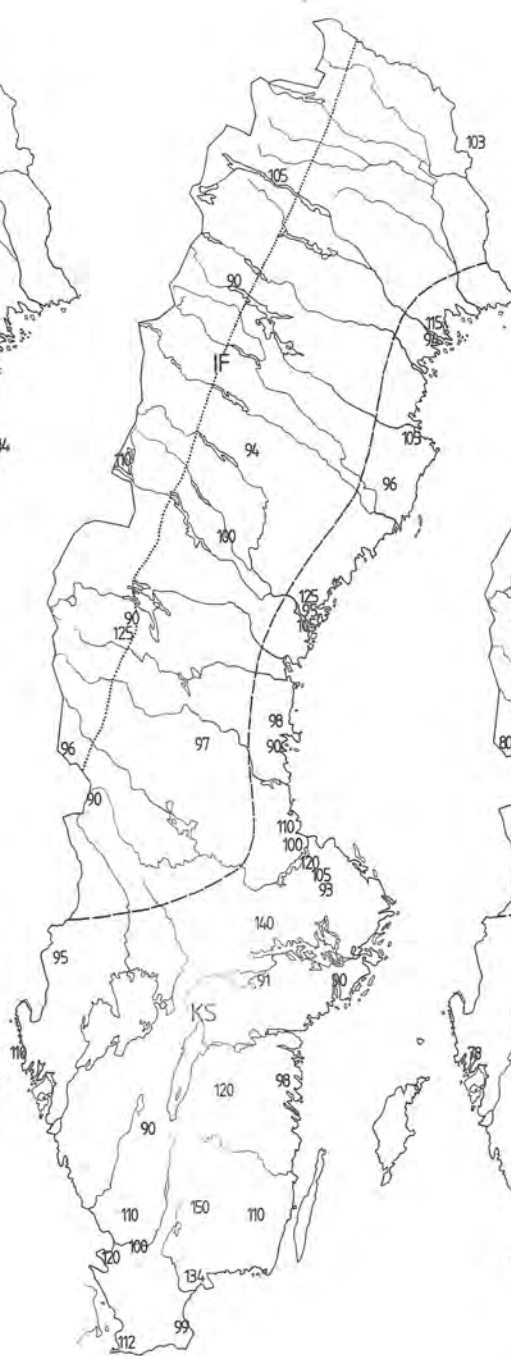
Fallen i tabell 1 redovisas även i figur 3 av vilken det framgår att de är koncentrerade till landets södra del samt Norrlandskusten, framför allt till trakterna kring Gävlebukten. Fallen i tabell 2 redovisas på motsvarande sätt i figur 4. Koncentrationen av fall till östkusten är som synes inte lika tydlig när det gäller mängder över 10 000 km², som när det gäller mängder över 1 000 km².

På kartorna har landet indelats i två huvudområden. Den ena området omfattar det norra kustlandet (K) samt södra Sverige (S), medan det andra omfattar det norra inlandet (I) samt fjällen (F), det senare avgränsat med en punktlinje. Vart och ett av de båda huvudområdena bedöms vara någorlunda klimatologiskt enhetligt med avseende på stora arealmängder, dock med de viktiga begränsningar rörande fjällområdet som redovisas i avsnitt 5.3.



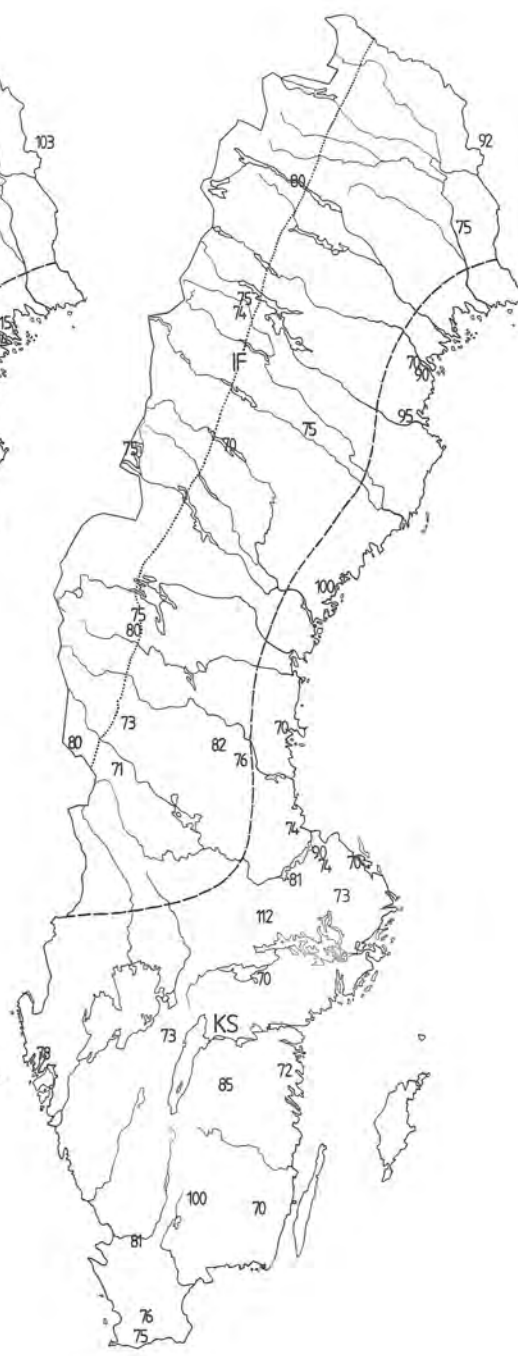
Figur 2.

Dygnsmängder (punkt-
värden) >100 mm.
1926 - 1988



Figur 3.

24-timmarsmängder
>90 mm på arealen
1 000 km².
1926 - 1988

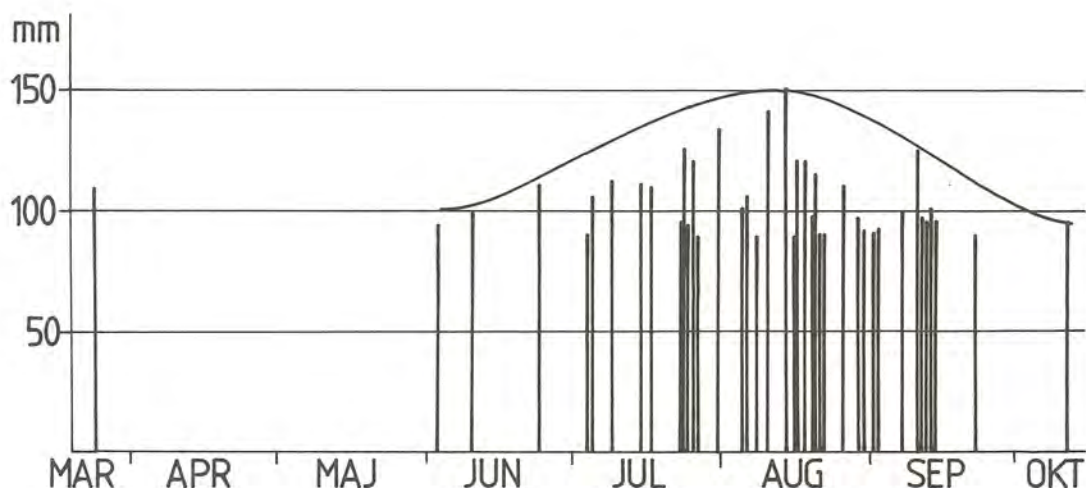


Figur 4.

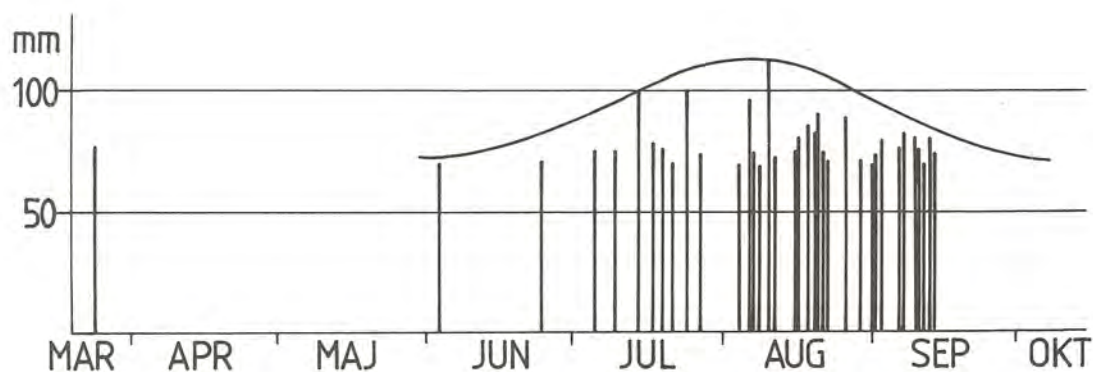
24-timmarsmängder
>70 mm på arealen
10 000 km².
1926 - 1988

Fallens fördelning över året framgår av figur 5 (mängder över 1 000 km²) resp figur 6 (mängder över 10 000 km²). Koncentrationen av fall under sommaren är här mycket tydlig.

Den geografiska fördelningen liksom distributionen över året diskuteras närmare i avsnitt 7.



Figur 5. 24-timmarsmängder > 90 mm på arealen 1 000 km² under åren 1926 - 1988. Fördelning över året. Den inlagda kurvan är ett försök till realistisk övre begränsning.



Figur 6. 24-timmarsmängder > 70 mm på arealen 10 000 km² under åren 1926 - 1988. Fördelning över året. Den inlagda kurvan är ett försök till realistisk övre begränsning.

7. DISKUSSION AV RESULTATET

7.1 Geografisk fördelning och nederbördsområdenas orientering

Figurerna 3 och 4, som återger den geografiska fördelningen av arealmängder över 90 mm på 1 000 km² respektive 70 mm på 10 000 km², visar som redan nämnts en tydlig koncentration till landets södra delar - Götaland och södra Svealand - samt vidare norrut längs Norrlands-kusten.

Vissa av de drag som observerats i den geografiska fördelningen kan relateras till redan tidigare kända karakteristika i Sveriges nederbörds-klimat, medan andra saknar denna koppling. Koncentrationen längs östkusten sammanfaller exempelvis väl med det kustmaximum i nederbörden som återfinns där och som betingas av friktionsskillnaderna mellan hav och land samt den därav orsakade förstärkta hävningen. Däremot förekommer ingen anhopning av fall med stor arealnederbörd på västsidan av Sydsvenska höglandet, trots att man där har ett mycket uttalat nederbördsmaximum med årsvärden som är dubbelt så stora som i Kalmartrakten. Även stora punktnederbördsvärden är väsentligt vanligare på västsidan av Sydsvenska höglandet än vid Smålandskusten. Dahlström, 1979 redovisar sålunda 24-timmarsmängder med 5 års återkomsttid på ca 60 mm på västsidan av Sydsvenska höglandet och ca 40 mm i Kalmartrakten, medan föreliggande undersökning knappast antyder någon skillnad mellan dessa båda områden vad gäller stora arealvärden.

För den uppdelning som skett mellan inland och fjäll finns visserligen mycket litet stöd i det tillgängliga materialet, men som utvecklas närmare i avsnitt 5.3 är de analyserade arealvärdena systematiskt för låga i fjällen, vilket motiverar att detta område ägnas speciell uppmärksamhet vid dimensionering. De största observerade arealnederbörderna sammanfattas områdesvis i tabell 3. Ingen korrektion av värdena i fjällområdet har där skett.

Tabell 3. Största områdesvis observerad arealmängd (mm).

Område	24-timmarsmängd 1926 - 1988		2-dygnsmängd 1881 - 1925	
	Areal (km ²)		Areal (km ²)	
	1 000	10 000	1 000	10 000
KS	150	112	140	120
IF	125	82 ¹⁾	140	100

1) 93 i ett fall på finländska sidan av Tornedalen 1986.

En särställning intar de västligaste fjälltrakterna i Jämtland och Lapp-land där stora nederbörds-mängder är vanliga under vinterhalvåret. Endast två av de påträffade fallen (december 1909 och mars 1953) har dock gett så stora arealvärden på den svenska sidan av vattendelaren att de redovisats i undersökningen. Utmärkande för dessa fall är nämligen att de ger stora mängder på den norska sidan, men också att nederbörden avtar snabbt öster om vattendelaren.

Det är värt att notera att stora nederbördsområden vid Norrlandskusten genomgående har en utdragen form med längdaxeln parallell med kustlinjen. Detta innebär fördelar ur dimensioneringssynpunkt, eftersom de intensivaste regnen över 10 000 km² i denna del av landet därigenom regelmässigt fördelar sig på flera flodområden. När det gäller nederbörd över 1 000 km² finns inte något entydigt samband mellan nederbördsområdets och kustlinjens orientering. För landet i övrigt uppvisar nederbördsområdenas orientering stora variationer utan uttalad dominans för någon speciell riktning.

7.2 Orografins betydelse

I avsnitt 5.3 framhölls orografins stora påverkan på nederbördsfördelningen i fjällen. Även beträffande övriga delar av landet finns undersökningar som visar att redan mycket måttliga höjddifferenser ger mätbara skillnader i nederbördsmängd (Bergeron, 1970). Av speciellt intresse är frågan om den fördelning av stora arealmängder som vi funnit, på något sätt är påverkad av de topografiska förhållandena. Vi har sett att detta är fallet längs östkusten, men det är också värt att notera att flera av de allra extremaste fallen har ett läge och en utbredning, som på intet sätt kan förklaras av dessa. Detta gäller exempelvis det fall med extremt kraftig nederbörd som inträffade i Kronobergs län den 14 augusti 1945, d v s i en del av landet som ligger långt från kusten och som dessutom är mycket flack.

7.3 Fördelningen över året

Figur 5 och 6 visar tydligt att de största arealmängderna är starkt koncentrerade till sommarmånaderna och den tidiga hösten. Fallet i mars drabbade de västligaste fjälltrakterna i norra Jämtland och oktoberfallet trakten av Suorva. Det sistnämnda är mycket dåligt belagt p g a det glesa stationsnätet i området.

Som framgår av figur 5 och 6 har under åren 1926-1988 inga fall inträffat i april och maj, men det kan vara värt att notera att det i det äldre materialet återfinns ett från början av maj 1919 (bilaga 2:18).

De allra största fallen har noterats i juli och framför allt i augusti. Med hänsyn till att temperatur- och fuktighetsförhållandena är relativt enhetliga under juli och augusti kan man anta att sannolikheten för de allra största mängderna varierar endast obetydligt under högsommaren för att sedan långsamt avta under slutet av augusti. Att maximivärdena under övriga månader måste vara lägre är också fullt klart, den intressanta frågan är bara hur mycket lägre maximivärdena är under främst höstmånaderna, som är de ur dimensioneringssynpunkt mest kritiska. Då är nämligen regleringsmagasinen ofta fyllda och marken under längre perioder nästan mättad med vatten. Ett försök till realistisk övre begränsningskurva har lagts in i figur 5 och 6.

7.4 Återkomsttider - PMP

En viktig fråga är vilken återkomsttid de största observerade arealmängderna representerar. Som framgår av inledningen till avsnitt 5.2 innebär värdet 60 mm, som sattes som gräns för det inledande urvalet av intressanta fall, att det inte föreligger någon absolut garanti för upptäckt av alla fall med 24-timmarsnederbörd mindre än 120 mm.

Detta medför att det inte är meningsfullt att med hjälp av olika fördelningsfunktioner försöka bestämma återkomsttider på grundval av det tillgängliga materialet. Som vi skall se av följande resonemang är det ändå möjligt att erhålla ett grovt mått på sannolikheten:

Den i detalj undersökta perioden omfattar 63 år (1926-1988). Den största observerade arealmängden på $1\,000\text{ km}^2$ var under denna period 150 mm, som kan antas vara en rimlig skattning av det sanna värdet med återkomsttiden 63 år. Enligt det försök till områdesindelning som gjorts är ytan av område KS (se karta 3) ca $200\,000\text{ km}^2$, vilket innebär att det består av 200 stycken $1\,000\text{ km}^2$ stora områden. Sannolikheten för att ett visst område med ytan $1\,000\text{ km}^2$ skulle drabbas av ett sådant regn under ett visst år är alltså $1/63 \cdot 1/200 = 1/12\,600$. Ett regn som ger 150 mm över ett visst $1\,000\text{ km}^2$ stort tillrinningsområde beläget i område KS skulle med andra ord ha en återkomsttid av drygt 10 000 år. På motsvarande sätt representerar värdet 125 mm en återkomsttid i storleksordningen 10 000 år för område IF (se tabell 3). De för arealen $10\,000\text{ km}^2$ angivna värdena representerar återkomsttider motsvarande en tiondel av värdena för $1\,000\text{ km}^2$. Resonemanget leder till en viss underskattning av återkomsttiderna, eftersom den maximala arealnederbördens utbredning sällan helt sammanfaller med ett tillrinningsområde.

Även om det inte varit möjligt att beräkna 24-timmarsvärden under åren 1881-1925 erbjuder fallen från dessa 45 år ett intressant jämförelsematerial. Den största påträffade 2-dygnsnederbörden över $1\,000\text{ km}^2$ är nämligen ca 140 mm, varför man kan fastslå att det under denna period inte finns någon 24-timmarsmängd som är större än det maximala värde på 150 mm som påträffats under perioden 1926-1988. För arealen $10\,000\text{ km}^2$ är det största påträffade 2-dygnsvärdet 120 mm. Det samlade materialet antyder därigenom att de största arealvärdena över $1\,000\text{ km}^2$ i områdena KS och IF skulle representera en återkomsttid på ca 20 000 år. Om man tar med fallet i sydvästra Finland i augusti 1967 som gav 165 mm över $1\,000\text{ km}^2$ och antar att detta är det värsta som inträffat där under de senaste 100 åren samt att de båda sydligaste tredjedelarna av Finland (ca $200\,000\text{ km}^2$) har ett nederbördsklimat jämförbart med det i södra och östra Sverige, kan med liknande resonemang 40 000-årsregnet uppskattas till 165 mm.

Det bör understrykas att de redovisade återkomsttiderna endast utgör grova skattningar och att några mått på osäkerheten i dessa värden inte kunnat beräknas.

Som nämnts inledningsvis bestäms flödesstorleken förutom av nederbördsmängden även av ett antal andra faktorer. Det ligger helt utanför ramen för föreliggande arbete att diskutera vilka rimliga antaganden beträffande dessa faktorer som bör göras vid bestämning av dimensionerande flöden. Här kan dock den reflexionen göras att redan kombinationen av nederbördsmängder med återkomsttider på 10 000-20 000 år och en enda ytterligare oberoende faktor med en så kort återkomsttid som 10 år ger en kombinerad återkomsttid på 100 000 - 200 000 år, vilket är mer än de återkomsttider som ofta tillämpas internationellt.

Något behov av att ur materialet försöka bedöma arealnederbörd motsvarande ännu längre återkomsttider än vad som redovisats synes därför inte föreligga.

Ett begrepp som det ofta refereras till vid dimensionering av dammar är PMP (probable maximum precipitation). Begreppet definieras på något varierande sätt, den i USA (NRC, 1985) använda definitionen lyder i fri översättning: Trolig maximal nederbörd (PMP): Teoretiskt, den största nederbördsmängd av given utsträckning i tid och rum som är fysikaliskt möjlig på en viss plats vid en viss tidpunkt på året. (En 1982 företagen revision enligt en överenskommelse mellan National Weather Service, US Army Corps of Engineers och Bureau of Reclamation). Som framgår av det ovan förda resonemanget kan man ifrågasätta om det för Sveriges del är meningsfullt att försöka bestämma PMP. Man kan också ifrågasätta om det överhuvud taget finns någon rimlig teoretisk övre gräns för nederbörd.

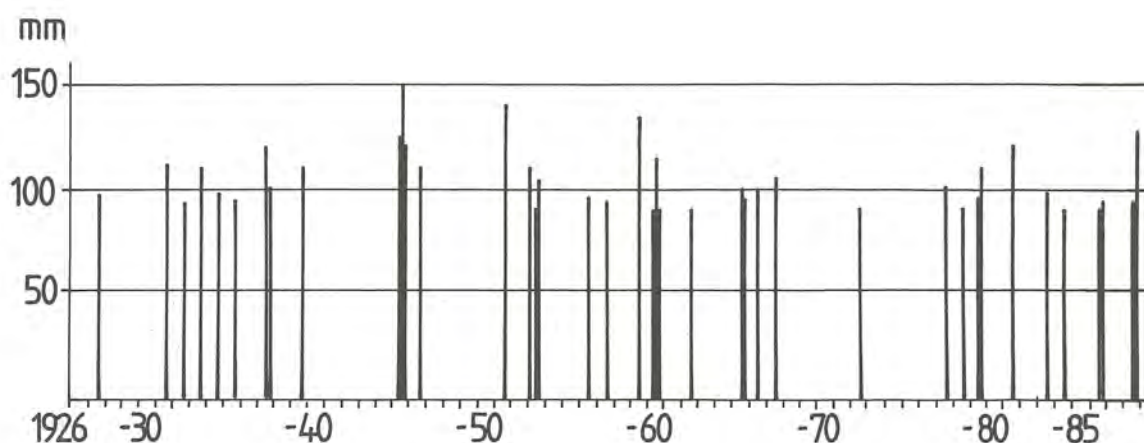
Det bör understrykas att de högsta värden som påträffats i Sverige åren 1881-1988 inte är några PMP-värden för landet, i vart fall inte enligt denna definition. Däremot kan man konstatera att de PMP-värden som angetts för Storbritannien (NERC, 1975) tycks motsvara återkomsttider av storleksordningen 35 000 år och i den meningen bör de största påträffade svenska värdena inte ligga allt för långt under PMP.

7.5 Påverkan av klimatvariationer

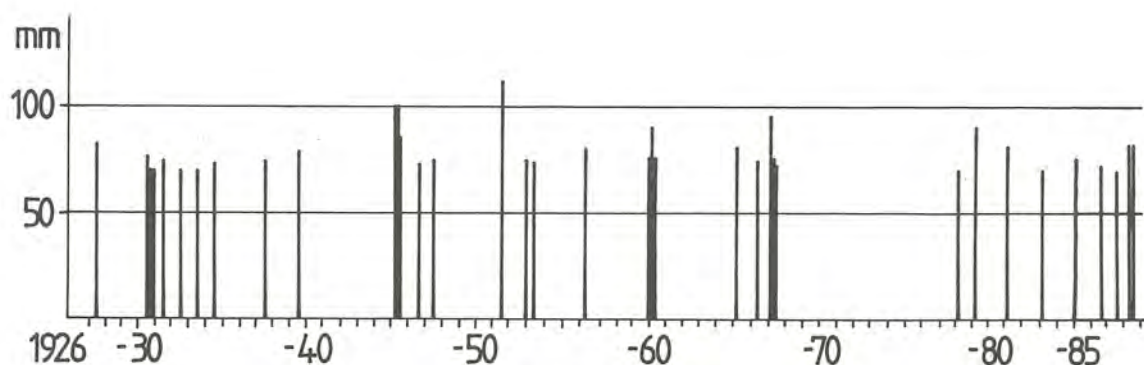
Klimatet har alltid fluktuerat. Bara under de senaste 100 åren har exempelvis sommarens medeltemperatur i vårt land varierat med 2 à 3 grader (Eriksson, 1979). När det gäller nederbörden är det betydligt svårare att finna några klara variationer, åtminstone för Sveriges del. (Eriksson, 1981).

Något entydigt samband mellan förekomsten av stora arealmängder och sommarens medeltemperatur tycks inte finnas. Fördelningen av påträffade stora arealmängder över den i detalj undersökta perioden 1926-1988 framgår av figur 7 (1 000 km²) och figur 8 (10 000 km²). Några av de somrar som uppvisar fler än ett fall har varit mycket varma, medan andra har varit påfallande kyliga. Möjligen skulle en närmare analys av temperaturfördelningen över Europa visa att dessa somrar präglats av ovanligt skarpa temperaturmotsättningar i vår del av världen.

Ledande klimatforskare har helt nyligen påpekat att ökande utsläpp av koldioxid och andra gaser under de närmaste 50 åren kan leda till en ökning av medeltemperaturen på några grader (UNEP, WMO, ICSU, 1985). Hur detta skulle kunna påverka frekvensen av stora arealnederbördsmängder i vårt land är inte möjligt att sluta sig till på basis av effekten av tidigare iakttagna temperaturfluktuationer. Luftens förmåga att innehålla vattenånga ökar visserligen med temperaturen, men å andra sidan skulle en ökning av temperaturen bli störst närmaste polerna, vilket minskar temperaturgradienten på mellanbredderna, något som i sin tur skulle kunna resultera i minskad lågtrycksaktivitet och därmed minskad nederbörd.



Figur 7. 24-timmarsmängder > 90 mm på arealen 1 000 km².
Fördelning över perioden 1926 - 1988.



Figur 8. 24-timmarsmängder > 70 mm på arealen 10 000 km².
Fördelning över perioden 1926 - 1988.

Under alla förhållanden måste det framhållas att återkomsttider av storleksordningen tiotusentals år inte får tolkas så att de med säkerhet skulle ha någon relevans ens om några hundra år. De gäller endast för ett klimat liknande det som rådde under den undersökta perioden.

7.6 Arealreduktionsfaktorn och korrektion för fasta avläsningstidpunkter.

Den använda metodiken innebär att vi frigjort oss från behovet att räkna om punktnederbörd till arealnederbörd med hjälp av den s k arealreduktionsfaktorn, som utgör den empiriskt bestämda kvoten mellan arealnederbörd och maximal punktnederbörd. De allra största uppmätta dygnsmängderna exempelvis 303 mm i Norra Orrtorp i Värmland den 19 juli 1913 har därigenom kunnat sällas bort, eftersom de representerar skursituationer med förhållandevis liten arealnederbörd.

Inte heller behöver vi schablonmässigt korrigera uppmätt dygnsnederbörd för att få maximal 24-timmarsnederbörd. Materialet ger emellertid möjlighet till bestämning av dessa båda typer av korrekationer, och eftersom kunskap om deras storlek och variation kan vara av intresse i andra sammanhang har de tagits med i bilaga 1. Av speciellt intresse är arealreduktionsfaktorn för de fall som gett de allra största arealmängderna. För arealmängder på $1\,000\text{ km}^2$ är den i genomsnitt 0.88 för de femton fall som gett minst 110 mm och för arealmängder på $10\,000\text{ km}^2$ är den 0.71 för de femton fall som gett minst 80 mm.

Arealreduktionsfaktorn ger viss ledning om man skall bestämma extrema nederbördsmängder för arealer mellan $1\,000$ och $10\,000\text{ km}^2$. Genom att utnyttja kunskaper om de största observerade punktvärdena liksom de största arealvärdena över 100 km^2 , är det möjligt att bestämma extrem arealnederbörd för mindre områden, åtminstone ner till ca 100 km^2 .

Även i bilaga 3 lämnas uppgift om arealreduktionsfaktorns storlek. I detta material, som också innehåller skursituationer, varierar den av naturliga skäl mycket kraftigt.

REFERENSER

- Bergeron, Tor, 1970: Mesometeorological Studies of Precipitation IV. Oreigenic and Convective Rainfall Patterns. Meteorologiska institutionen vid Uppsala Universitet, Reports No 20.
- Bergström, Sten, 1984: Extrem tillrinning till regleringsmagasin. SMHI/HOf PM Nr 31, Norrköping
- Dahlström, Bengt, 1979: Regional fördelning av nederbördsintensitet - en klimatologisk analys. Byggforskningen Rapport R 18:1979, Stockholm
- Elleson, Jan och Persson, Rune, 1961: Skyfallsartade regn över Skåne 1959-1960. Svensk Geografisk årsbok 1961, Årg 37, Lund
- Eriksson, Bertil, 1979: Temperaturfluktuationer under senaste 100 åren. SMHI, RMK 14, Norrköping
- Eriksson, Bertil, 1980: Statistisk analys av nederbörd, Del II Frekvensanalys av månadsnederbörd SMHI, RMK 17, Norrköping
- Eriksson, Bertil, 1981: Statistisk analys av nederbördsdata, Del III 200-åriga nederbördsserier SMHI, RMK 27, Norrköping
- Førland, Eirik, 1984: Påregnelige ekstreme nedbørverdier, Fagrapport nr 3/84 KLIMA, Oslo
- Karlström, Carla, 1975: Vattenbalansstudier i Sverige. Vannet i Norden Nr 3, 1975.
- Nakka, Simo, 1968: Kesäsateista ja niiden aiheuttamasta valunnasta Länsi-Suomessa erityisesti silmälläpitäen elokuussa vuonna 1967 sattunutta rankkasadetta. Maataloushallituksen insinööriosasto Maa - ja vesiteknillinen tutkimustoimisto tiedotus 3/1968, Helsinki
- NERC, 1975: Flood Studies Report, Vol II: Meteorological Studies. Natural Environment Research Council, London
- NRC, 1985: Safety of Dams, Flood and Earthquake Criteria. National Academy Press, Washington D.C
- Schreiner, Louis C och Riedel, John T, 1978: Probable Maximum Precipitation Estimates, United States East of the 105th Meridian Hydrometeorological Report No 51. NOAA, Washington D.C
- UNEP/WMO/ICSU, 1985: Conference Statement, Villach 1985

Bilaga 1

Förteckning över fall då 24-timmarsnederbörden (före 1926 2-dygnsnederbörden) uppgått till minst 90 mm på 1 000 km² och/eller minst 70 mm å 10 000 km².

Datum	Område	Punktmängder (mm)		Arealmängder (mm)				Fallet redovisas i bilaga 2 nummer:
		Största noterade dygns-mängd	Största noterade 2-dygns-mängd	1 000 km ²		10 000 km ²		
1882-07-10	KS	105	108	100 - 90		85 - 75		1
1884-09-03	KS	97	111	105 - 95		80 - 70		2
1885-10-12	KS	82	111	105 - 75		80 - 55		3
1886-07-18	IF	82	107	105 - 80		100 - 75		4
1896-08-05	KS	96	146	135 - 85		105 - 65		5
1898-07-14	KS	98	134	110 - 80		70 - 45		6
1899-06-24	KS	102	115	110		80		7
1902-08-30	KS	109	109	90		60		8
1908-08-12	KS	89	121	105 - 75		95 - 70		9
1909-12-14	IF	122	165	140 - 100		75 - 55		10
1910-08-05	KS	81	106	105 - 75		80 - 60		11
1911-09-08	KS	88	113	95 - 85		75 - 60		12
1912-06-15	KS	95	118	105 - 75		85 - 60		13
1912-08-21	IF	109	156	120 - 100		70 - 55		14
1913-09-02	KS	141	160	140 - 120				15
1914-07-27	KS	100	100	90		70		16
1916-07-06	KS	120	145	140 - 100		120 - 85		17
1919-05-03	KS	87	122	110 - 75		80 - 55		18
1921-08-07	IF	84	120	115 - 80		75 - 50		18 A
1922-06-19	IF	88	118	101		87		19
1922-07-18	KS	67	125	110 - 60		85 - 45		20
1923-08-10	KS	88	154	120 - 70		85 - 50		21

Datum	Område	Punktmängder (mm)		Korrektion för fast mät-tillfälle (%)	Arealmängder (mm) och arealreduktionsfaktor (%)				Fallet redovisas i bilaga 2 nummer:
		Största noterade dygns-mängd	Största uppskattade 24-timmars-mängd		1 000 km ²		10 000 km ²		
					(mm)	(%)	(mm)	(%)	
1927-08-20	IF	60	105	137	97	92	82	78	22
1930-07-19	KS	78	95	117	81	85	76	80	23
1930-07-21	IF	76	90	102	81	90	71	79	24
1930-08-08	KS	118	120	100	85	71	70	58	25
1931-07-08	KS	94	118	125	112	95	75	64	26
1932-06-02	KS	76	98	128	94	96	70	71	27
1933-06-23	KS	118	121	100	110	93	70	59	28
1934-08-29	KS	92	109	114	98	90	72	66	29
1935-10-10	IF	88	112	125	105	94	80	71	30
1937-07-26	KS	159	160	107	120	75	60	38	31
1937-09-13	KS	106	106	100	100	94	74	70	32
1939-07-17	KS	128	135	105	110	81	78	58	33
1945-07-25	KS	106	140	117	125	89	100	71	34
1945-08-14	KS	141	162	113	150	93	100	62	35
1945-08-18	KS	85	130	145	120	92	85	65	36

Bilaga 1 (forts)

Datum	Område	Punktmängder (mm)		Korrektion för fast mät-tillfälle (%)	Arealmängder (mm) och arealreduktionsfaktor (%)				Fallet redovisas i bilaga 2 nummer:
		Största noterade dygns-mängd	Största uppskattade 24-timmars-mängd		1 000 km ²		10 000 km ²		
					(mm)	(%)	(mm)	(%)	
1946-07-15	KS	121	125	100	110	88	65	52	37
1946-09-01	KS	74	106	122	85	80	73	69	38
1947-09-10	IF	87	90	101	85	94	75	83	39
1951-08-10	KS	107	160	150	140	88	112	70	40
1953-03-24	IF	81	115	135	110	96	75	65	41
1953-07-04	IF	103	105	101	90	86	60	57	42
1953-07-05	KS	128	130	101	105	81	74	57	43
1956-09-12	IF	84	100	116	96	96	80	80	44
1957-07-24	IF	107	150	141	94	63	60	40	45
1959-07-31	KS	111	185	186	134	84	50	31	46
1960-08-16	IF	67	95	136	90	95	75	79	47
1960-08-20	KS	122	125	100	115	92	90	60	48
1960-08-21	IF	86	95	100	90	95	75	79	48
1962-08-07	KS	104	110	100	90	82	60	55	49
1965-09-07	KS	107	110	100	100	91	81	74	50
1965-09-14	KS	71	130	182	95	73	45	35	51
1966-06-10	KS	114	117	103	99	85	45	38	52
1966-07-27	IF	80	95	112	88	93	74	78	53
1967-08-06	KS	104	110	106	105	95	95	86	54
1967-08-06	KS	87	90	100	87	97	75	83	54
1967-08-11	IF	91	91	100	85	93	73	80	55
1972-07-26	KS	88	100	114	90	90	55	55	56
1977-08-05	IF	126	130	102	100	77	50	38	57
1978-08-31	KS	71	105	135	91	87	70	67	58
1979-07-24	KS	105	138	131	96	70	45	33	59
1979-08-26	KS	120	132	106	110	83	90	68	60
1981-08-16	KS	124	139	112	120	86	81	58	61
1983-09-11	KS	105	110	100	98	89	70	64	62
1984-09-23	KS	76	105	124	90	86	50	48	63
1985-09-06	IF	78	85	105	82	96	76	89	64
1986-08-06	(IF)		105		103	98	92	88	65
1986-08-22	KS	88	100	118	90	90	58	58	66
1986-08-29	KS	61	105	167	93	89	73	70	67
1987-08-05	IF	74	90	120	77	86	70	78	68
1988-09-02	KS	85	105	122	95	90	80	76	69
1988-09-12	IF	98	145	164	125	86	80	55	70

VÄDERSITUATIONERNA I SAMBAND MED MYCKET STORA DYGNSS- NEDERBÖRDSMÄNGDER.

Den allmänna vädersituationen, då stora nederbörds mängder har uppmätts, kan vara mycket olika. I de kortfattade kommentarerna till de olika väderlägena och de enkla skisserna av markkartans utseende har endast de stora dragen, som framgår av isobar-, front- och nederbördsanalysen på markkartan, kunnat ges. För att kunna förstå de fysikaliska processerna som krävs för att mycket stora nederbörds mängder skall kunna erhållas inom områden av storleksordningen 1 000 - 10 000 km² måste atmosfärens tredimensionella struktur studeras, d v s hur vindar, temperatur och fuktighet varierar från marken upp till 5-10 km höjd. Detta har emellertid ej varit möjligt eller varit syftet med presentationen.

Förutsättningarna för att få stora arealnederbörds mängder varierar starkt. Man kan emellertid särskilja några typfall. Stora temperaturkontraster mellan varm luft i Östeuropa och sval luft över Västeuropa. I frontzonen mellan dessa luftmassor rör sig lågtryck ofta under fördjupning och nederbördsområden under förstärkning norrut och kan ge stora nederbörds mängder främst i landets östra delar. Denna väder typ har fått namnet Vb-typ (efter en klassificering av van Bebbber). Denna vädertyp är rikligt representerad i fallen som beskrivs. Som exempel se 1960-08-20--21 eller 1967-08-11.

En förutsättning för att få stora dygnsmängder är förutom att nederbörden är kraftig att den pågår lång tid. Detta sker då ett lågtryck stannar upp i sin rörelse och tillhörande nederbördsområde blir ganska stillaliggande. Ofta krävs det att i nederbördsområdet finns insprängda cumulunimbusmoln, som ger konvektiv nederbörd, vilket tyder på att luftmassan är instabilt skiktad. Som exempel kan nämnas fallet från 1945-08-14.

I flera fall uppträder kraftig nederbörd i samband med skarpa tråg i lufttrycksfältet och dessa tråg blir ganska stillaliggande. Det kan förekomma frisk nordostlig vind på ena sidan av tråget, frisk sydvästlig strömning på andra sidan, vilket leder till konvergens och hävning. Som exempel kan nämnas 1930-07-21.

Sommarlågtrycken som ibland ger stora regnmängder kan flera gånger se tama och menlösa ut. Men på grund av hög labilitet och högt fuktighetsinnehåll i luftmassan kan flera faktorer samverka så att stora mängder regn utlöses över stora områden. Men det är inte alltid ett lågtryck vid marken måste vara med i bilden för att kraftiga, ihållande regn skall förekomma. Exempel på detta är 1934-08-29 och 1966-06-09--10.

I några fall har de stora nederbörds mängderna förekommit i samband med mycket djupa och intensiva lågtryck t ex fallet 1935-10-10--11.

I ganska få fall erhålles stora arealnederbördsmängder då nederbörden helt består av regnskurar eller åskbyar. Ett sådant fall är åskväder i samband med en kallfront i fallet från 1939-07-17. I allmänhet krävs dock för att få stora arealnederbördsmängder på 24 timmar att de konvektiva cellerna bakas samman, så att ett sammanhängande nederbördsområde bildas.

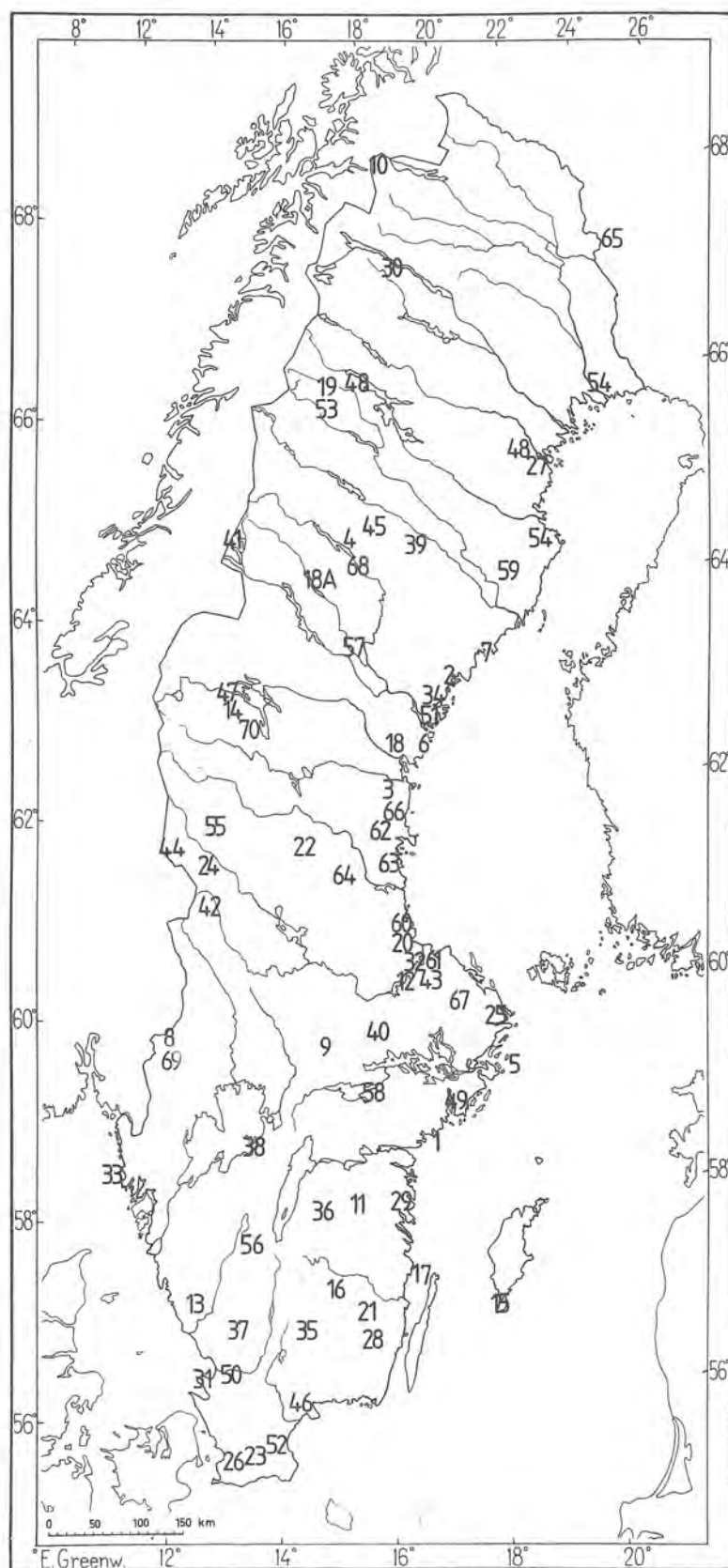
Som sammanfattning kan sägas att de vanligaste vädersituationerna som kan ge extremt höga dygnsnederbördsmängder är:

- stora temperaturkontraster råder mellan luftmassor såsom i fallet Vb-typer.
- långsam förskjutning av nederbördsområde i samband med lågtryck och skarpa tråglinjer och labilt skiktad luftmassa.

Vart och ett av de i bilaga 1 uppräknade fallen redovisas på följande sidor med

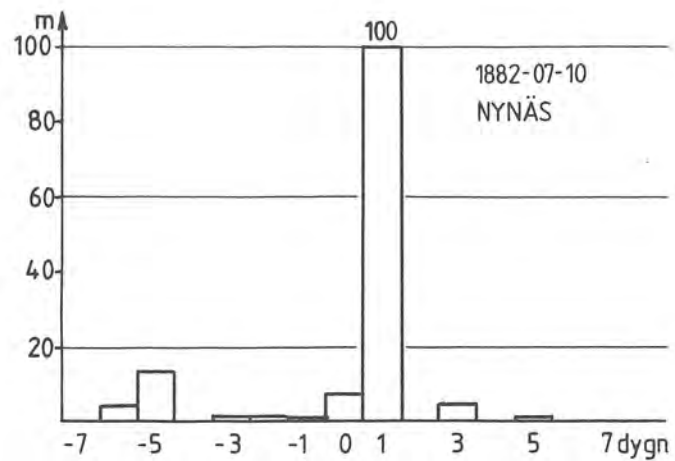
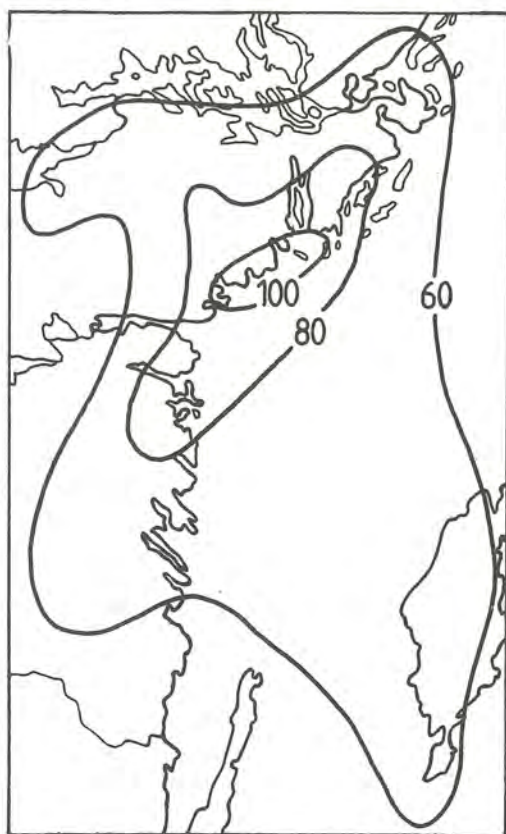
- en kortfattad beskrivning av väderläget (ej för fall före 1926)
- en karta över den största 24-timmarsnederbörden (2-dygnsnederbörden för fall före 1926) i skala 1:3 000 000.
- ett stapeldiagram som visar dygnsnederbörden en vecka före och en vecka efter fallet vid en station i det aktuella området.
- en översiktlig väderkarta (ej för fall före 1926)

Läget för vart och ett av de redovisade fallen framgår av vidstående karta.

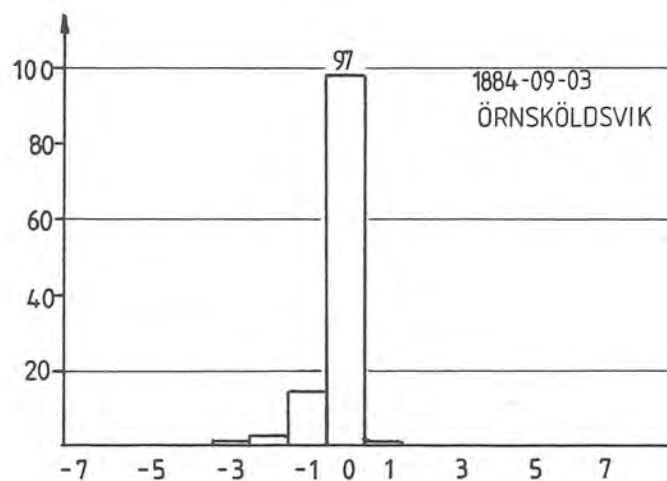
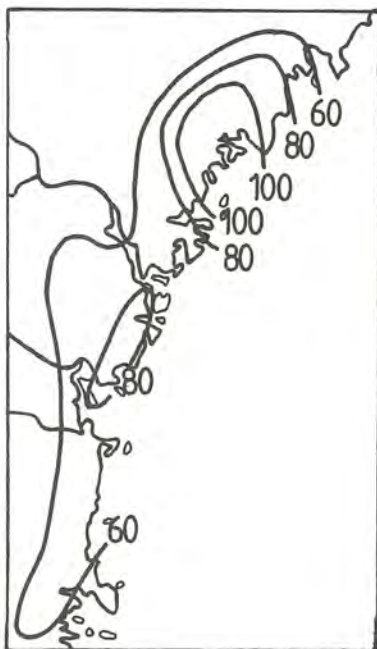


Karta över lägena för de på följande sidor behandlade fallen.
 Fallens centrum anges med motsvarande bilagenummer.
 Exempel: Fall 1 på kartan ovan presenteras närmare i bilaga 2:1

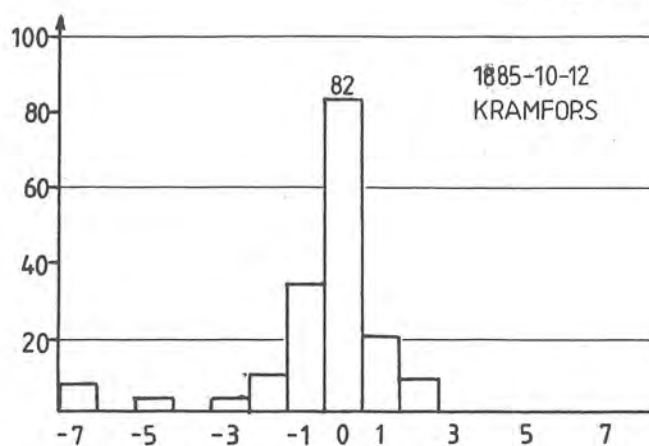
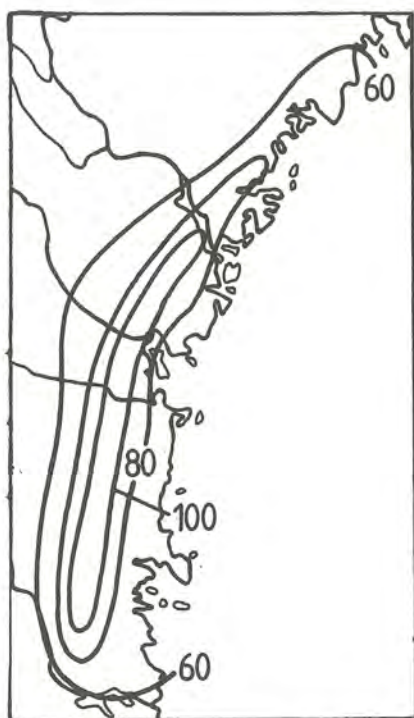
Bilaga 2:1



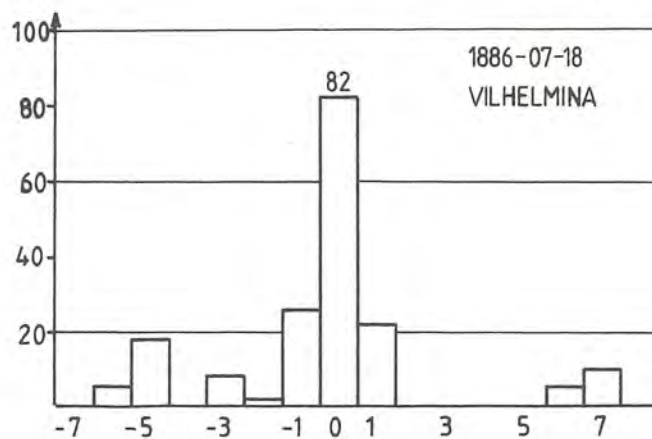
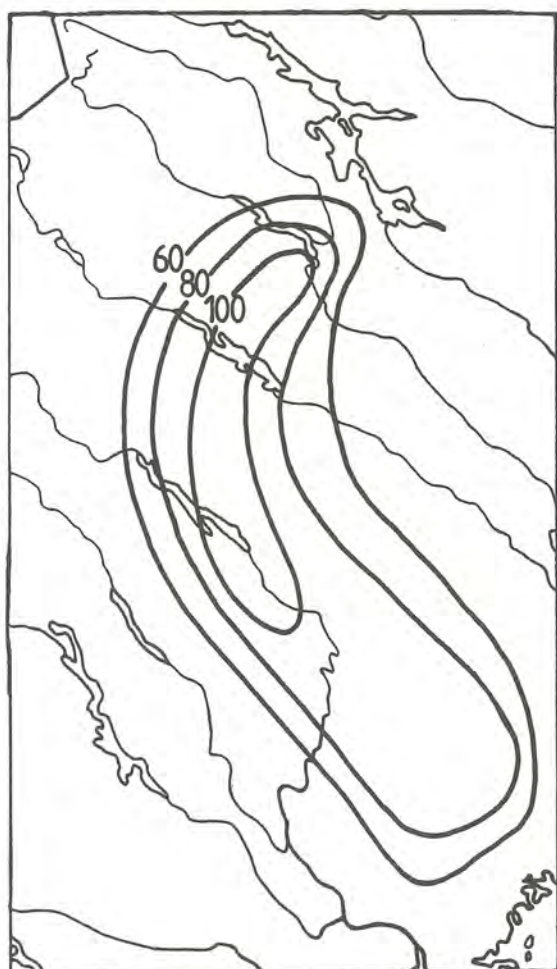
Bilaga 2:2



Bilaga 2:3

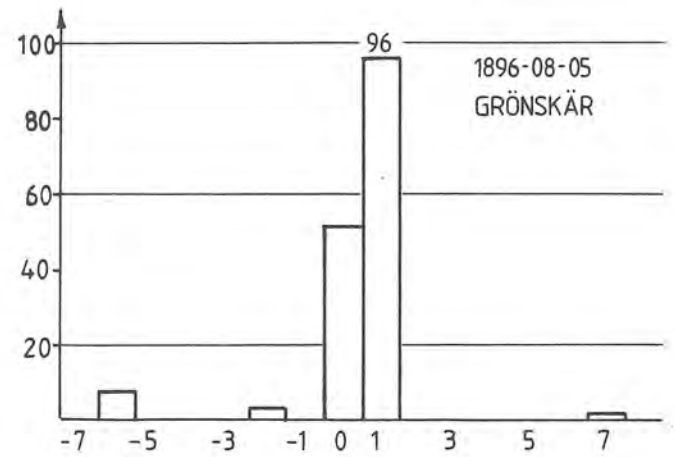
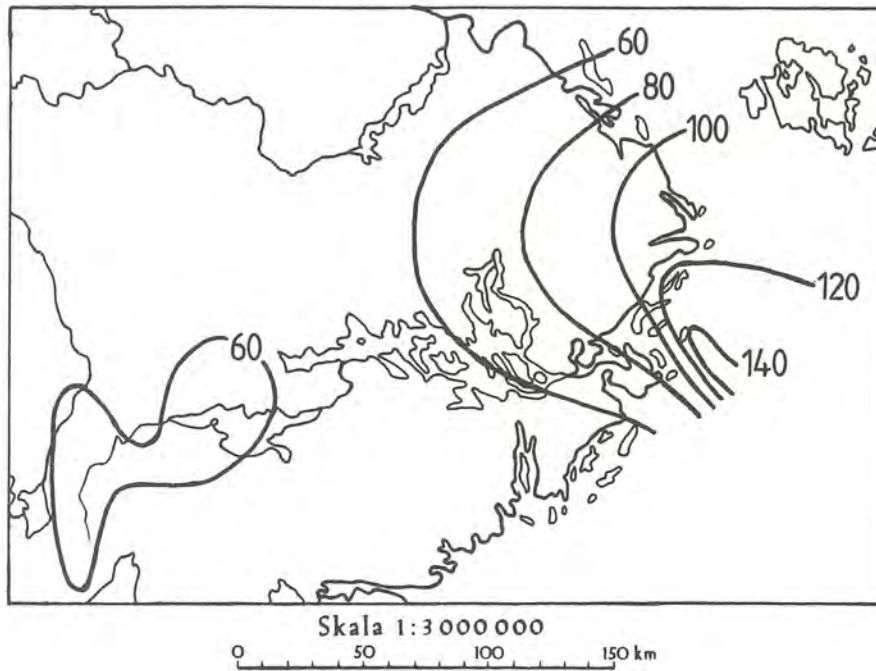


Bilaga 2:4

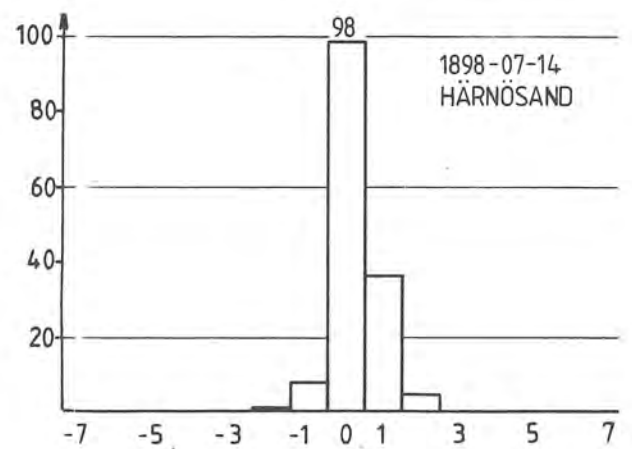
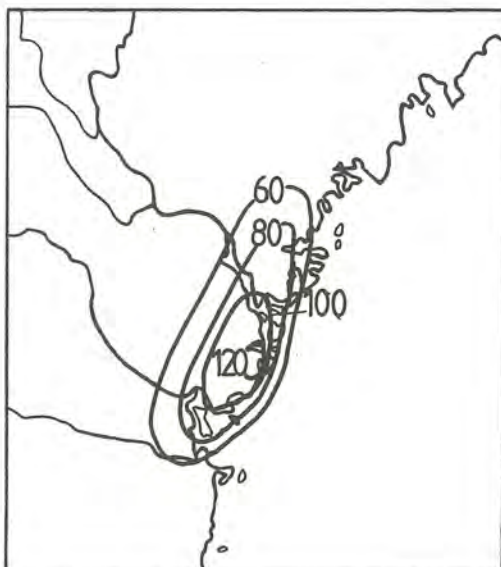


Nederbördsanalysen är osäker p g a gles stationsnät.

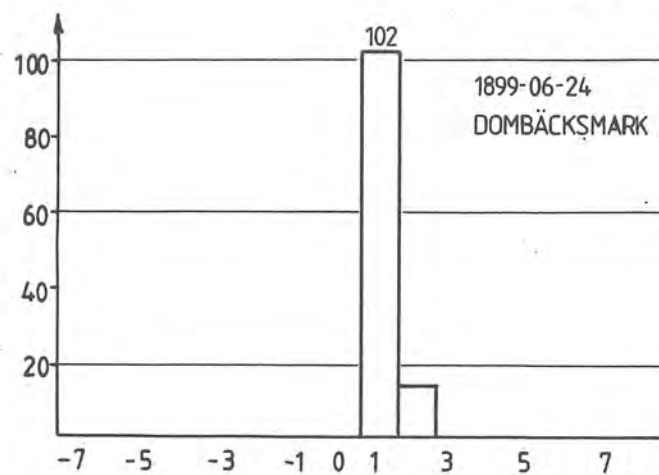
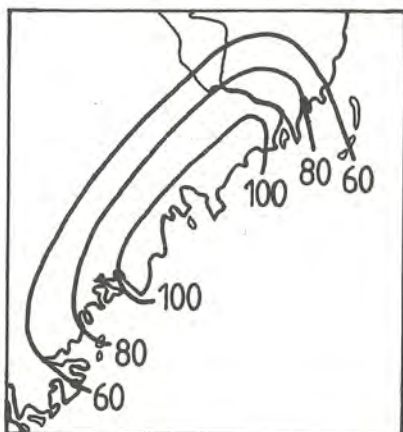
Bilaga 2:5



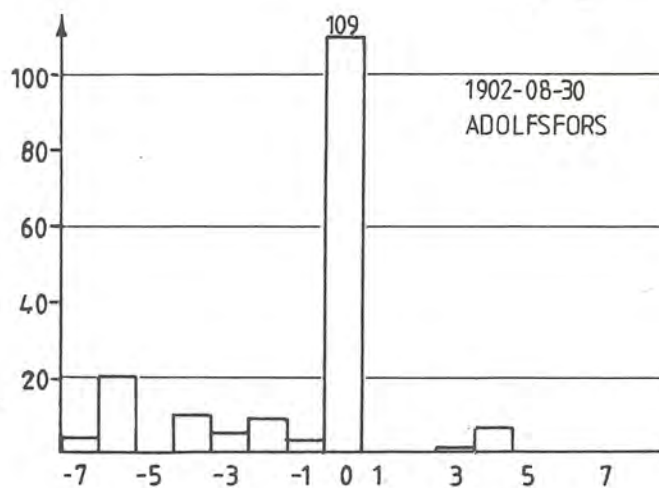
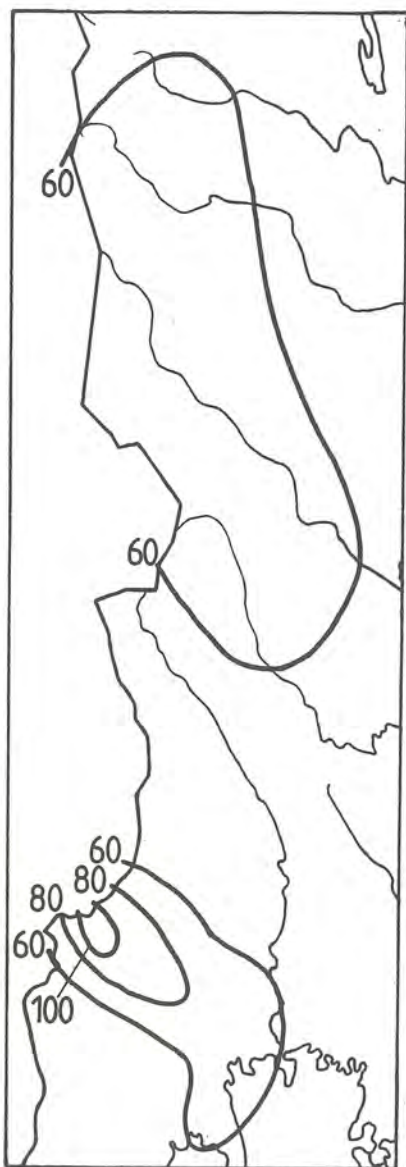
Bilaga 2:6



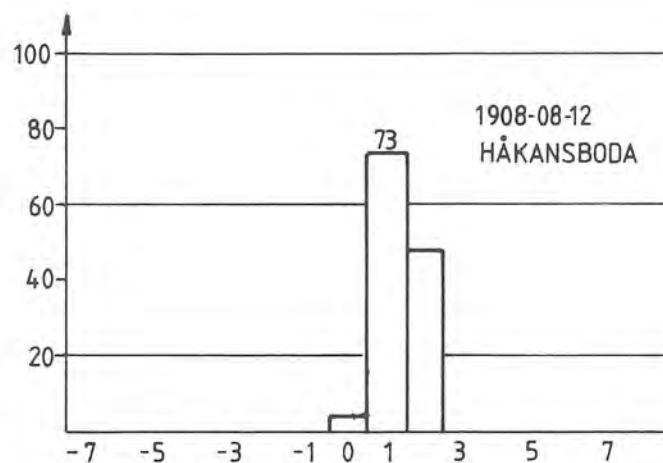
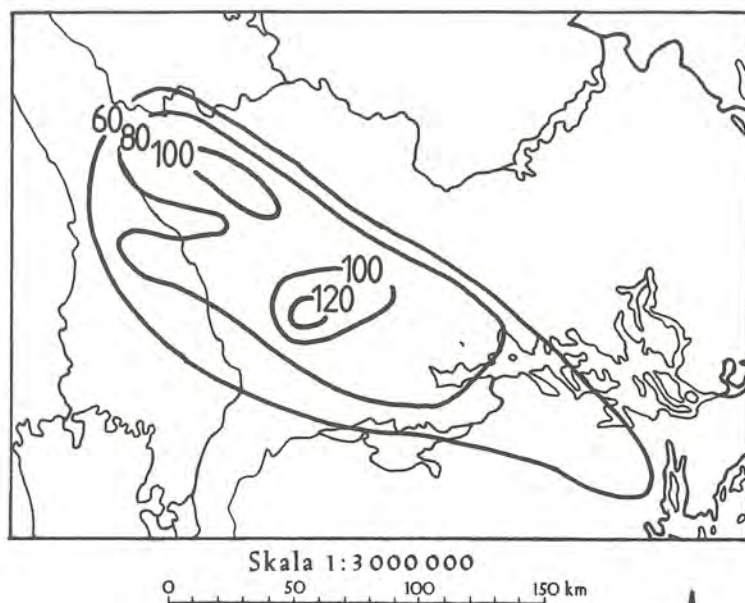
Bilaga 2:7



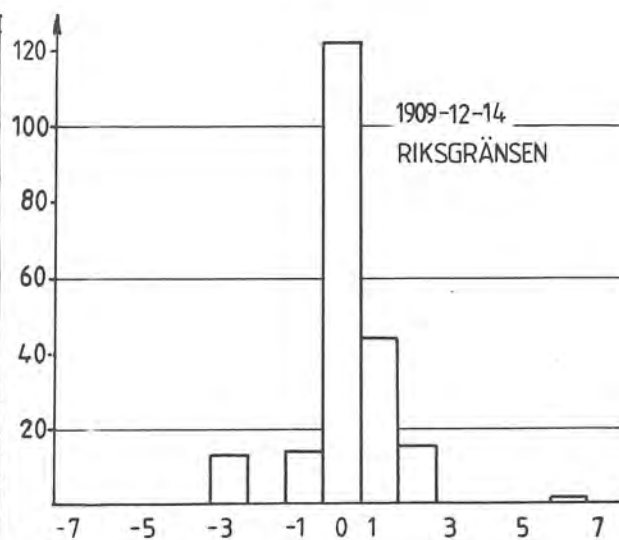
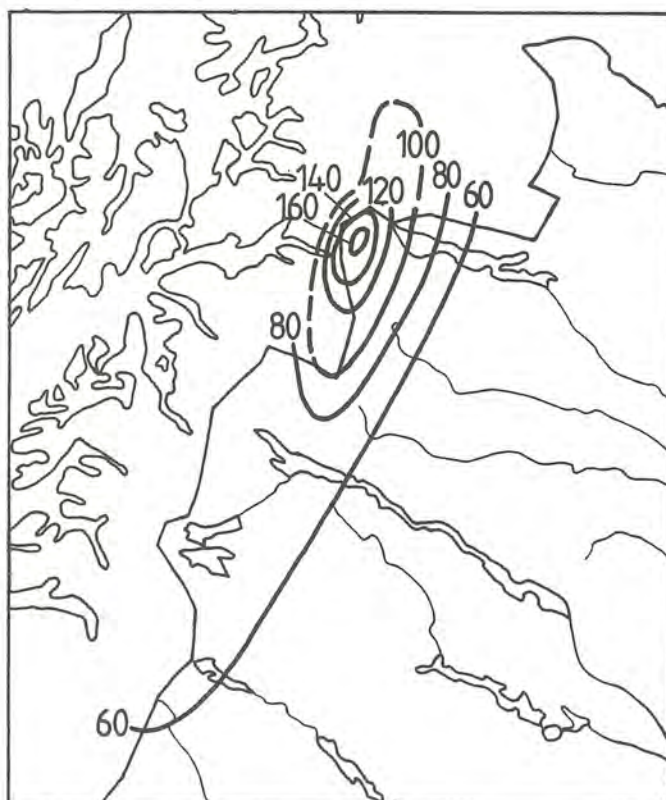
Bilaga 2:8



Bilaga 2:9

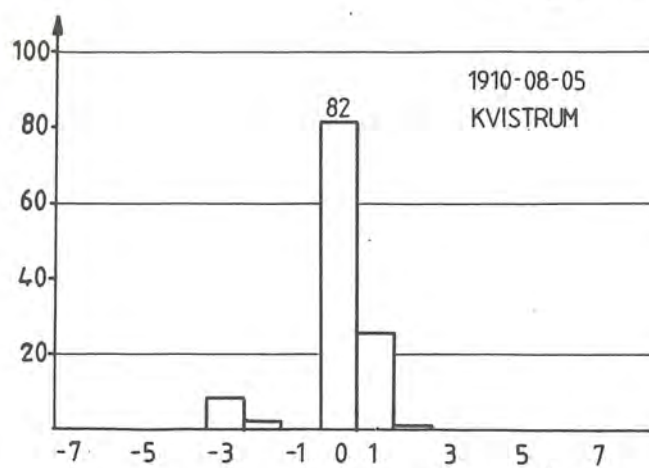
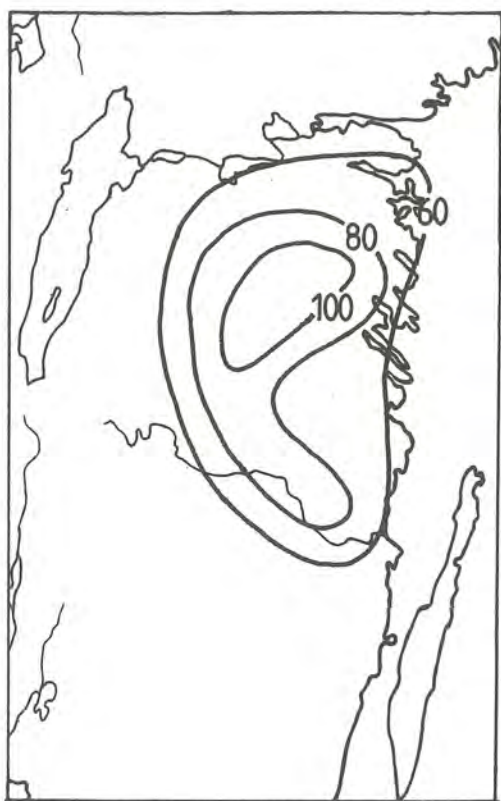


Bilaga 2:10

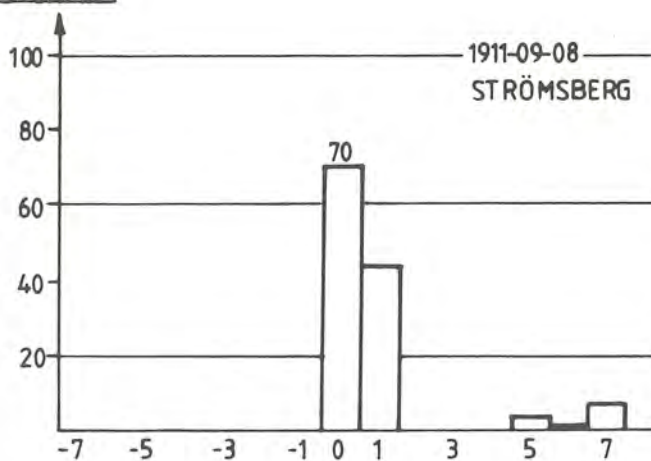
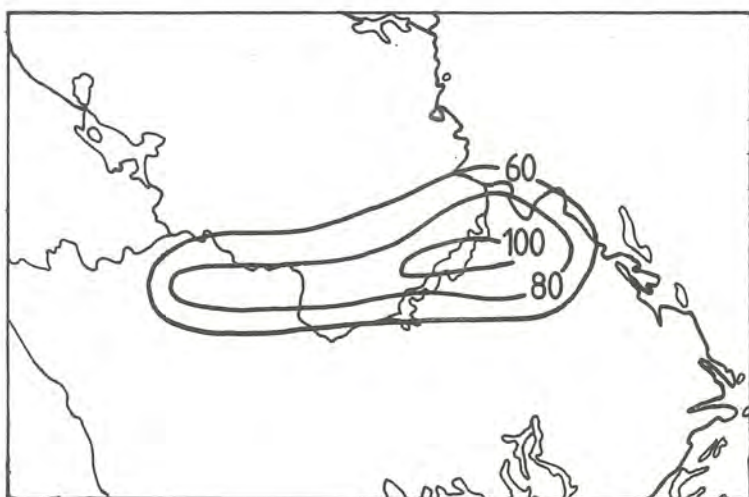


Analysen av 2-dygnsnederbörden är ytterst osäker p g a det glesa stationsnätet.

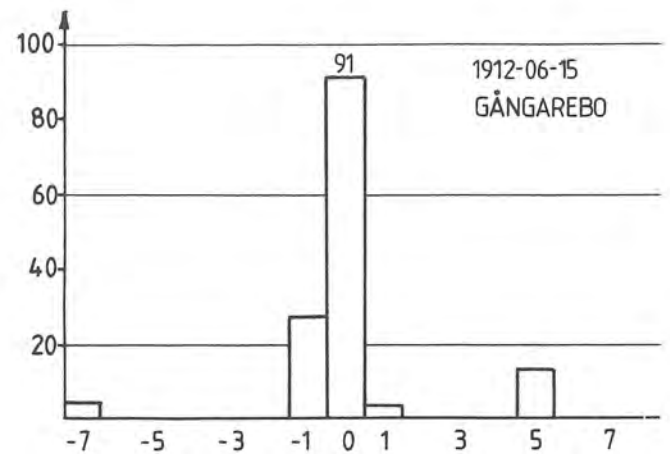
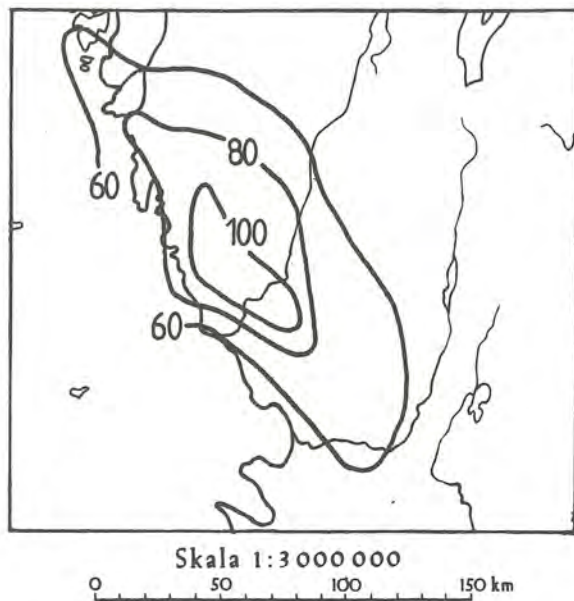
Bilaga 2:11



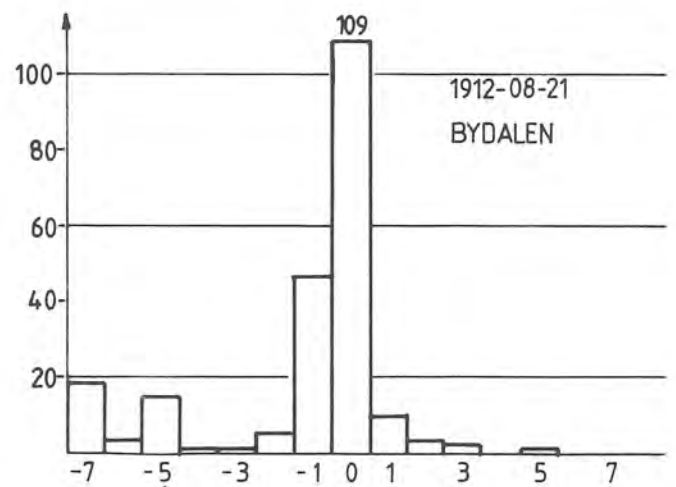
Bilaga 2:12



Bilaga 2:13

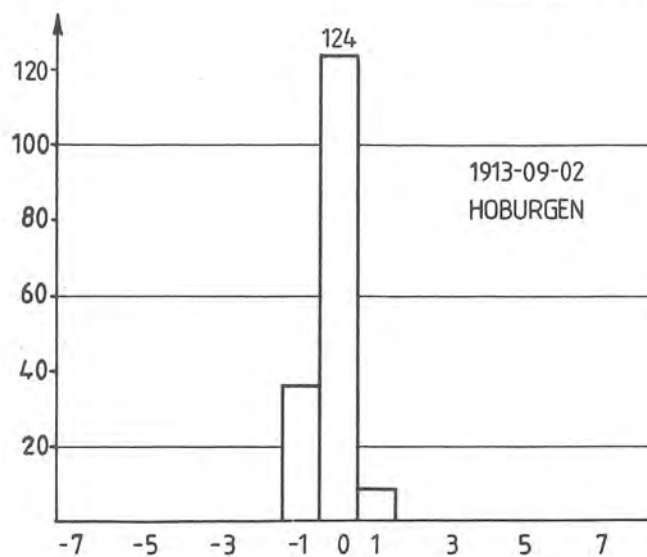
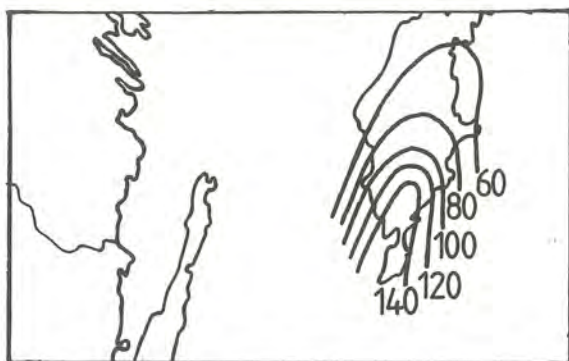


Bilaga 2:14

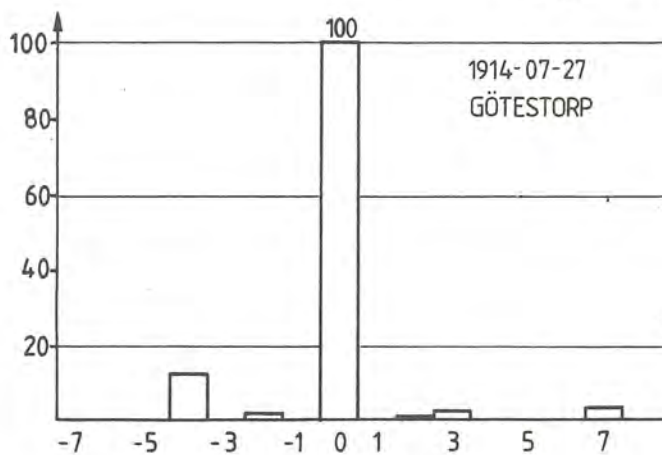
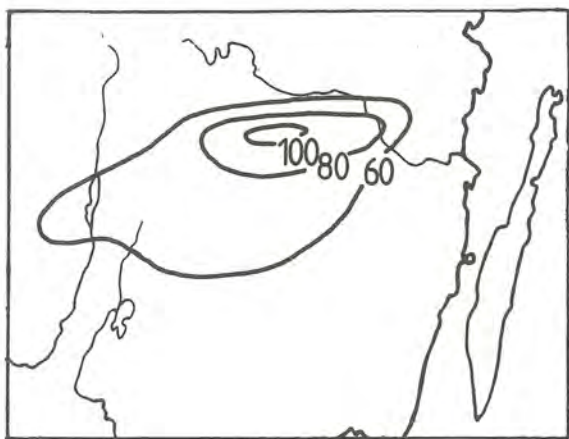


Analysen är osäker i området väster om Storsjön pga relativt glest stationsnät.

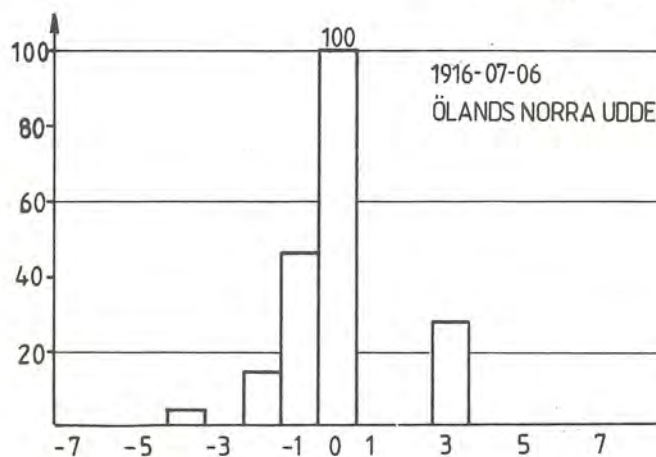
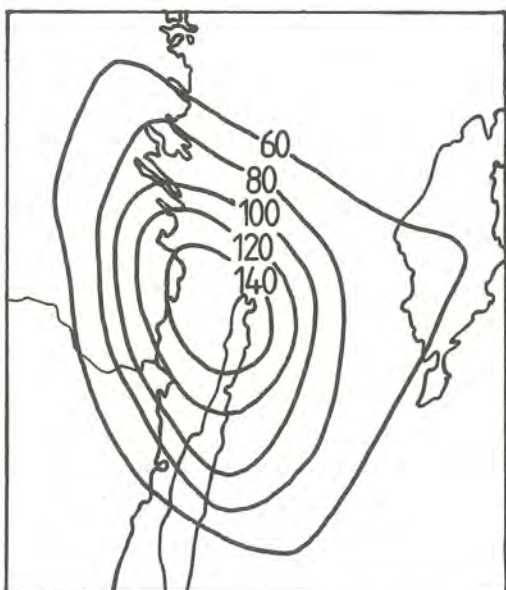
Bilaga 2:15



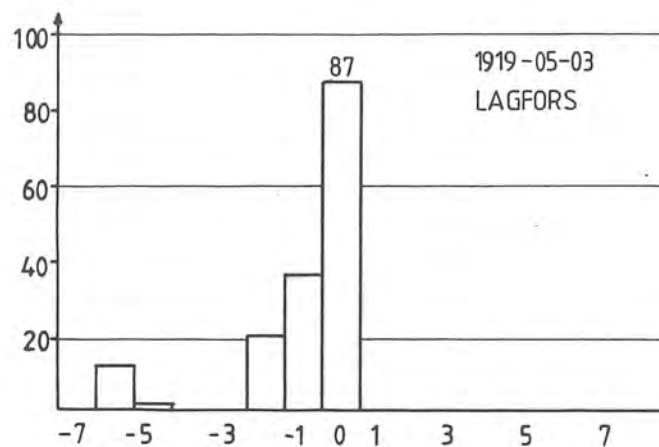
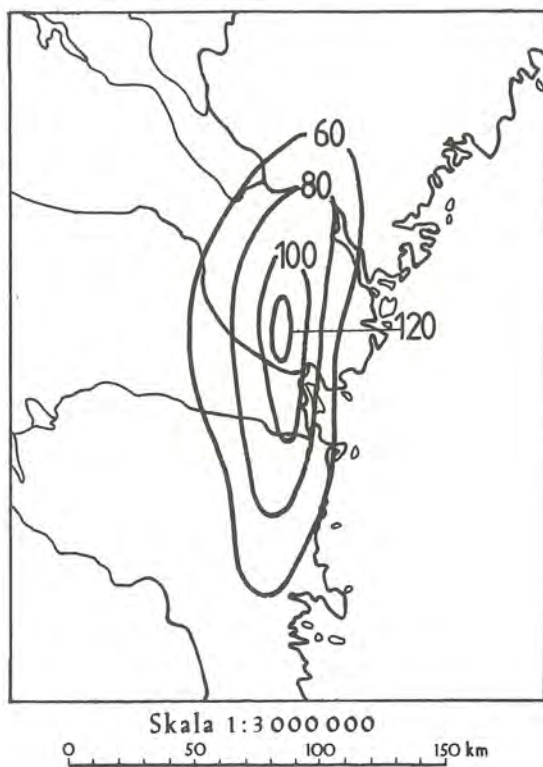
Bilaga 2:16



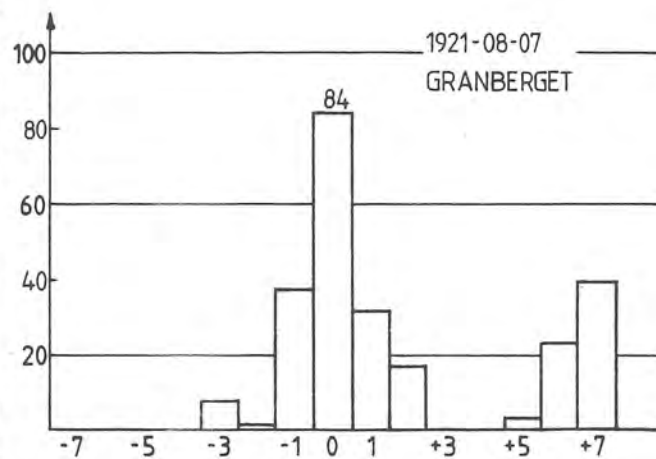
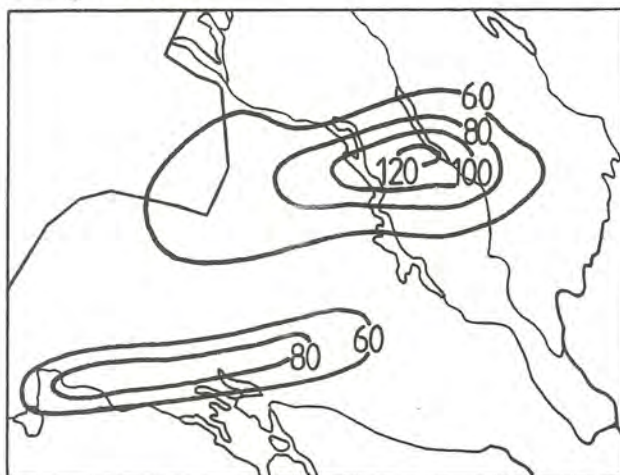
Bilaga 2:17



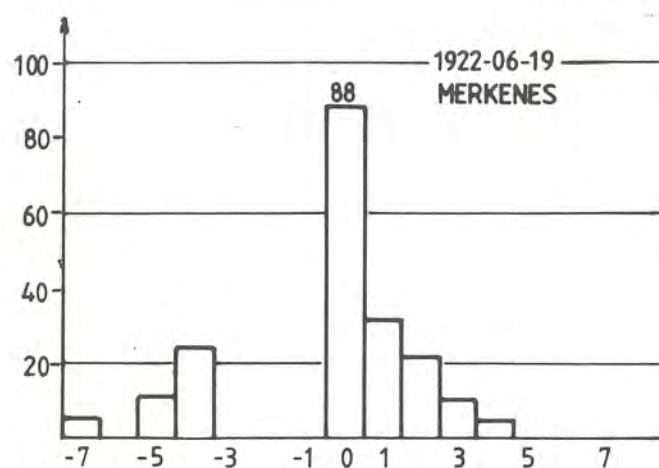
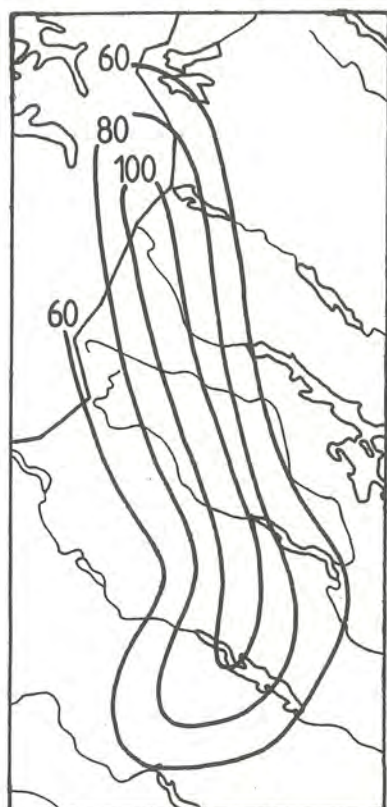
Bilaga 2:18



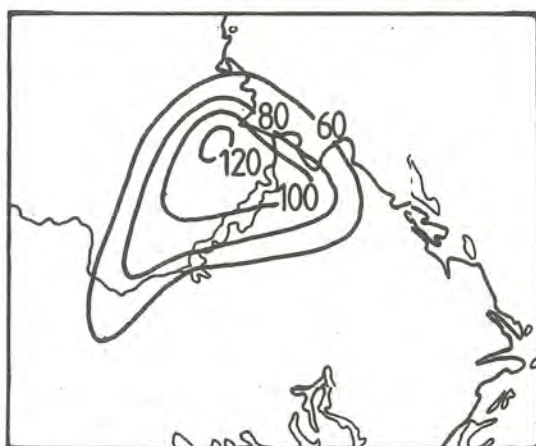
Bilaga 2:18A



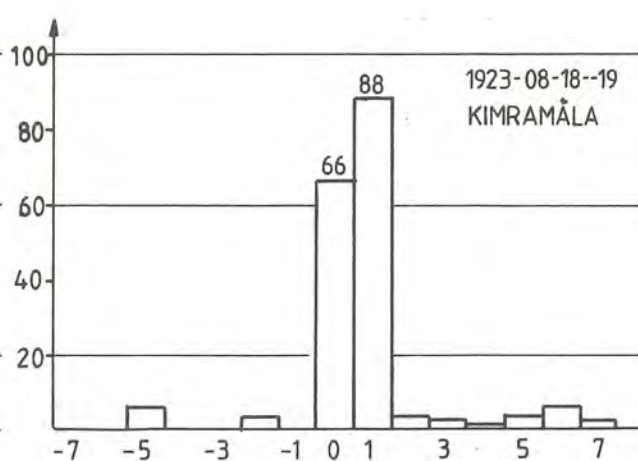
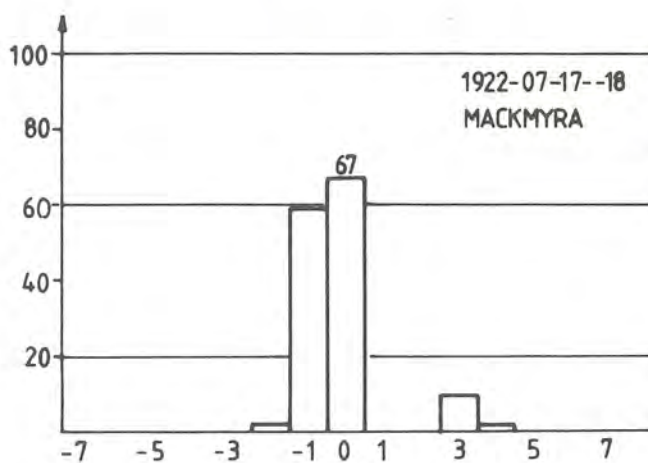
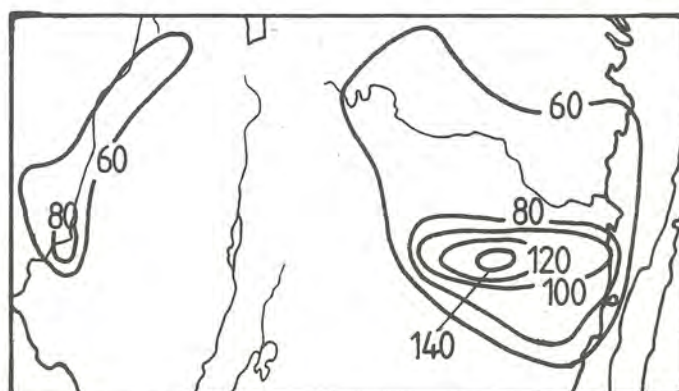
Bilaga 2:19



Bilaga 2:20



Bilaga 2:21

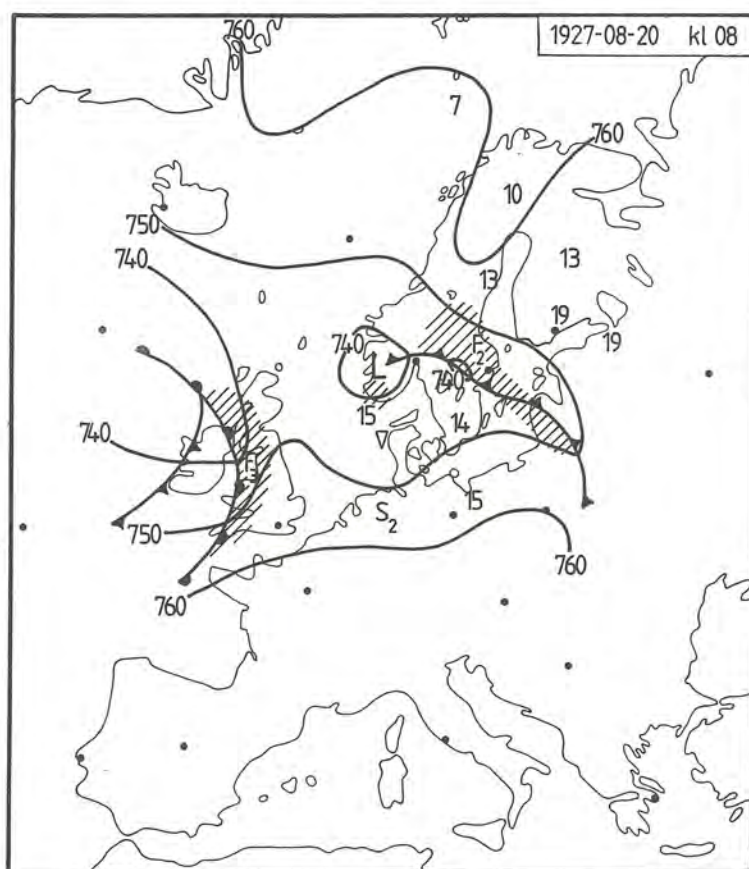
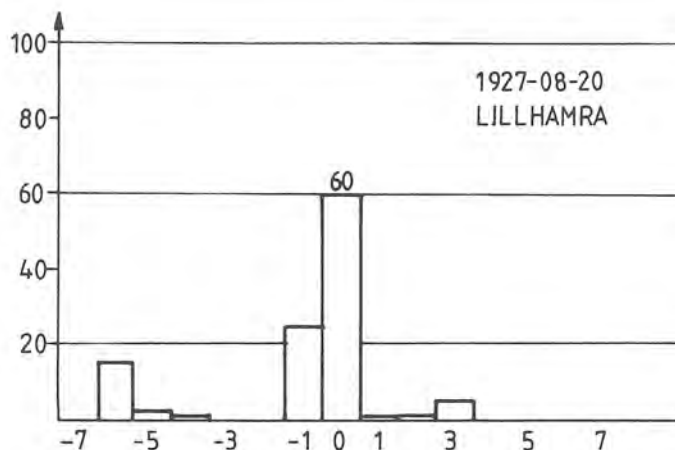
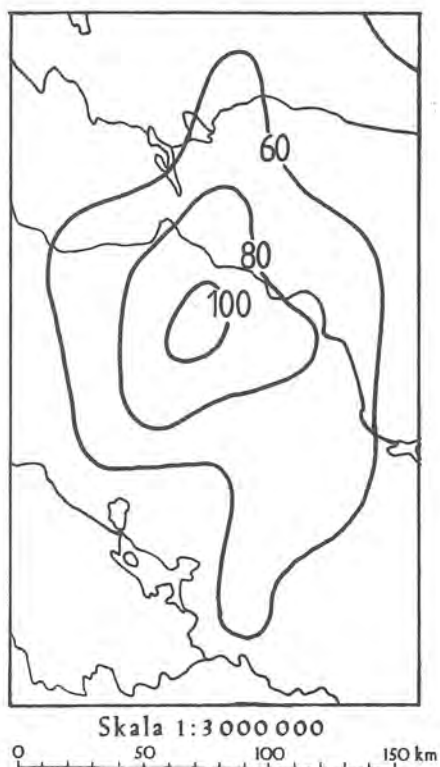


Bilaga 2:22

VÄDERLÄGE 1927-08-20

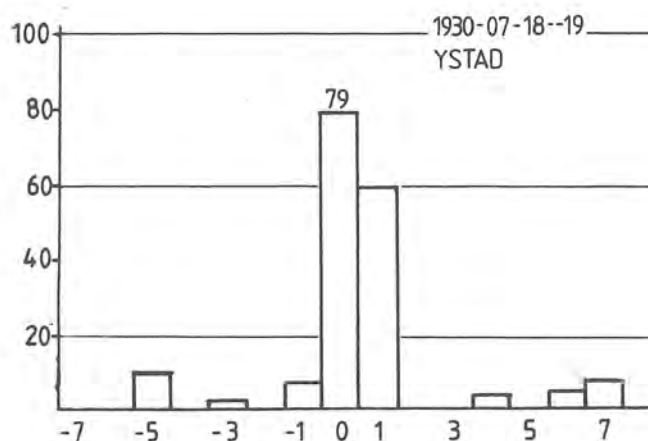
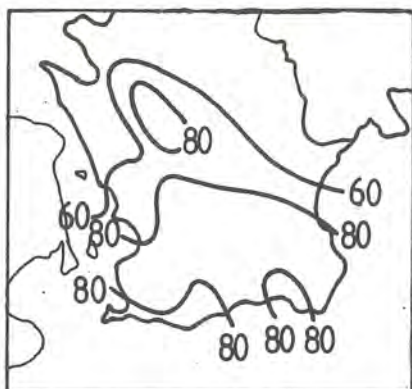
Ett lågtryck och nederbördsområde rörde sig ganska långsamt åt nordost över södra och mellersta Sverige. En front var mycket markerad i vindfältet. Norr om fronten rådde en frisk till hård östlig till nordöstlig luftström och ett tämligen brett regnområde. Söder om fronten blåste en frisk västlig vind.

Väderläget kl 08 den 20 framgår av skiss.

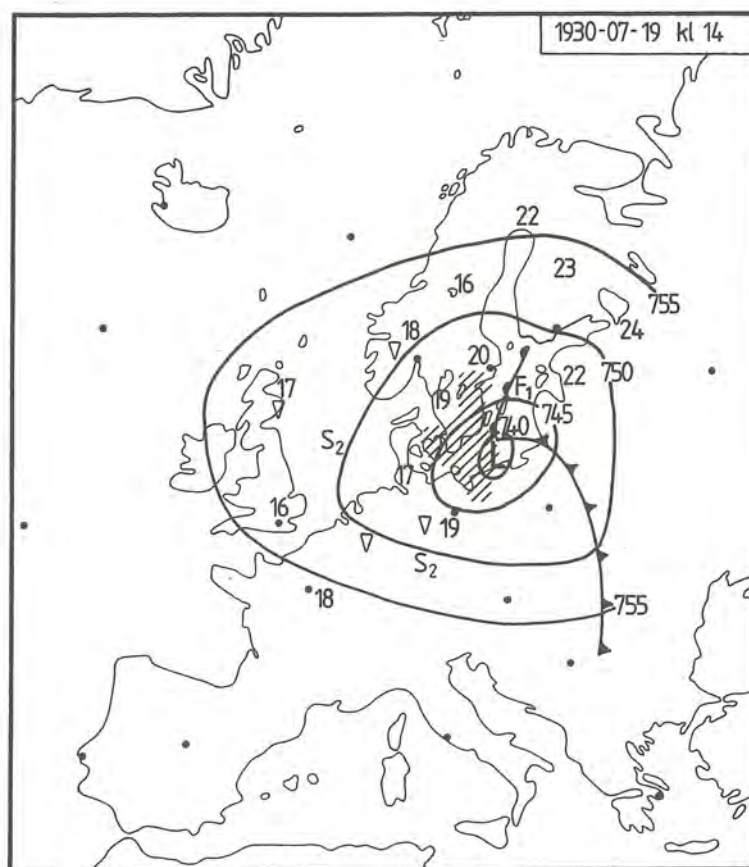


VÄDERLÄGE 1930-07-18--19

Ett lågtryck försköts från Brittiska öarna till Nordsjön. Ett separat lågtryck utbildades vid polska Östersjökusten. På lågtryckets västra sida blåste en kraftig nordostlig luftström över östra Götaland med ihållande regn över Skåne, Blekinge och östra Småland. Lågtrycket låg ganska stilla på södra Östersjön. Varm luft täckte Balticum, västra Ryssland och Finland ($20-25^{\circ}$), medan Västeuropa hade $15-20^{\circ}$. Vädersituationen 1930-07-19 kl 14 visas i skissen.



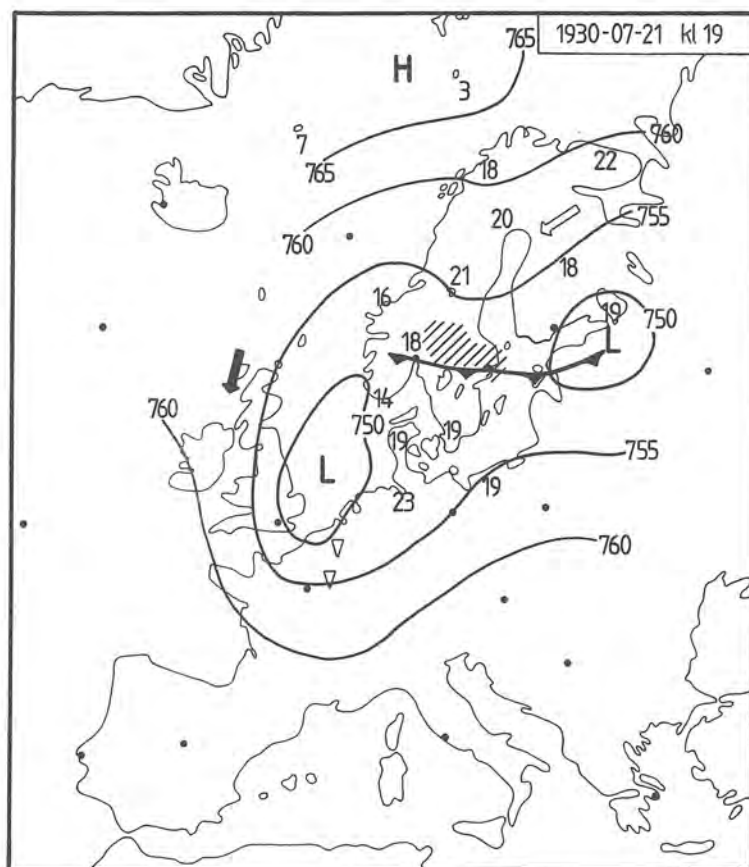
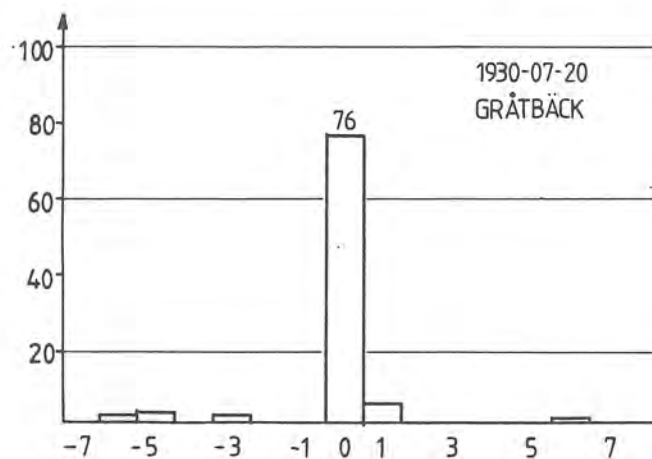
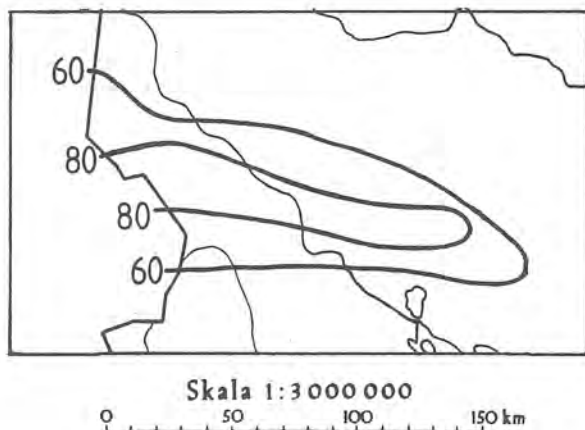
Den maximala 24-timmarsnederbörden var betydligt större i Ystad än vid närliggande stationer.



Bilaga 2:24

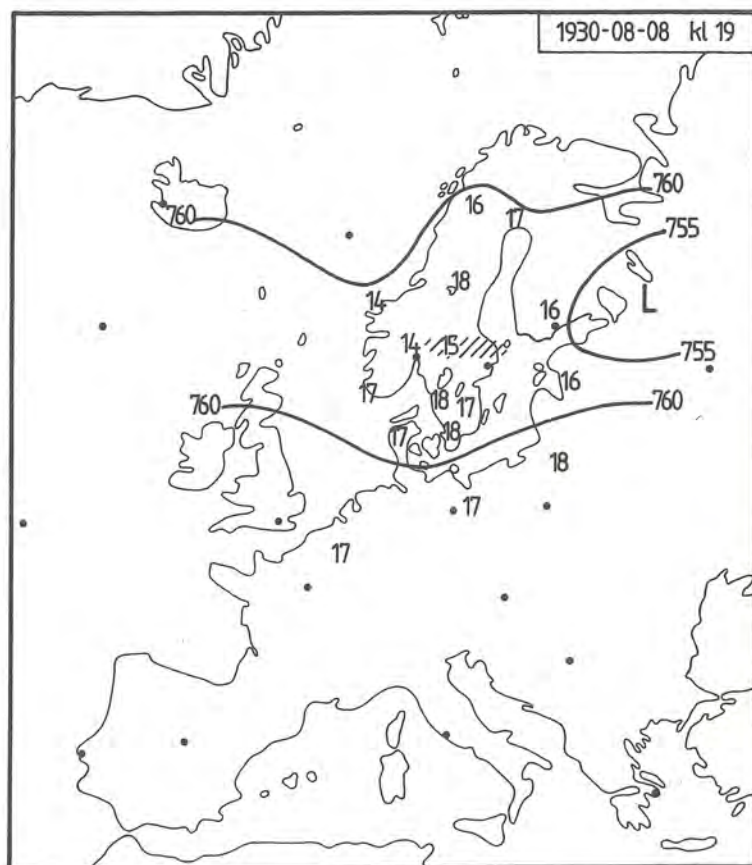
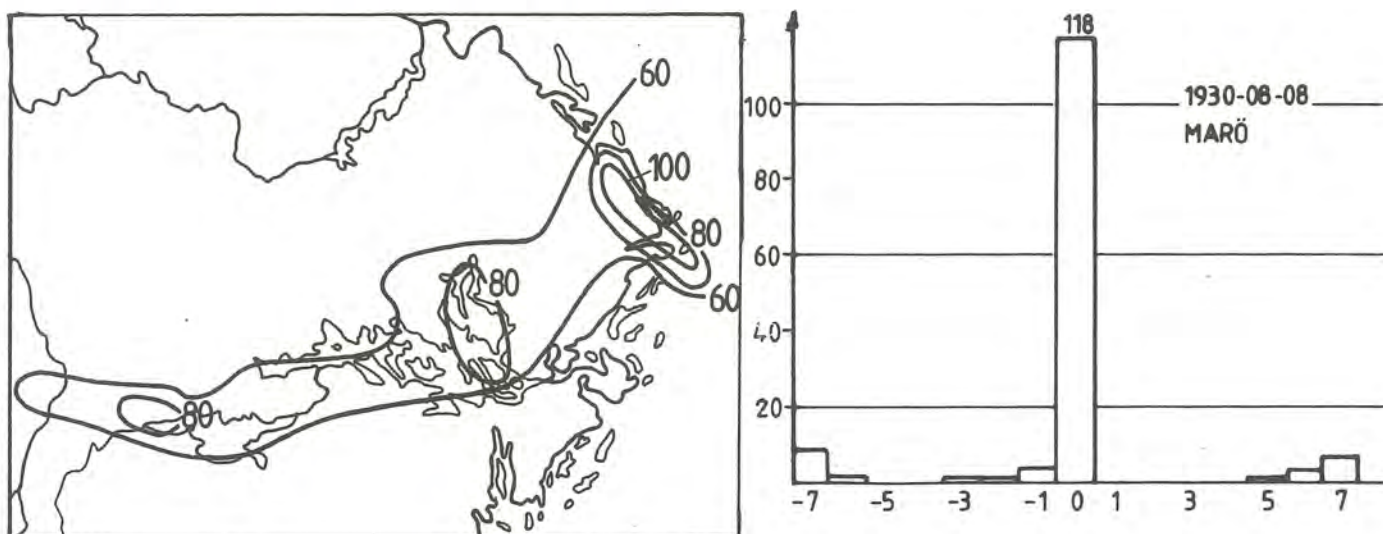
VÄDERLÄGE 1930-07-21

Ett tämligen stationärt lågtrycksområde täckte södra Skandinavien och Nordsjön. En skarp gräns i vindfältet förekom. I Svealand och Norrland rådde frisk NE-vind, i Götaland frisk W-vind. Nederbörd, regn eller regnskurar, rapporterades norr om tråglinjen. Den NE-liga luftströmmen över norra Skandinavien måste klassas som varmluft och något kallare luft hade trängt in över Götaland. Läget kl 19 den 21 ges i skissen.



VÄDERLÄGE 1930-08-08

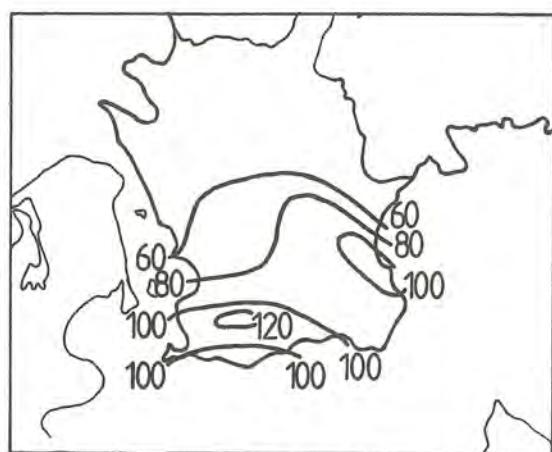
Detta väderläge har stora likheter med det från 21 juli 1930. Ett flackt och ganska stationärt lågtryck täckte Skandinavien. Även i detta fall finns en mycket skarp tråglinje i W-E-lig riktning över Svealand med friska NE-vindar över Svealand och Norrlandskusten. Söder om tråglinjen blåste en frisk W-lig eller SW-lig vind. Nederbörd föll i tråget. Luftmassorna norr och söder om trågaxeln har vid marken samma temperatur. Den synoptiska situationen kl 19 den 8 framgår av skiss. Troligen förekom inga fronter över Sverige.



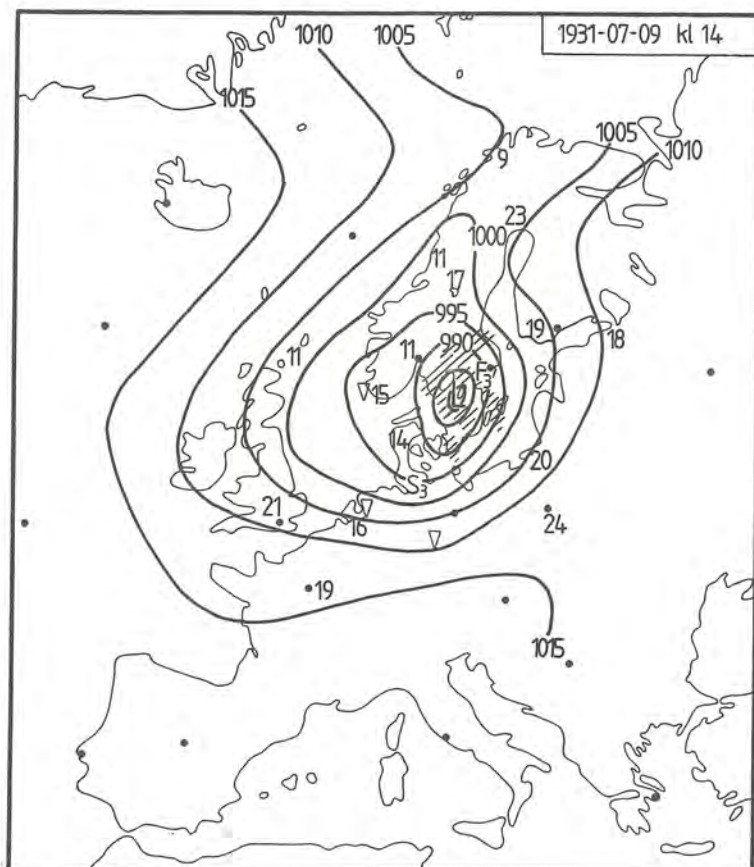
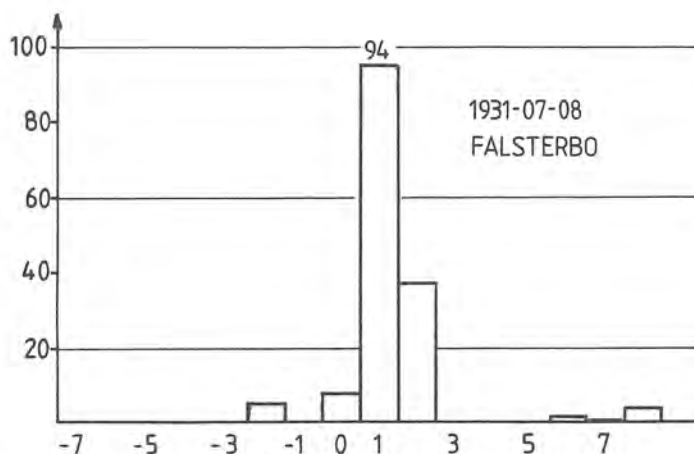
Bilaga 2:26

VÄDERLÄGE 1931-07-08--09

Ett för årstiden mycket djupt och intensivt lågtryck kom in över Götaland. På väderkartan har den analyserande meteorologen skrivit "Tyfon" i lågtryckets centrum. Jönköping rapporterade ett så lågt lufttryck som 973 mb kl 14 den 9. På mellersta och norra Östersjön blåste S 10 Beaufort. Lågtrycket rörde sig under försvagning åt NE upp över landet. Några fronter är mycket svårt att analysera. Nederbörden rapporterades i de flesta fall som regn och inte regnskurar. Läget kl 14 den 9 framgår av skiss.

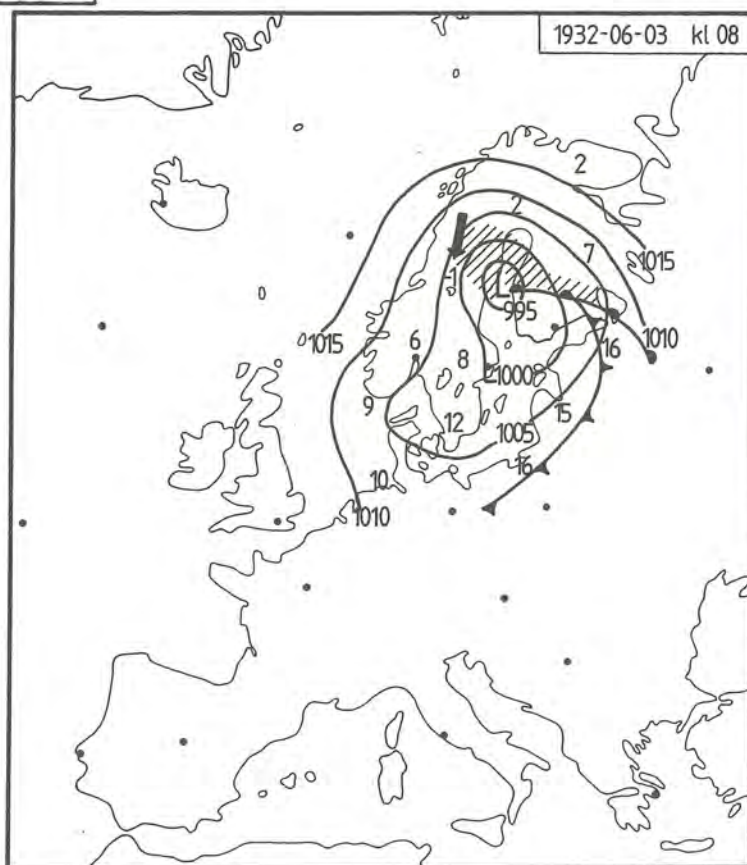
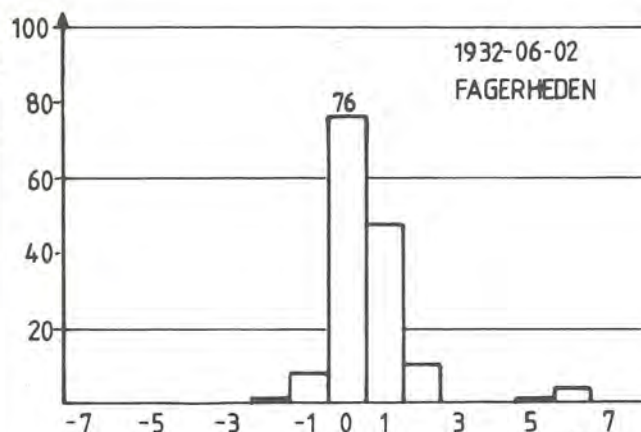
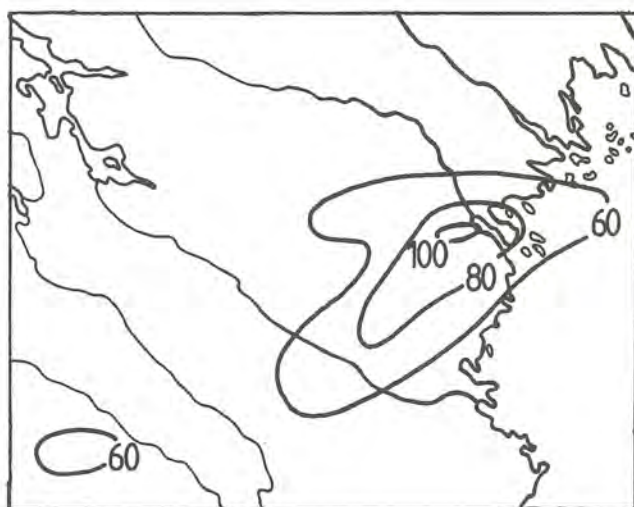


Skala 1:3 000 000
0 50 100 150 km



VÄDERLÄGE 1932-06-03

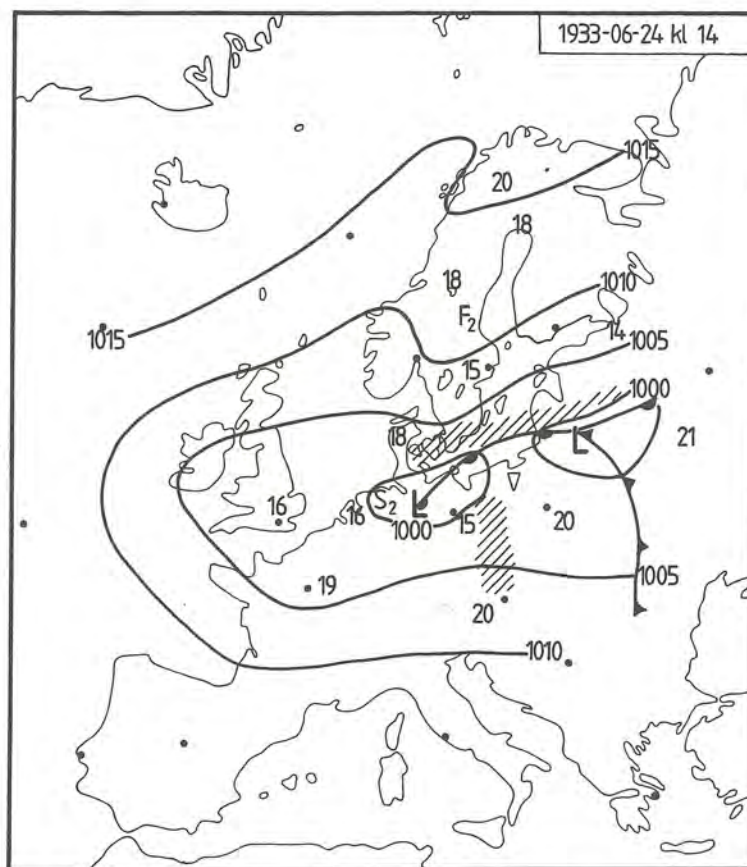
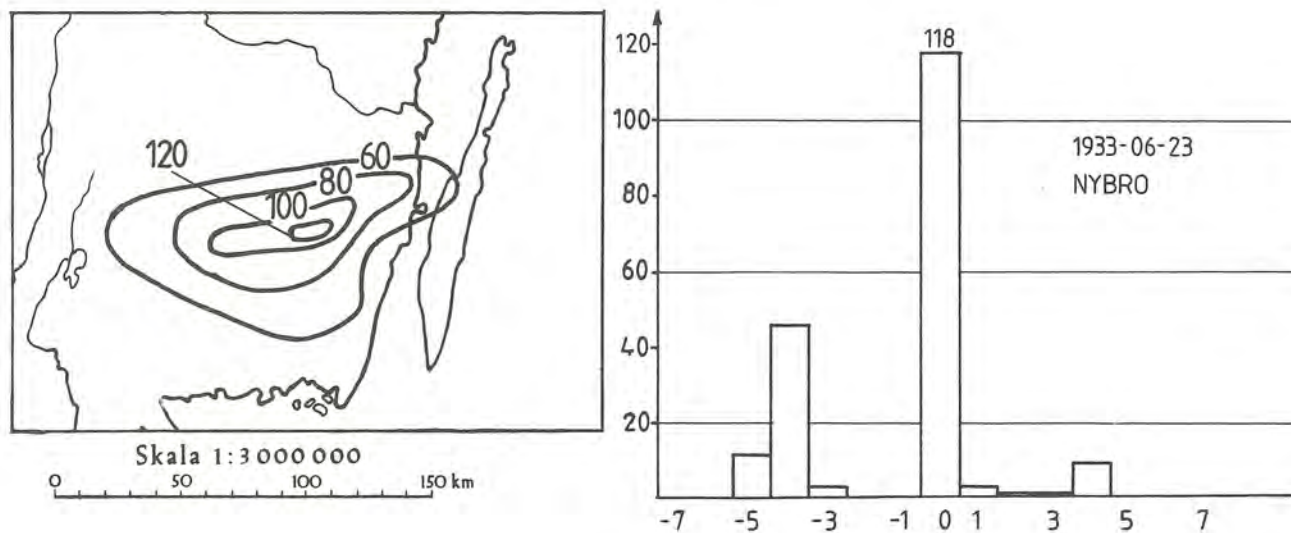
Ett för årstiden tämligen djupt lågtryck rörde sig långsamt åt NNE över Sverige och hade kl 08 den 3 (se skiss) sitt centrum vid Kvarken. Mycket kall luft befann sig över norra Norrland, där nederbörden föll som snö eller snöblandat regn. Fagerheden väster om Piteå rapporterade exempelvis ett snödjup på 75 cm efter snöstormen. Några stationer rapporterade minusgrader trots mulet väder och frisk vind. Väderläget tillhör ej Vb-typen. Fronter subjektivt inlagda i efterhand. Den ostliga vinden norr om lågtrycket var mycket kraftig. Flera inlandsstationer rapporterade 8 Beaufort.



Bilaga 2:28

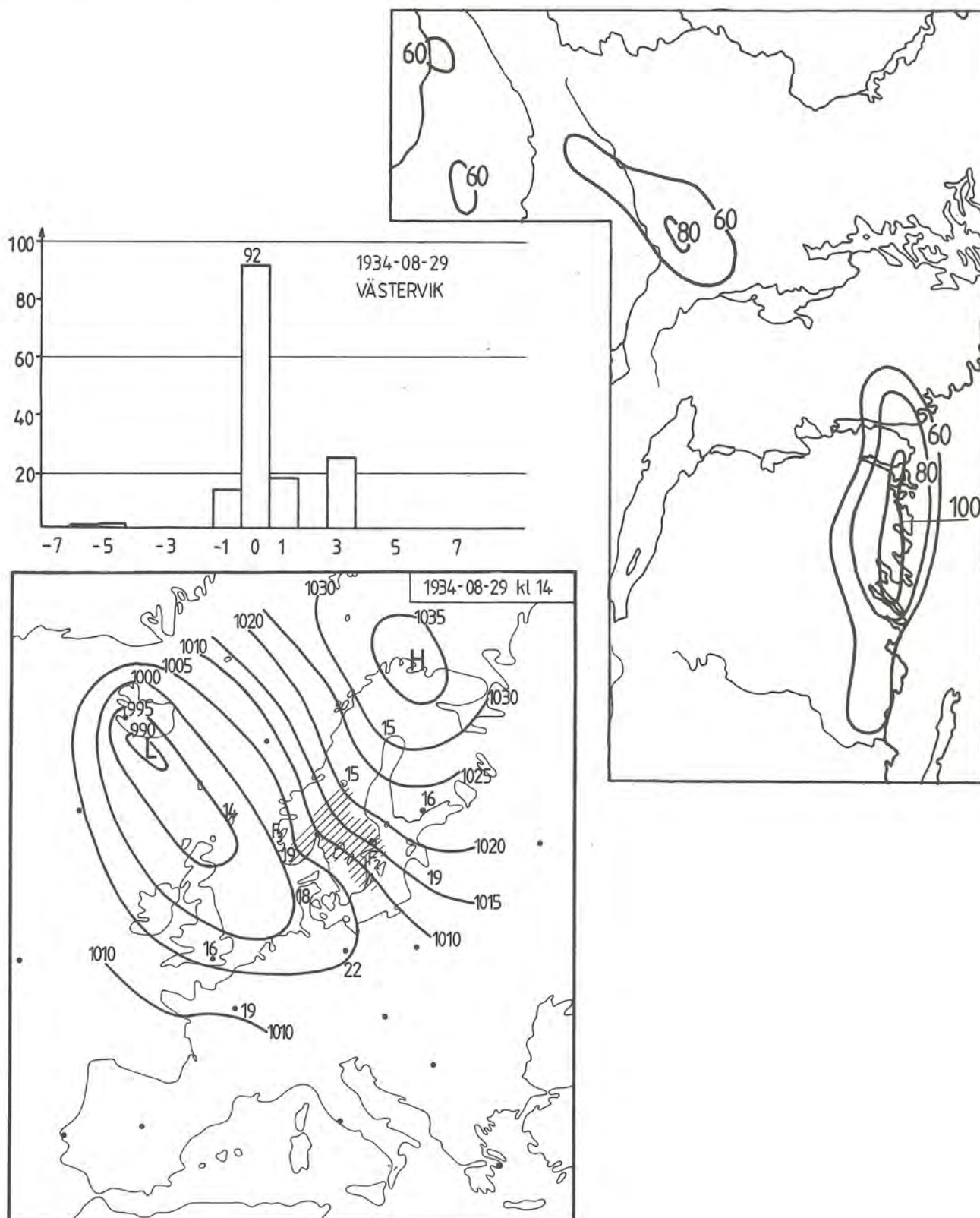
VÄDERLÄGE 1933-06-23--24

Ett lågtryck vid tyska Nordsjökusten rörde sig långsamt österut. I den nordostliga luftströmmen norr om lågtrycket befann sig ett tämligen stillaliggande regnområde över södra Götaland. Den synoptiska situationen kl 14 den 24 framgår av skiss.



VÄDERLÄGE 1934-08-29--30

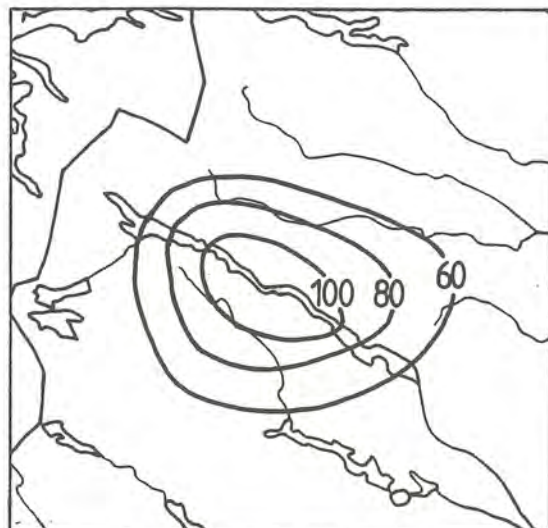
En kraftig sydostlig luftström rådde över Skandinavien. Lågtryckscentrum befann sig hela perioden söder om Island. Någon frontanalys är mycket svår att göra. Ett ganska stillaliggande regnområde täckte nordöstra Götaland och större delen av Svealand. Ett separat lågtryck bildades mot slutet av perioden över inre Götaland. Det är svårt att urskilja olika luftmassor, vindkantringar el dyl och lufttryckstendenserna är små. Tryckbilden kl 14 den 29 framgår av skiss.



Bilaga 2:30

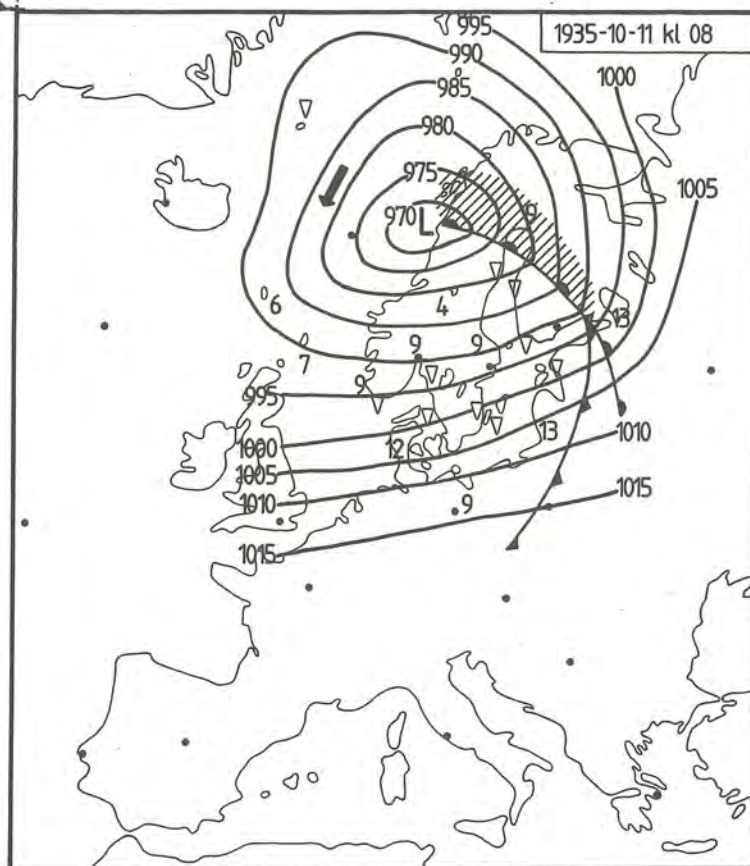
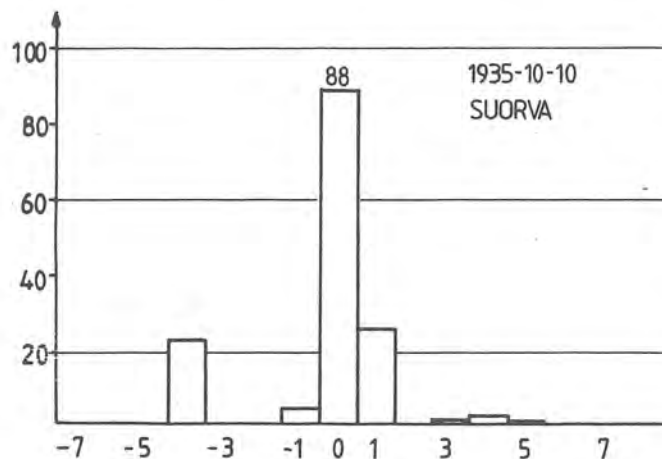
VADERLÄGE 1935-10-11

Ett djupt lågtryck med centrum i Oslotrakten den 10 kl 14 rörde sig norrut. Ett omfattande regnområde framför varmfronten berörde hela Sverige. Läget kl 08 den 11 framgår av skiss.



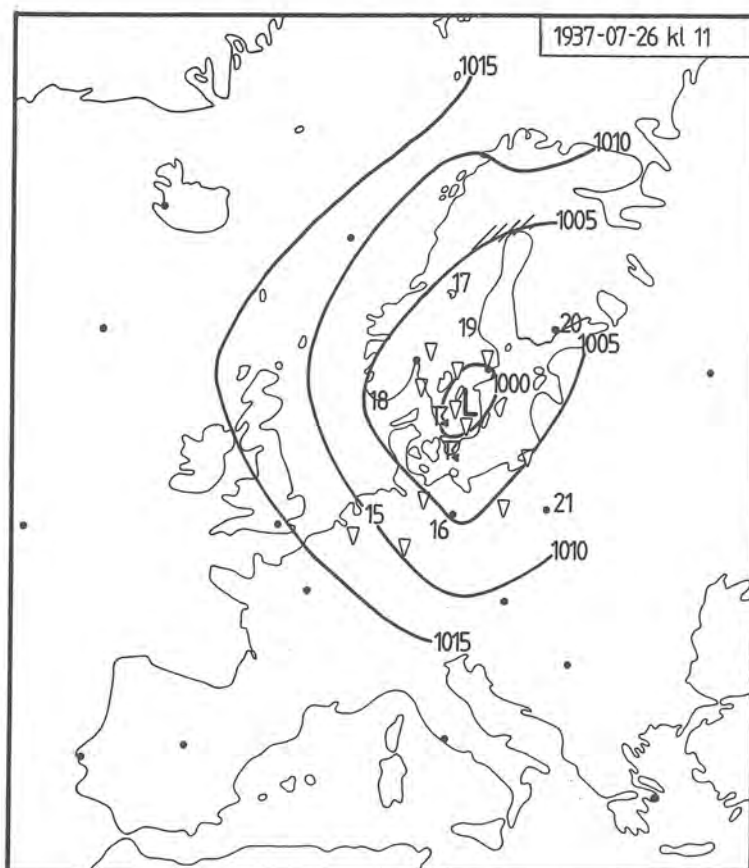
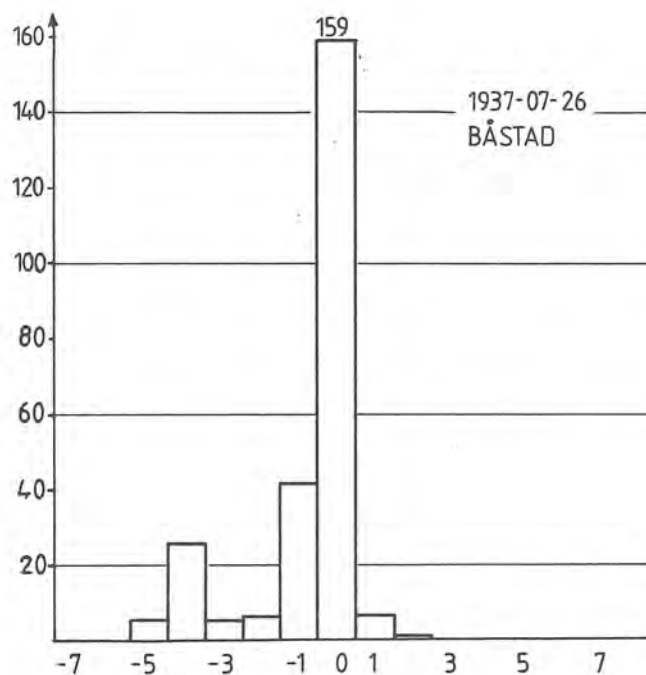
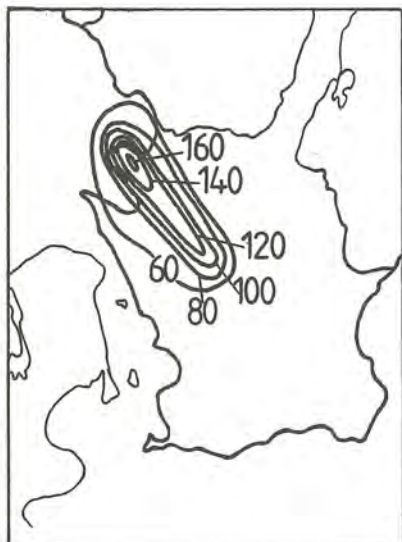
Skala 1:3 000 000
0 50 100 150 km

Analysen av 24-timmarsnederbörden är ytterst osäker pga det glesa stationsnätet.



VÄDERLÄGE 1937-07-25--26

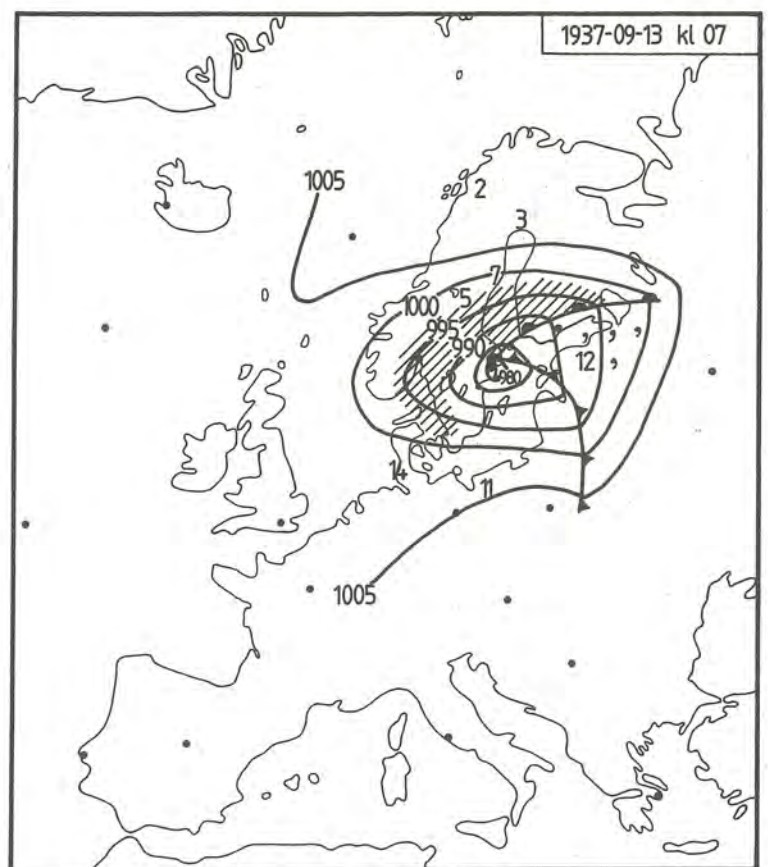
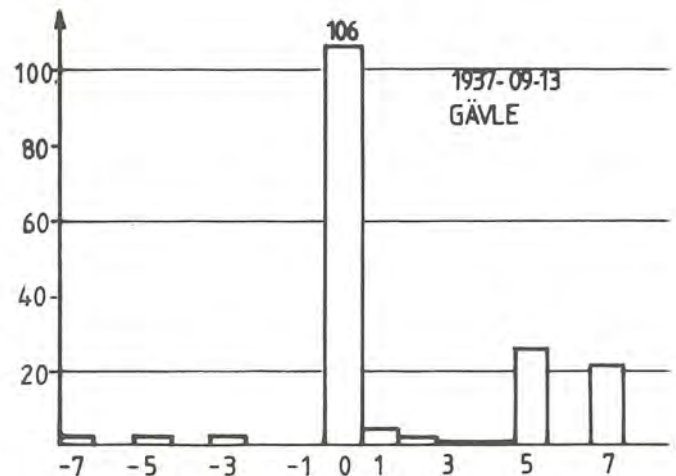
Ett tämligen stationärt lågtryck täckte södra Skandinavien med lågtryckets centrala delar över Götaland. Inom lågtrycket förekom mycket konvektiv nederbörd och åskväder. Den frontanalys som gjorts på kartorna verkar mycket suspekt varför på bifogade skiss fronter uteslutits.



Bilaga 2:32

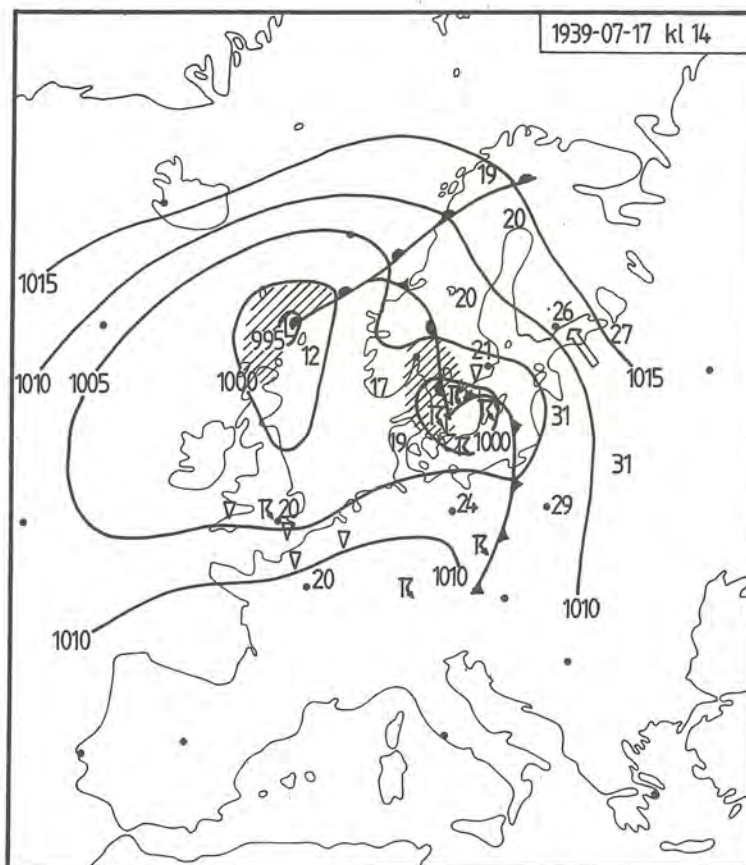
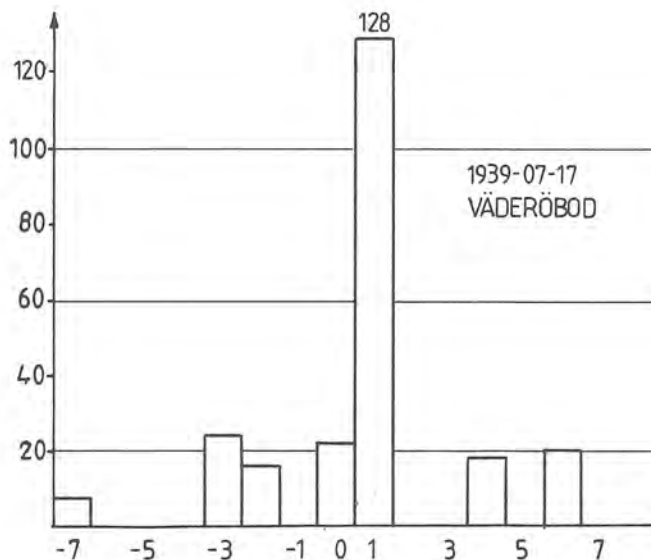
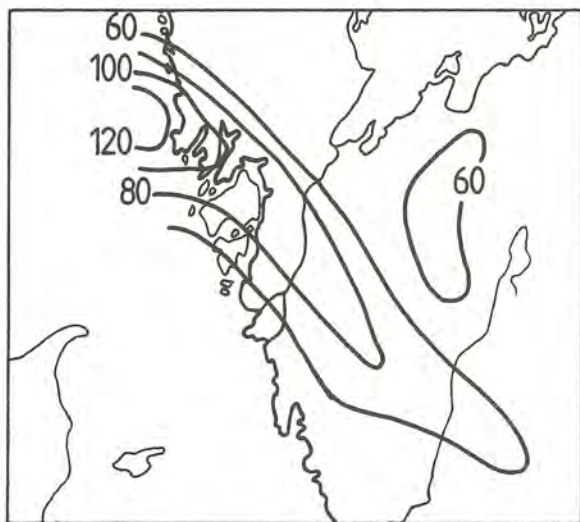
VÄDERLÄGE 1937-09-13

Detta fall kan hänföras till kategorin Vb-typer. Ett lågtryck hade rört sig norrut över Östersjön och ett mycket djupt lågtryck hade den 14 kl 08 sitt centrum strax öster om Stockholm. Se skiss! Lågtrycket fortsatte därefter långsamt norrut liksom regnområdet. Vid Upplands- och Gästrikerekusten blåste NE 15-20 m/s. Kustkonvergens och nederbördsförstärkning innanför kusten är mycket tydlig i nederbördsmönstret.



VÄDERLÄGE 1939-07-17

På en kallfront i nord-sydlig riktning över västra Skandinavien skapades en vågstörning, och ett lågtryck bildades över sydvästra Östersjön. Mycket varm luftmassa befann sig över Finland, Balticum och västra Ryssland medan luftmassan väster om kallfronten var avsevärt svalare. Lågtrycket fördjupades under långsam rörelse åt NNW. Inom tillhörande nederbördsområde förekom under eftermiddagen den 17 åtskilliga åskväder. Väderläget kl 14 framgår av skiss.

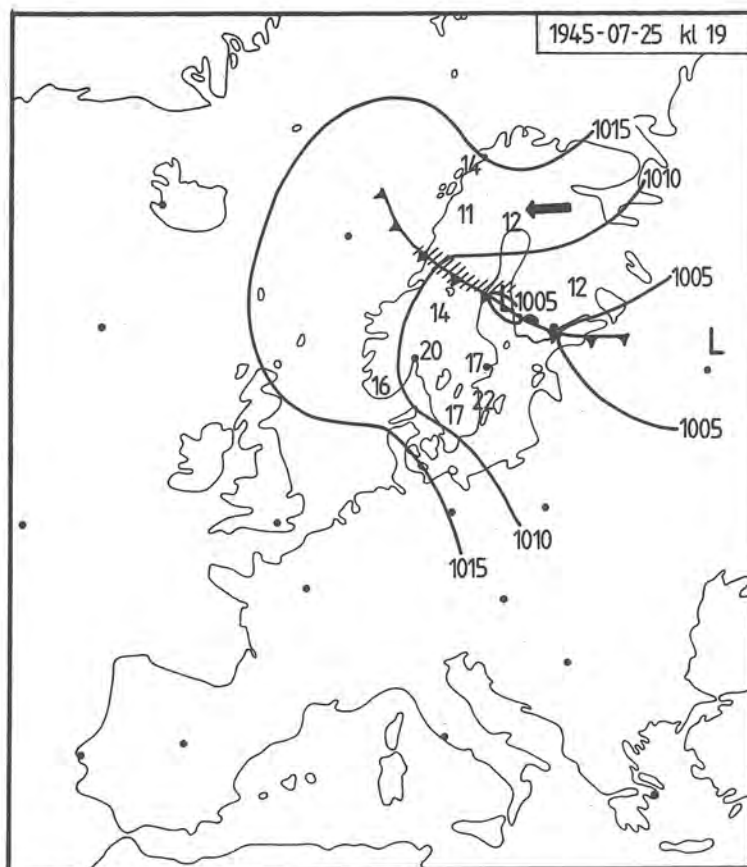
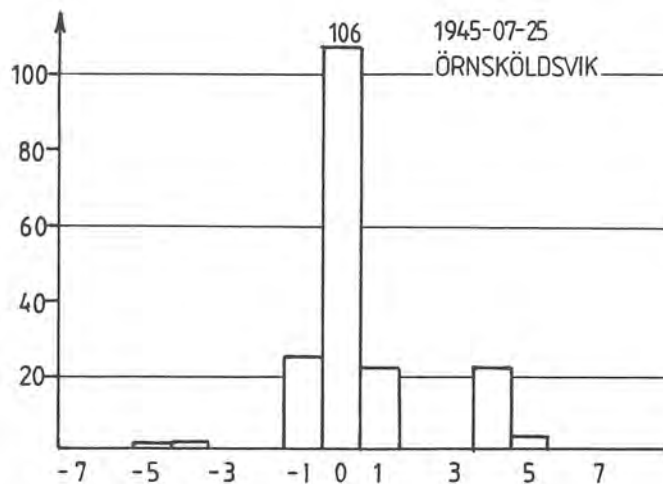
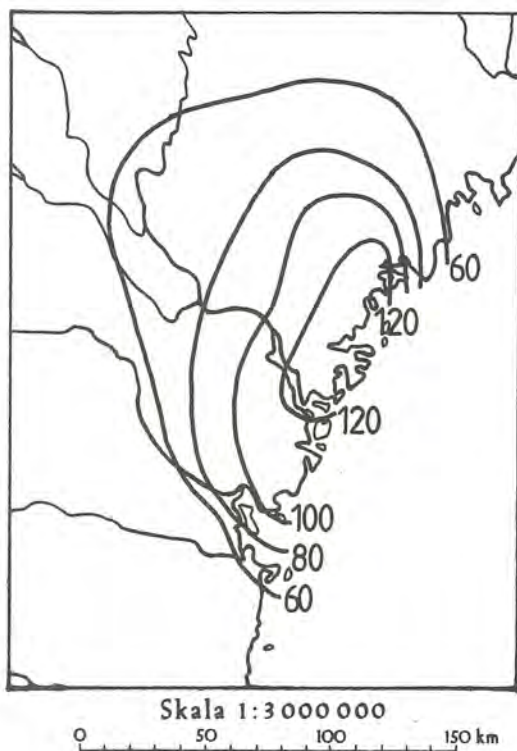


Bilaga 2:34

VÄDERLÄGE 1945-07-25--26

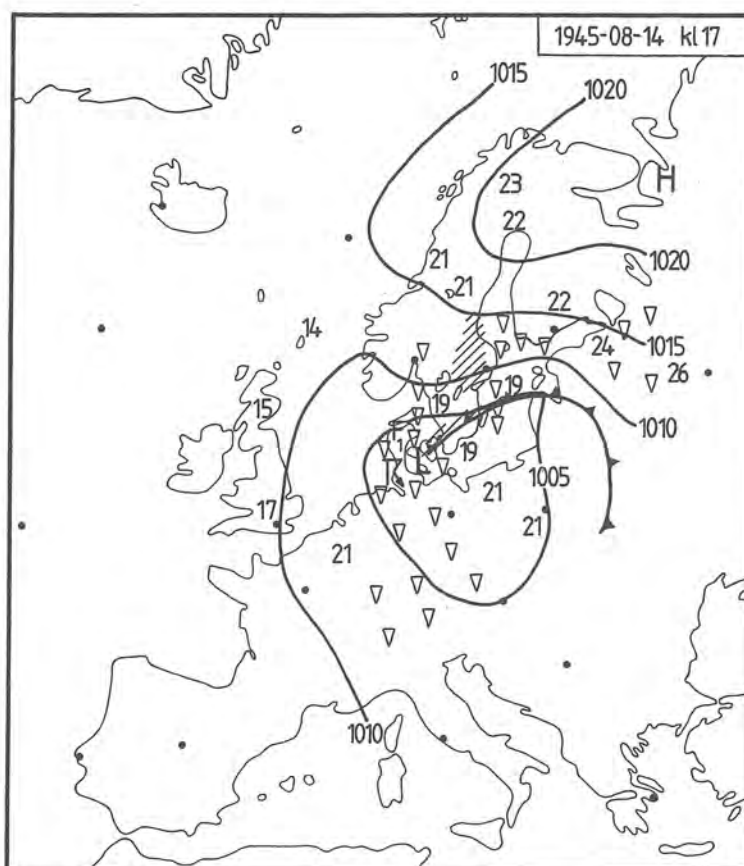
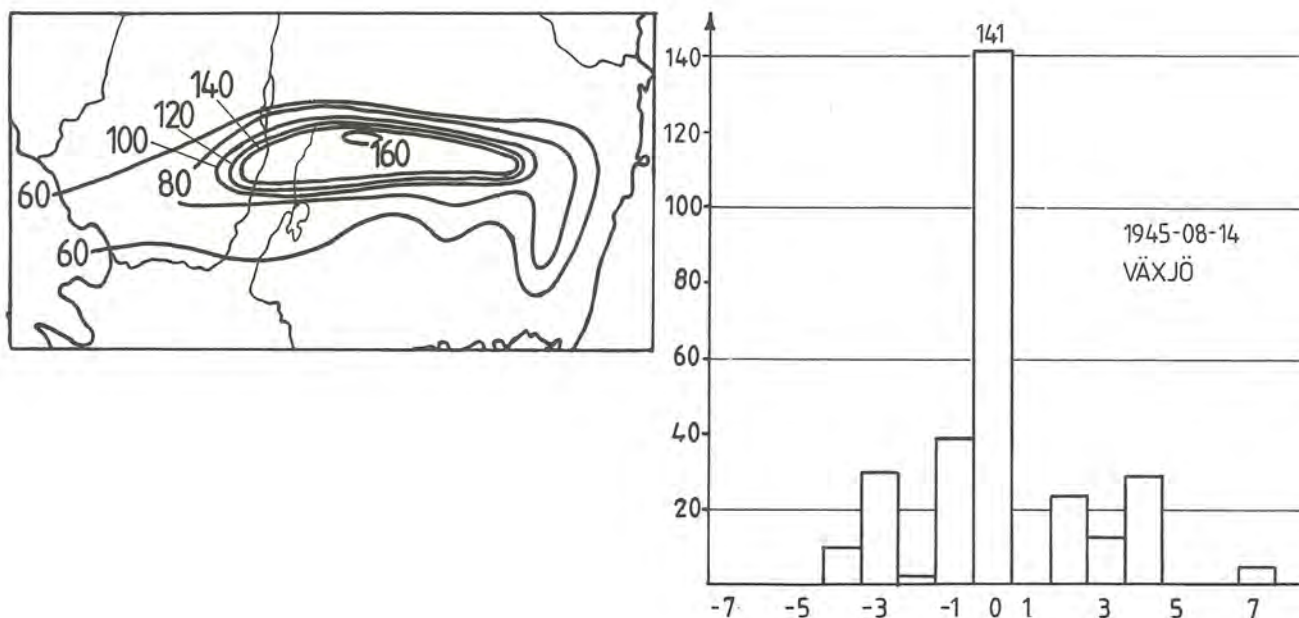
En lågtrycksrännna sträckte sig från trakten av Leningrad åt NW. Luftmassan var mycket labil med mycket åska över Finland och södra Norrland den 24. Över norra Finland och norra Norrland rådde en kall ostlig luftström. Frontanalysen i detta väderläge är mycket osäker. Se skiss visande läget kl 19 den 25. Regnområdet låg stilla i stort sett hela dygnet i ett ganska smalt band över södra Norrland. Sannolikt var nederbörden till stor del konvektiv. Någon varmluft var ej inblandad och eventuella fronter mycket svåra att finna.

De stora nederbördsmängderna torde dels bero på kustkonvergens och att nederbörden låg kvar över samma område så länge.



VÄDERLÄGE 1945-08-13--14

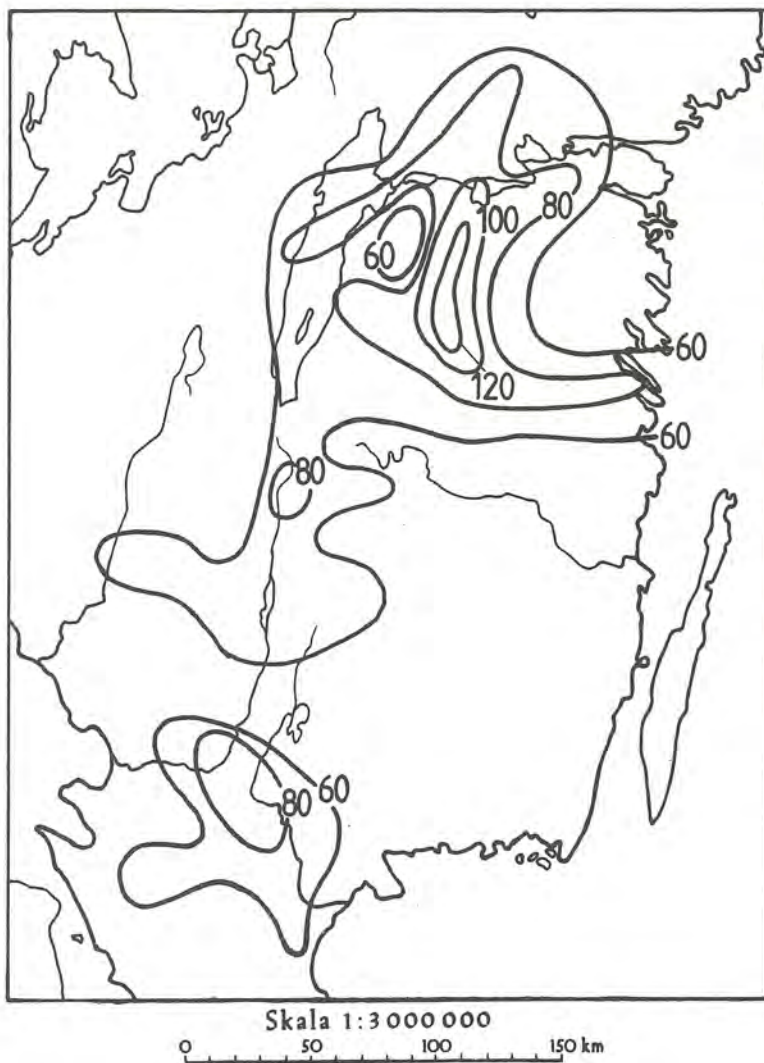
Över södra Sverige låg en ganska varm, fuktig och labil luftmassa. I den kraftiga ostnordostliga luftströmmen förekom regnskurar, åska och även ett regnområde över södra Götaland. Ett ganska stationärt lågtryck hade sina centrala delar över södra Östersjön. Väderläget kl 17 framgår av skiss.



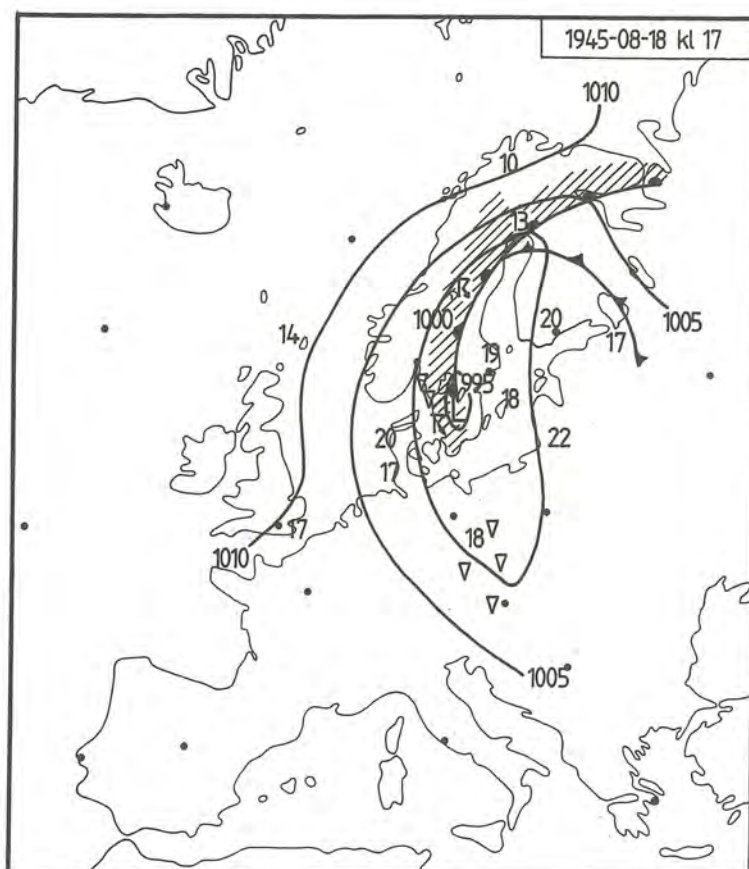
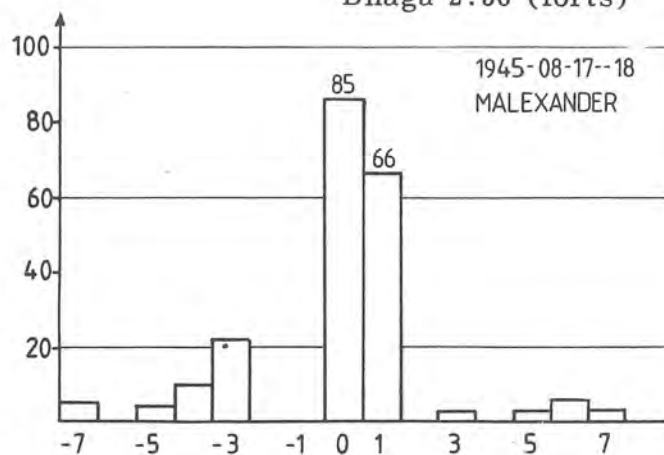
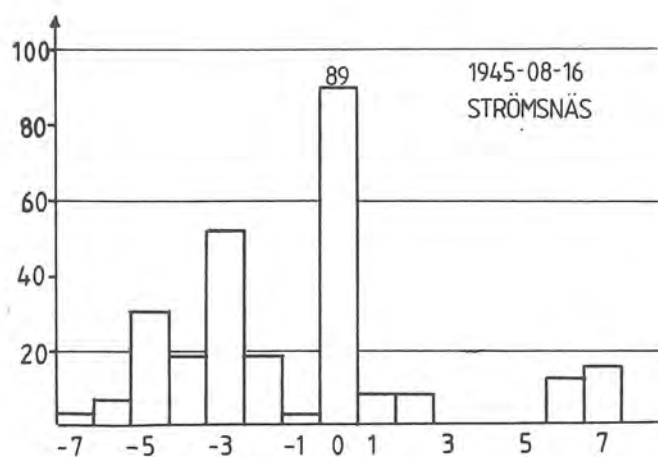
Bilaga 2:36

VÄDERLÄGE 1945-08-15--19

Ett mycket skarpt tråg i tryckfältet låg hela perioden över södra Sverige. I början av perioden hade trågaxeln riktningen väst-öst men svängde till att få en riktning nord-syd. Under hela perioden förekom regn, regnskurar och åskväder i anslutning till tråget. Nederbörd uppträdde både vid väst-, syd, ost- och nordvindar. Lufttrycket föll långsamt hela tiden med ca 1 mb/3 timmar. Läget kl 17 den 18 augusti framgår av skiss.



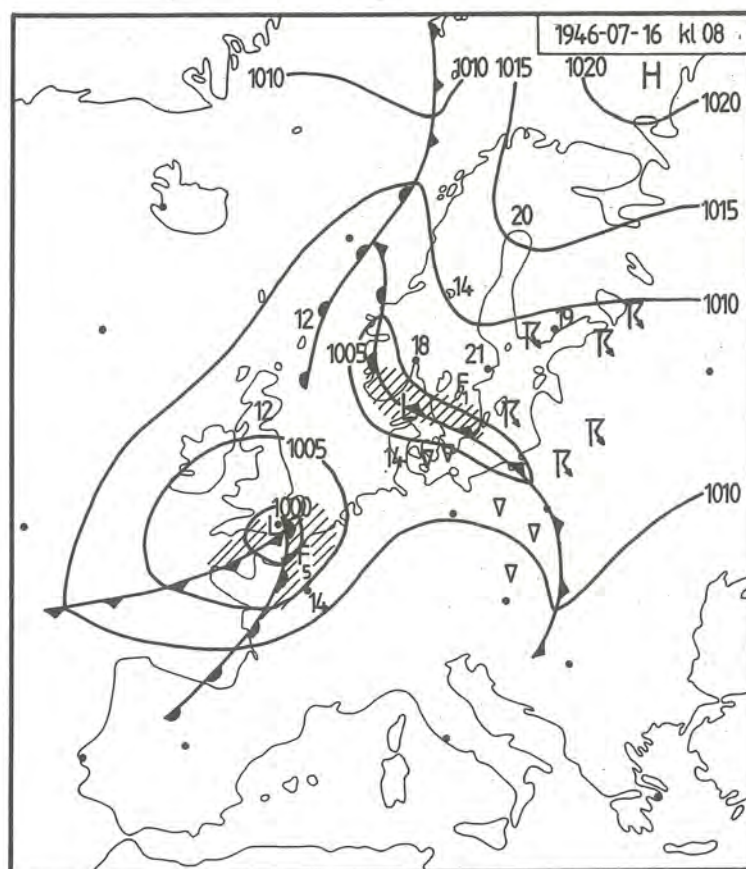
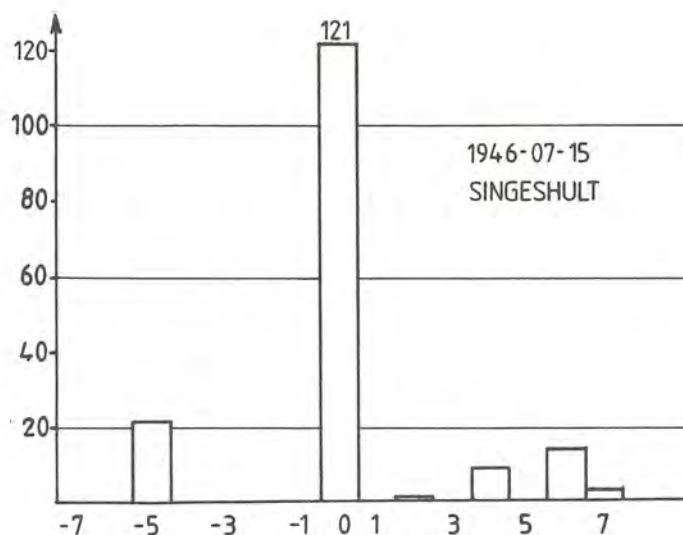
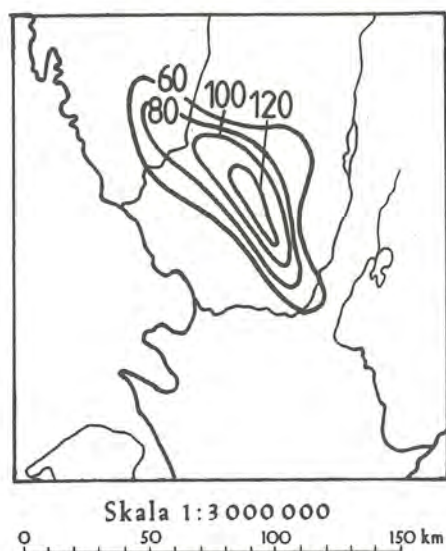
Bilaga 2:36 (forts)



Bilaga 2:37

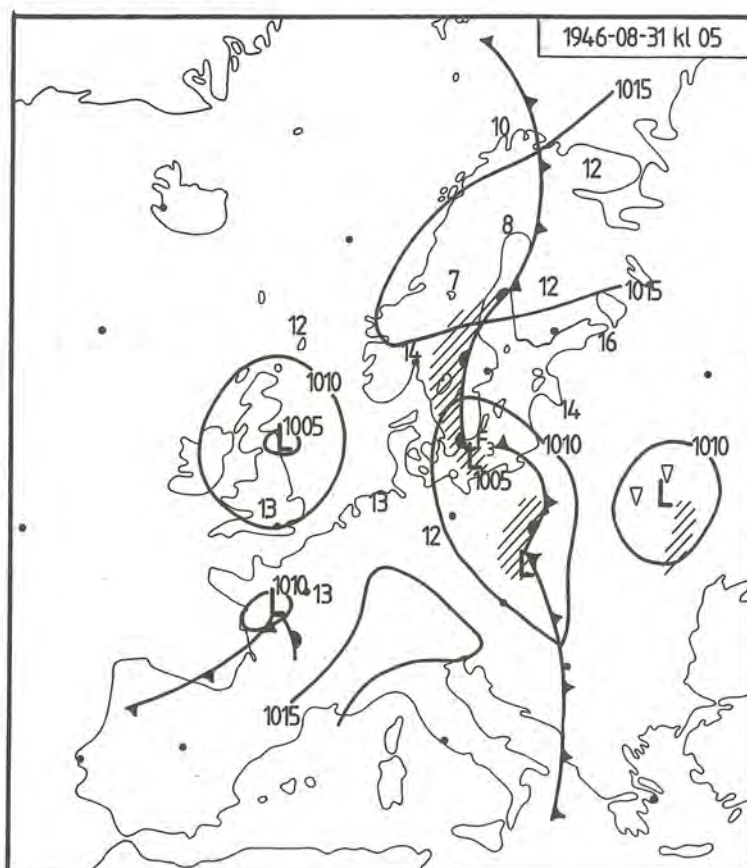
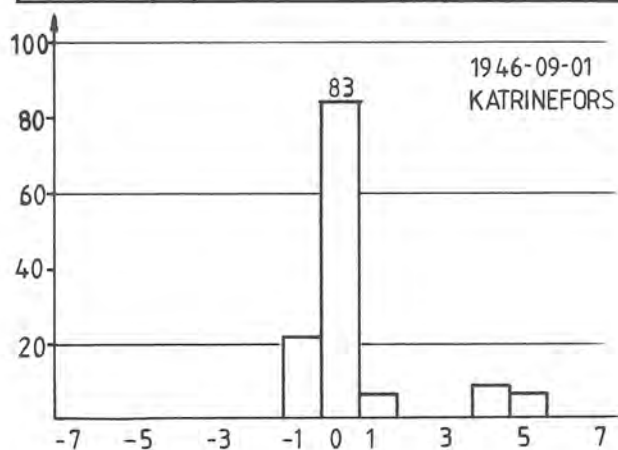
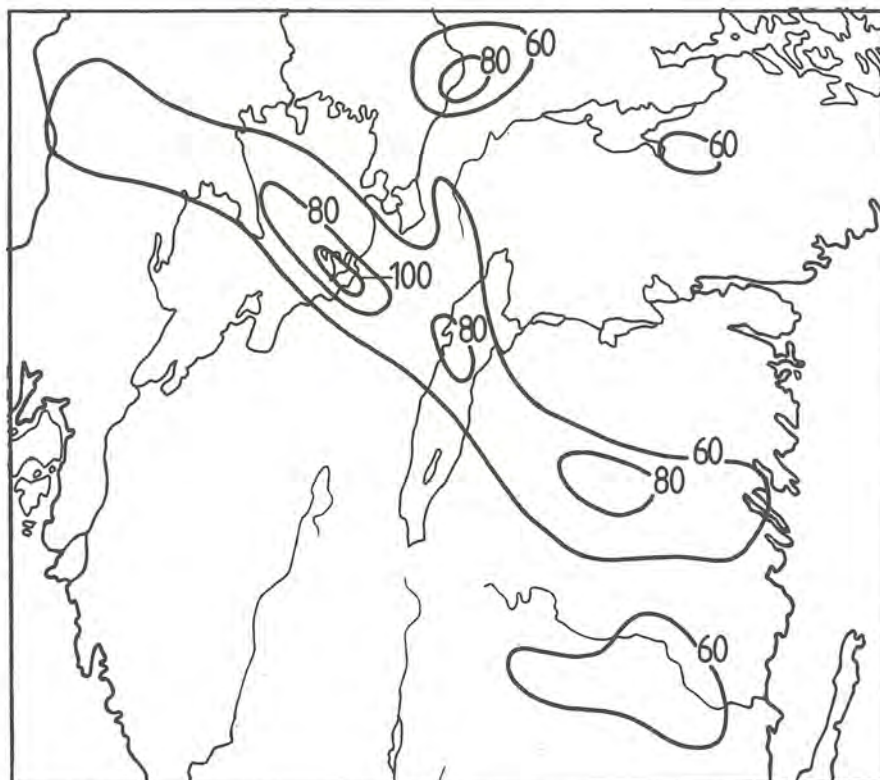
VADERLÄGE 1946-07-15--16

En trågaxel befann sig över södra Götaland med axelriktningen WNW-ESE. Runt detta tråg förekom nederbörd både i väst- och i ostvindströmningen, som framgår av skiss, som visar läget kl 08 den 16.



VADERLAGE 1946-08-31--09-01

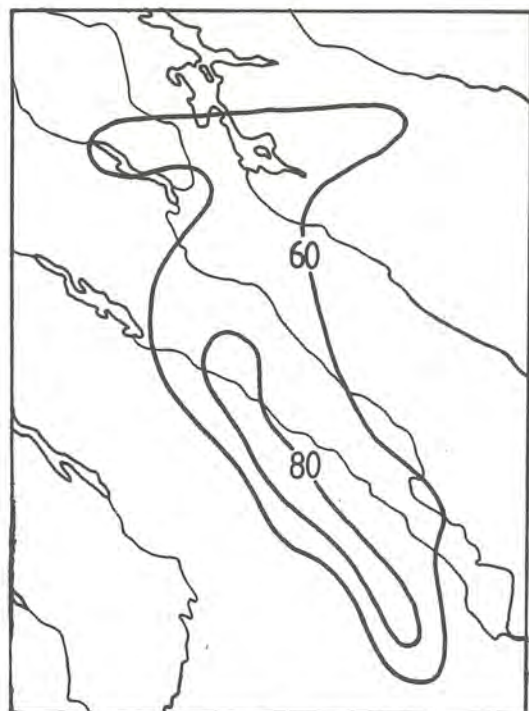
En frontzon sträckte sig i nord-sydlig riktning genom östligaste delarna av Sverige och ett lågtryck över södra Östersjön fördjupades. Tillhörande regnområde förstärktes den 31 och täckte på morgonen den 1 september stora delar av Götaland, Svealand och sydöstra Norrland, som framgår av skiss. Lågtrycket förflyttade sig under långsam rörelse efterhand åt nordväst.



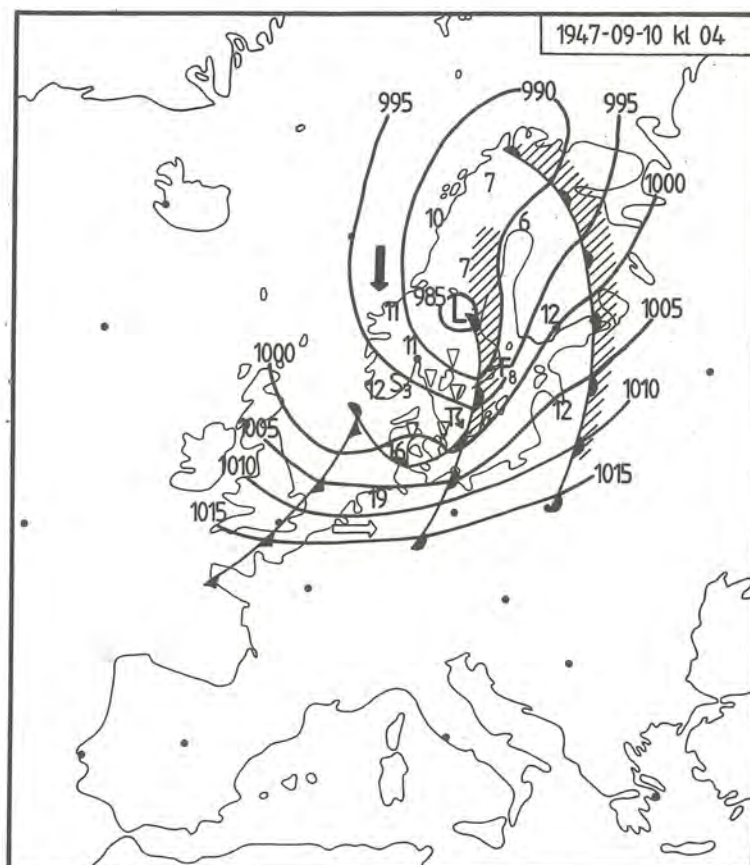
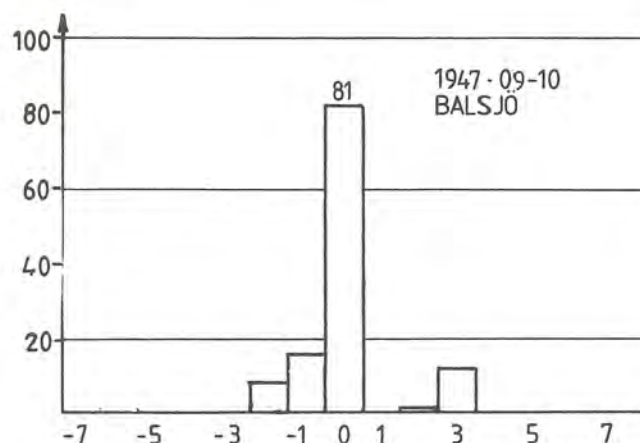
Bilaga 2:39

VÄDERLÄGE 1947-09-10

Lågtryck och regnområden rörde sig i en bana från Brittiska öarna och Nordsjön upp över Sverige. Vissa av dessa var ganska intensiva. Lufttryck och frontläge den 10 kl 04 framgår av skiss. Lågtryck och nederbördsområden passerade ganska snabbt varför det är förvånande att dygnsmängderna kunde bli så höga.



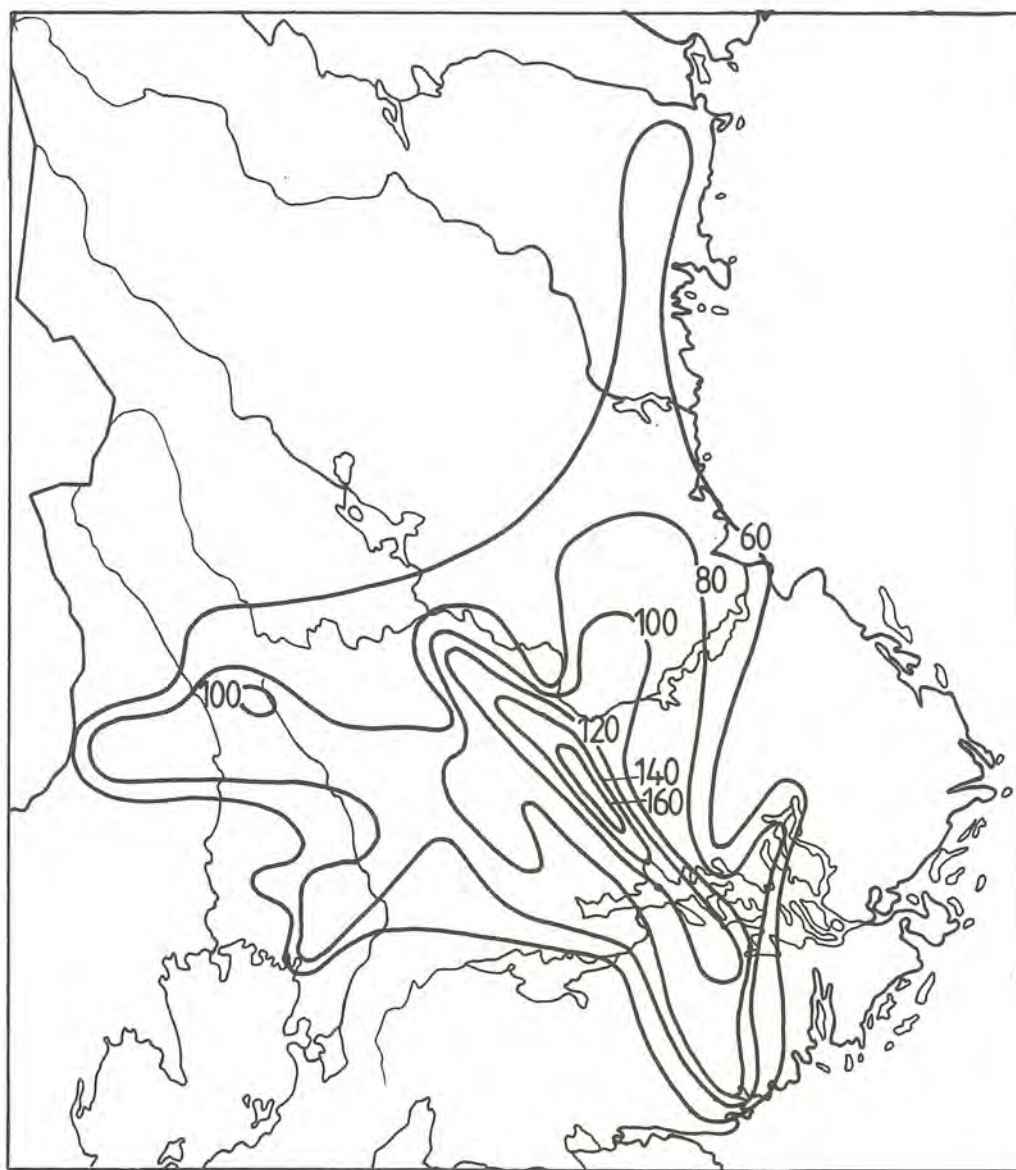
Skala 1:3 000 000
0 50 100 150 km



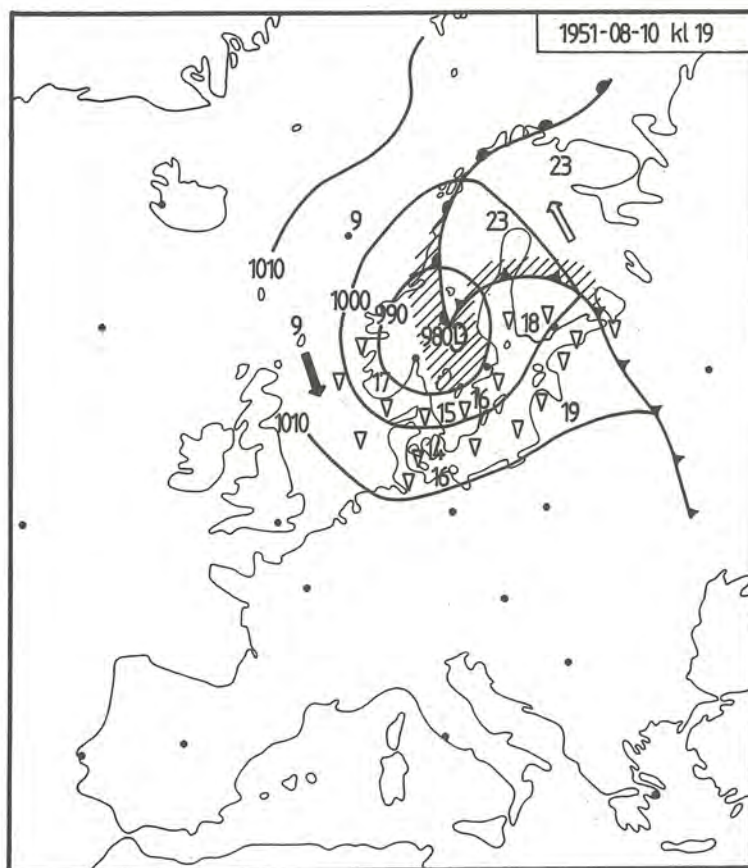
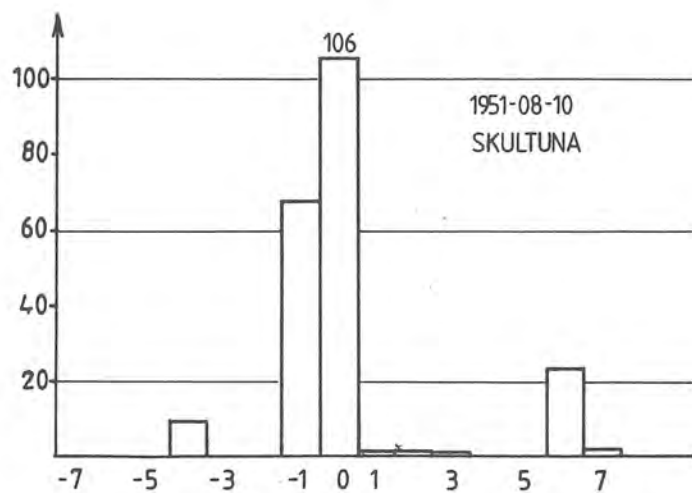
VÄDERLÄGE 1951-08-09--10

Ett omfattande lågtryck befann sig den 9 över Danmark, Nordsjön och södra Norge och Sydsverige. En front, på vilken flera vågor och nederbördsområden bildades, sträckte sig i nord-sydlig riktning över Skandinavien. En varm sydöstlig luftström rädde över Balticum, Finland och norra Sverige. Lågtryckets centrala delar försköts den 10 åt NNE och låg på e.m den 10 över södra Svealand. Läget kl 19 framgår av fig. Cirkulationen runt lågtrycket var mycket kraftig med regnskurar bakom kallfronten. Lågtryckscentrum försköts långsamt vidare norrut till södra Norrland.

Vädersituationen har vissa likheter med läget den 6 september 1985 då ett lågtryck och regnområde delvis stannade upp och gav stora mängder i Svealand och södra Norrland.



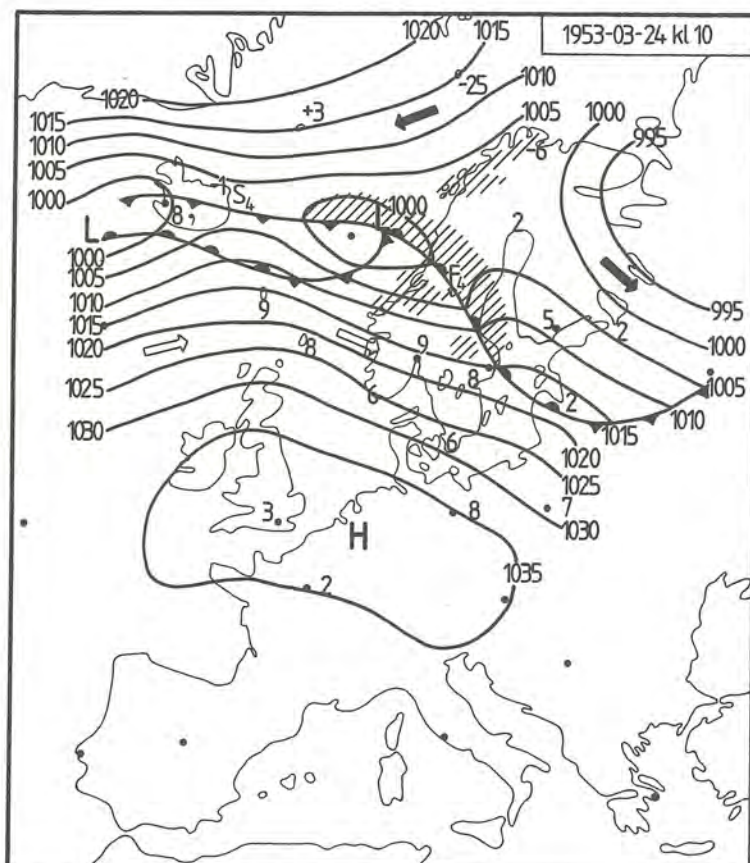
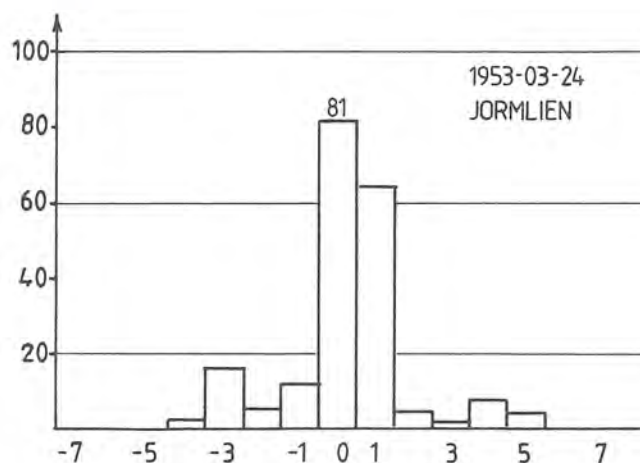
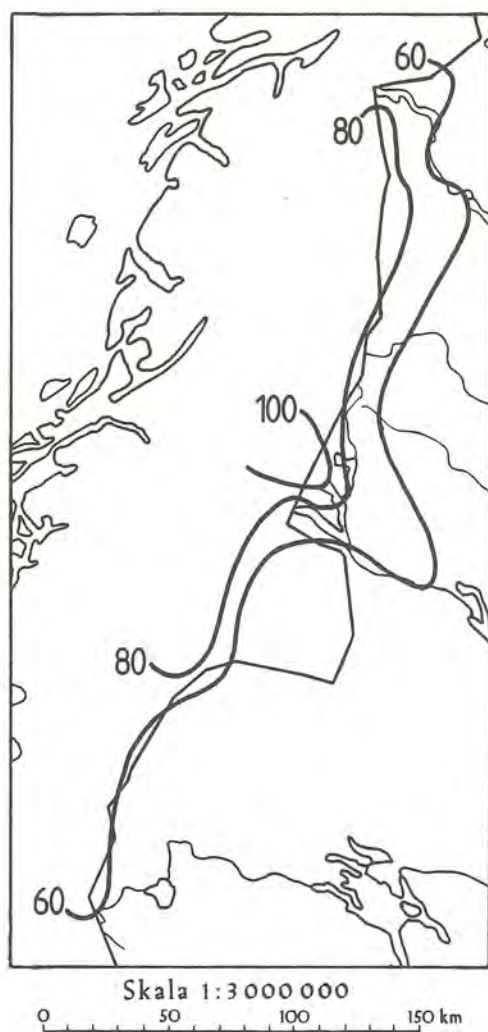
Bilaga 2:40 (forts)



VÄDERLÄGE 1953-03-24

På nordsidan av ett mäktigt högtryck över Centraleuropa och Brittiska öarna rådde en mycket kraftig västlig till nordvästlig strömning över Norska havet och Skandinavien. Lågtryck rörde sig från Island till mellersta Norrland. Ett tämligen kraftigt sådant passerade den 24. I fjälltrakterna föll nederbörden både som snö och regn. Förutom varmfrontsnederbörd förekom regn i varmsektorn och även efter lågtryckspassagen regnade det i södra Norrlands fjälltrakter.

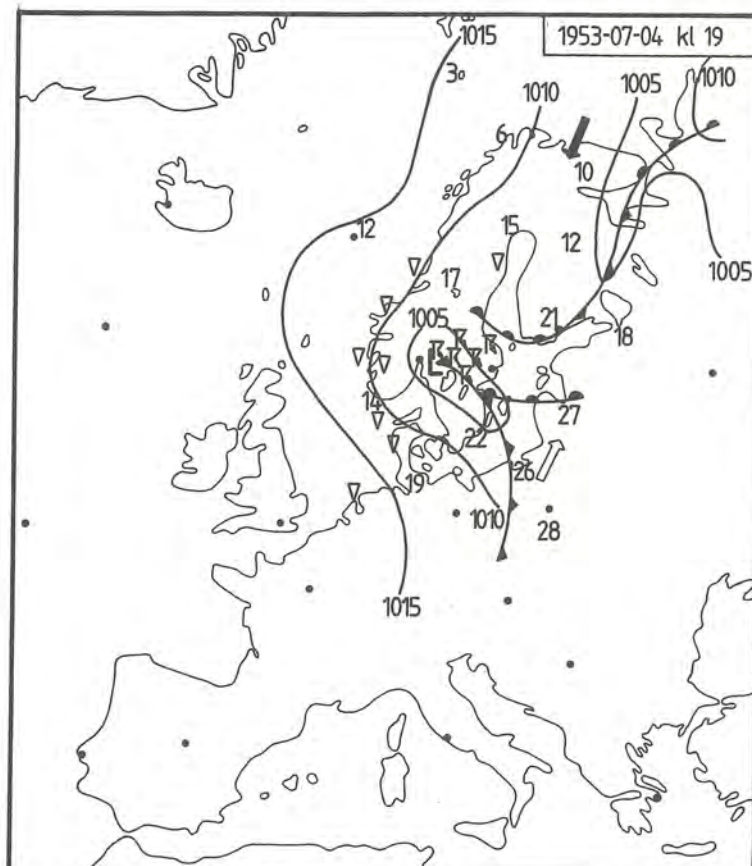
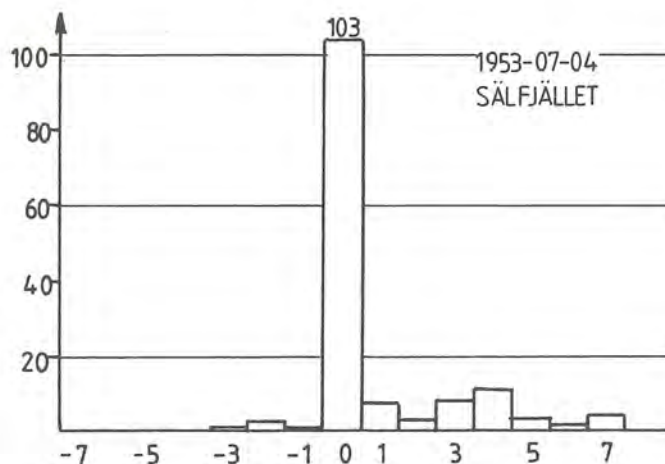
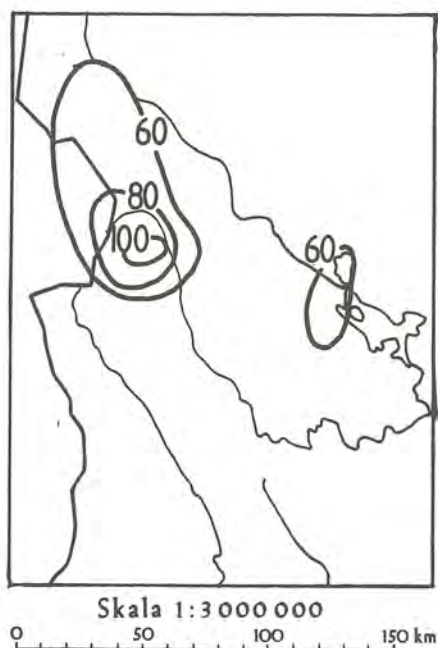
Det synoptiska väderläget kl 10 framgår av skiss.



Bilaga 2:42

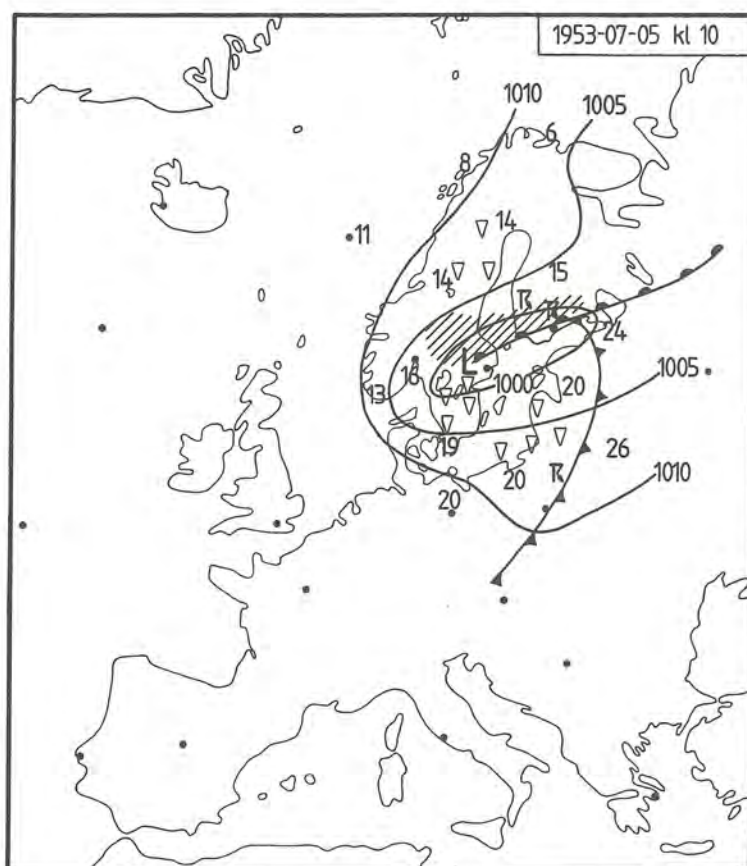
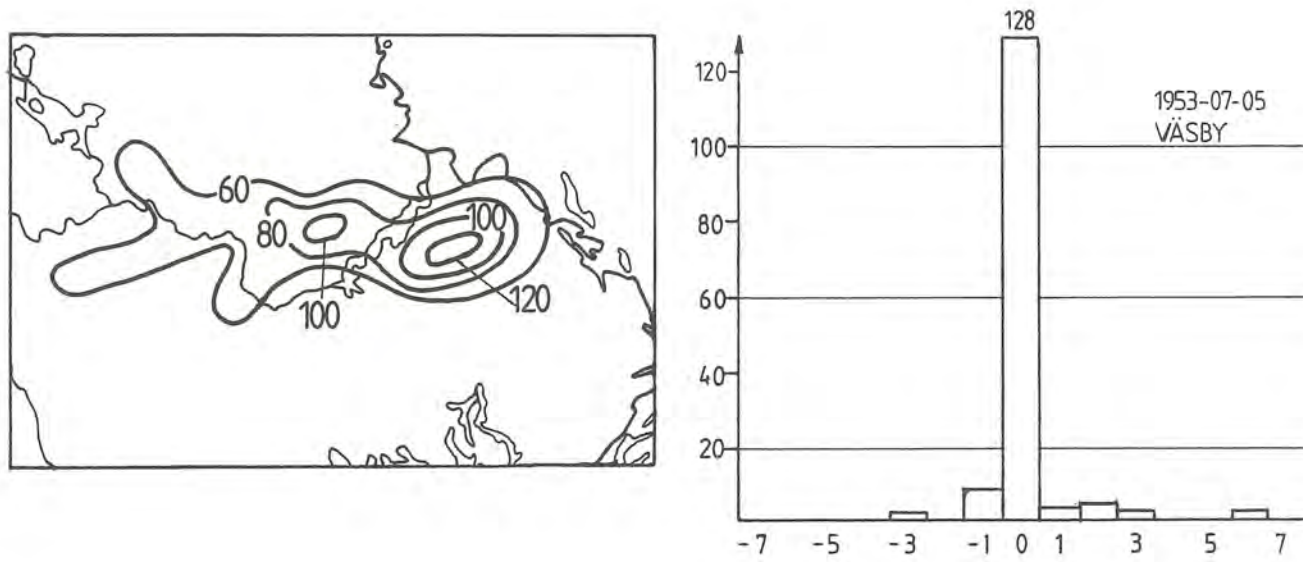
VÄDERLÄGE 1953-07-04

Detta är ett fall med ett tämligen beskedligt lågtryck med en mycket labil luftmassa, där talrika åskväder uppträder. Lågtrycket försköts långsamt åt ENE och efterhand utbildas ett sammanhängande regnområde norr om lågtrycket. Skissen visar läget innan ett regnområde skapats. Mycket varm luft fanns i en sektor över Lettland och Litauen samt SE därom.



VÄDERLÄGE 1953-07-05

Ett lågtryck över Svealand rörde sig långsamt österut under fördjupning. Den 5 låg centrum över Åland. Dagen förut hade kraftig labilitet i lågtrycket visat sig i form av talrika åskväder. Av nederbördsobservationerna den 5 framgår att labiliteten även den 5 var stor då vissa observationer karakteriserar nederbörden som skurar. Åskvädren hade den 5 dragit sig bort till sydvästra Finland. Skissen visar läget kl 10 den 5. Detta fall är inte ett Vb-fall.

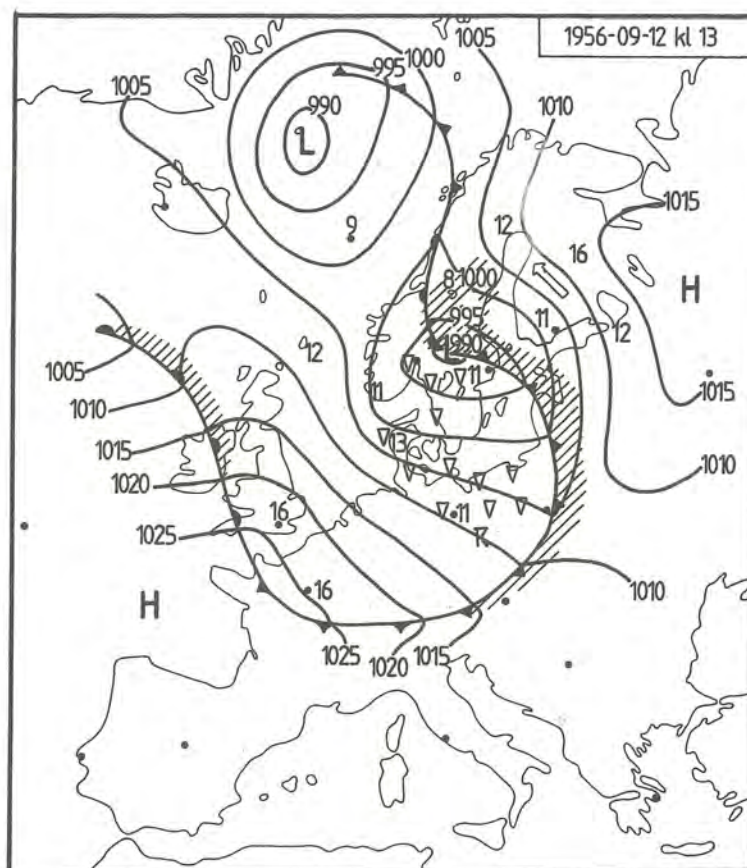
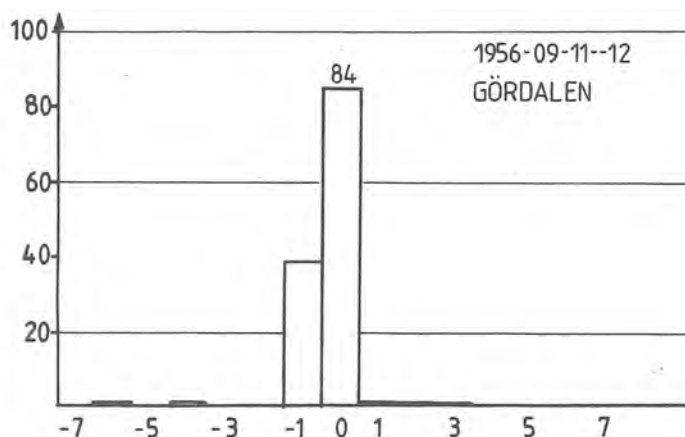
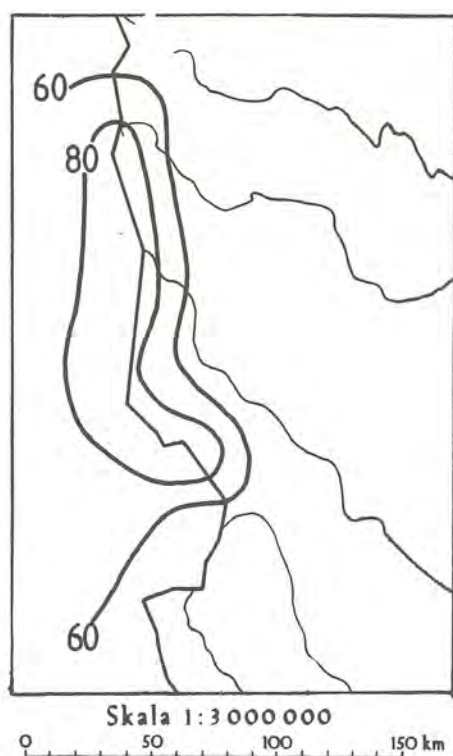


Bilaga 2:44

VÄDERLÄGE 1956-09-12

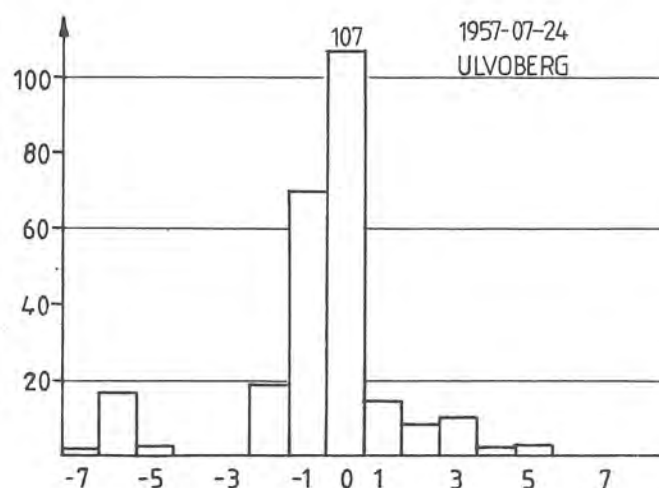
En kallfront trängde västerifrån in över västra Skandinavien på kvällen den 11. Kraftiga tryckfall började uppträda framför fronten och ett lågtryck bildades över inre Svealand. Det fördjupades och blev ganska stillaliggande i ett dygn, men försköts senare söderut under försvagning. Kraftigt regn föll öster om kallfronten och väster om fronten förekom regnskurar tämligen allmänt.

Kartbilden kl 13 framgår av figur.

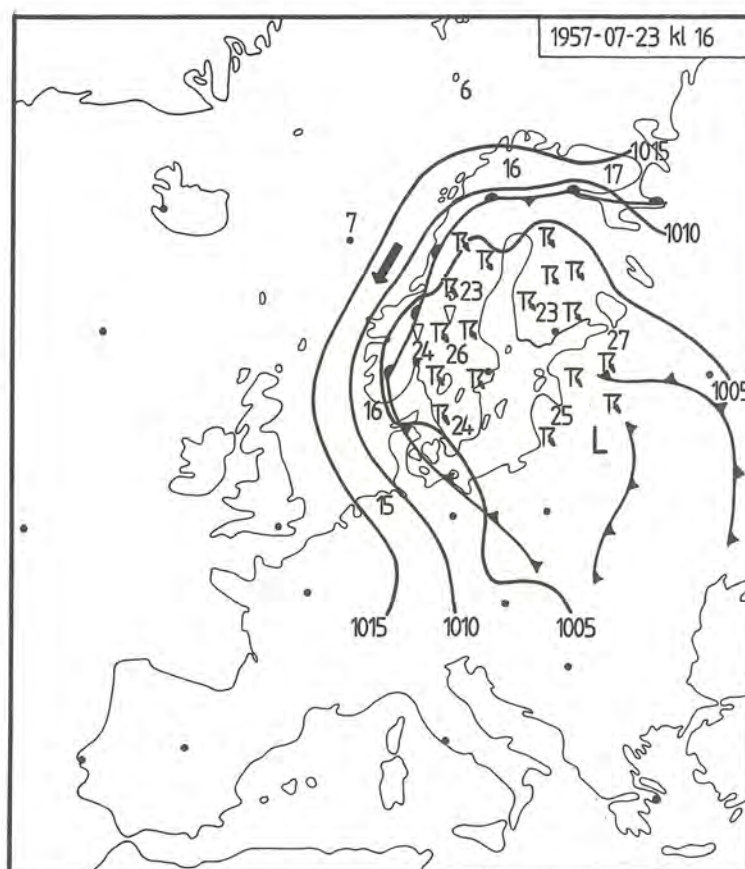


VÄDERLÄGE 1957-07-23

Ett flackt lågtrycksområde täckte Skandinavien, Finland och Balticum. Mycket talrika åskväder och kraftiga regnskurar förekom. Luftmassan var varm och fuktig. Se skiss över läget den 23 kl 16.



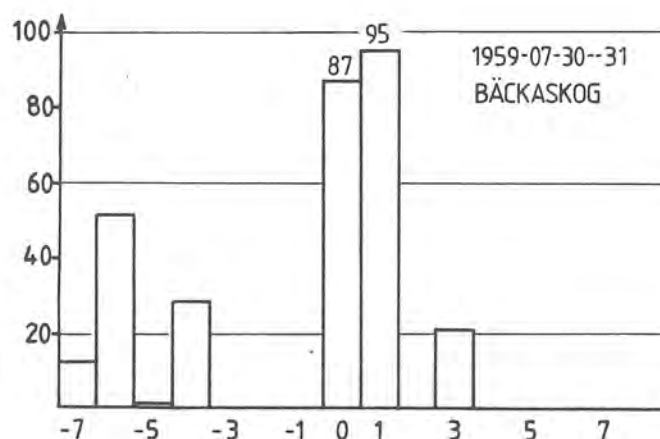
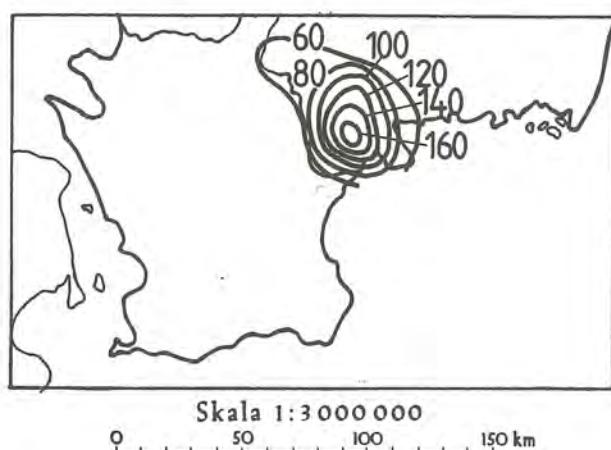
Analysen är osäker pga glest stationsnät.



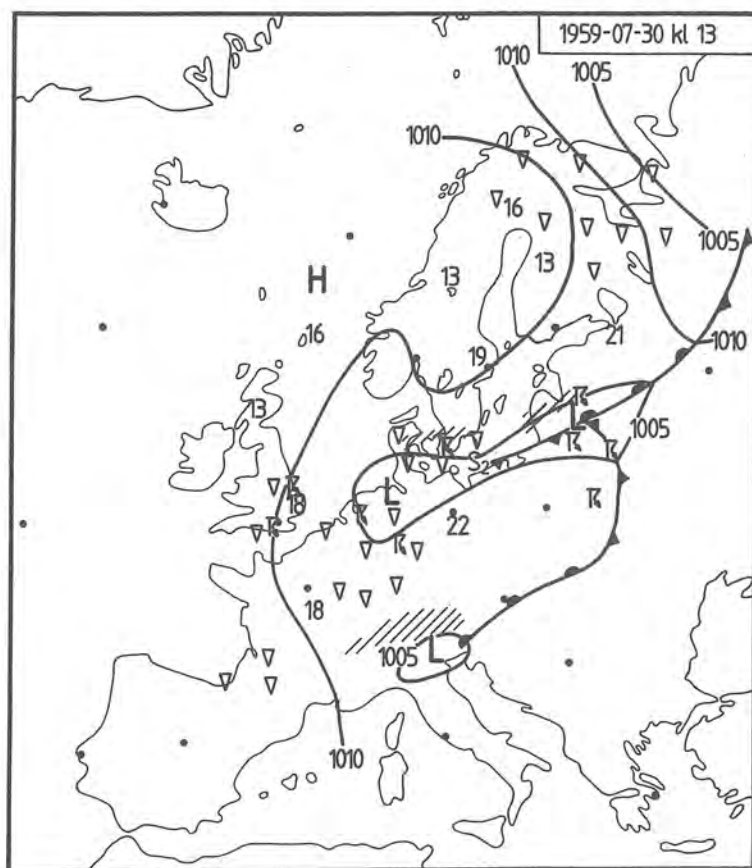
Bilaga 2:46

VADERLÄGE 1959-07-30--31

Över Götaland rådde en nordöstlig luftström. Nederbörd inom tämligen begränsade områden förekom i Balticum, delar av Skåne och Blekinge. Nederbörden rapporterades av vissa stationer som regnskurar, ihållande och långvarigt regn förekom på andra platser. Åskväder iaktogs även i Skåne. Nederbörden tycks ej ha varit förknippad med några fronter. Tryckfältet framgår av skiss för tidpunkten 13 den 30 juli. Fallet är utförligt behandlat av Ellesson och Persson 1961.

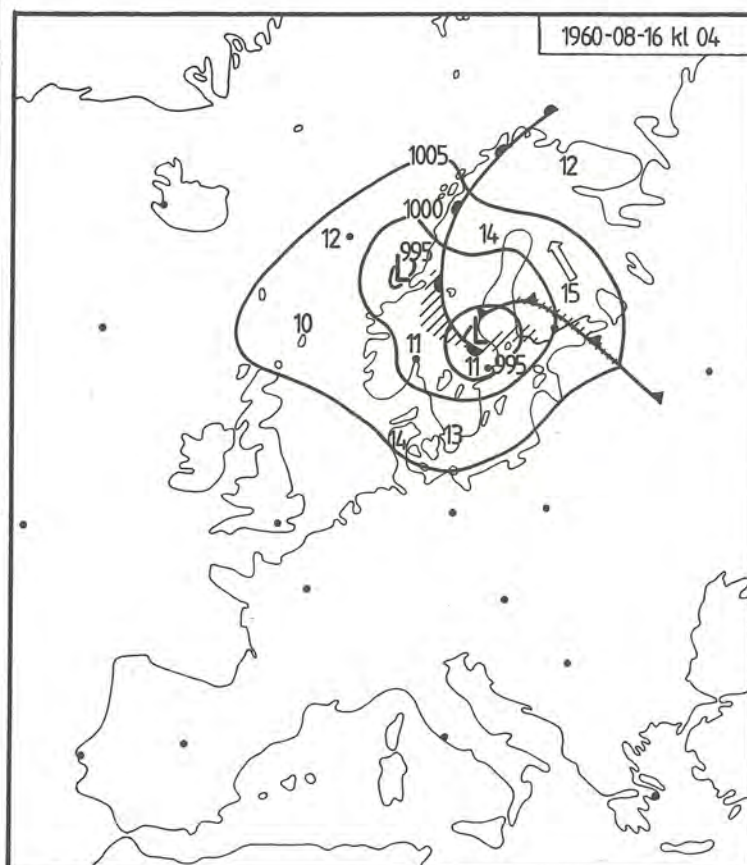
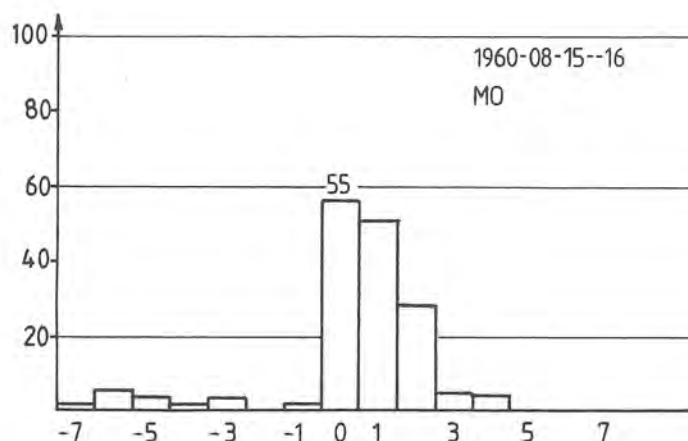
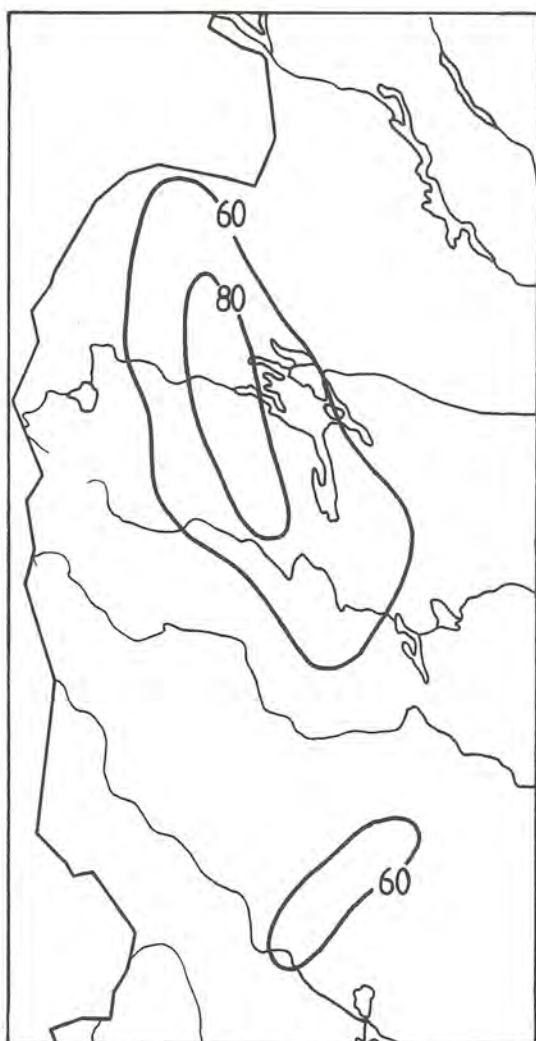


Ovanstående analys bygger enbart på värden från SMHI:s nederbördsstationer. Ellesson och Persson 1961 har i sin utförliga behandling av detta fall utnyttjat uppgifter från ett stort antal speciellt upprättade nederbördsstationer.



VÄDERLAGE 1960-08-15--16

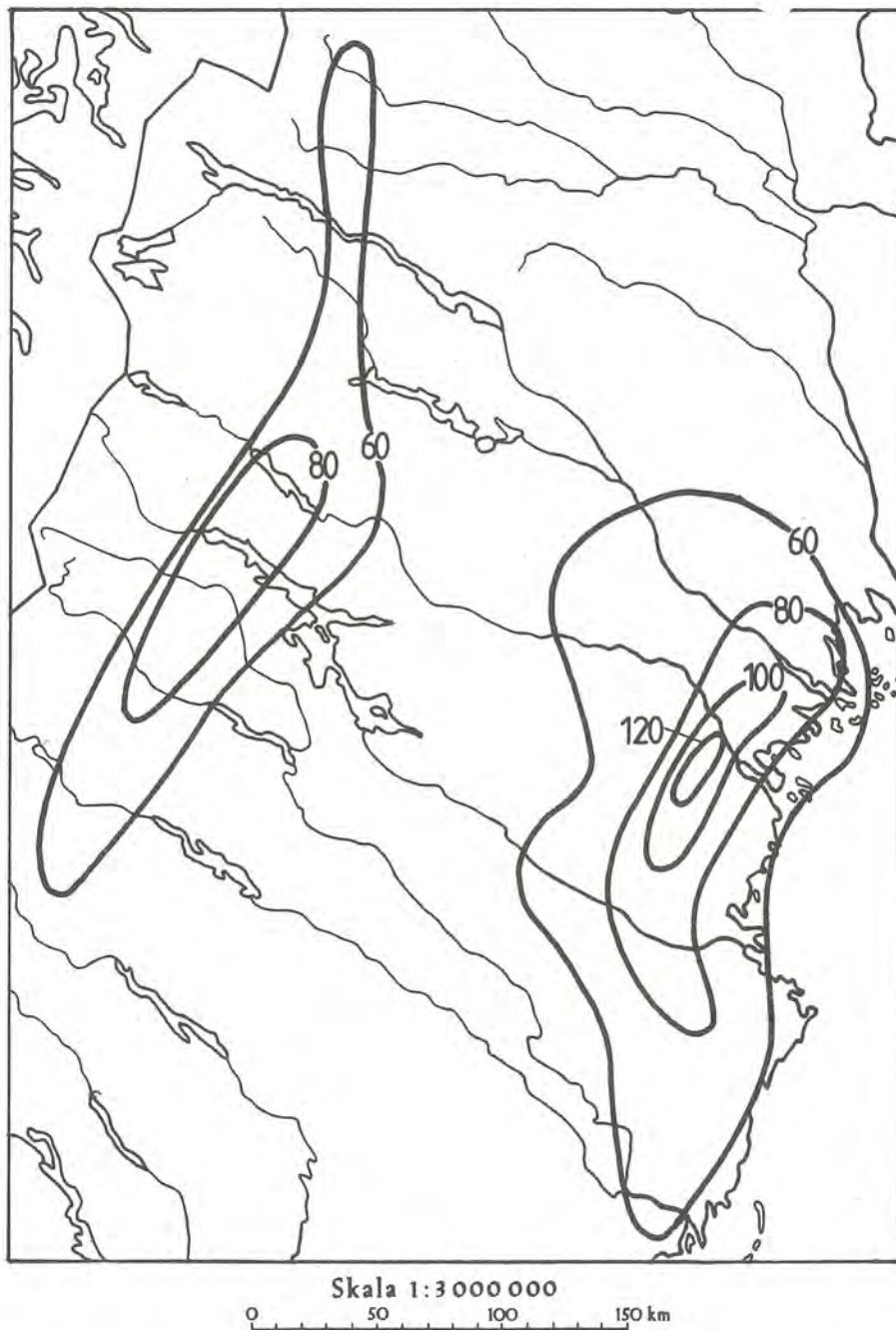
Ett tämligen stationärt lågtrycksområde täckte mellersta Sverige. Lågtryckscentrum låg norr om Gävle den 16 på natten och hade rört sig långsamt norrut. Nederbörden, kopplad till varmfronten låg länge kvar över västra Dalarna, Härjedalen och Jämtland. Nederbörd förekom även i varmsektorn. Väderkartorna ger en bild av ett tämligen normalt sommarlågtryck med små lufttryckstendenser och ganska små temperaturkontraster mellan varmluften i norr och kalluften söder om lågtrycket.



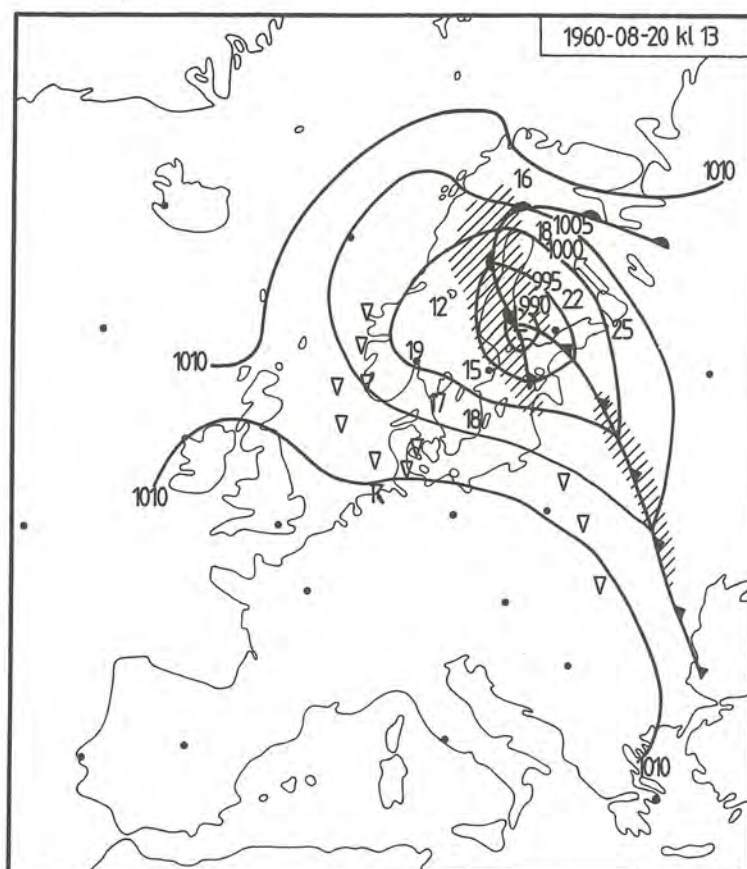
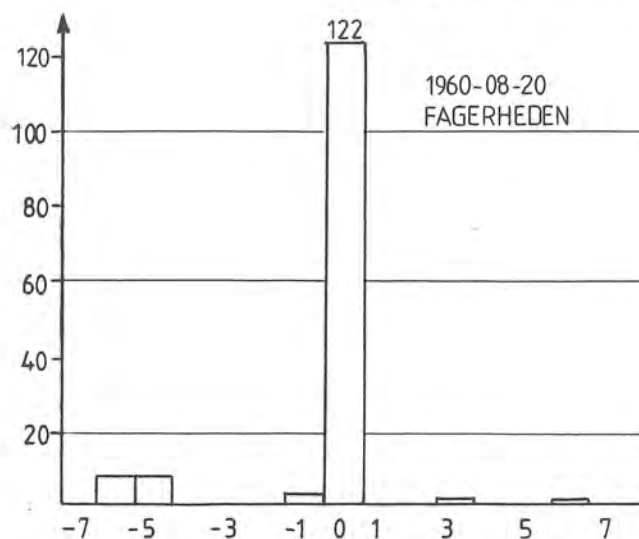
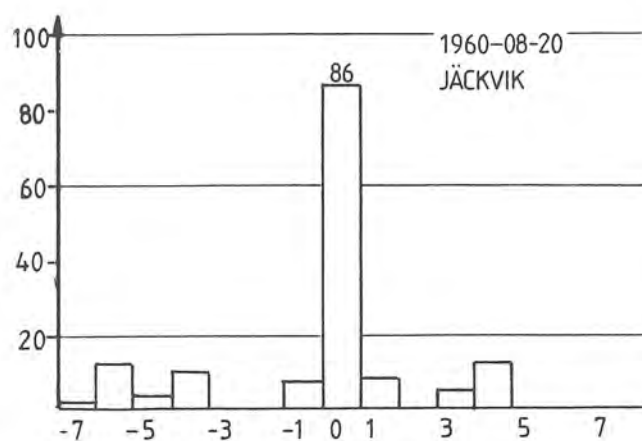
Bilaga 2:48

VÄDERLÄGE 1960-08-20

Detta väderläge är en typisk s k Vb-situation. Ett lågtryck rörde sig under någon fördjupning norrut över Östersjön till Bottenviken. Till lågtrycket hörde ett omfattande nederbördsområde, som gav stora regnmängder i östra Götaland, Svealand, Norrland och västra Finland. Stora temperaturkontraster rådde mellan varmluften i öster och den kallare luften väster om lågtryckets centrum. I varmluften var temperaturen 20-23°, men i den svala luften 15-18°; där det regnade 11-14°. Väderläget kl 13 framgår av skiss.



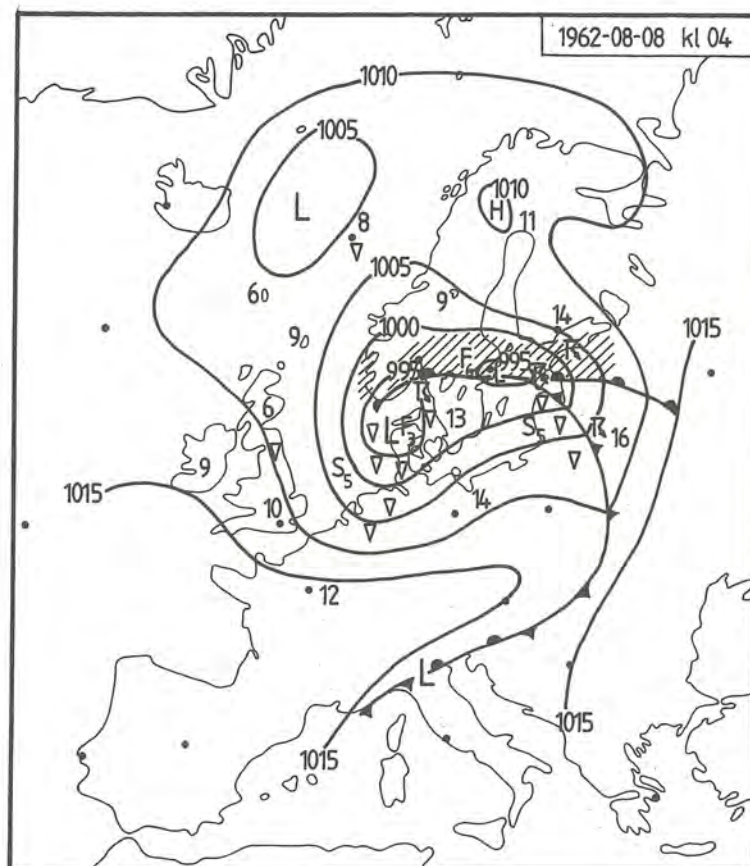
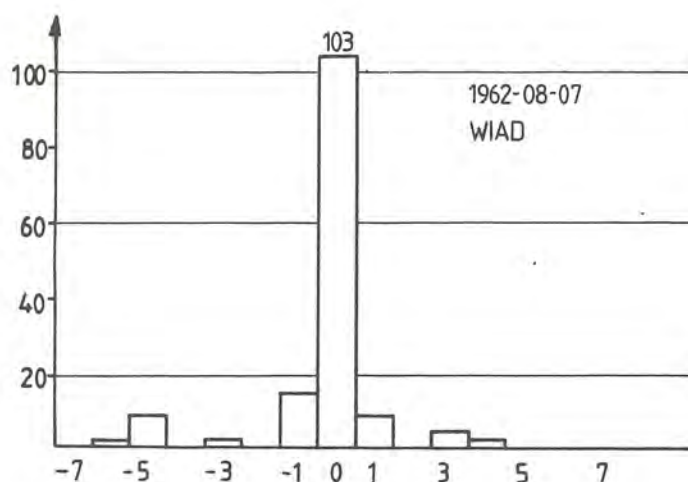
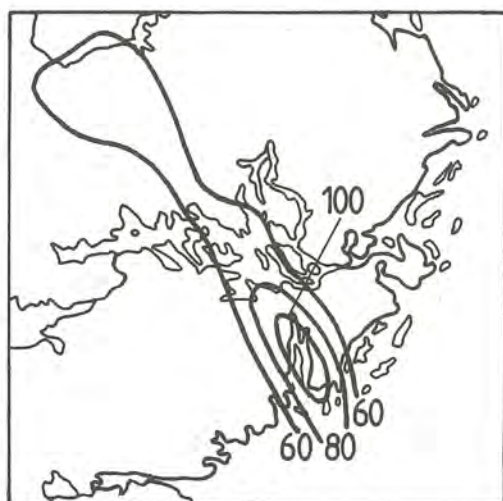
Bilaga 2:48 (forts)



Bilaga 2:49

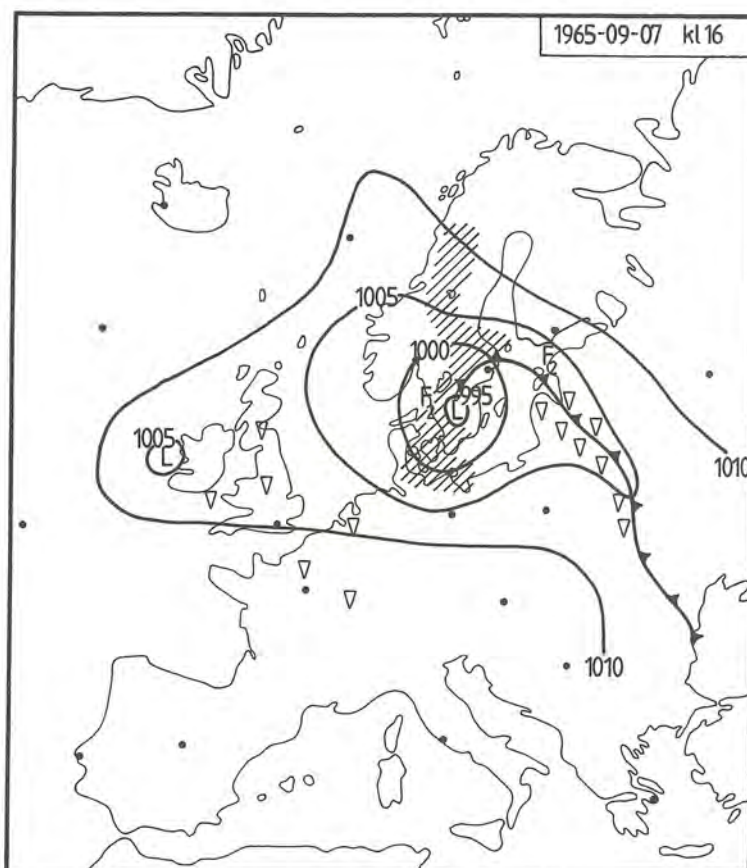
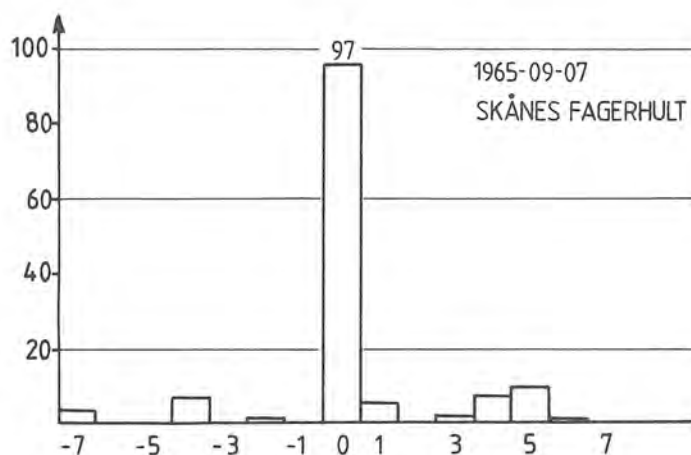
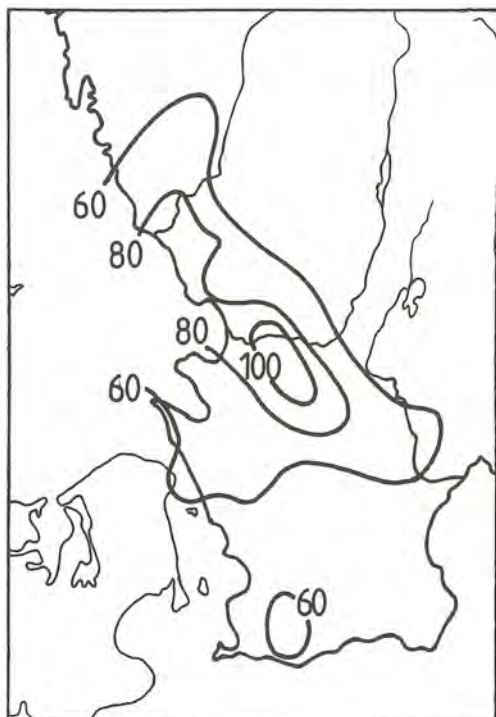
VÄDERLÄGE 1962-08-07--08

Ett ganska intensivt lågtryck rörde sig från södra Nordsjön åt nordost upp över norra Götaland och södra Svealand. Lufttryckstendenser på 6-8 mb på tre timmar förekom. Inom regnområdet förekom åskceller. Läget kl 04 den 8 augusti framgår av skiss. Kraftigt regn och åskväder uppträdde inom frontnederbörden.



VÄDERLÄGE 1965-09-07--08

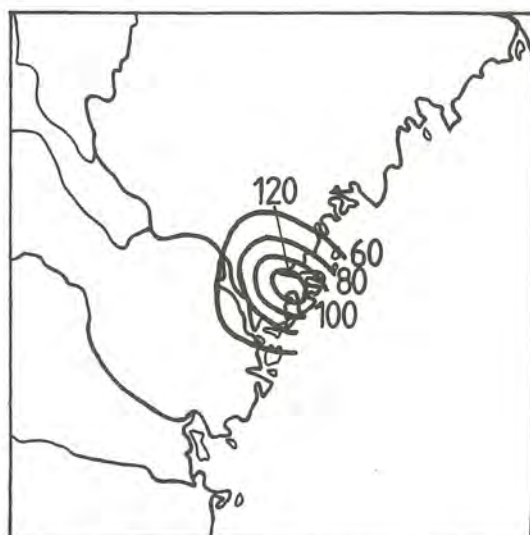
Ett lågtrycksområde täckte södra Sverige med lågtryckets centrala delar i inre Götaland. Ett nederbördsområde väster om lågtryckscentrum låg kvar ganska länge över västra Götaland. Läget kl 16 den 7 visas i kartskissen.



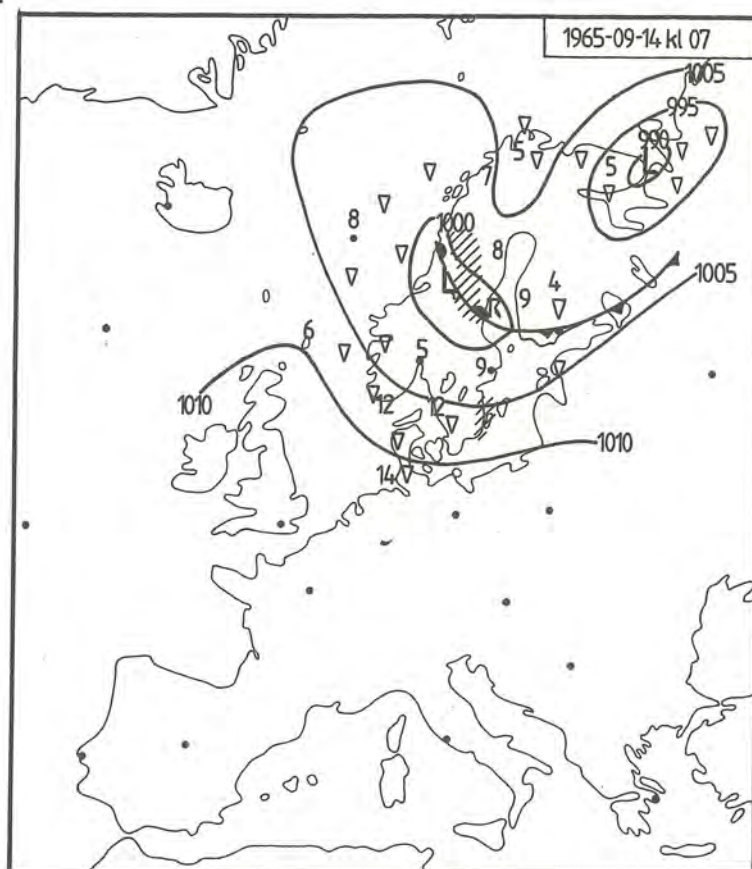
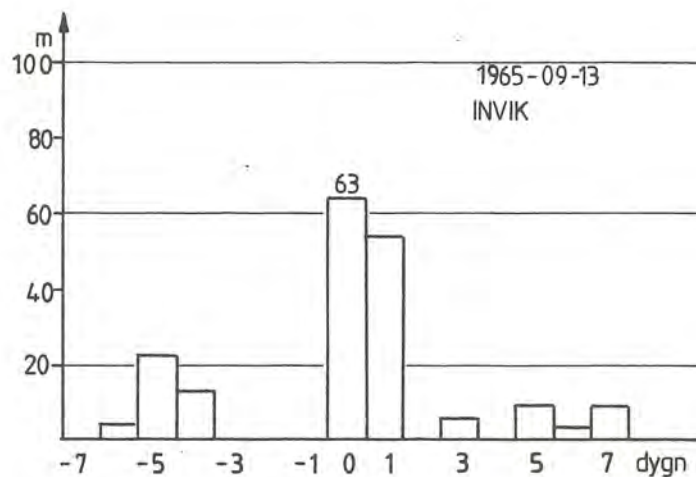
Bilaga 2:51

VÄDERLÄGE 1965-09-14

Ett lågtryck hade västerifrån rört sig till södra Norrland. Som framgår av skissen var lågtrycket inte särskilt djupt och lufttryckstendenserna var små. En front har lagts in på kartan men temperaturkontrasterna vid marken norr och söder om fronten var tämligen små. Nederbörden var delvis konvektiv till sin karaktär. Åska förekom och regnskurar rapporterades av några observatörer.

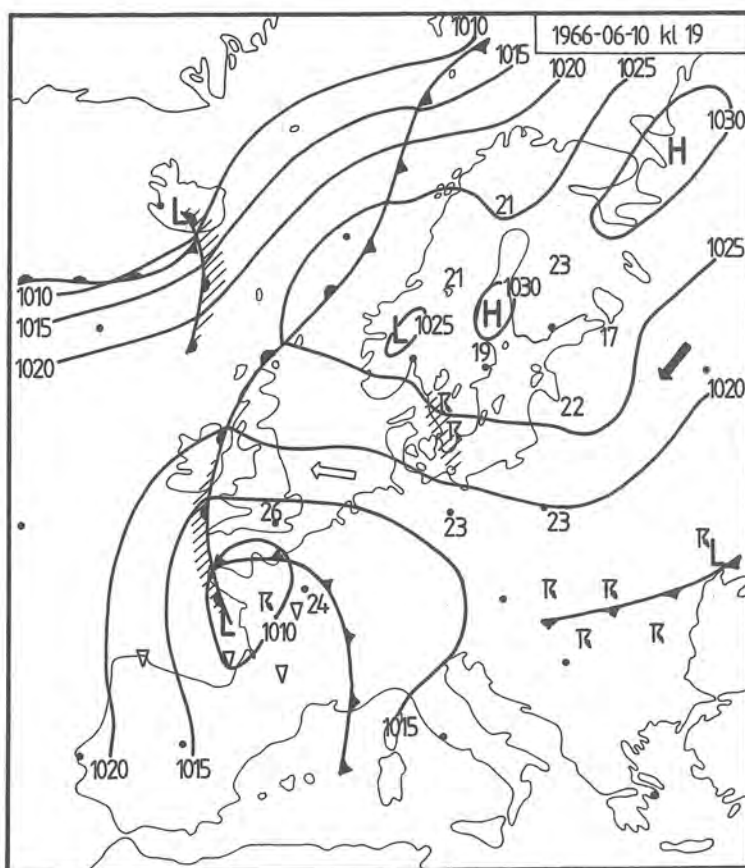
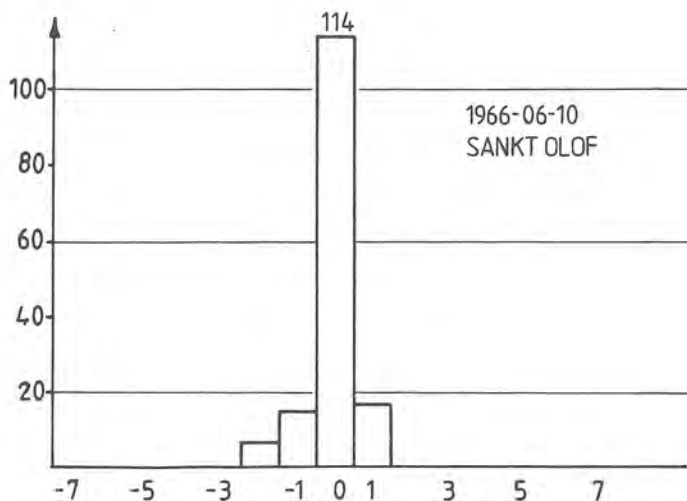
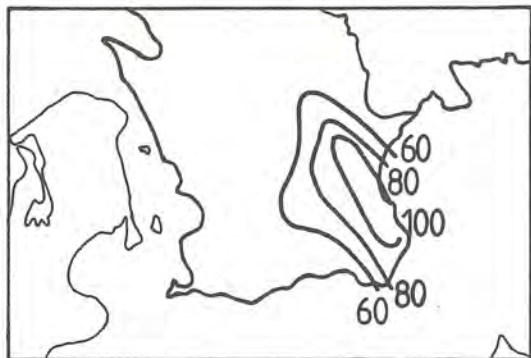


Skala 1:3 000 000
0 50 100 150 km



VÄDERLÄGE 1966-06-09--10

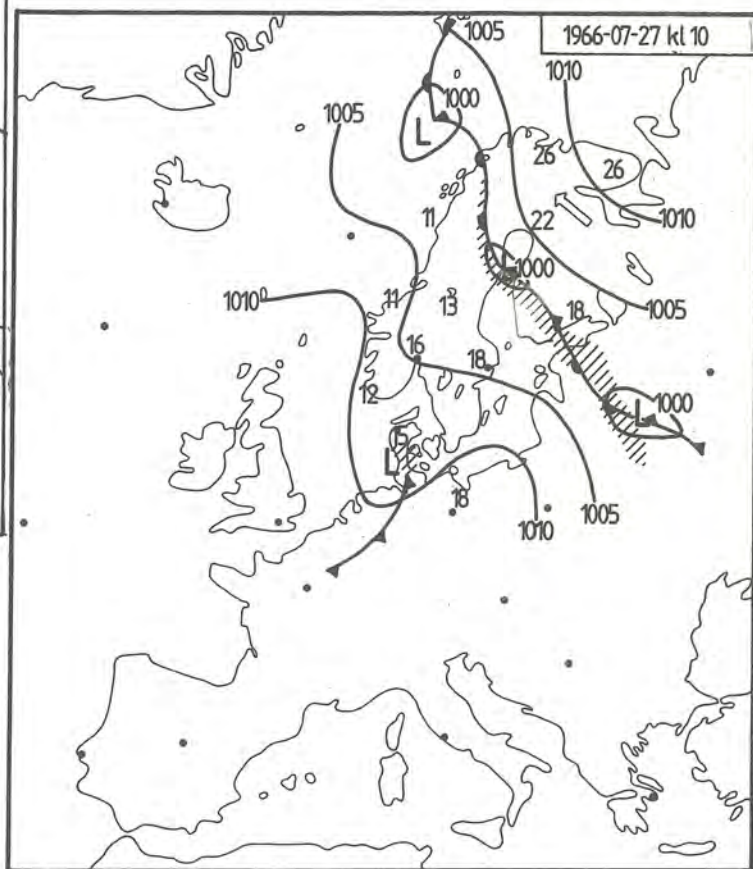
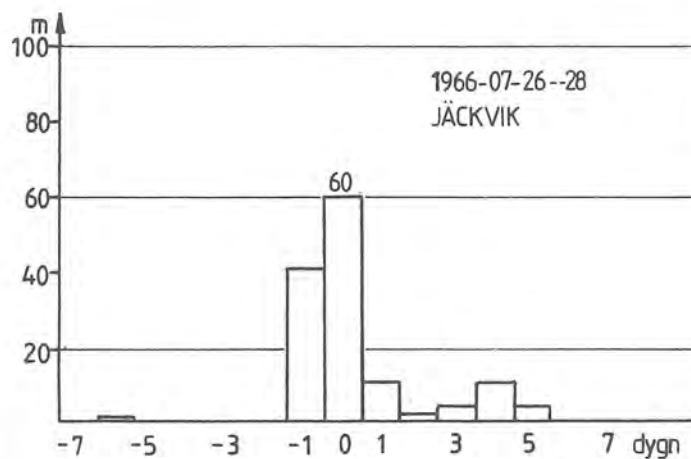
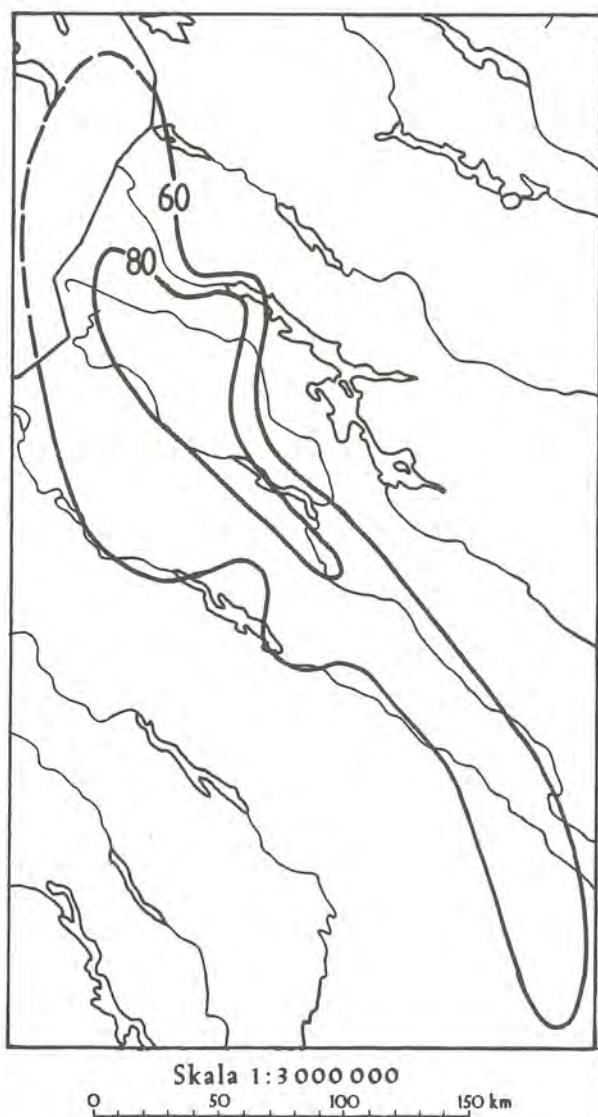
På sydsidan av ett högtryck över Finland och en högtrycksrygg över mellersta Skandinavien rådde en varm och fuktig ostlig luftström över sydligaste Skandinavien och Väst- och Centraleuropa. Tämlichen ihållande och stillaliggande åskregn förekom inom ett tämligen begränsat område i Skåne och på Västkusten från den 9 juni kl 06z till den 11 kl 09. Väderläget i stort var ganska oförändrat under denna period. Väderkartans utseende den 10 på kvällen framgår av skiss.



Bilaga 2:53

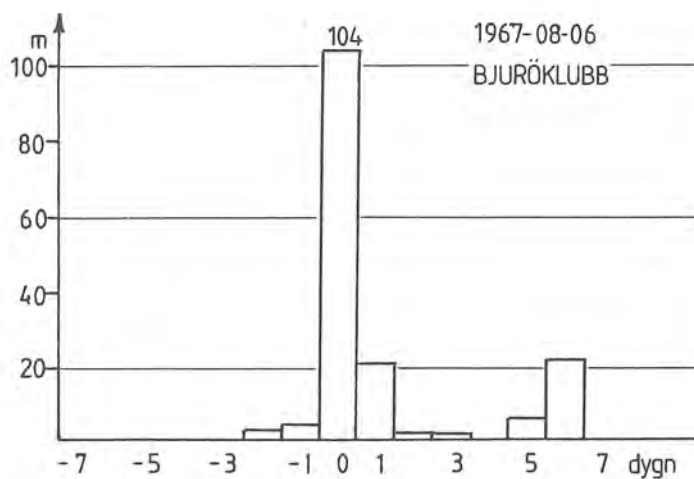
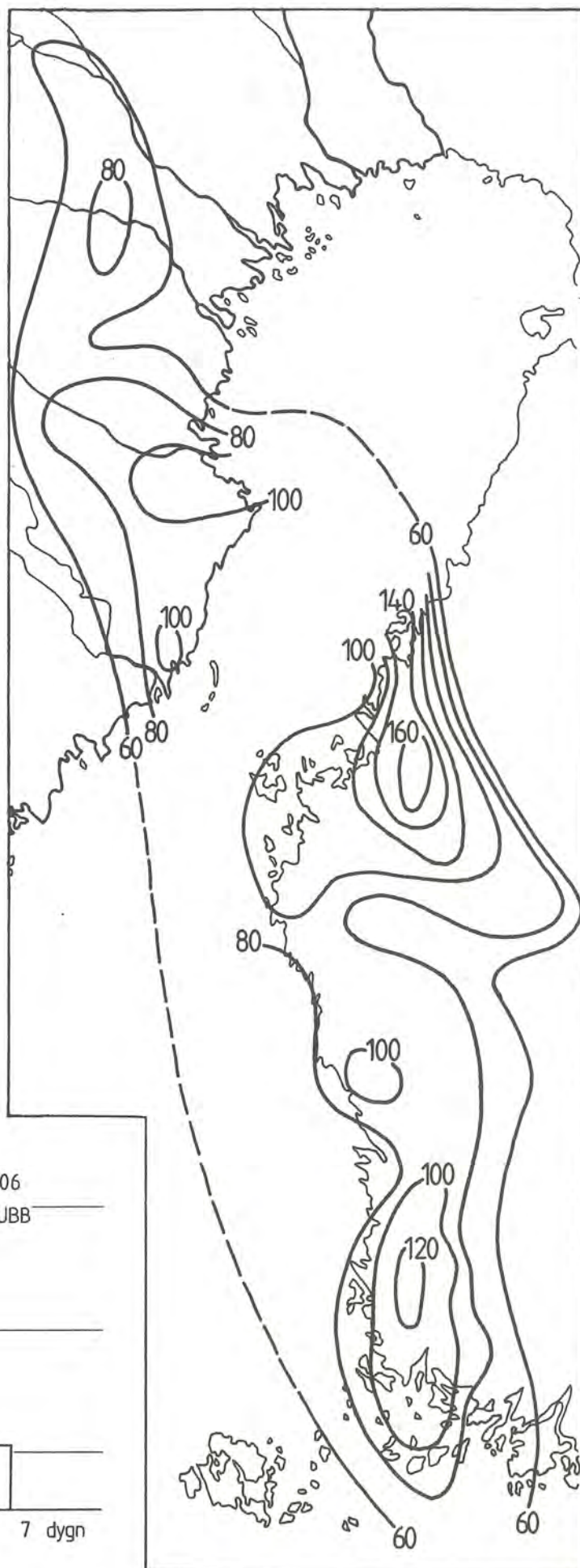
VADERLÄGE 1966-07-27

En front i riktningen SE-NW rörde sig norrut över Norrland. NE om fronten fanns en varm SE-lig luftström med mycket varm luft över västra Ryssland. Regnområdet i samband med fronten var smalt. Mindre vågor bildades på fronten och dessa fortplantade sig åt NW. Läget kl 10 den 27 visar enligt skissen två vågor på den eftersläpande kallfronten.

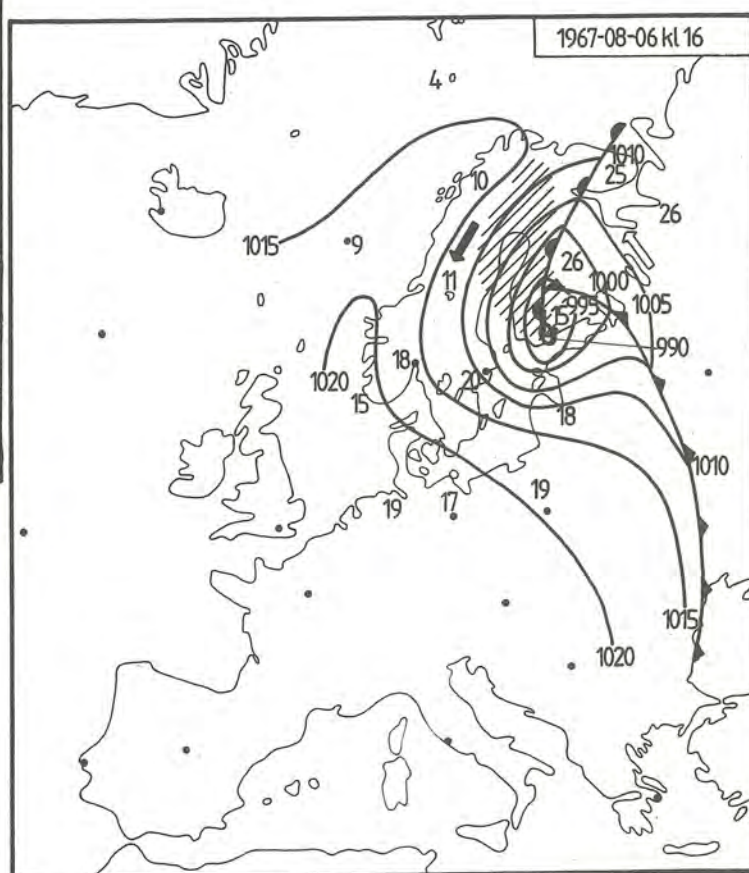
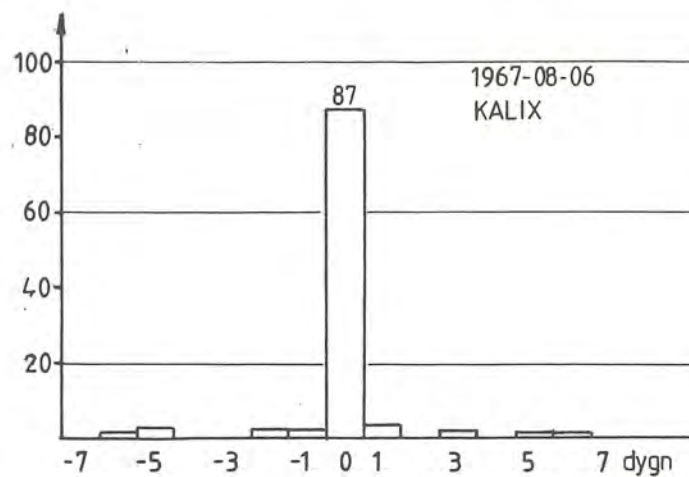
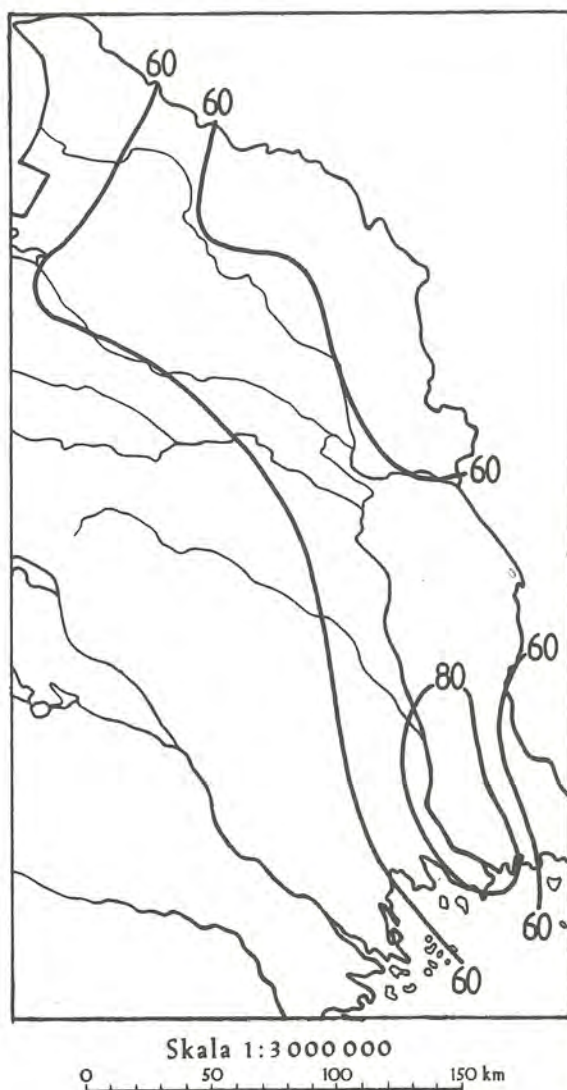


VADERLAGE 1967-08-06

Detta är en ganska typisk Vb-situation. Längs polarfronten som sträcker sig i N-S-lig riktning öster om Sverige bildas en vågstörning som fördjupas kraftigt under morgonen den 6, då lågtryckscentrum befinner sig över Estland. Lågtrycket rör sig endast långsamt norrut, medan tillhörande regnområde under lång tid ligger kvar över NE Norrland och västra Finland. Temperaturkontrasterna mellan luften i varmsektorn och den svala luften väster och söder om lågtrycket var stora. Se skiss som visar läget den 6 kl 16.

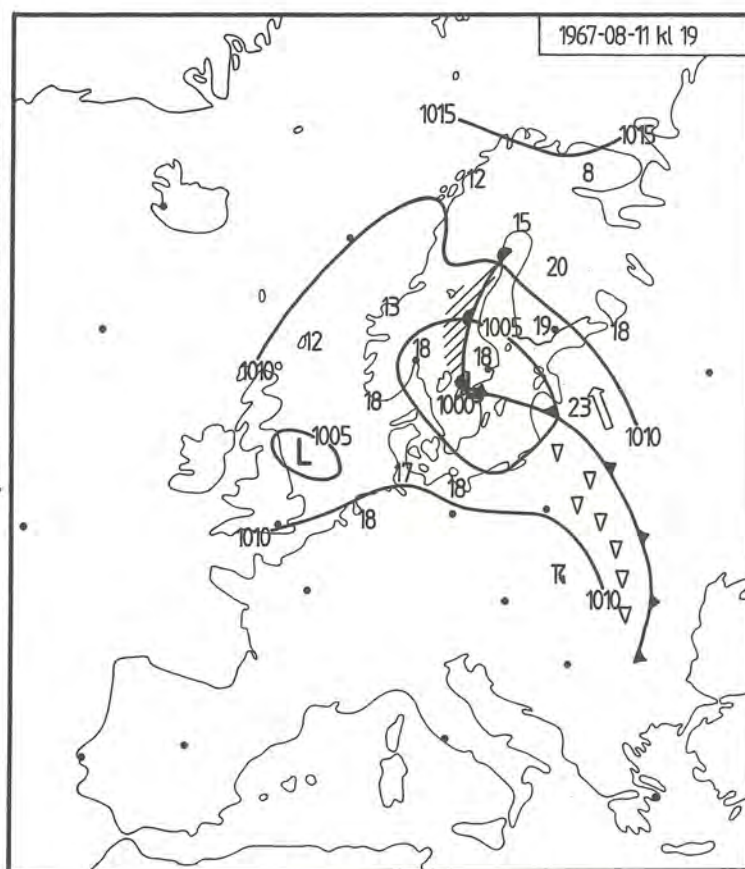
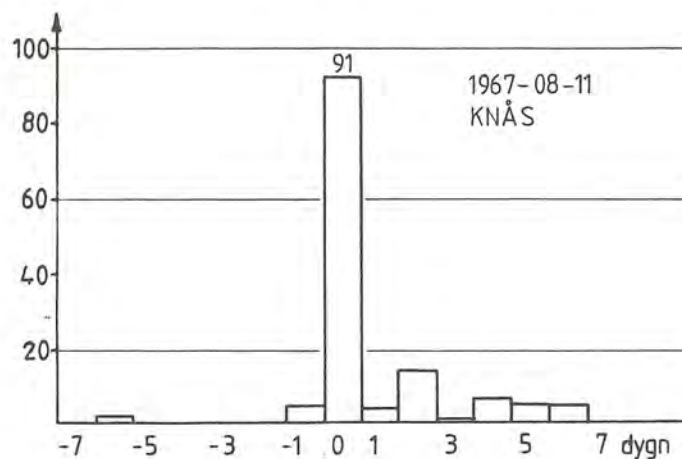
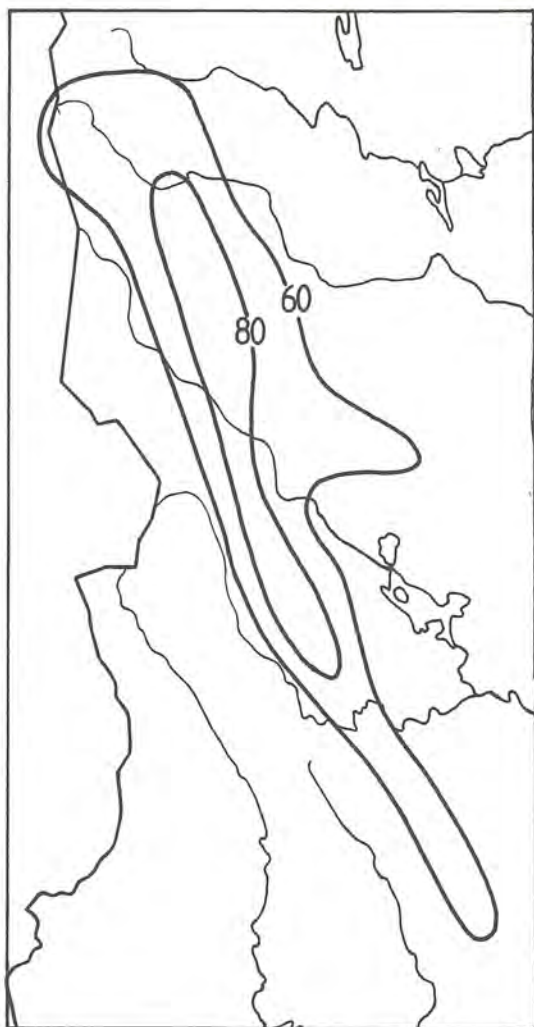


Bilaga 2:54 (forts)



VÄDERLÄGE 1967-08-11

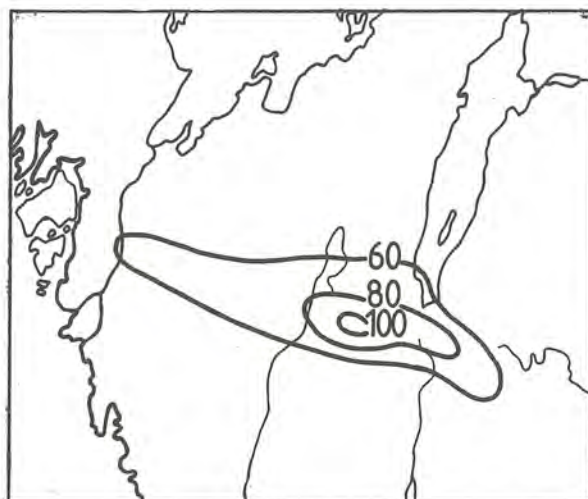
Ett lågtryck över Götaland fördjupades något under långsam rörelse åt NW. En varmfront i N-S-lig riktning över mellersta Sverige försköts långsamt norrut och obetydligt västerut. Regnvädret väster om varmfronten kom därför att under lång tid ge regn i bl a västra Svealand och Härjedalen. En varm SE-lig luftström rådde över bl a Estland och Finland. Se skiss för tidpunkten kl 19 den 11 augusti.



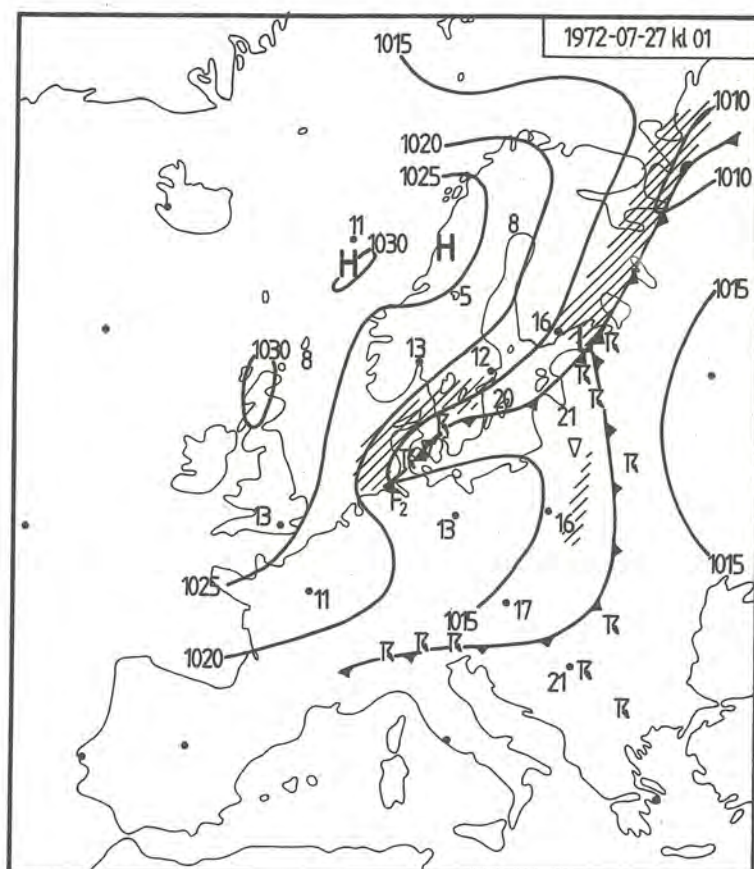
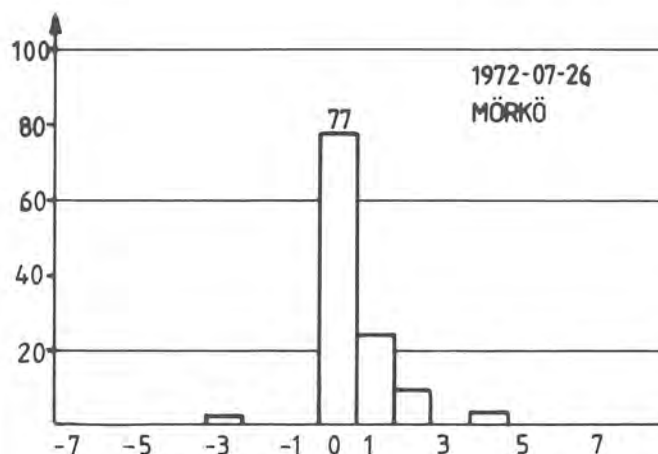
Bilaga 2:56

VÄDERLÄGE 1972-07-26--27

På nordsidan av ett tråg i riktningen väst-öst förekom åska och kraftigt regn norr om konvergenszonen i en ganska kraftig nordostlig luftström. Väderläget på natten mellan den 26 och 27 framgår av kartskissen.

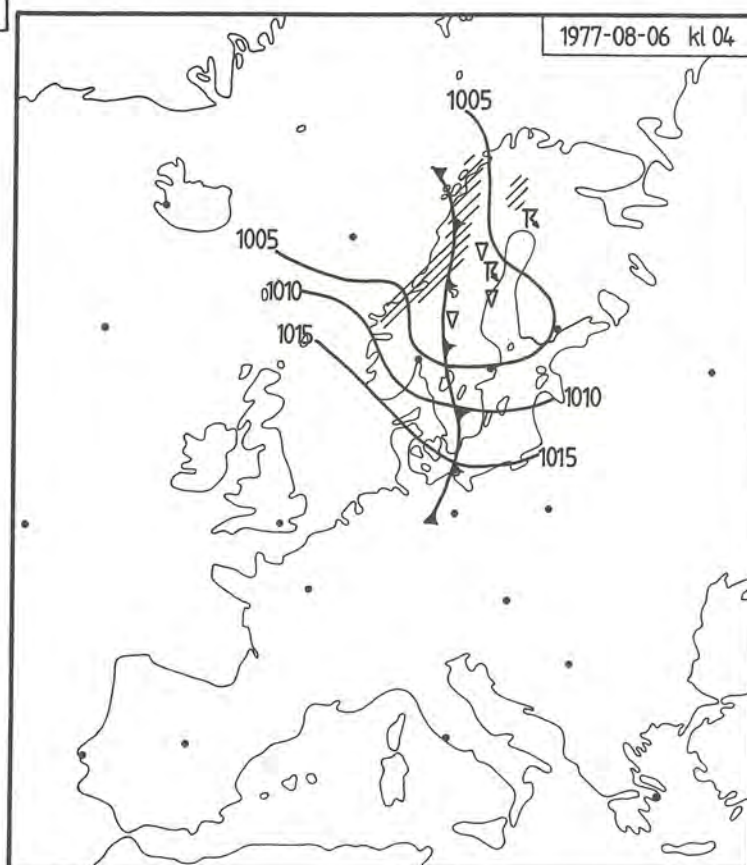
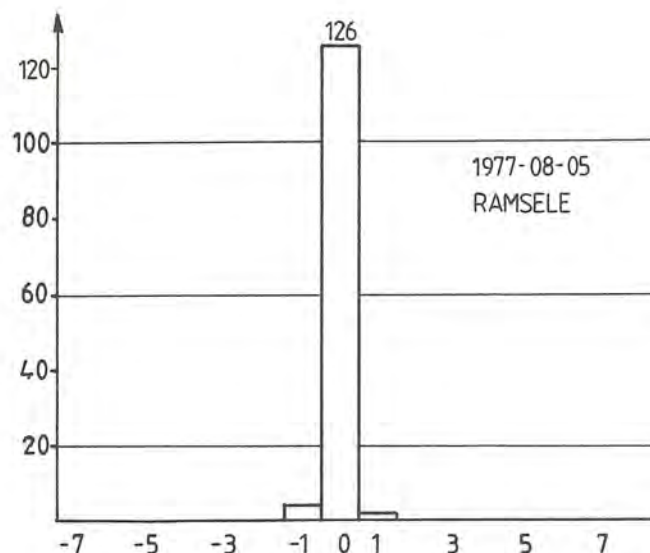
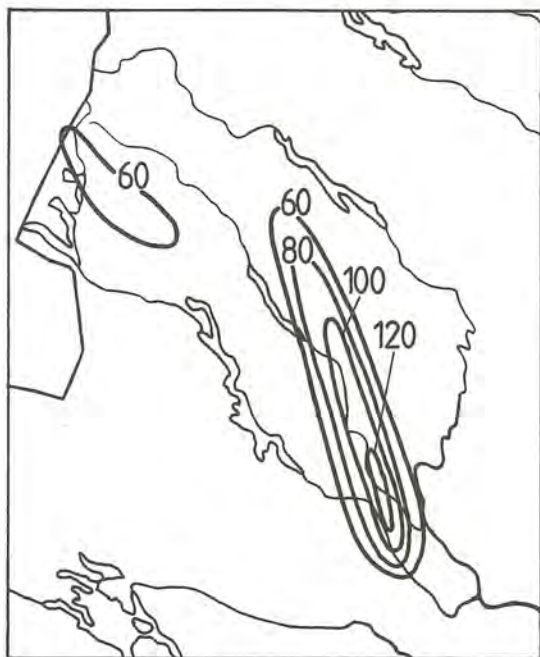


Skala 1:3 000 000
0 50 100 150 km



VÄDERLÄGE 1977-08-05

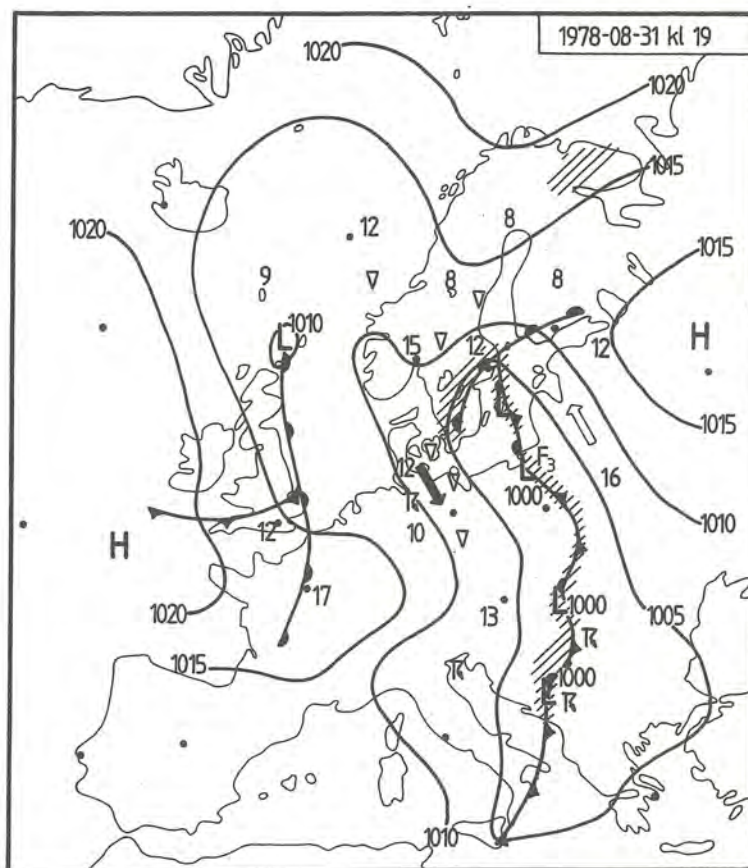
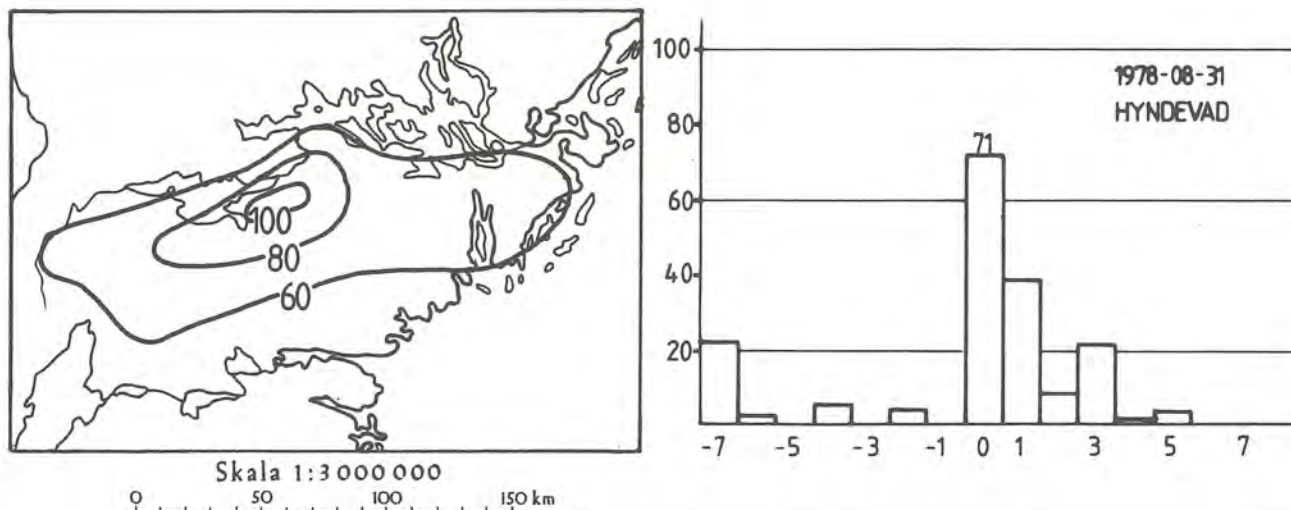
Detta väderläge är ganska diffust och svåranalyserat. En kallfront i riktningen NNW-SSE har lagts in genom västra Sverige. Tidvis är det knappast någon nederbörd kopplad till fronten. Cumulonimbusmoln rapporteras, ett svagt tryckfall öster om fronten och tryckstig på Norska havet. Det märks inget skarpt tråg vid den analyserade fronten. Skissen visar läget kl 04 den 6. Nederbörden torde med hänsyn till molnrapporterna ha varit konvektiv.



Bilaga 2:58

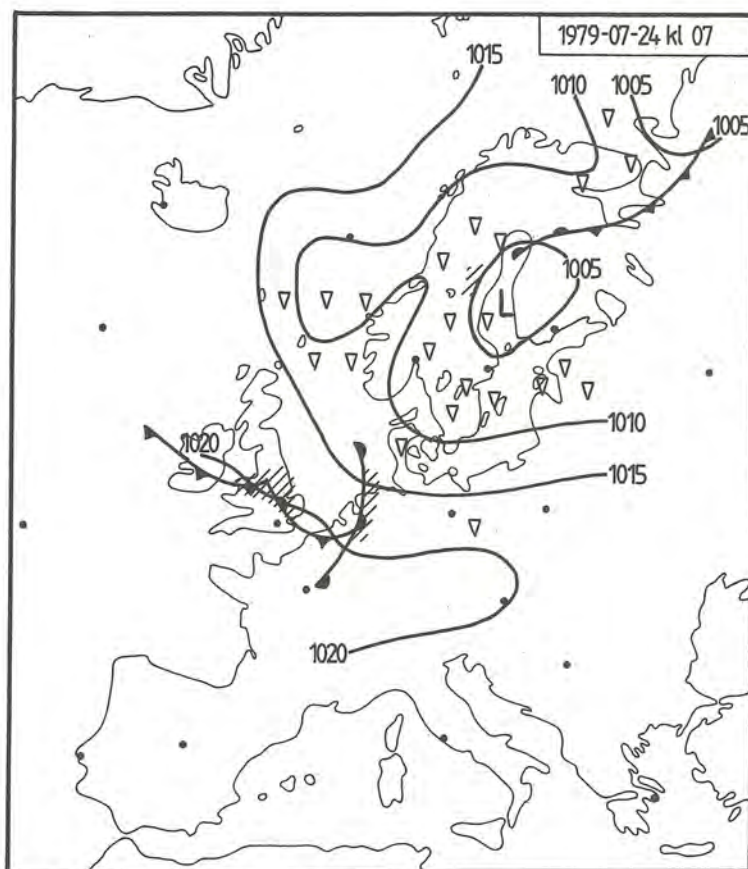
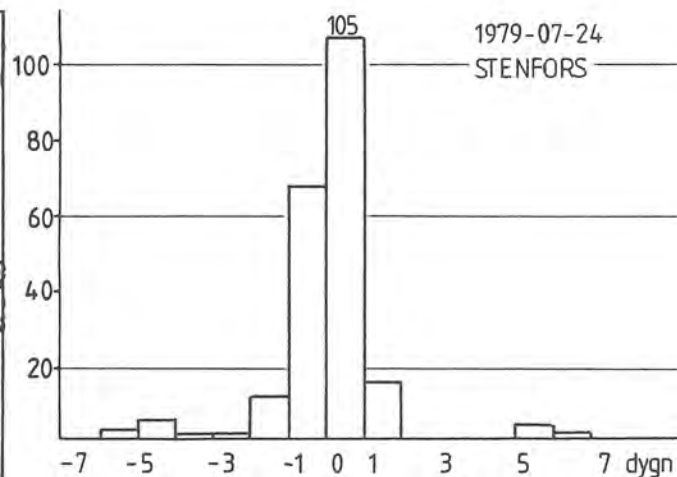
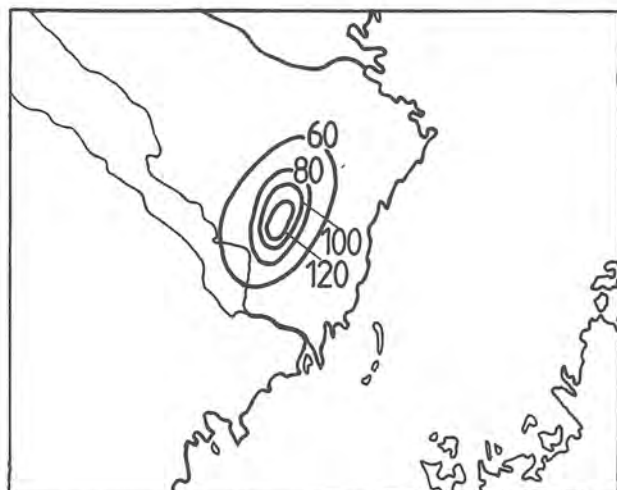
VÄDERLÄGE 1978-08-31--09-01

I gränzonen mellan varm luft över Ryssland och svalare över Västeuropa rörde sig lågtryck och regnområden norrut. Åskväder och regnskurar förekom i kallluftmassan. Väderläget kl 19 den 31 framgår av skiss.



VÄDERLÄGE 1979-07-24

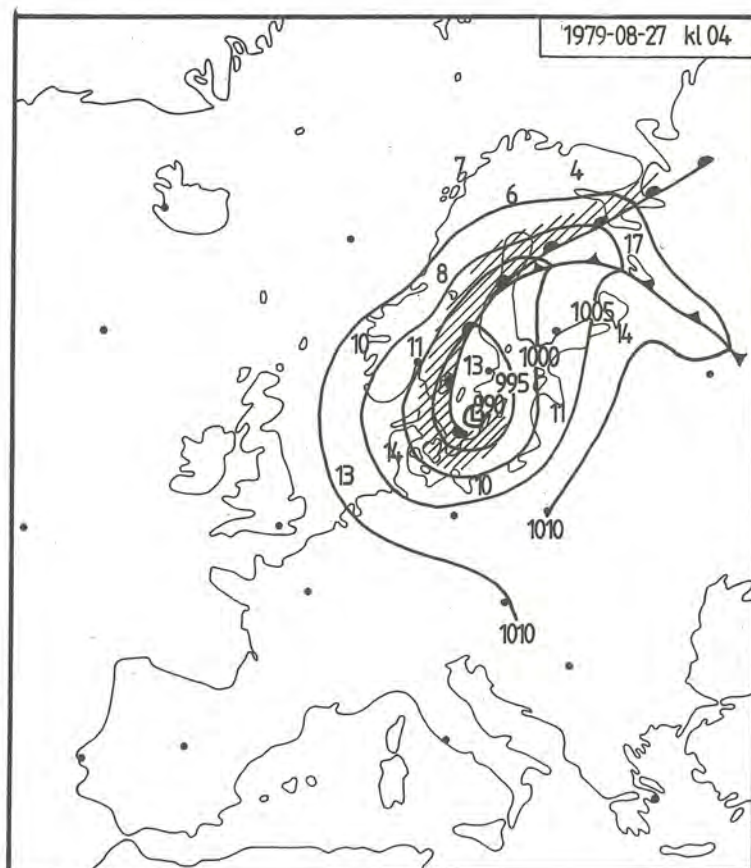
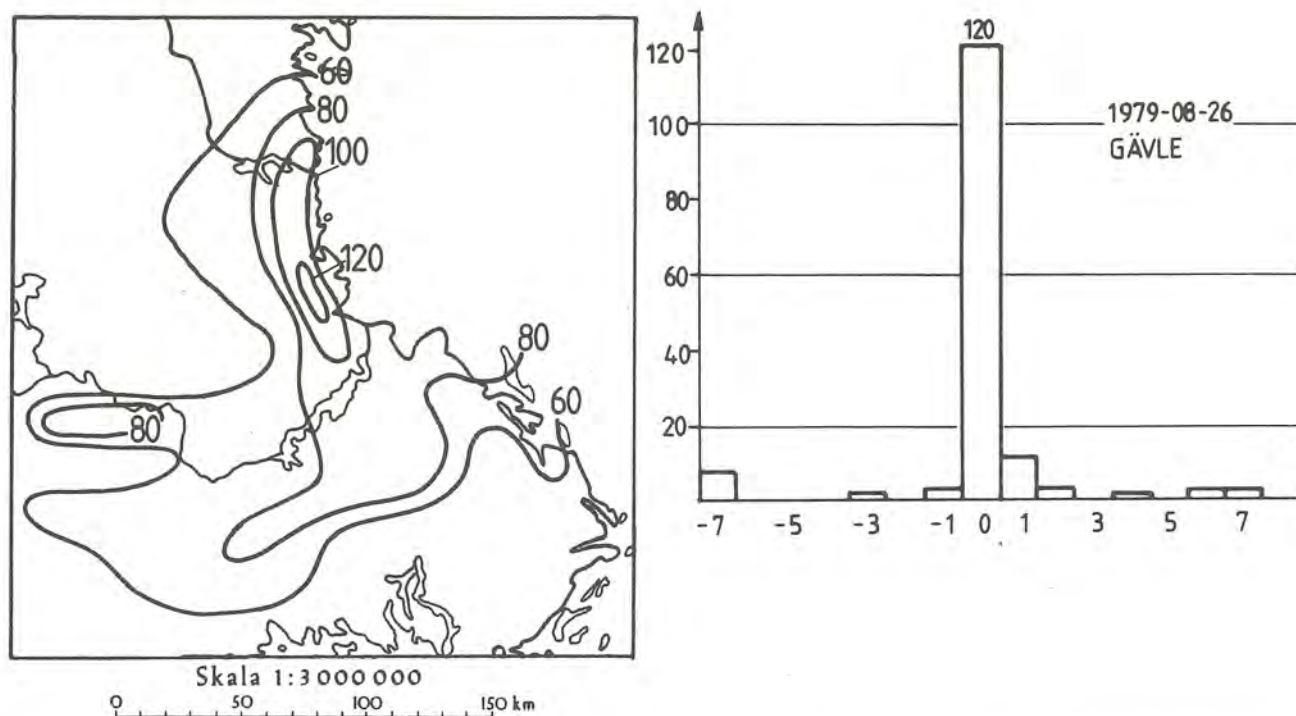
Ett lågtrycksområde hade sina centrala delar på södra Bottenhavet. Lågtrycket var tämligen stationärt och några fronter fanns knappast. Nederbörden inom lågtrycket rapporterades mestadels som skurar. Åska uppträdde på natten till den 24 i Umeåtrakten. Läget kl 06z den 24 framgår av skiss.



Bilaga 2:60

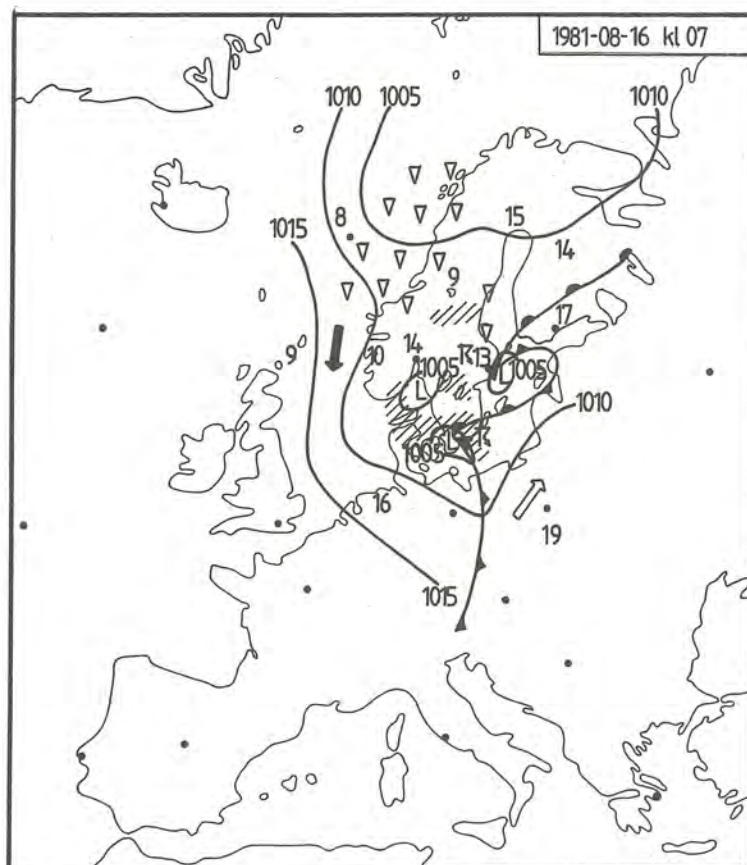
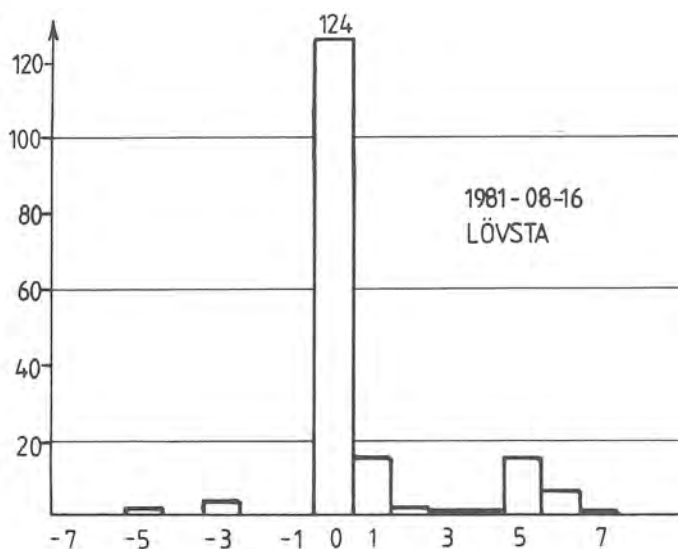
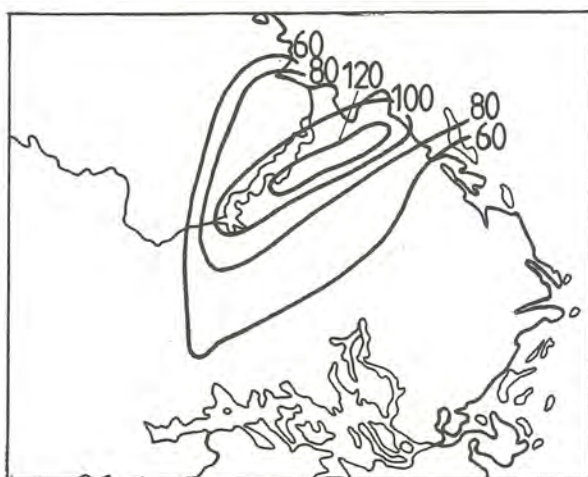
VÄDERLÄGE 1979-08-26

Ett lågtryck över södra Östersjön rörde sig mycket långsamt åt NW under fördjupning. Ett omfattande regnområde väster om lågtrycket täckte en stor del av södra Sverige och Norrlandskusten. Markvindarna inom regnområdet var friska till hårda nordvästra i norra Sverige, N-NW i södra Sverige. Lågtrycket började den 27 utfyllas men regnet fortsatte länge i norra Sverige. Väderläget 1979-08-27 kl 04 framgår av skiss.



VÄDERLÄGE 1981-08-16

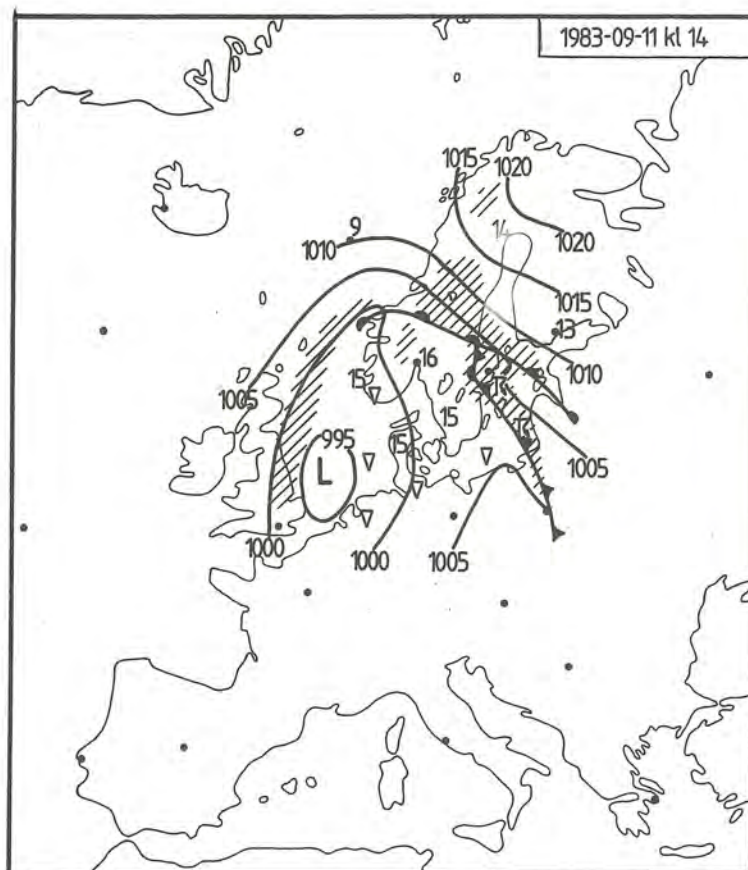
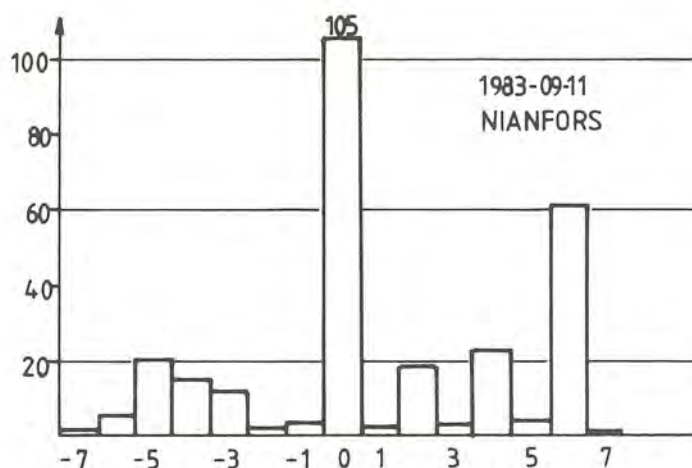
En instabil luftmassa låg över södra Skandinavien och en flack lufttrycksfördelning rådde d v s svaga vindar förekom. Inom tråget, där talrika åskväder förekom på morgonen den 16 började stora lufttrycksfall uppträda och ett lågtryck fördjupas över södra Götaland. Som framgår av kartskissen förekom kl 07 den 16 tre lågtryckscentra, dels vid Bohuskusten, dels på norra Östersjön samt över Skåne. Det sistnämnda var det mest aktiva och i tillhörande regnområde fanns flera insprängda cumulunimbus som gav intensiv nederbörd.



Bilaga 2:62

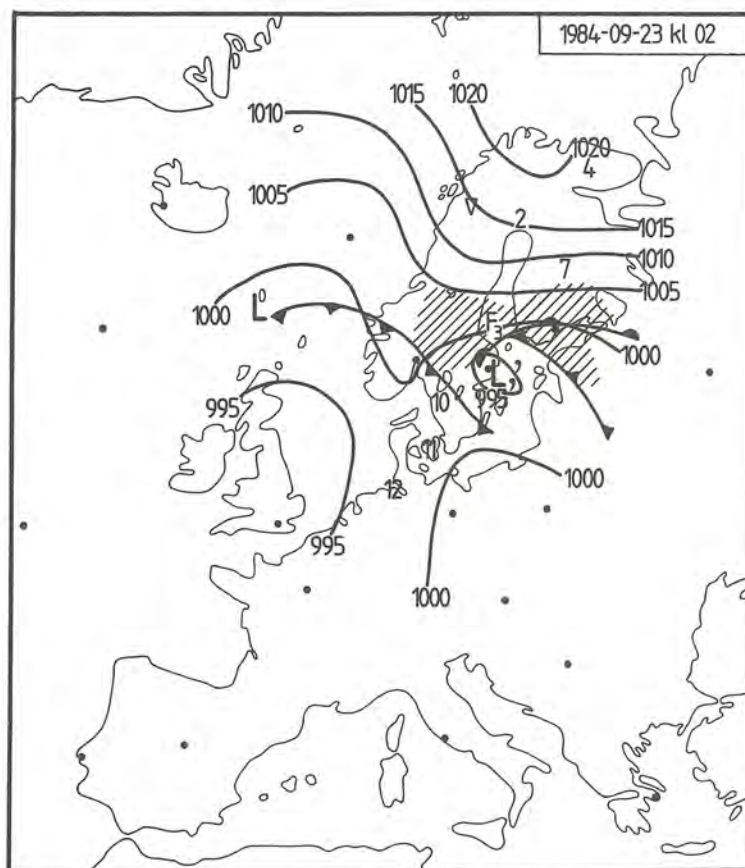
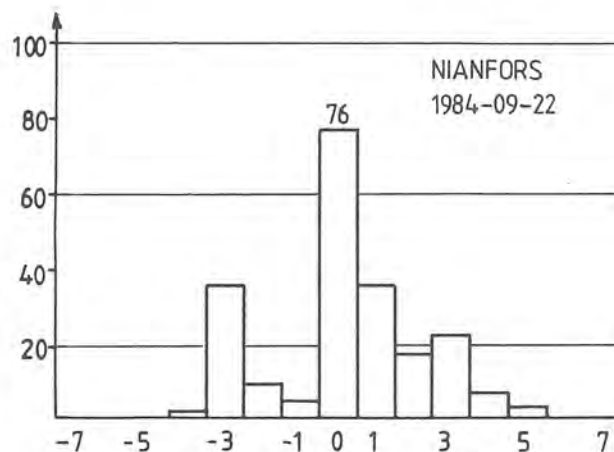
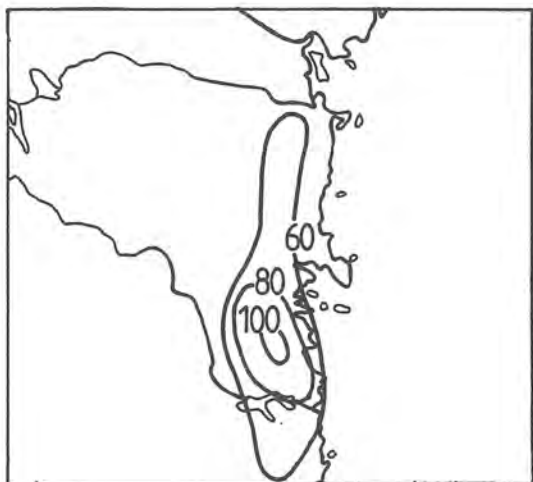
VÄDERLÄGE 1983-09-11

En varmfront med ett omfattande regnområde rörde sig långsamt norrut den 9-12. Lågtryckscentrum befann sig över Nordsjön och rörde sig senare mot Danmark. Norr om varmfronten blåste friska till hårda ostvindar, söder därom svaga, växlande. I de frontala molnen och i varmsektorn fanns cumulunimbusmoln insprängda som på en del platser gav åska och mycket kraftig nederbörd. Väderläget kl 14 den 11 framgår av skiss.



VADERLÄGE 1984-09-23

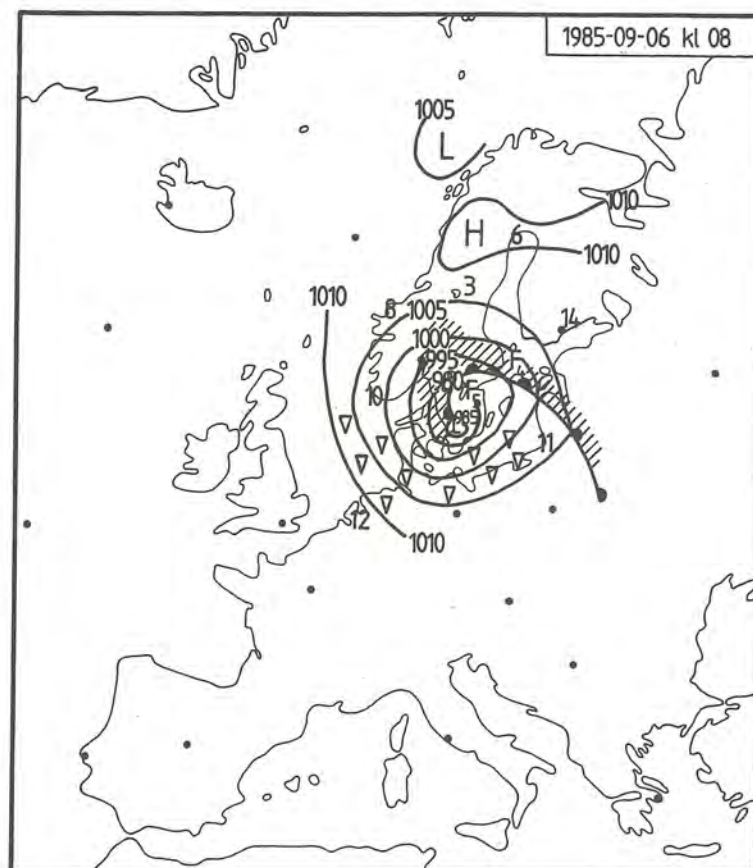
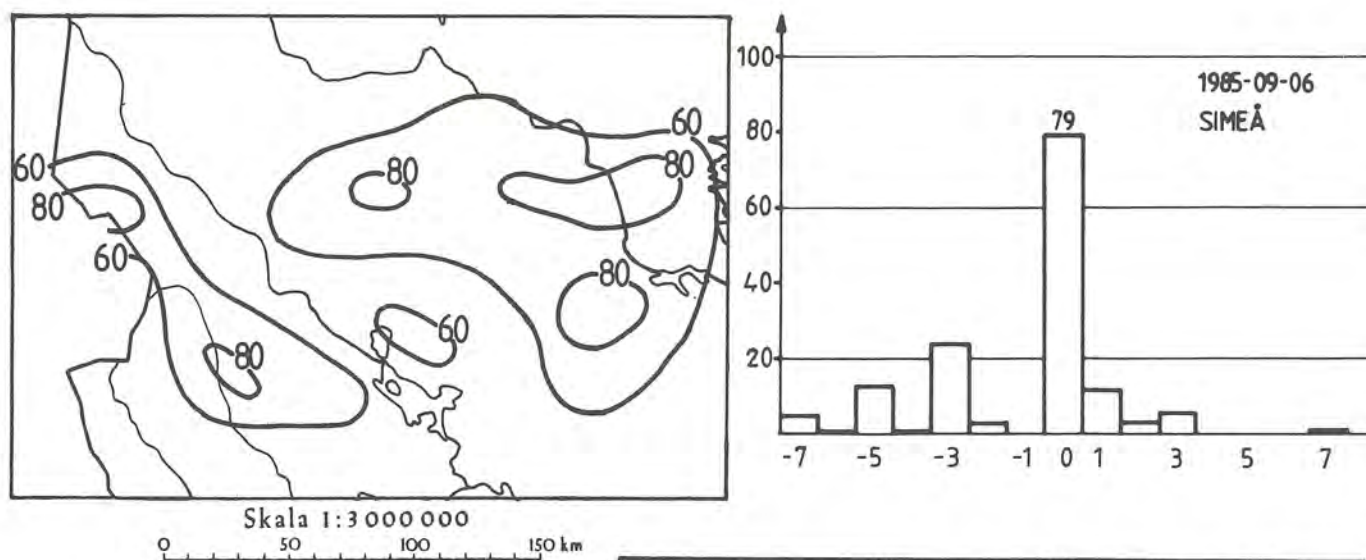
Ett lågtryck rörde sig österut mot centrum omkring 60°N . Tillhörande regnområde var mycket vidsträckt och kl 02 (se skiss) täckte det hela Svealand och södra Norrland upp till i höjd med Östersund. Regnområdet rörde sig vidare norrut, medan lågtryckscentrum långsamt makade sig österut.



Bilaga 2:64

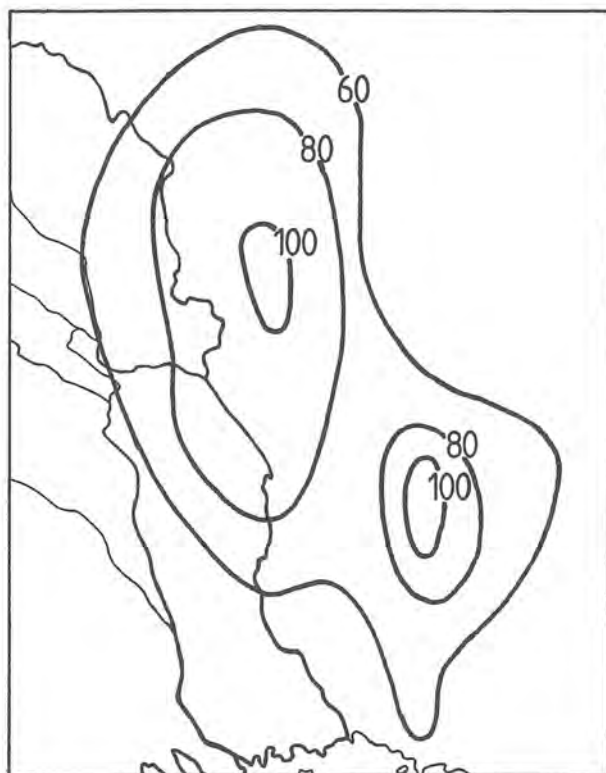
VÄDERLÄGE 1985-09-06

Ett lågtryck rörde sig från Brittiska öarna över Nordsjön till södra Sverige. Lågtrycket fördjupades kraftigt och ett mycket omfattande nederbördsområde var kopplat till varmfronten. Se skiss för tidpunkten 08 den 6. Lågtrycket började efter denna tidpunkt utfyllas under långsam rörelse åt NE. Nederbördsområdet försköts endast långsamt norrut.



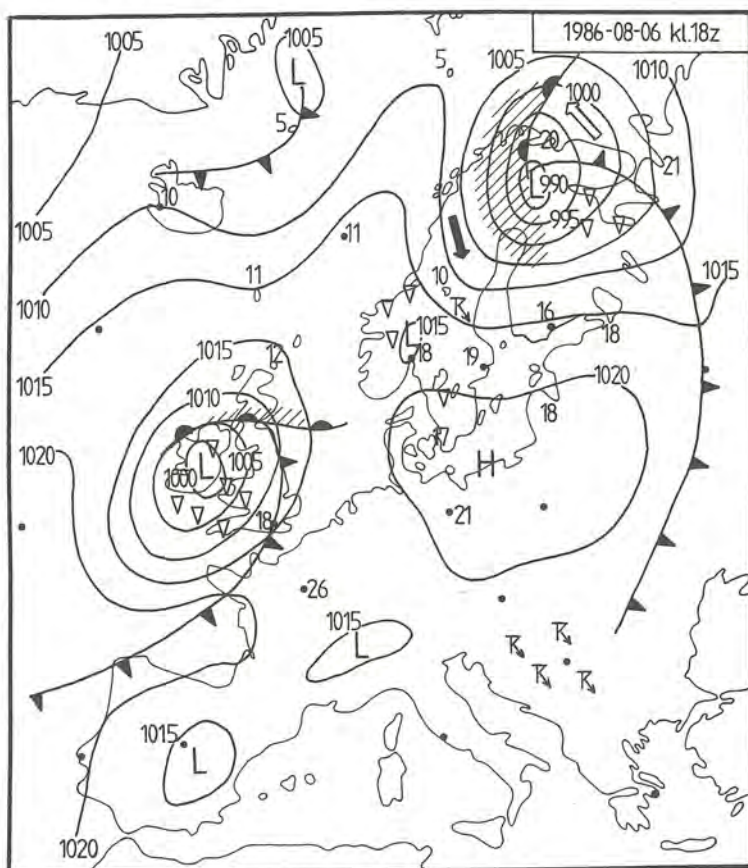
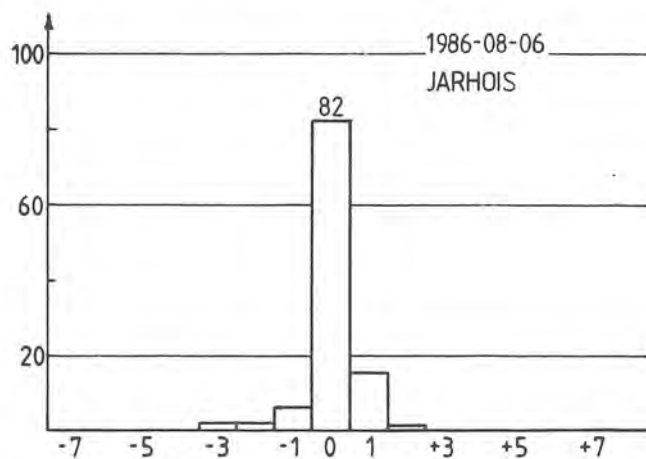
VÄDERLÄGE 1986-08-06--07

Ett lågtryck över Norrbotten och norra Finland fördjupades under långsam rörelse åt NNE. Tillhörande regnområde med måttligt till kraftigt regn låg kvar över gränsområdena mellan Sverige och Finland större delen av dygnet den 6 och 7. Väderläget på kvällen den 7 framgår av skiss.



Skala 1:3 000 000

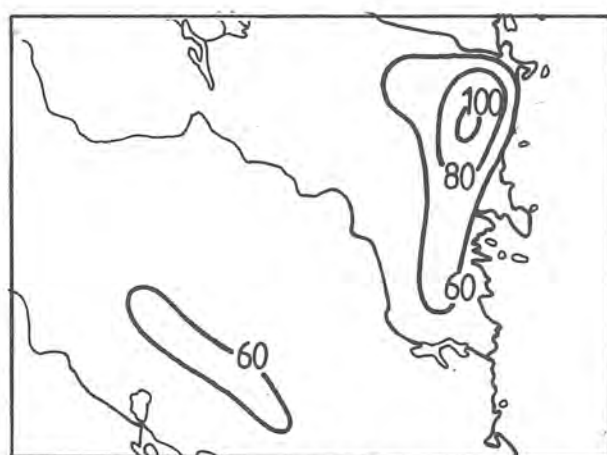
0 50 100 150 km



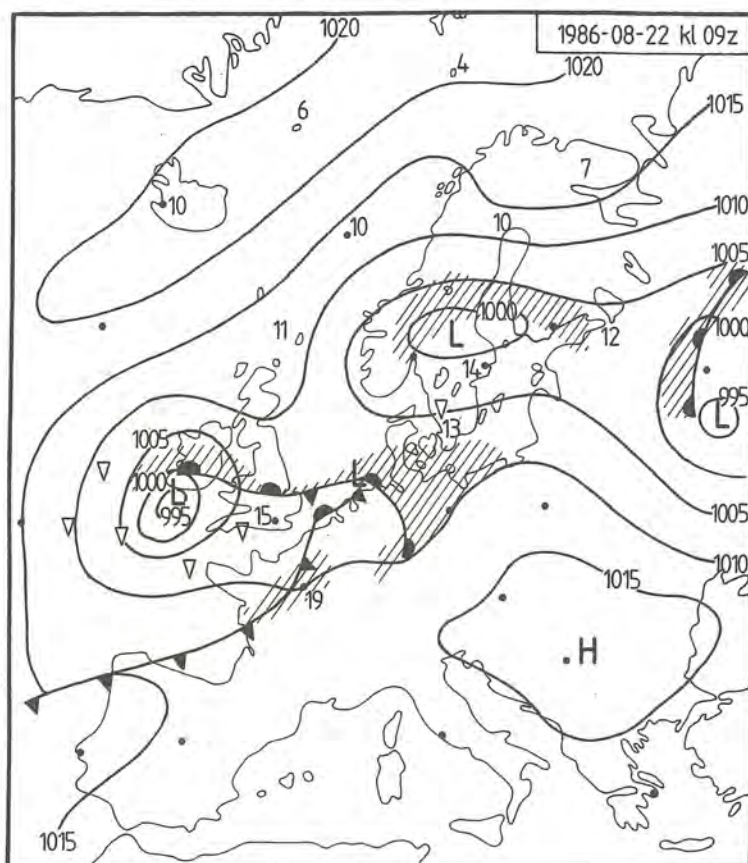
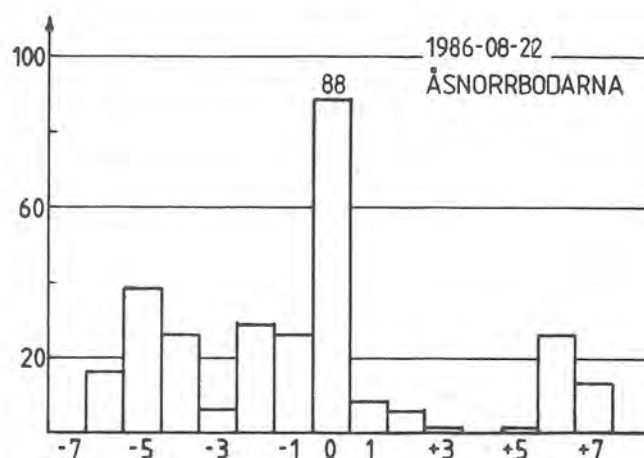
Bilaga 2:66

VÄDERLÄGE 1986-08-22

Från ett djupt lågtryck den 21 med centrum vid västra Ryssland sträckte sig en lågtrycksrännan över Estland till Svealand. På eftermiddagen den 21 började åskväder uppträda i Svealand och västra Finland. I södra Norrland började alltför stationer rapportera regn eller regnskurar. Lufttrycket började falla och på förmiddagen den 22 hade ett separat lågtryckscentrum bildats (se skiss), och ett omfattande regnområde täckte främst norra Dalarna och södra Norrland. Regnet fortsatte även en bit in på dygnet den 23. Regnvädet tycks inte ha varit knutet till några frontsystem.

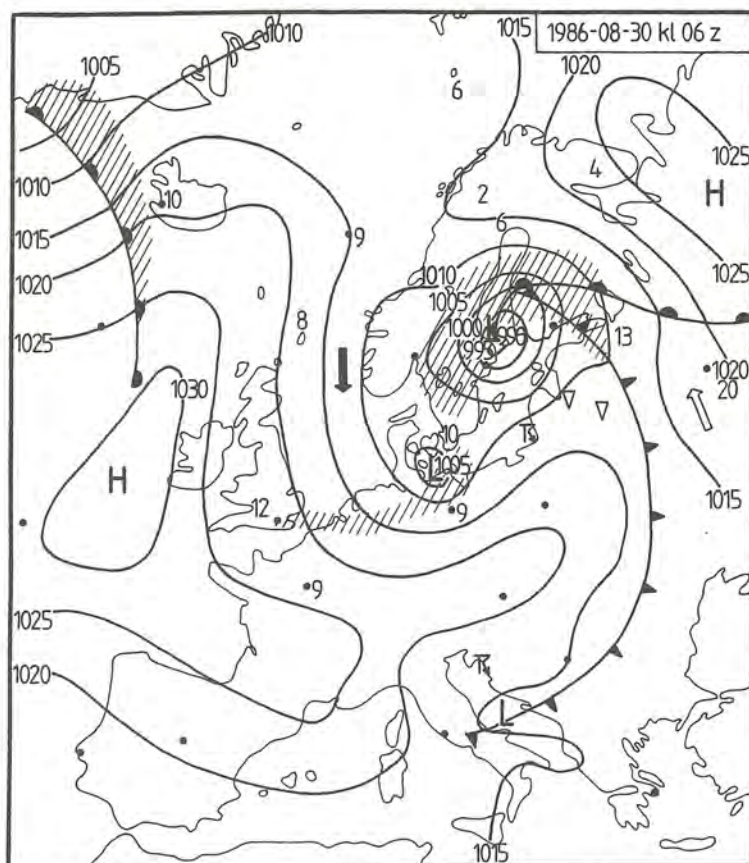
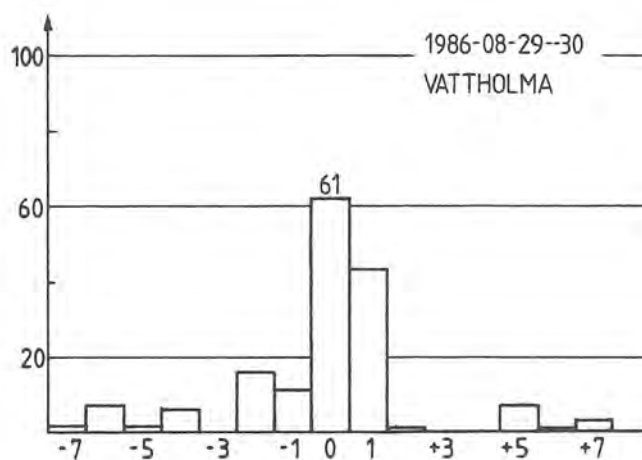
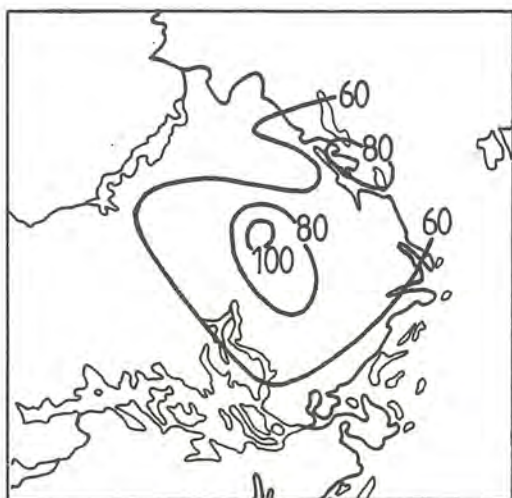


Skala 1:3 000 000
0 50 100 150 km



VÄDERLÄGE 1986-08-29--30

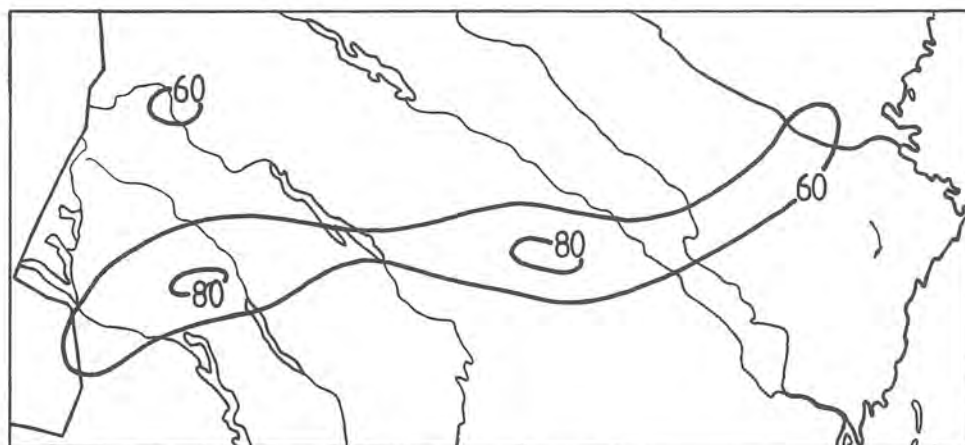
Den 29 rörde sig ett lågtryck från östra Polen under ganska kraftig fördjupning långsamt norrut över Östersjön. På morgonen den 30 hade lufttrycket i centrum, som kl 08 låg nära Stockholm, sjunkit till under 990 hPa. Tillhörande regnområde var mycket omfattande och täckte större delen av Götaland, hela Svealand, sydöstra Norrland och södra Finland (se skiss). Regnområdet försköts norrut och hade vid middagstid nått upp så att även hela Norrland berördes. Men ännu på kvällen den 30 regnade det fortfarande i norra Svealand. I Norrland sjönk temperaturen så kraftigt att nederbörden på sina håll blev snöblandad.



Bilaga 2:68

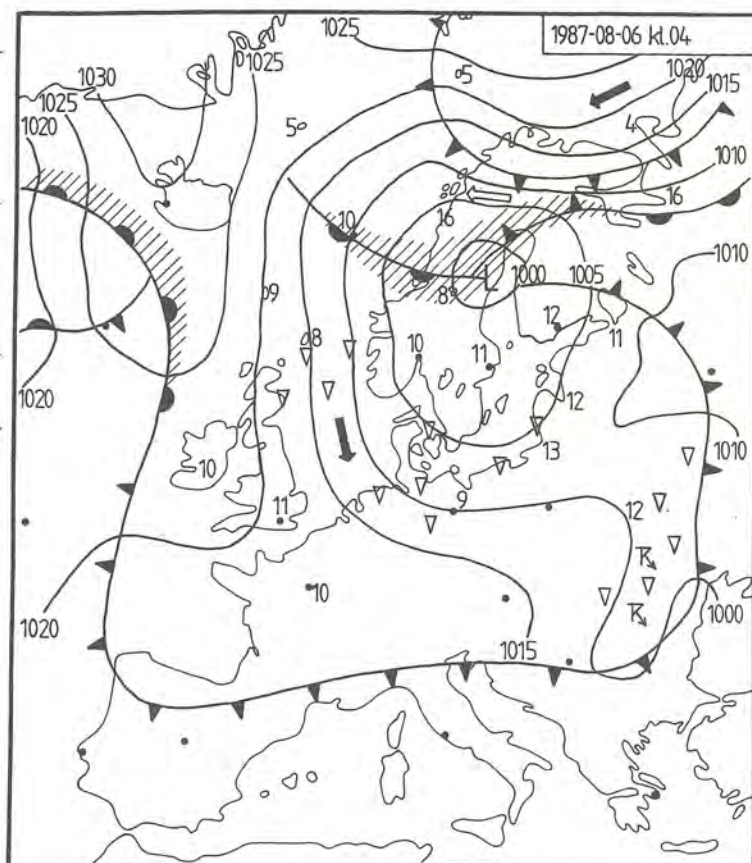
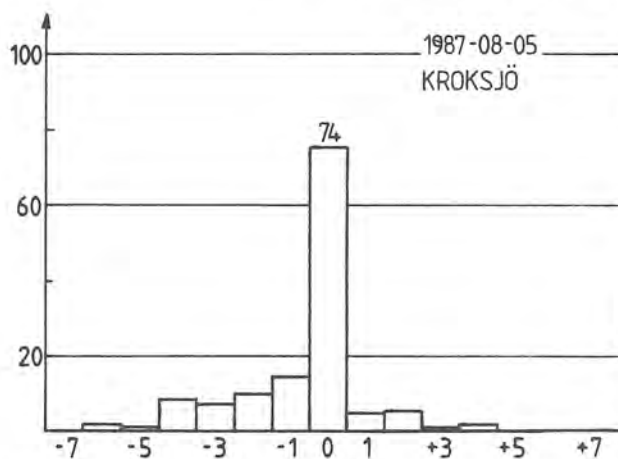
VÄDERLÄGE 1987-08-04--06

Ett lågtrycksområde täckte östra Skandinavien, Finland och Baltikum. Det fördjupades under dygnen 4-6 aug och hade natten till den 6 sin centrala del över södra Norrland (se skiss). Över de norra delarna av Finland och Skandinavien rådde en mycket varm ostlig luftström. I gränsområdet till ca 10° svalare luft söder därom fanns en front i väst-östlig riktning med en del frontvågor som rörde sig västerut. Tillhörande regnområde försköts långsamt åt WSW. Inom lågtrycket förekom ihållande, tidvis måttligt till kraftigt regn. I frontala molnsystemet förekom även en del åskceller.



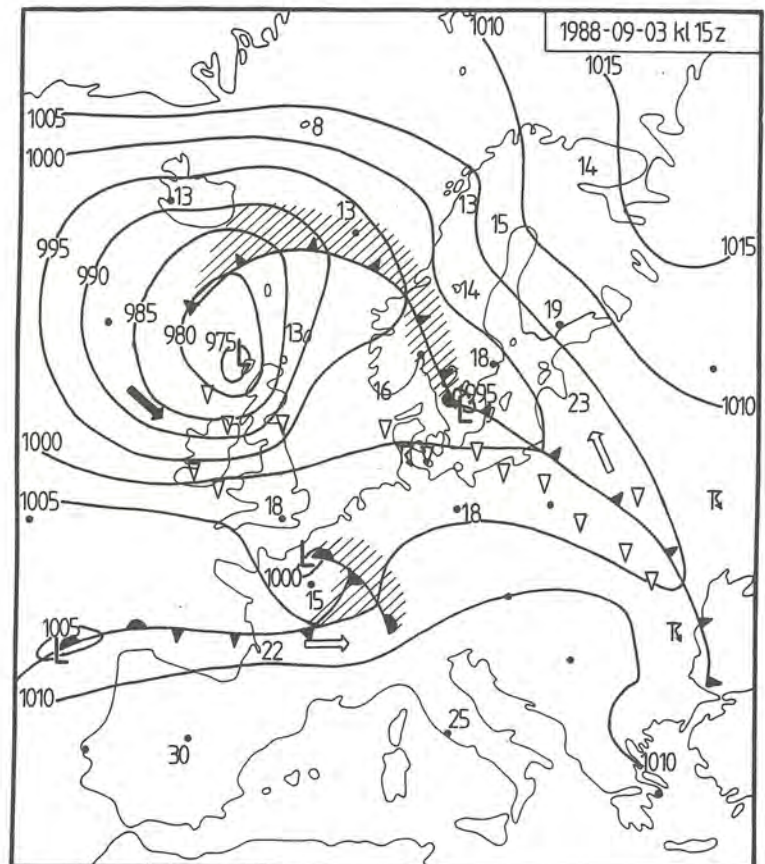
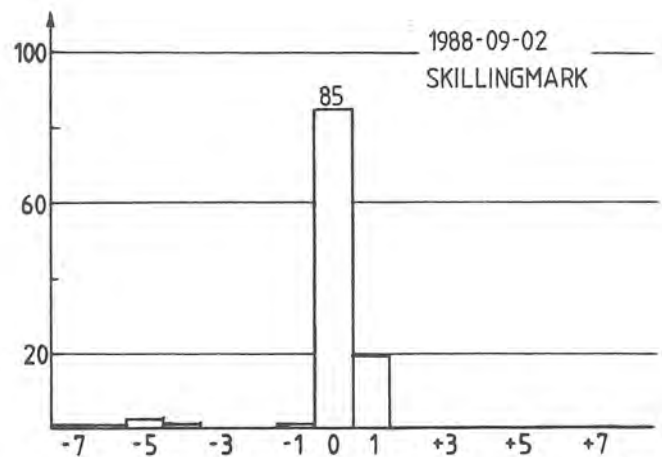
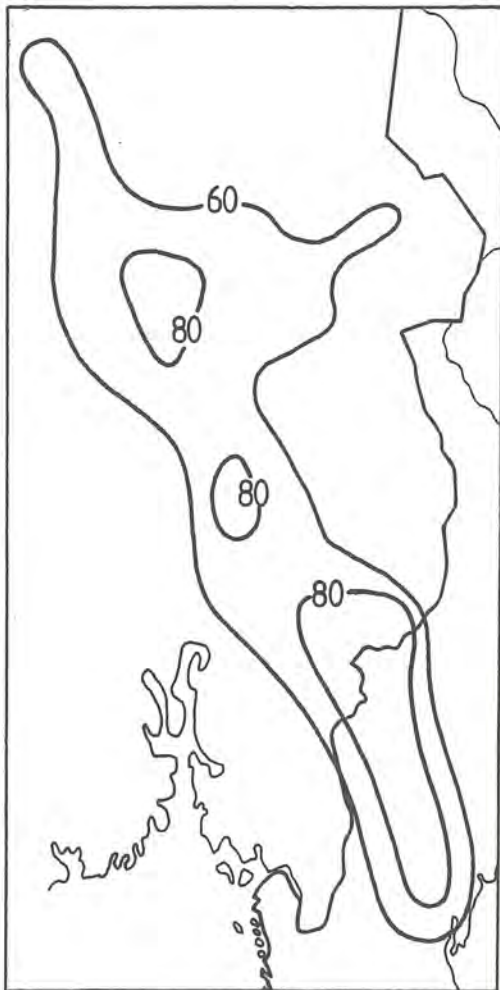
Skala 1:3 000 000

0 50 100 150 km



VÄDERLAGE 1988-09-02--03

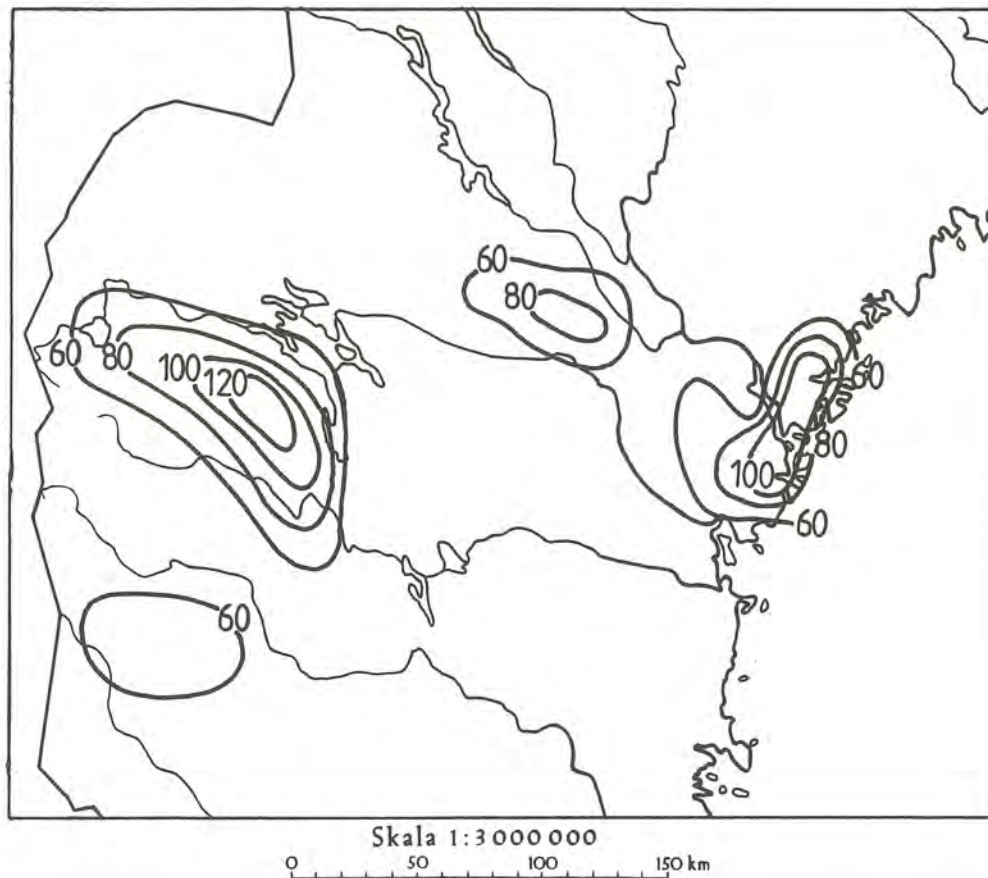
Ett djupt, omfattande och tämligen stillaliggande lågtryck hade den 2 sept sitt centrum över norra Skottland. Tillhörande kallfront med ett regnområde låg över västra delarna av Götaland och Svealand. Framför fronten rådde en måttlig till frisk sydostlig luftström. Regnområdet låg kvar över stort sett samma områden hela dagen den 3. En del vågbildningar på kallfronten gjorde att fronten låg kvar i samma läge med riktningen SSE till NNW under lång tid. Vädersituationen den 3 kl 17 framgår av skiss.

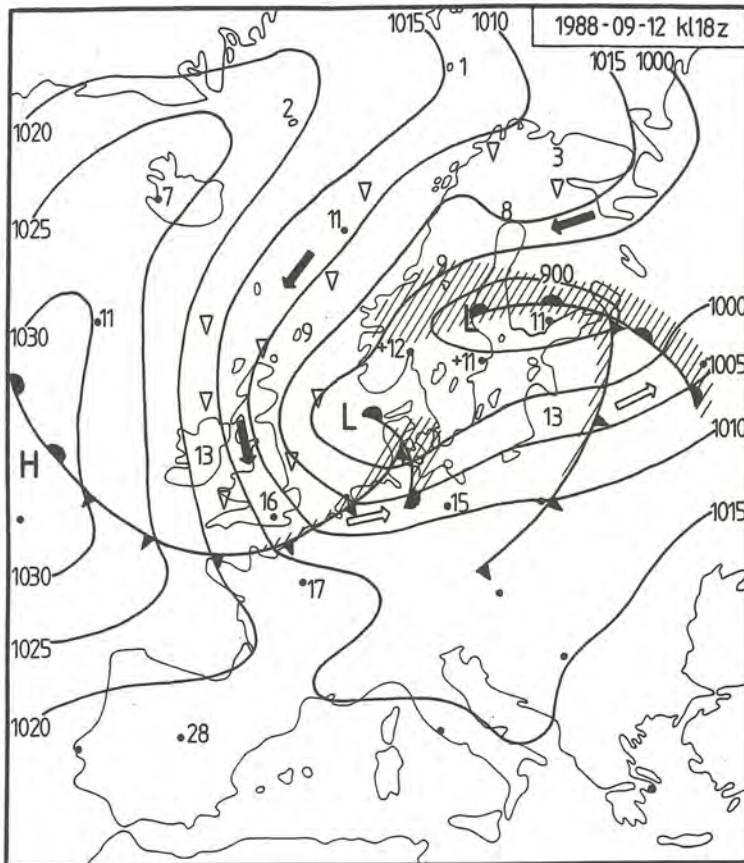
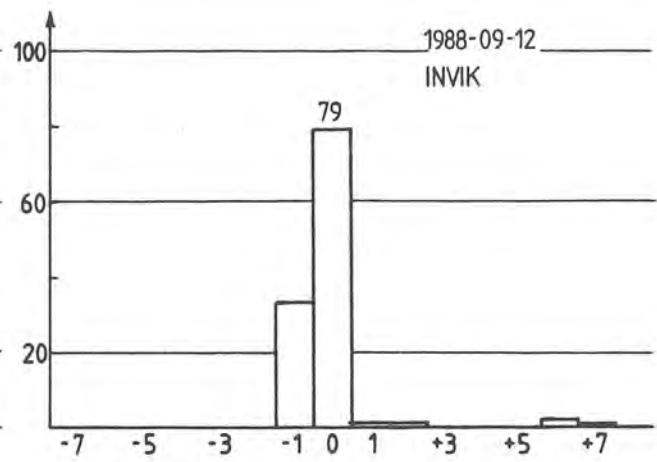
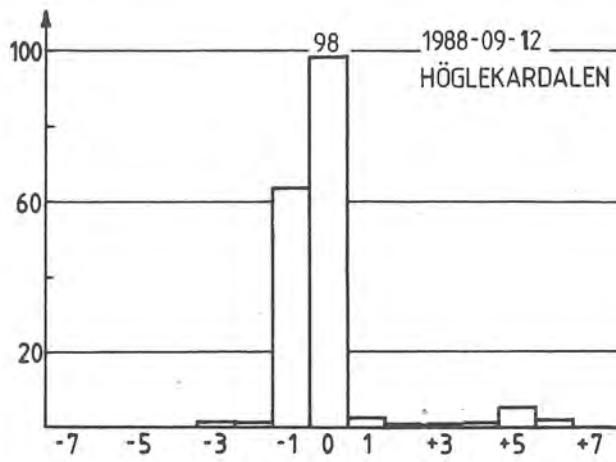


Bilaga 2:70

VÄDERLÄGE 1988-09-12

Ett tämligen stillaliggande lågtryck över södra Norrland och södra Finland fördjupades. I den nordostliga luftströmmen norr om lågtryckscentrum förekom ihållande regn som förstärktes genom tvingad hävning av luften, dels till följd av kustkonvergens vid Ångermanlandkusten, dels till följd av stigande terräng på östsidan av Jämtlandsfjällen. Väderläget kl 20 framgår av skiss.





Bilaga 3

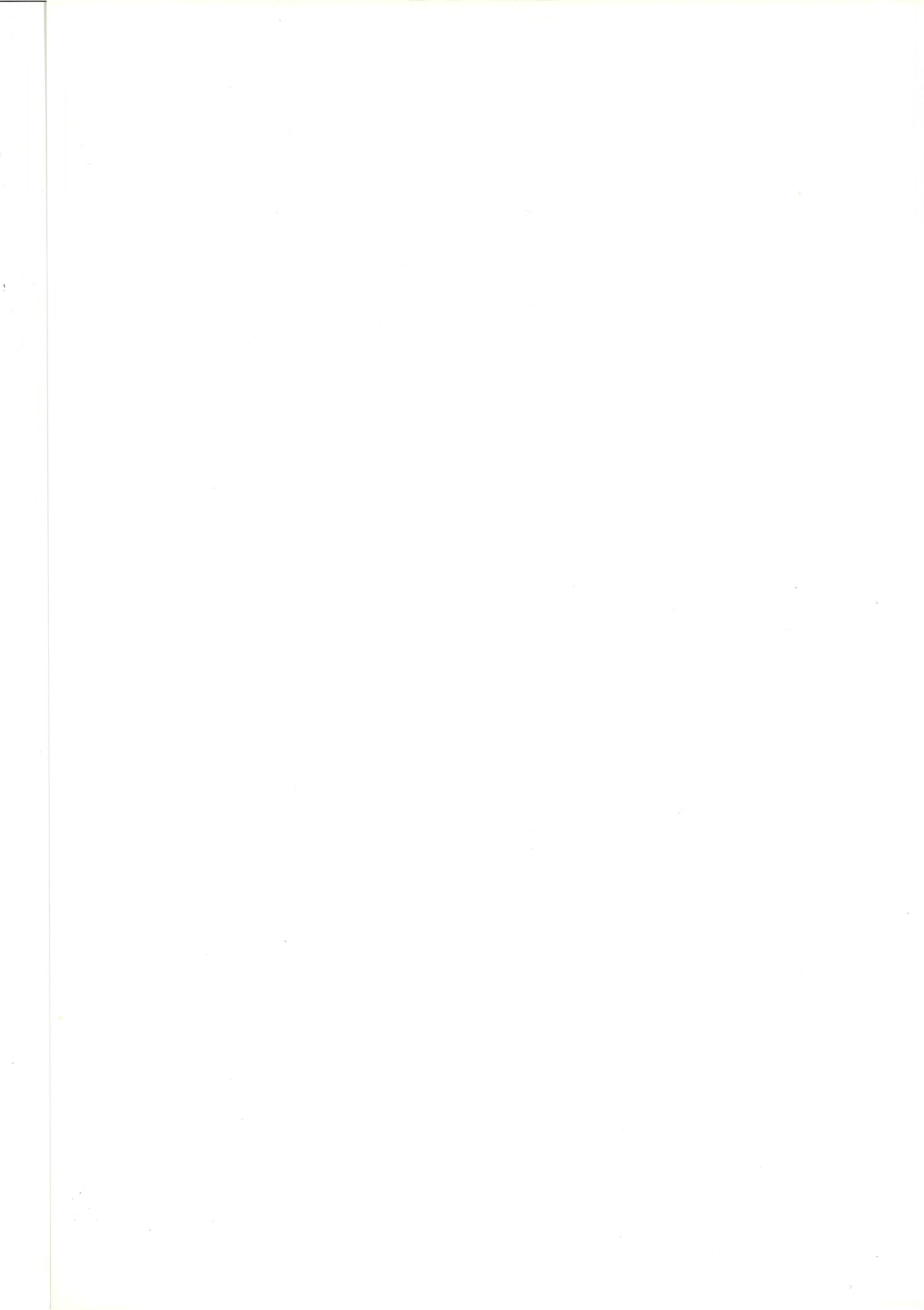
Förteckning över fall då dygnsnederbörden överstigit 100 mm. För varje fall redovisas endast den station som haft störst nederbörd.

Datum	Station (län)	P=upp- mätt dygns- mängd (mm)	A ₁ = 24- timmars- mängd på 1 000 km ²	A ₁ /P	A ₂ = 24- timmars- mängd på 10 000 km ²	A ₂ /P
1882-07-10	Sulsta D	105				
1882-08-17	Stommen S	208				
1883-07-15	Oregård M	109				
1891-07-16	Höstrum E	111				
1896-08-16	Gottenvik E	123				
1897-06-01	Skänninge E	111				
1899-06-24	Dombäcksmark Y	102				
1901-08-14	Kollinge L	102				
1902-08-30	Adolfsfors S	109				
1903-08-16	Norsborg B	106				
1908-06-18	Härnösand Y	187				
1909-12-14	Riksgränsen BD	122				
1912-08-21	Bydalen Z	109				
1913-07-07	Norra Orrtorp S	109				
1913-07-19	Norra Orrtorp S	303				
1913-09-01	Kullatorp T	112				
1913-09-02	Hemse I	141				
1914-07-09	Knäred N	107				
1914-07-23	V Randijaur BD	103				
1914-07-27	Götestorp F	100				
1914-08-04	Kimramåla H	100				
1915-07-26	Väddö B	112				
1916-07-06	Västervik H	120				
1920-07-12	Juggijaure BD	108				
1930-08-08	Marö B	118	85	72	70	59
1932-07-16	Gunnebo H	116	70	60	30	26
1933-06-23	Nybro H	118	110	93	70	59
1933-06-28	Tommarp L	103	25	24	15	15
1934-10-05	Kasa Y	104	75	72	55	53
1937-07-22	Franshammar X	128	70	55	15	12
1937-07-26	Båstad L	159	120	75	60	38
1937-07-28	Västervik H	113	30	27	25	13
1937-07-29	Vimmerby H	126	10	8	5	4
1937-09-13	Gävle X	106	100	94	74	70
1939-07-17	Väderöbod O	128	110	86	78	61
1939-08-27	Aspa T	108	35	32	15	14
1939-08-29	Tranhult F	103	20	19	10	10
1941-06-28	Säby O	106	15	14	5	5
1941-08-05	Gångarebo N	102	76	75	50	49
1945-07-25	Örnsköldsvik Y	106	125	118	100	94
1945-08-14	Växjö G	141	150	106	100	71
1945-08-16	Grundsjön L	100	60	60	45	45
1945-08-18	Härnösand Y	108	77	71	64	59

Bilaga 3 (forts)

Datum	Station (län)	P=upp- mätt dygns- mängd (mm)	A ₁ = 24- timmars- mängd på 1 000 km ²	A ₁ /P	A ₂ = 24- timmars- mängd på 10 000 km ²	A ₂ /P
1946-07-15	Singeshult G	121	110	91	65	54
1946-09-03	Nautijaur BD	101	30	30	15	15
1948-07-14	N Sirbo T	131	70	53	40	31
1951-08-10	Kärrgruvan U	107	140	131	112	105
1953-06-19	Dejefors S	116	60	52	35	30
1953-07-04	Sälfjället W	103	90	87	65	63
1953-07-05	Väsby C	128	105	82	74	58
1954-07-27	Junsele Y	104	88	85	55	53
1957-07-24	Ulvoberg AC	107	94	88	57	53
1959-06-29	Gunnebo H	122	60	49	25	20
1959-07-31	Grundsjön L	111	134	125	50	45
1959-10-05	Riksgränsen BD	107	60	56	25	23
1960-08-06	Hammenhög L	113	75	66	40	35
1960-08-15	Hofors X	113	90	80	75	66
1960-08-20	Fagerheden BD	122	115	94	90	74
1961-07-21	Kaitum BD	106	<10	<10	<5	<5
1961-07-23	Nordanås AC	102	<10	<10	<5	<5
1962-08-07	Sjögärde B	104	90	87	60	58
1963-07-31	Skånes Fagerhult L	101	80	79	50	50
1963-08-13	Hammarby X	100	80	80	55	55
1965-09-07	Knäred N	107	100	93	81	76
1966-03-19	Joesjö AC	101	75	74	40	40
1966-06-10	Sankt Olof L	114	99	87	45	39
1967-08-06	Bjuröklubb AC	104	105	101	95	91
1967-08-07	Tjåmotis BD	119	70	59	35	29
1972-07-26	Mörbylånga H	122	90	74	55	45
1972-08-03	Sollefteå Y	108	86	80	60	56
1973-07-09	Söderköping E	179	70	39	20	11
1975-08-16	Sandhamn B	103	70	68	30	29
1977-08-05	Ramsele Y	126	100	79	56	44
1979-07-24	Stenfors AC	105	96	91	60	57
1979-08-26	Gävle X	120	110	92	90	75
1981-08-16	Lövsta C	124	120	97	81	65
1982-10-09	Vitemölla L	109	80	73	40	37
1983-07-12	Persberg S	134	10	7	10	7
1983-09-11	Nianfors X	105	98	93	70	67
1984-07-26	Älvsbyn BD	140	20	14	10	7
1984-07-27	Älvsbyn BD	143	15	10	10	7
1986-07-02	Järpliden S	136	30	22	10	7

ⁱ anger interpolerat värde. I nederbördsjournalen anges 114 mm, som dock uppenbarligen innefattar några mindre mängder som fallit dagarna före.





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