

---

AmS-Varia 34  
Arkeologisk museum i Stavanger  
*Museum of Archaeology, Stavanger*  
*National research centre for paleostudies and conservation*

Værtypeklassifisering  
ved hjelp av en objektiv statistisk metode:  
Iver Lunds værtypeklassifisering

Marianne Nitter

Stavanger 1998

AmS-Varia 34  
Arkeologisk museum i Stavanger  
Museum of Archaeology, Stavanger

Redaksjon/Editorial office:  
Arkeologisk museum i Stavanger  
Museum of Archaeology, Stavanger  
Redaktør av serien/Editor of the series:  
Lotte Selsing  
Redaktør av dette volum/Editor of this volume:  
Lotte Selsing  
Redaksjonssekretær/Editorial secretary:  
Tove Solheim Andersen  
Engelsk korrektur/English language correction:  
Richard Binns  
Formgeving/Layout:  
Tove Solheim Andersen  
Foto/Photo:  
Einar Egeland

Redaksjonsutvalg/Editorial board:  
Oddveig Foldøy  
Bjørn Myhre  
Jenny-Rita Næss  
Lotte Selsing  
Tove Solheim Andersen

Utgiver/Publisher:  
© Arkeologisk museum i Stavanger  
Box 478  
N-4001 STAVANGER  
NORWAY  
Tel.: (+47) 51846000  
Fax: (+47) 51846199  
E-mail: ams@ark.museum.no

Trykket av/Printed by:  
Stavanger Offset A/S  
Stavanger 1998

Skrift/Font:  
AGaramond  
Papir/Paper:  
115 g Gothic Silk  
250 g Invercote Albato

ISSN 0332-6306  
ISBN 82-7760-037-2  
UDK 551.582(261.1)

Forsidefoto: Einar Egeland  
Fra Jæren. Skyformasjonen viser opplærning etter **kraftige** byger.

---

# Abstract



Nitter, M. 1998: Weather type classification using an objective statistical method: Iver Lund's weather type classification. *Ams-Varia* 34, 115 pp. Stavanger. ISSN 0332-6306, ISBN 82-7760-037-2, UDK 551.582(261.1).

Marked variations in temperature and precipitation have occurred over the North Atlantic and Europe during the last hundred years. Is this pattern associated with variations in the atmospheric circulation? The purpose of this work is to introduce weather type classification schemes based on atmospheric circulation. The circulation can be classified as different weather types, and the frequency of each weather type can be studied during a specific period, thus enabling the climatic variability to be studied. In this investigation, weather types are defined by an objective statistical method introduced by Lund (1963). The data used are daily gridded, sea-level pressure (SLP) data on a 5° latitude, 10° longitude grid in the area 70°W-50°E, 30°N-85°N during the period 1881-1993. All the pressure maps are intercorrelated and correlation coefficients  $R(x,y)$  are calculated. It is reasonable to assume that the better the correlation, the greater is the similarity between the two weather situations represented by the pressure maps. Hence, it is reasonable to place all the situations showing a high degree of correlation in the same weather type. The main purpose is to classify objectively as many days as possible during the period 1881-1993 as one of many different weather types. The number of days classified depends on the following conditions:

1. the critical correlation coefficient,  $R_{\text{CRITICAL}}(x,y)$
2. the surface area
3. «season» – «no season»
4. «2% limit», defined as: the number of situations that belong to a particular weather type should not be less than 2% of the total number of days.

Three methods are used to detect these four conditions:

1. Method 1 shows that  $R_{\text{CRITICAL}}(x,y) = 0.7$  and area 40°W-30°E, 30°N-75°N are optimal conditions that generate the highest number of classified days. It could not determine whether «season» – «no season» should be used.
2. Method 2 considers the use of the «2% limit» in relation to the number of classified days and shows that the number of classified days increases without the «2% limit», but the number of weather types also increases. The increasing number of weather types can be compensated for by using the «no season» alternative.
3. Method 3 considers in more detail whether «season» – «no season» should be used. A pressure map showing marked differences between high and low pressure areas is easier to classify than one where the differences are diffuse. If the «no season» alternative is used, this may result in many more days being classified in one season than in another. However, the difference in classified days between seasons would be reduced if the «2% limit» is not applied.

The results given by methods 2 and 3 show that a sufficient number of classified days can be obtained without any restriction like a «2% limit». The «2% limit» is replaced by a demand that 80% of the days be classified. A specific period shows that 80% of days will be classified as one of 30 weather types. Moreover, the same sample period shows that winter generated the smallest number of classified days and summer and autumn the highest number. This disagrees with the results from the entire period of 1881-1993 where 80% of all days were classified as one of 35 weather types; spring, moreover, generates the smallest number of classified days (75%) and winter and summer the highest number. The MSLP map of weather type 0 is represented by small differences in SLP. Moreover, the standard deviation (SD) for weather type 0 is not greater than that for the other weather types. Hence, the hypothesis is confirmed that maps with a small difference in SLP belong to the unclassified day type.

Marianne Nitter, Arkeologisk museum i Stavanger, Postboks 478, N-4001 STAVANGER, NORWAY. Telephone: (+047) 51846000, Fax: (+47) 51846199, E-mail: mni@ark.museum.no

# Innhold

FORORD .....	7
1. INNLEDNING .....	9
2. VÆRTYPEKLASSIFISERING .....	10
2.1. Innledning .....	10
2.2. Subjektive metoder .....	10
2.3. Objektive metoder .....	11
2.4. «Variable-building techniques» .....	13
2.5. Sammenligning av en subjektiv med en objektiv metode .....	14
3. DATAMATERIALET .....	15
3.1. Datatilgjengelighet .....	15
3.2. Datakvalitet .....	16
4. IVER LUNDS VÆRTYPEKLASSIFISERING .....	17
4.1. Valg av metode .....	17
4.2. Oversikt over tidligere arbeid .....	17
4.3. Kriterier for klassifisering .....	17
4.4. Kritisk bemerkning til metoden .....	18
4.5. 500 hPa-flaten .....	18
5. RAMMEBETINGELSER VED BRUK AV IVAR LUNDS METODE .....	19
5.1. Innledning .....	19
5.2. Kriterier for antall værtyper («2% grensen») .....	19
5.3. Den kritiske grensen for korrelasjonskoeffisienten $R_{\text{KRITISK}}(x,y)$ .....	19
5.4. Størrelse på området .....	19
5.5. «Sesonginndeling» – «ikke sesonginndeling» .....	20
6. METODER FOR Å BESTEMME RAMMEBETINGELSER VED BRUK AV LUNDS METODE .....	21
6.1. Bruk av statistikk i meteorologi og klimatologi .....	21
6.2. Valg av tidsperioder og områder ved bruk av metode 1, 2 og 3 .....	21
6.3. Metode 1 .....	23
6.4. Metode 2 .....	24
6.5. Metode 3 .....	25
7. RESULTATER OG DISKUSJON AV RAMMEBETINGELSER .....	27
7.1. Valg av $R_{\text{KRITISK}}(x,y)$ (metode 1 og 2) .....	27
7.2. Valg av område (metode 1) .....	28
7.3. Vurdering ved valg av «sesonginndeling» – «ikke sesonginndeling» (metode 1) .....	30
7.4. Vurdering av «2% grensen» (metode 2) .....	31
7.5. Videre vurdering ved valg av «sesonginndeling» – «ikke sesonginndeling» (metode 3) .....	32
8. OPPSUMMERING OG KONKLUSJON AV RAMMEBETINGELSER .....	34
9. BEREGNING AV VÆRTYPER VED HJELP AV LUNDS METODE FOR TIDSPERIODEN 1881-1993 .....	35
9.1. Utgangspunkt for beregning av værtyper og resultat .....	35
9.2. Statistikk av værtypene .....	35
9.3. Midlere bakketrykk-kart med tilhørende standardavvik-kart samt årlige frekvenser av værtypene .....	40
9.4. Sammenligning mellom prøveperioden og totalperioden .....	40
REFERANSER .....	40
APPENDIKS .....	43

## Forord

Hovedhensikten med værtypeklassifisering i dette prosjekt er å studere variabilitet av klima de siste 110 år. Doktorgradsprosjektet har derfor tittelen «Variability in the atmospheric circulation of the North Atlantic region in the period 1881-1993».

Prosjektet er delt i to. I denne første del presenteres Iver Lunds objektive metode som er benyttet i klassifiseringsarbeidet. Metoden er basert på daglige griddete overflatetrykk-data for området 30°N-85°N, 70°V-50°Ø. Middelkart og standardavvik-kart for de beregnede værtyperne er presentert i appendiks.

Andre del av prosjektet knytter værtyperne til variabilitet av nedbør og temperatur på Østlandet og Vestlandet. Senere (etter doktorgraden) vil de beregnede værtyperne sammen med forskjellige typer proksydata for klima bli benyttet til rekonstruksjon av fortidens klima.

Jeg vil spesielt takke min hovedveileder, professor Yngvar Gjessing (Geofysisk Institutt, Universitetet i Bergen) som har vært idemaker angående værtypeklassifisering, og vinklet oppgaven på en slik måte at den senere kan brukes i en kulturhistorisk sammenheng. Jeg takker for ansvarsfull oppfølging gjennom hele stipendperioden, både faglig og sosialt.

Takk til resten av veiledningskomiteen; forsker Per Øyvind Nordli (DNMI), professor Arvid Skartveit (Geofysisk Institutt, UiB), forsker Magnar Reistad (DNMI) og 1. konservator Erik Wishman (AmS) for nyttige innspill under arbeidet og kommentarer i skrivearbeidet.

Takk til alle i forskningsavdelingen ved AmS for kreative og positive diskusjoner både på møter i avdelingen og i 10-pausen. En stor takk til Lotte Selsing som har vært avdelingsleder og som til enhver tid har lagt arbeidsforholdene best mulig til rette, med faglig oppmuntring, praktiske råd og oppfølging og pådriver til sosialt samvær etter arbeidstid.

Franck Cleveland har tegnet figurene 1 og 2, og Dag Kvamme har stilt kildematerial til figur 2 til rådighet.

Frederico Silva og Frode Flatøy har hjulpet meg i gang med programmeringsarbeidet i C++.

Bjørn Ingvaldsen har rentegnet alle kartene i appendiks ut fra rådata.

Einar Egeland har stilt dias til rådighet til forsiden og til sidene 4, 6 og 8. Alle bildene er fra Jæren.

Under arbeidet med doktorgradsprosjektet har jeg hatt arbeidsplass på Geofysisk Institutt (UiB) og Arkeologisk museum i Stavanger. Prosjektet er finansiert av Arkeologisk museum i Stavanger.

Jeg takker alle som har hjulpet meg med mitt doktorgradsprosjekt så langt.

Stavanger, august 98  
Marianne Nitter

# 1. Innledning

Værtypeklassifisering var i utgangspunktet ment som et hjelpemiddel i operativ værvarsling. Fordi bruk av analoge værkart var tidkrevende, ble metoden i liten grad benyttet. Etterhvert som datamaskinens regnekapasitet økte, ble de numeriske modellene enerådende innen operativ værvarsling.

Værtypeklassifisering er i dag en metode som i første rekke benyttes innen klimaforskning til å studere endring og variabilitet av den atmosfæriske sirkulasjon. Den storstilte sirkulasjon kan klassifiseres i forskjellige værtyper. Ved en hensiktsmessig definisjon av værtypene, vil det eksistere en sammenheng mellom værtypene og de ulike værparametre. En systematisk endring av hyppighet av de ulike værtypene vil derfor være en indikator på klimaendring.

Hovedhensikten med værtypeklassifisering i dette prosjekt er å studere variabilitet av klima for de siste 110 år samt benytte de beregnede værtypene sammen med proxydata til rekonstruksjon av fortidens klima. Som et skritt i denne retning blir bla. værtypene benyttet som diskriminatsfunksjoner for temperatur og nedbør og videre knyttet til variabilitet av temperatur og nedbør på Østlandet og Vestlandet (Nitter, in prep).

I dette arbeid er Lunds (1963) objektive, statistiske metode valgt til å definere værtyper. Daglige griddete overflatetrykk-data for perioden 1881-1993 er benyttet. Oppløsningen er 5° breddegrad og 10° lengdegrad. Området er i utgangspunktet avgrenset til 30°N-85°N, 70°V-50°Ø. Trykkdata fra de øvre luftlag er ikke benyttet da det kun eksisterer slike data fra ca. 1945. Metoden har tidligere vært benyttet til å bestemme de hyppigste sirkulasjonsmønstrene for varme, våte, tørre og kalde somre i Bergen (Nitter 1995).

Denne del av prosjektet fokuserer bla. på rammebetingelser ved bruk av Lunds metode. Det er utviklet 3 metoder til å bestemme disse rammebetingelsene, i den hensikt å klassifisere flest mulig dager som en av flere forskjellige værtyper. Med rammebetingelser menes blant annet valg av område, valg av tidsperiode, den kritiske grensen for korrelasjonskoeffisienten  $R_{\text{KRITISK}}(x,y)$  og kriterier for antall værtyper (2% grensen). De valgte rammebetingelsene danner basis for beregningen av værtypene for tidsperioden 1881-1993. Middelkart med tilhørende standardavvik kart av de beregnede værtypene er i sin helhet presentert i appendiks s. 43-115.

## 2. Værtypeklassifisering

### 2.1. Innledning

I grove trekk skiller en mellom subjektive og objektive klassifiseringsmetoder. På tross av at metodene opererer med forskjeller i objektivitetsnivå, er hensikten den samme. Hensikten er å identifisere de sirkulasjonsmønstrene som forekommer hyppigst, slik at en kan beskrive den signifikante del av den totale varians av atmosfærisk sirkulasjon.

Det er valgt å dele klassifiseringsmetodene i 2 kategorier:

1. Subjektive metoder
2. Objektive metoder
- 2a. «Variable-building techniques»

Eksempler på disse klassifiseringsmetodene er beskrevet i kap. 2.2.-2.4. I kap. 2.5. følger en sammenligning av en subjektiv og en objektive metode for å belyse forskjeller mellom de to metodene.

### 2.2. Subjektive metoder

Ved subjektiv klassifisering er siktemålet å trekke frem typiske trekk ved en vær-situasjon. Selv om kriteriene for de ulike værtyperne er beskrevet, vil klassifisering som er utført uavhengig, ikke alltid bli identisk.

*Metode 1:* Baur et al. (1944) utviklet et klassifiseringsskjema for europeiske forhold (Bardossy & Caspary 1990). Området Baur et al. (1944) benyttet dekket Europa og den østlige delen av Nord-Atlanteren. Baur et al. (1944) definerte sirkulasjonstyper ut fra gjennomsnittlig lufttrykkfordeling over Europa og den østlige delen av Nord-Atlanteren. Den gitte sirkulasjonstypen skulle eksistere normalt i minst 3 dager og i løpet av denne tiden skulle været over store deler av Europa være overveiende «konstant». Etter dette skulle det komme et raskt skifte til en annen sirkulasjonstype. Bare storskalatrekk av den generelle sirkulasjon er inkludert i klassifiseringen:

1. Lokalisering av trykksentrene ved havets nivå
2. Posisjon og banen til frontasjonen
3. Eksistens av syklonisk eller antisyklonisk sirkulasjon.

Denne klassifiseringen dannet grunnlag for videre arbeid. Ved å benytte Baur et al.'s (1944) klassifikasjon,

videreutviklet og presenterte Hess & Brezowsky (1969) en katalog av daglig klassifiserte sirkulasjonsmønstre for tidsperioden 1881-1966 (Bardossy & Caspary 1990). Klassifiseringen identifiserte 3 hovedgrupper. Disse 3 hovedgruppene ble igjen delt i til sammen 10 fremtredende grupper:

- 1: Zonal: V
- 2: Halv meridional: SV, NV, HM og TM
- 3: Meridional: N, NØ, Ø, SØ og S

De 10 fremtredende grupper ble igjen delt i undergrupper. Til sammen ble det 29 grupper, inkludert en gruppe for uklassifiserte dager. Siden 1948 er europeiske sirkulasjonsmønstre klassifisert og publisert månedlig av Deutscher Wetterdienst etter Hess-Brezowskys system.

*Metode 2:* Johansen (1964) mente at Hess-Brezowskys katalogiseringsskjema ikke var tilfredsstillende for norske forhold. Han utviklet en værtypeklassifisering spesielt egnet for Vest-Norge. I stedet for 28 værtyper ble antallet redusert til 18. Klassifiseringen er basert på den fremherskende 24 timers gradientvinden over Vest-Norge. Værtypen som ble tilegnet en spesiell dag har ifølge definisjonen en tidsgyldighet fra 18 UTC og 24 timer tilbake i tid. Typene er definert ved 8 forskjellige vindretninger: N, NV, V, SV, S, SØ, Ø, NØ og en variabel retning (VRB). Videre er hver dag betegnet som syklonisk eller antisyklonisk. Totalt antall værtyper blir dermed 18. Hver dag i tidsperioden 1904-1958 er klassifisert som en av disse værtyperne.

*Metode 3:* Lambs (1972) værtypeklassifisering er i dag et av de mest refererte og benyttede klassifiseringsskjema. Klassifiseringen gjelder for de Britiske øyer avgrenset til området mellom 50°N-60°N og 10°V-2°Ø. Klassifiseringen bygger på prinsippet om å bestemme posisjon og utvikling til trykksentrene i bakkenivå, samt de øvre luftlags styring av sirkulasjonssystemet fra dag til dag og over en tidsperiode på flere dager eller lenger.

I klassifiseringsarbeidet blir det i hovedsak benyttet bakkekart publisert i «Daily Weather Reports of the Meteorological Office». Lamb definerte 7 hovedtyper: AC (antisyklonisk), C (syklonisk), N (nordlig), NV (nordvestlig), V (vestlig), Ø (østlig) og S (sørlig). Kartene viser ofte småskalasytemer av forskjellig karakter, svake og kaotiske mønstre, rask skifte av vær-situasjoner, eller at

mange dager tilfredsstilte flere av kravene. Det var derfor nødvendig å definere 20 undergrupper, inkludert en gruppe for uklassifiserte dager. Gjennomsnittlig forble 4% av dagene uklassifiserte. For samtlige 27 værtyper eksisterer det et register av daglige sekvenser av sirkulasjonsmønstre fra 1861. Registeret oppdateres kontinuerlig.

*Metode 4:* Niedzwiedz (1993a) benyttet et klassifiseringssystem som er utarbeidet av Murray & Lewis (1966) og Murray & Benwell (1970). Dette systemet består av 21 værtyper, inkludert en værtype for uklassifiserte dager. Værtyperne er på daglig basis definert ved 8 forskjellige vindretninger: N, NØ, Ø, SØ, S, SV, V og NV. Videre er hver dag betegnet som syklonisk (c) eller antisyklonisk (a), dvs 16 forskjellige værtyper. I tillegg er det definert 4 værtyper (Bc, Cc, Ca og Ka) som er karakterisert ved mangel på adveksjon eller variabel vindretning over det definerte området.

Sirkulasjonsprosesser på tidsskala måned eller sesong er mest hensiktsmessig presentert ved å anvende sammensatte eksponenter (indices). Hver måned eller sesong summerer poeng ved at den enkelte dag gir poeng ut fra trykk-mønstret som eksisterer over det aktuelle området. 4 eksponenter på månedsbasis er definert som følgende:

- P: eksponent av zonal vestlig sirkulasjon: Vind fra NV, V eller SV gir +2 poeng. Vind fra N eller S gir -1 poeng. Vind fra NØ, Ø eller SØ gir -2 poeng.
- M: eksponent av meridional sirkulasjon: Vind fra N eller S gir +2 poeng. Vind fra NV, NØ, SV og SØ gir +1 poeng.
- S: eksponent av sørlig sirkulasjon: Vind fra S gir +2 poeng. Vind fra SV og SØ gir +1 poeng. Vind fra NV og NØ gir -1 poeng og vind fra N gir -2 poeng.
- C: eksponent av syklonitet: Situasjoner av type Cc og Bc gir +2 poeng, resten av syklonitet situasjonene gir +1 poeng. Situasjoner av type Ca og Ka gir -2 poeng, resten av antisyklonsituasjonene gir -1 poeng.

Metoden er benyttet for sørlige Polen for tidsperioden 1873-1993 (Niedzwiedz 1993a). Metoden er også benyttet for området rundt Spitsbergen og de nære hav-områder. For tidsperioden 1899-1993 er kun januardata benyttet, og for tidsperioden 1971-1988 er årlige data benyttet (Niedzwiedz 1993b).

*Metode 5:* Kalnicky (1987) benyttet et klassifiserings-skjema for den nordlige halvkule, 25°N-90°N, som er utarbeidet av Dzerdzeevskii (1968, 1970). Bare storskala-trekk av den generelle sirkulasjon er inkludert i skjemaet:

1. Lokalisering av de semipermanente trykksystemene ved havets nivå, f.eks. lavtrykk over Island, høytrykk over Sibir, og de subtropiske høytrykkene over nordlige Stillehavet og Nord-Atlanteren.
2. Posisjon og bane til de vandrende trykksentrene ved havets nivå.
3. Det vestlige bølgemønstret i de øvre luftlagene, in-

kludert posisjon og intensitet til tråg og rygger.

Dzerdzeevskii's klassifiseringsskjema gjenkjente 4 hoved-sirkulasjonstyper:

- 1) Zonal
- 2) «Brudd på» zonalitet
- 3) Nordlig meridional
- 4) Sørlig meridional

De 4 hovedgruppene ble delt i 13 mindre grupper, og de 13 gruppene ble igjen delt i 41 undergrupper. For tidsperioden 1899-1969 er hver dag klassifisert som en av disse værtyperne. 2% av dagene er uklassifisert.

### 2.3. Objektive metoder

De objektive metodene er ofte automatiserte teknikker som grupperer trykkvariasjoner ved et fast antall gridd-punkt.

*Metode 1:* Zonal indeks (ZI) som er et enkelt mål for intensiteten til den vestlig luftstrømmen, ble introdusert av Rossby et al. (1939). Nord-Atlanteren samt De Britiske øyer er dominert av vestlig luftstrøm på grunn av et semipermanent lavtrykk over Island og høytrykk over Azorene. Posisjonen til disse trykksentrene bestemmer variasjon og intensiteten til den vestlige luftstrømmen som er en del av det vestlige vindbeltet på midlere breddegrader. Zonal indeks (ZI) er definert som gjennomsnittlig trykk-differanse f.eks. mellom breddegradene 35°N og 55°N. Månedsverdier av lokal zonal indeks (ZI) er gitt som:

$$ZI_{\text{MÅNED}} = \bar{P}_{55} - \bar{P}_{35}$$

Årlige verdier av lokal zonal indeks er gitt som:

$$ZI_{\text{ÅR}} = \sum_{1}^{12} ZI_{\text{MÅNED}} / 12$$

Høy indeks korresponderer til zonal type. Lav indeks korresponderer til meridional type.

Makrogiannis et al. (1982) benyttet zonal indeks for tidsperioden 1873-1972 for området begrenset mellom 60°V-10°V, 35°N-55°N. Det ble benyttet griddete SLP data (Sea Level Pressure) med en oppløsning på 5° breddegrader og 10° lengdegrader. Det ble beregnet månedsverdier av zonal index (ZI)<sub>MÅNED</sub> og årsverdier av zonal index (ZI)<sub>ÅR</sub>.

Jönsson & Bärring (1995) benyttet zonal indeks metode for 2 forskjellige områder.

- 1: Et vestlig område: Nord-Atlanteren 45°N-65°N, 40°V-5°V
- 2: Et østlig område: Skandinavia og sentral Europa 45°N-65°N, 5°Ø-40°Ø

Det ble benyttet griddete SLP data med en oppløsning på 5° lengdegrad og 5° breddegrad. For tidsperioden 1899-1992 er det for disse 2 områder beregnet tids-



serier av  $ZI_{AR}$ ,  $ZI_{SESONG}$  og  $ZI_{MÅNED}$ .

Jönsson (1993) utviklet en spesialutgave av zonalindeks metoden. Ved å definere et område rundt Island, avgrenset mellom 60°N-70°N, 30°V-10°V, ble zonal indeks (A) og meridional indeks (B) definert som følgende:

$$A \text{ (gdm)} = \text{zonal indeks: } (p_7 + p_8 + p_9) - (p_1 + p_2 + p_3)$$

$$B \text{ (gdm)} = \text{meridional indeks: } (p_3 + p_6 + p_9) - (p_1 + p_4 + p_7)$$

$(p_7(30^\circ V) + p_8(20^\circ V) + p_9(10^\circ V))$ : summen av høyden (gdm) langs breddegraden 60°N.

$(p_1(30^\circ V) + p_2(20^\circ V) + p_3(10^\circ V))$ : summen av høyden (gdm) langs breddegraden 70°N.

$(p_3(70^\circ N) + p_6(65^\circ N) + p_9(60^\circ N))$ : summen av høyden (gdm) langs lengdegraden 10°V.

$(p_1(70^\circ N) + p_4(65^\circ N) + p_7(60^\circ N))$ : summen av høyden (gdm) langs lengdegraden 30°V.

gdm er definert som «geopotensial dekameter». A og B kan bestemmes på daglig, månedlig og årlig basis. Metoden egner seg best for områder av den størrelsesorden som er beskrevet her. Metoden er også benyttet for Sør-Norge og deler av Finland for perioden 1958-1992 (Jönsson 1993).

*Metode 2:* Gjentatte sirkulasjonsmønster av lavfrekvent variabilitet er ofte referert til det engelske uttrykket «teleconnections» (Hurrell 1995, WMO 1995). De 4 viktigste «teleconnections» mønster er:

- 1) Pacific/North American Pattern (PNA)
- 2) West Pacific Oscillation (WPO)
- 3) North Atlantic Oscillation (NAO)
- 4) El Niño/Southern Oscillation (ENSO)

For Norge er det i første rekke det regionale oscillasjonsmønster over Nord-Atlanteren (NAO) som er av interesse for å beskrive regionale klima anomalier for vårt område.

NAO indeks er definert som normalisert trykkdifferanse mellom stasjon A og stasjon B. Stasjon A er Akureyri eller Stykkisholmur, Island. Stasjon B er tilsvarende Azorene eller Lisboa, Portugal.

$$\text{NAO indeks: } (p'/\sigma_p)_A - (p'/\sigma_p)_B$$

Trykkanomalien ( $p'$ ) på stasjon A:

$$p' = \bar{p} - p$$

$\bar{p}$ : midlere trykk på stasjon A for en bestemt tidsperiode

$p$ : trykk på stasjon A

Normalisert trykk ( $p_{norm}$ ) på stasjon A:

$$p_{norm} = p'/\sigma_p \quad \sigma_p: \text{standardavvik}$$

NAO svinger mellom to tilstander:

- 1) Dypt lavtrykk ved Island og sterkt høytrykk ved Azorene:  $NAO > 0$
- 2) Svakt lavtrykk ved Island og svakt høytrykk ved Azorene:  $NAO < 0$

*Metode 3:* Moses & Kiladis (1987) benyttet januar middelværdier av SLP for Stykkisholmur, Island og Ponto Delgado, Azorene. Avvik fra middelværdier er en god indeks med hensyn til sirkulasjonsendring. Middelværdier av januar SLP data for Stykkisholmur og Ponto Delgado ble beregnet for tidsperioden 1873-1980. Referanseperioden ble valgt til 1941-1970.

*Metode 4:* En metode til å finne koblede sirkulasjonsmønster er beskrevet av von Storch & Navarra (1995). Teknikken blir kalt «one-point teleconnection map for the basis point *i*». En velger et fast punkt som referansepunkt, f.eks. 65°N, 20°V (Islandslavtrykket), og korrelerer samtlige griddpunkt med dette punkt. Områder med høye positive korrelasjonskoeffisienter vil da implisere et lavtrykksområde som er koblet med Islandslavtrykket. Områder med høye negative verdier vil implisere et høytrykksområde som er koblet med Islandslavtrykket.

*Metode 5:* Jones (1978) og Jones et al. (1993) benyttet et objektivt katalogiseringskjema, i utgangspunktet utviklet av Jenkinson & Collison (1977). Metoden benytter griddete MSLP (Mean Sea Level Pressure) data med en oppløsning på 5° breddegrad og 10° lengdegrad. Metoden har fått relativt mye oppmerksomhet her fordi den ansees som et viktig bidrag i beskrivelse av objektive metoder. Den er også sammenlignet med Lambs subjektive metode i kap. 2.5. Griddpunkt mønster benyttet over De Britiske øyer er som følgende:

	20°V	10°V	0°	10°Ø
65°N		<i>1</i>	<i>2</i>	
60°N	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
55°N	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
50°N	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>
45°N		<i>15</i>	<i>16</i>	

Tallene i kursiv er griddpunktnummer.

Følgende vindstrøm karakteristikk er beregnet for hvert daglige trykk-kart:

$$V = \frac{1}{2}(12+13) - \frac{1}{2}(4+5) \quad \text{vestlig luftstrøm}$$

$$S = 1,74[\frac{1}{4}(5+2 \times 9+13) - \frac{1}{4}(4+2 \times 8+12)] \quad \text{sørlig luftstrøm}$$

$$F = (S^2 + V^2)^{1/2} \quad \text{resultant strøm}$$

$$ZV = 1,07[\frac{1}{2}(15+16) - \frac{1}{2}(8+9)] - 0,95[\frac{1}{2}(1+2)] \quad \text{vestlig shear vorticity}$$

$$ZS = 1,52[\frac{1}{4}(6+2 \times 10+14) - \frac{1}{4}(5+2 \times 9+13) - \frac{1}{4}(4+2 \times 8+12) + \frac{1}{4}(3+2 \times 7+11)] \quad \text{sørlig shear vorticity}$$

$$Z = ZV + ZS \quad \text{total shear vorticity}$$

Stormindeks er gitt som:

$$G = (F^2 + (0,5Z)^2)^{1/2}$$

Enheten til F er uttrykt ved hPa/10° breddegrad ved 55°N. Hver enhet er ekvivalent til 0.6 m/s. Enheten til Z er uttrykt ved hPa/10° breddegrad ved 55°N. 100 enheter er ekvivalent til  $0,55 \times 10^{-4} = 0,46$  ganger Coriolis parameter ved 55°N. De objektive værtyperne er definert til tilnærmet Lambs typer ved hjelp av regler eller retningslinjer der komponentene F, V, S og Z inngår i sammenligningsgrunnlaget (se Jones et al. 1993). For store deler av den nordlige halvkule er katalogen tilgjengelig på daglig basis for tidsperioden desember 1880 til desember 1989.

*Metode 6:* Bunker (1979) benyttet årlige middelværdier av griddete SLP data, med en oppløsning på 10° breddegrader og 10° lengdegrader for et område som dekker Nord- og Sør-Atlanteren. For perioden 1948-1972 er endring i sirkulasjon indikert ved å beregne gjennomsnittlig årlig trykkendring for alle griddpunkt i området.

*Metode 7:* For tidsperioden 1873-1976 beregnet Ratcliffe et al. (1978) årlige middelværdier av SLP i hvert griddpunkt nord for 30°N, dvs i alt 344 griddpunkt. Middelværdi og standardavvik (SD) av de beregnede årlige middelværdiene av SLP ble deretter kalkulert i hvert griddpunkt. Deretter ble standardiserte trykkanomalier for f.eks. hver dekadere beregnet. Metoden går ut på å summere for hver dekadere antall griddpunkt der årlig trykkanomali overstiger  $\pm 2$  og  $\pm 3$  standardavvik. Variasjon av disse summene vil være et uttrykk for den generelle variabilitet av trykkanomalier fra dekadere til dekadere over det valgte område.

*Metode 8:* Loon & Madden (1983) benyttet daglige griddete SLP data for den nordlige halvkule. For januar-data i referanseperioden 1901-1980, er middelværdi og standardavvik av SLP beregnet. Referanseperioden er delt i 5 mindre perioder på 16 år hver. Endring i SD fra en periode til en annen periode er relatert til forandring i posisjon og intensitet til trykksystemene. Metoden er derfor egnet til å studere endring i sirkulasjon fra periode til periode.

*Metode 9:* Lund (1963) introduserte en objektiv statistisk værtypeklassifisering. Klassifiseringen ble basert på SLP data en gang i døgnet i et gitt område (et bakkekart

i døgnet) og for en bestemt periode. Metoden går ut på å korrelere alle trykk-kart med hverandre og beregne samtlige korrelasjonskoeffisienter  $R(x,y)$ . Ved hjelp av korrelasjonskoeffisientene er det mulig å samle de vær-kart som er mest lik hverandre i værtypegupper.

Hensikten med Lunds arbeid var å velge ut et lite antall vintersituasjoner der hvert kart representerer forskjellige overflate trykkmønster som gjentar seg hyppigere enn forventet ved tilfeldigheter. Han benyttet et område som dekket den nordøstlige delen av USA, totalt 22 stasjoner. For perioden 1949-1953 benyttet han 445 vær-situasjoner fra vintermånedene desember-mars. Ut ifra denne datamengden klassifiserer han 90% av alle dager som en av 10 værtyper.

## 2.4. «Variable-building techniques»

Som eksempler på «variable-building techniques» kan en nevne: *Principal Component Analysis* (PCA), eller et annet uttrykk *Empirisk Orthogonal Funksjon* (EOF). Andre eksempler er *Faktor Analyse* (FAO) og *Canonical Correlation Patterns* (CCP).

Teknikkene er blitt mer aktuelle ettersom regnekapasiteten på datamaskiner er forbedret de senere årene. Det eksisterer en rekke beskrivelser av denne typen teknikker (Storch & Navarra 1995). Jolliffe (1990, 1993) har beskrevet grunnprinsippene til «variable building techniques»:

*«Når en er konfrontert med store datasett, er det et naturlige instinkt å prøve og redusere størrelsen og samtidig minimalisere tap av informasjon for å bedre kunne forstå og forklare strukturen i dataene. Et typisk datasett i meteorologisk/klimatologi kan bestå av n observasjoner (f.eks. en trykk-observasjon hver dag) målt på p variable (p griddpunkt eller p stasjoner). Ofte er p variablene høyt korrelert, f.eks. hvis p er stasjoner og noen av disse stasjonene er geografisk nær hverandre. Høy korrelasjon impliserer at den sanne dimensjon er mindre enn p hvis en kan velge m variable,  $m \ll p$ , og der m tar vare på samme informasjon som den originale p.*

*Det er to måter å finne et alternativt sett med variable.*

*Det mest opplagte og sannsynlige er å velge et mindre sett ut fra subjektive kriterier, dvs en velger stasjoner som en tror er representative for det komplette sett.*

*Et annet alternativ er å danne variable fra de opprinnelige dataene, slik at alle nye variable m er typisk forskjellige fra de opprinnelige p, selv om de er konstruert fra dem. Denne metoden identifiserer lineær transformasjon av datasettet og konsentrerer så mye som mulig av variansen i et lite antall variable. Metoden har mindre appell, men har den fordelen at for den samme del av informasjon som vi mister, kan vi aktivere en større reduksjon i dimensjonalitet» (oversatt fra engelsk av Marianne Nitter).*

Et eksempel på en «variable building techniques» er

Bartzokas & Mataxas (1994) som klassifiserte gjennomsnittlige månedlige sirkulasjonstyper ved å benytte FAO. Området som ble benyttet var begrenset mellom 70°V-70°Ø og 20°N-85°N (Nord-Atlanteren, Europa og Nord Afrika). Det ble benyttet griddete SLP data med en oppløsning på 5° breddegrad og 10° lengdegrad. Klassifiseringen ble gjort for to sommer måneder (juli og august) og to vinter måneder (januar og februar). Resultatet viser 4 fremherskende sirkulasjonstyper for vinter månedene og 2 fremherskende sirkulasjonstyper for sommer månedene. 80 av 100 tilgjengelige år ble klassifisert som en av disse 6 sirkulasjonstypene.

## 2.5. Sammenligning av en subjektiv med en objektiv metode

Jones et al. (1993) sammenlignet Lambs subjektive metode (1972) med Jenkinson & Collinsons (1977) objektive metode. Denne sammenligning påviser blant annet 2 viktige forskjeller mellom subjektive og objektive klassifiseringsmetoder:

Lambs subjektive klassifiseringsskjema er basert på 2-3 kart i døgnet. Dette medfører at en har større kontroll over utvikling av systemene i forhold til de objektive metodene der kun et kart i døgnet er benyttet. I tillegg er Lambs metode mer opptatt av «styring» av værtypene. Den aktuelle dag blir ikke studert isolert, idet Lambs klassifisering tar hensyn til sirkulasjonen flere dager før og flere dager etter den aktuelle dag. Etter ca. 1945 benyttet Lamb også informasjon fra de øvre luftlag.

## 3. Datamaterialet

### 3.1. Datatilgjengelighet

Nedenfor presenteres de data som er benyttet i denne undersøkelsen. Det dreier seg om data fra MO (1881-1982) og COADS (1983-1993).

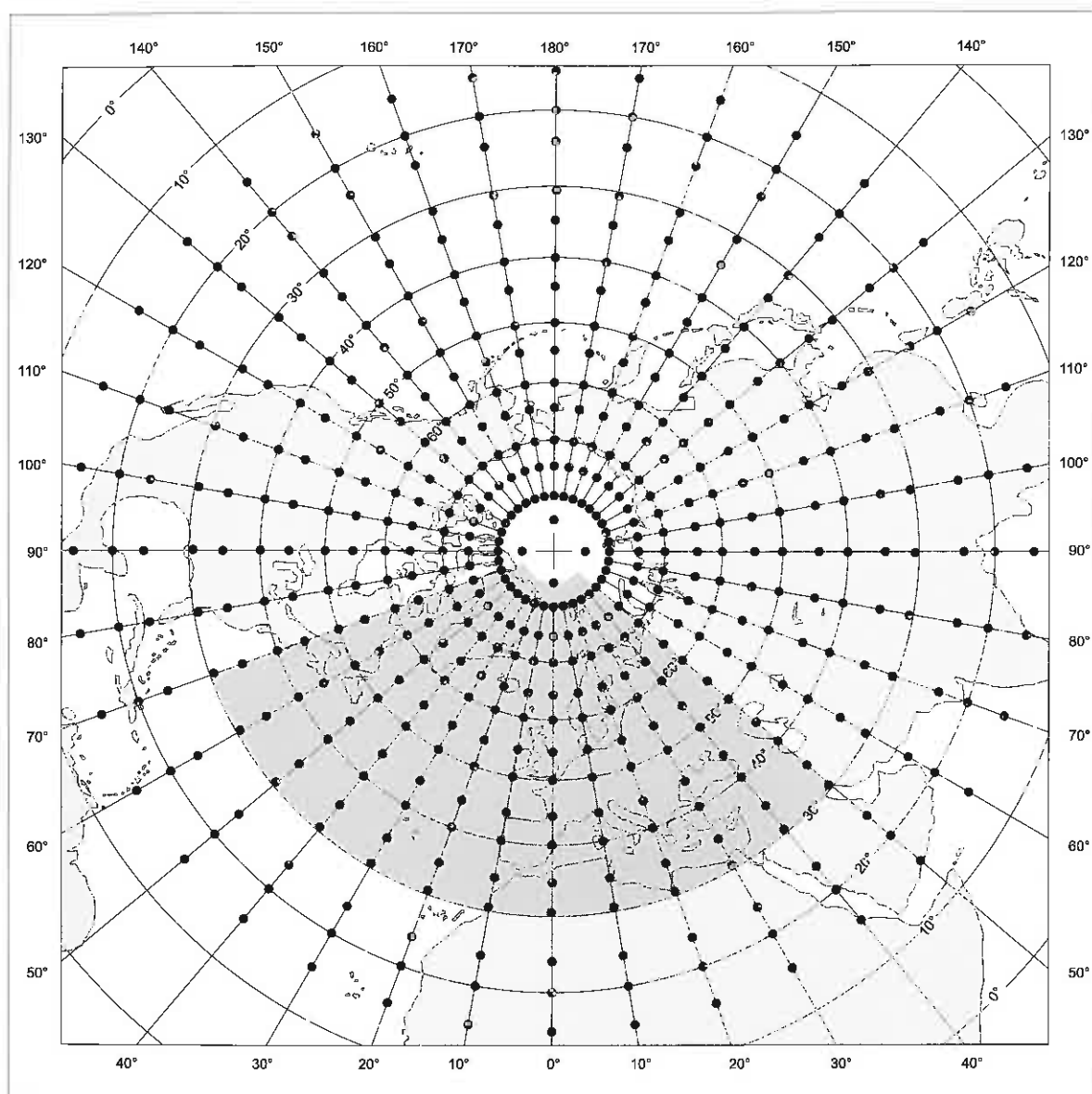


Fig. 1. Oppøsning 10° lengdegrad og 5° breddegrad på de 2 datasettene MO (UK Meteorological Office) og COADS (Comprehensive Ocean Atmosphere Data Set) som benyttes i denne undersøkelsen. Området som benyttes i utgangspunktet er begrenset til 70°V-50°Ø, 30°N-85°N, dvs 156 griddpunkt. Illustrasjon: Franck Cleveland.

Fig. 1. The data used in this investigation are daily gridded, sea-level pressure (SLP) from MO (UK Meteorological Office) and COADS (Comprehensive Ocean Atmosphere Data Set) on a 10° longitude and 5° latitude grid in the area 70°W-50°E, 30°N-85°N. Illustration: Franck Cleveland.

*Data:* Griddete SLP data en gang i døgnet  
 Opplysning: Breddegrad: 5°  
 Lengdegrad: 10°  
*Område:* 30°N-85°N, 70°V-50°Ø (fig. 1)  
*Tidsperiode:* 01.01.1881-31.10.1993

*Kildene for disse data er:*

*For tidsperioden: 01.01.1881-31.12.1982:*

*MO (UK Meteorological Office)*

- 01.01.1881-31.12.1898: Deutsche Wetterdienst  
 «morning» charts 1 (German  
 tape)  
 01.01.1899-31.12.1939: Extended Forecast Division  
 of the U.S. Weather Bureau  
 1200 hour charts (US tape)  
 01.01.1940-31.12.1948: Offenbach 0001 hour charts  
 (German tape)  
 01.01.1949-31.12.1965: Extended Forecast Division  
 of the U.S. Weather Bureau  
 1200 hour charts (US tape)  
 01.01.1966-20.08.1975: Extracted from CFO 0001  
 hour Charts by Synoptic  
 Climatology Staff  
 21.08.1975-31.12.1982: Extract from CFO 10 level  
 model charts of 0001 hour  
 data by Synoptic Climato-  
 logy programs

*For tidsperioden:*

*01.01.1983-31.10.1993:*  
*COADS (Comprehensive*  
*Ocean – Atmosphere Data*  
*Set)*

- 01.01.1983-31.10.1993: Operational analyses from  
 US Navy, Monterey with a  
 few gaps filled by NCEP  
 analyses

### 3.2. Datakvalitet

Den totale tidsperioden 01.01.1881-31.10.1993 svarer til 41212 dager. Av disse dager mangler det data fra 41 dager (-0,1%).

«The Comprehensive Ocean Atmosphere Data Set» (COADS) i USA inneholder de mest fullstendige data-rekker av marine observasjoner som er tilgjengelig. Data-settet er sammensatt av globale, internasjonale skips-observasjoner og dekker perioden 1854-1993. Datasettet er basert på en samling av mer enn 100 millioner individuelle marine observasjoner (Woodruff et al. 1987). The United Kingdom (UK) Meteorological Office (MO) Main Marine Data Bank (MDB) er en annen samling av marine overflateobservasjoner som dekker samme periode.

Begge de beskrevne datasettene inneholder en del svakheter. Det eksisterer brudd i rekkene og en finner perioder og områder der det er sparsomt med data. Dette gjelder spesielt siste halvdel av 1800-tallet, periodene som dekker de 2 verdenskrigene og de nordligste delene av Atlanterhavet. Pga. økt antall observasjoner siden 1881, er ikke seriene helt homogene. På tross av serienes svakheter er det trolig de beste seriene av griddete trykkdata som er tilgjengelig. Datasettene er svært verdifulle ikke minst i forbindelse med forskning av langtidsendring av klima. For å sikre og øke datatilgjengelighet i rom og tid foreligger det nå en plan om en sammenslåing av COADS og MO (Parker 1992).

## 4. Iver Lunds værtypeklassifisering

### 4.1. Valg av metode

I dette arbeid er det valgt å benytte Iver Lunds objektive statistiske metode (1963). Metoden er kort skissert i kap. 2.3. Følgende var av betydning da valg av metode ble tatt:

- Metoden er objektiv
- Metoden korresponderer med tilgjengelige data, dvs griddete overflatetrykkdata over Nord-Atlanteren og Europa
- Metoden er uavhengig av område, både med hensyn til posisjon og størrelse
- Metoden er lett å gjøre seg kjent med, den er konkret og det er lett å tolke resultatene
- Metoden har ikke tidligere vært benyttet for Nord-Atlanteren og Europa til å studere endring og variabilitet av klima

### 4.2. Oversikt over tidligere arbeid

Andersen (1968) benyttet Lunds metode for et område som dekket den nordlige delen av Europa. Han benyttet 39 landbaserte stasjoner og 4 maritime stasjoner. For vintermånedene desember-februar i perioden 1957-1962 inkluderte han 541 værtilfeller. 60% av alle dager ble klassifisert som en av 11 værtyper. 40% av alle dager var uklassifisert og tilhørte værtype 0. Til sammen ble dette 12 værtyper.

### 4.3. Kriterier for klassifisering

I følge Lunds metode skal alle trykk-kart for den aktuelle tidsperioden krysskorreleres og samtlige korrelasjonskoeffisienter  $R(x,y)$  beregnes. Korrelasjonskoeffisienten beregnes ut fra følgende formel:

$$R(x,y) = \frac{\sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})]}{[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2]^{1/2}} \quad (1)$$

$n$ : antall griddpunkt eller antall stasjoner

$x_i$ : ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) bakketrykk (hPa) for stasjon  $i$ , på f.eks. kart 1

$y_i$ : bakketrykk (hPa) for samme stasjon på f.eks. kart 2

$\bar{x}$  og  $\bar{y}$ : midlere bakketrykk (hPa) på henholdsvis kart 1 og kart 2

Korrelasjonskoeffisienten gir opplysninger om det er en systematisk sammenheng mellom trykk-kartene.

1. Er  $R(x,y) = 0$ , varierer  $x$  og  $y$  helt tilfeldig.
2. Er  $x$  og  $y$  positivt korrelert ( $R(x,y) > 0$ ), er det en tendens til at høye verdier av  $x$  og  $y$  opptrer samtidig, og lave verdier av  $x$  og  $y$  opptrer samtidig.
3. Er  $x$  og  $y$  negativt korrelert ( $R(x,y) < 0$ ), er det en tendens til at høye verdier av  $x$  og lave verdier av  $y$  opptrer samtidig. Dette vil i grove trekk bety motsatt trykk-mønster mellom to kart; høytrykk på det ene kartet korresponderer til lavtrykk på det andre kartet.
4. Når  $|R(x,y)| = 1$ , er sammenhengen helt systematisk. Teoretisk sett kan den være svak eller sterk, men i praksis vil en  $R(x,y)$  i nærheten av 1 forekomme oftest når sammenhengen er sterk. To kart som har høytrykk og lavtrykk plassert i nøyaktig samme posisjon, men forskjellige trykk-differanser, kan teoretisk oppnå en  $R(x,y) = 1$ , selv om sammenhengen kan være svak.

Som en følge av ligning 1 vil plassering av trykk-sentrene i tilnærmet samme posisjon på to forskjellige kart være et viktig kriterium for å oppnå en høy  $R(x,y)$ . En høy  $R(x,y)$  kan f.eks. oppnås hvis det eksisterer et systematisk godt samsvar i hele datasettet, eller svært godt samsvar i deler av datasettet og mindre godt i andre deler (f.eks. høytrykk over Middelhavsområdet i løpet av sommersesongen).

Det er rimelig å anta at desto høyere korrelasjonskoeffisienten er mellom 2 kart, desto mer likhet er det mellom de værtilfellene som er representert ved kartene. Det er derfor naturlig å inkludere disse kartene i samme værtype. Med bakgrunn i denne teorien kan klassifiseringen av datamaterialet foretas i følgende 4 trinn:

*Trinn 1:* Trykk verdiene på hvert kart korreleres med de korresponderende trykkverdiene på alle de andre kartene, og samtlige korrelasjonskoeffisienter  $R(x,y)$  beregnes. Samtlige  $R(x,y)$  vil da danne en  $(n-1) \times (n-1)$  matrise, der  $n$  er antall kart.

*Trinn 2:* En verdi for  $R_{\text{KRITISK}}(x,y)$  velges.  $R_{\text{KRITISK}}(x,y)$  bør være en verdi mellom 0,6 og 1,0.

*Trinn 3:* Det kartet som korrelerer flest ganger med de andre kartene velges ut, det vil si når  $R(x,y) > R_{\text{KRITISK}}(x,y)$ . Dette kart, og samtlige tilhørende kart, tilhører værtype A.

*Trinn 4:* Kart A og alle kart som tilhører værtype A fjernes.

Trinn 3 og 4 gjentas vekselvis til en har bestemt ønsket antall værtyper innenfor bestemte rammebetingelser.

#### 4.4. Kritisk bemerkning til metoden

Det er ingenting til hinder for at en dag som allerede er tilegnet en bestemt værtype kan ha en enda høyere korrelasjon med en senere værtype.

Dette er innarbeidet i Lunds undersøkelse og korrigeres på følgende måte: Værtyperne beregnes som skissert ovenfor. Deretter blir alle dager på nytt korrelert med samtlige beregnede værtyper. Hver dag blir tilegnet den værtypen som den har den høyeste korrelasjonen med, hvis  $R(x,y) = >R_{\text{KRITISK}}(x,y)$ . Denne «korreksjonen» får

ingen følger for antall klassifiserte dager, men vil medføre at de enkelte værtyper blir noe jevnere i størrelse (Lund 1963). I tillegg oppnår en større homogenitet mellom værtilstandene i hver værtype. Denne «korreksjon» er utført i totalkjøringen som presenteres i kap. 9.

#### 4.5. 500 hPa-flaten

Høyden av 500 hPa-flaten vil trolig danne det beste grunnlaget for værtypeklassifisering etter Iver Lunds metode da dette feltet best beskriver forflytningen av værsystemene. I dette arbeidet har det vært ansett som viktig å benytte en lang og relativ homogen dataserie. Denne serien som omfatter 110 år eksisterer kun for griddete overflate trykkdata og ikke for 500 hPa flaten.

## 5. Rammebetingelser ved bruk av Ivar Lunds metode

### 5.1. Innledning

Alle trykk-kart konkurrerer på lik linje i klassifikasjonen. Det er «egenskaper» til de kart som først blir klassifisert kontra «egenskaper» til de uklassifiserte kart som er avgjørende for om et kart blir klassifisert eller ikke.

For at et kart skal bli klassifisert, må kartet i første omgang oppnå en  $R(x,y) > R_{\text{KRITISK}}(x,y)$  med andre kart. Denne betingelsen må videre oppfylles så ofte som mulig. En annen mulighet er at kartet fanges opp av et annet kart som korrelerer ofte med andre kart. Pga. persistens vil de fleste trykk-kart klare å oppnå en  $R(x,y) > R_{\text{KRITISK}}(x,y)$  minst 1 eller 2 ganger: Kart ( $i$ ) korrelert med seg selv vil gi  $R(x,y) = 1$ . I løpet av et døgn vil værssystemene forflyttes eller trykkmønsteret forskyves. Dette medfører at i de fleste griddpunkt har det skjedd en mer eller mindre systematisk endring i trykkverdiene. Det er derfor forventet at  $R(x,y)$  mellom kart( $i$ ) og kart( $i+1$ ) er relativt høy, og  $R(x,y)$  mellom kart( $i$ ) og kart( $i+2$ ) også er relativt høy, men noe lavere enn korrelasjonen mellom kart( $i$ ) og kart( $i+1$ ).

Hvor ofte et kart oppnår en  $R(x,y) > R_{\text{KRITISK}}(x,y)$  vil også være avhengig av hvor høy en velger  $R_{\text{KRITISK}}(x,y)$ . Jo lavere  $R_{\text{KRITISK}}(x,y)$  velges, desto oftere vil et kart tilfredsstillende denne betingelsen.

Hensikten med dette arbeidet er bla. å klassifisere flest mulig dager som en av flere forskjellige værtyper ved hjelp av Lunds objektive statistiske metode. Antall klassifiserte dager og antall værtyper vil avhenge av kriterier beskrevet i kap. 5.2.-5.5.

### 5.2. Kriterier for antall værtyper («2% grensen»)

For hver ny værtype som beregnes vil antall dager som tilhører den nye værtypen avta. Værtyper som inneholder få dager, gir rask vekst i antall værtyper, men svak vekst i antall klassifiserte dager. I praksis vil dette bety at alle dager kan bli klassifisert som en bestemt værtype hvis en tillater et stort antall værtyper.

Lund (1963) benyttet ikke noe kriterium for å begrense antall værtyper. Lund gjentok trinn 3 og 4 inntil ca. 10% av alle dagene gjenstod. Andersen (1968) gjentok trinn 3 og 4 inntil den minste værtypen inneholdt ca.

2% av det totale antall dager i tidsperioden han benyttet. Grensekriteriet har i denne undersøkelsen fått navnet «2% grensen».

«2% grensen» defineres som følgende: «Ingen værtype skal inneholde færre dager enn 2% av det totale antall dager i tidsperioden.» «2% grensens» innvirkning på antall klassifiserte dager og antall værtyper blir nærmere undersøkt i kap. 6.4.

### 5.3. Den kritiske grensen for korrelasjonskoeffisienten $R_{\text{KRITISK}}(x,y)$

Jo høyere en velger  $R_{\text{KRITISK}}(x,y)$ , desto mer homogene blir værtilstandene representert ved en bestemt værtype. Men en høy  $R_{\text{KRITISK}}(x,y)$  vil også medføre at færre dager blir klassifisert.

$R_{\text{KRITISK}}(x,y)$  er 0,7 i Lunds undersøkelse og 0,8 i Andersens undersøkelse. Lund (1963) som valgte en lavere verdi for  $R_{\text{KRITISK}}(x,y)$  enn Andersen (1968) fikk 10% uklassifiserte dager. Andersen (1968) som valgte en høyere verdi fikk 40% uklassifiserte dager.

Differansen i prosentvis klassifiserte dager mellom Lund og Andersen har ikke bare sammenheng med valg av  $R_{\text{KRITISK}}(x,y)$ , men også om en benytter «2% grensen», samt størrelse på området.

### 5.4. Størrelse på området

Størrelse på området samt tettheten av griddpunkt eller stasjoner har trolig innflytelse på prosentvis klassifiserte dager og antall værtyper.

Andersen som benyttet et ca. 8 ganger så stort område som Lund, klassifiserte den laveste prosentandel. Andersen gjorde videre en undersøkelse der det opprinnelige området ble redusert til kun å gjelde 20 stasjoner i et mindre område, men med samme stasjonstetthet. Antall værtyper ble redusert fra 11 til 7.

I undersøkelsen som blir presentert her ble følgende område valgt som et utgangspunkt: 70°V-50°Ø, 30°N-85°N (fig. 1). Dette området ble deretter redusert til flere forskjellige mindre områder, for å undersøke om en reduksjon av bestemte deler av området medførte flere eller færre klassifiserte dager.



Et stort område er ikke ubetinget en fordel. En  $R(x,y)$  mellom 2 kart beregner et «helhetsinntrykk» for hele området. Dette kan medføre at 2 kart som tilhører samme værtype kan være representert ved forskjellige sirkulasjonsmønstre over et mindre område. Det kan medføre at isobarfeltet over f.eks. Sør-Norge vil vise stor variabilitet mellom værtilstandene representert ved hver enkelt værtype. En liten dreining av isobarfeltet kan få konsekvenser for temperatur og ikke minst nedbørsfordelingen over Norge.

For å bøte på usikkerheten hvor likhetene og ulikhetene mellom de respektive kart forekommer, kan trykkverdier som gjelder for f.eks. Norge vekttes. Sannsynligheten for at værtypene er mer entydige over Norge vil øke, men ulempen med dette alternativet er at værtypene blir mer usikre for det resterende området. Det er derfor valgt å ikke benytte vektning, dvs alle områder teller like mye.

Et mindre område er heller ikke uproblematisk å benytte. Et lite område vil ha liten forklaringsverdi, fordi en mister signifikant informasjon om hvor luftmassene kommer fra, noe som også er viktig for temperatur og nedbørsforhold.

I tillegg til ønsket om flest mulig klassifiserte dager, var det et ønske at:

- 1) Området ikke reduseres i sentrale områder der andre metoder for værtypeklassifisering er benyttet, f.eks. Baur et al. (1944), Lamb (1972), Bartzokas & Metaxas (1994) og Makrogiannis et al. (1982)
- 2) Områdene som innbefatter Islandsavtrykket og høytrykket over Azorene er inkludert
- 3) Sentrale deler av Europa er innbefattet

## 5.5. «Sesonginndeling» – «ikke sesonginndeling»

MSLP-kart viser at posisjon og dybde til Islandsavtrykket samt posisjon og styrke til høytrykket over Azorene varierer fra måned til måned og fra sesong til sesong (Technical Paper 21, 1952). Posisjon til trykksentrene er et viktig kriterium for i hvilken grad to kart oppnår en høy korrelasjon (kap. 4.3.).

Et kart som representerer middelverdier, vil trolig korrelere hyppig og ha stor sannsynlighet for å bli klassifisert først. Værtilstander som forekommer svært sjeldent, vil trolig forbli uklassifisert. Som eksempel kan en nevne situasjoner der høytrykk over Azorene har byttet plass med Islandsavtrykket: mars 1962, januar 1963 og februar 1965.

Det er rimelig å anta at overflatetrykkmønstre gjentar seg hyppigere innenfor hver sesong enn ved tilfældighet når en benytter alle sesonger samlet. Ved valg av «sesonginndeling» vil kartene i større grad konkurrere på grunnlag av de samme rammebetingelser. Det er derfor grunn til å anta at «sesonginndeling» vil medføre økt antall klassifiserte dager.

Som en følge av dette er det rimelig å anta at ekstrem sesonger, f.eks. varme & tørre somre eller våte & milde vintre, inneholder relativt homogene værtilstander som vil medføre økt antall klassifiserte dager. Det er derfor naturlig å undersøke om «sesonginndeling» gir flere klassifiserte dager enn «ikke sesonginndeling».

«Sesonginndeling» er definert som følgende:

- Sommer: juni, juli og august (JJA)
- Høst: september, oktober og november (SON)
- Vinter: desember, januar og februar (DJF)
- Vår: mars, april og mai (MAM)

Ved valg av «sesonginndeling» – «ikke sesonginndeling» må en i tillegg ta følgende i betraktning: Værtyper beregnes ut fra en definert tidsperiode, og har kun gyldighet innenfor denne tidsperiode. Videre er hver enkelt værtype definert ved et gitt sirkulasjonsmønster for en konkret dag.

Dersom «sesonginndeling» blir benyttet, kan dette medføre en u håndterlig mengde værtyper å forholde seg til. I tillegg er det lite sannsynlig at værtyper fra forskjellige sesonger er tilstrekkelig homogene over hele området slik at værtypene direkte kan sammenlignes. Det vil derfor ikke være mulig å studere forskjeller i hyppighetsfrekvens av de enkelte værtyper mellom sesongene. Dette vil til gjengjeld være mulig ved valg av «ikke sesonginndeling».

MSLP-kartene viser at det eksisterer en lavere trykklifferanse mellom Islandsavtrykket og høytrykket over Azorene for sommermånedene enn for vintermånedene (Technical Paper 21, 1952). Kart med store trykklifferanser er som oftest forbundet med klart avgrensede trykksentre i rom. Ved svakere trykklifferanser er trykksentrene ofte ikke så klart definert. Fordi posisjon til trykksentrene er et viktig kriterium for i hvilken grad et kart oppnår en høy  $R(x,y)$  (se kap. 4.3.), er det grunn til å anta at metoden prioriterer kart med store trykklifferanser. Dette kan f.eks. medføre at 90% av alle dager klassifiseres for vintersesongen og 60% for sommersesongen. En skjev fordeling av prosentvis klassifiserte dager og antall værtyper mellom de 4 sesongene er mest sannsynlig hvis en benytter «ikke sesonginndeling». Ved valg av «ikke sesonginndeling» vil trykk-kart med store trykklifferanser (f.eks. vintersituasjoner) konkurrere med trykk-kart med små trykklifferanser (f.eks. sommersituasjoner).

Før det blir kartlagt i hvilken grad «ikke sesonginndeling» gir en skjev prosentvis fordeling av antall klassifiserte dager, vil det være ønskelig å undersøke i hvilken grad klassifiserte dager har en høyere trykklifferanse enn uklassifiserte dager. Dette kan undersøkes ved å benytte «middelkvadratavvik» som blir nærmere beskrevet i kap. 6.5.

## 6. Metoder for å bestemme rammebetingelser ved bruk av Lunds metode

### 6.1. Bruk av statistikk i meteorologi og klimatologi

En hypotese er en kvalifisert gjetning om virkeligheten, og det er interessant å undersøke om gjetningen er god eller dårlig. For å kunne bedømme dette, er det ofte nødvendig med en statistisk analyse, f.eks. en signifikanstest.

Signifikanstester, f.eks. student t-test, har 2 viktige forutsetninger som begge må oppfylles før testen kan benyttes:

- 1) Variablene skal være innbyrdes uavhengige
- 2) Variablene skal være normalfordelt, eller tilnærmet normalfordelt

Det er et generelt problem i meteorologi at de variablene som benyttes ofte ikke er normalfordelt. I tillegg er det sjelden mulig å gjennomføre virkelig uavhengige eksperimenter. Klimadata er oftest autokorrelert både i rom og tid. Dette har fordeler hvis en ønsker å rekonstruere rom-tid tilstanden til atmosfæren, men gjør det vanskelig å benytte standard statistiske teknikker for hypotese testing.

Dersom det f.eks. benyttes daglige verdier av temperatur eller trykk over en lengre tidsperiode, vil dataene sannsynligvis være tilnærmet normalfordelt, men variablene vil ikke være innbyrdes uavhengige.

Å oppnå uavhengighet kan løses ved å plukke ut tilfeldige dager, f.eks. hver 3. eller hver 4. dag og benytte en tradisjonell signifikanstest.

Ulempen med dette er at en mister 66%-75% av materialet, og gevinsten med en signifikanstest må vurderes mot tap av informasjon fra det store datamaterialet.

I kap. 6.3., 6.4. og 6.5. er det omtalt 3 forskjellige metoder. Alle metodene ble i første omgang benyttet uten noen form for signifikanstester. Det ble deretter vurdert om metodene skulle «kjøres» på nytt sammen med signifikanstester.

Det ble besluttet at gevinsten oppnådd med å benytte signifikanstester ikke ville stå i forhold til arbeidet som krevdes for å oppnå et uavhengig datasett, fordi de anvendte dataene er autokorrelert.

### 6.2. Valg av tidsperioder og områder ved bruk av metode 1, 2 og 3

*Valg av tidsperioder:*

Tidsperiodene som benyttes er basert på temperatur og nedbør data fra Bergen (Florida).

Følgende definisjoner av sesong gjelder:

- Sommer: juni, juli og august
- Høst: september, oktober og november
- Vinter: desember, januar og februar
- Vår: mars, april og mai

«NORMAL»: Middeltemperatur for en sesong avviker mindre enn  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  i forhold til normalen 1961-1990. I tillegg skal nedbørsummen for en sesong avvike mindre enn  $\pm 60\text{mm}$  i forhold til normalen 1961-1990.

Følgende normalverdier for temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) og nedbørssum (mm) benyttes for Bergen (Florida):

Vår :  $6,4^{\circ}\text{C}$  og 332 mm

Høst :  $8,6^{\circ}\text{C}$  og 671 mm

Vinter:  $2,0^{\circ}\text{C}$  og 521 mm

Sommer:  $14,1^{\circ}\text{C}$  og 470 mm

«Varme & tørre somrer» er valgt ut fra fig. 2 (Kvamme 1993).

Følgende 7 tidsperioder ble valgt ut fra ovennevnte kriterier:

*Tidsperiode 1:*

4 «normale vintre»:

1952/53, 1953/54, 1964/65, 1967/68 .. 361 dager

*Tidsperiode 2:*

4 «normale somre»:

1958, 1959, 1960 og 1963 ..... 368 dager

*Tidsperiode 3:*

4 «normale høster»:

1955, 1956, 1963 og 1964 ..... 364 dager

*Tidsperiode 4:*

4 «normale vårer»:

1952, 1957, 1963 og 1964 ..... 368 dager

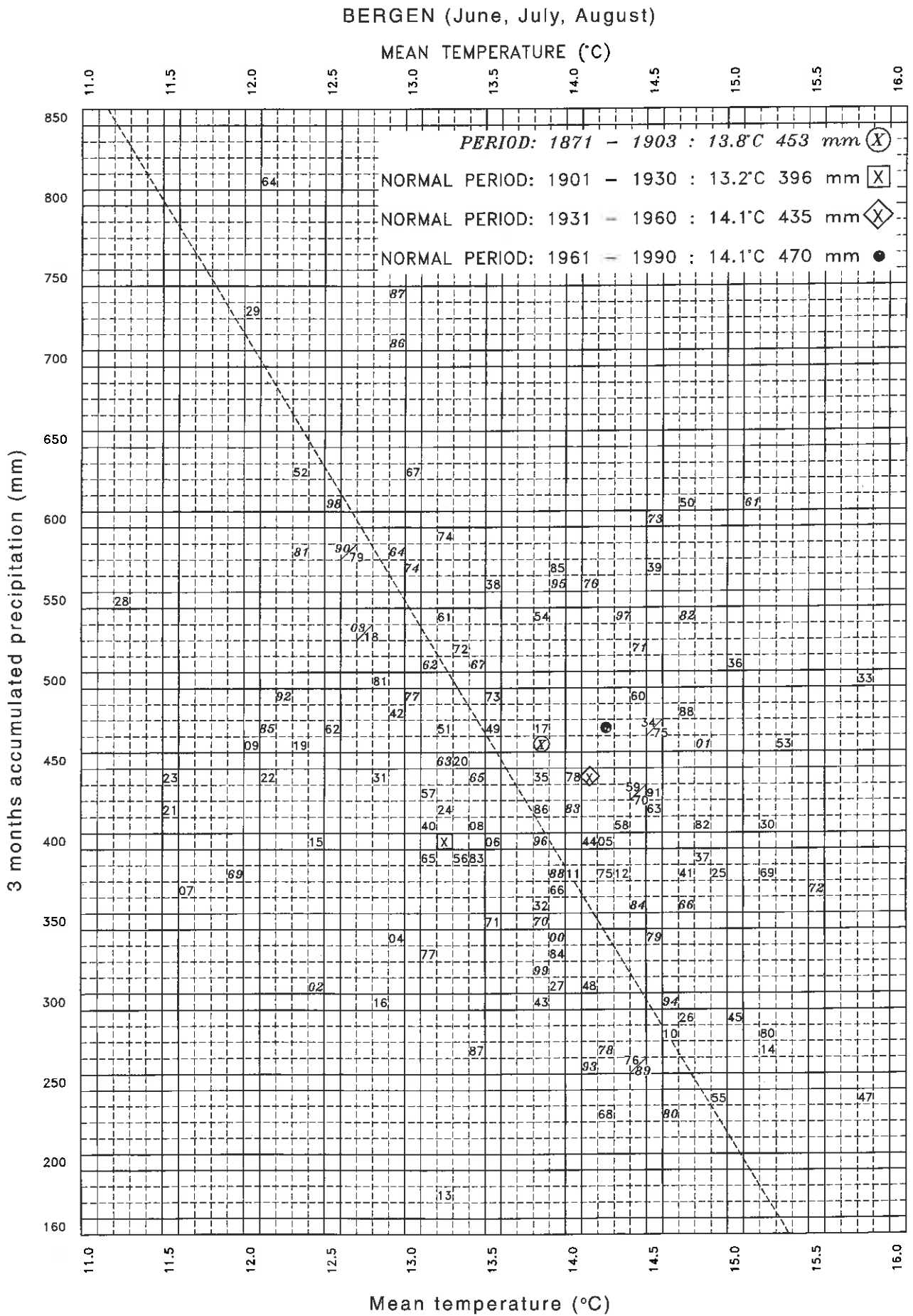
*Tidsperiode 5:*

«normalår»: 1972 ..... 366 dager

*Tidsperiode 6:*

4 «tørre & varme somre»:

1945, 1947, 1955 og 1980 ..... 368 dager



Tidsperiode 7: ..... 1461 dager  
 «4 normalår» som er en sammenslåing av tidsperiodene 1 til 4.»

*Valg av områder*

For å undersøke om en reduksjon av bestemte deler av området medførte flere eller færre klassifiserte dager, ble det opprinnelig valgte området (se fig. 1) redusert til flere mindre områder. Reduksjonen ble utført parallelt med lengdegradene i øst-vest-retning og parallelt med breddegradene i retningen nord-sør.

Følgende 11 områder ble benyttet:

- |                          |                                       |
|--------------------------|---------------------------------------|
| 1. 30°N-85°N, 70°V-50°Ø  | UTGANGSPUNKT                          |
| 2. 30°N-85°N, 70°V-30°Ø  | Reduksjon i østlig retning            |
| 3. 30°N-75°N, 70°V-50°Ø  | Reduksjon i nordlig retning           |
| 4. 40°N-75°N, 70°V-30°Ø  | Reduksjon i sørlig retning            |
| 5. 50°N-75°N, 70°V-30°Ø  | Reduksjon i sørlig retning            |
| 6. 30°N-75°N, 50°V-30°Ø  | Reduksjon i vestlig retning           |
| 7. 30°N-75°N, 40°V-30°Ø  | Reduksjon i vestlig retning           |
| 8. 30°N-75°N, 30°V-30°Ø  | Reduksjon i vestlig retning           |
| 9. 30°N-75°N, 20°V-30°Ø  | Reduksjon i vestlig retning           |
| 10. 30°N-75°N, 10°V-30°Ø | Reduksjon i vestlig retning           |
| 11. 50°N-75°N, 30°V-30°Ø | Reduksjon i sørlig og vestlig retning |

Fig. 2 (venstre side). Variabilitet av gjennomsnittstemperatur og nedbørsum for somrene 1871-1990 i Bergen. Sommer er definert som juni, juli og august. Kvamme 1993. Illustrasjon: Franck Cleveland.

Fig. 2 (left page). Variations in the mean temperature and the accumulated precipitation for the three summer months (June, July, August) in Bergen. Kvamme 1993. Illustration: Franck Cleveland.

6.3. Metode 1

For å kunne ta stilling til en optimal størrelse på området, om inndeling i årstider var å foretrekke fremfor å behandle hele året under ett, samt bestemme en hensiktsmessig  $R_{KRITISK}(x,y)$ , ble følgende metode benyttet for de 11 ovennevnte områder og 6 tidsperioder (tidsperiode 1 til 6):

Trinn i fremgangsmåten:

1. Alle trykk-kart korreleres med hverandre, og korrelasjonskoeffisientene  $R(x,y)$  beregnes.
2. Persistens fjernes: For å oppnå uavhengige korrelasjonskoeffisienter fjernes persistens. Persistens fjernes ved å se bort fra korrelasjonskoeffisientene mellom dag( $i$ ) og de 2 etterfølgene dagene; dag( $i+1$ ) og dag( $i+2$ ). Det skal bemerkes at fjerning av persistens kun benyttes i metode 1, og ikke i selve beregningen av værtypene. Fjerning av persistens er nødvendig for å gi metode 1 mening, se pkt. 3 og pkt. 4.
3. Frekvensfordelingen av korrelasjonskoeffisientene beregnes: Frekvensfordelingen i fig. 3 viser et eksempel på en fordeling av  $R(x,y)$ . Frekvensfordelingen av korrelasjonskoeffisientene beskriver likheten mellom vær-situasjonene for en aktuell periode og for et aktuelt område. I tillegg vil fordelingen vise hvor høy  $R_{KRITISK}(x,y)$  som bør velges. En høy prosentandel positive korrelasjonskoeffisienter betyr at vær-situasjonene er relativt homogene. For det aktuelle

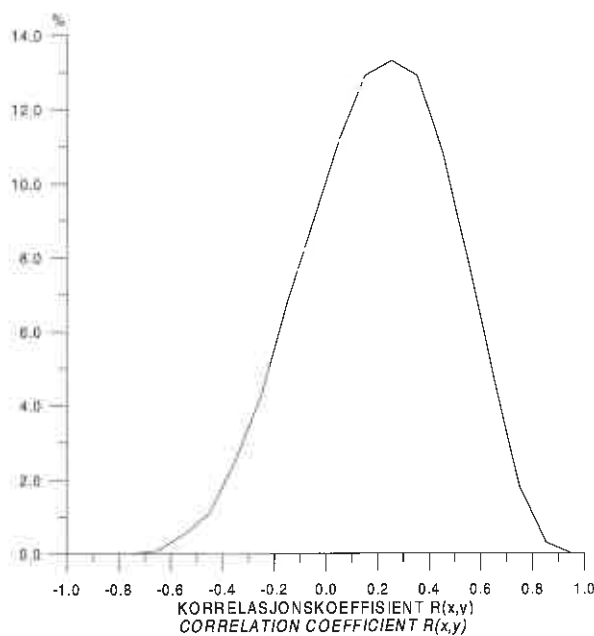


Fig. 3. Et eksempel på en frekvensfordeling av  $R(x,y)$  etter at persistens er fjernet. Fordelingen gjelder for tidsperiode 5, område 70°V-50°Ø, 30°N-85°N, og  $R_{KRITISK}(x,y) = 0,7$ .

Fig. 3. An example of the frequency of  $R(x,y)$  remaining after weather persistence is removed. The frequency concerned is period 5, the area is 70°W-50°E, 30°N-85°N, and  $R_{CRITICAL}(x,y) = 0.7$ .

området (30°N-85°N, 70°V-50°Ø) betyr dette at det hyppigste sirkulasjonsmønsteret er vestavind, styrt av Islandslavtrykket og høytrykket over Azorene. Valg av et annet område, f.eks. Asia, ville medføre høyere prosentandel negative korrelasjonskoeffisienter pga. monsunen som skifter retning fra januar til juli (flere tilfeller med motsatt trykkmønster).

4. For hver dag velges den høyeste korrelasjonskoeffisienten  $R_{HØY}(x,y)$ , og frekvensfordelingen beregnes: Frekvensfordelingen i fig. 4. viser et eksempel på en fordeling av  $R_{HØY}(x,y)$ . Frekvensfordeling av  $R_{HØY}(x,y)$  vil være et indirekte mål på hvor høy prosentandel en kan forvente å klassifisere. Hvis f.eks. 60% av  $R_{HØY}(x,y)$  er større enn 0,7, vil 60% av alle dager korrelere minst en gang med en annen dag når  $R_{KRITISK}(x,y) = 0,7$ . Dette medfører nødvendigvis ikke at 60% av alle dager vil bli klassifisert. Prosentatsen bør derimot oppfattes som en øvre grense og «trendgivende» for prosentvis klassifiserte dager. Årsakene kan summeres i 2 punkter:

1) Antall dager som tilhører en bestemt værtype, vil avta for hver ny værtype som beregnes. Tilstrekkelig antall værtyper som inneholder få dager, gir rask vekst i antall værtyper, men svak vekst i antall klassifiserte dager. Det vil derfor være lite hensiktsmessig å prøve og klassifisere flere dager enn det prosentandelen til-

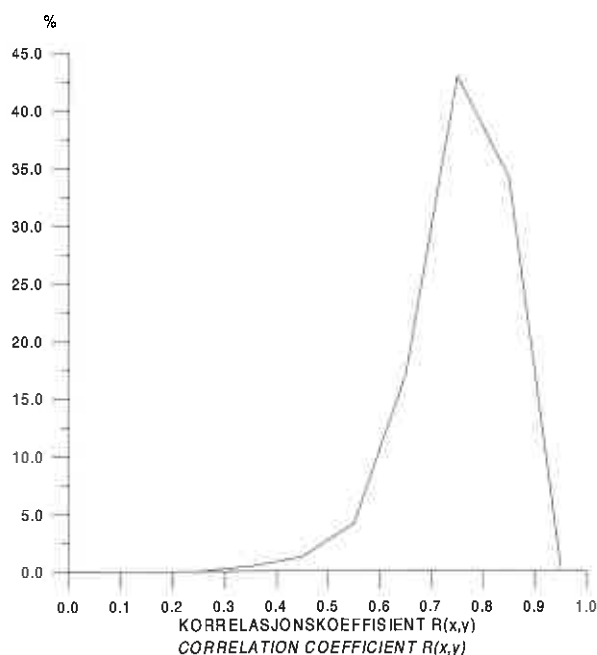


Fig. 4. Et eksempel på en frekvensfordeling av  $R_{HØY}(x,y)$ . Fordelingen gjelder for tidsperiode 5, område 70°V-50°Ø, 30°N-85°N, og  $R_{KRITISK}(x,y) = 0,7$ .

Fig. 4. An example of the frequency of  $R_{LARGE}(x,y)$  for each day. The frequency concerned is period 5, the area is 70°W -50°E, 30°N-85°N, and  $R_{CRITICAL}(x,y) = 0.7$ .

sier. Antall klassifiserte dager vil likevel kunne ligge både over og under denne verdi, avhengig av hvor mange værtyper en ønsker å benytte, noe som igjen avhenger av om en ønsker å benytte «2% grensen». Dette krever en videre undersøkelse (se metode 2). 2) De definerte tidsperiodene 1 til 5 benytter normalperioden 1961-1990 som referanse periode. Normalverdier er middelverdier av en bestemt 30-årsperiode. Det er ikke unormalt at værelementer avviker betydelig fra denne middelverdi. I tillegg vet en at selv om ikke middeltemperatur og akkumulert nedbørsum avviker nevneverdig fra normalverdiene, kan det være store variasjoner fra måned til måned og fra år til år. Normalperioden 1931-1960 har f.eks. årstemperatur blant de høyeste 30-årsmidlene i dette århundre. Slik sett er normalverdi uheldig, fordi en da risikerer at normalen blir unormal (Førland 1994). Valg av andre tidsperioder vil av den grunn sannsynligvis gi et noe varierende resultat.

Sannsynligheten for at alle dager korrelerer minst en gang med en annen dag, med en  $R(x,y) > R_{KRITISK}(x,y)$  øker med økende antall dager i tidsperioden. Prosentatsen for et høyt antall dager vil derfor bli liggende tett opp til 100%, uavhengig av område og tidsperiode, og dermed være en lite egnet indikator. Det samme ville skjedd hvis ikke persistens var fjernet. Metode 1 bør derfor ikke benyttes for store datamengder.

Resultatene fra metode 1 (kap. 7.1 - 7.3) viser at metoden ikke er tilstrekkelig til å gi svar på alle 4 rammebetingelsene. Metoden gir ikke svar på «kriterier for antall værtyper» og er heller ikke tilfredsstillende ved valg av «sesonginndeling» – «ikke sesonginndeling».

## 6.4. Metode 2

På bakgrunn av resultatene fra metode 1 og som skissert i kap. 5.2., var det et ønske å studere «2% grensens» innvirkning på antall klassifiserte dager og antall værtyper.

Følgende data og kriterier benyttes:

Alternativ 1:

Tidsperiode: 1, 2, 3, 4 og 7 &  $R_{KRITISK}(x,y) = 0,7$ .

En benytter 2 forskjellige krav:

- «2% grensen» benyttes
- «2% grensen» benyttes ikke. I stedet for benytter en kravet om at 80% av alle dager skal klassifiseres

Alternativ 2:

Tidsperiode: 7 &  $R_{KRITISK}(x,y) = 0,8$ .

En benytter 2 forskjellige krav:

- «2% grensen» benyttes
- «2% grensen» benyttes ikke. I stedet for benytter en kravet om at 80% av alle dager skal klassifiseres

For alternativ 1 og alternativ 2 beregnes:

- Antall klassifiserte dager

- Antall værtyper
- Område 7: 30°N-75°N, 40°V-30°Ø benyttes for begge alternativene.
- Resultatene fra metode 2 (kap. 7.1 og 7.4) viser at «2% grensen» er lite hensiktsmessig og reduserer antall klassifiserte dager sterkt. Ved å fjerne «2% grensen» øker både antall klassifiserte dager og antall værtyper. Metoden viser at økt antall værtyper kan kompenseres ved valg av «ikke sesonginndeling».

### 6.5. Metode 3

Med utgangspunkt i resultatene fra metode 1 og 2 og som skissert i kap. 5.5., er det nødvendig med en nærmere undersøkelse av kriteriene som er lagt til grunn ved valg av «ikke sesonginndeling» – «sesonginndeling».

Det er et ønske å kartlegge i hvilken grad kart med store trykkdifferanser (høyere middelkvadratavvik) lar seg lettere klassifisere enn kart med svake trykkdifferanser (lave middelkvadratavvik). Middelkvadrat er et mål for variasjon i overflatetrykket blant de kart som blir klassifisert eller uklassifisert. Følgende definisjon er benyttet på middelkvadratavvik (MS- mean square):

$$MS = 1/n \sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2 \quad (2)$$

n: antall griddpunkt

$\bar{P}$ : midlere bakkestrykk (hPa) på et bestemt trykk-kart

$P_i$ : bakkestrykk (hPa) i grid punkt  $i$

Undersøkelsen blir utført vha 3 forskjellige metoder.

#### Metode 3A

- «2% grensen» benyttes fordi det da er færrest mulig værtyper å forholde seg til
- $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,7$
- Område: 30°N-75°N, 40°V-30°Ø
- Tidsperiode: 7
- For tidsperiode 7 beregnes prosentvis klassifiserte og uklassifiserte dager. Dagene sorteres deretter etter sesong.
- For samtlige dager i hver sesong beregnes MS.
- For hver sesong beregnes den kumulative frekvensfordeling av MS for henholdsvis klassifiserte og uklassifiserte dager.

Resultatene fra metode 3A (kap. 7.5) viser at trykk-kart med høy MS blir lettere klassifisert enn trykk-kart med lave MS. Som en følge av dette resultat er det et ønske å kartlegge i hvilken grad «ikke sesonginndeling» gir en skjev fordeling av prosentvis klassifiserte dager mellom sesongene. Dette undersøkes i metode 3B og 3C.

#### Metode 3B

- «2% grensen» benyttes
- $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,7$
- Område: 30°N-75°N, 40°V-30°Ø
- Tidsperiode: 7
- For tidsperiode 7 beregnes prosentvis klassifiserte dager. Samtlige klassifiserte dager sorteres etter sesong og den prosentvise fordeling mellom sesongene beregnes. Dette er delvis gjort under metode 3A. Resultatet sammenlignes med resultater fra metode 2, der «2% grensens» innvirkning på antall værtyper er studert.

#### Metode 3C

- «2% grensen» benyttes ikke. I stedet for benyttes kravet om at 80% av alle dager skal klassifiseres som en bestemt værtype
- $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,7$
- Område: 30°N-75°N, 40°V-30°Ø
- Tidsperiode: 7
- En gjentar det samme som skissert under metode 3B.
- Metode 3B og 3C gir tilfredsstillende svar på valg av «sesonginndeling» – «ikke sesonginndeling».

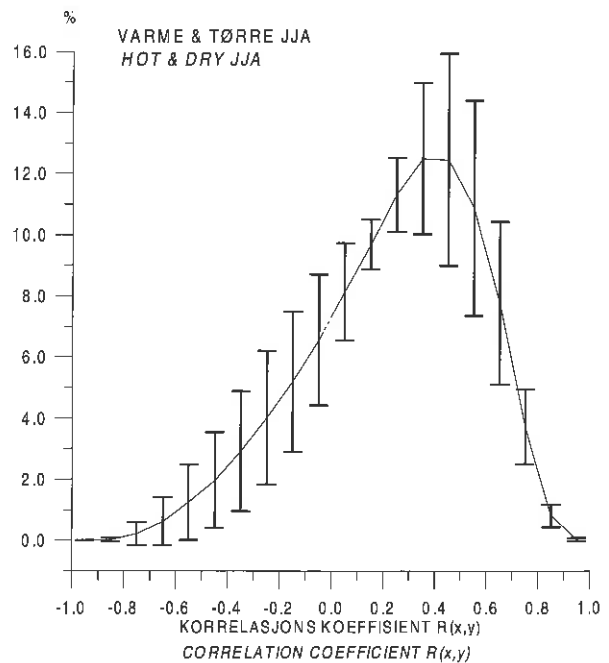
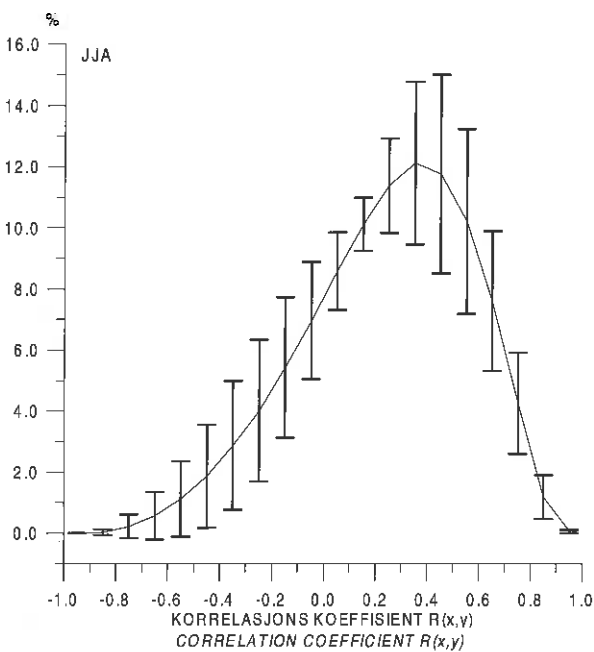
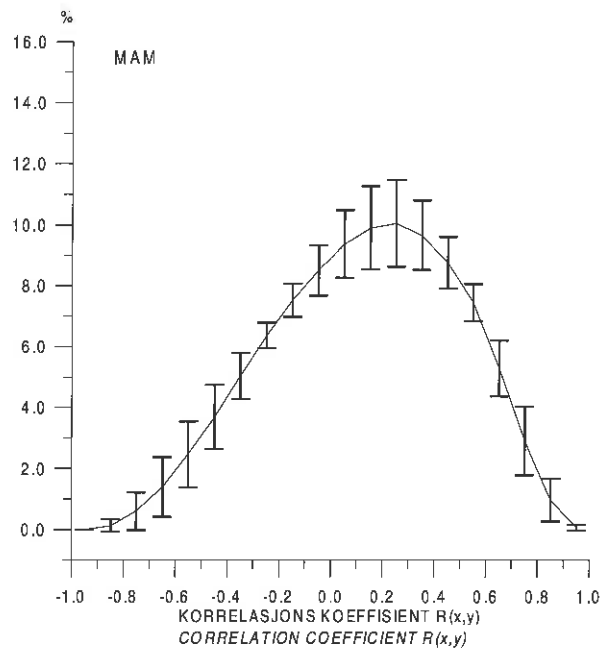
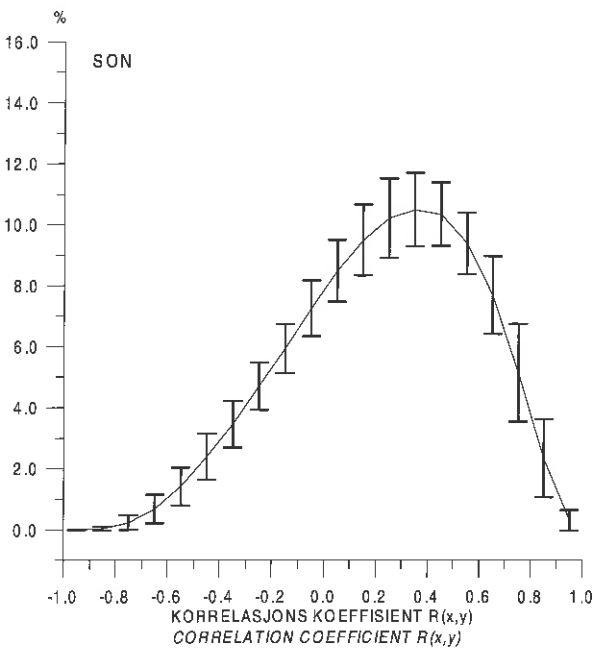
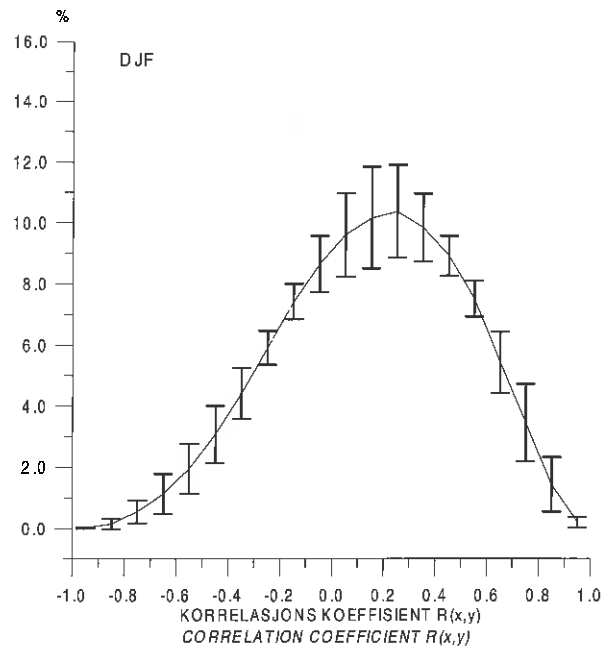
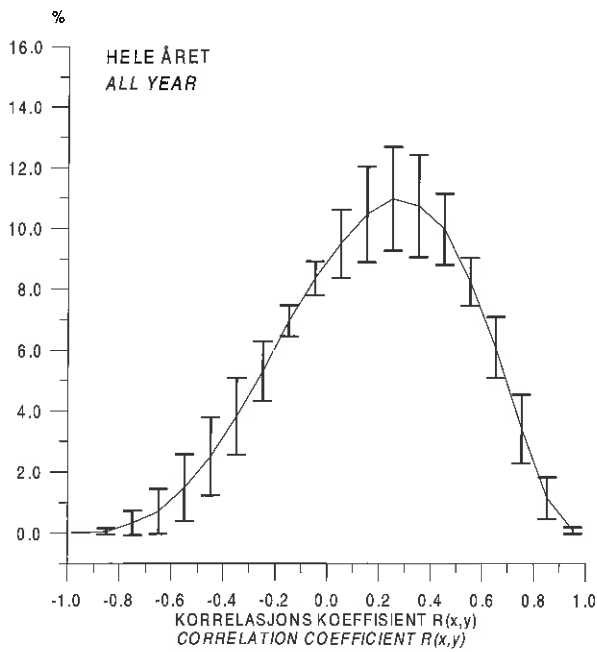


Fig. 5. Midlere frekvensfordeling av  $R(x,y)$  (midlet over 11 områder) med tilhørende standardavvik for tidsperiodene 1-6.  $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,7$ .  
 Fig. 5. Mean frequencies of  $R(x,y)$  (mean of 11 areas) with the standard deviation for periods 1-6.  $R_{\text{CRITICAL}}(x,y) = 0,7$ .

# 7. Resultater og diskusjon av rammebetingelser

## 7.1. Valg av $R_{KRITISK}(x,y)$ (metode 1 og 2)

For hver av tidsperiodene 1 til 6 og for samtlige 11 områder er frekvensfordelingen av de gjenværende  $R(x,y)$  beregnet etter at persistens er fjernet. Dette er beskrevet i kap. 6.3. pkt. 3. For hver av de 6 tidsperioder er det beregnet middelkurver, midlet over alle områder, med tilhørende standardavvik. Resultatet er vist i fig. 5 og viser en høy prosentandel positive korrelasjonskoeffisienter. En høy andel positive korrelasjonskoeffisienter betyr at det hyppigste sirkulasjonsmønsteret er vestavind, styrt av Islandslavtrykket og høytrykket over Azorene. Frekvensfordelingskurvene for normale vintre, høster, vårer og hele året viser små variasjoner både med hensyn til form på kurvene og størrelse på standardavvikene sammenlignet med hverandre.

Frekvensfordelingskurvene for normale somre og «varme & tørre somre» skiller seg derimot ut i forhold til de andre kurvene og viser følgende resultat: «Peaken» er forskjøvet mot høyre og er også høyere. Sommersesongen har med andre ord en høyere prosentandel positive

korrelasjonskoeffisienter  $R(x,y)$  enn de andre sesongene. Dette betyr at vær-situasjonene om sommeren gjennom-

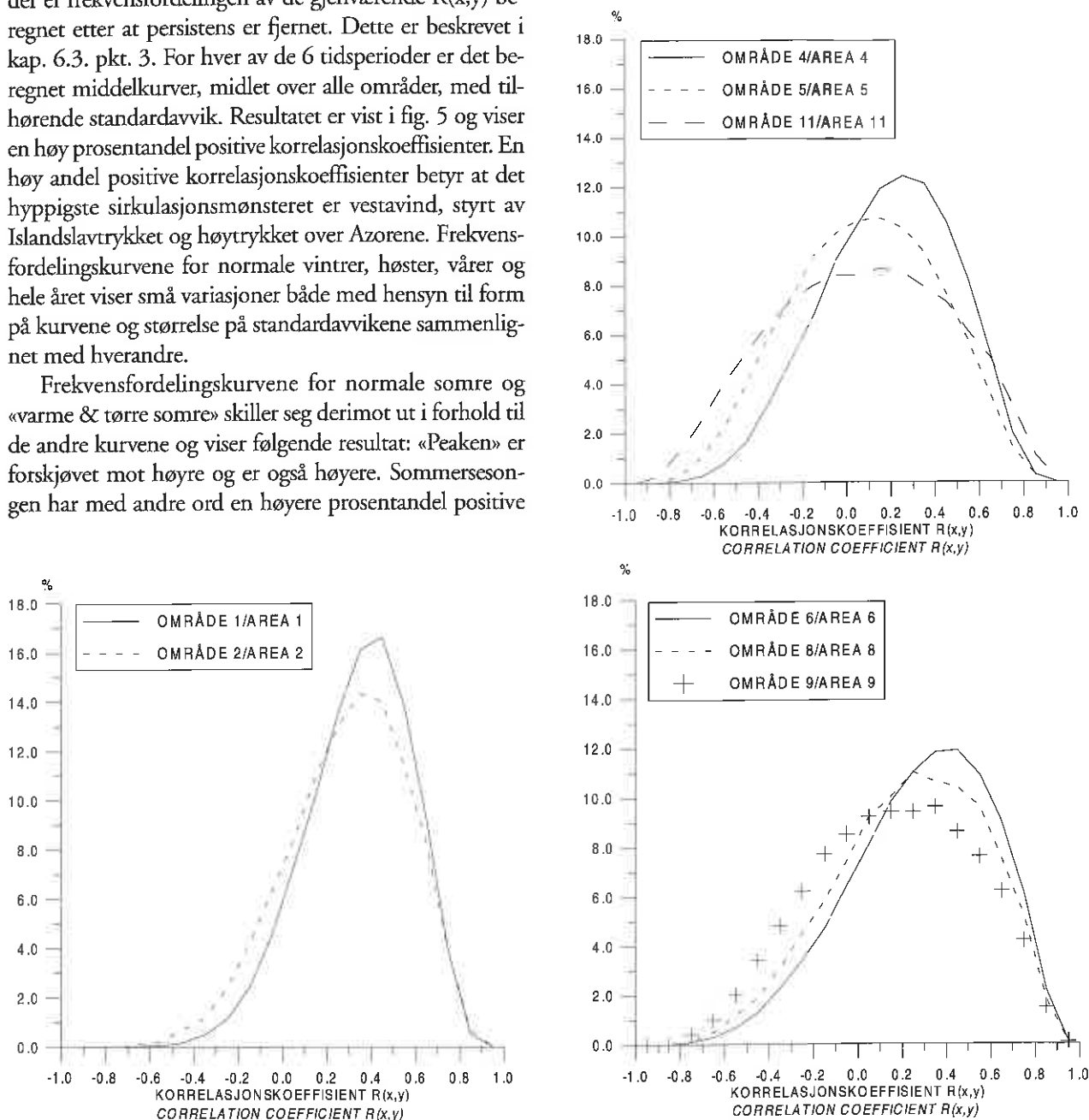


Fig. 6. Midlere frekvensfordeling av  $R(x,y)$  (midlet over tidsperiode 2 og 6) for 8 områder.  $R_{KRITISK}(x,y) = 0,7$ .

Fig. 6. Mean frequencies of  $R(x,y)$  (mean of periods 2 and 6) for 8 areas.  $R_{CRITICAL}(x,y) = 0.7$ .



snittlig er mer homogene over hele området. Figurere viser i tillegg at standardavviket er betydelig høyere for de fleste intervaller. Dette medfører at frekvensfordelingskurvene varierer mer når området varierer. Dette er synliggjort i fig. 6 som viser hvordan frekvensfordelingskurvene varierer for 8 av de 11 definerte områdene. Områdene 3, 7 og 10 er ikke presentert, fordi kurvene for område 1 & 3, 7 & 8 og 10 & 11 er tilnærmet like. På grunnlag av kurvenes form, samt måten området reduseres på, er resultatet presentert i 3 grupper:

Gruppe A: Område 1, 2 og (3)

Gruppe B: Område 4, 5 og 11

Gruppe C: Område 6,(7), 8, 9 og (10)

Gruppe A: Frekvensfordelingskurven for område 1 viser minst variasjonsbredde (VB). Kurven flater noe ut og forflyttes mot venstre for område 2, og nærmer seg kurve 1 for område 3.

Gruppe B: For område 4, 5 og 11 er sørlige og sentrale deler av området fjernet; frekvensfordelingskurvene for de 3 områdene flater ut og forflyttes mot venstre i forhold til områdene i gruppe A. Dette kan forklares på følgende måte:

Middelhavsområdet er om sommeren dominert av et stabilt høytrykk. Dette høytrykket påvirker frekvensfordelingen av  $R(x,y)$ . Ved å fjerne området mellom  $30^{\circ}\text{N}$ - $50^{\circ}\text{N}$  (område 5) eller  $30^{\circ}\text{N}$ - $40^{\circ}\text{N}$  (område 4), flater frekvensfordelingskurven for de gjenværende  $R(x,y)$  ut, og blir mer og mer konsistente med frekvensfordelingskurvene for de andre sesongene. Vær-situasjonene som dominerer sommersesongen for området begrenset mellom  $50^{\circ}\text{N}$ - $75^{\circ}\text{N}$  er altså gjennomsnittlig mindre homogene.

Gruppe C: Områdene 6, 7, 8, 9 og 10 er områder der den vestlige del av Atlanterhavet er fjernet. Frekvensfordelingskurvene viser en mellomting mellom kurvene representert i gruppene A og B.

Fig. 7 viser midlere kumulativ frekvensfordeling av  $R(x,y)$ . Fordelingen er midlet over samtlige 11 områder og tidsperiodene 1 til 5. Figuren viser f.eks. at 0,14% av alle  $R(x,y)$  ligger i intervallet 0,9-1,0 og 5,38% av alle  $R(x,y)$  ligger i intervallet 0,7-1,0.

Andersens (1968) resultat viste at 4,5% av alle  $R(x,y)$  var større enn 0,8. Ønsker en her samme størrelse (4,5%), viser resultatet at  $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,7$  kan være en aktuell grense (5,38%), tatt i betraktning at persistens er fjernet.

Tabellene 1 og 2 (se s. 30) viser for 6 tidsperioder og 11 områder prosentvis fordeling av antall dager som korrelerer minst en gang med en annen dag når henholdsvis  $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,7$  og  $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,8$ .  $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,6$  er ikke benyttet, fordi en så lav verdi vil gå for mye på bekostning av likhetene mellom vær-situasjonene i hver enkelt værtype.

Resultatene i tabellene viser at middelerdiene vari-

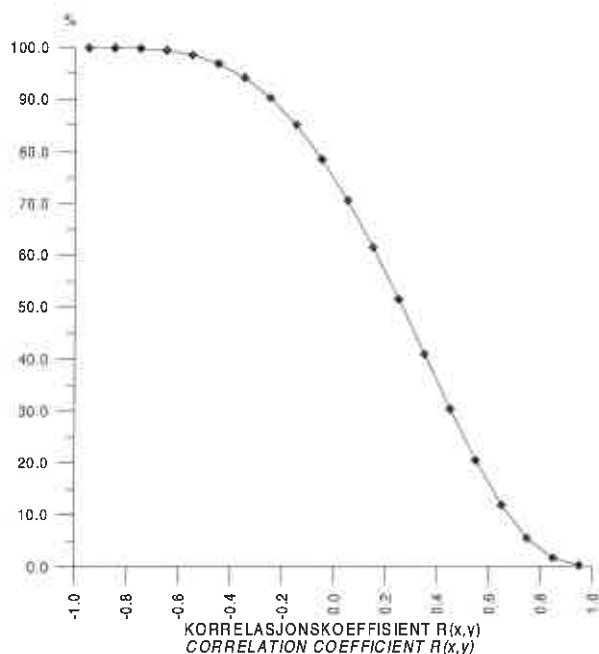


Fig. 7. Midlere kumulativ frekvensfordeling av  $R(x,y)$ . Fordelingen er midlet over samtlige 11 områder og tidsperiodene 1-5. Fig. 7. Mean cumulative frequencies of  $R(x,y)$  (mean of periods 1-5, and 11 areas).

erer mellom 81,5%-96,2% for  $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,7$ , og mellom 38,6%-79,6% for  $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,8$ . Tabellene viser en betydelig forskjell mellom  $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,7$  og  $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,8$

Tatt i betraktning at prosentvis klassifiserte dager sannsynligvis vil være noe lavere enn middelerdiene i tabellene, synliggjør tabellene at valg av  $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,8$  vil gjennomsnittlig gi for lav prosentandel klassifiserte dager.

Fig. 8 viser resultater fra metode 2. Figuren viser for tidsperiode 7, område 7 ( $30^{\circ}\text{N}$ - $75^{\circ}\text{N}$ ,  $40^{\circ}\text{Ø}$ - $30^{\circ}\text{V}$ ) og for 2 forskjellige valg av  $R_{\text{KRITISK}}(x,y)$  den kumulative frekvensfordeling av hver enkelt værtype. «2% grensen» er ikke benyttet. Figuren viser at ved valg av  $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,7$  klarer en å klassifisere 80% av alle dager ved hjelp av 30 værtyper. Ved valg av  $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,8$  klarer en kun å klassifisere 68,1% ved hjelp av 80 værtyper. Kurvene viser en betydelig forskjell mellom  $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,8$  og  $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,7$ . Med hensyn til antall værtyper viser valg av  $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,8$  et lite tilfredsstillende resultat.

Resultater fra dette kapittel viser at  $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,7$  kan være en aktuell grense. Valg av  $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,8$  vil sannsynligvis gi for lav prosentandel klassifiserte dager. Dette må i tilfelle kompenseres med en økning i antall værtyper.

## 7.2. Valg av område (metode 1)

Tabellene 1 og 2 viser for 6 tidsperioder og 11 områder prosentvis fordeling av antall dager som korrelerer minst

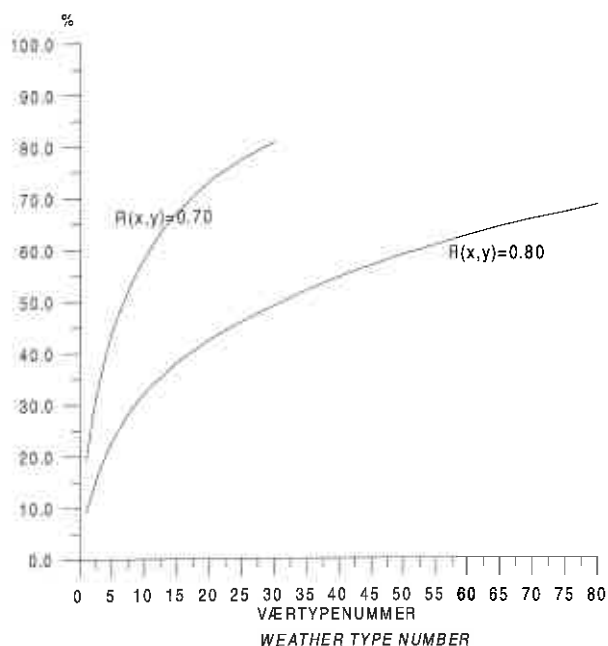


Fig. 8. Kumulativ frekvensfordeling av hver enkelt værtype. Tidsperiode 7, område 7, og 2 forskjellige verdier av  $R_{KRITISK}(x,y)$  er benyttet. «2% grensen» er ikke benyttet.

Fig. 8. Cumulative frequencies of each weather type. Period 7, areas 7, and 2 different values of  $R_{CRITICAL}(x,y)$  are used. The «2% limit» is not used.

en gang med en annen dag når henholdsvis  $R_{KRITISK}(x,y) = 0,7$  og  $R_{KRITISK}(x,y) = 0,8$ .

Område 1 i tabellene 1 og 2 viser resultater for det området som i første omgang benyttes som et utgangspunkt:  $30^{\circ}\text{N}-85^{\circ}\text{N}$ ,  $70^{\circ}\text{V}-50^{\circ}\text{Ø}$ . Gjennomsnittlig prosentandel for dette område er lavest, 81,5% sammenlignet med de andre områder ( $R_{KRITISK}(x,y) = 0,7$ ) og 38,6% ( $R_{KRITISK}(x,y) = 0,8$ ). Ved reduksjon av områder i østlig og nordlig retning, vil endringer relateres til disse verdier.

Reduksjon i østlig retning:

Området reduseres fra  $50^{\circ}\text{Ø}$  til  $30^{\circ}\text{Ø}$  (område 2).

Gjennomsnittlig prosentandel øker til 84,7%

( $R_{KRITISK}(x,y) = 0,7$ ) og til 48,1% ( $R_{KRITISK}(x,y) = 0,8$ ).

Reduksjon i nordlig retning:

Dersom området reduseres fra  $85^{\circ}\text{N}$  til  $75^{\circ}\text{N}$  (område 3), øker gjennomsnittlig prosentandel til 82,3% ( $R_{KRITISK}(x,y) = 0,7$ ) og til 42,1% ( $R_{KRITISK}(x,y) = 0,8$ ).

Denne økningen er svært liten. Området er likevel redusert fra  $85^{\circ}\text{N}$  til  $75^{\circ}\text{N}$ . Dette er gjort fordi en vet at det er sparsomt med data, både i rom og tid for området  $85^{\circ}\text{N}$  til  $75^{\circ}\text{N}$  (COADS 1985). Området representerer i seg selv derfor en stor usikkerhet. Det nye utgangspunktet er:  $30^{\circ}\text{N}-75^{\circ}\text{N}$ ,  $70^{\circ}\text{V}-30^{\circ}\text{Ø}$ .

Reduksjon i sørlig retning:

Områdene 4 og 5 viser resultater der henholdsvis områdene mellom  $30^{\circ}\text{N}-40^{\circ}\text{N}$  og  $30^{\circ}\text{N}-50^{\circ}\text{N}$  er fjer-

net. Område 5 viser den høyeste prosentandel, idet den gjennomsnittlige prosentandelen øker til 89,5% ( $R_{KRITISK}(x,y) = 0,7$ ) og til 56,7% ( $R_{KRITISK}(x,y) = 0,8$ ).

Reduksjon i vestlig retning:

Områdene 6 til 10 er områder der grensen i vest varierer fra  $50^{\circ}\text{V}$  til  $10^{\circ}\text{V}$ . Hele området i sørlig retning er benyttet. Prosentandelen viser svært små variasjoner. Det største området:  $75^{\circ}\text{N}-30^{\circ}\text{N}$ ,  $50^{\circ}\text{V}-30^{\circ}\text{Ø}$  (område 6), viser den laveste prosentandel, 92,3% ( $R_{KRITISK}(x,y) = 0,7$ ) og 65,7% ( $R_{KRITISK}(x,y) = 0,8$ ). For de andre 4 områdene er gjennomsnittlig prosentandel 95,7% ( $R_{KRITISK}(x,y) = 0,7$ ) og 74,1% ( $R_{KRITISK}(x,y) = 0,8$ ).

Område 5 som representerer en reduksjon i sørlig retning ( $30^{\circ}\text{N}-50^{\circ}\text{N}$ ), viser som tidligere nevnt en relativt høy prosentandel. Område 8 representerer et av 4 områder med høyest prosentandel. Dette området er redusert i vestlig retning, mens det i sørlig retning ikke er foretatt noen reduksjon. Område 11 viser en kombinasjon av områdene 5 og 8; fjerning av områdene mellom  $30^{\circ}\text{N}-50^{\circ}\text{N}$  og  $70^{\circ}\text{V}-30^{\circ}\text{V}$ . Området 11 viser at denne kombinasjonen ikke gir høyere prosentandel enn da det sørligste området var inkludert i områdene 6 til 10. Område 11 gir ca. 1% lavere prosentandel enn område 8. Resultatene i tabellene 1 og 2 viser at områdene 7 til 11 er de områder som høyst sannsynlig klassifiserer flest dager. Det må også tas i betraktning at gevinsten ved å snevre området er størst ved valg av  $R_{KRITISK}(x,y) = 0,8$ . Område 11 i tabell 2 viser den høyeste middelerdi (79,6%).

Ved endelig valg av område er følgende tatt i betraktning:

Som beskrevet i kap. 5.4. er det et ønske at området ikke reduseres i sentrale områder der andre metoder er benyttet, pga. mulighet for å kunne sammenligne med andre metoder. Baur et al. (1944) benyttet sentrale deler av Europa og den østlige delen av Atlanteren. Lamb (1972) benyttet området mellom  $50^{\circ}\text{N}-60^{\circ}\text{N}$  og  $10^{\circ}\text{V}-2^{\circ}\text{Ø}$ . Bartzokas & Metaxas (1994) benyttet området begrenset mellom  $70^{\circ}\text{V}-70^{\circ}\text{Ø}$ ,  $20^{\circ}\text{N}-85^{\circ}\text{N}$ . Makrogiannis et al. (1982) benyttet området begrenset mellom  $60^{\circ}\text{V}-10^{\circ}\text{V}$ ,  $35^{\circ}\text{N}-55^{\circ}\text{N}$ . Jönsson & Barring (1995) benyttet 2 områder som til sammen dekket området begrenset mellom  $45^{\circ}\text{N}-65^{\circ}\text{N}$ ,  $40^{\circ}\text{V}-5^{\circ}\text{Ø}$ . Det er videre viktig i denne undersøkelsen at områdene som innbefatter Islands-lavtrykket og høytrykket over Azorene beholdes.

Konklusjonen av disse betraktninger, samt resultatene vist i tabellene 1 og 2, er at følgende område er valgt for undersøkelsen:  $30^{\circ}\text{N}-75^{\circ}\text{N}$ ,  $40^{\circ}\text{V}-30^{\circ}\text{Ø}$ .

Tabell 1. Prosentvis fordeling av antall dager som korrelerer minst en gang med en annen dag når  $R_{KRITISK}(x,y) = 0,7$ . Gjelder for 6 tidsperioder og 11 områder.

Table 1. Number of days, expressed in percentages, which correlate at least once with another pressure map when  $R_{CRITICAL}(x,y) = 0,7$ , for 6 periods and 11 areas.

tidsperioder/ periods områder/ areas	JJA varme & tørre hot & dry	JJA normale normal	DJF normale normal	SON normale normal	MAM normale normal	YEAR normale normal	middel(%) mean (%)
1 :30 N-85 N,70 W-50 E	84.8	89.9	74.8	83.0	79.3	77.3	81.5
2 :30 N-85 N,70 W-30 E	84.0	86.4	79.2	89.6	85.9	83.6	84.7
3 :30 N-75 N,70 W-50 E	88.0	92.1	75.6	84.1	76.9	77.3	82.3
4 :40 N-75 N,70 W-30 E	77.7	85.9	84.5	93.1	88.9	83.9	85.7
5 :50 N-75 N,70 W-30 E	76.6	87.5	92.5	96.7	96.2	87.7	89.5
6 :30 N-75 N,50 W-30 E	92.1	93.2	86.4	94.7	95.4	91.8	92.3
7 :30 N-75 N,40 W-30 E	95.4	94.8	89.2	96.7	96.2	95.4	94.6
8 :30 N-75 N,30 W-30 E	96.5	95.9	91.7	96.7	96.7	95.9	95.6
9 :30 N-75 N,20 W-30 E	95.4	98.1	93.1	98.1	96.5	96.4	96.2
10 :30 N-75 N,10 W-30 E	95.1	97.3	95.8	96.7	96.2	95.9	96.2
11 :50 N-75 N,30 W-30 E	89.7	89.7	96.1	98.1	98.4	95.1	94.5
middel (%) mean (%)	88.7	91.9	87.2	93.4	91.5	89.1	

Tabell 2. Prosentvis fordeling av antall dager som korrelerer minst en gang med en annen dag når  $R_{KRITISK}(x,y) = 0,8$ . Gjelder for 6 tidsperioder og 11 områder.

Table 2. Number of days, expressed in percentages, which correlate at least once with another pressure map when  $R_{CRITICAL}(x,y) = 0,8$ , for 6 periods and 11 areas.

tidsperioder / periods områder / areas	JJA varme & tørre hot & dry	JJA normale normal	DJF normale normal	SON normale normal	MAM normale normal	YEAR normale normal	middel(%) mean (%)
1 :30 N-85 N,70 W-50 E	44.0	50.5	31.0	44.8	26.9	34.4	38.6
2 :30 N-85 N,70 W-30 E	48.6	53.3	39.6	55.5	45.9	45.9	48.1
3 :30 N-75 N,70 W-50 E	51.1	54.1	34.6	46.4	30.2	36.1	42.1
4 :40 N-75 N,70 W-30 E	41.3	42.7	46.8	62.1	50.8	50.8	49.1
5 :50 N-75 N,70 W-30 E	31.8	46.2	59.6	74.7	69.3	58.8	56.7
6 :30 N-75 N,50 W-30 E	67.4	70.4	58.4	70.3	63.0	64.5	65.7
7 :30 N-75 N,40 W-30 E	68.5	78.5	66.6	77.2	71.2	65.8	71.3
8 :30 N-75 N,30 W-30 E	70.1	79.3	73.4	81.9	73.6	71.3	74.9
9 :30 N-75 N,20 W-30 E	70.9	78.0	49.6	84.6	76.4	72.7	72.0
10 :30 N-75 N,10 W-30 E	69.3	78.3	82.2	88.2	74.7	77.0	78.3
11 :50 N-75 N,30 W-30 E	65.5	65.5	82.0	91.5	90.8	82.2	79.6
middel (%) mean (%)	57.1	63.4	56.7	70.7	61.2	60.0	

### 7.3. Vurdering ved valg av «sesonginndeling» – «ikke sesonginndeling» (metode 1)

Tabellene 1 og 2 viser at «normale vintre» omfatter den tidsperioden som viser lavest prosentandel av antall dager som korrelerer minst en gang med en annen dag, henholdsvis 87,2% ( $R_{KRITISK}(x,y) = 0,7$ ) og 56,7% ( $R_{KRITISK}(x,y) = 0,8$ ). Middelerdien for alle sesonger (tidsperiode 1 til 4) er 91,0% ( $R_{KRITISK}(x,y) = 0,7$ ) og 63,0% ( $R_{KRITISK}(x,y) = 0,8$ ). Sammenligner en disse tallene med «normal år» i de respektive tabeller, ser en at differansen kun er på 2-3%. Tatt i betraktning at prosentsetsen kun

er retningsgivende, er denne differansen ikke signifikant.

Tabellene 1 og 2 viser at periodene «normale somre» og «tørre & varme somre» er mest følsomme i forhold til valg av område. For område 4 og 5 (75°N-40°N,70°V-50°Ø og 75°N-50°N, 70°V-50°Ø) reduseres prosentandelen i forhold til område 1. Dette er ikke tilfelle for noen av de andre sesongene (se tidligere omtale kap. 7.1, Gruppe B). Fordi dette kun har gyldighet om sommeren, er det valgt ikke å ta hensyn til dette resultatet i valg av området og valg av «sesonginndeling» – «ikke sesonginndeling».

Resultatet av denne analyse gir ikke entydig svar på i hvilken grad en skal benytte «sesonginndeling» eller «ikke sesonginndeling».

### 7.4. Vurdering av «2% grensen» (metode 2)

Fig. 9 viser for tidsperiode 1 til 4 og 7 kumulativ frekvensfordeling av værtyperne for to forskjellige krav:

- 1) »2% grensen» benyttes
- 2) 80% skal klassifiseres. «2%-grense» benyttes ikke

Resultatene fra figur 9 er presentert i tabellene 3 og 4. Sammenligner en disse tabellene ser en følgende:

Ved å fjerne «2% grensen»:

- øker antall værtyper for alle tidsperioder, med unntak av sommersesongen
- øker det totale antall værtyper fra 50 til 70 værtyper hvis en ønsker «sesonginndeling»
- øker antall værtyper fra 11 til 30 værtyper hvis en ønsker «ikke sesonginndeling»

Ved å ekstrapolere kurvene i fig. 8 og 9 ser en at det vil være mulig å klassifisere så mange dager som en ønsker, men at dette vil kreve en økning av det totale antall værtyper.

Antall klassifiserte dager øker ved å fjerne «2% grensen». Dette går på bekostning av økt antall værtyper. Økt antall værtyper kan reduseres ved å benytte tidsperiode 7 og alternativet «ikke sesonginndeling». Ved å benytte tidsperiode 7 vil en klassifisere 80% av alle dager ved hjelp av 30 værtyper. Dette resultatet gjelder for et gitt område og for  $R_{KRITISK}(x,y) = 0,7$ .

Ut fra disse resultater virker det hensiktsmessig å benytte «ikke sesonginndeling» samt å fjerne «2% grensen».

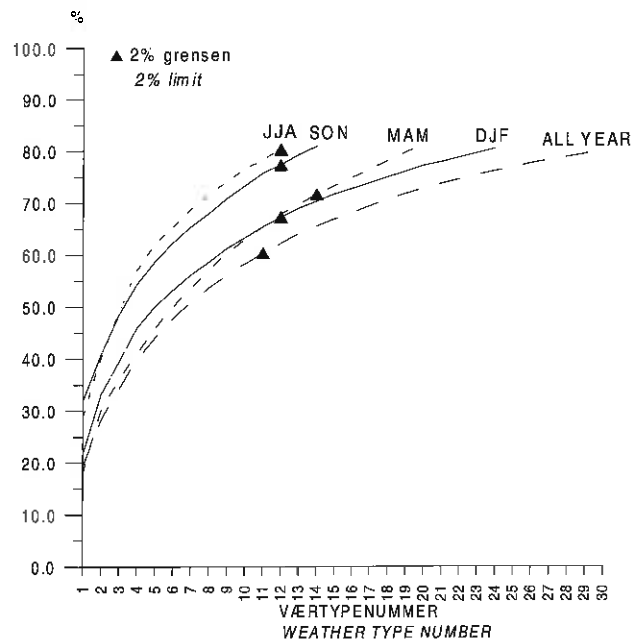


Fig. 9. For tidsperiodene 1-4 og 7: kumulativ frekvensfordeling av værtyperne for 2 forskjellige krav: 1) «2% grensen» benyttes og 2) 80% av alle dager skal klassifiseres.  $R_{KRITISK}(x,y) = 0,7$  og område: 40°V-30°Ø, 30°N-75°N.

Fig. 9. Cumulative frequencies of weather types for periods 1-4 and 7, with two demands met: 1) «2% limit», and 2) 80% of all days must be classified.  $R_{CRITICAL} = 0.7$ . Area: 40°W-30°E, 30°N-75°N.

Tabell 3. Prosent klassifiserte dager og antall værtyper når grensekriteriet «2% grensen» benyttes.

Table 3. Number of classified days, expressed in percentages, and number of weather types when the «2% limit» is used.

«2% grensen»:		
«Sesonginndeling»:		
1. Sommer	80,4% klassifiserte dager	12 værtyper
2. Høst	78,1% klassifiserte dager	12 værtyper
3. Vår	71,7% klassifiserte dager	14 værtyper
4. Vinter	67,3% klassifiserte dager	12 værtyper
Gj.snitt	74,4% klassifiserte dager	
Sum		50 værtyper
«Ikke-sesonginndeling»:		
7. Hele året	60,3% klassifiserte dager	11 værtyper
«2% limit»		
«Season»		
1. Summer	80.4% of days classified	12 weather types
2. Autumn	78.1% of days classified	12 weather types
3. Spring	71.7% of days classified	14 weather types
4. Winter	67.3% of days classified	12 weather types
Average	74.4% of days classified	
Sum		50 weather types
«No season»		
7. Whole year	60.3% classified days	11 weather types

Tabell 4. Prosent klassifiserte dager og antall værtyper når grensekriteriet «ingen 2%-grense» benyttes.

Table 4. Number of classified days, expressed in percentages, and number of weather types when the «2% limit» is not used.

Ingen «2%-grense», 80% av alle dager skal klassifiseres:		
«Sesonginndeling»:		
1. Sommer	80% klassifiserte dager	12 værtyper
2. Høst	80% klassifiserte dager	14 værtyper
3. Vår	80% klassifiserte dager	20 værtyper
4. Vinter	80% klassifiserte dager	24 værtyper
Sum		70 værtyper
«Ikke sesonginndeling»:		
7. Hele året	80% klassifiserte dager	30 værtyper
No «2% limit», 80% of days must be classified		
«Season»		
1. Summer	80% of days classified	12 weather types
2. Autumn	80% of days classified	14 weather types
3. Spring	80% of days classified	20 weather types
4. Winter	80% of days classified	24 weather types
Sum		70 weather types
«No season»:		
7. Whole year	80% of days classified	30 weather types

## 7.5. Videre vurdering ved valg av «sesonginndeling» – «ikke sesonginndeling» (metode 3)

Fig. 10 viser for alle sesonger, sortert ut fra tidsperiode 7, den kumulative frekvensfordeling av MS for uklassifiserte og klassifiserte dager (ligning 2, kap. 6.5.). «2% grensen» er ikke benyttet. For alle sesonger viser fordelingen at kurven for uklassifiserte dager ligger til venstre for kurven for klassifiserte dager. Forskjellen mellom de to kur-

vene er størst for vinter og høst, og lavest for sommer og vår.

Sommersesongen har lavere gjennomsnittlig MS enn de andre sesongene. Uklassifiserte dager har gjennomsnittlig lavere MS enn klassifiserte dager. Dette gjelder spesielt for vinteren. Det er med andre ord en tendens til at kart med høy MS blir lettere klassifisert enn kart med lav MS.

Hvis en benytter «2% grensen» og tidsperiode 7 viser tabell 3 at gjennomsnittlig 60,3% av alle dager vil bli

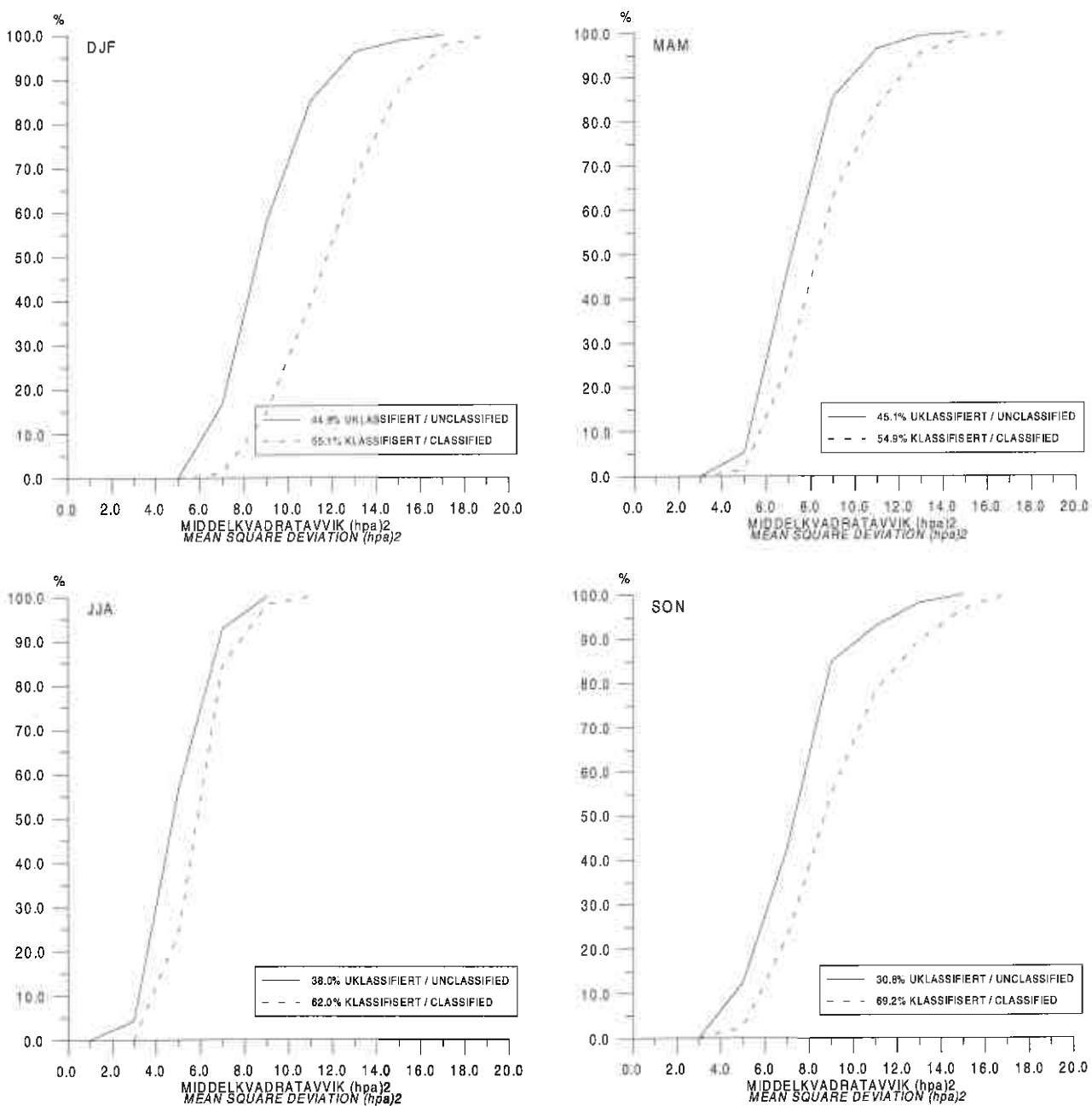


Fig. 10. Kumulativ frekvensfordeling av middelkvadratravvik (hPa)<sup>2</sup> for klassifiserte og uklassifiserte dager for alle sesonger sortert ut fra tidsperiode 7.  $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,7$ . Området: 40°V-30°Ø, 30°N-75°N.

Fig. 10. Cumulative frequencies of «mean square» (hPa)<sup>2</sup> for classified and unclassified days for all seasons sorted from period 7.  $R_{\text{CRITICAL}} = 0.7$ . Area: 40°W-30°E, 30°N-75°N.

klassifisert som en av 11 værtyper. Fordelingen mellom sesongene er:

Sommer:	62,0%
Vinter:	55,1%
Høst:	69,2%
Vår:	54,9%

Sammenligner en denne fordelingen med resultatene i tabell 3, ser en at sommer og vår er de sesonger som får størst reduksjon i klassifiserte dager ved å benytte «ikke sesonginndeling». Prosentandelen er redusert fra 80,4% til 62,0% (sommer) og fra 71,7% til 54,9% (vår).

Hvis en benytter «ingen 2% grensen» og «ikke sesonginndeling» (tidsperiode 7), vil gjennomsnittlig 80% klassifiseres som en av 30 værtyper (tabell 4). Fordelingen mellom sesongene er:

Sommer:	84,0%
Vinter:	74,2%
Høst:	83,2%
Vår:	79,9%

Resultatene viser at en oppnår en jevnere fordeling mellom sesongene ved å fjerne «2% grensen» sammen med alternativet «ikke sesonginndeling». Til tross for at vinter er den sesong som har gjennomsnittlig høyest MS, er vinter den sesong som får klassifisert færrest dager.

Tabell 5 viser for hver sesong (sortert ut fra tidsperiode 7) den prosentvise fordeling av hver værtype. Tabellen bekrefter at valg av «ikke sesonginndeling» er meget hensiktsmessig. Tabellen gjør det lett å sammenligne hyppighetsfordelingen av de enkelte værtyper mellom sesongene. I tillegg synliggjør tabellen at enkelte værtyper forekommer hyppigere innenfor enkelte sesonger. Værtype 1 er f.eks. en typisk høst værtype, mens værtype 2 forekommer hyppigere om sommeren.

Tabell 5. Prosentvis fordeling av hver værtype.  $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,7$ . Område 40°V-30°Ø, 30°N-75°N. «2% grensen» er ikke benyttet. Gjelder for hver sesong sortert ut fra tidsperiode 7. *Table 5. Frequencies of each weather type for each season, sorted from period 7.  $R_{\text{CRITICAL}}(x,y) = 0.7$ . Area 40°W -30°E, 30°N-75°N. «2% limit» is not used.*

sesong / season værtype weather type	DJF (%)	MAM (%)	JJA (%)	SON (%)
0	25,8	20,1	16	16,8
1	22,4	14,1	10,6	30,2
2	6,1	2,2	18,5	9,1
3	8,6	1,9	5,7	7,4
4	5	9	3,8	4,7
5	1,4	4,9	10,1	1,1
6	1,1	7,3	1,6	4,4
7	4,2	1,4	1,1	5,5
8	1,1	1,4	6,5	2,5
9	0,3	8,7	0	0,5
10	2,8	1,6	2,4	2,2
11	2,2	2,4	1,6	1,6
sum 2% grensen sum 2% limit	55,2	54,9	61,9	69,2
12	0,6	4,1	3	0
13	1,7	1,9	1,9	1,9
14	0,3	0,8	4,9	0
15	3	0,3	0,5	1,6
16	1,1	2,7	1,4	0
17	2,2	0,3	0,3	2,5
18	2,2	0,3	0,8	1,4
19	1,1	1,9	0,3	1,4
20	1,1	1,4	0,5	1,1
21	1,1	2,4	0,3	0
22	1,7	0,3	0,5	1,1
23	0	2,4	0	0,8
24	0,6	2,4	0	0
25	0,6	0,5	1,9	0
26	0,8	0,5	1,1	0,3
27	0,3	0,5	1,6	0,3
28	0	0,5	2,2	0
29	0,3	0,8	0	1,4
30	0,6	0,8	0,8	0,3
sum gj.snitt 80% klassifiserte dager sum av. 80% classified days.	74,5	79,7	83,9	83,4

## 8. Oppsummering og konklusjon av rammebetingelser

Ut fra tidligere arbeider (Andersen 1968, Lund 1963) var det i utgangspunktet forventet å kunne klassifisere 70-80% av alle dager ved hjelp av 10-15 værtyper. Ved nærmere bearbeiding av metoden viste det seg at det måtte en grundigere undersøkelse av rammebetingelsene for at dette målet skulle oppfylles.

Antall klassifiserte dager avhenger av 4 rammebetingelser. Arbeidet i denne rapporten fokuserer bla. på 3 metoder for å bestemme disse rammebetingelsene.

Resultatene fra metode 1 viser at metoden ikke er tilstrekkelig til å gi svar på alle 4 rammebetingelsene. Metode 1 viser at området begrenset mellom 40°V-30°Ø, 30°N-75°N er et av flere områder som gir de mest optimale betingelser for å klassifisere flest dager som en bestemt værtype. Resultatene viser også at valg av  $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,7$  er en realistisk verdi. En høyere verdi vil gi for lav prosentvis klassifiserte dager. Valg av en høyere  $R_{\text{KRITISK}}(x,y)$  må i tilfelle kompenseres med et betydelig mindre område. Metode 1 gir ikke svar på «kriterier for antall værtyper» og gir heller ikke tilfredsstillende svar på valg av «sesonginndeling» – «ikke sesonginndeling».

Metode 2 viser at «2% grensen» er lite hensiktsmessig og reduserer antall klassifiserte dager sterkt. Ved å fjerne «2% grensen», øker både antall klassifiserte dager og antall værtyper. Økt antall værtyper kan kompenseres ved alternativet «ikke sesonginndeling». Metode 2 bekrefter videre resultatene fra metode 1 at  $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,7$  er et realistisk valg.

Metode 3 inkluderer en nærmere undersøkelse av «sesonginndeling» – «ikke sesonginndeling». Resultater fra metode 3A viser at trykk-kart med høy MS blir lettere klassifisert enn trykk-kart med lav MS. Vil dette medføre en skjev fordeling av antall klassifiserte dager mellom årstidene hvis «ikke sesonginndeling» er alternativet? Dette blir nærmere undersøkt i metode 3B og 3C. Resultatene viser at hvis en i tillegg fjerner «2% grensen», vil alternativet «ikke sesonginndeling» være det mest hensiktsmessige.

Resultatene fra de 3 metodene viser at tilstrekkelig antall klassifiserte dager kun kan oppnås ved å fjerne «2% grensen», og at økt antall værtyper kompenseres ved valg av «ikke sesonginndeling». «2% grensen» erstattes med kravet om at 80% av alle dager skal klassifiseres.

Rammenbetingelsene som er valgt ved hjelp av metode 1, 2 og 3 kan summeres:

- $R_{\text{KRITISK}}(x,y) = 0,7$
- Område 40°V-30°Ø, 30°N-75°N
- «ikke sesonginndeling»
- 80% klassifiseres

Disse rammebetingelsene er benyttet for tidsperiode 7. Resultatet viser at 30 værtyper er tilstrekkelig for å klassifisere 80% av alle dager som en bestemt værtype (tabell 5). Dette resultatet blir i resten av rapporten referert til som prøveperiode.

## 9. Beregning av værtyper ved hjelp av Lunds metode for tidsperioden 1881-1993

### 9.1. Utgangspunkt for beregning av værtyper og resultat

Rammebetingelsene ved bruk av Lunds metode er drøftet i kap. 4-7. Disse rammebetingelsene er også benyttet på det totale datamaterialet 1881-1993. Utgangspunkt for beregning av værtyper og resultat er summert i tabell 6.

Tabell 6. Utgangspunkt for beregning av værtyper.  
Table 6. Basis for determining weather types.

- Metode:	Iver Lunds objektive statistiske metode
- Data:	Daglige griddete bakketrykk. Opplysning: 5° breddegrad, 10° lengdegrad
- Område:	40°V-30° Ø, 30°N-75°N
- $R_{\text{KRITISK}}(x,y)$	= 0,7
- Periode:	1/1-1881 til 31/10-1993
-	Værtyperne beregnes ut fra den totale tidsperioden, uten sesonginndeling Krav om at 80% av alle dager skal klassifiseres. 20% blir uklassifisert og defineres som værtype 0
<b>RESULTAT:</b>	<b>35 værtyper</b>
- Method:	Iver Lund's objective statistical method
- Data:	Daily gridded sea-level pressure on a 10° longitude and 5° latitude grid
- Area:	40°W -30°E, 30°N-75°N
- $R_{\text{CRITICAL}}(x,y)$	= 0.7
- Period:	1st Jan. 1881 to 31st Oct. 1993
-	The weather types are defined for the entire period, irrespective of specific seasons
-	80% of the days must be classified; 20% therefore remain unclassified and are defined as weather type 0
<b>RESULT:</b>	<b>35 weather types</b>

### 9.2. Statistikk av værtyperne

Statistikk av de 36 værtyperne er presentert i tabellene 7-12. Resultatene fra tabellene er ikke diskutert i detalj, men er kun kort kommentert med eksempler.

Tabell 7 viser midlere frekvensfordeling av de 36 værtyperne, inkludert værtype 0, for hver sesong og for hele året. Størrelsen på de 10 første værtyperne på årsbasis er i grove trekk avtagende med økende værtypernummer. For de neste 25 værtyperne svinger verdiene rundt 1%. Av disse 25 værtyperne er det to som skiller seg ut som viktige og relativt store værtyper: værtype 24 og 29. Tabellen gir også informasjon om hvordan værtyperne fordeler seg på sesong. En ser f.eks. at værtype 1 er en typisk sommerværtype, mens værtype 4 er en typisk vinterværtype osv.

Tabell 8 gir samme informasjon som tabell 7, men variasjonen er uttrykt i gjennomsnittlig dager pr. år. I tillegg gir tabellen informasjon om standardavvik.

Tabell 9 gir en mer detaljert informasjon enn tabell 7. I stedet for «sesonginndeling», er inndelingen foretatt i måneder. Tabell 7 viser f.eks. at våren er den sesongen som har flest uklassifiserte dager, mens tabell 9 synliggjør at det er april og mai av vårmånedene som er de største bidragsyttere til dette resultatet. Videre viser tabell 9 at det er juli av sommermåneden som har flest dager med værtype 1.

Tabell 10 viser frekvensfordelingen av værtyperne før og etter «korreksjon». Prinsippet for «korreksjon» er skissert i kap. 4.4. Av tabellen ser en at værtype 1 har tapt ca. 50% av alle dager som den var tildelt før «korreksjon». De andre værtyperne har økt i vekslende grad på bekostning av værtype 1. Ved å benytte «korreksjon» har en oppnådd at værtyperne blir jevnere fordelt i størrelse, og større homogenitet mellom værtilstandene i hver værtype. For værtyperne 24 og 29 har gevinsten vært størst ved å benytte «korreksjon».

I hvilken grad en værtype har økt eller minnet kommer videre til syne i tabell 11. Tabellen viser hvordan værtyperne har endret tilhørighet etter «korreksjon». Benytter en fortsatt værtype 1 som eksempel ser en at 48,3% fortsatt tilhører værtype 1, mens 10,7% har skiftet til værtype 2, og 7,1% til værtype 3. Første tall til venstre i diagonalen øker fra venstre mot høyre. Dette betyr at jo se-



Tabell 7. Midlere frekvens fordeling av værtyperne for hver sesong og for hele året.

Table 7. Average frequencies of each weather type for each season and the whole year.

værtype weather type	DJF, MAM, JJA, SON % av 41212 dager % of 41212 days	DJF % av 10167 dager % of 10167 days	MAM % av 10396 dager % of 10396 days	JJA % av 10396 dager % of 10396 days	SON % av 10253 dager % of 10253 days
0	19,93	16,62	25,71	16,53	20,78
1	12,13	10,91	8,58	17,83	11,16
2	7,94	9,32	5,01	7,74	9,73
3	5,96	4,83	4,04	8,26	6,69
4	5,85	11,34	4,82	1,14	6,23
5	3,85	4,62	3,47	1,99	4,56
6	3,56	1,05	2,22	9,54	1,34
7	3,79	7,42	2,21	0,66	4,95
8	3,13	2,69	2,91	4,00	2,90
9	1,67	0,76	2,13	2,91	0,86
10	1,48	1,87	2,79	0,39	0,86
11	1,02	1,27	1,38	0,64	0,81
12	1,33	1,36	2,25	0,72	0,98
13	1,29	0,96	2,16	1,12	0,89
14	1,54	0,25	1,10	4,24	0,54
15	1,10	1,60	0,77	0,34	1,73
16	1,87	0,64	1,94	3,87	1,00
17	0,91	0,55	1,95	0,63	0,49
18	1,51	1,16	1,42	1,69	1,76
19	1,58	1,59	1,38	0,40	2,98
20	1,60	3,38	1,44	0,18	1,42
21	1,49	0,77	1,54	2,14	1,34
22	0,79	0,13	1,25	1,63	0,15
23	0,76	0,68	1,70	0,26	0,39
24	3,22	1,87	2,86	3,83	4,33
25	1,06	1,07	1,56	0,25	1,36
26	0,82	0,42	1,60	0,61	0,64
27	0,67	0,04	0,77	1,72	0,15
28	0,69	1,39	0,74	0,01	0,63
29	2,08	4,12	1,06	0,08	3,11
30	0,72	0,35	1,72	0,47	0,31
31	1,19	1,46	0,93	0,82	1,56
32	0,88	0,19	1,17	1,33	0,83
33	0,63	0,80	1,29	0,16	0,27
34	1,07	0,71	1,11	1,77	0,68
35	1,12	1,82	1,01	0,09	1,58

neren en synoptisk situasjon er tilegnet en bestemt værtepe, desto større sannsynlighet er det for at situasjonen har havnet i rett værtepegruppe. Dette er en naturlig konsekvens av metoden som er valgt.

Hvordan værtepeene har endret tilhørighet vil også være et mål på hvor like værtepeene er. Dette er vist i tabell 12 der samtlige værteper er korrelert med hverandre. Tabell 11 viser bla. at en høy prosentandel dager som i utgangspunktet tilhørte værtepe 1 har skiftet tilhørighet til værtepe 2, 3, 4 og 5. Dette er i samsvar med resultatene i tabell 12 som viser at værtepe 1 korrelert med værtepe 2, 3, 4 og 5 gir høye  $R(x,y)$  (verdier mellom 0,6 og 0,7). Sammen gir tabellene 11 og 12 viktig informasjon om likheten mellom værtepeene.

Tabell 8. Midlere årlig frekvens med tilhørende standardavvik av hver værtepe for hver sesong og hele året.

Table 8. Average annual frequencies and standard deviations of each weather type for each season and the whole year.

værtype weather type	SON, JJA, MAM, DJF dager/år days/yr	std std	DJF dager/år days/yr	std std	MAM dager/år days/yr	std std	JJA dager/år days/yr	std std	SON dager/år days/yr	std std
0	72,7	19,7	15,0	7,5	23,7	8,8	15,2	7,4	18,9	7,7
1	44,2	11,8	9,8	5,6	7,9	5,0	16,4	6,4	10,1	5,3
2	29,0	9,8	8,4	4,9	4,6	4,2	7,1	4,8	6,8	4,4
3	21,7	7,9	4,3	3,4	3,7	2,8	7,6	4,4	6,1	4,4
4	21,3	7,7	10,2	5,2	4,4	3,3	1,0	1,5	5,7	4,0
5	13,3	5,5	4,2	3,6	3,2	2,5	1,8	1,8	4,1	3,1
6	13,0	6,0	0,9	1,4	2,0	2,0	8,8	5,5	1,2	1,3
7	13,8	6,5	6,7	4,4	2,0	2,7	0,6	1,0	4,5	3,8
8	11,4	5,9	2,4	2,6	2,7	2,6	3,7	3,7	2,8	2,7
9	6,1	3,5	0,7	1,0	2,0	1,8	2,7	2,5	0,6	1,1
10	5,4	4,3	1,7	2,7	2,6	2,8	0,4	0,8	0,8	1,3
11	3,7	3,1	1,1	1,9	1,3	1,8	0,6	1,1	0,7	1,2
12	4,8	3,3	1,2	1,8	2,1	2,2	0,7	1,1	0,9	1,5
13	4,7	3,9	0,9	1,6	2,0	2,6	1,0	1,6	0,8	1,4
14	5,6	3,1	0,2	0,5	1,0	1,2	3,9	2,7	0,5	0,8
15	4,0	3,2	1,4	2,1	0,7	1,3	0,3	0,7	1,6	1,8
16	6,8	4,3	0,6	0,9	1,8	1,9	3,6	3,1	0,9	1,1
17	3,3	2,8	0,5	1,2	1,8	2,0	0,6	1,2	0,4	1,1
18	5,5	2,9	1,0	1,3	1,3	1,6	1,6	1,6	1,6	1,9
19	5,8	3,7	1,4	1,9	1,3	1,8	0,4	0,7	2,7	2,6
20	5,8	4,2	3,0	3,3	1,3	1,7	0,2	0,5	1,3	1,8
21	5,3	4,1	0,7	1,2	1,4	1,7	2,0	2,6	1,2	1,6
22	2,9	2,5	0,1	0,5	1,2	1,4	1,5	1,9	2,9	2,5
23	2,8	2,9	0,6	1,6	1,6	2,1	0,2	0,8	0,4	0,9
24	11,8	5,0	1,7	1,7	2,6	2,4	3,5	2,6	3,9	2,6
25	3,9	3,1	1,0	1,5	1,4	1,8	0,2	0,7	1,2	1,5
26	3,0	2,9	0,4	0,8	1,5	2,1	0,6	1,1	0,6	1,0
27	2,5	2,3	0,0	0,2	0,7	1,0	1,6	2,0	0,1	0,4
28	2,5	2,9	1,2	1,9	0,7	1,4	-	-	0,6	1,0
29	7,6	4,9	3,7	3,8	1,0	1,5	0,1	0,4	2,8	2,7
30	2,6	2,4	0,3	0,8	1,6	2,1	0,4	1,1	0,3	0,7
31	4,3	2,6	1,3	1,2	0,9	1,0	0,8	1,1	1,4	1,4
32	3,2	2,6	0,2	0,6	1,1	1,7	1,2	1,7	0,8	1,1
33	2,3	2,8	0,7	1,3	1,2	2,2	0,2	0,9	0,2	0,6
34	3,9	3,0	0,6	1,0	1,0	1,2	1,6	2,1	0,6	0,9
35	4,1	3,1	1,6	2,1	0,9	1,6	0,1	0,3	1,4	2,0

### 9.3. Midlere bakketrykk-kart med tilhørende standardavvik-kart samt årlige frekvenser av værtepeene

I appendiks (s. 44-115) presenteres midlere bakketrykk-kart med tilhørende standardavvik-kart samt årlige frekvenser av værtepeene 0-35 (se forklaring s. 43). Av praktiske hensyn er disse figurene plassert i appendiks. Standardavvik-kartene i høyre kolonne viser at de største standardavvikene eksisterer for vintersesongen og de minste for sommersesongen. En ser videre at de største standardavvikene finnes nær tilhørende lavtrykk på middeltrykk-kartet. Årsakene til dette er at det er rundt lavtrykkene de største gradientene eksisterer. I tillegg for-

Tabell 9. Midlere frekvens fordeling av værtyperne for hver kalendermåned.

Table 9. Average frequencies of the 35 weather types for each calendar month.

måned month	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
værtype weather type	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0	15,58	15,50	18,98	22,18	27,99	27,03	19,65	12,73	17,30	20,03	21,70	20,60
1	12,59	11,48	8,45	8,28	8,58	8,88	15,31	20,81	17,30	13,07	10,25	10,18
2	9,39	9,82	8,71	7,05	4,84	3,14	6,90	7,37	8,94	10,88	8,74	9,61
3	5,41	5,22	3,76	4,20	4,60	3,34	5,78	9,25	9,68	7,52	5,99	6,58
4	10,77	13,16	9,96	8,48	3,66	2,28	1,83	0,51	1,08	4,57	7,19	6,90
5	5,50	3,48	4,92	4,14	3,22	3,05	1,80	1,66	2,51	3,36	4,80	5,54
6	1,09	0,88	1,19	1,26	2,83	2,60	7,82	13,59	7,17	2,06	1,14	0,80
7	7,83	7,91	6,84	4,65	1,45	0,51	0,62	0,20	1,17	4,10	4,88	5,89
8	2,36	2,26	3,51	2,51	2,95	3,28	3,95	3,71	4,34	3,66	2,83	2,20
9	0,75	0,83	0,69	1,37	2,33	2,68	2,95	3,28	2,51	1,03	0,60	0,96
10	1,41	2,00	2,22	2,74	2,77	2,85	0,74	0,14	0,31	0,50	1,06	1,01
11	1,32	1,03	1,47	1,63	1,12	1,37	1,27	0,11	0,57	0,86	0,63	0,95
12	1,15	1,20	1,75	1,83	2,04	2,88	1,47	0,14	0,57	1,21	1,11	0,80
13	1,32	0,63	0,94	1,74	2,15	2,60	1,21	0,83	1,31	0,44	1,26	0,95
14	0,26	0,26	0,22	0,63	1,15	1,51	4,72	5,11	2,91	1,00	0,37	0,27
15	1,27	1,80	1,75	1,40	0,56	0,34	0,27	0,37	0,37	1,44	1,91	1,82
16	0,55	0,83	0,53	0,88	1,92	3,03	2,63	5,08	3,85	1,42	0,80	0,80
17	0,32	0,51	0,85	1,00	1,74	3,11	1,39	0,23	0,31	0,27	0,77	0,42
18	0,98	1,03	1,50	1,37	1,86	1,06	1,80	1,48	1,80	2,65	1,31	1,31
19	1,64	1,60	1,53	1,68	1,50	0,94	0,32	0,34	0,54	2,65	3,20	3,10
20	3,72	3,20	3,22	2,60	1,00	0,71	0,32	0,03	0,20	0,32	1,88	2,10
21	0,89	0,54	0,88	1,20	1,77	1,66	2,09	2,23	2,08	2,24	0,83	0,95
22	0,09	0,23	0,06	0,20	0,83	2,71	2,57	1,46	0,88	0,24	0,17	0,03
23	0,03	0,69	1,38	1,51	1,50	2,08	0,65	0,03	0,11	0,27	0,51	0,39
24	2,39	1,54	1,66	2,43	3,80	2,57	3,07	3,45	4,94	5,40	4,34	3,24
25	0,95	1,34	0,91	1,80	1,71	1,17	0,38	0,14	0,22	0,71	1,46	1,90
26	0,63	0,26	0,38	0,54	1,89	2,37	0,80	0,43	0,60	0,74	0,57	0,63
27	0,00	0,06	0,06	0,22	0,65	1,43	2,24	1,86	1,08	0,24	0,14	0,06
28	1,07	1,26	1,88	1,51	0,50	0,20	0,03	0,00	0,00	0,38	0,43	1,10
29	4,12	4,51	3,70	1,97	0,88	0,31	0,03	0,00	0,20	2,15	3,51	3,66
30	0,09	0,29	0,72	1,20	1,65	2,31	0,80	0,23	0,40	0,12	0,29	0,54
31	1,50	1,37	1,50	1,23	0,86	0,71	0,80	0,63	1,03	1,74	1,51	1,43
32	0,20	0,23	0,13	0,43	1,03	2,06	1,27	1,17	1,54	0,80	1,03	0,65
33	0,63	0,83	0,94	1,43	1,27	1,17	0,50	0,00	0,00	0,27	0,29	0,27
34	0,78	0,69	0,66	0,86	1,15	1,31	1,95	1,40	1,97	0,88	0,49	0,68
35	1,61	1,57	2,32	1,86	0,44	0,71	0,09	0,00	0,17	0,77	2,03	1,93

flytter lavtrykkene seg raskere enn høytrykkene. Midlere bakketrykk-kart i venstre kolonne viser f.eks. for værtype 1 at for alle sesonger er trykksentrene plassert i omtrent samme posisjon. Trykkdifferansen mellom trykksentrene er størst for vintersesongen og minst for sommersesongen. Dette er noe som går igjen for alle værtyper, og er en konsekvens av metoden. Det er videre interessant å legge merke til at midlere bakketrykk-kart for værtype 1 og 2 er i overensstemmelse med midlere bakketrykk-kart for nordlige halvkule; Islandslavtrykket og høytrykket over Azorene er tilnærmet plassert i sine respektive posisjoner.

Figurene som viser årlige frekvenser av hver værtype er naturlig å studere sammen med tabell 8. En får da nyttig tilleggsinformasjon om hvor hyppig værtyperne fore-

Tabell 10. Frekvens fordeling av værtyperne før og etter «korleksjon».

Table 10. Frequency of each weather type before and after «correction».

værtype weather type	dato date	tid(utc) time (utc)	antall dager før korleksjon no. of days before correction	%	antall dager etter korleksjon no. of days after correction	%
1	24/6 1938	12	10351	25,12	4999	12,13
2	8/9 1942	0	3935	9,55	3272	7,94
3	29/6 1938	12	2830	6,87	2456	5,96
4	10/12 1894	6	2578	6,28	2411	5,85
5	18/2 1915	12	1124	2,73	1506	3,65
6	13/7 1919	12	1108	2,69	1467	3,58
7	12/3 1961	12	963	2,34	1561	3,79
8	23/6 1935	12	948	2,30	1289	3,13
9	8/6 1902	12	769	1,87	689	1,67
10	3/4 1960	12	731	1,77	609	1,48
11	13/3 1950	12	598	1,45	422	1,02
12	5/5 1899	12	553	1,34	547	1,33
13	16/5 1965	0	494	1,20	530	1,29
14	5/7 1901	12	466	1,13	636	1,54
15	7/2 1964	12	440	1,07	455	1,10
16	21/6 1933	12	426	1,03	772	1,87
17	11/5 1935	12	397	0,96	375	0,91
18	25/6 1923	12	352	0,85	622	1,51
19	19/9 1890	6	351	0,85	653	1,58
20	25/2 1882	6	301	0,73	659	1,60
21	9/9 1916	12	291	0,71	597	1,49
22	31/3 1960	12	266	0,65	327	0,79
23	11/5 1960	12	264	0,64	313	0,76
24	26/6 1974	0	255	0,62	1329	3,22
25	18/10 1991	0	241	0,58	436	1,06
26	27/4 1898	6	238	0,58	338	0,82
27	28/6 1953	12	227	0,55	278	0,67
28	6/1 1881	6	225	0,55	284	0,69
29	22/9 1895	6	216	0,52	856	2,08
30	8/3 1883	6	205	0,50	296	0,72
31	18/11 1881	6	196	0,48	490	1,19
32	22/8 1917	12	173	0,42	364	0,88
33	13/4 1924	12	163	0,40	280	0,63
34	23/7 1958	12	163	0,40	441	1,07
35	27/12 1890	6	162	0,39	462	1,12

kommer i gjennomsnitt pr. år eller pr. sesong samt variasjonene for den enkelte værtypen.

### 9.4. Sammenligning mellom prøveperioden og totalperioden

Tabell 6 viser at 35 værtyper er tilstrekkelig for å klassifisere 80% av alle dager som en bestemt værtype, mens prøveperioden viser at 30 værtyper er tilstrekkelig. Dette avviker på ca. 20% må anses som tilfredsstillende tatt i betraktning at en her benytter en betydelig lengre tidsperiode som inkluderer flere forskjellige synoptiske situasjoner som skal klassifiseres.

Studerer en sesongfordelingen i tabell 7 og sammen-



Tabell 12. Matrisen viser korrelasjonskoeffisienter  $R(x,y)$  mellom samtlige 35 værtyper (basisdagene) som er beregnet vha Lunds metode.

Table 12. Correlation coefficients  $R(x,y)$  between the 35 weather types (basic days) and the weather types calculated statistically using Lund's method.

værtype weather type	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
1	1,00	0,66	0,67	0,64	0,68	0,55	0,58	0,60	0,19	0,19	0,13	0,09	0,11	0,65	0,06	0,61	-0,61	0,13	0,58	0,43	0,18	0,40	-0,47	0,67	-0,17	0,55	0,25	-0,48	0,31	-0,59	0,61	0,38	-0,33	0,54	0,00
2		1,00	0,42	0,45	0,17	0,63	0,58	0,63	-0,08	-0,37	-0,23	0,00	-0,41	0,50	0,57	0,30	-0,62	0,34	0,23	0,08	0,69	-0,14	-0,68	0,70	-0,24	0,15	0,22	-0,30	0,68	-0,46	0,37	-0,08	-0,69	0,10	0,17
3			1,00	-0,16	0,59	0,69	0,62	-0,20	0,66	-0,31	0,19	-0,61	0,46	0,35	0,03	0,59	-0,15	0,61	-0,21	0,20	0,20	-0,01	-0,67	0,58	0,63	-0,13	-0,35	-0,67	-0,10	0,02	0,25	0,28	0,04	0,67	-0,70
4				1,00	0,40	-0,24	0,40	0,56	-0,56	0,55	0,24	0,62	-0,37	0,25	0,26	-0,09	-0,46	-0,23	0,63	0,64	-0,11	0,30	-0,07	0,26	-0,47	0,30	-0,15	0,32	0,68	-0,80	0,59	0,20	-0,16	0,07	0,56
5					1,00	0,02	0,40	-0,07	0,24	0,49	0,32	-0,17	0,55	0,15	-0,36	0,60	-0,32	0,00	0,46	0,64	-0,33	0,32	-0,17	0,51	0,25	0,30	-0,28	-0,43	0,01	-0,43	0,32	0,68	0,29	0,61	-0,23
6						1,00	0,37	0,27	0,60	-0,63	-0,08	-0,30	0,01	0,66	0,37	0,53	-0,10	0,64	-0,38	-0,39	0,67	0,04	-0,64	0,49	0,25	0,01	0,55	-0,57	-0,03	0,27	0,17	-0,19	-0,49	0,42	-0,41
7							1,00	-0,05	0,14	-0,30	0,41	-0,09	-0,10	0,41	0,60	0,02	-0,17	0,65	-0,13	0,58	0,21	-0,10	-0,71	0,35	0,42	-0,38	-0,32	-0,02	0,49	-0,45	0,68	0,00	-0,02	0,52	-0,30
8								1,00	-0,34	0,03	-0,35	0,51	-0,56	0,43	0,35	0,23	-0,47	-0,12	0,49	-0,16	0,54	0,24	-0,07	0,38	-0,69	0,58	0,54	0,06	0,51	-0,38	0,18	-0,11	-0,76	-0,15	0,67
9									1,00	-0,23	0,32	-0,37	0,64	0,35	-0,24	0,60	0,42	0,58	-0,51	-0,30	0,07	0,27	-0,18	0,10	0,69	0,00	0,32	-0,53	-0,65	0,63	-0,02	0,13	0,24	0,65	-0,74
10										1,00	0,37	0,46	0,42	-0,14	-0,63	0,05	0,02	-0,57	0,68	0,51	-0,71	0,58	0,68	-0,12	-0,22	0,62	-0,13	0,20	-0,02	-0,38	0,17	0,61	0,50	0,06	0,38
11											1,00	0,34	0,49	0,41	-0,06	-0,10	0,55	0,37	-0,21	0,49	-0,44	0,59	0,16	-0,32	0,49	-0,17	-0,12	0,30	-0,11	-0,02	0,68	0,20	0,58	0,64	-0,28
12												1,00	-0,34	0,34	0,20	-0,29	0,19	-0,19	0,31	0,09	-0,06	0,56	0,45	-0,32	-0,52	0,35	0,32	0,65	0,32	-0,24	0,39	-0,09	-0,07	-0,08	0,68
13													1,00	0,00	-0,73	0,55	0,29	0,02	-0,03	0,12	-0,49	0,44	0,33	0,00	0,50	0,22	0,00	-0,53	-0,67	0,40	-0,02	0,64	0,85	0,49	-0,63
14														1,00	0,41	0,34	0,08	0,49	-0,11	-0,06	0,33	0,52	-0,32	0,24	0,03	0,18	0,60	-0,14	0,18	-0,03	0,60	-0,06	-0,31	0,51	-0,06
15															1,00	-0,39	-0,05	0,54	-0,31	0,04	0,61	-0,29	-0,61	0,13	-0,05	-0,44	0,02	0,40	0,63	-0,28	0,37	-0,59	-0,50	0,01	0,16
16																1,00	-0,25	0,16	0,18	-0,13	0,21	0,34	-0,19	0,61	0,15	0,53	0,39	-0,71	-0,31	0,17	-0,08	0,45	-0,19	0,51	-0,32
17																	1,00	-0,25	0,16	-0,25	-0,24	0,33	0,41	-0,59	0,45	-0,30	0,14	0,41	-0,52	0,61	-0,06	-0,16	0,53	0,22	-0,29
18																		1,00	-0,63	-0,03	0,49	-0,01	-0,57	0,20	0,63	-0,46	0,13	-0,02	0,02	0,25	0,26	-0,29	-0,05	0,54	-0,55
19																			1,00	0,37	-0,16	0,23	0,32	0,33	-0,65	0,65	-0,06	-0,04	0,38	-0,60	0,09	0,68	-0,16	-0,18	0,59
20																				1,00	-0,50	0,06	-0,15	0,18	0,14	-0,13	-0,67	0,21	0,37	-0,74	0,49	0,39	0,46	0,31	-0,01
21																					1,00	-0,26	-0,46	0,44	-0,16	-0,01	0,48	-0,11	0,37	0,13	-0,13	-0,37	-0,76	-0,08	0,11
22																						1,00	0,45	-0,12	-0,05	0,55	0,44	0,08	-0,24	0,09	0,47	0,42	0,21	0,48	0,07
23																							1,00	-0,55	-0,27	0,39	0,18	0,39	-0,32	0,22	-0,32	0,32	0,41	-0,26	0,40
24																								1,00	-0,05	0,24	0,04	-0,52	0,33	-0,36	-0,01	0,25	-0,39	0,24	-0,06
25																									1,00	-0,59	-0,32	-0,20	-0,43	0,30	0,01	-0,02	0,52	0,66	-0,81
26																										1,00	0,49	-0,26	-0,07	-0,02	0,03	0,47	-0,27	-0,03	0,42
27																											1,00	-0,17	-0,13	0,50	0,02	-0,10	-0,45	0,00	0,11
28																												1,00	0,31	-0,16	0,12	-0,35	0,18	-0,25	0,47
29																													1,00	-0,74	0,38	-0,16	-0,46	-0,27	0,53
30																													1,00	-0,38	-0,20	0,14	0,01	-0,44	
31																													1,00	0,11	0,04	0,39	-0,01		
32																													1,00	0,38	0,28	-0,11			
33																													1,00	0,26	-0,44				
34																													1,00	-0,51					
35																														1,00					

ligner med prøveperioden i tabell 5, finner en relativt store avvik. Ut fra tabell 7 ser en at det er våren som representerer den høyeste andelen uklassifiserte dager, mens vinter og sommer har færrest. Tabell 5 viser derimot at det er vinter som har høyest andel uklassifiserte dager, sommer og høst har lavest andel. Resultatet synliggjør at en ikke klarer å fange opp den reelle situasjon med kun 365 dager i hver «normal sesong» som prøveperiodene representerer.

I kap. 6.5. er det fremsatt en hypotese om at kart med store trykkdifferanser (høye MS -mean square) lar seg lettere klassifisere enn kart med svake trykkdifferanser (lave MS). Konklusjonen fra metode 3 er at det er en tendens til at kart med høye MS blir lettere klassifisert enn kart med lave MS. Resultatene for værtype 0 i totalperioden bekrefter hypotesen at middelkartene for de uklassifiserte dagene (værtype 0) er representert med svært svake trykkforskjeller. SLP-verdiene ligger i intervallet 1010-1015 hPa. Dette intervallet korresponderer med middeltrykket på våre breddegrader. Midlere bakketrykk, midlet over hele året langs breddegraden 65°N er 1012,1 hPa, og tilsvarende langs breddegraden 50°N er 1014,5 hPa (Technical Paper 21 1952).

Middelkart med små trykkvariasjoner kan en også oppnå ved å midle forskjellige synoptiske situasjoner som utlikner hverandre. En vil da i tillegg oppnå et relativt høyt og homogent standardavvik i hele området. Fordi de uklassifiserte dagene ikke er representert med et større standardavvik enn de andre værtypene, bekrefte dermed hypotesen om at det er kart med svake trykkdifferanser som tilhører gruppen for uklassifiserte dager.

## Referanser

- Andersen, P. 1968: An investigation of European Statistical weather types. I Godske, C. L., Andersen, P., Jacobsen, Th. & Johansen, H. (red.): Further Studies of Statistical Meteorology 2. Final report, AF 61(052)-67 C0023, Bergen, 58-80.
- Bardossy, A. & Caspary, H. J. 1990: Detection of Climate Change in Europe by Analyzing European Atmospheric Circulation Patterns from 1881 to 1989. *Theoretical Application Climatology* 42, 155-167.
- Bartzokas, A. & Metaxas, D. A. 1994: Circulation types over the Atlantic, Europe and N. Africa and their temperature distribution. *The meeting of the Commission on Climatology of the International Geographical Union, 15-20 August 1994, Brno, Czech Republic. Proceedings*, 41-48.
- Baur, F., Hess, P. & Nagel, H. 1944: *Kalender der Großwetterlagen Europas 1881-1939*. Bad Homburg, 35 s.
- Bunker, A. F. 1979: Trends of Variables and Energy Fluxes over the Atlantic Ocean from 1948 to 1972. *Monthly weather review* 108, 720-732.
- COADS (Comprehensive ocean atmosphere data set) 1985: Release 1. Boulder, Colorado.
- Dzerdzeevskii, B. L. 1968, 1970: Circulation Mechanisms in the Atmosphere of the Northern Hemisphere in the Twentieth Century. *Institute of Geography, Soviet Academy of Sciences, Moscow. R. Goedecke, Trans., B. F. Berryman, Ed., University of Wisconsin*, 361 s.
- Førland, E. J. 1994: Er normalen normal? *Det 19. Nordiske meteorologmøte, 6.-10. juni, Kristiansand, Norge. Reprints av foredrag*, 33-38.
- Hess, P. & Brezowsky, H. 1969: Katalog der Großwetterlagen Europas. *Bericht des deutschen Wetterdienstes 113, Bd. 15, 2*. Neu bearbeitete und ergänzte Auflage, Offenbach a. Main: Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, 70 s.
- Hurrell, J. W. 1995: Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: Regional Temperatures and Precipitation. *Science* 269.
- Jenkinson, A. F. & Collison, F. P. 1977: An initial climatology of gales over the North Sea. *Synoptic Climatology Branch Memorandum 62*. Meteorological Office, Bracknell.
- Johansen, H. 1964: Litt om hyppighetsfordelinger av sirkulasjonstyper i Vest-Norge. *Meddelelser 17. Det Danske Meteorologiske Institut*.
- Jolliffe, I. 1990: Principal Component Analysis: A Beginner's guide I. Introduction and application. *Weather* 45, 375-382.
- Jolliffe, I. 1993: Principal Component Analysis: A Beginner's guide II. Pitfalls, myths and extensions. *Weather* 48, 246-253.
- Jones, P. D. (red.) 1978: The occurrence of gales and storm-force winds over the British Isles and North Sea areas. *Climate Monitor* 7, 28-31.
- Jones, P. D., Hulme, M. & Briffa, K. R. 1993: A Comparison of Lamb Circulation Types with an Objective Classification Scheme. *International Journal of climatology* 13, 655-663.
- Jönsson, T. 1993: Regional Climate and Simple Circulation Parameters. *NACD memorandum, IS-3*.
- Jönsson, P. & Barring, L. 1995: Zonal index variations, 1899-1992: Links to air temperature in Southern Scandinavia. *Theoretical Application Climatology* 51, 183-198.
- Kalnicky, R. A. 1987: Seasons, Singularities, and Climatic Changes over the Midlatitudes of the Northern Hemisphere during 1899-1969. *Journal of climate and applied Meteorology* 26, 1496-1510.
- Kvamme, D. 1993 (personlig meddelelse): *Variabilitet av gjennomsnittstemperatur og nedbørssum for somrene 1871-1990 i Bergen. Sommer er definert som juni, juli og august*.
- Lamb, H. H. 1972: British Isles weather types and a register of the daily sequence of circulation patterns 1861-1971. London meteorological office, *Geophysical Memoirs* 116.
- Loon, H. van & Madden, R. A. 1983: Interannual Variations of Mean Monthly Sea-Level Pressure in January. *Journal of climate and applied meteorology* 22, 4.
- Lund, I. A. 1963: Map-Pattern Classification by Statistical Methods. *Journal of applied meteorology* 2, 1, 56-65.
- Makrogiannis, T. J., Bloutsos, A. A. & Giles, B. D. 1982: Zonal index and circulation change in the North Atlantic Area, 1873-1972. *Journal of Climatology* 2, 159-169.
- Moses, T. & Kiladis, G. N. 1987: Characteristics and frequency of reversals in mean sea level pressure in the North Atlantic sector and their relationship to long-term temperature trends. *Journal of climatology* 7, 13-30.
- Murray, R. & Benwell, P. R. 1970: PSCM indices in synoptic climatology and long-range forecasting. *Meteorological Magazine* 99, 232-245.
- Murray, R. & Lewis, R. P. W. 1966: Some aspects of the synoptic climatology of the British Isles as measured by simple indices. *Meteorological Magazine* 95, 192-203.

- Niedzwiedz, T. 1993a: Changes of atmospheric circulation (using the P, S, C, M indices) in the Winter season and their influence on air temperature in Cracow. «Early Meteorological Records in Europe – Methods and Results». *Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne*, z. 95, ryc. 7, poz. bibl. 11, 107-113.
- Niedzwiedz, T. 1993b: Long-term variability of the atmospheric circulation over Spitsbergen and its influence on the air temperature. *XX Polar Symposium, Lublin, tab. 1, ryc. 9, poz. bibl. 36*, 17-30.
- Nitter, M. 1995: Eksempler på klassifisering av atmosfæriske sirkulasjonsmønstre over Nord-Atlanteren og Europa 1881-1993 etter en statistisk metode. I Selsing, L. (red.): Kilder for klimadata i Norden fortrinnsvis i perioden 1860-1993. *AmS-Varia* 24, 37-41.
- Nitter, M. in prep.: Værtperer knyttet til variabilitet av nedbør og temperatur på Østlandet og Vestlandet, Sør-Norge. *AmS-Varia*.
- Parker, D. E. 1992: Blending of COADS and UK Meteorological Office Marine Data Sets. I Diaz, H. F., Wolter, K. & Woodruff, S. D. (red.): *Proceeding of the International COADS Workshop, Boulder, Colorado, 13-15 January 1992. US Department of Commerce*, 19-36.
- Ratcliffe, R. A. S., Weller, J. & Collison, P. 1978: Variability in the frequency of unusual weather over approximately the last century. *Quart. J. R. Met. Soc.* 104, 440, 243-255.
- Rosby, C. G. et al. 1939: Relation between variations in the intensity of the zonal circulation of the atmosphere and the displacements of the semipermanent centers of action. *Journal Marine Research* 2, 38-55.
- Storch, H. von & Navarra, A. 1995: *Analysis of Climate Variability. Applications of Statistical Techniques*. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York.
- Technical Paper 21 1952: Normal weather charts for the Northern Hemisphere. *U.S. Department of commerce weather Bureau*.
- WMO (World Meteorological Organization) 1995: The Global Climate System Review; Climate system monitoring June 1991-November 1993. *World Meteorological Organization* 819.
- Woodruff, S. D. et al. 1987: Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set. *Bull. Am. Met. Soc.* 68, 10, 1239-1250.



# Appendiks

Appendiks inneholder for hver værtype (værtype 0-35):

- Synoptisk situasjon for basisdagen
- Midlere bakkestrykk-kart med tilhørende standardavvik for hver sesong
- Årlige frevenser for hver sesong og hele året

Venstre side:

- Øverst til venstre: Synoptisk situasjon for basisdagen
- De gjestående figurer: Midlere bakkestrykk-kart (venstre kolumne) med tilhørende standardavvik-kart (høyre kolumne) for samtlige 4 sesonger
- Isobarene er i 5 hPa intervaller på middelkartet, og 1 hPa på standardavvik-kartet
- N: antall dager
- DJF (vinter): Desember, januar og februar
- MAM (vår): Mars, april og mai
- JJA (sommer): Juni, juli og august
- SON (Høst): September, oktober og november

Høyre side: Årlig frekvens for hver årstid og hele året

◆—◆—◆ Årlig frekvens  
 \_\_\_\_\_ Glidende 15-års middel

For each weather type (weather type 0-35) the appendix contains:

- Synoptic situation for the basic day
- Mean sea-level pressure maps and map of standard deviations for each season
- Annual frequency for each season and the whole year.

Left page:

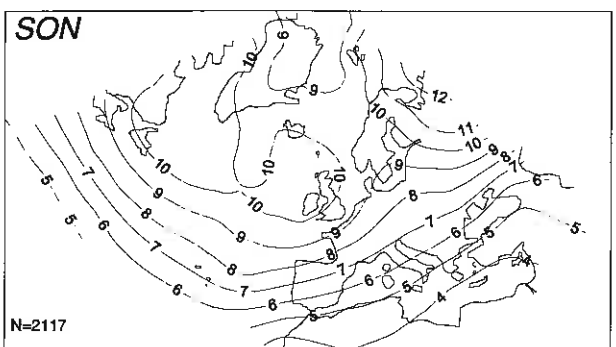
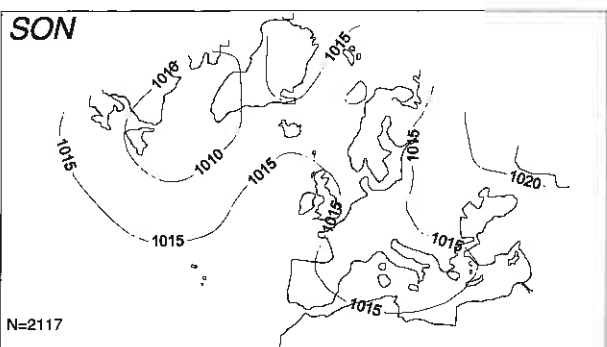
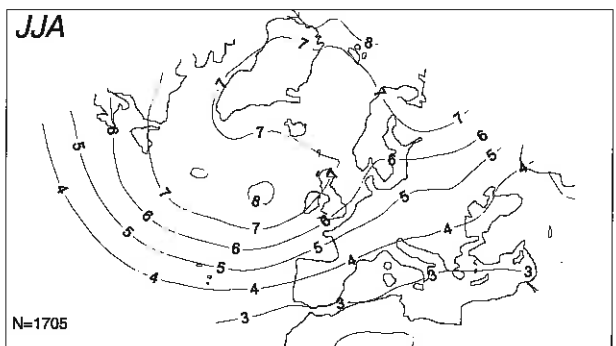
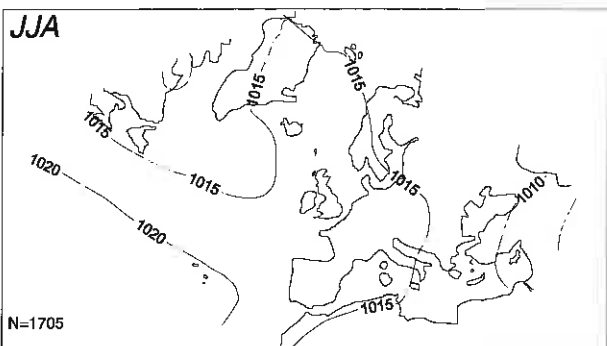
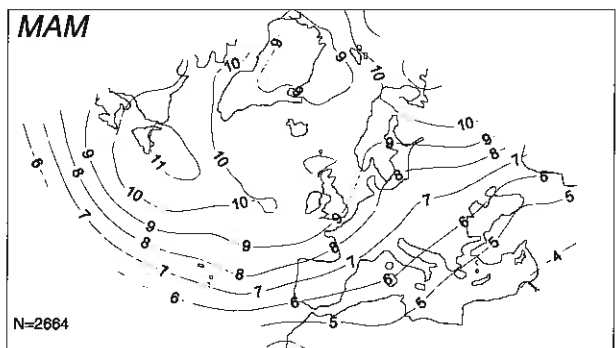
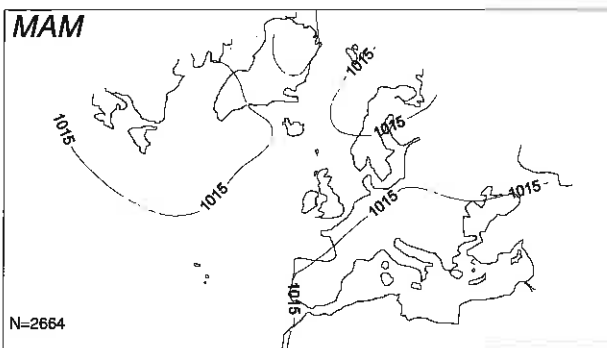
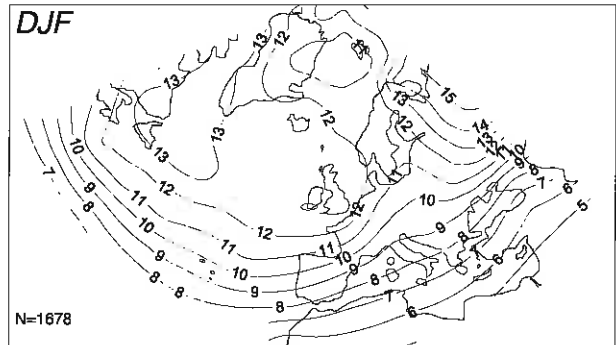
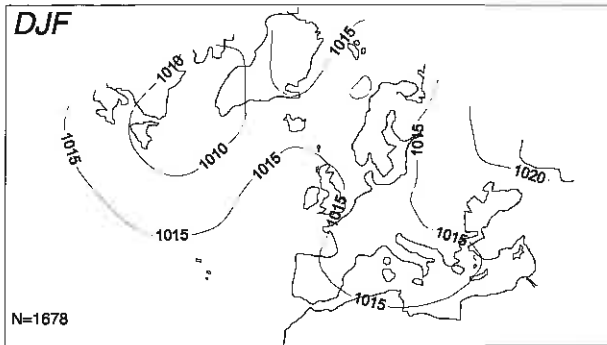
- In the top left-hand corner: Synoptic situation for the basic day
- Remaining figures: Figures in the left-hand column show the mean sea-level pressure map and the map of standard deviations (right-hand column) for each season
- Mean sea-level isobars are at 5 hPa intervals
- Standard deviation isobars are at 1 hPa intervals
- N = number of days
- DJF (winter): December, January and February
- MAM (spring): March, April and May
- JJA (summer): June, July and August
- SON (autumn): September, October and November

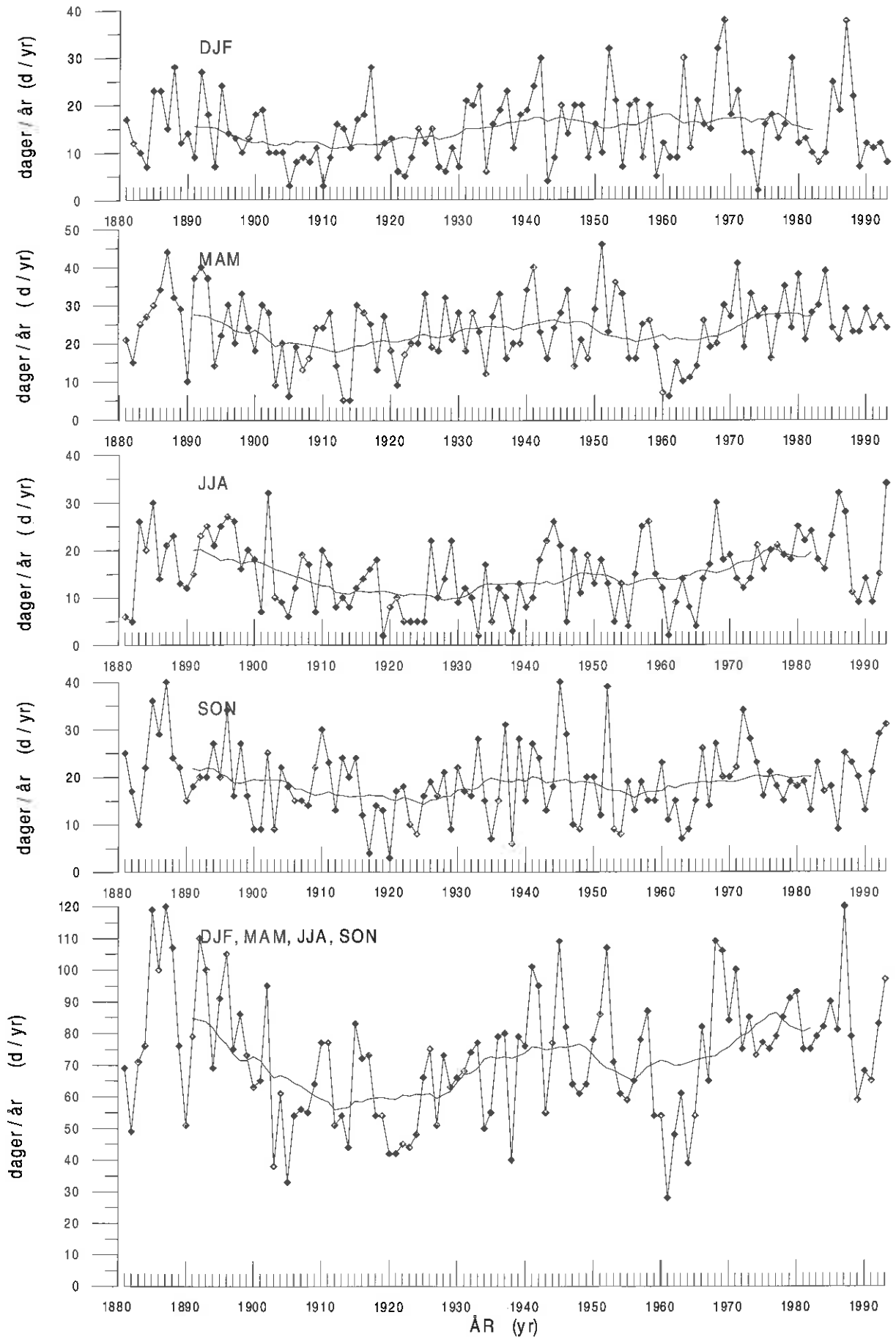
Right page:

Annual frequency for each season and the whole year  
 ◆—◆—◆ annual frequency  
 \_\_\_\_\_ Sliding 15-year average

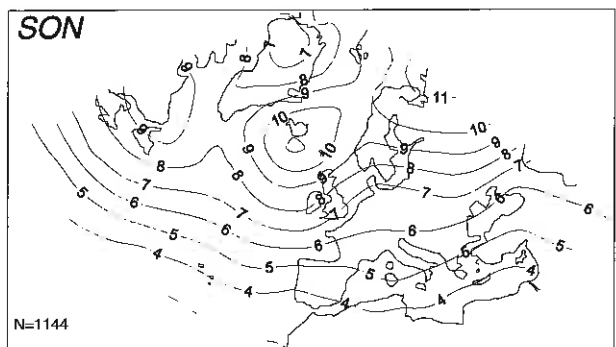
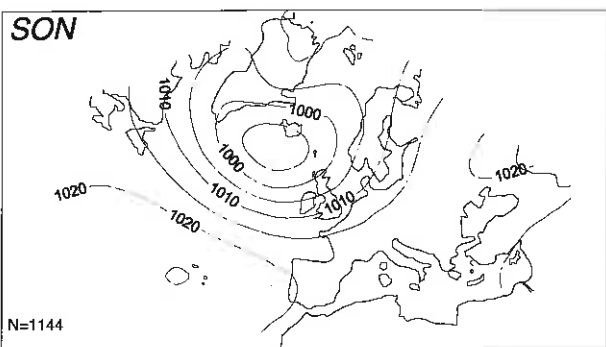
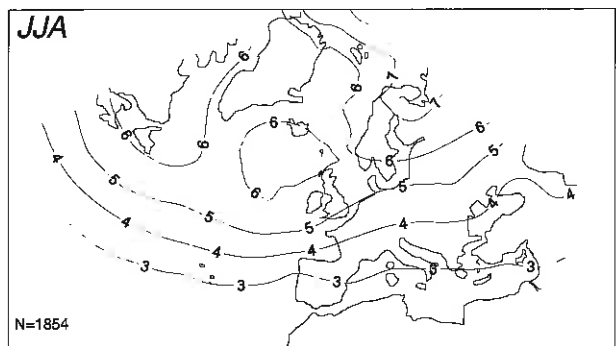
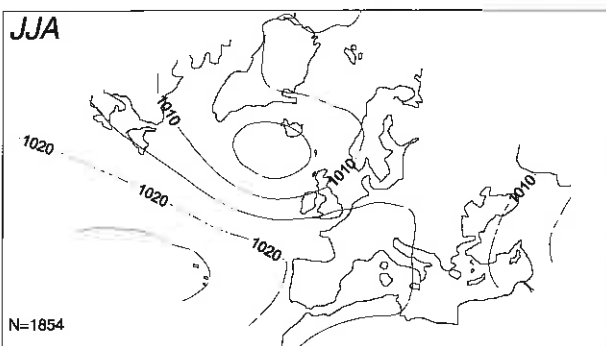
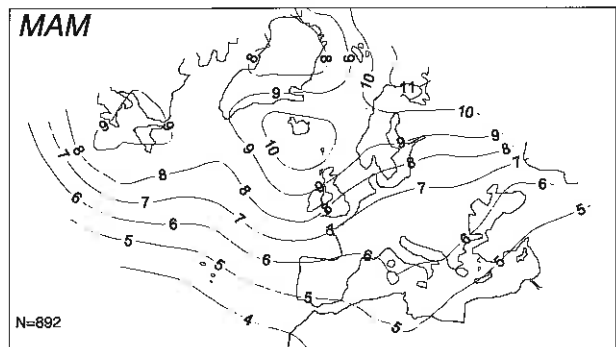
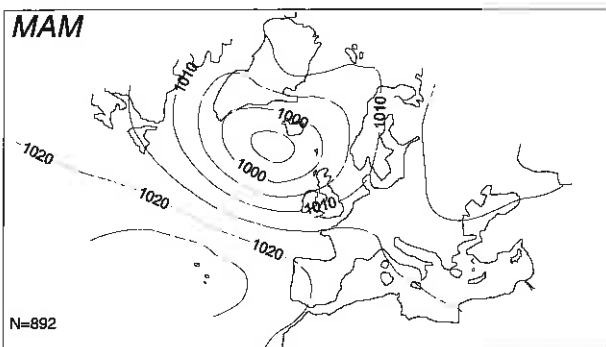
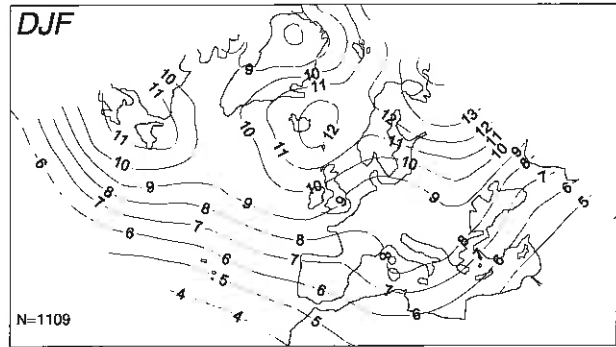
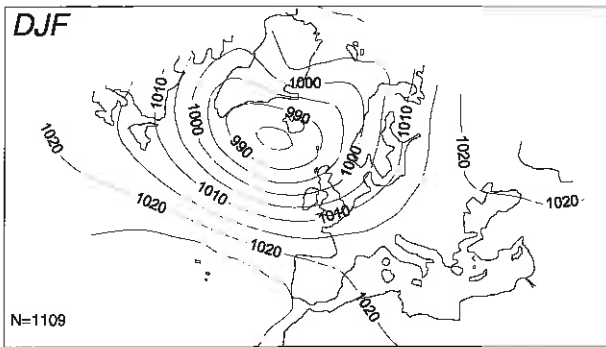
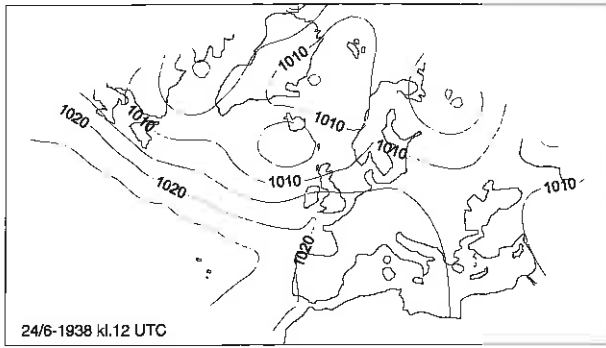


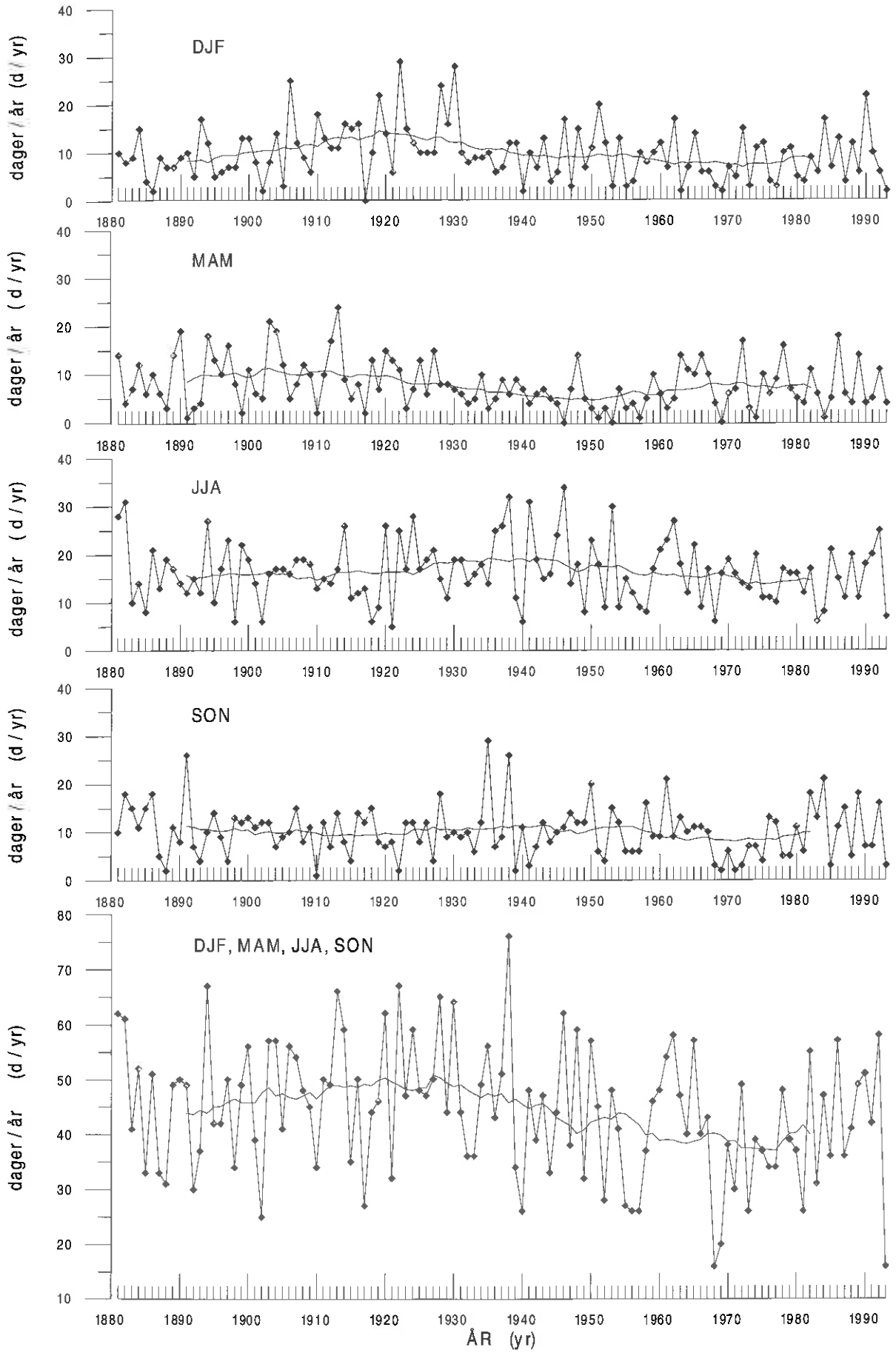
VÆRYTYPE 0  
WEATHER TYPE 0



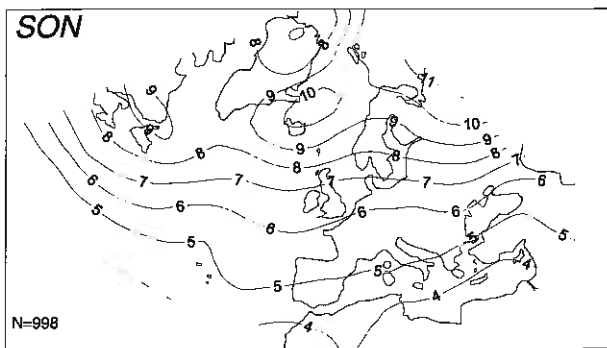
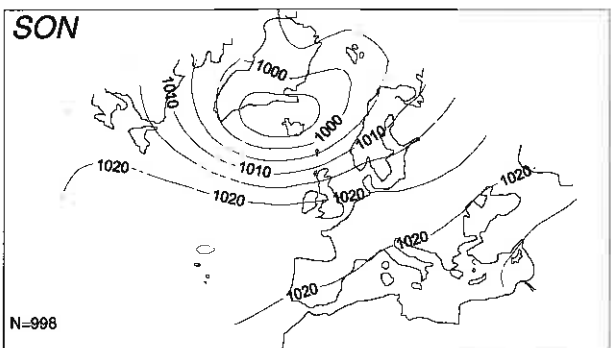
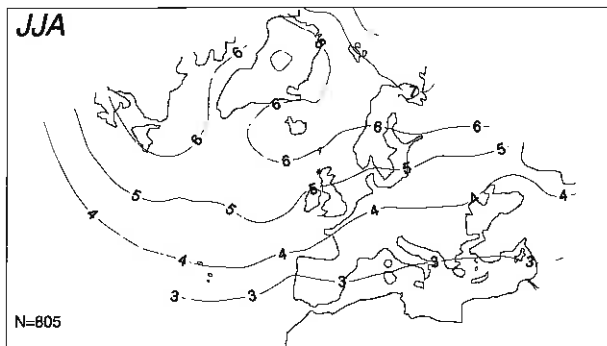
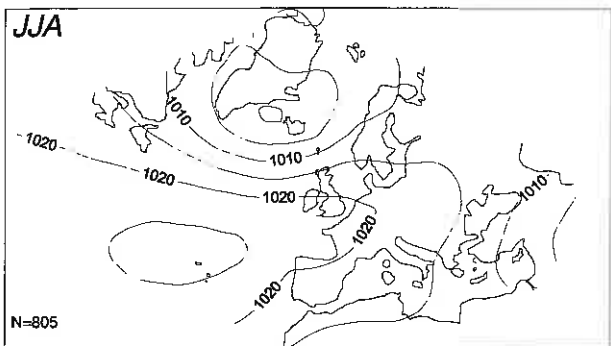
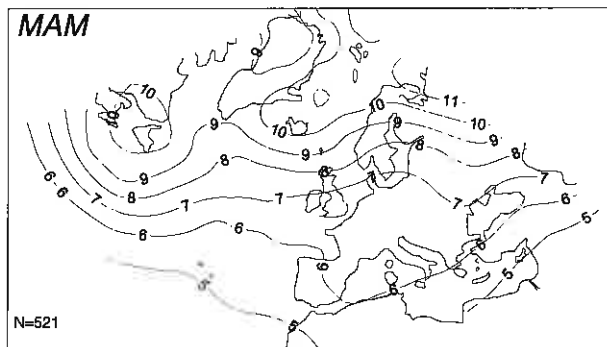
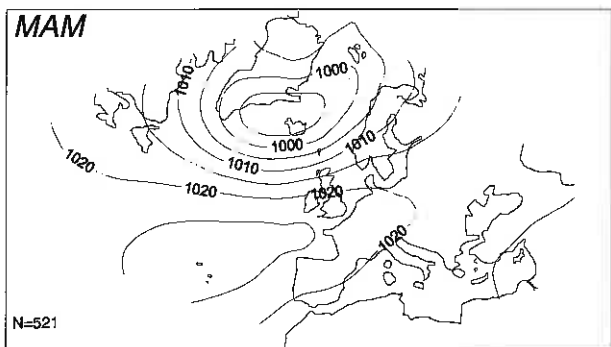
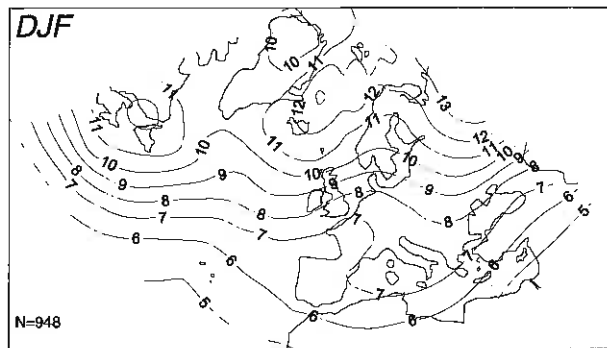
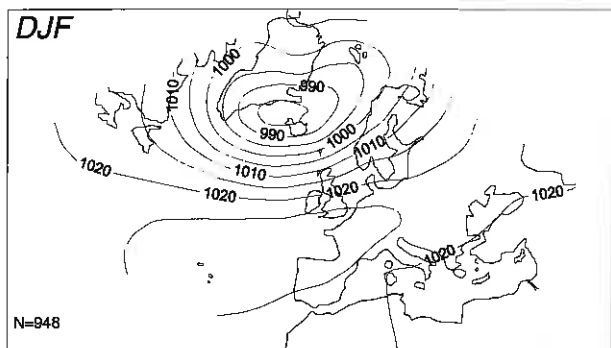
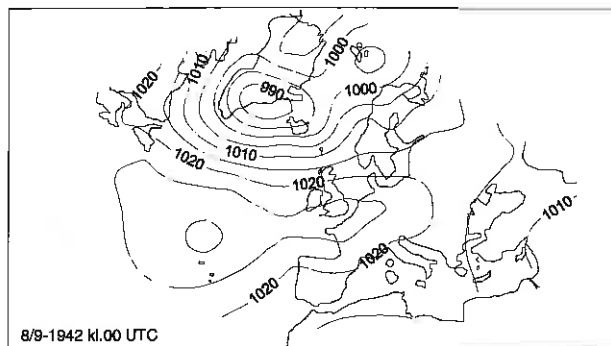


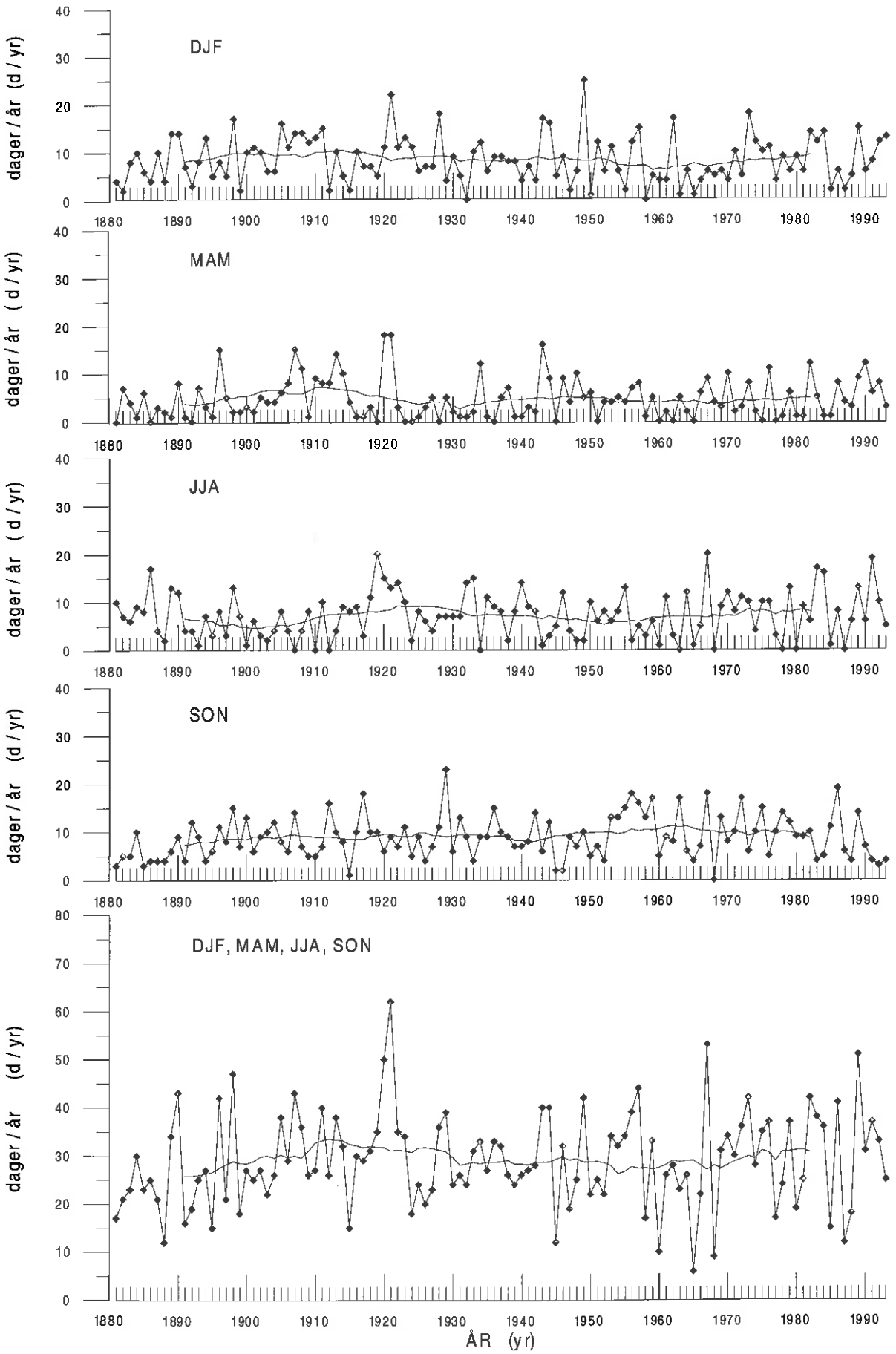
**VÆRYTYPE 1**  
**WEATHER TYPE 1**



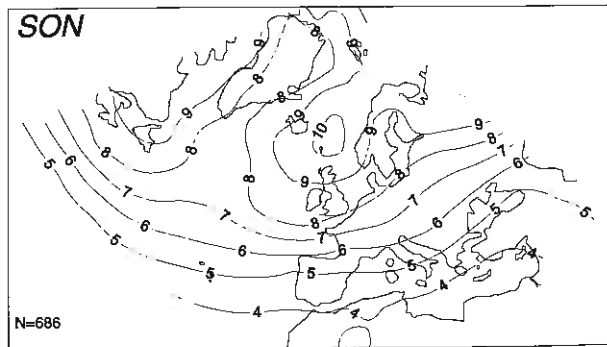
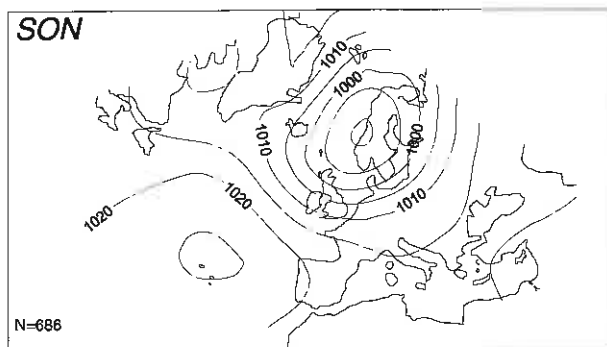
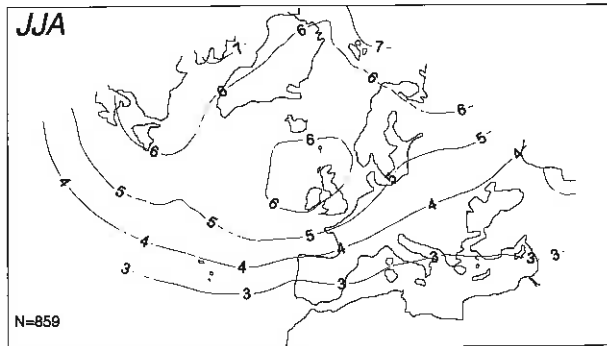
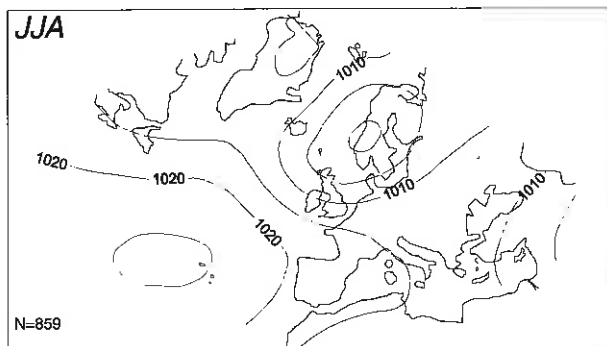
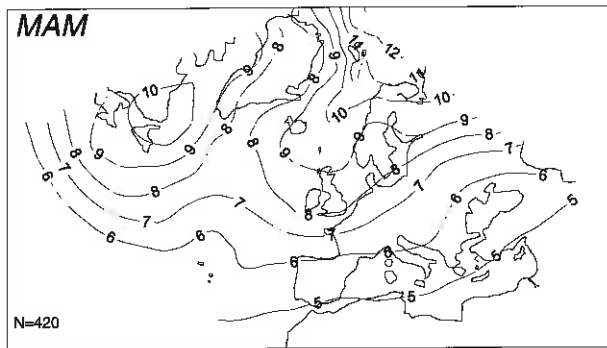
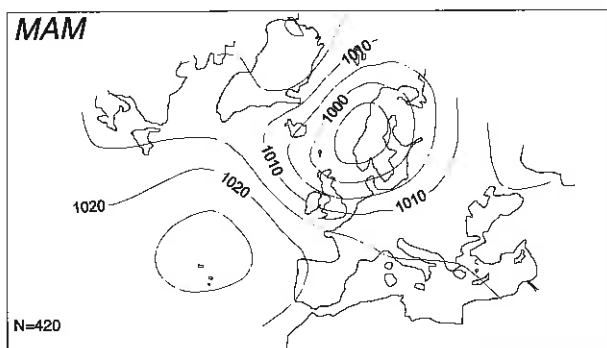
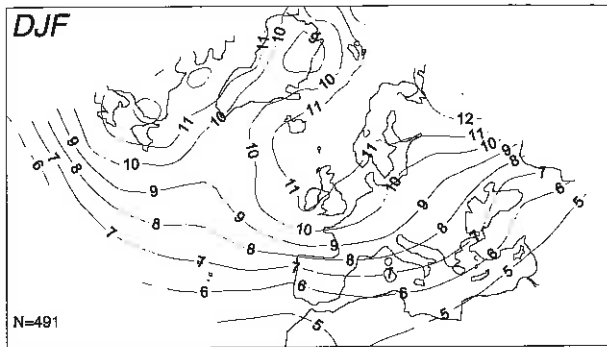
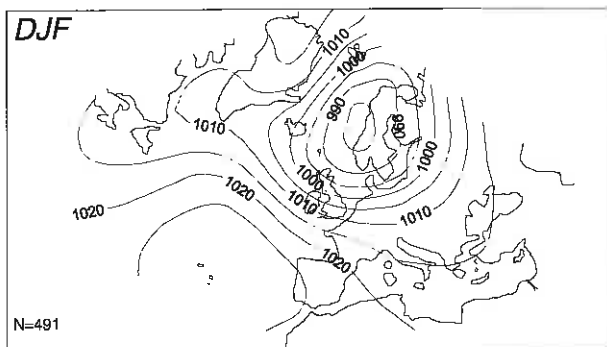
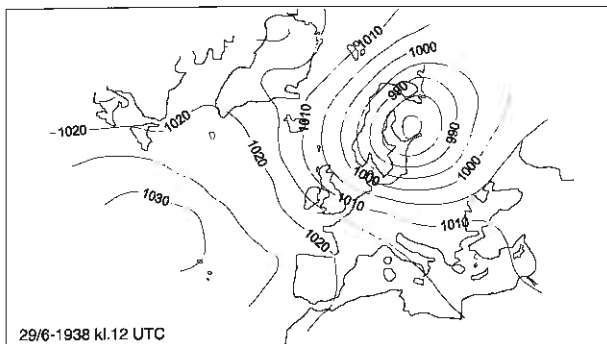


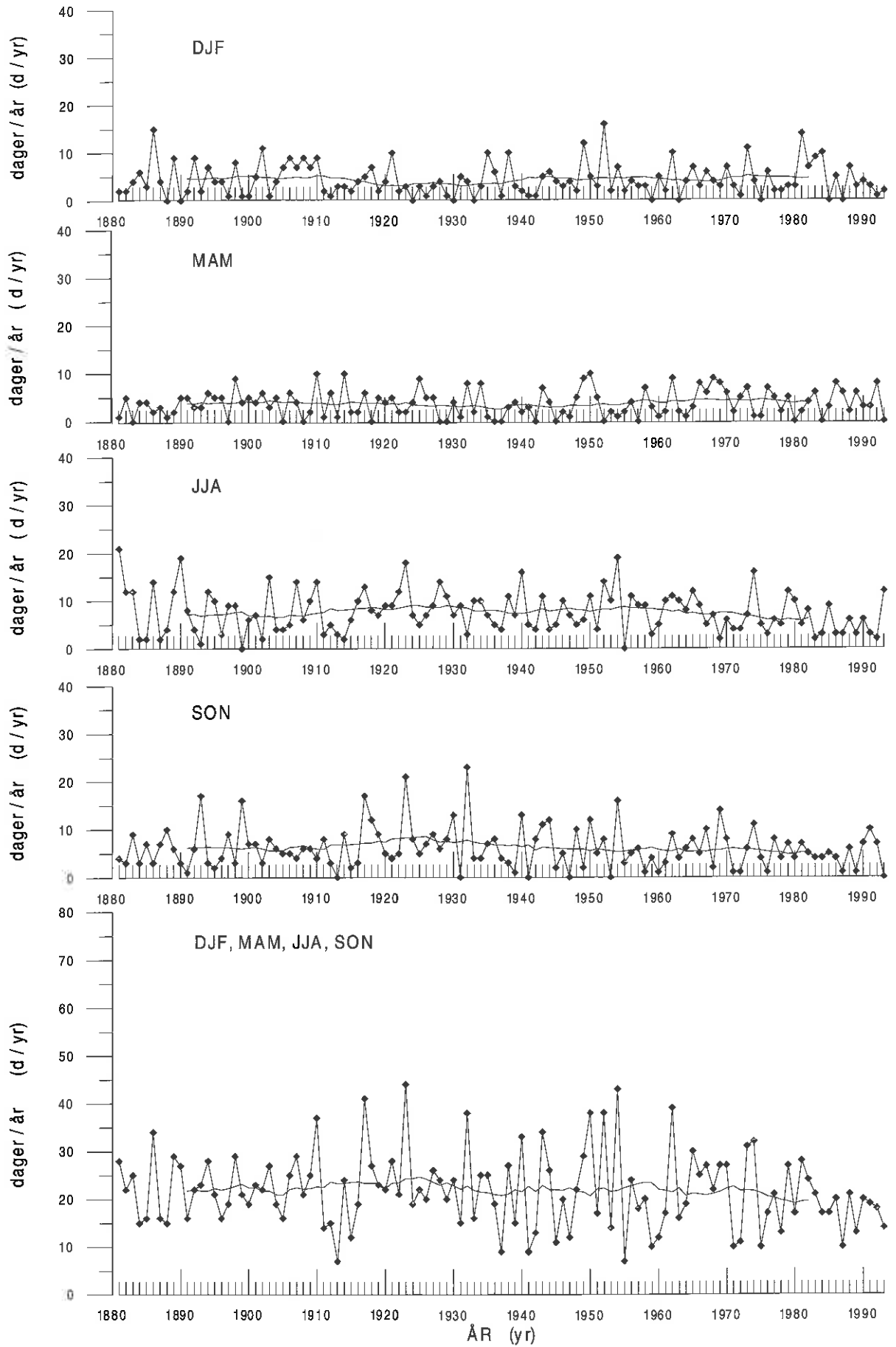
VÆRTYPE 2  
WEATHER TYPE 2





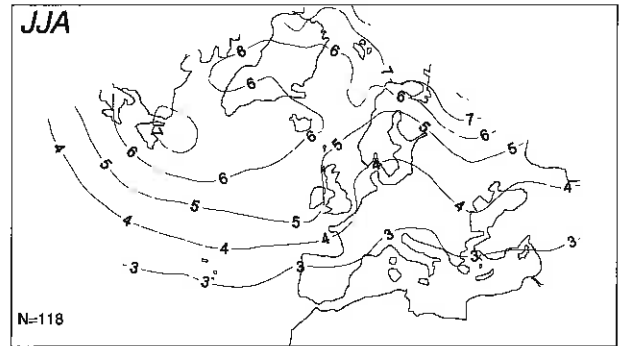
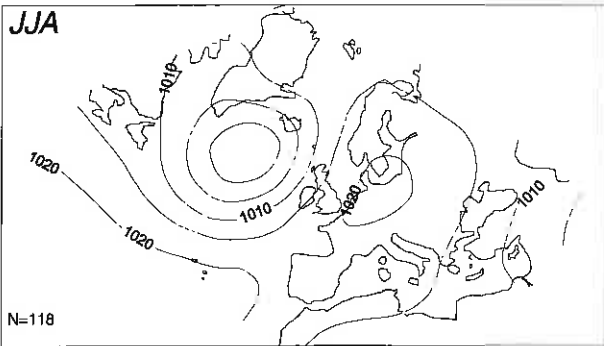
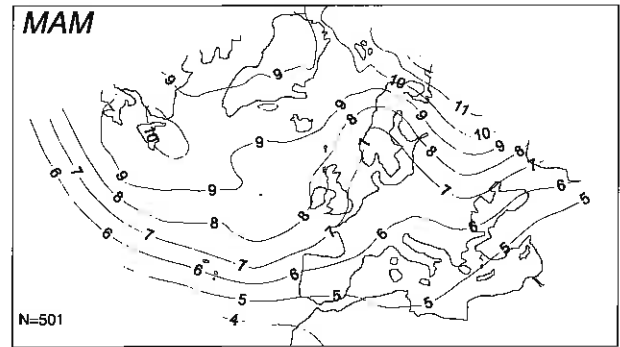
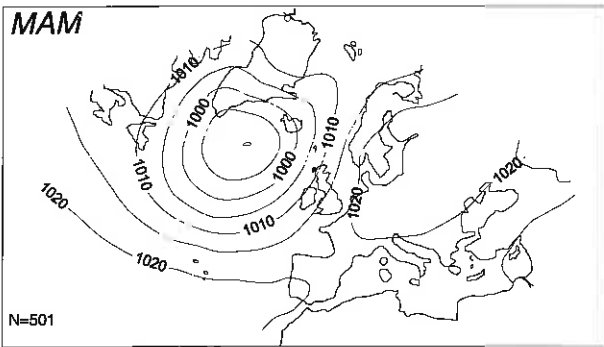
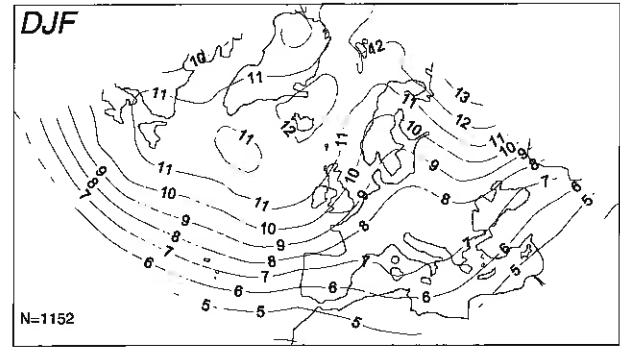
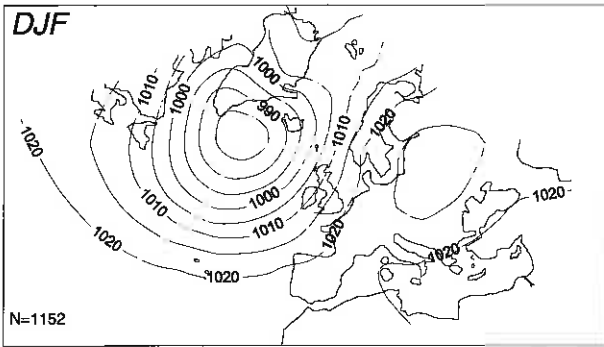
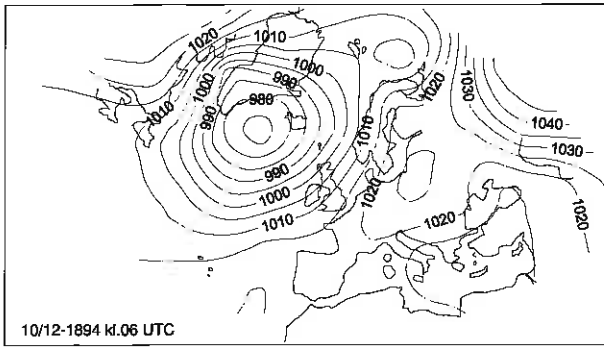
**VÆRTYPE 3**  
**WEATHER TYPE 3**

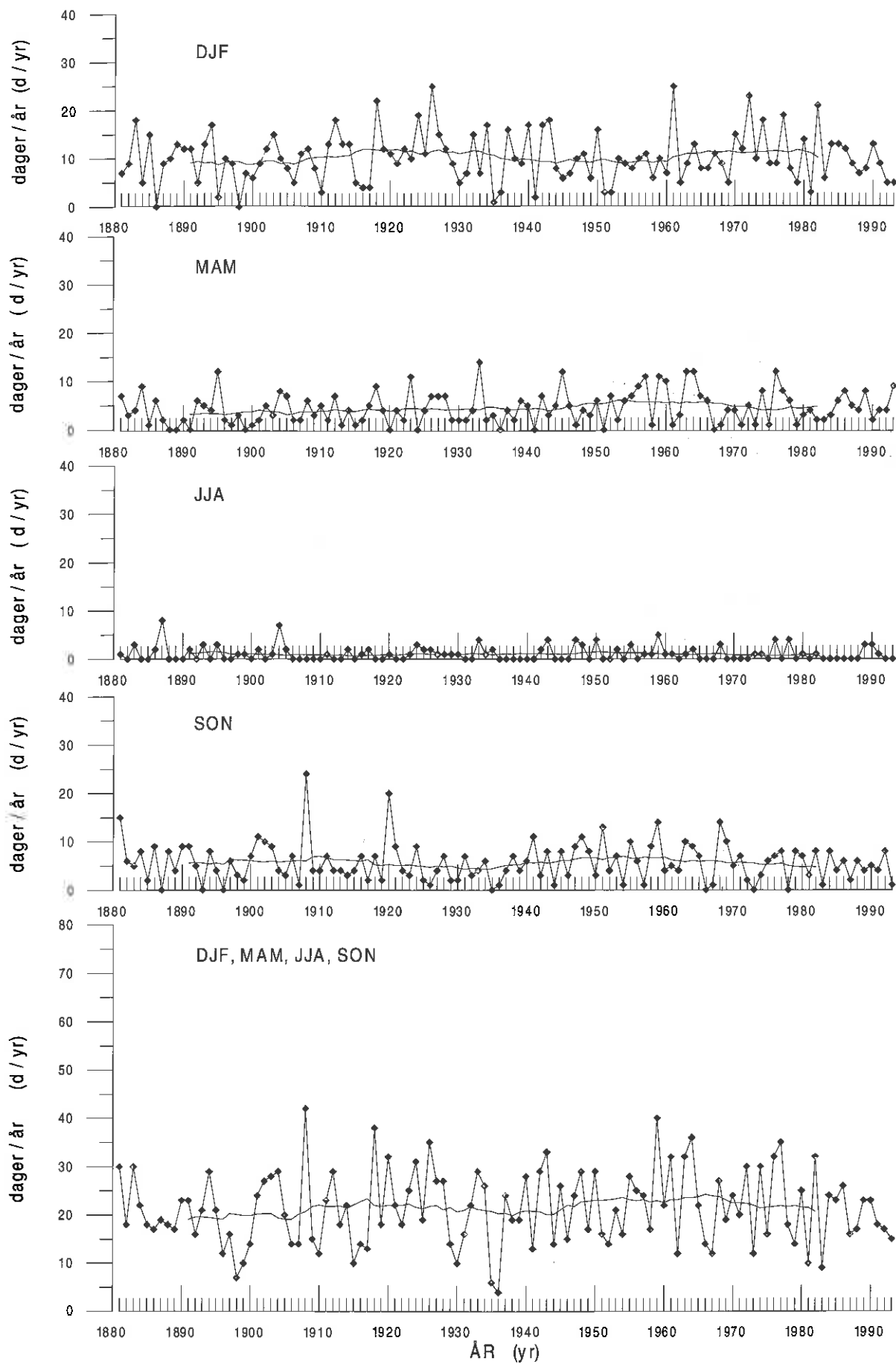




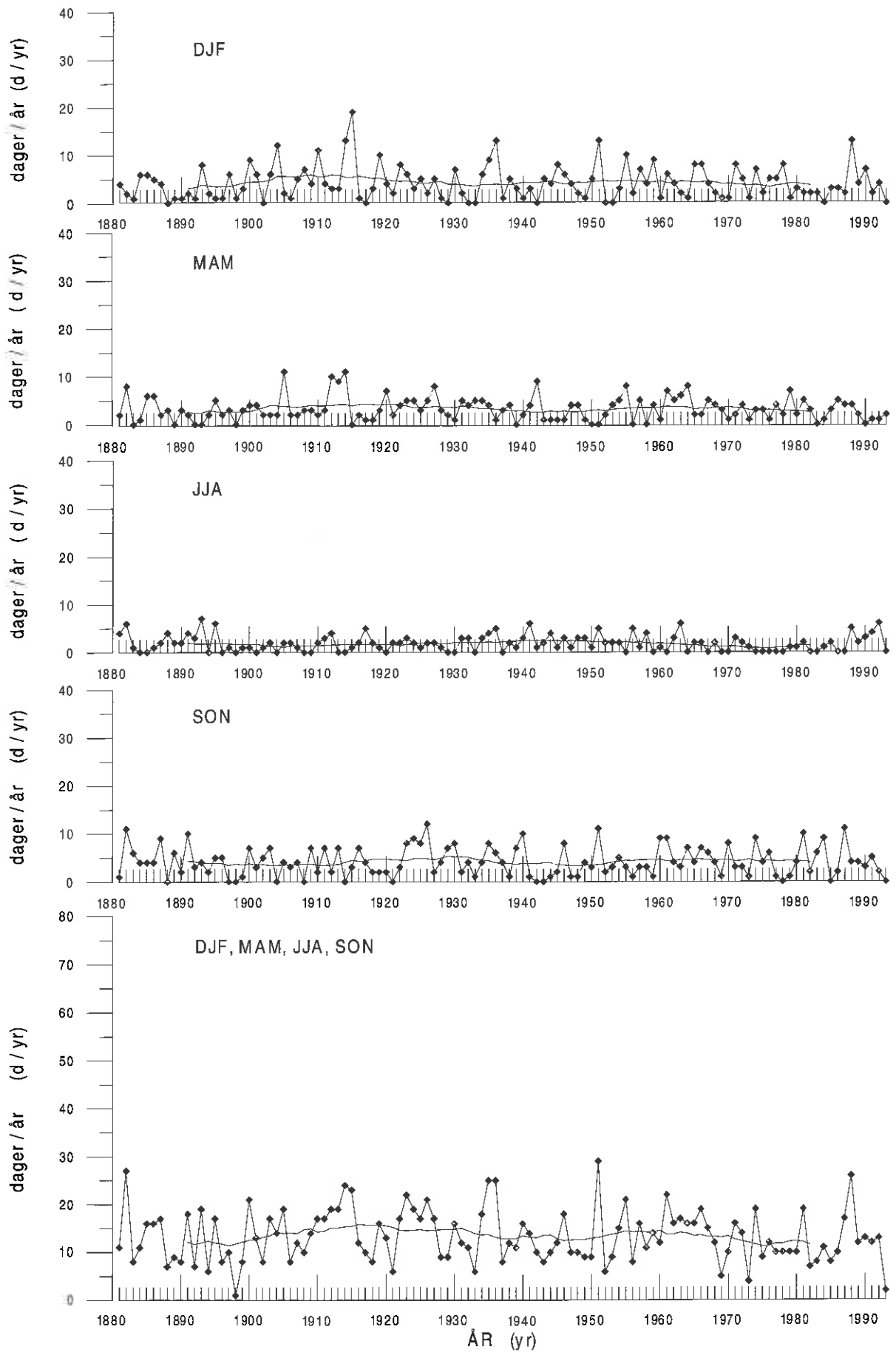


**VÆRTYPE 4**  
**WEATHER TYPE 4**

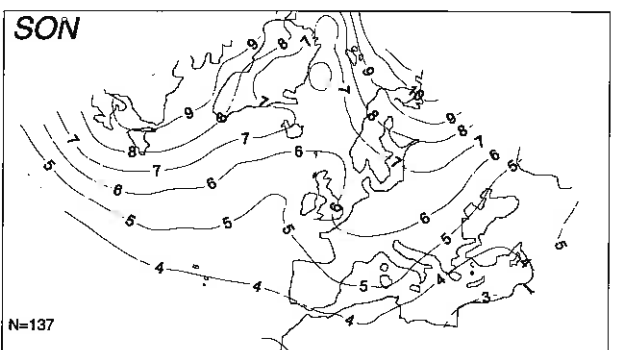
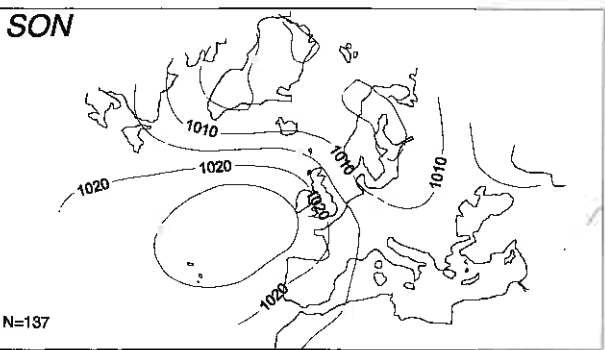
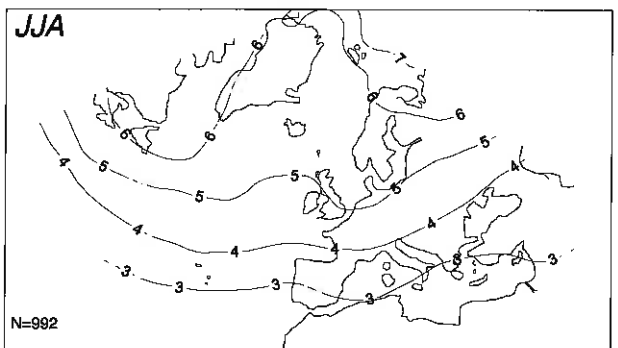
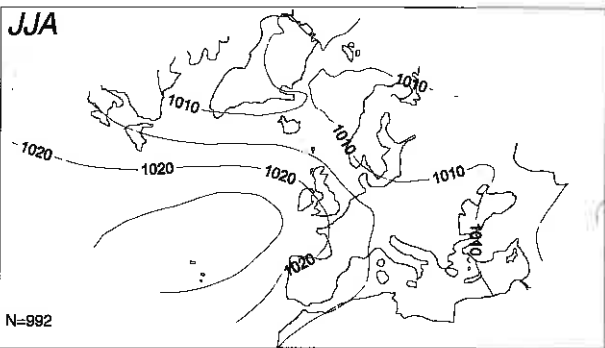
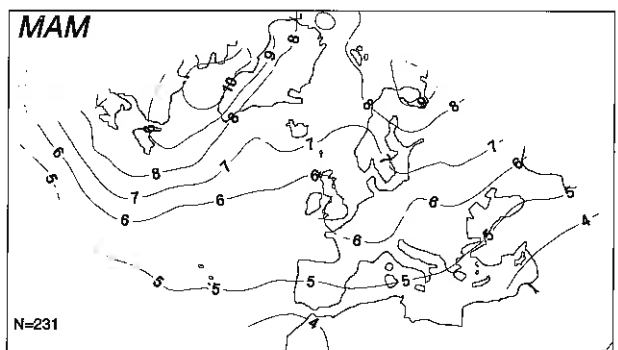
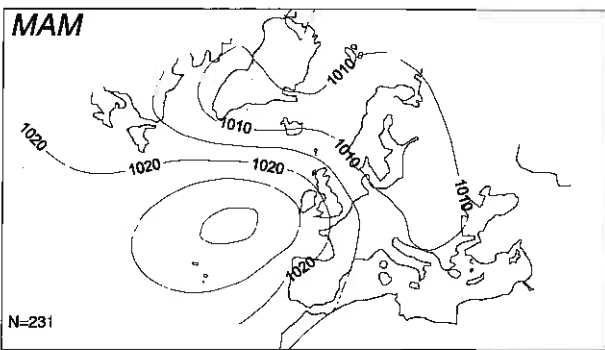
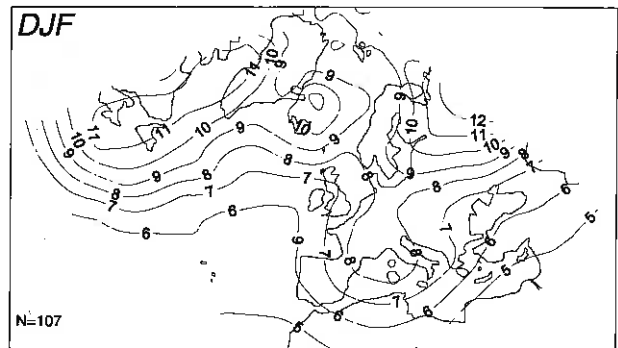
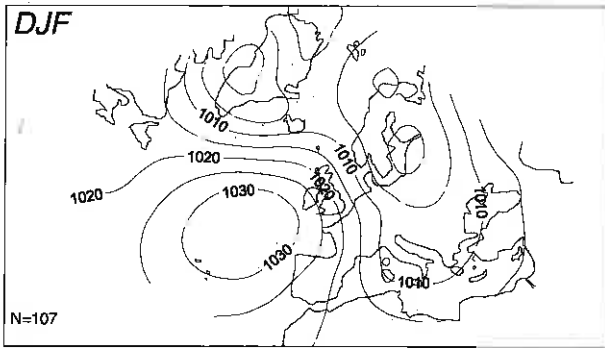
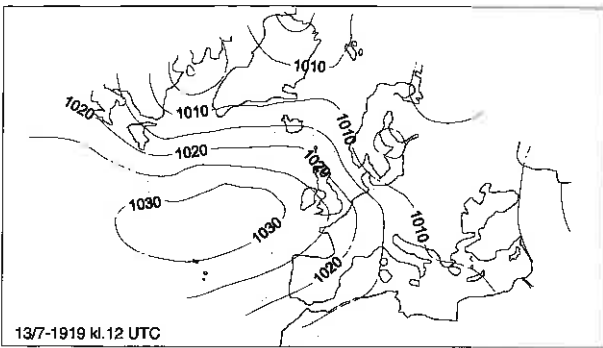


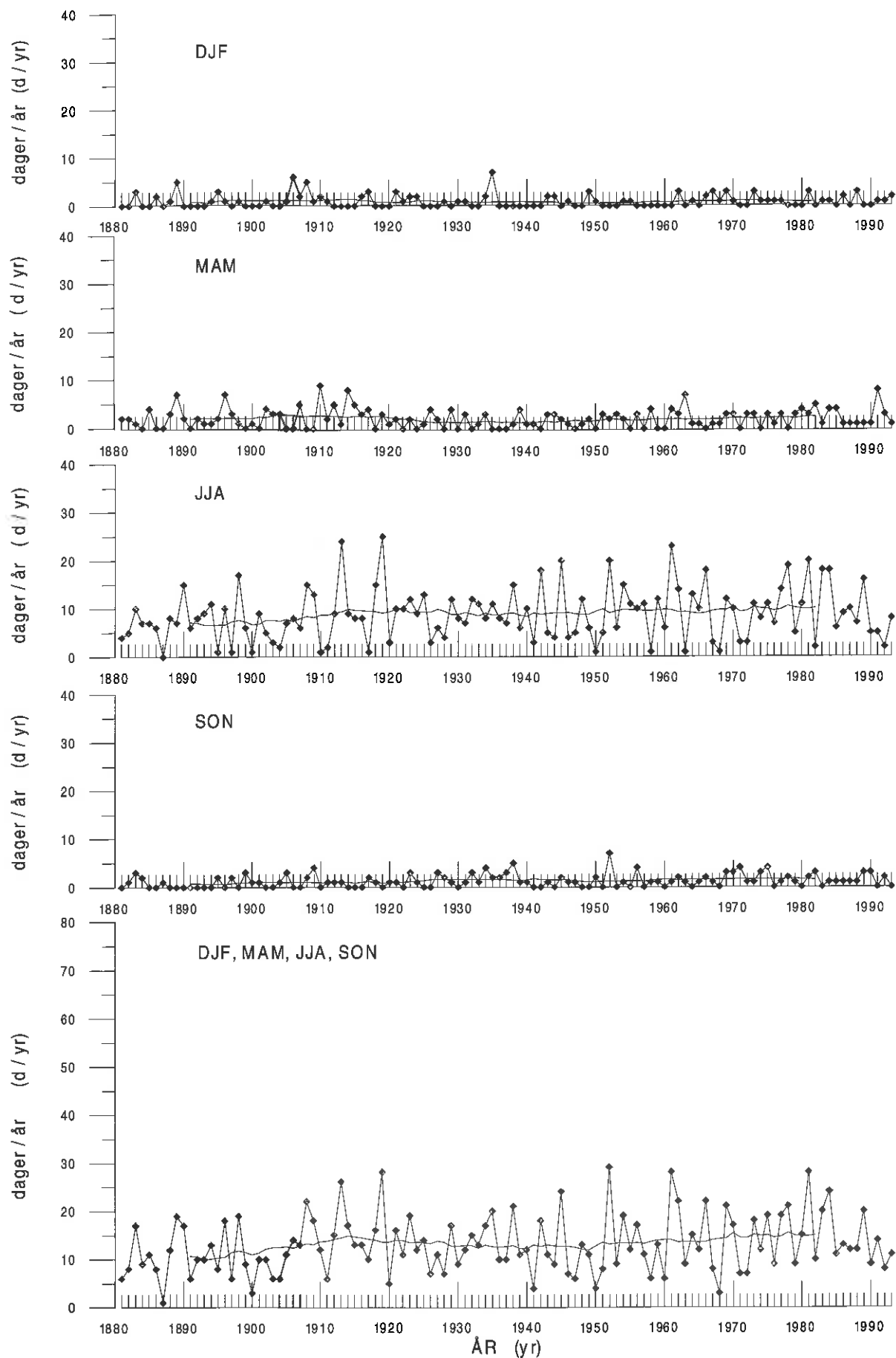




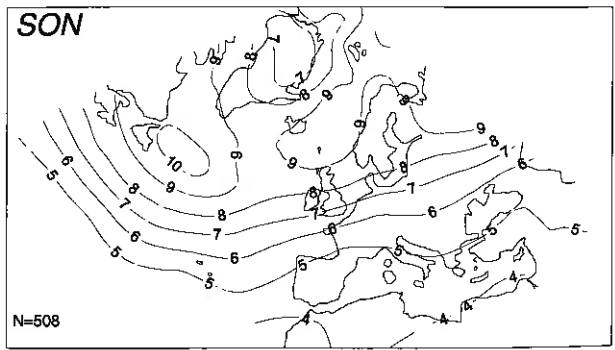
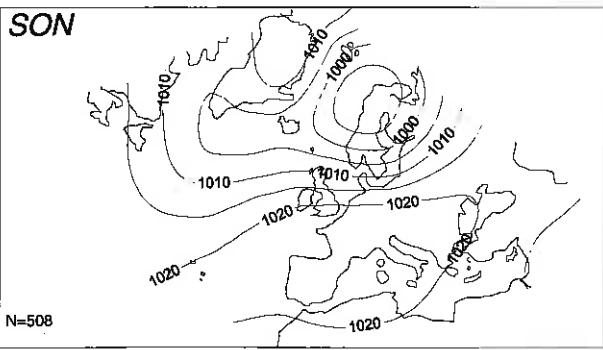
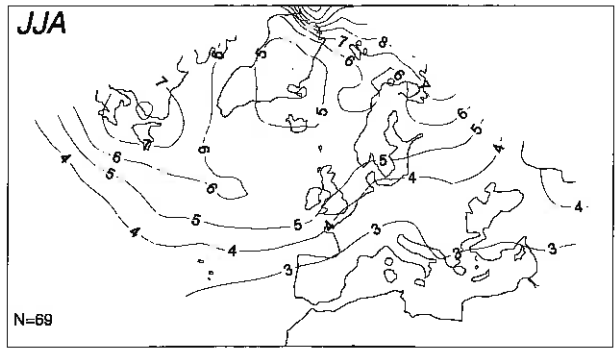
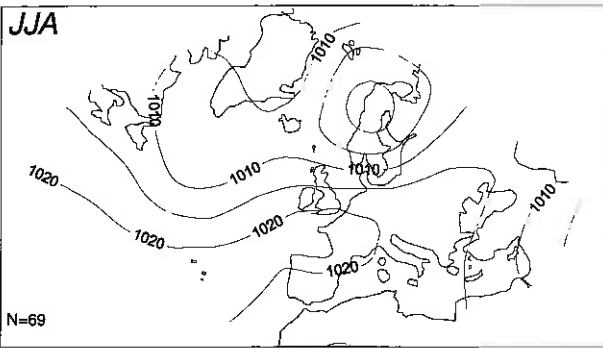
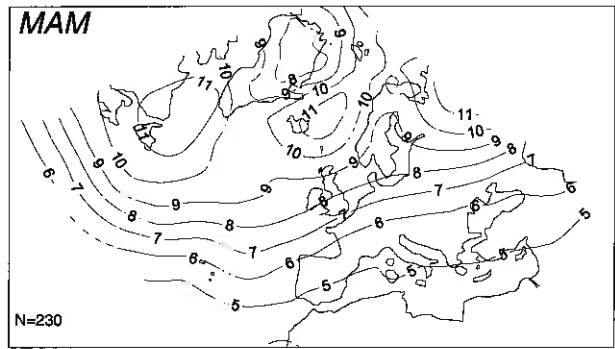
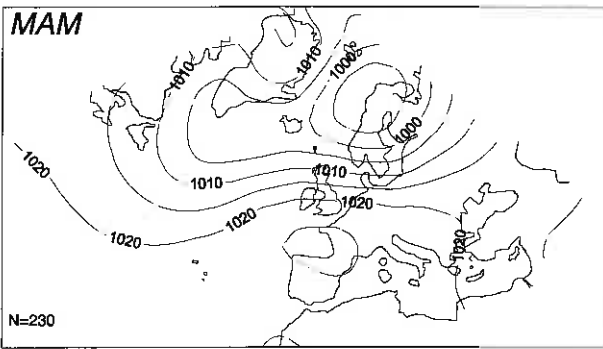
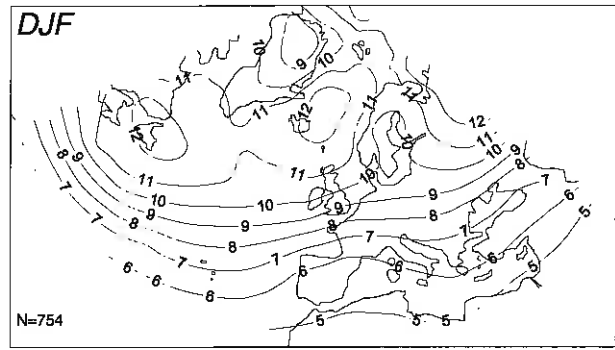
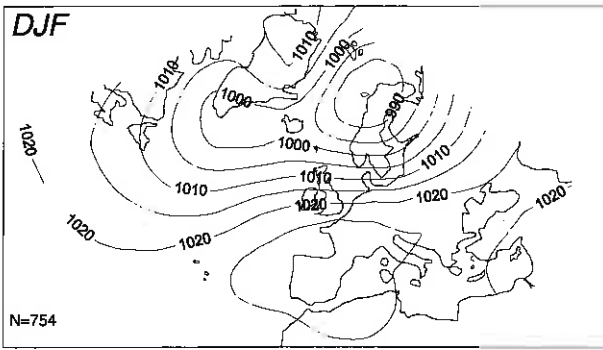
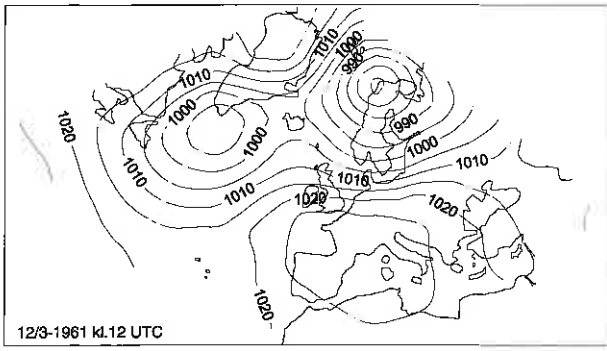


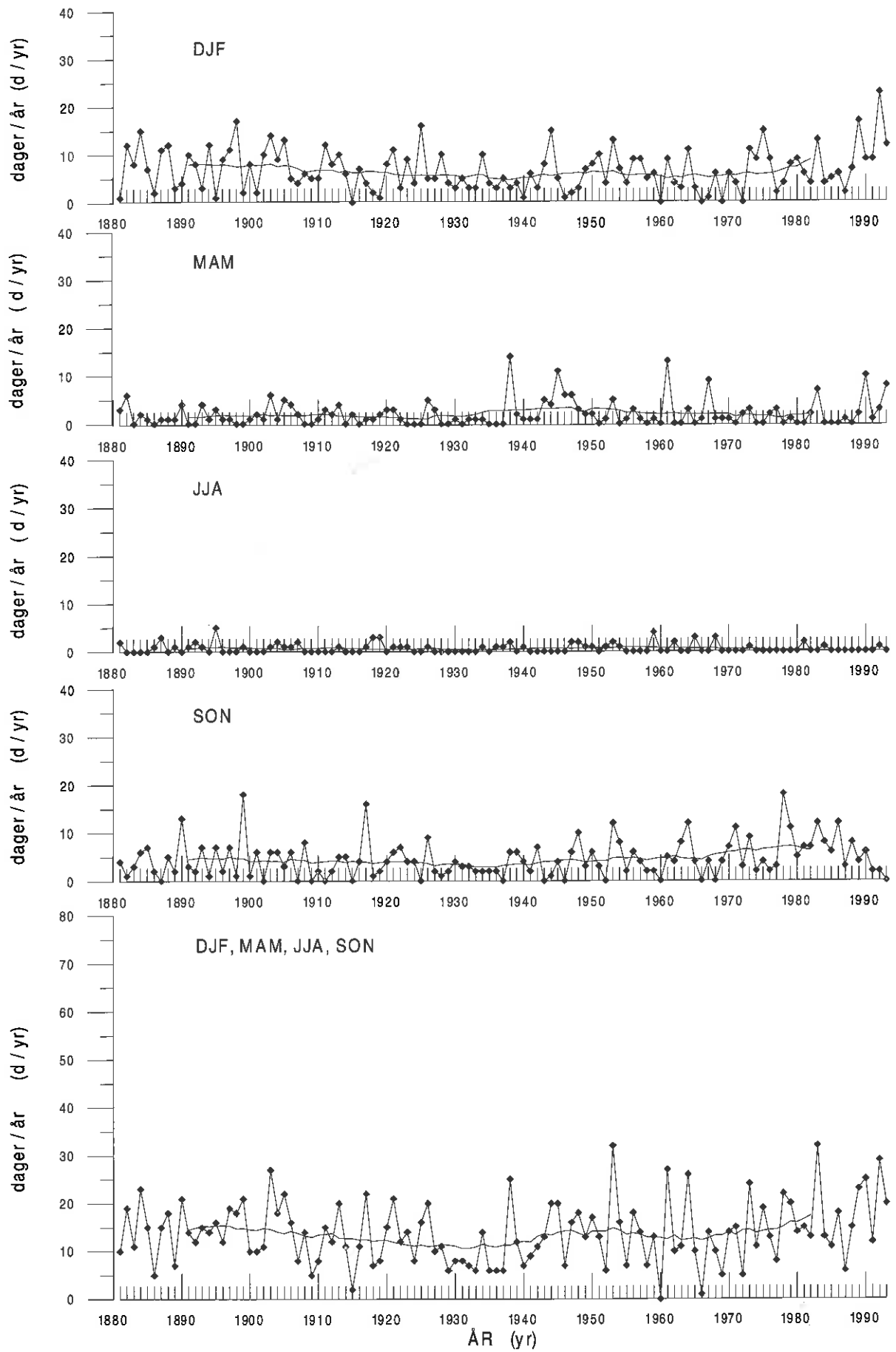
# VÆRTYPE 6 WEATHER TYPE 6





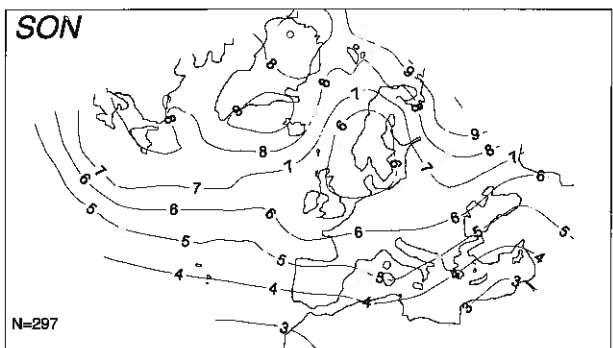
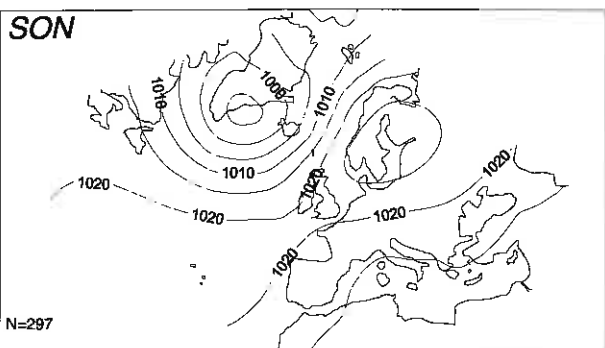
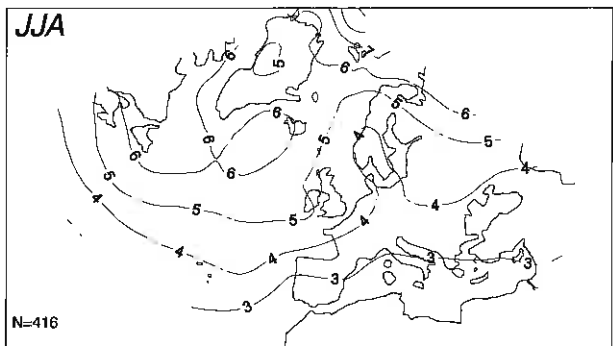
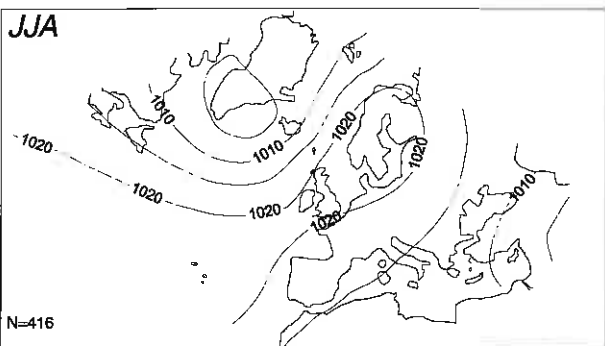
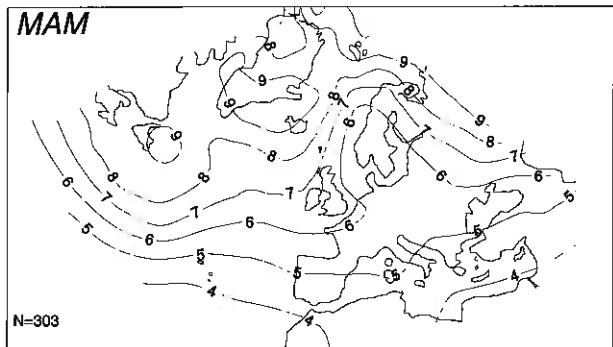
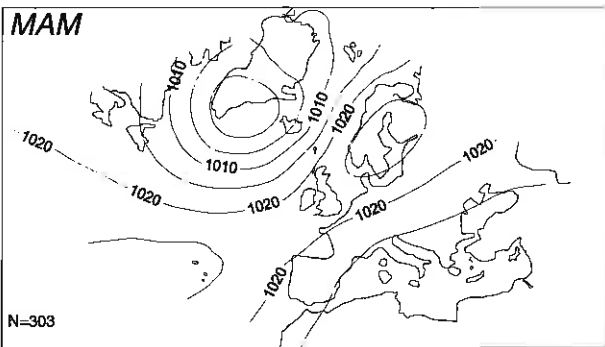
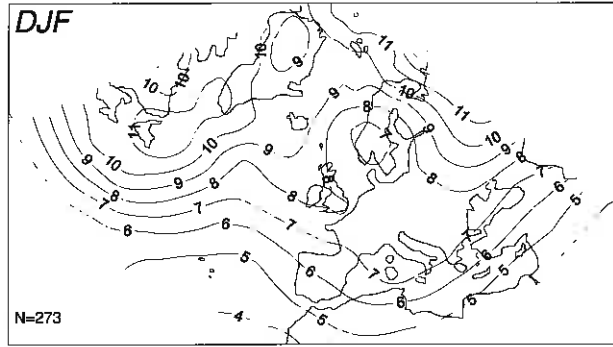
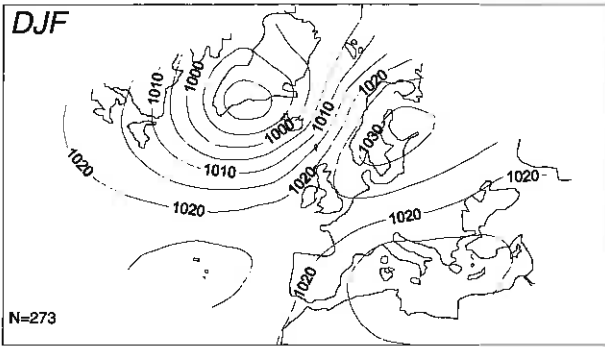
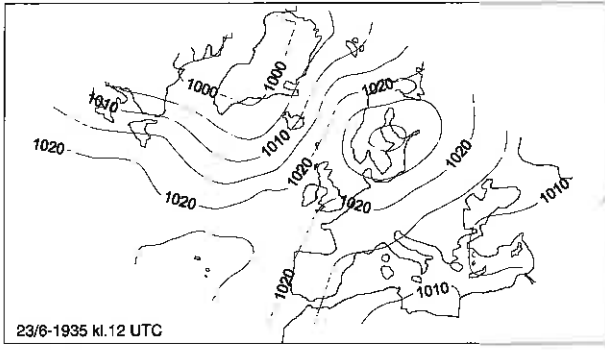
**VÆRTYPE 7**  
**WEATHER TYPE 7**

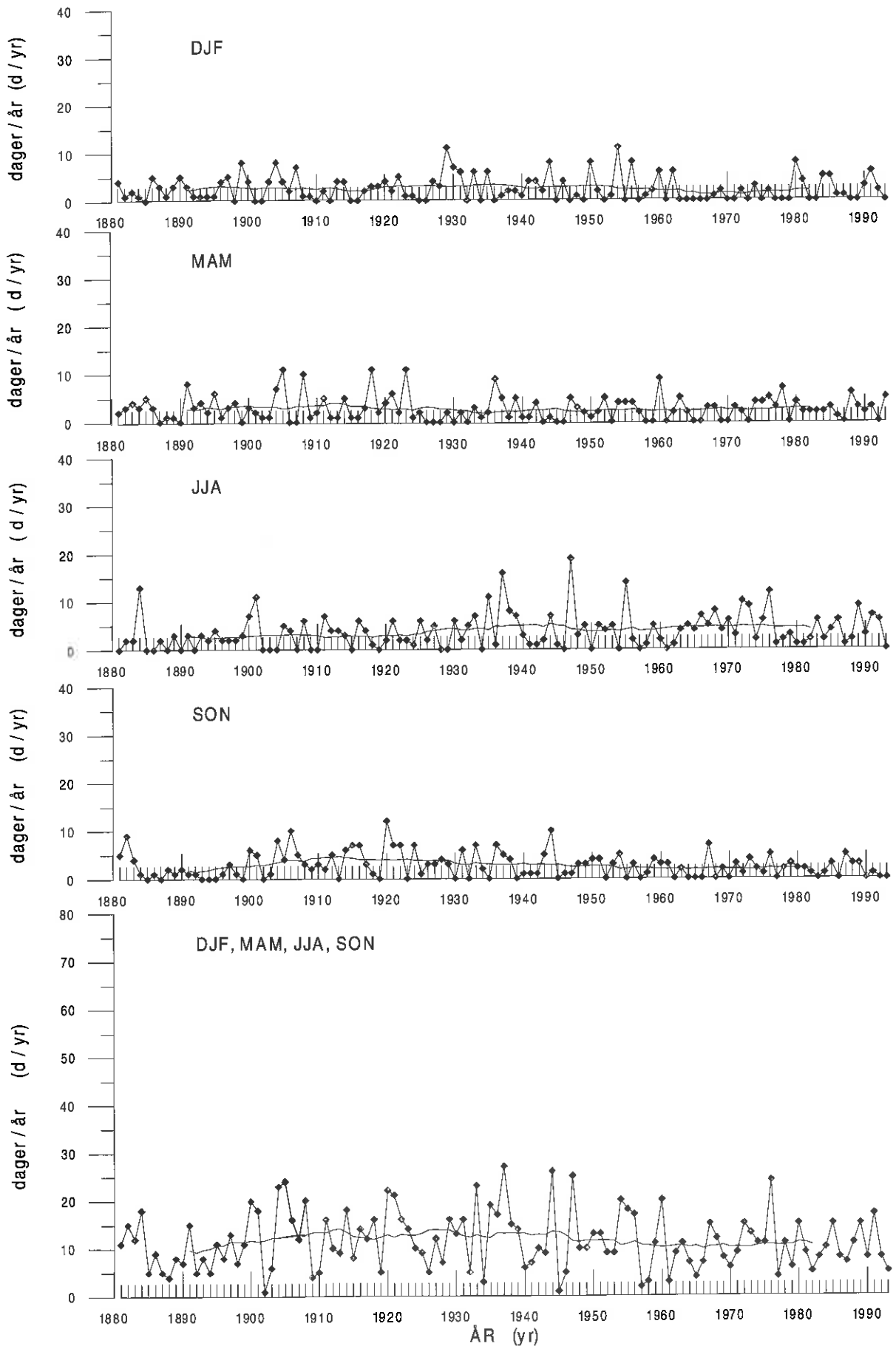




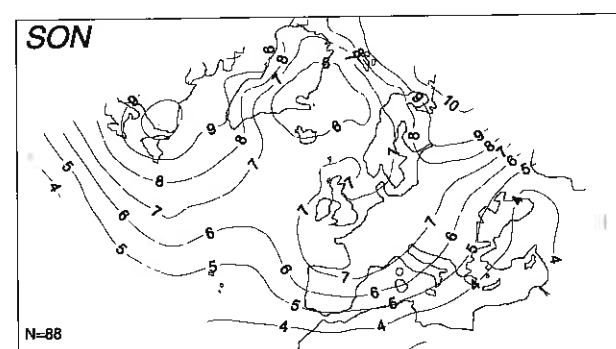
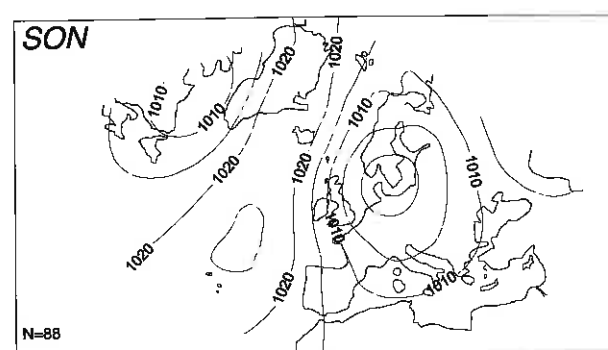
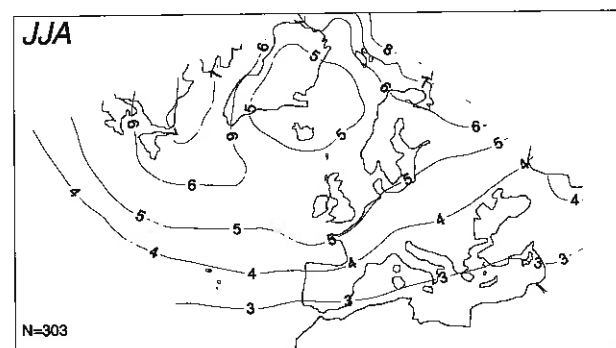
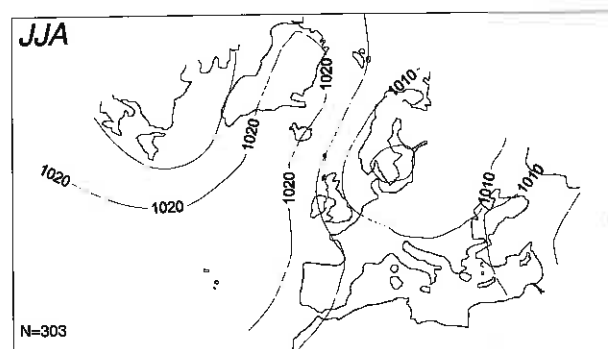
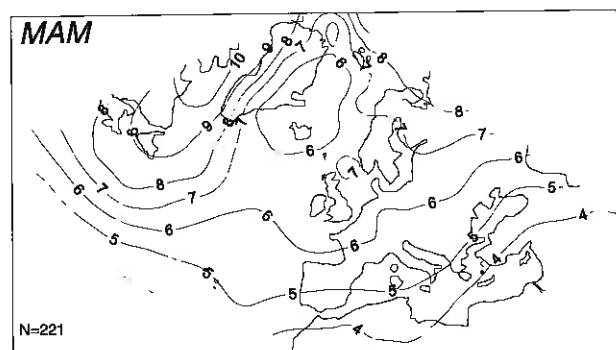
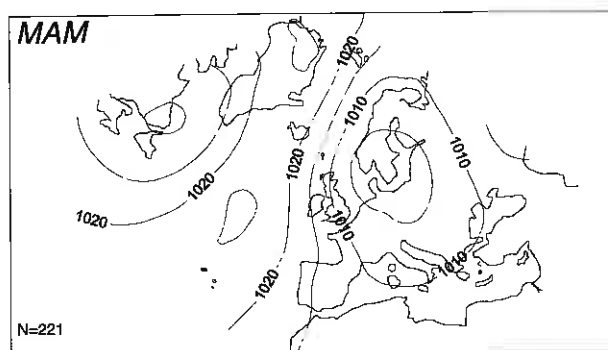
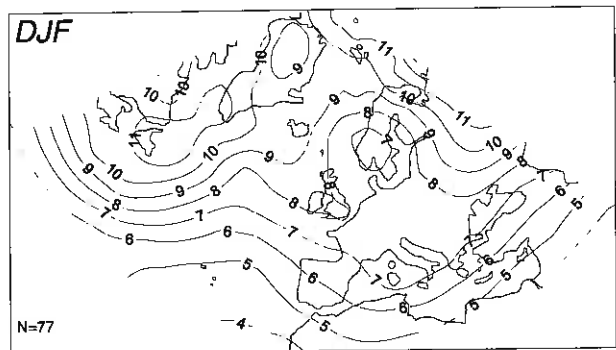
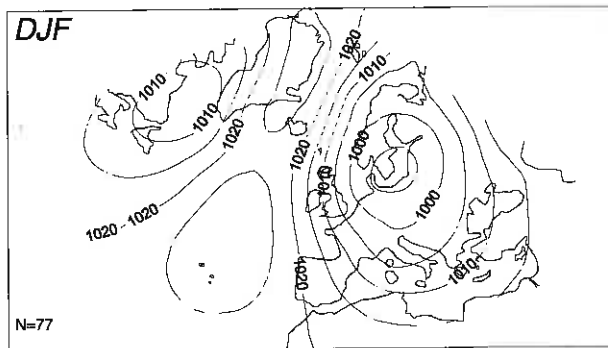
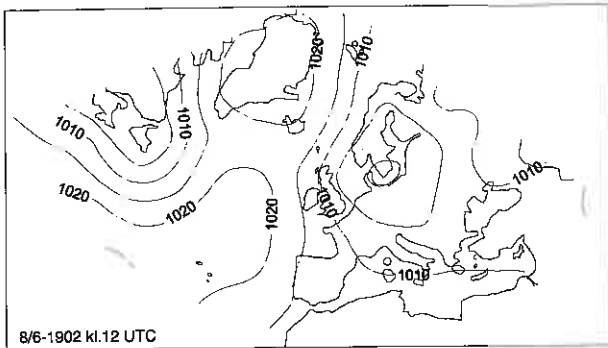


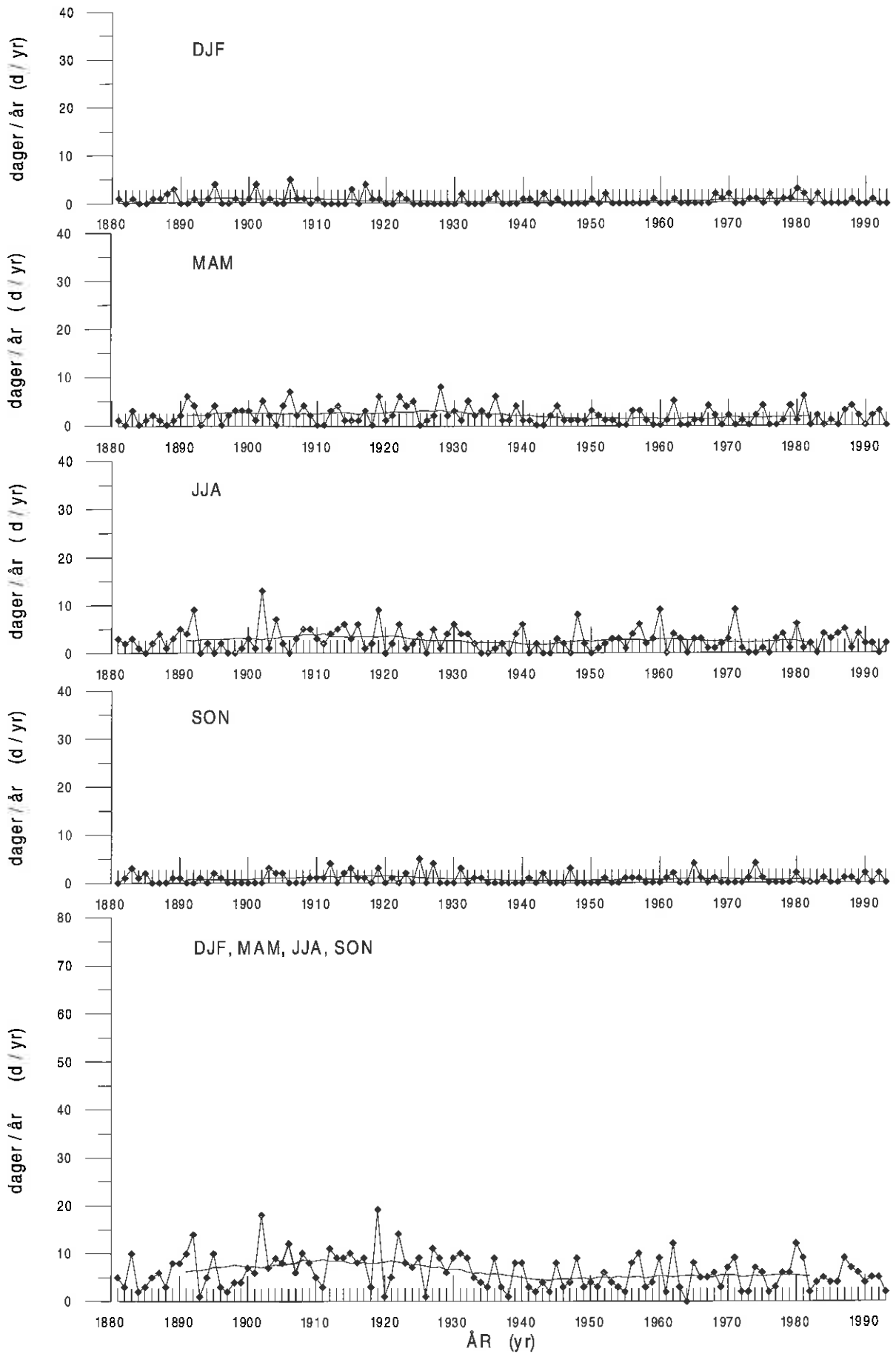
**VÆRTYPE 8**  
**WEATHER TYPE 8**



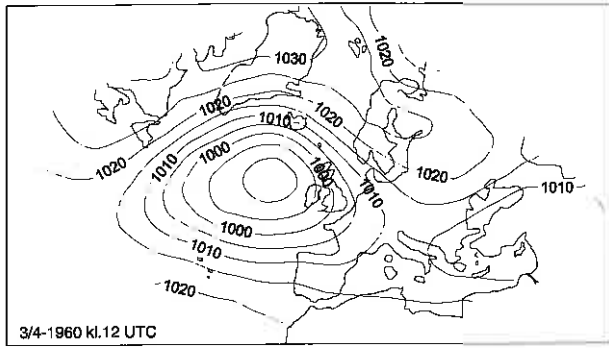


**VÆRTYPE 9**  
**WEATHER TYPE 9**

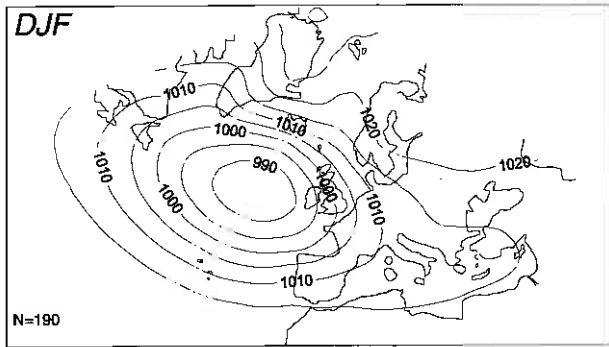




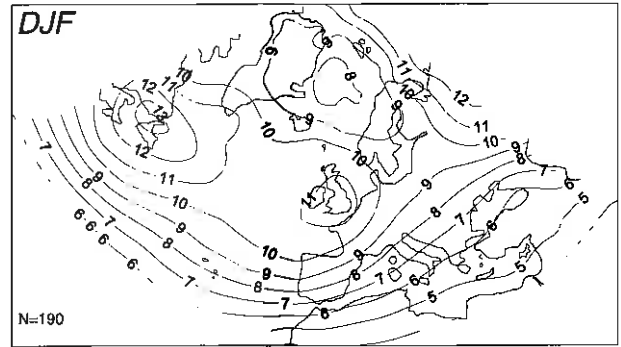
# VÆRTYPE 10 WEATHER TYPE 10



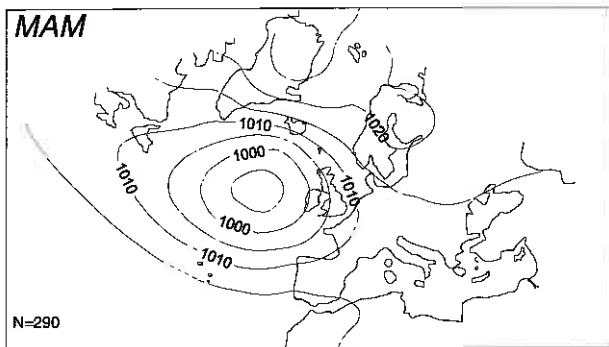
3/4-1960 kl.12 UTC



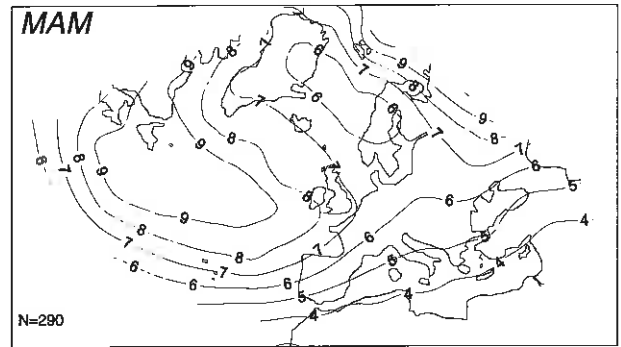
N=190



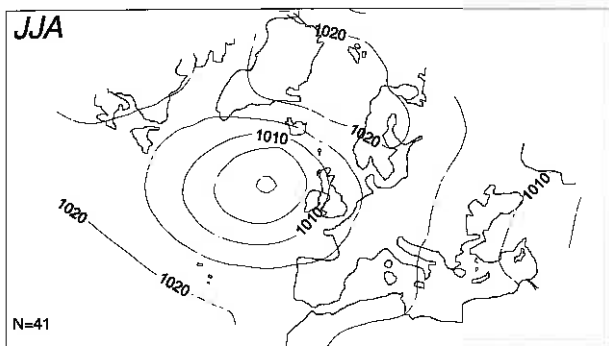
N=190



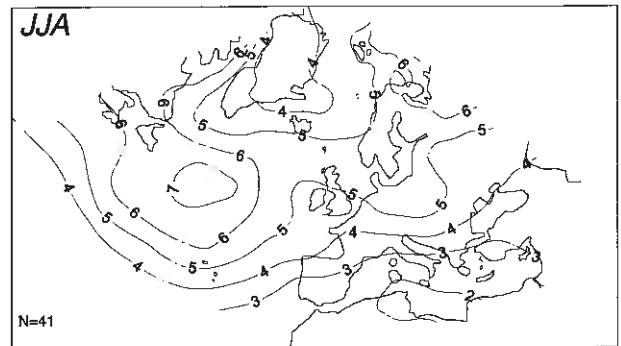
N=290



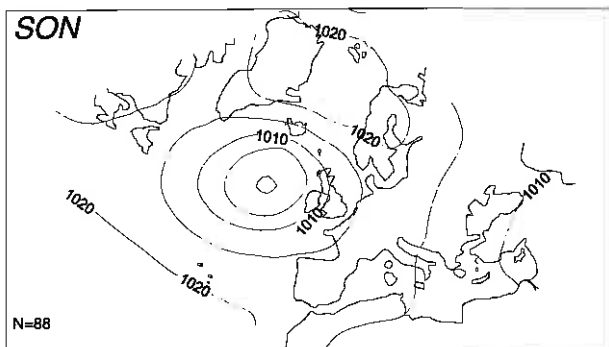
N=290



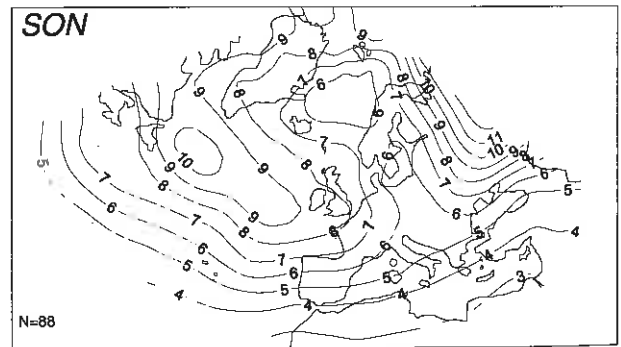
N=41



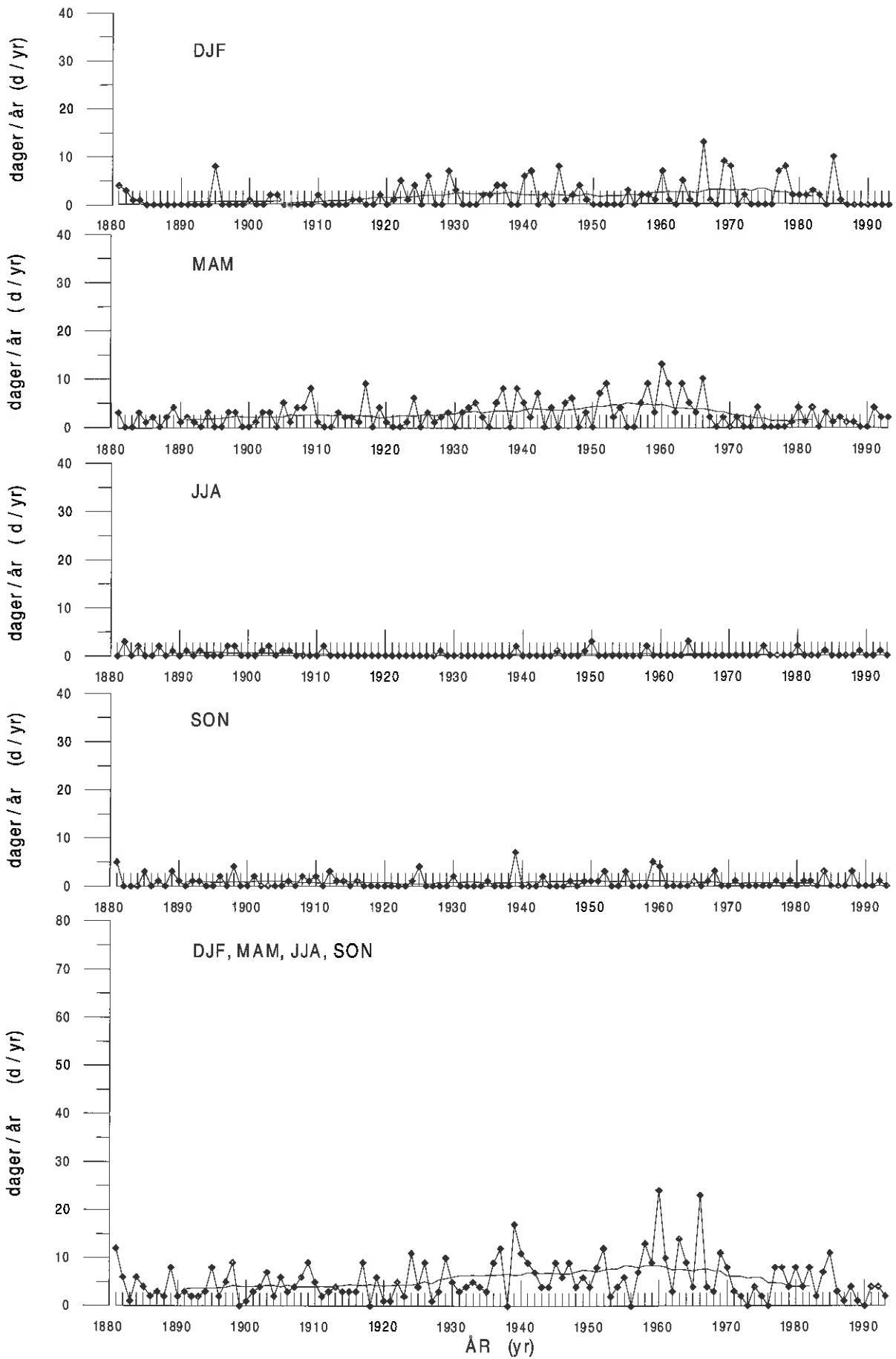
N=41



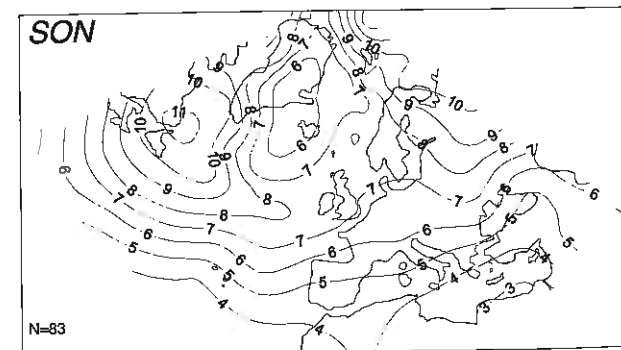
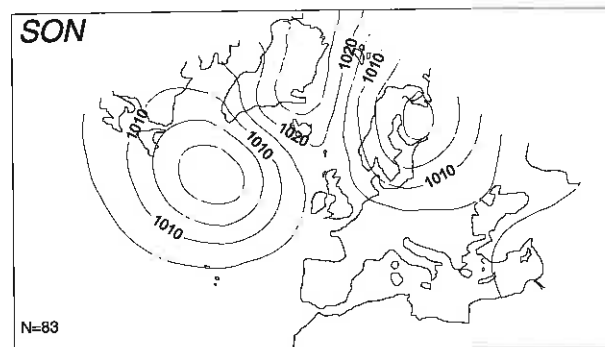
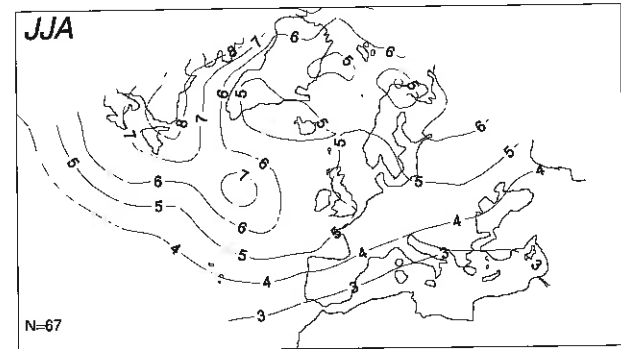
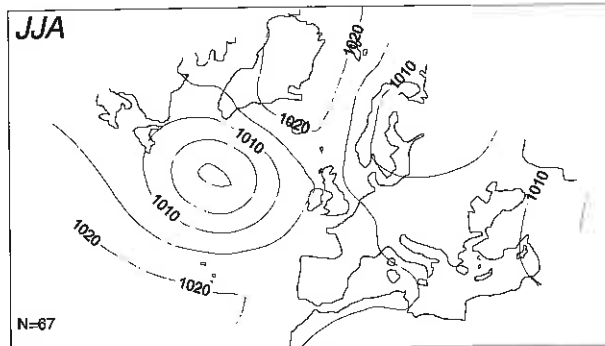
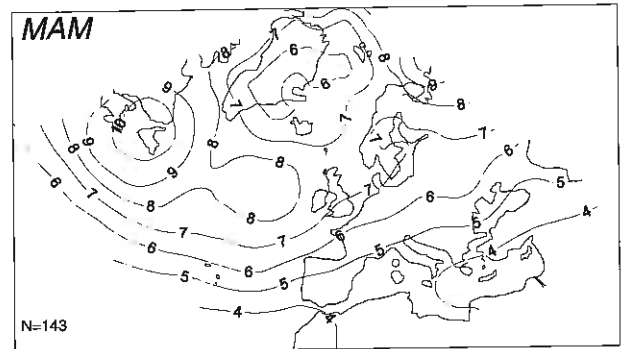
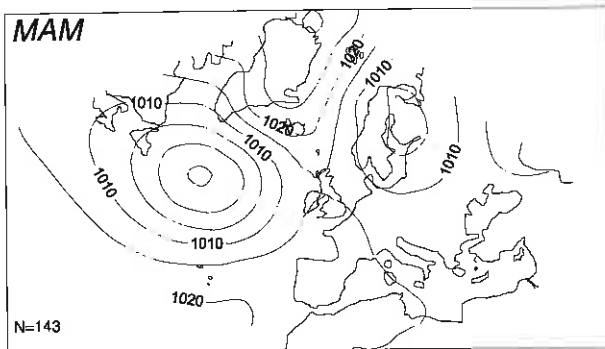
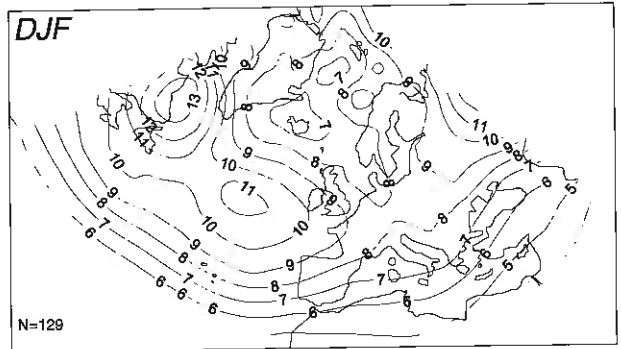
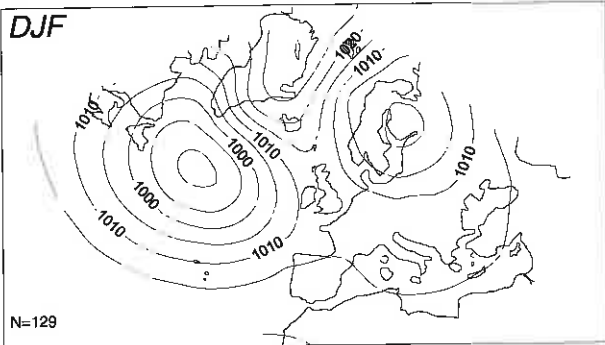
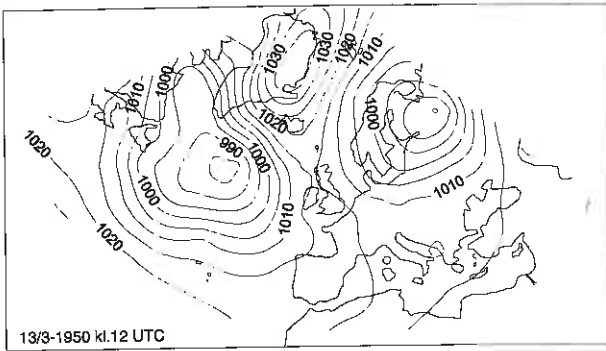
N=88

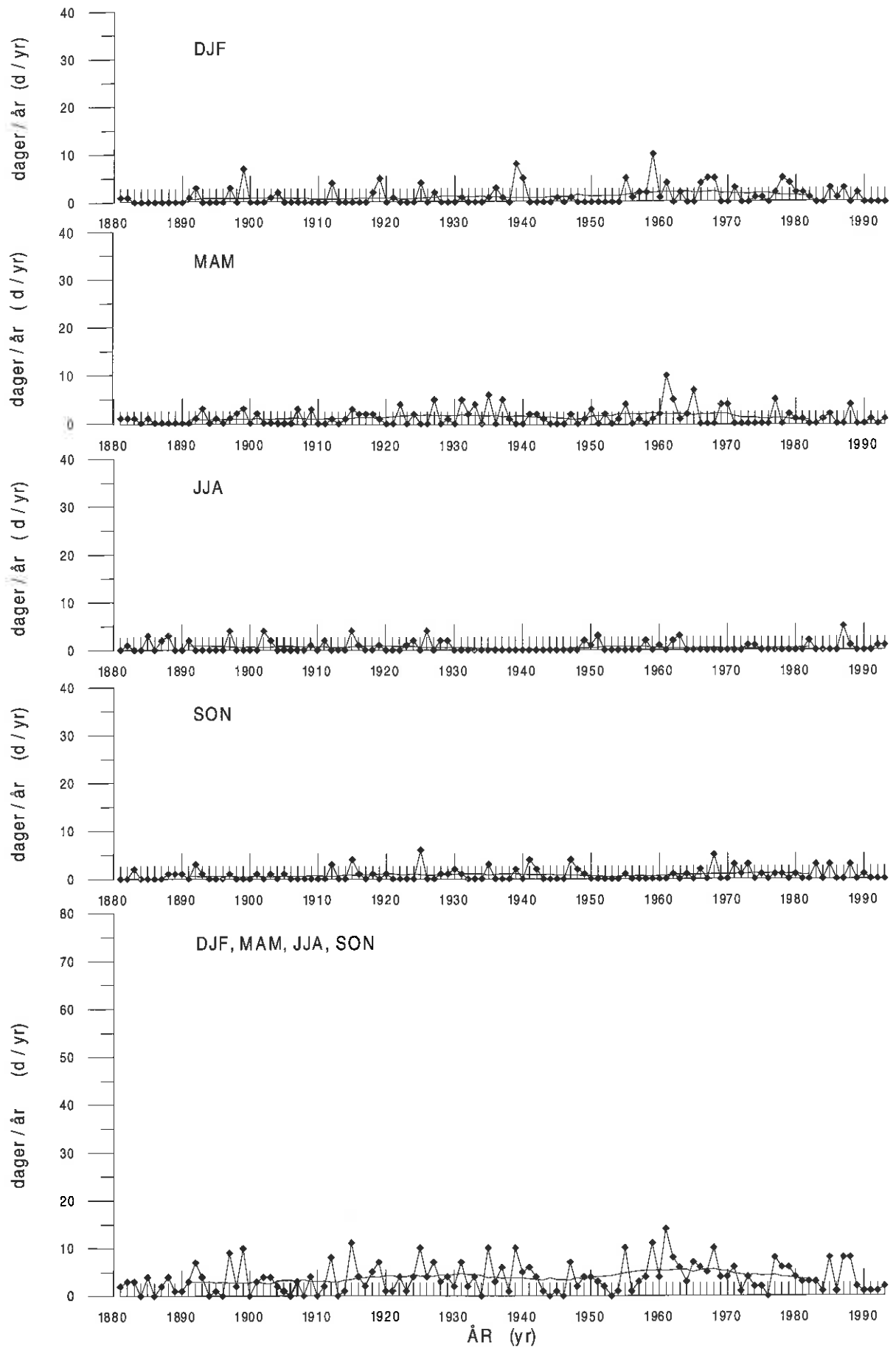


N=88



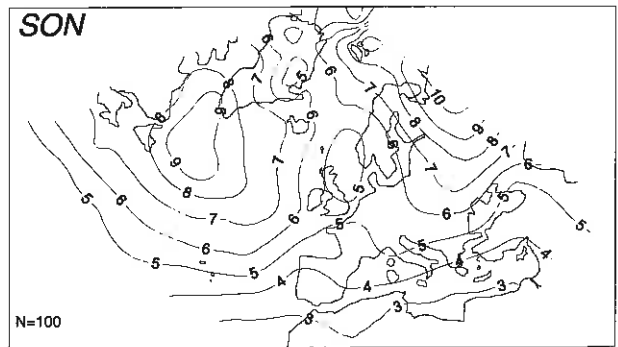
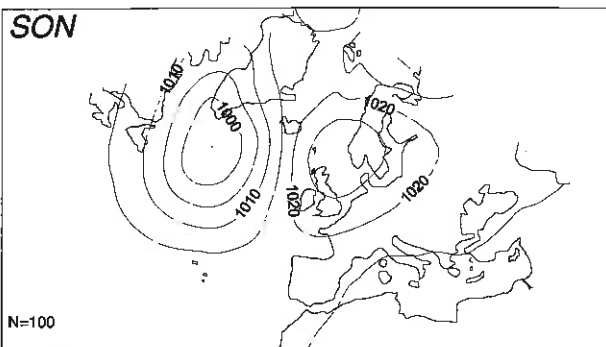
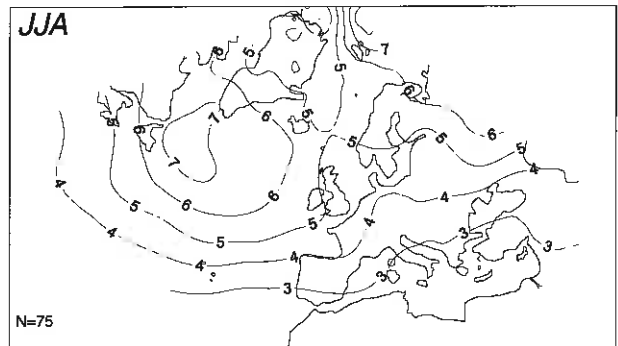
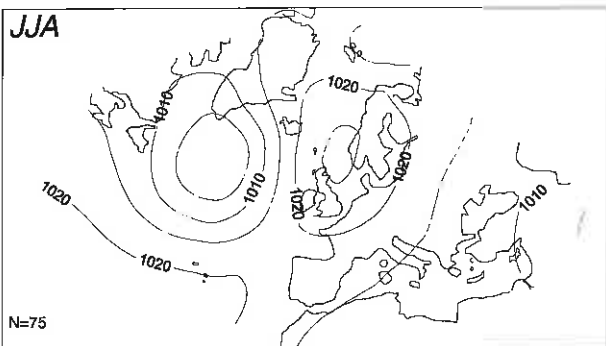
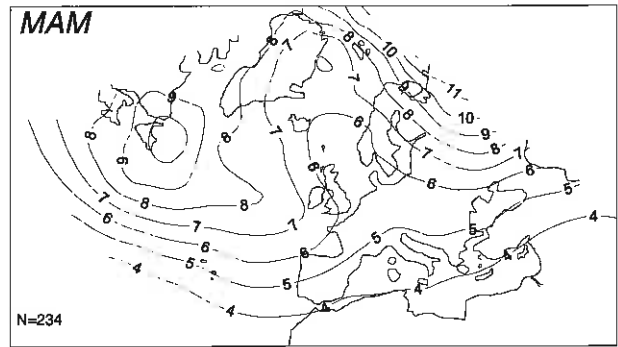
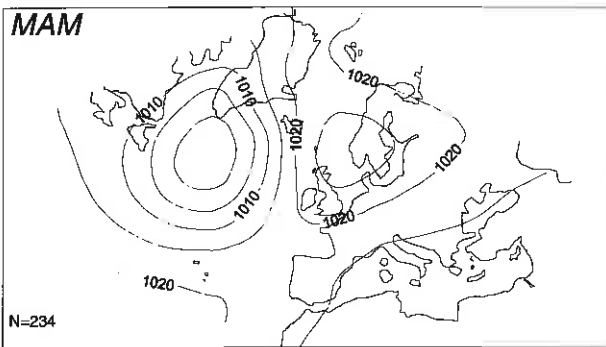
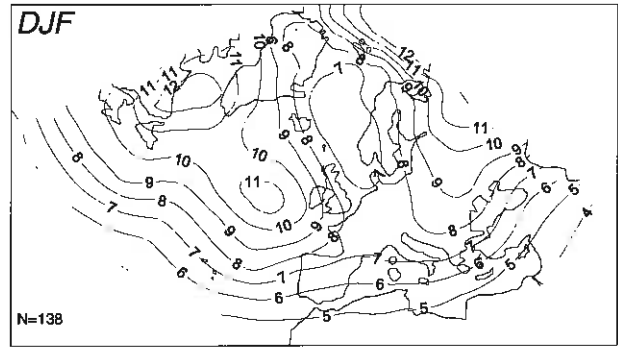
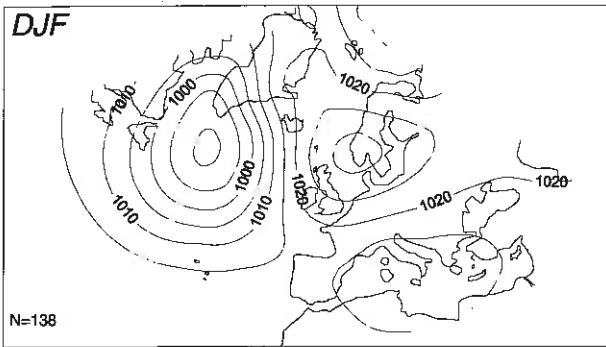
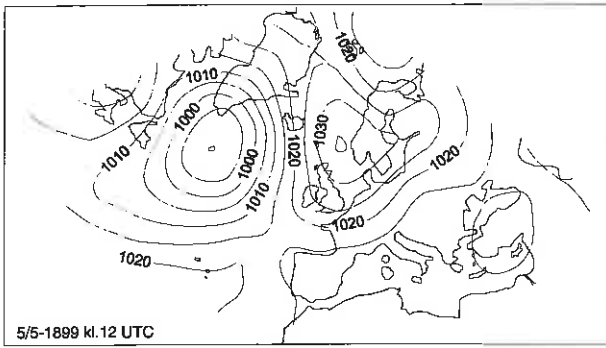
**VÆRTYPE 11**  
WEATHER TYPE 11

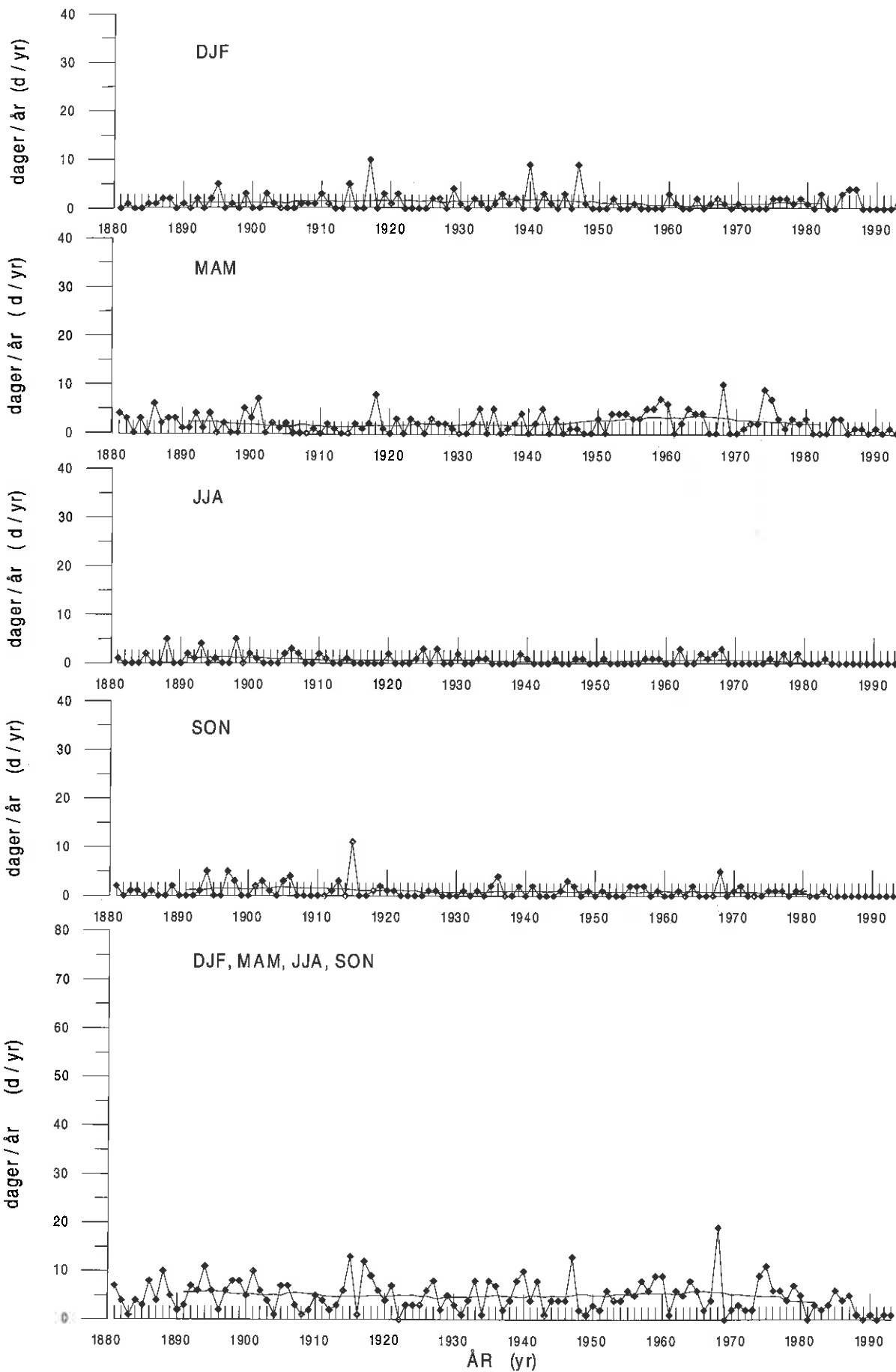






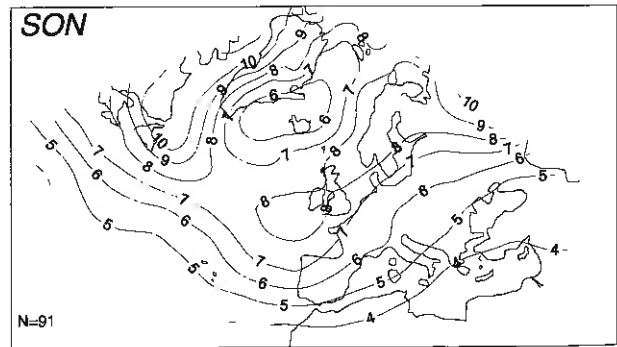
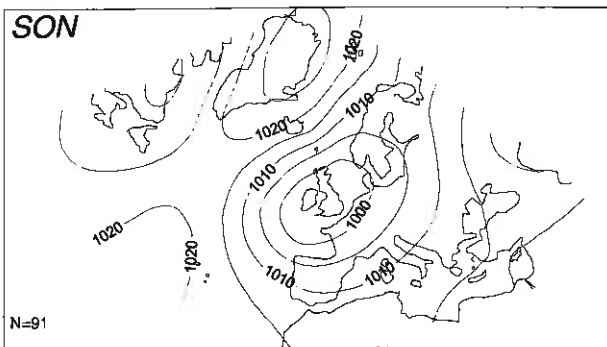
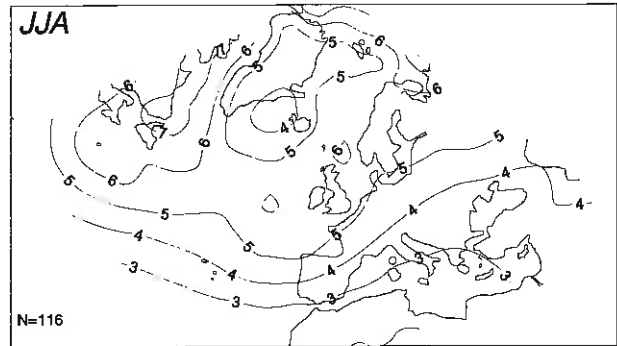
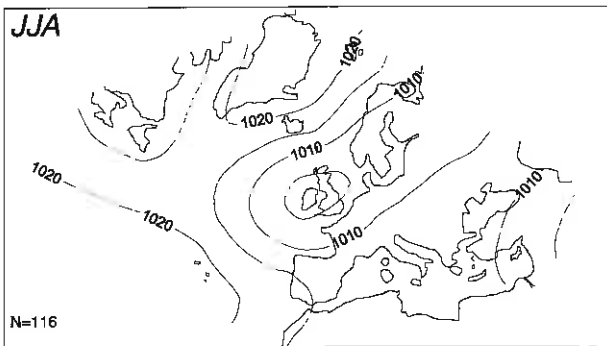
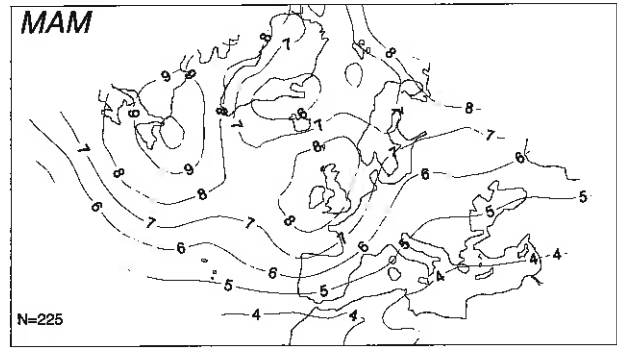
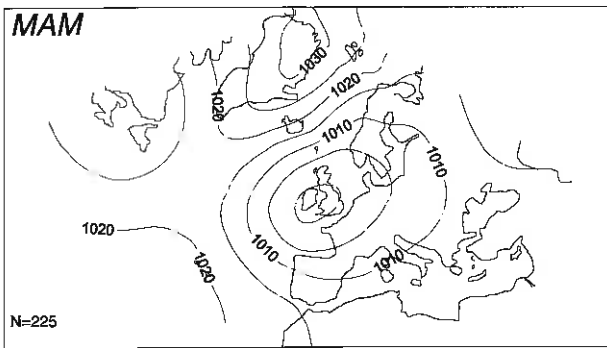
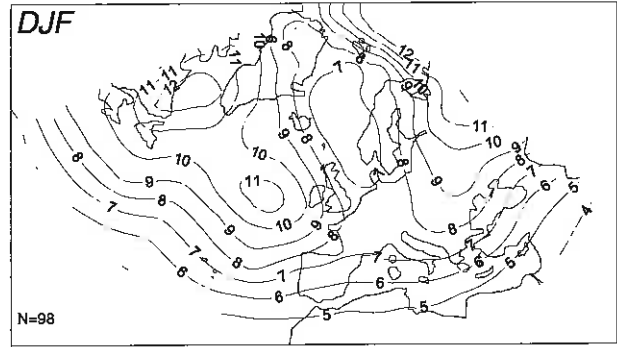
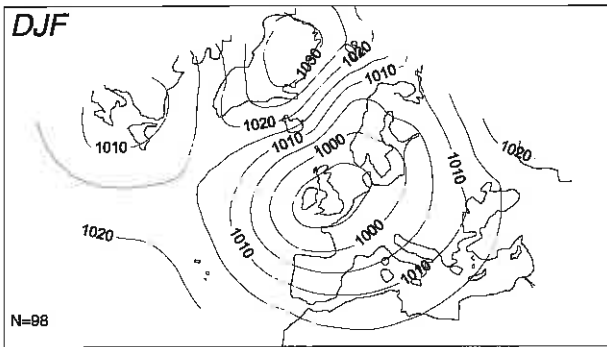
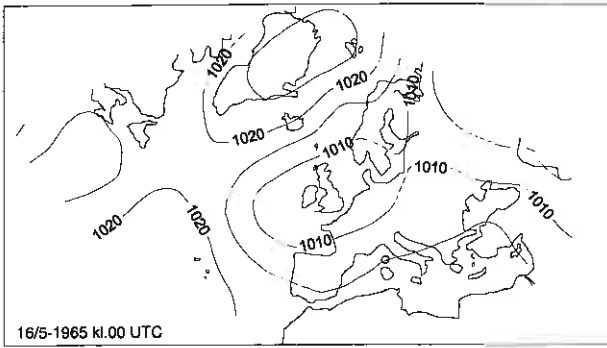
**VÆRTYPE 12**  
**WEATHER TYPE 12**

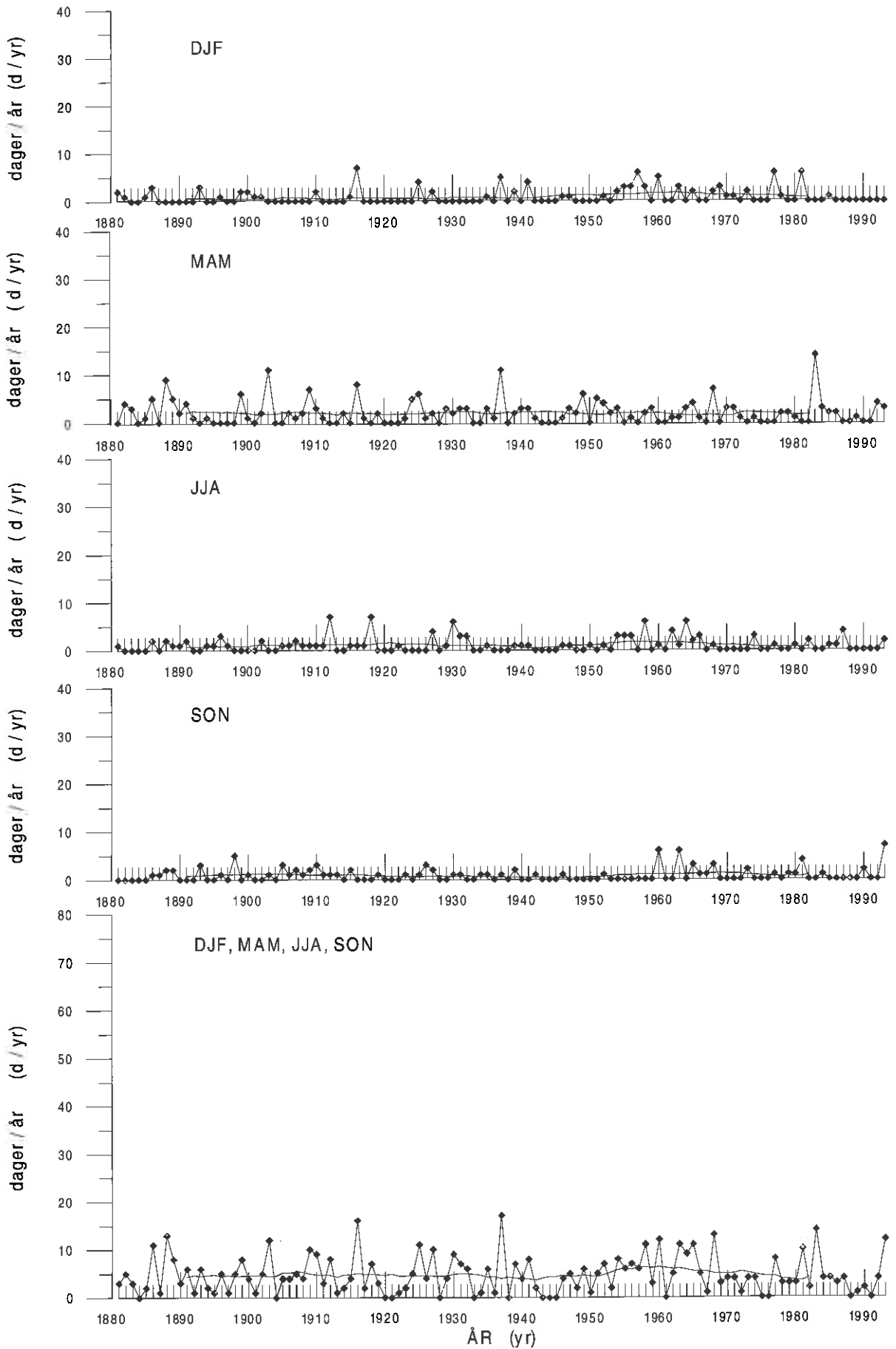




# VÆRTYPE 13

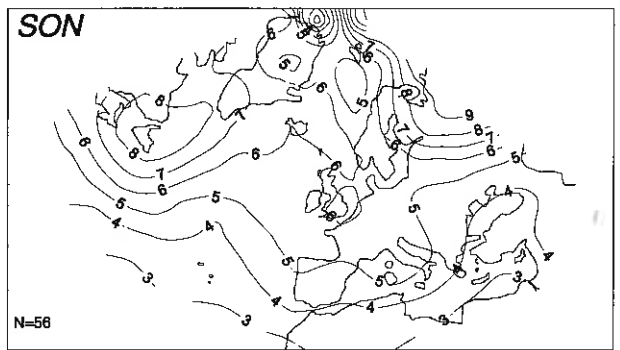
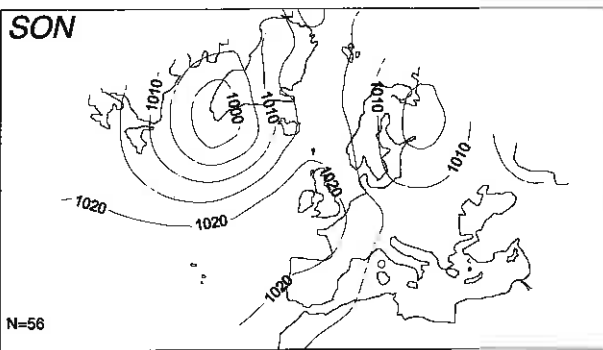
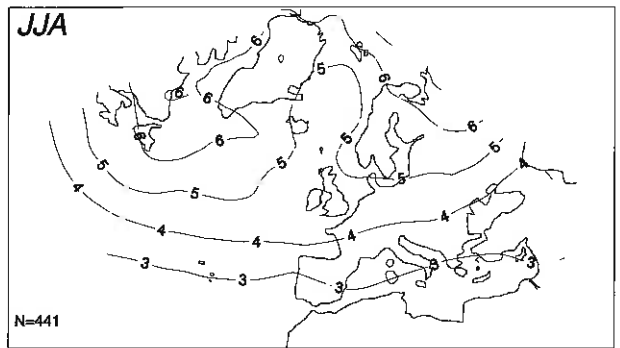
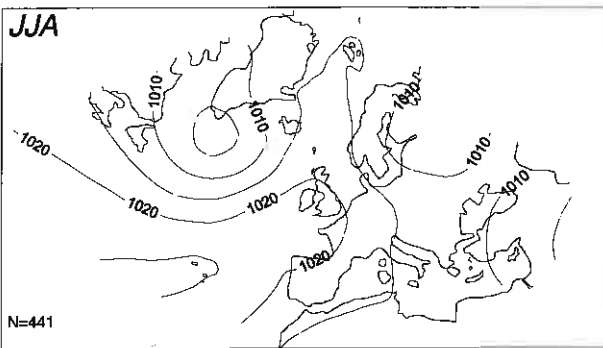
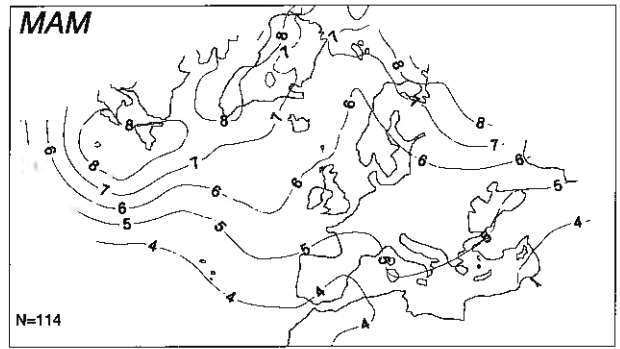
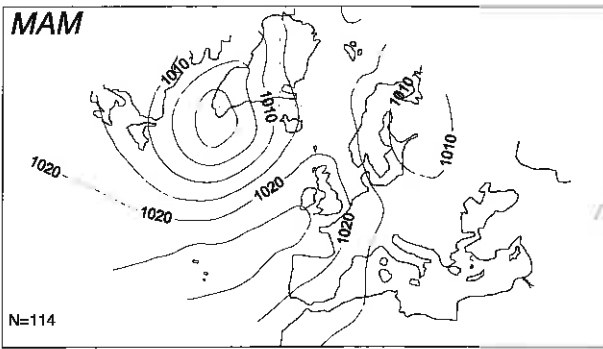
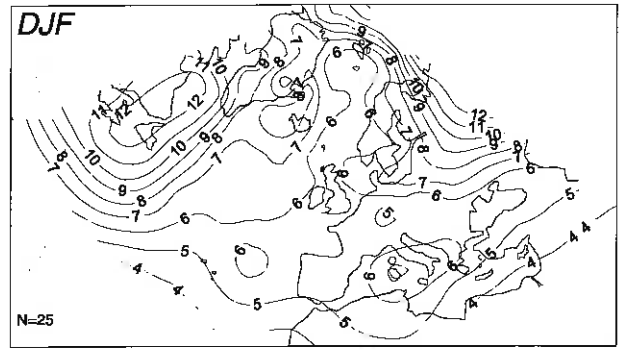
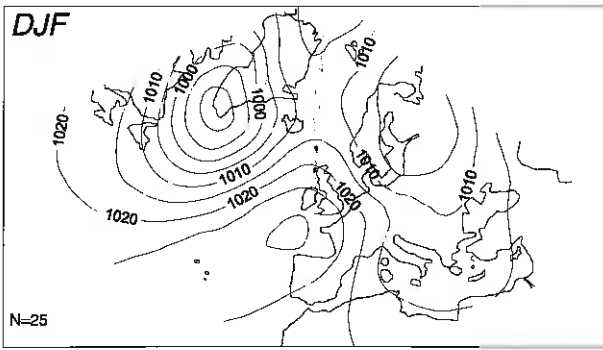
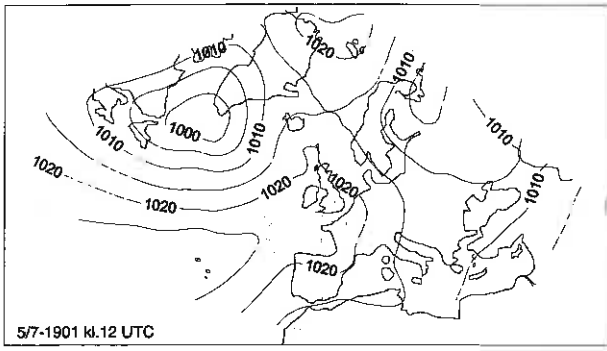
WEATHER TYPE 13

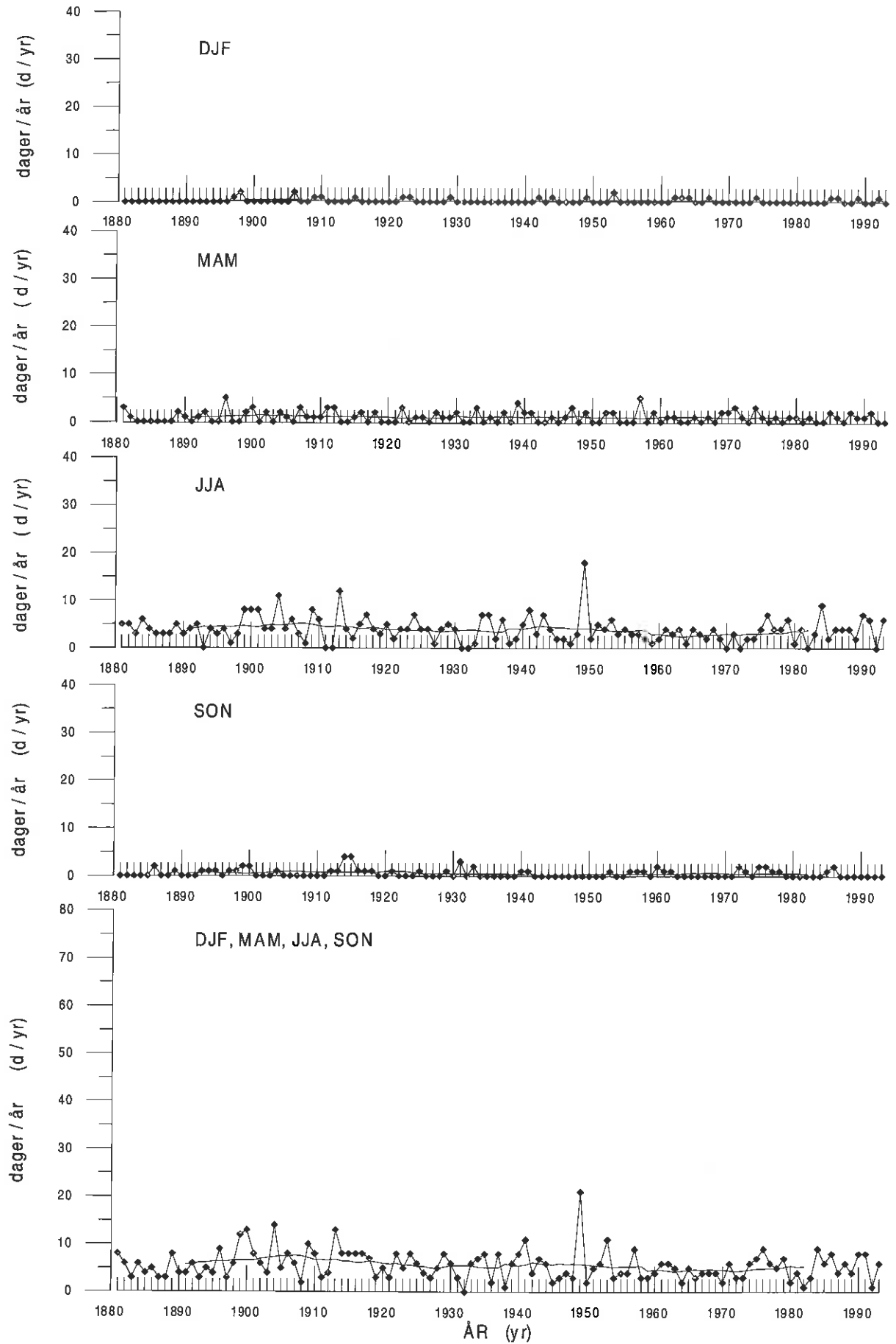




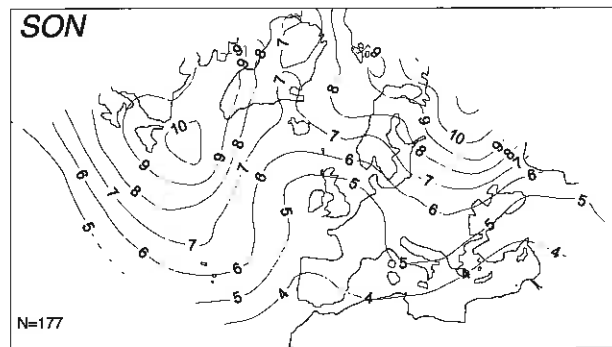
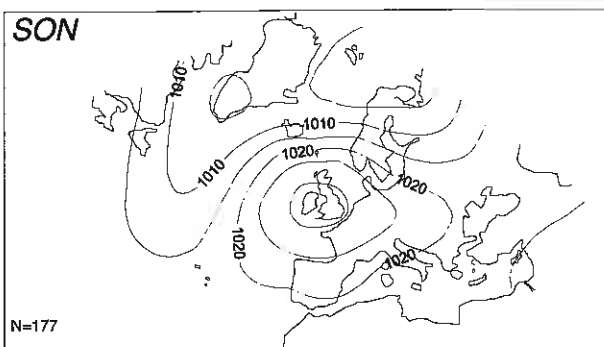
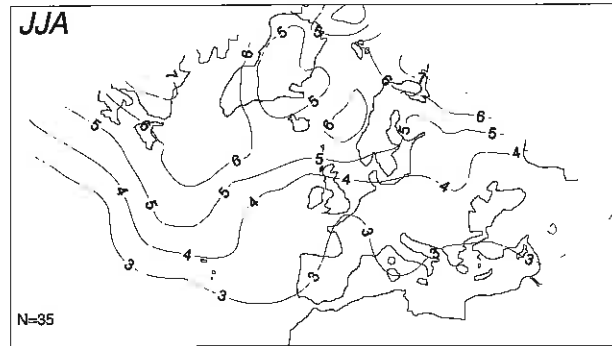
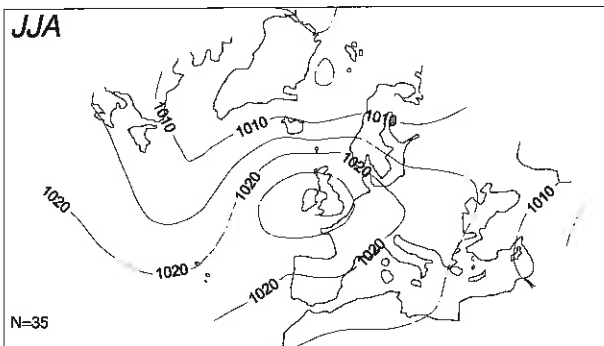
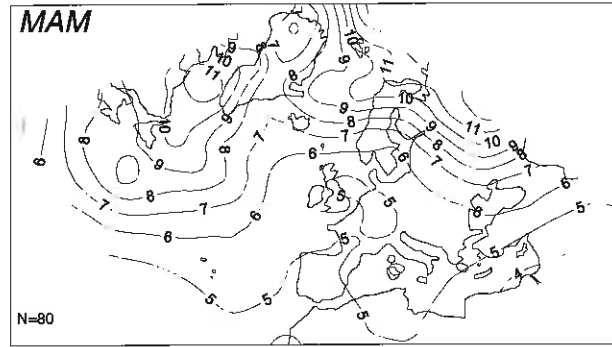
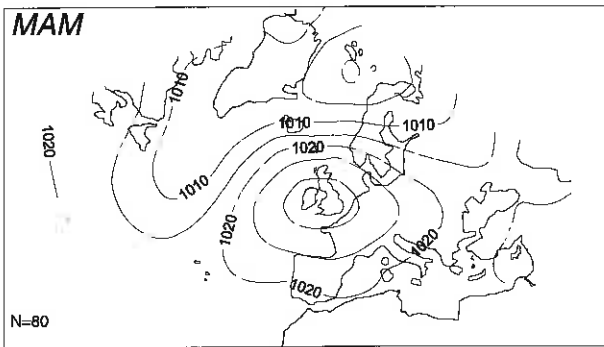
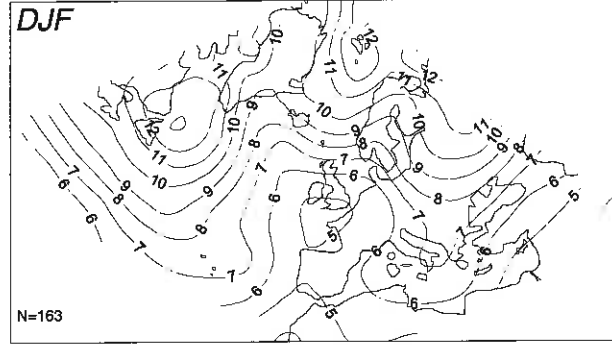
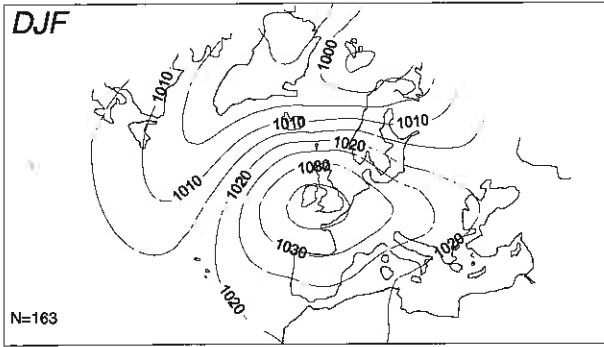
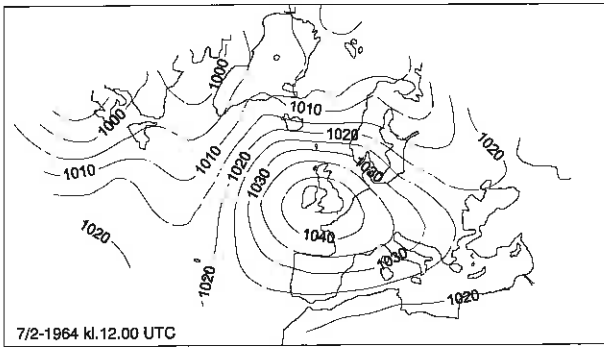
# VÆRTYPE 14

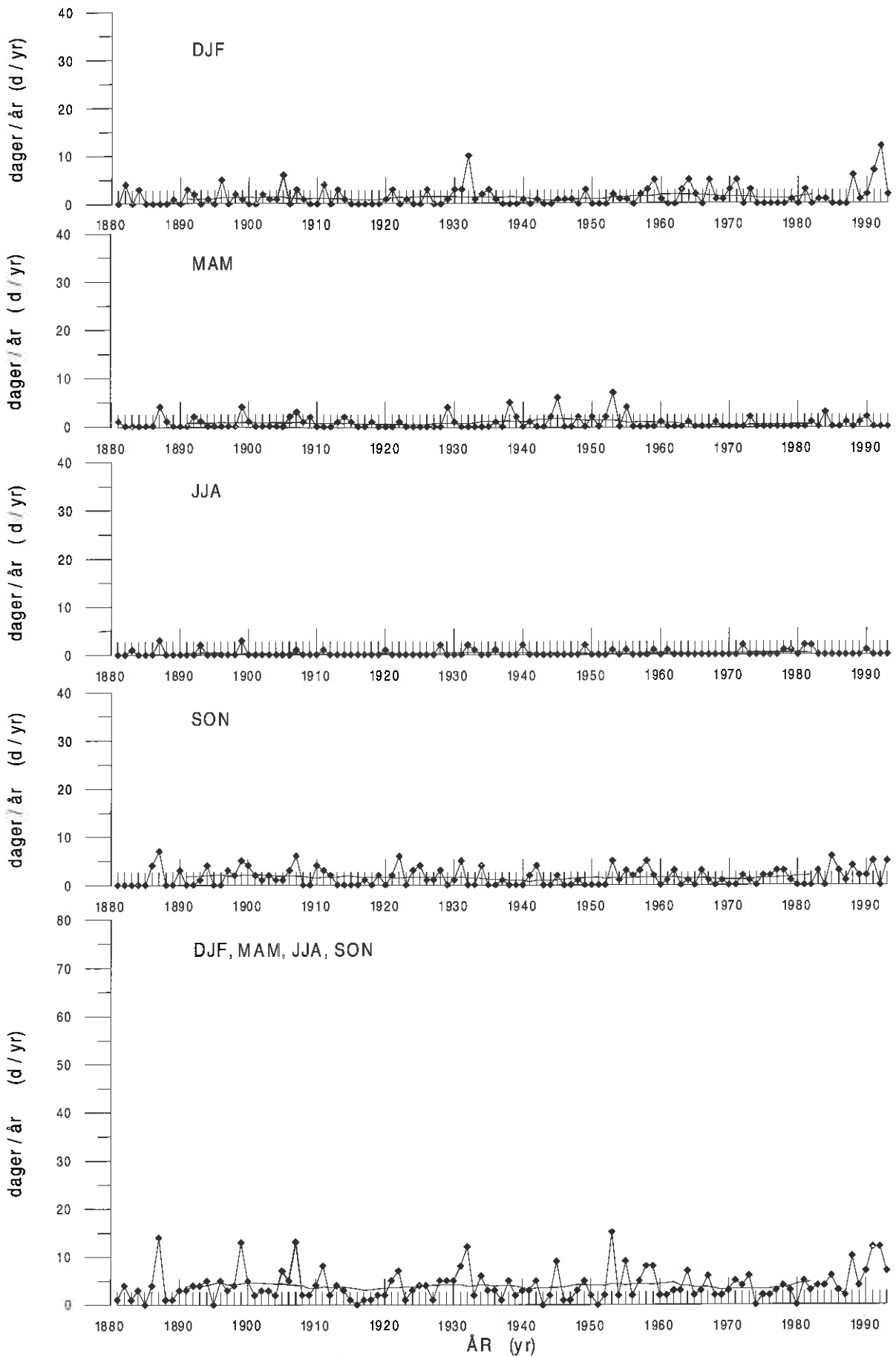
## WEATHER TYPE 14





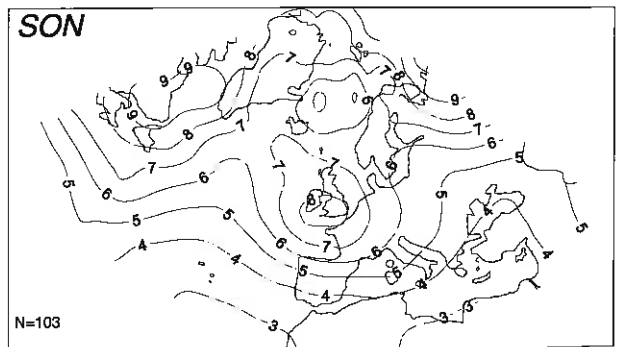
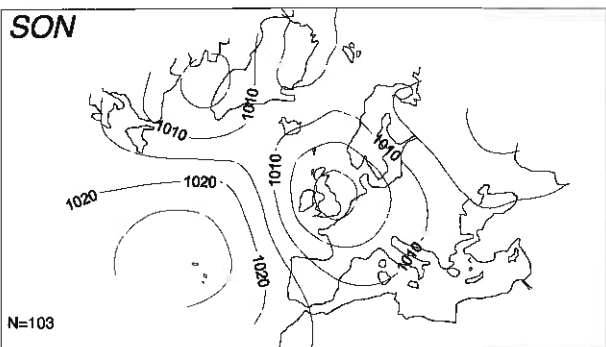
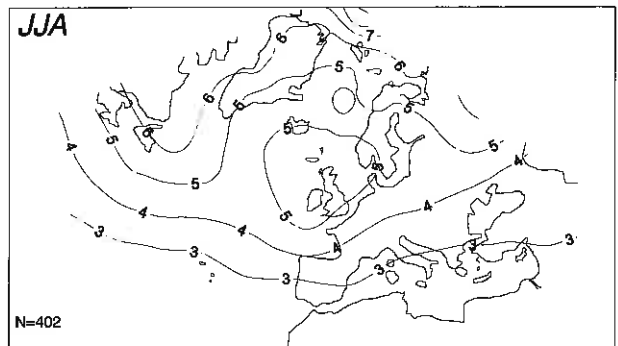
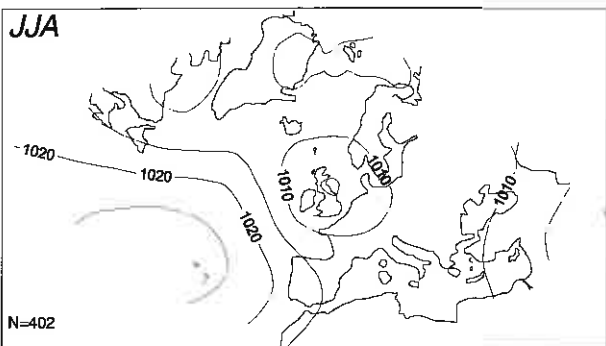
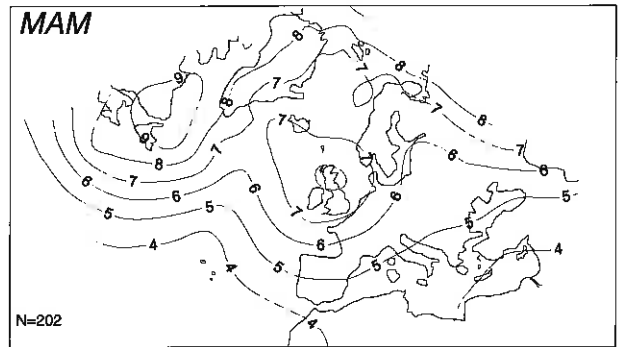
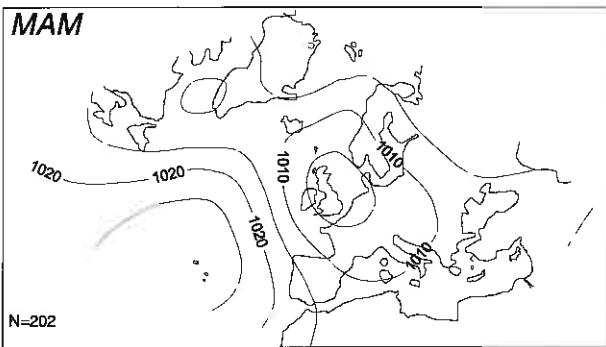
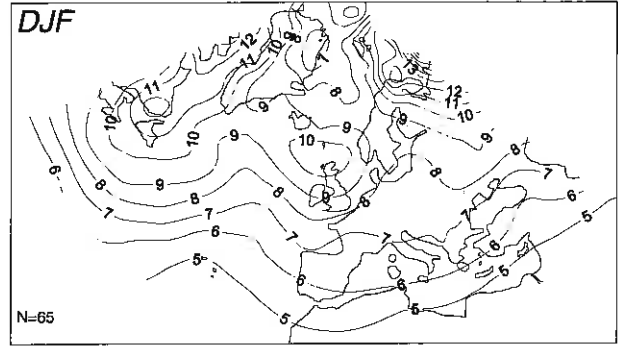
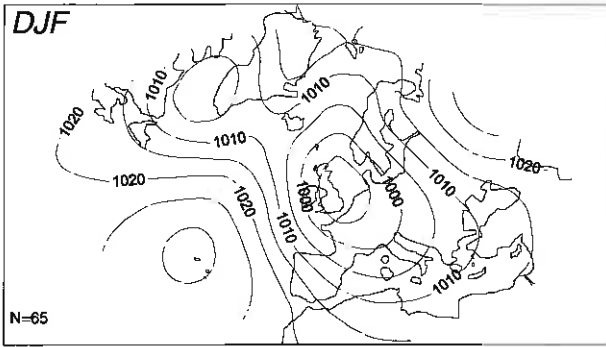
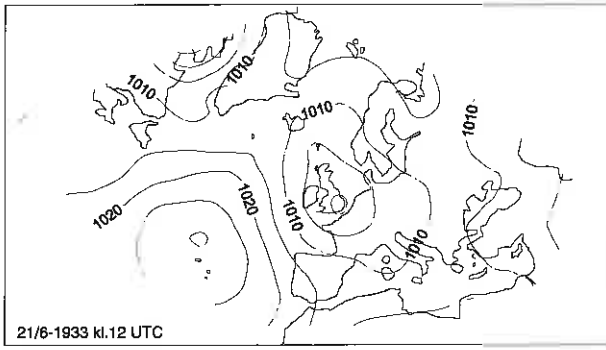
**VÆRTYPE 15**  
WEATHER TYPE 15

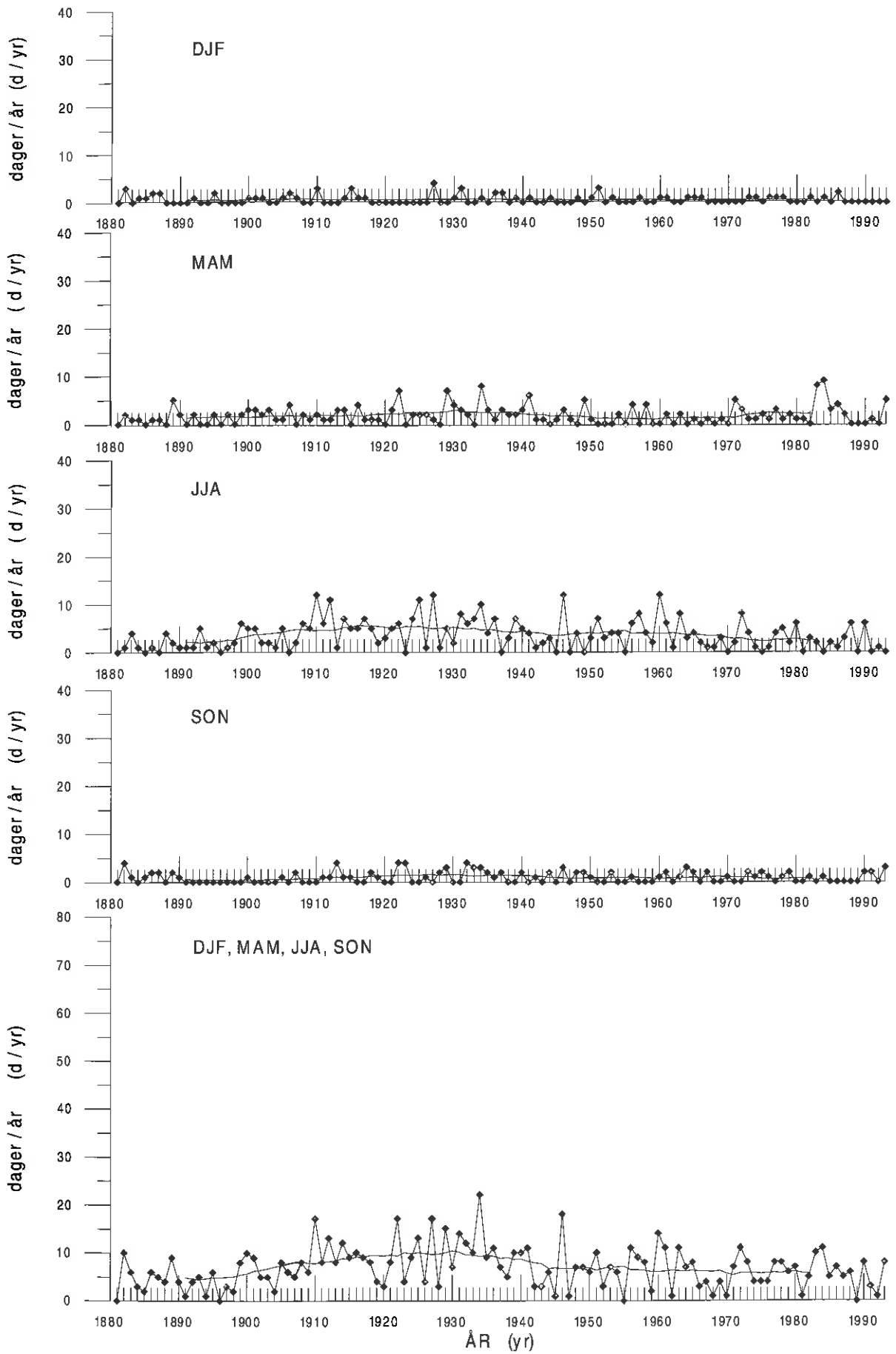






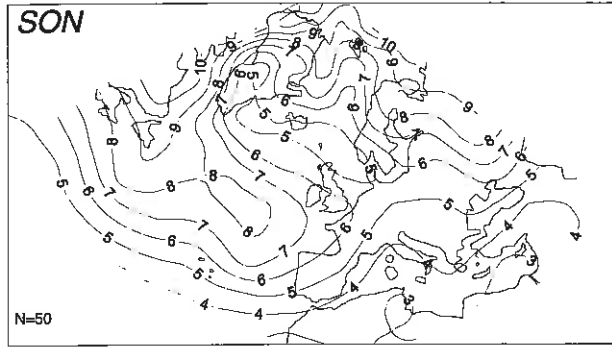
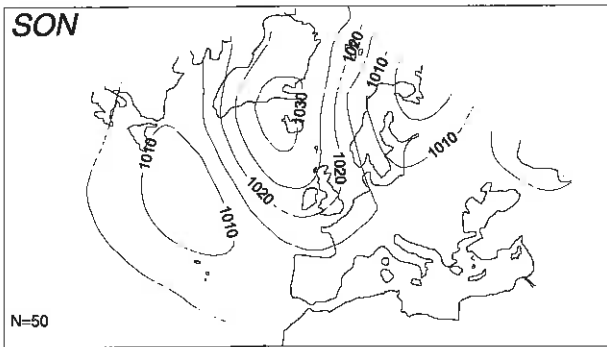
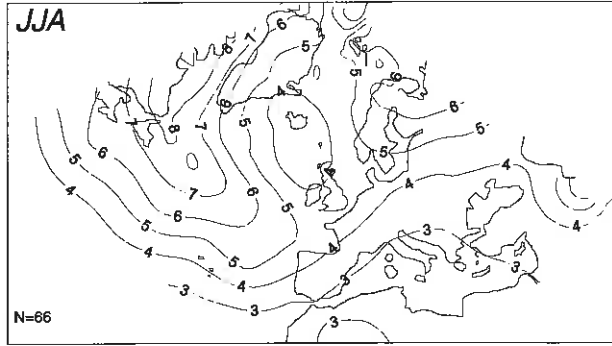
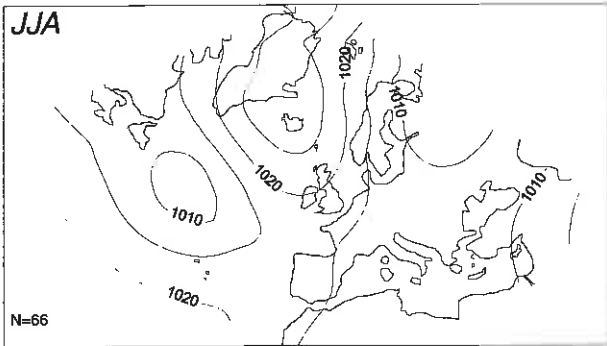
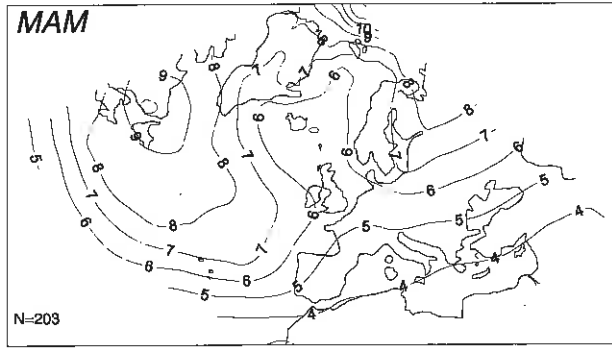
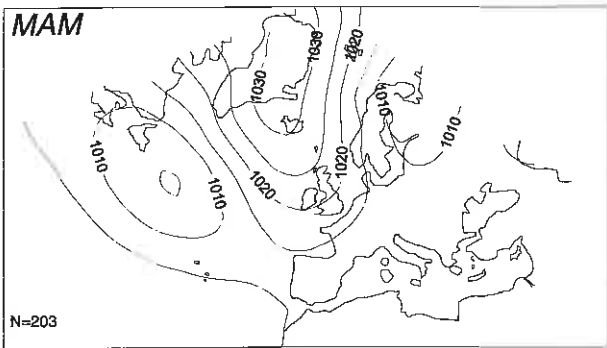
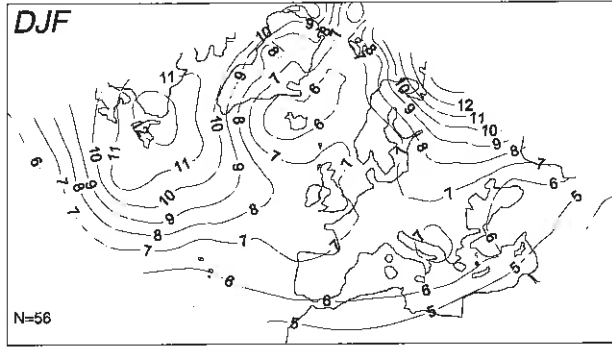
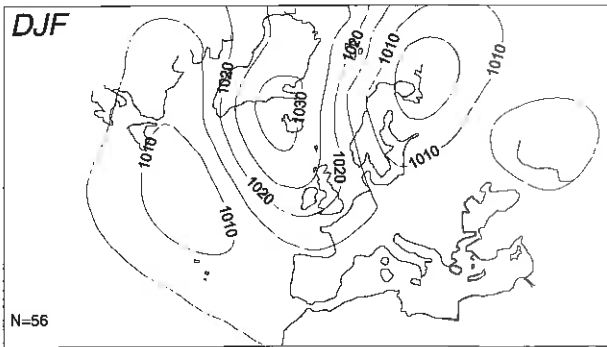
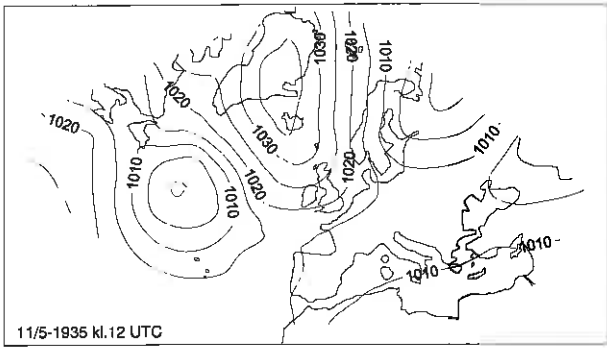
**VÆRTYPE 16**  
WEATHER TYPE 16

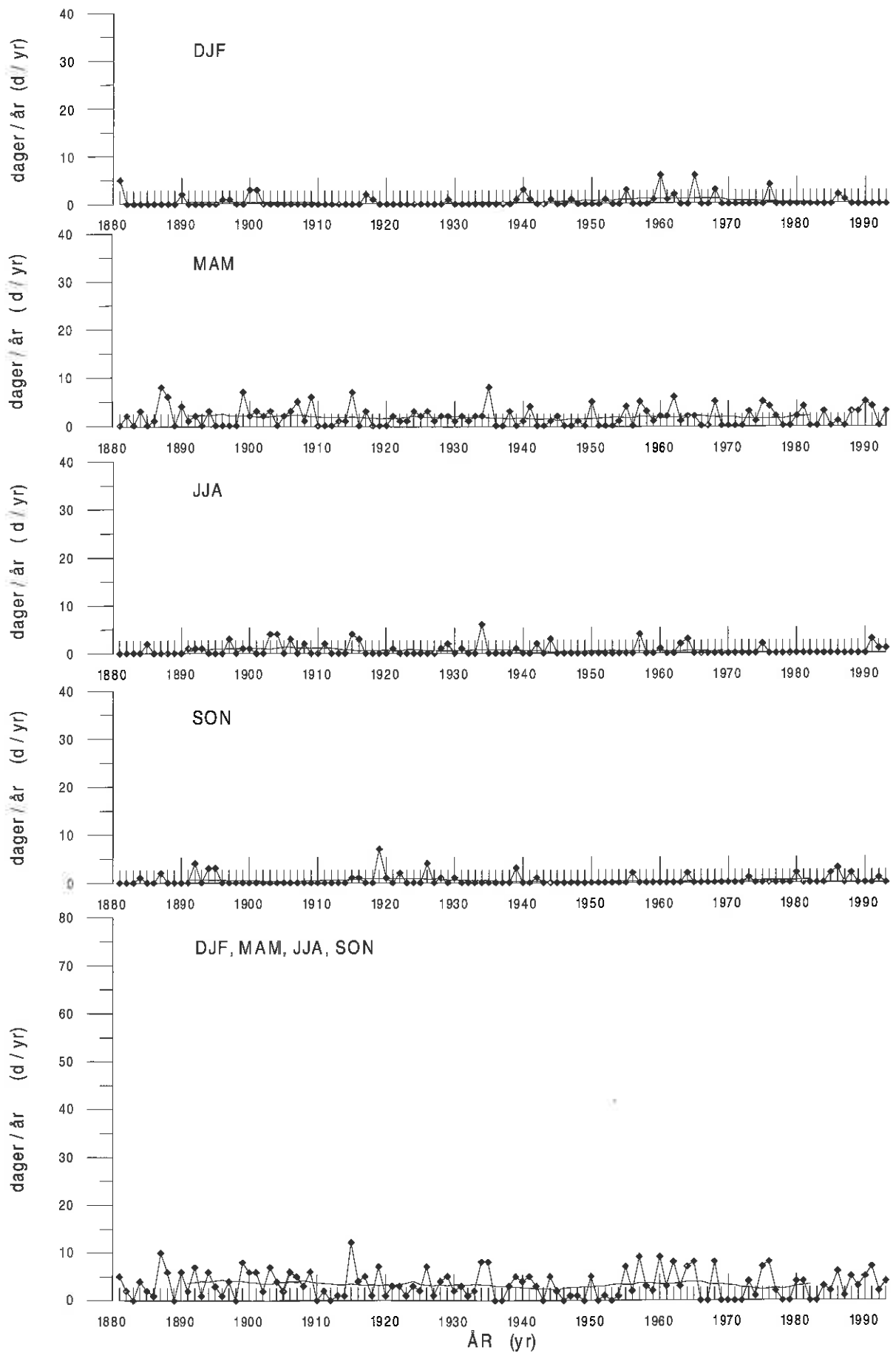




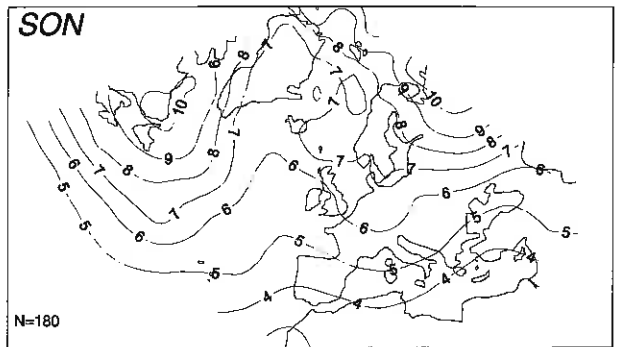
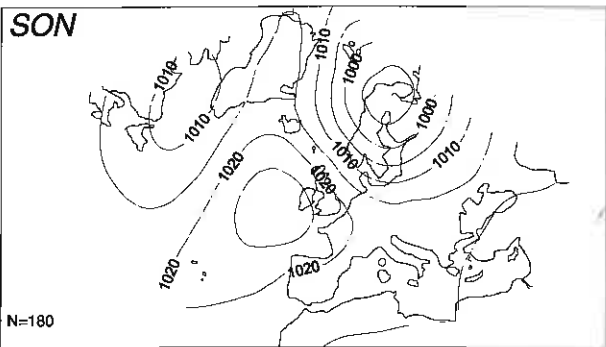
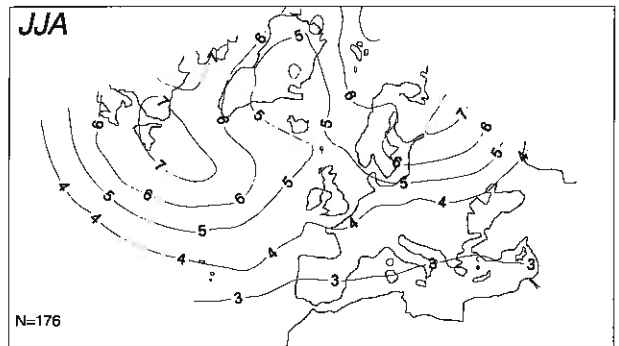
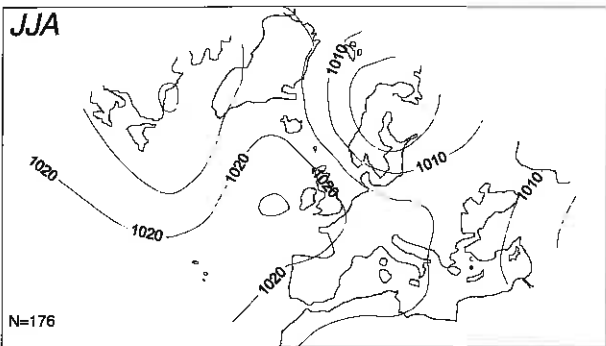
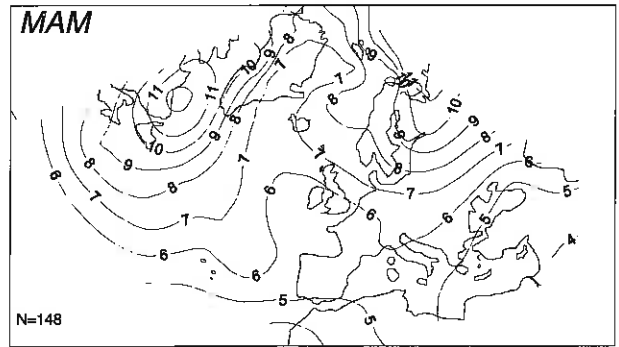
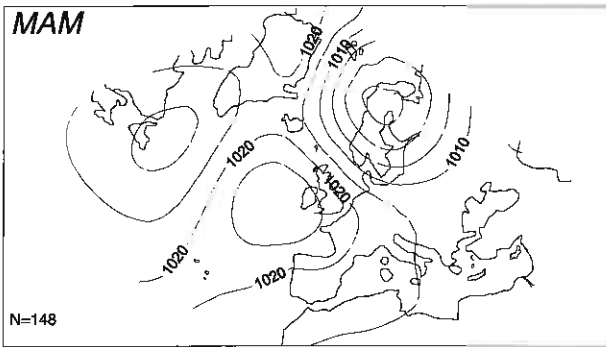
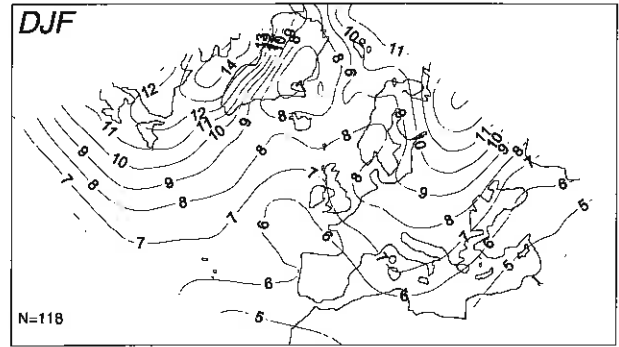
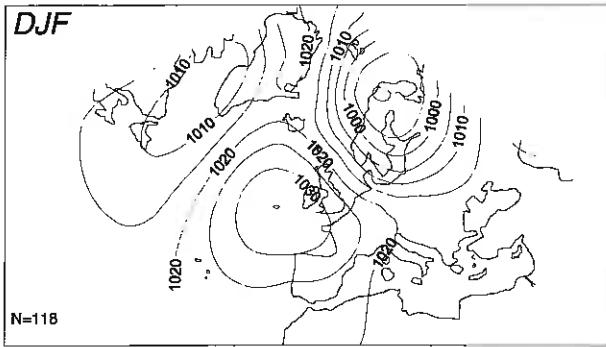
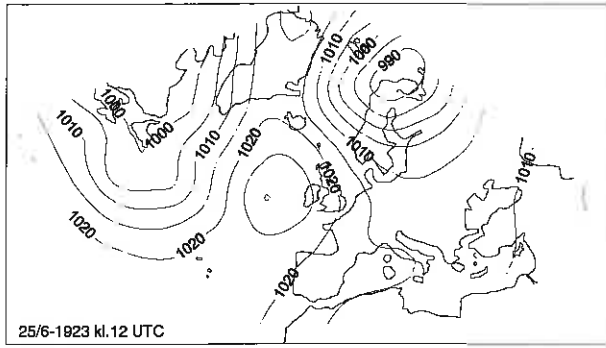
# VÆRTYPE 17

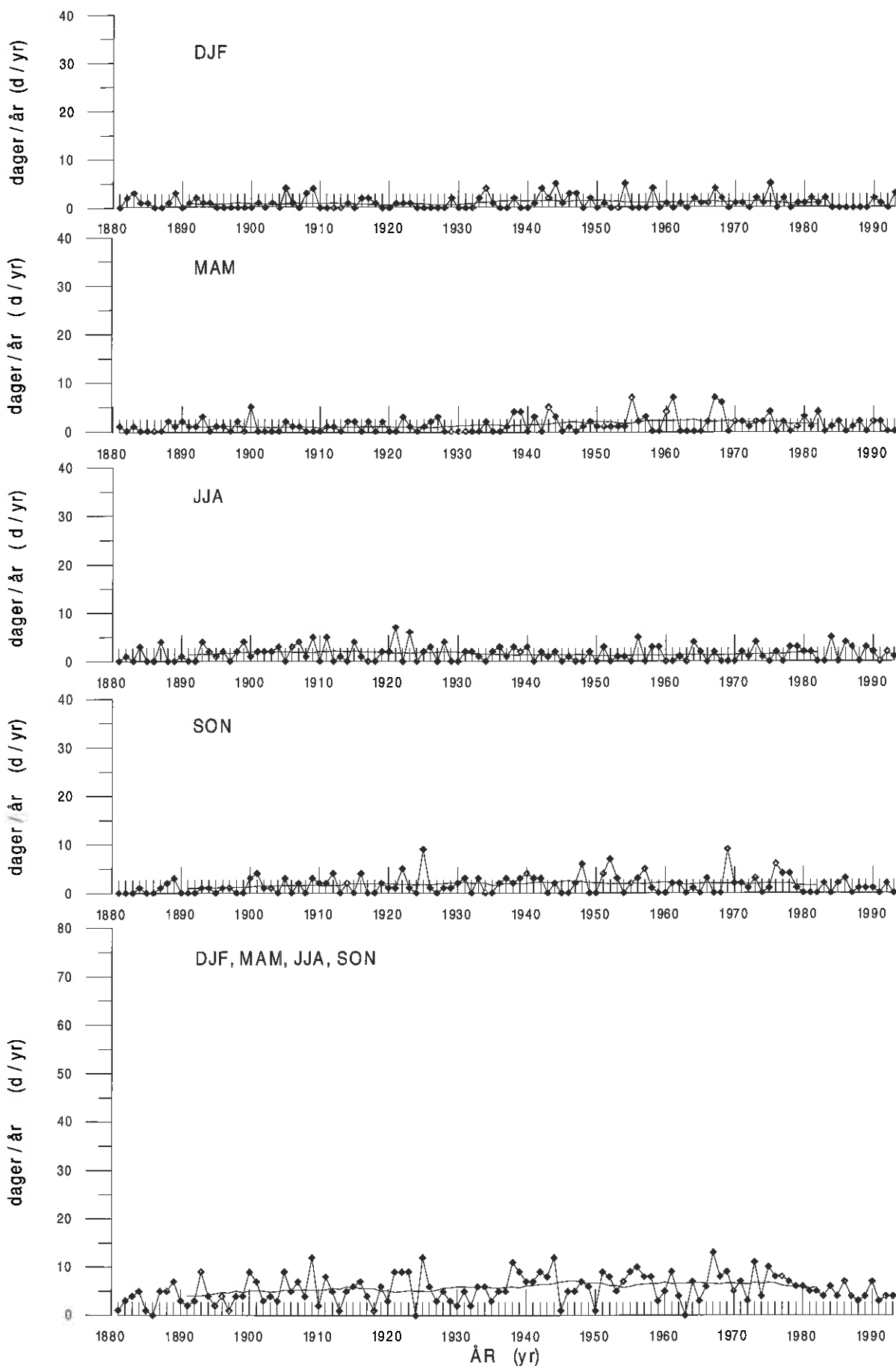
## WEATHER TYPE 17



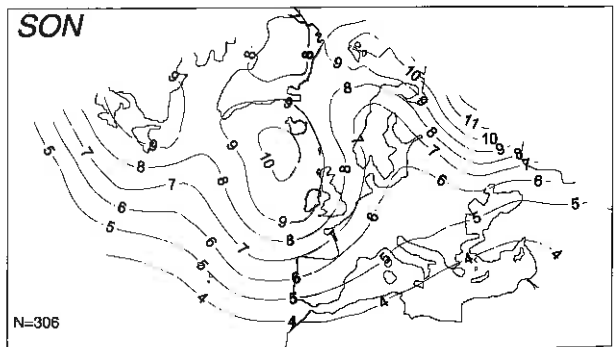
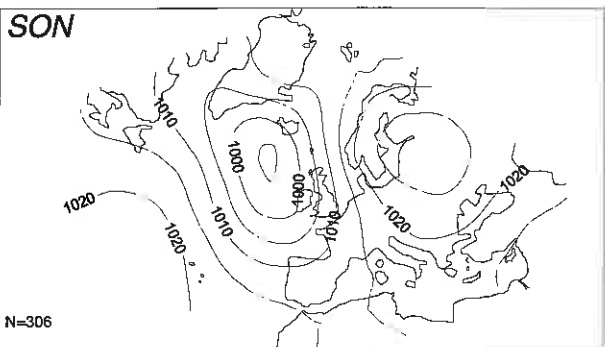
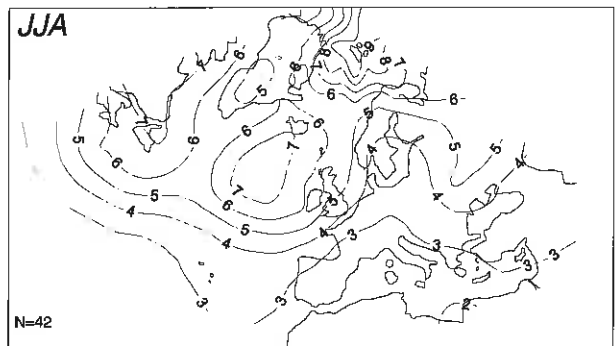
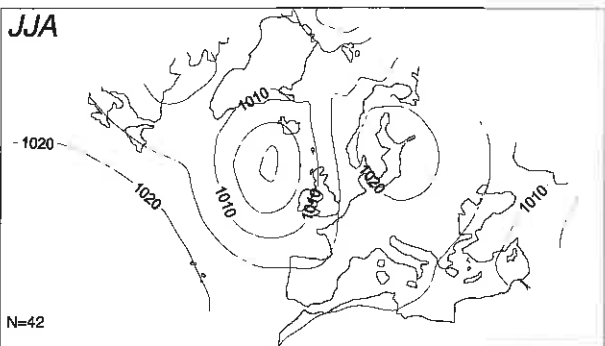
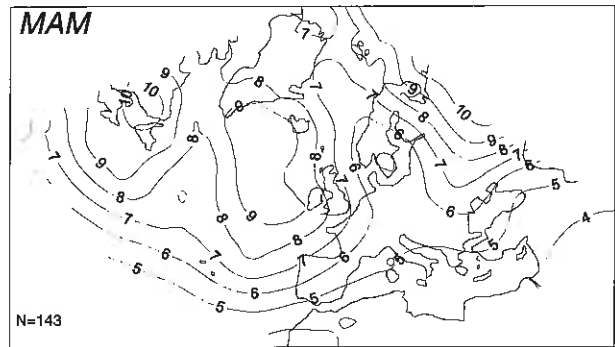
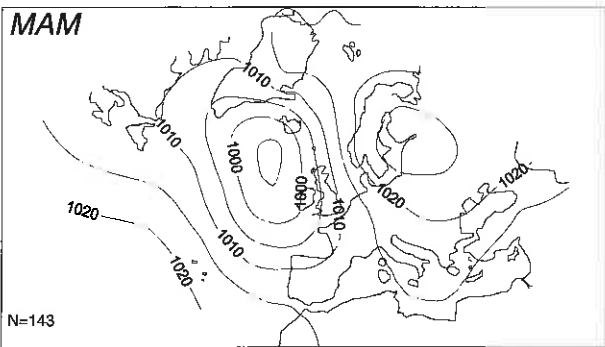
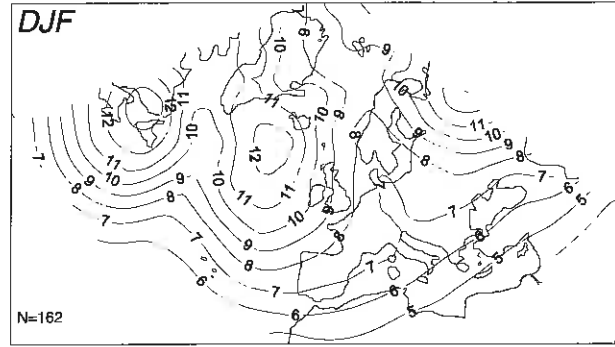
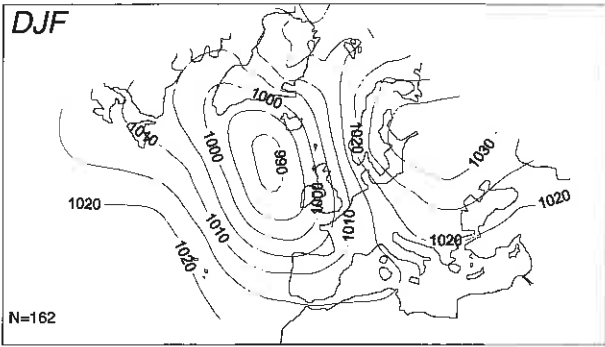
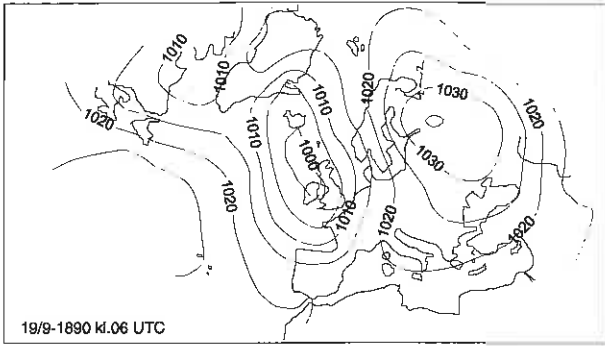


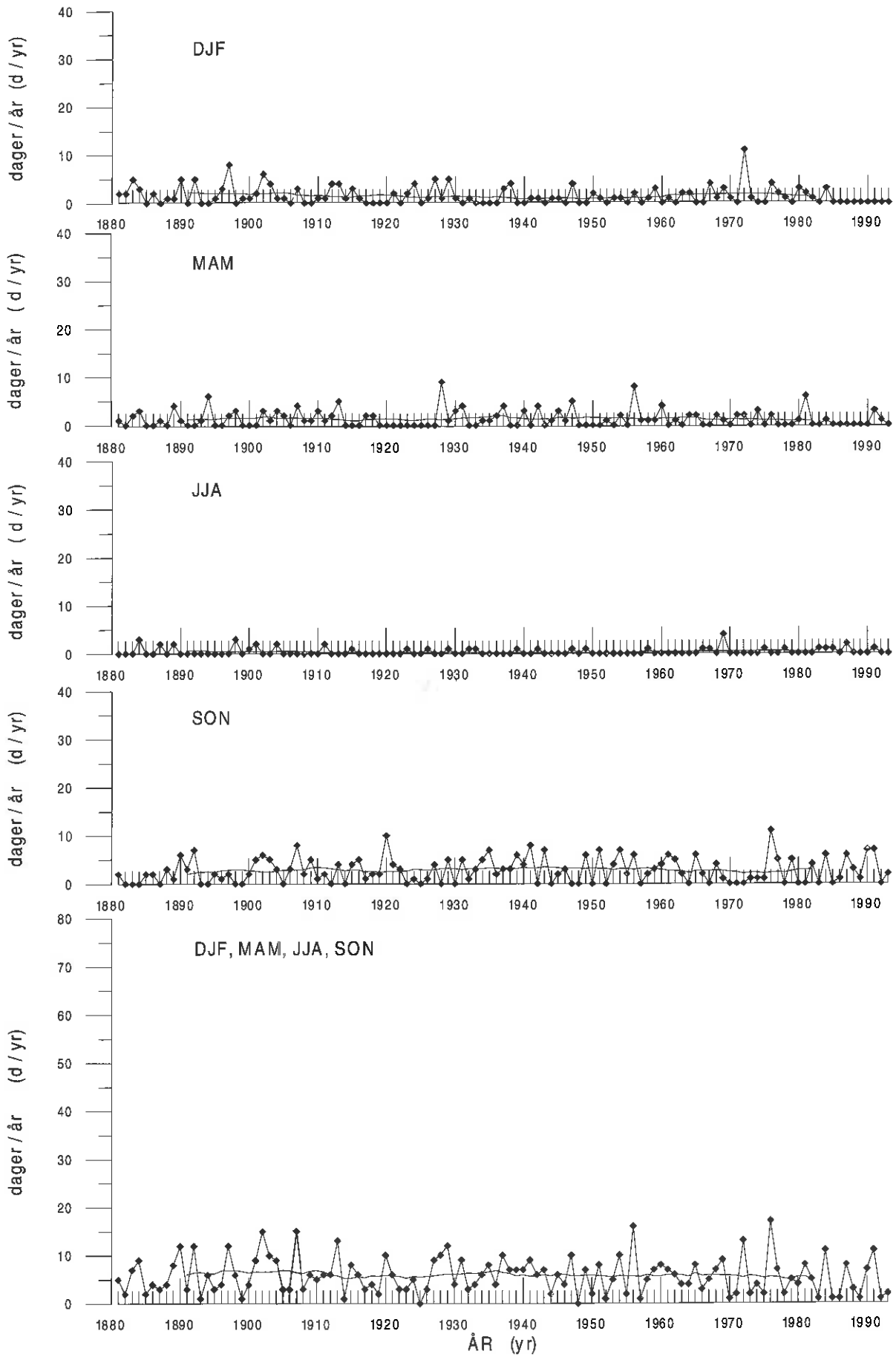
**VÆRTYPE 18**  
WEATHER TYPE 18





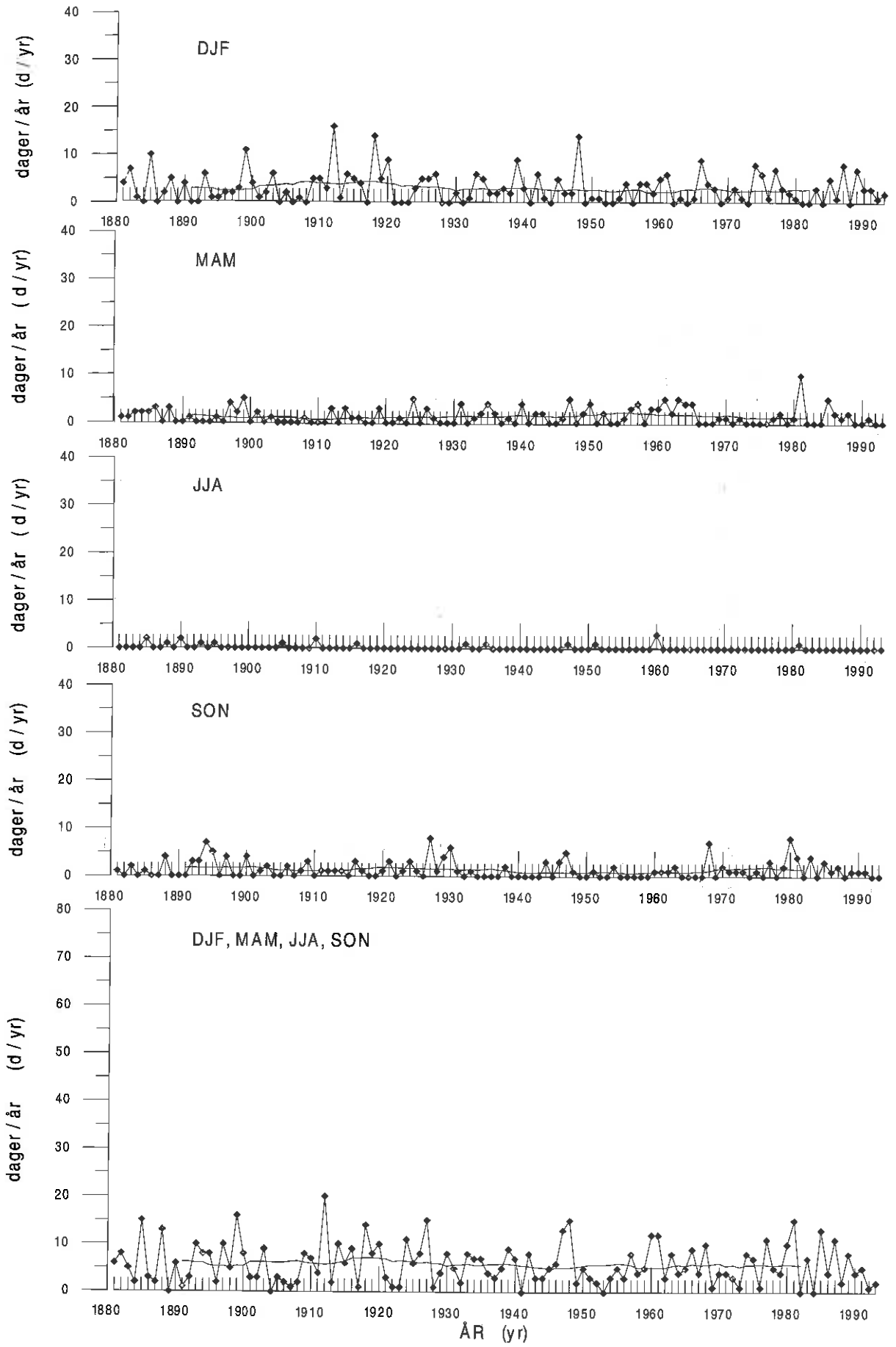
**VÆRTYPE 19**  
WEATHER TYPE 19





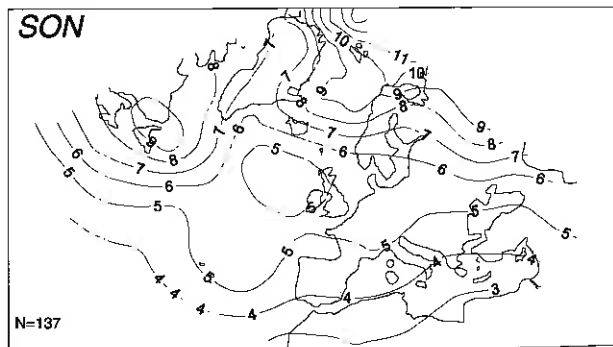
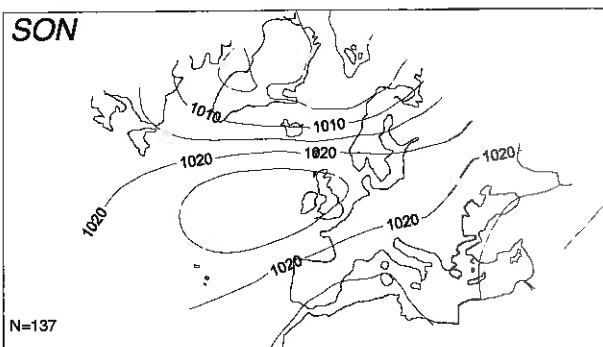
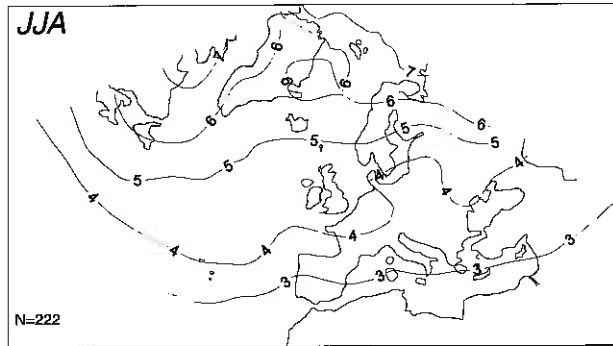
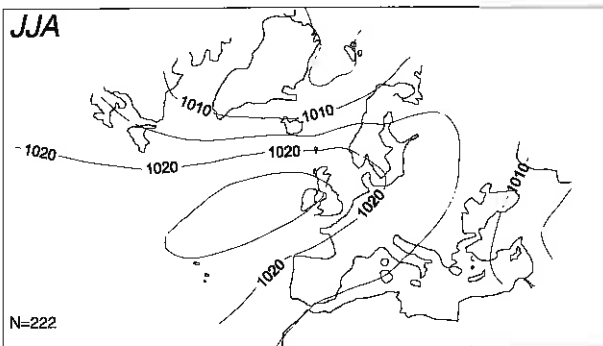
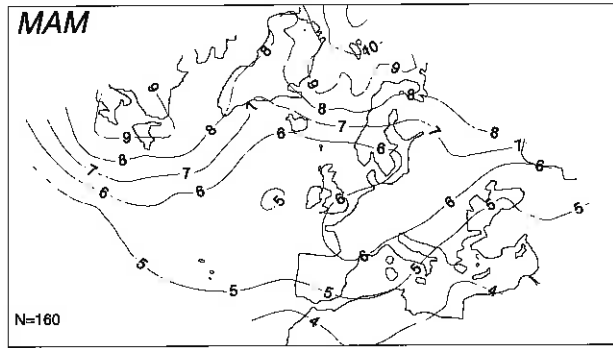
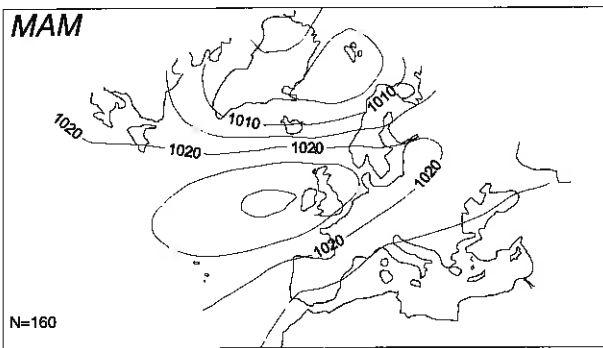
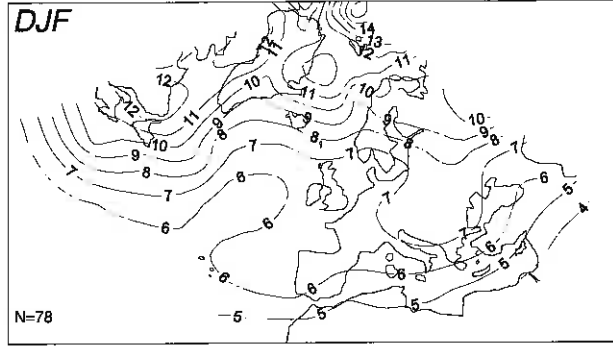
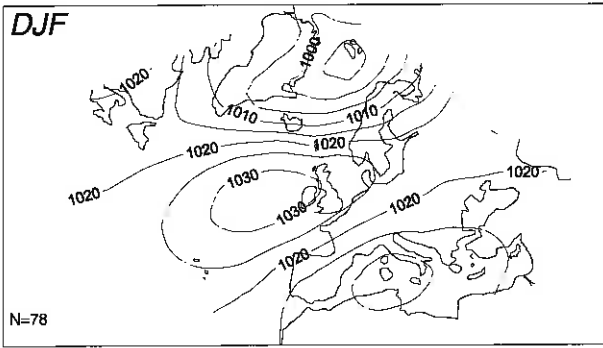
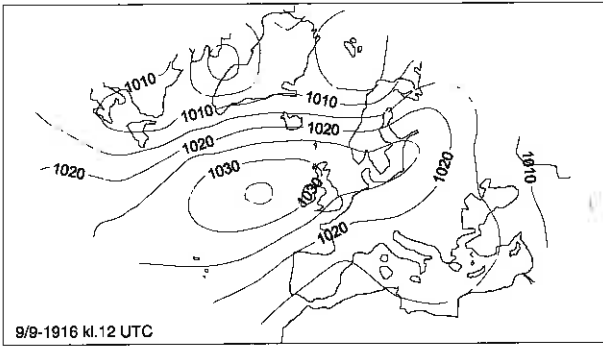


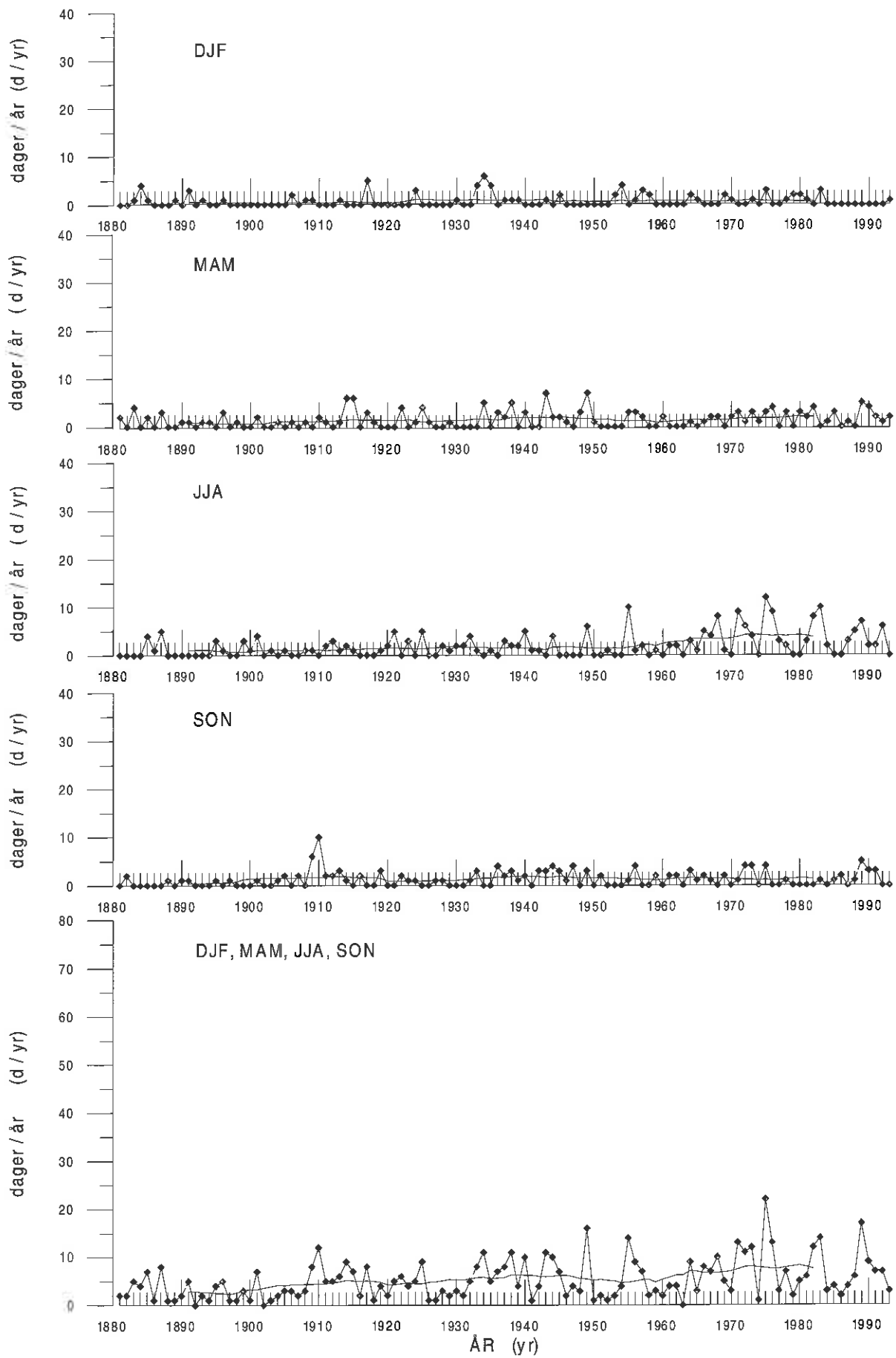




# VÆRYTYPE 21

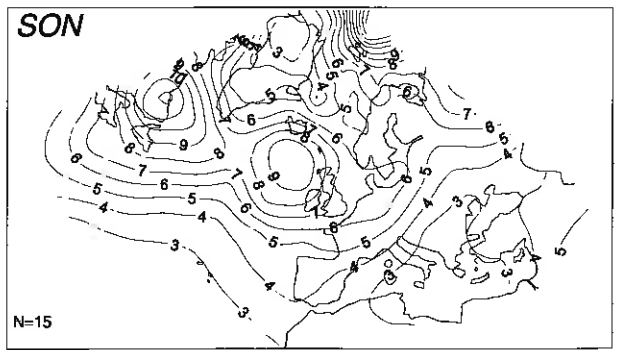
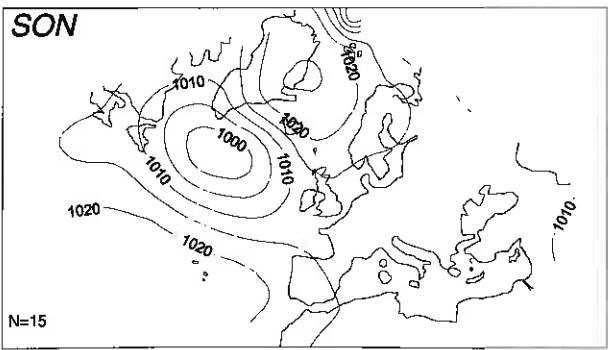
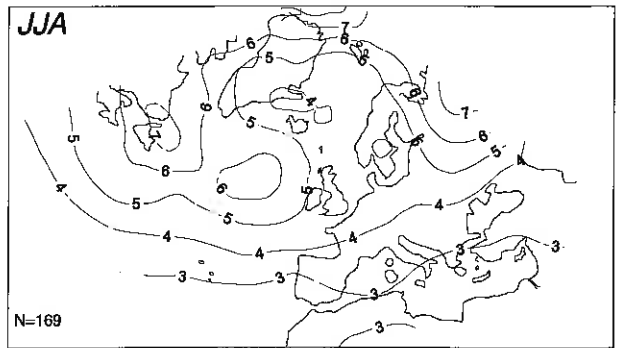
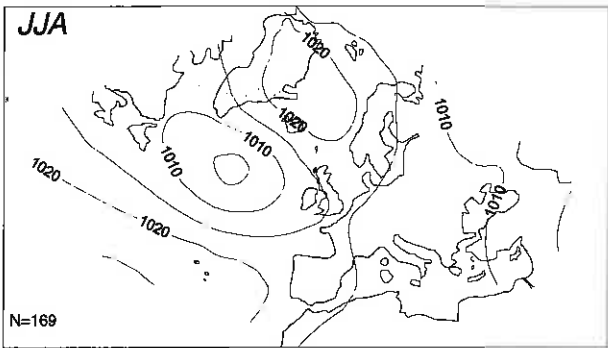
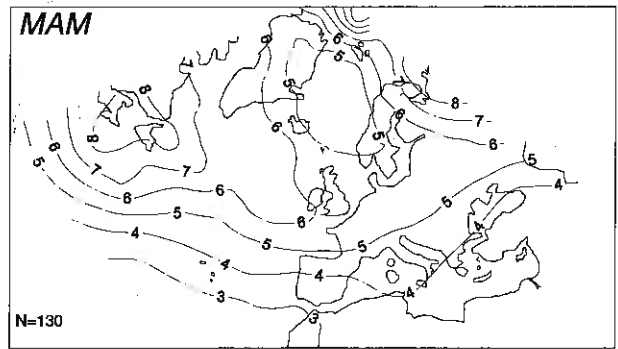
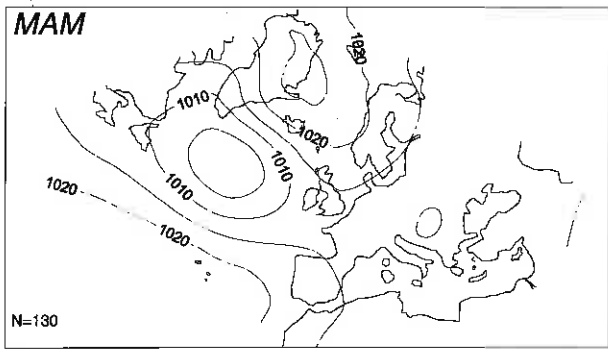
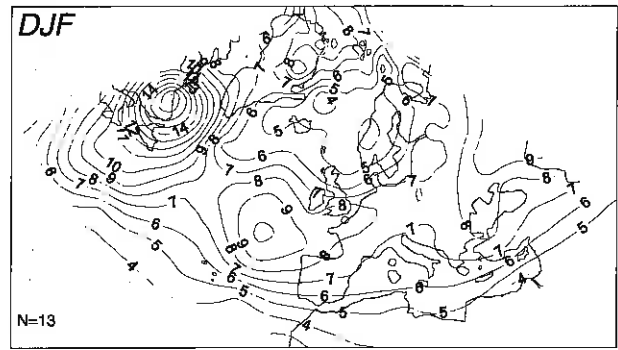
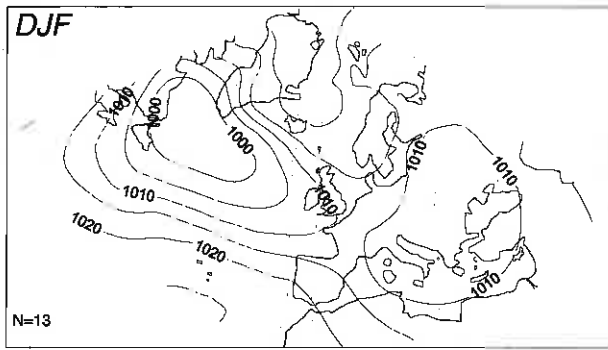
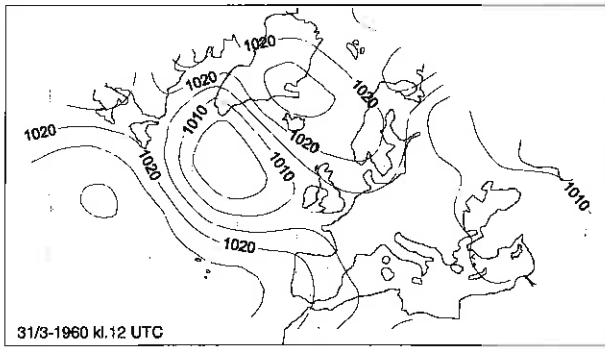
WEATHER TYPE 21

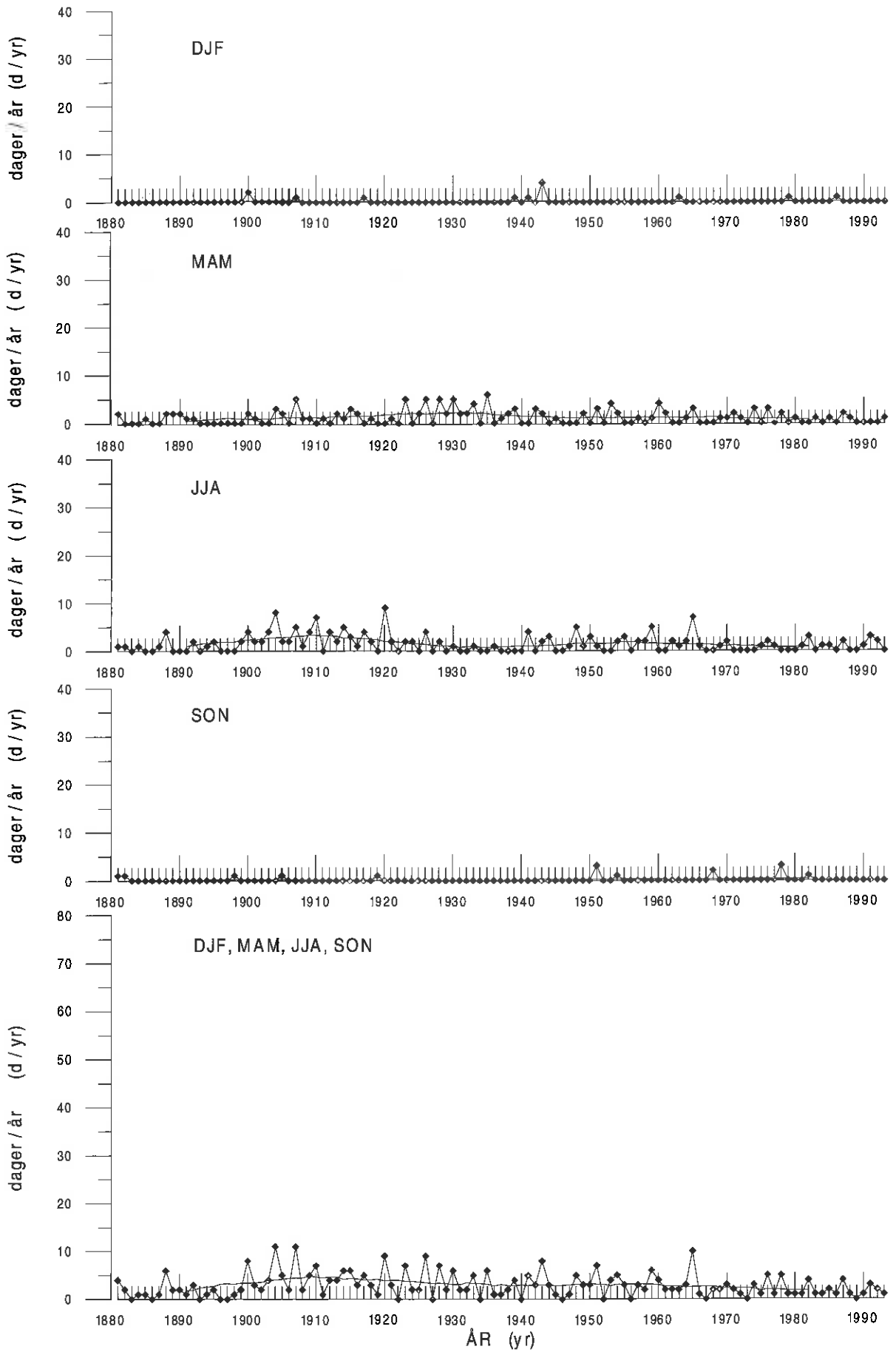




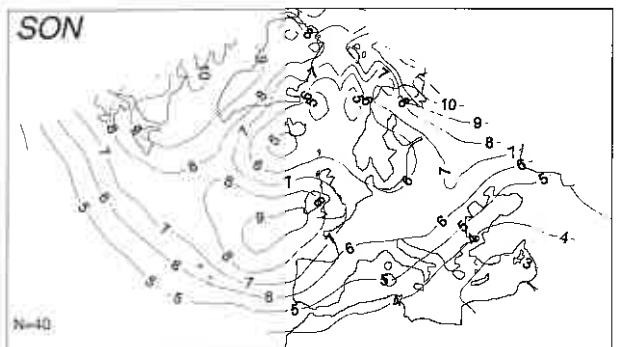
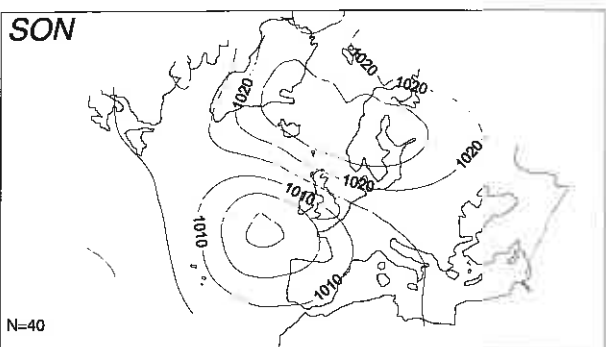
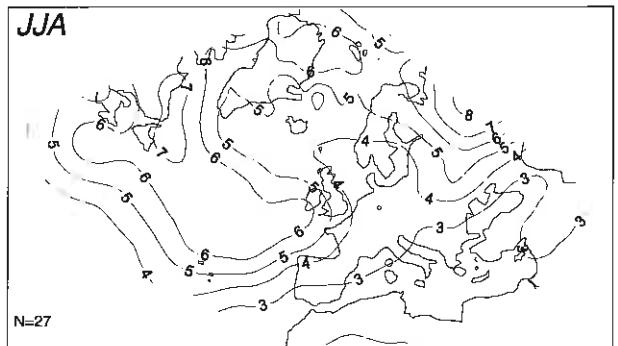
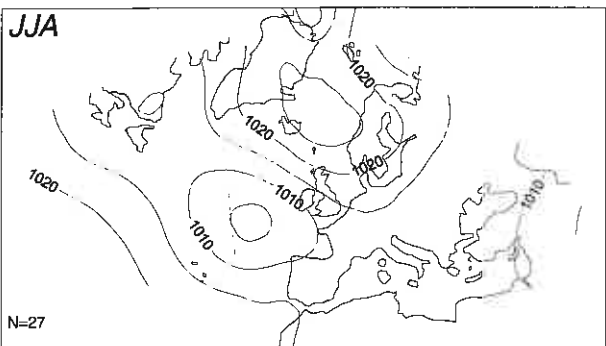
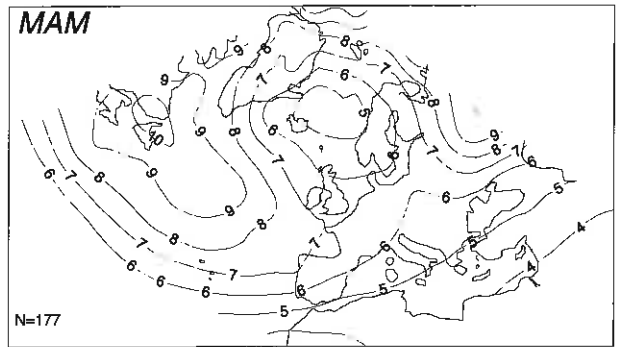
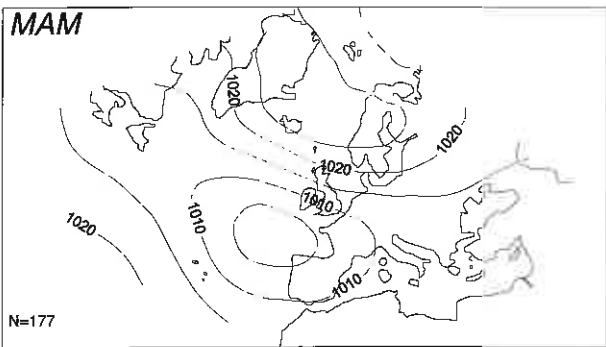
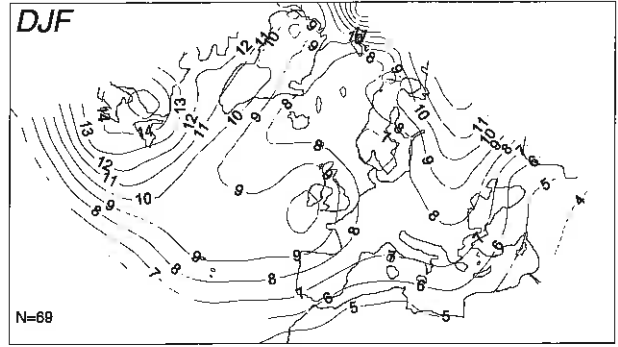
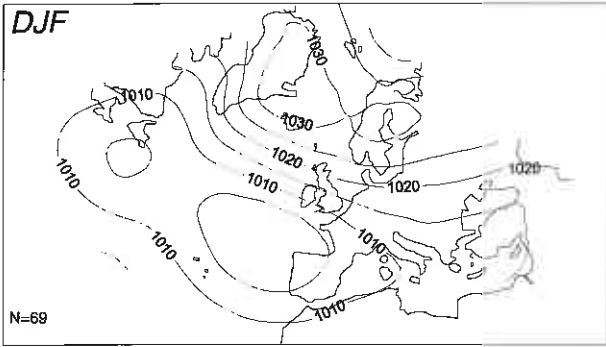
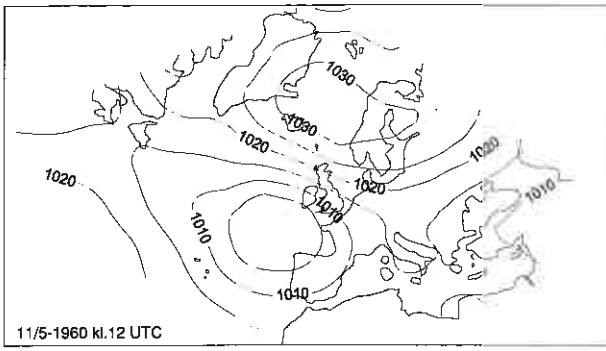
# VÆRTYPE 22

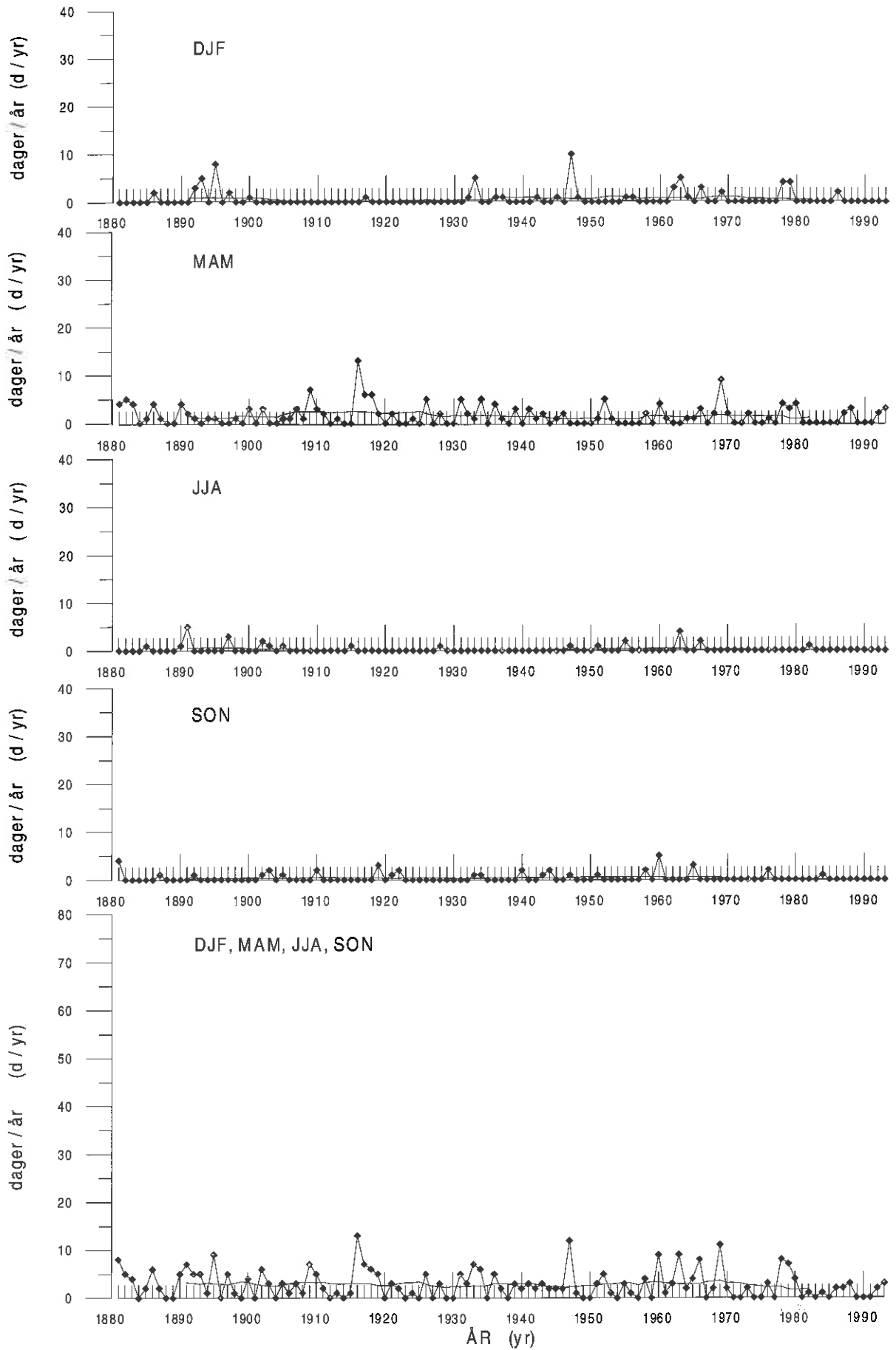
## WEATHER TYPE 22





**VÆRTYPE 23**  
WEATHER TYPE 23

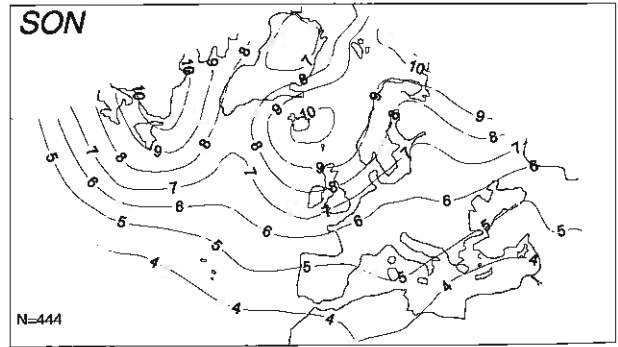
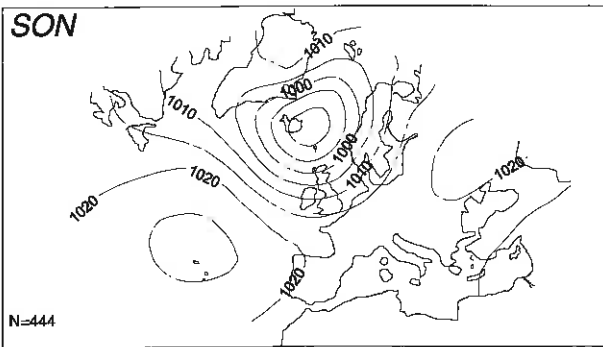
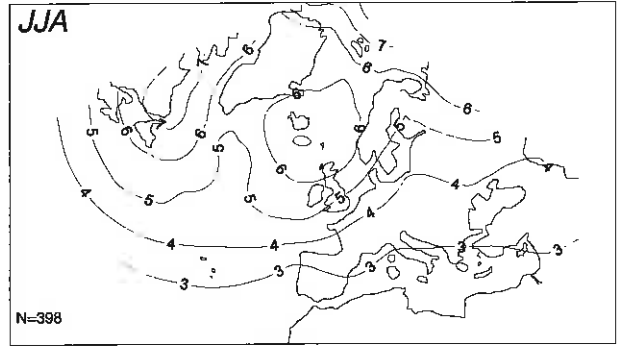
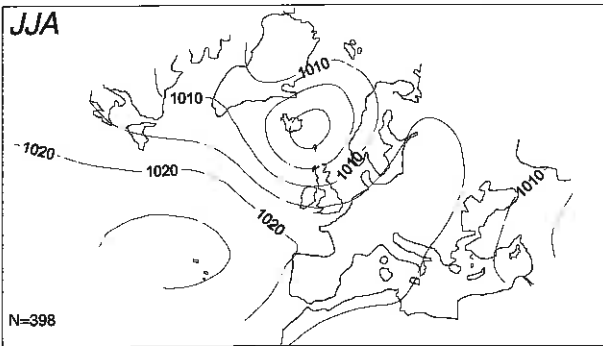
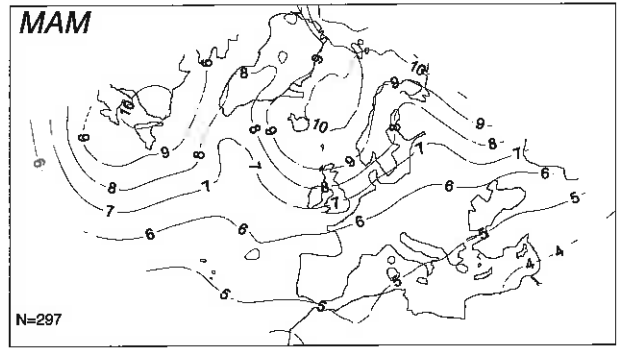
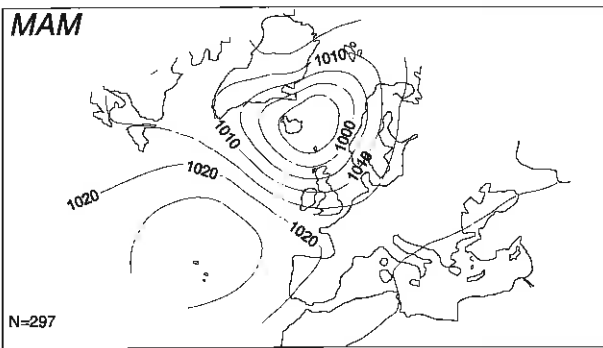
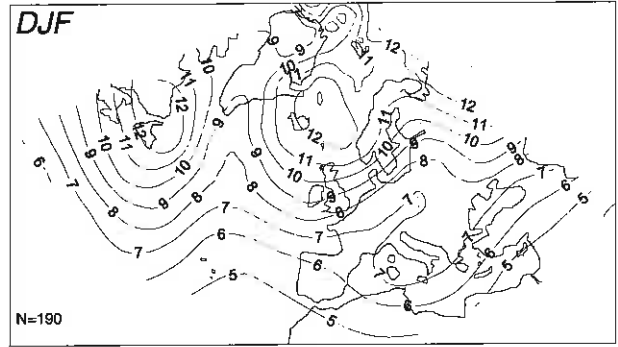
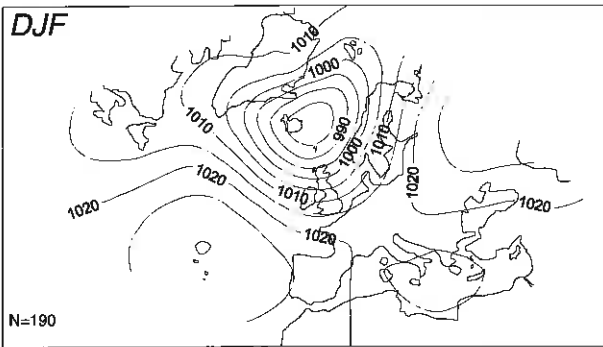
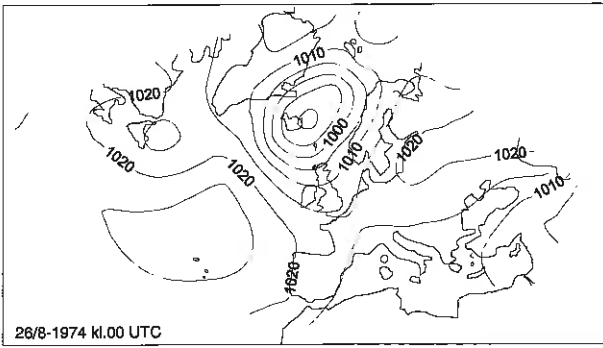


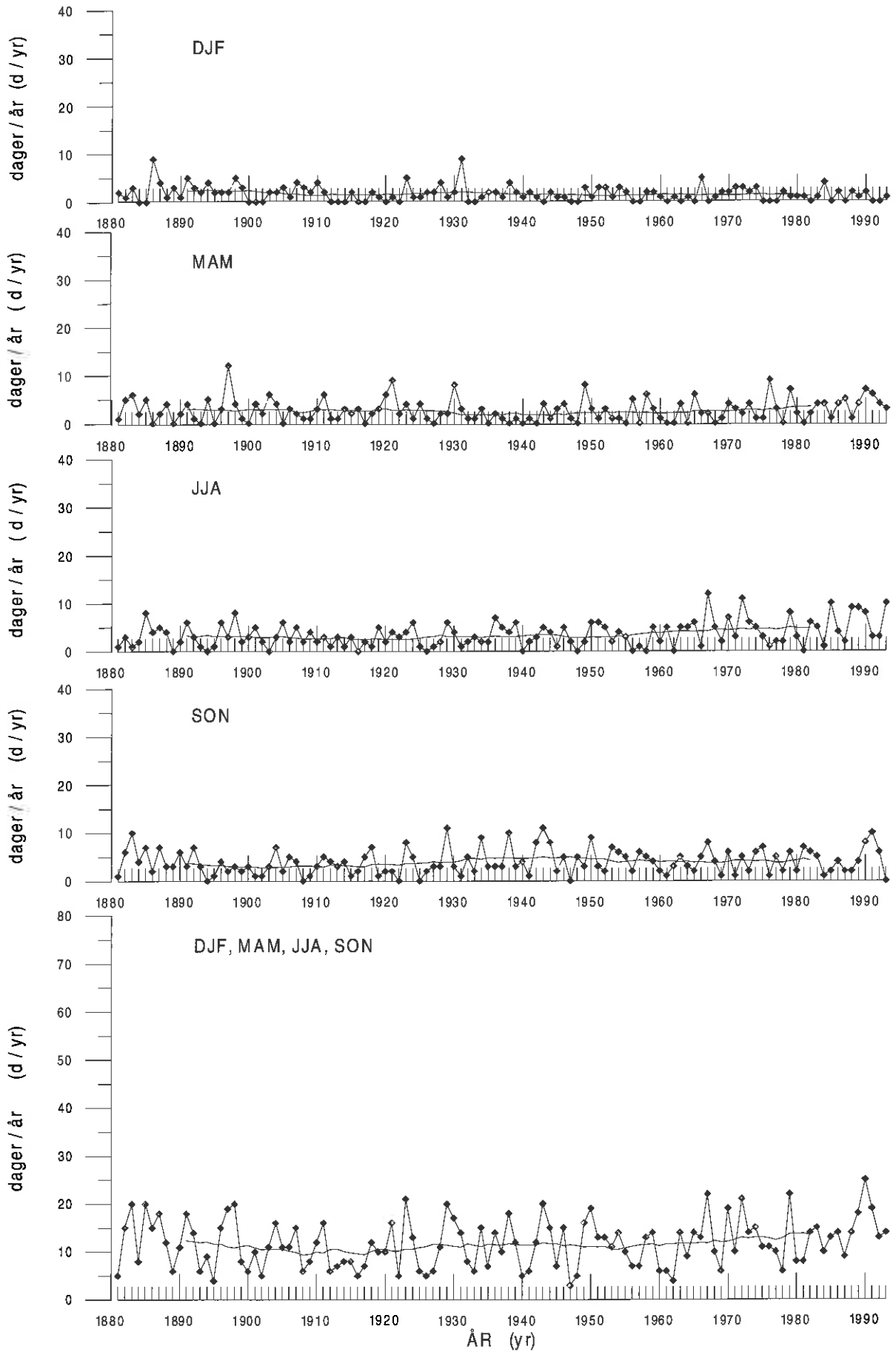




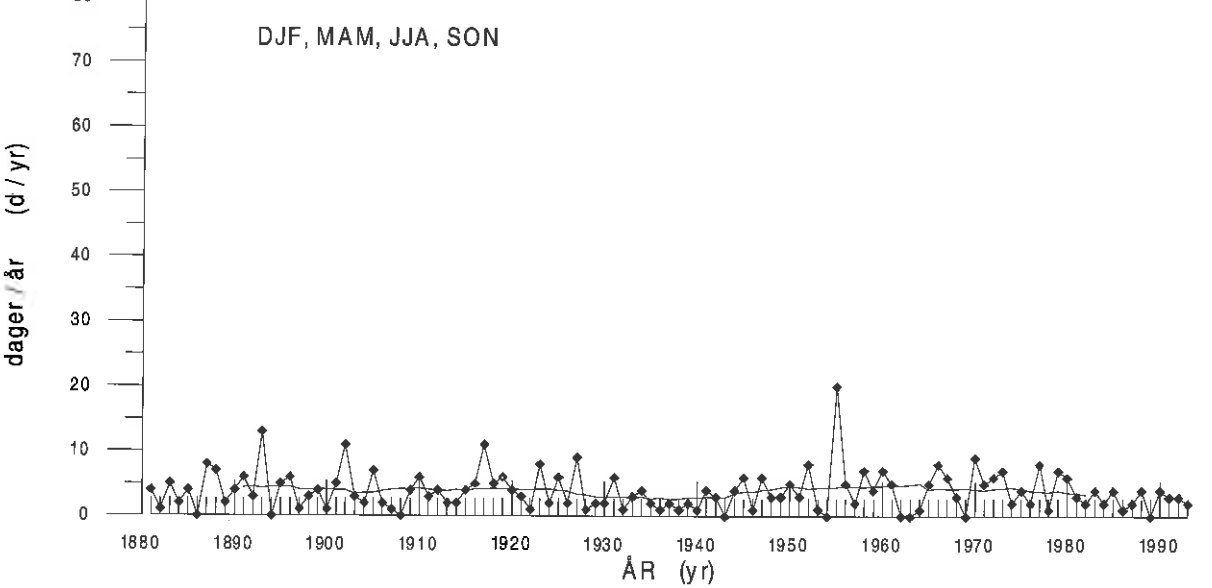
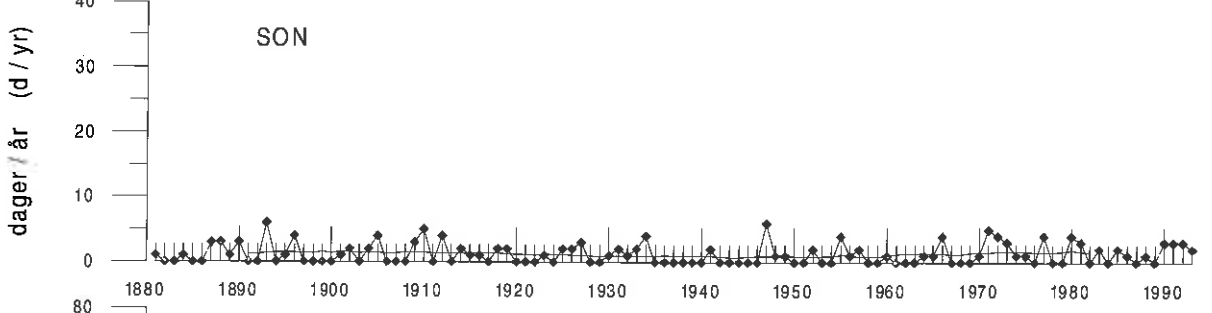
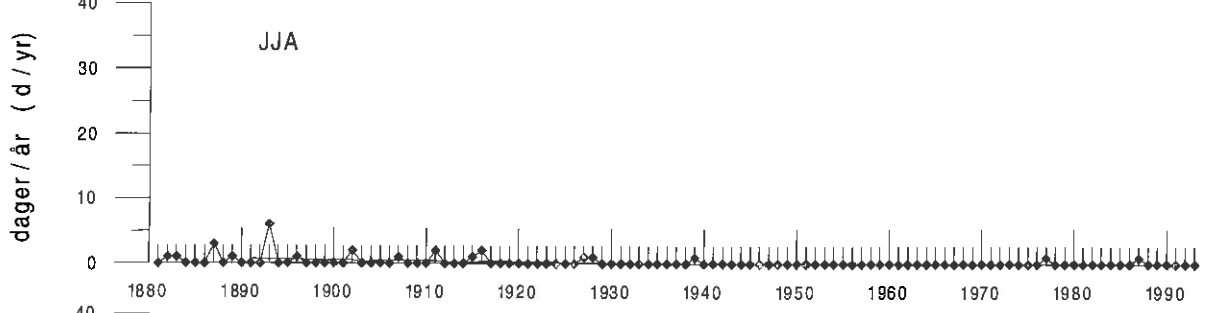
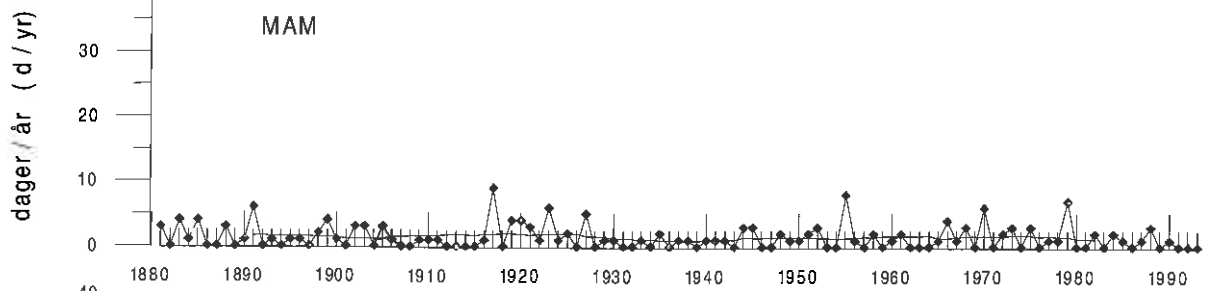
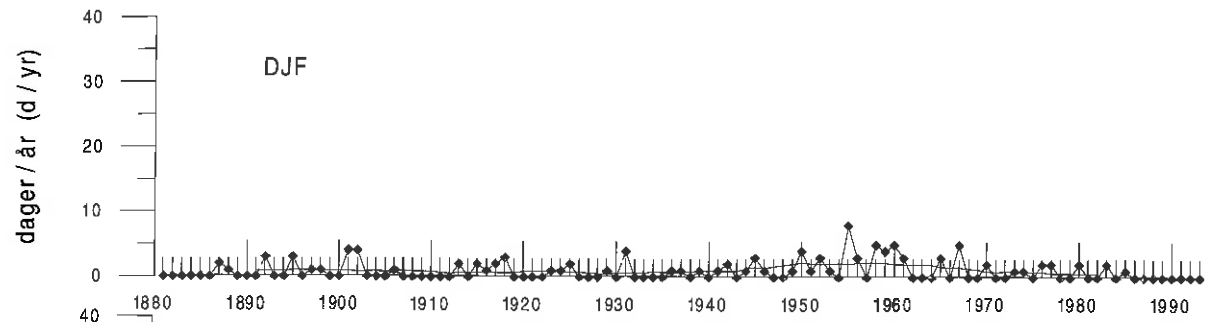
# VÆRTYPE 24

WEATHER TYPE 24



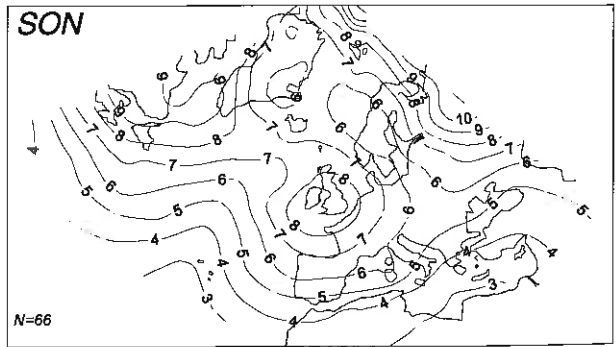
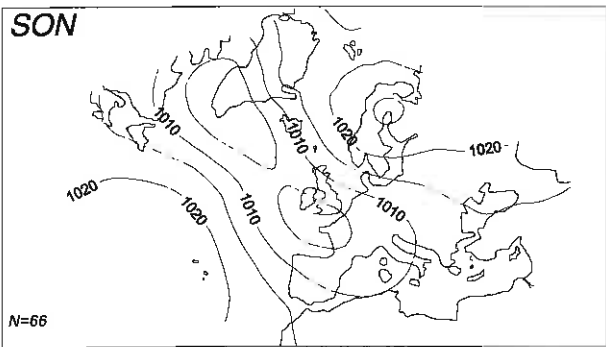
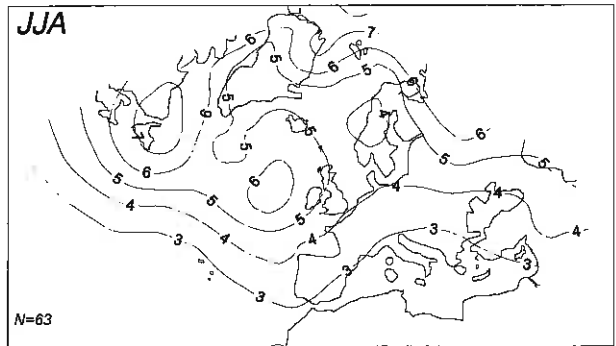
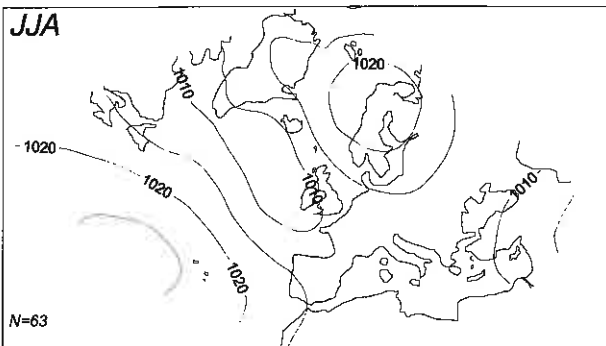
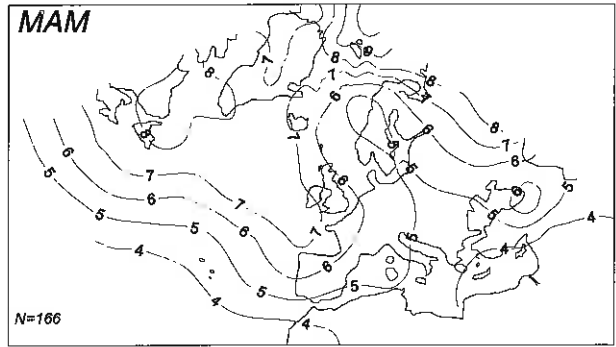
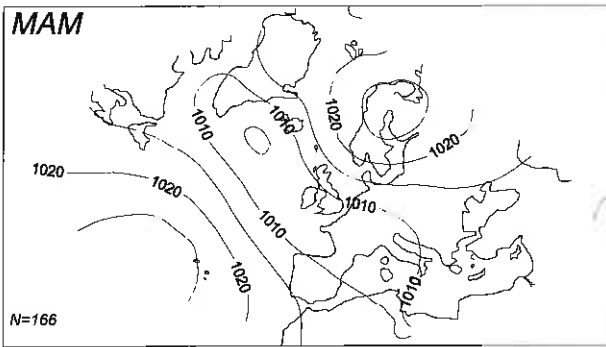
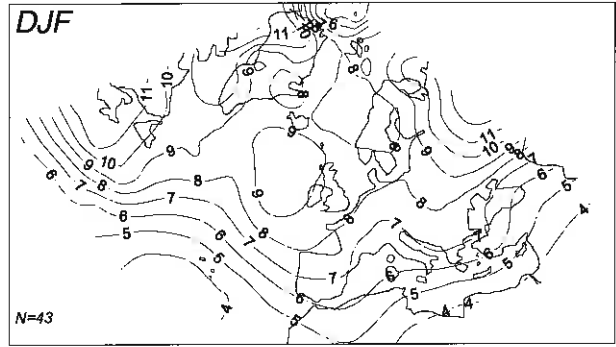
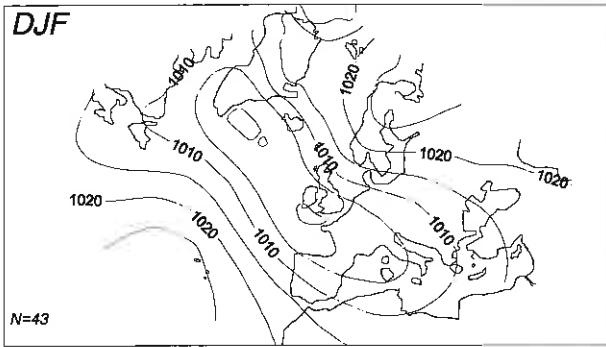
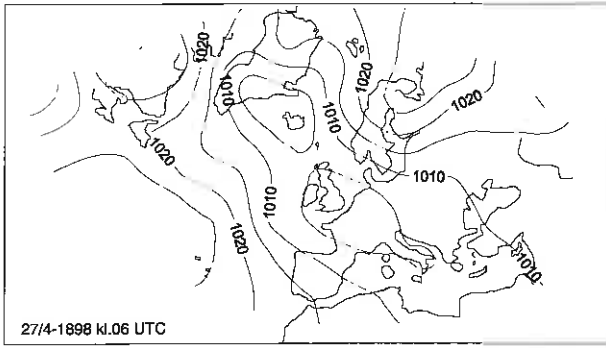


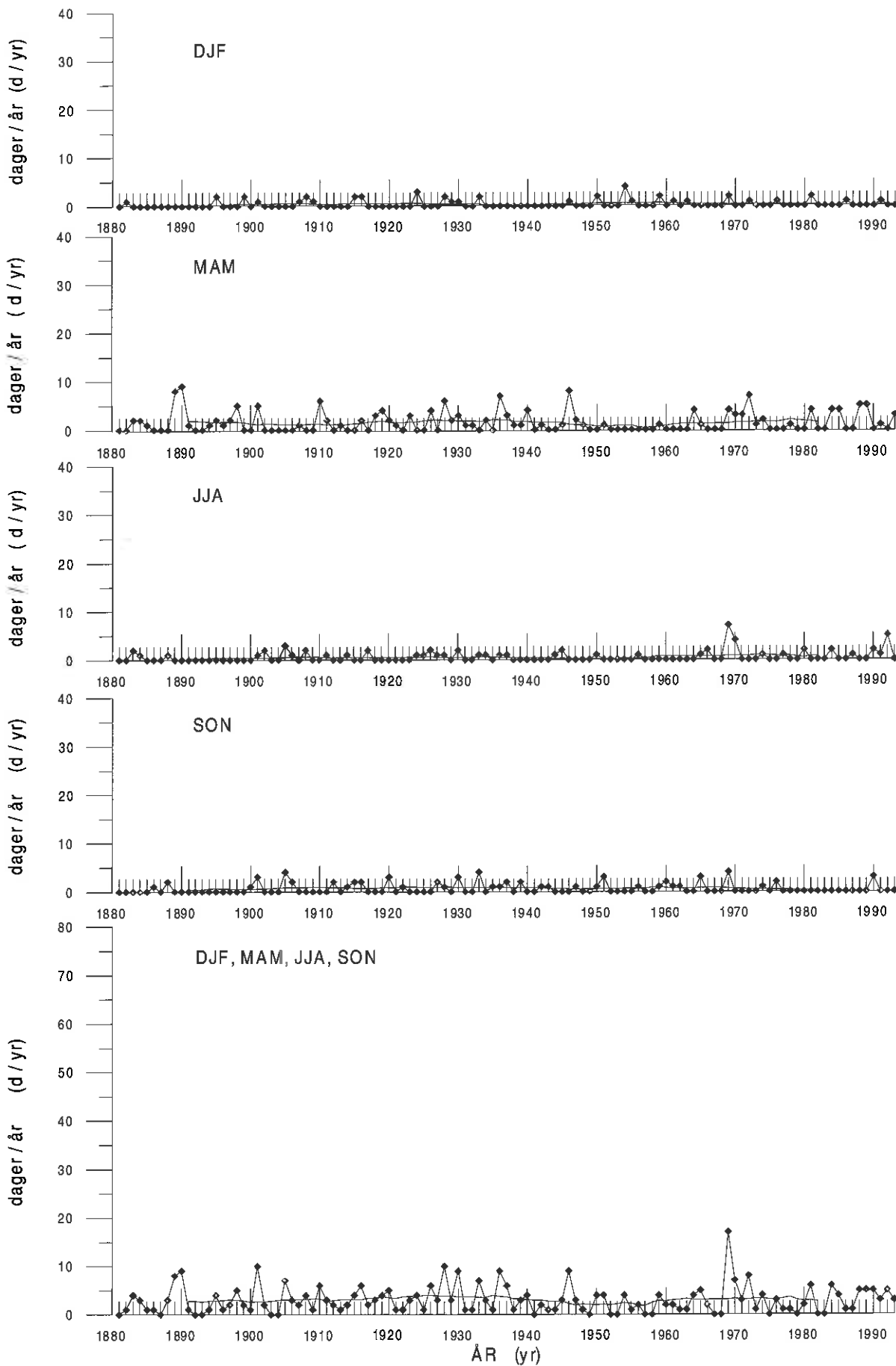




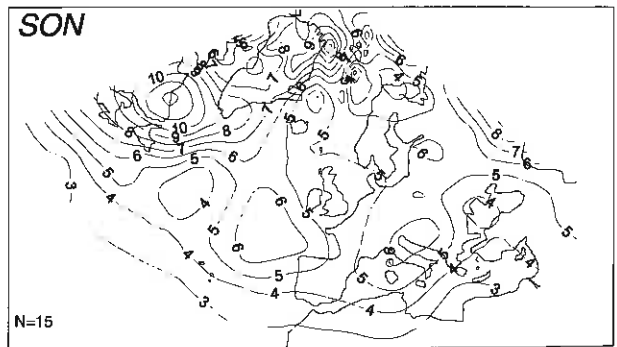
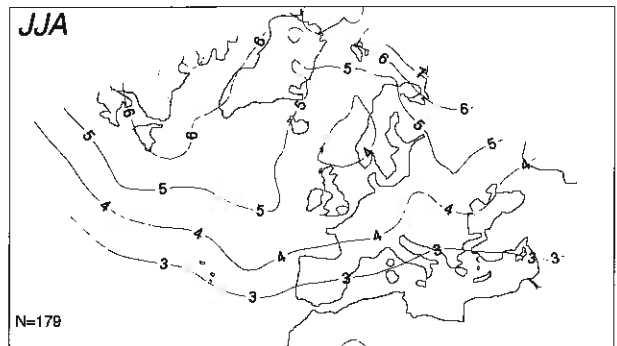
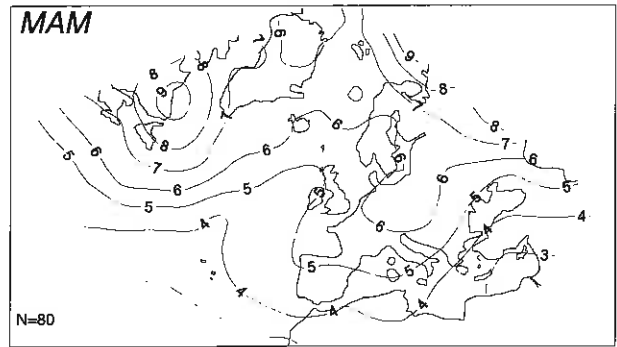
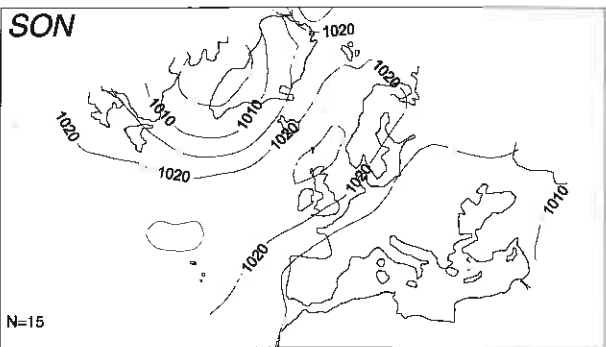
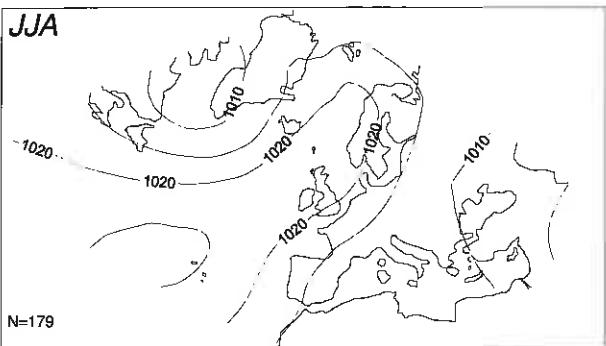
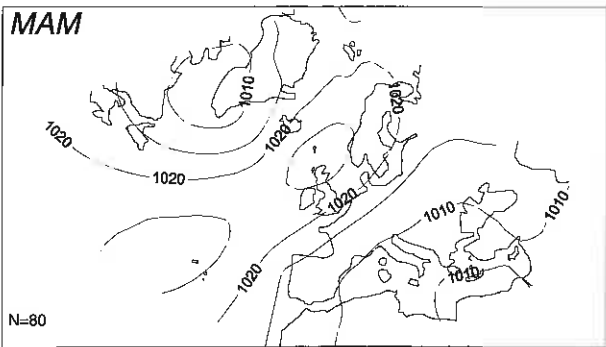
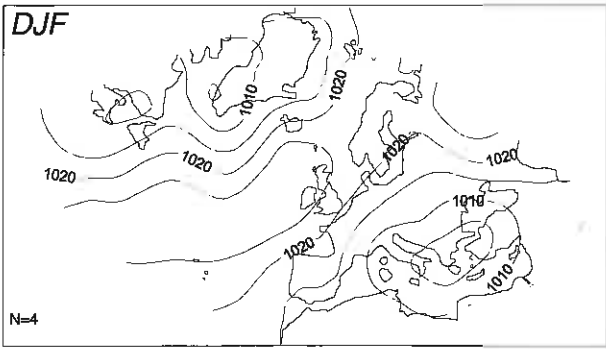
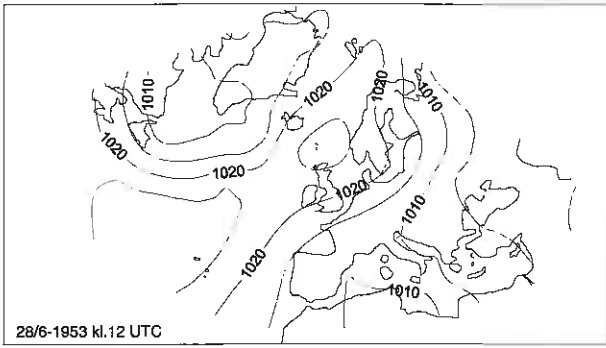
# VÆRTYPE 26

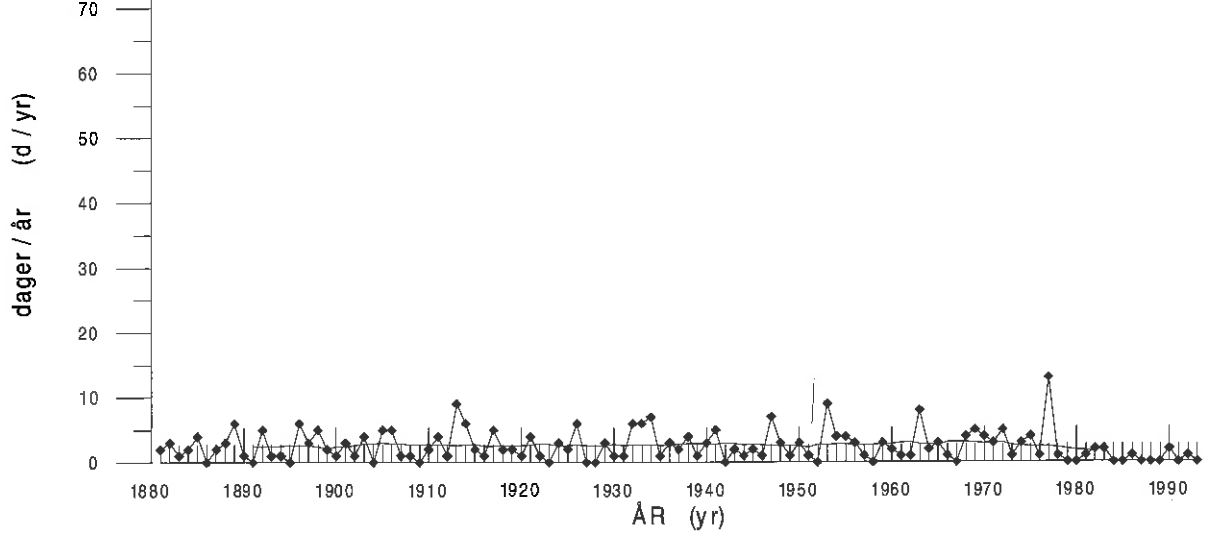
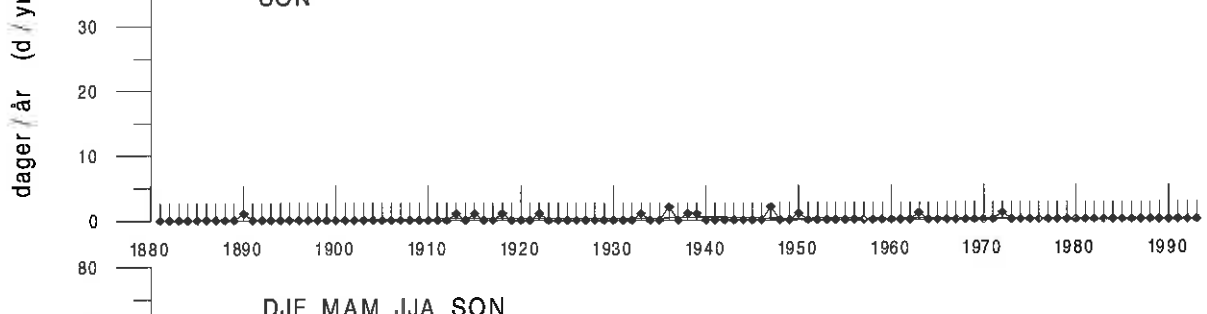
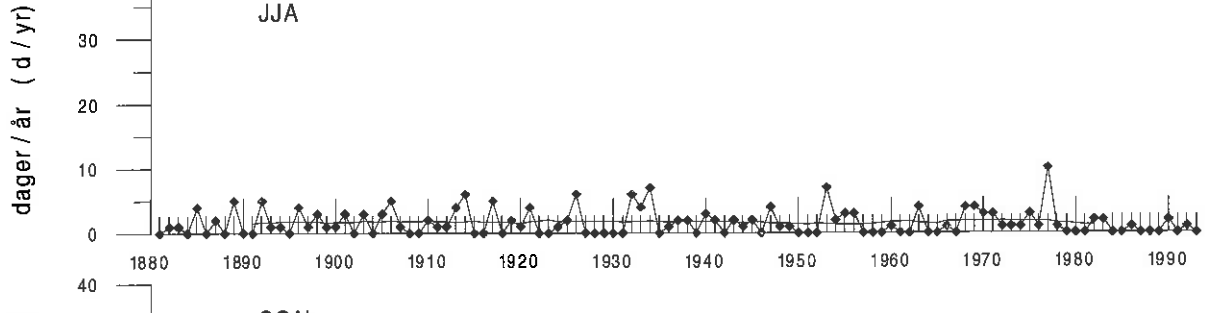
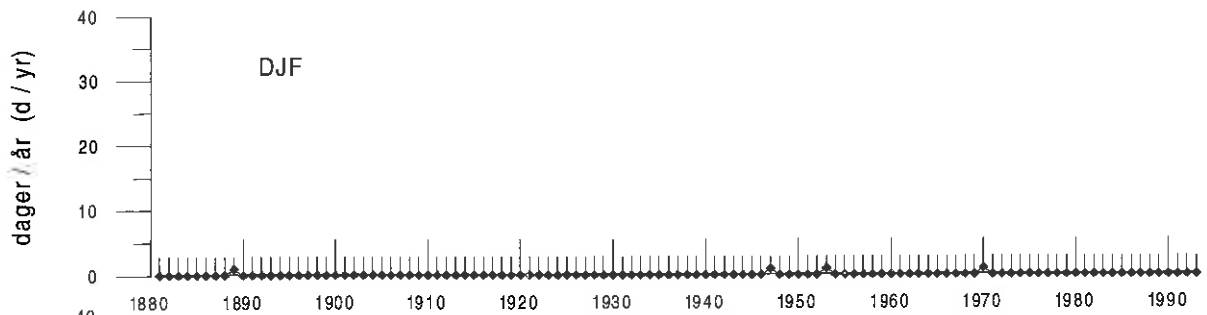
WEATHER TYPE 26





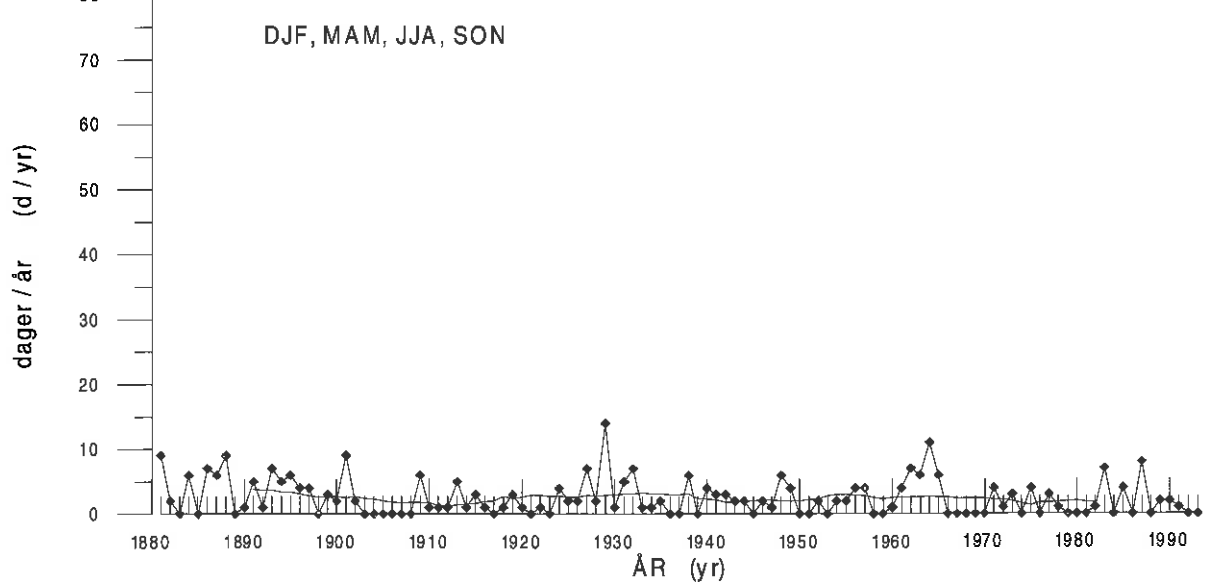
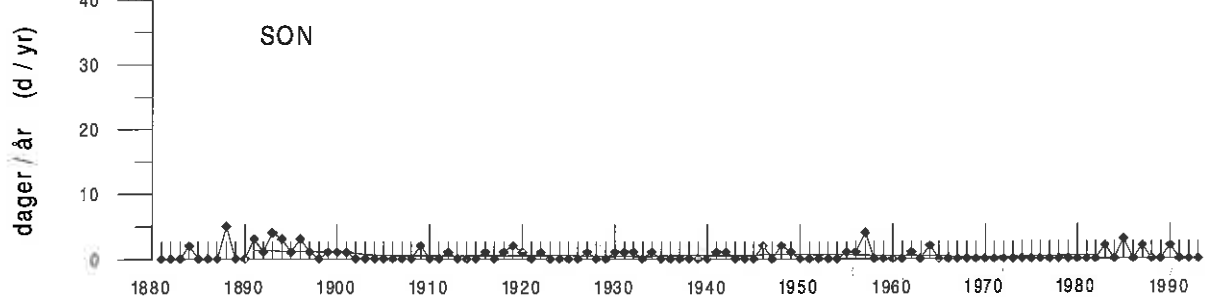
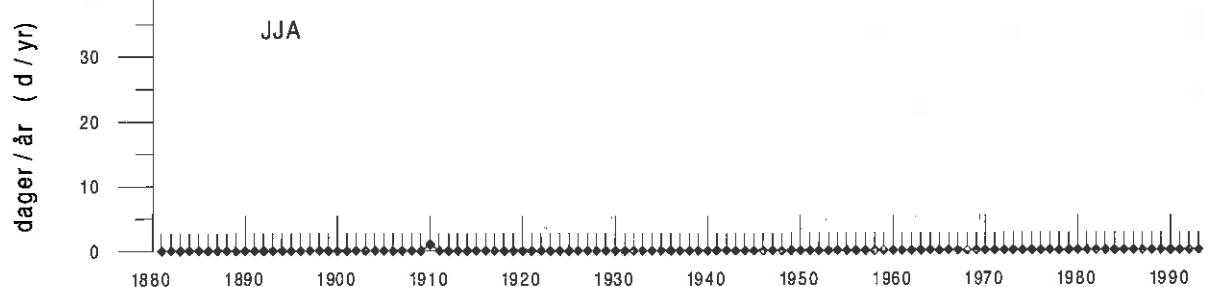
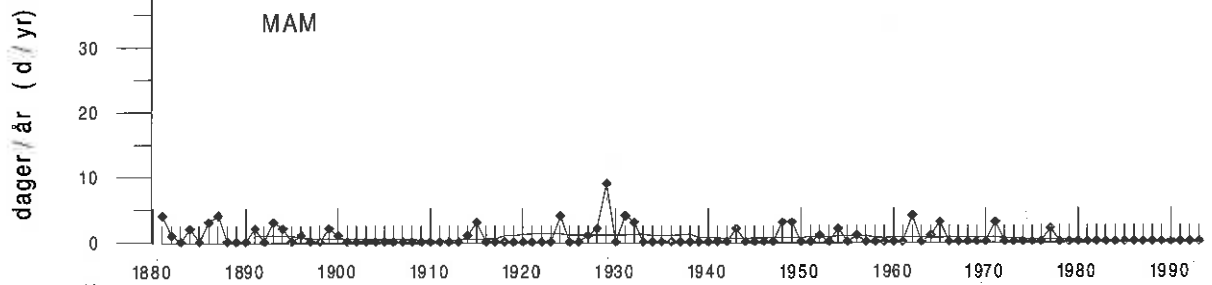
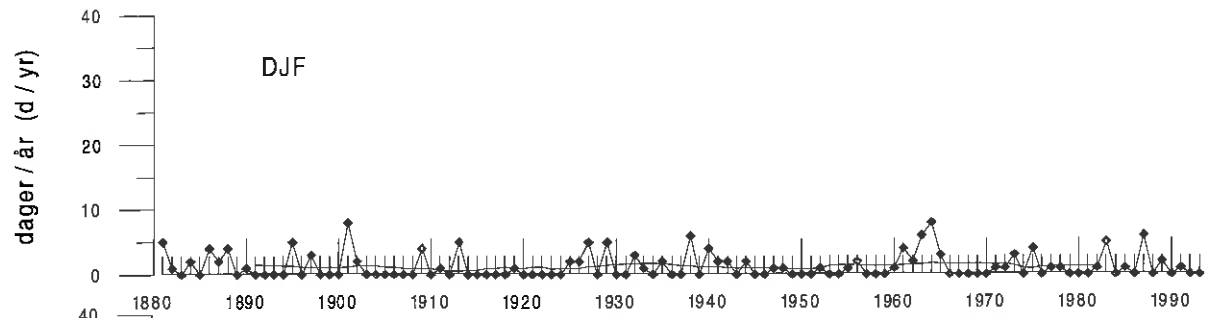
**VÆRTYPE 27**  
WEATHER TYPE 27





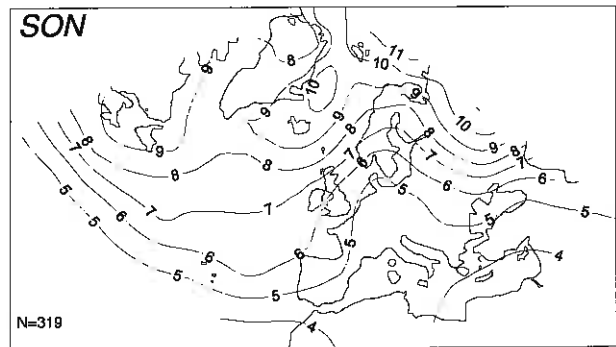
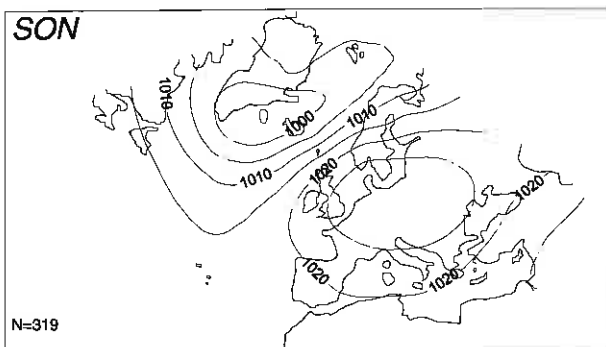
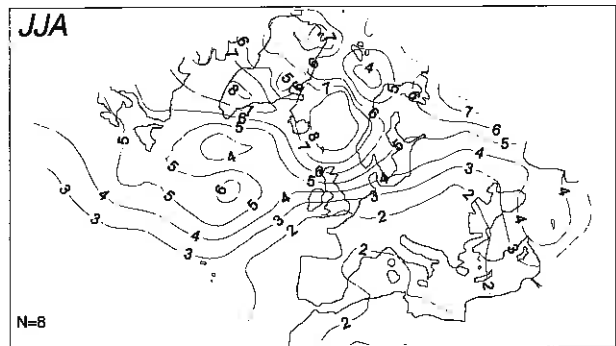
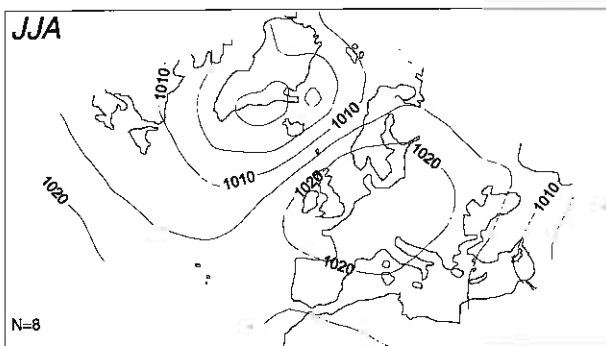
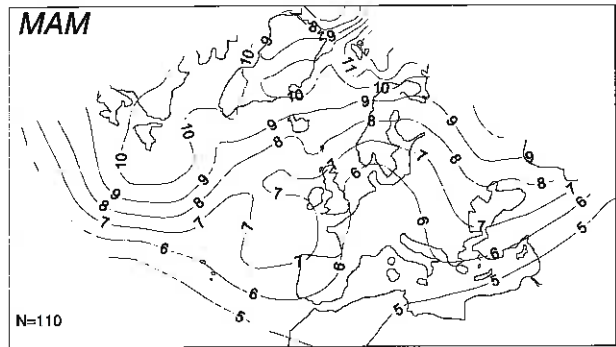
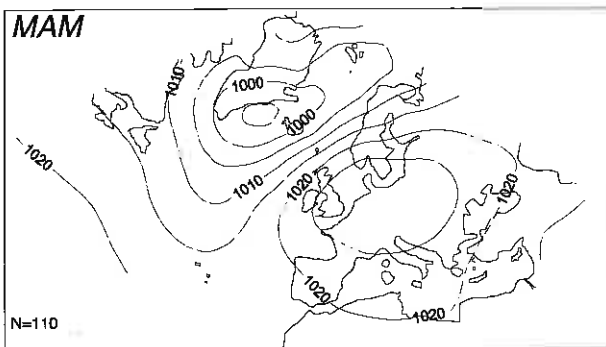
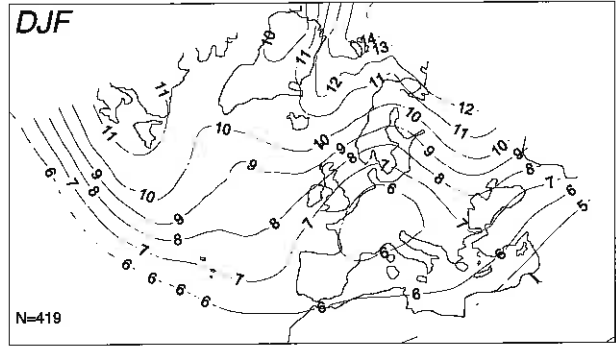
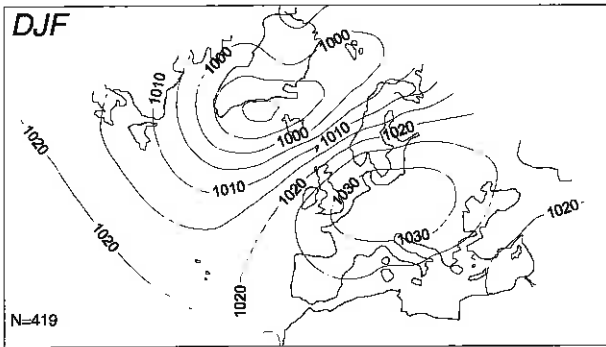
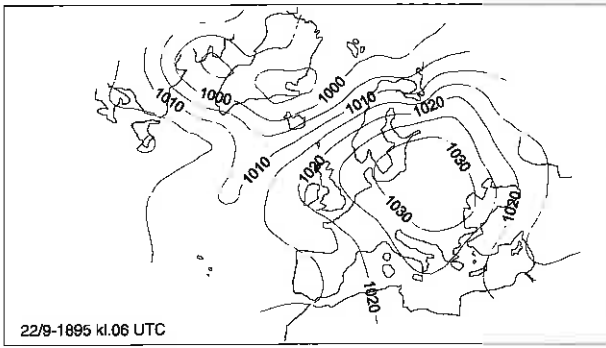


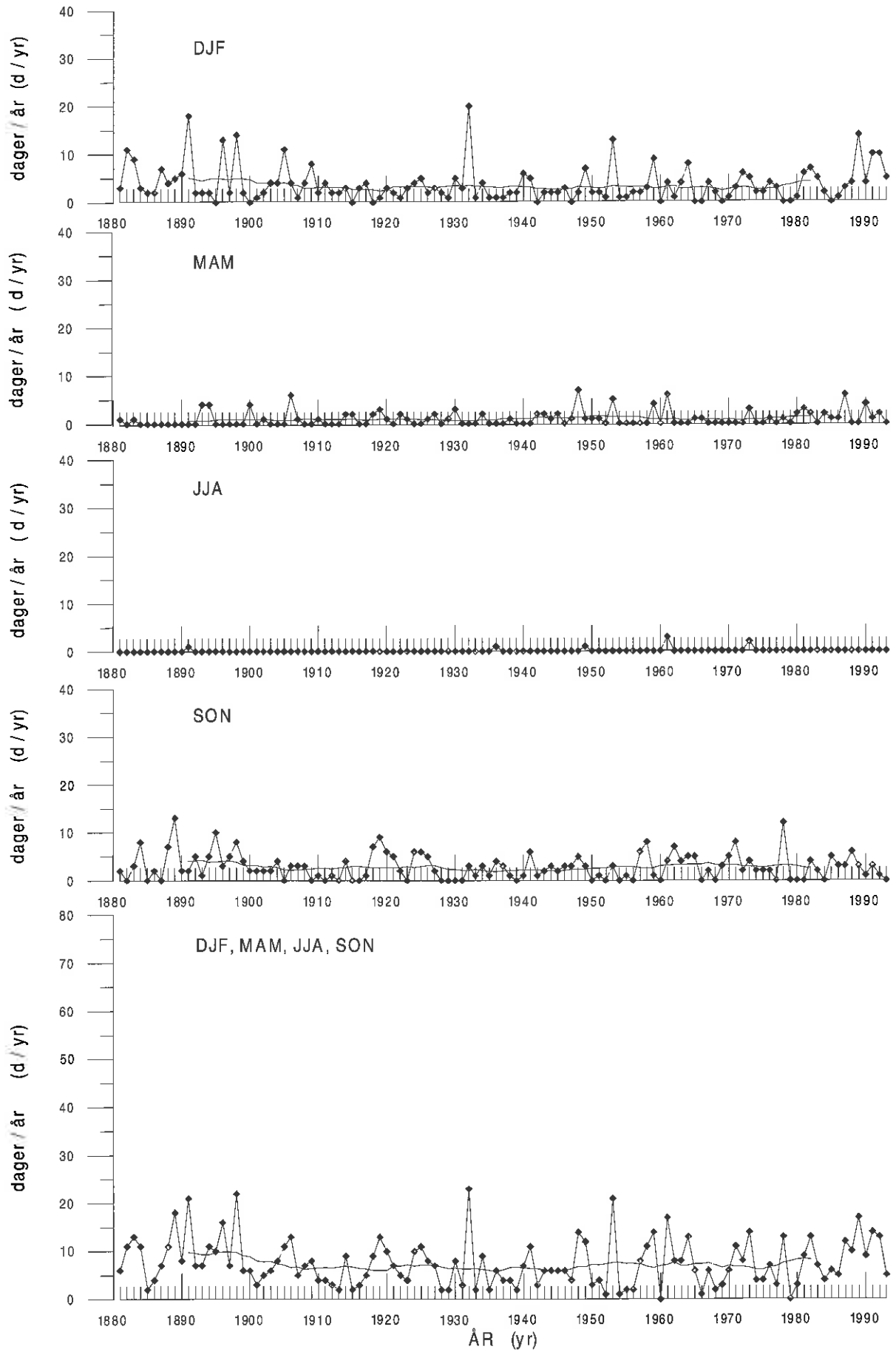




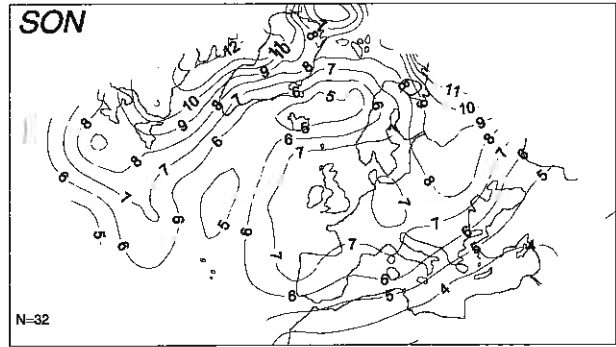
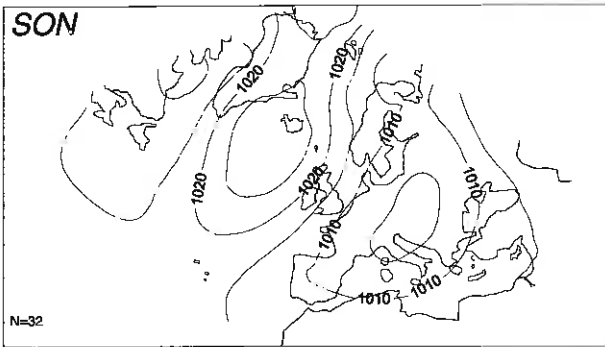
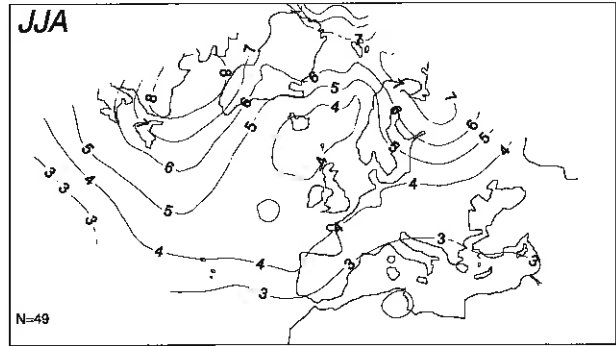
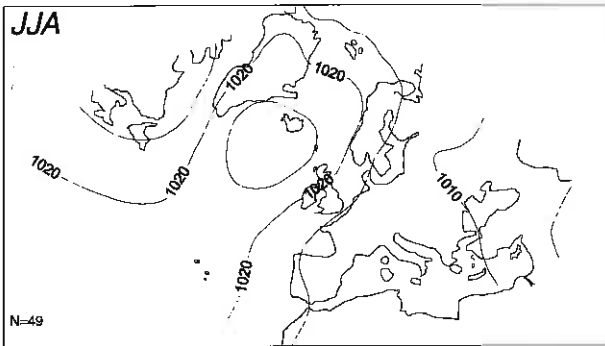
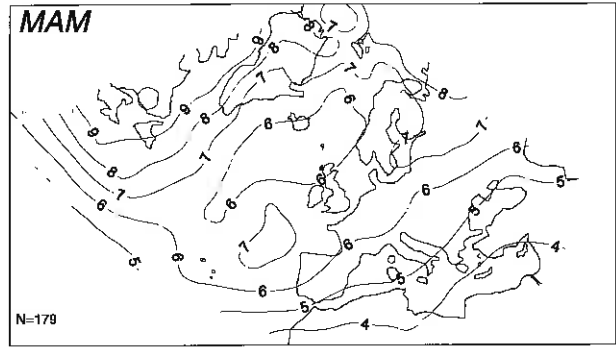
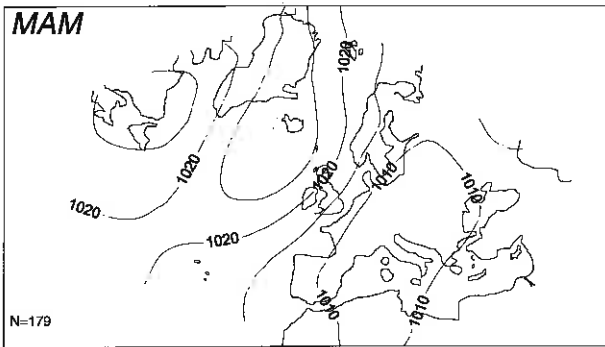
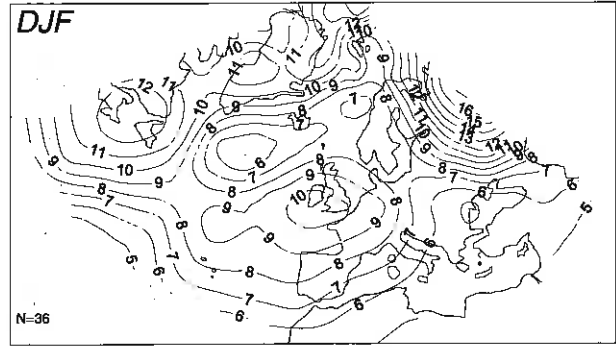
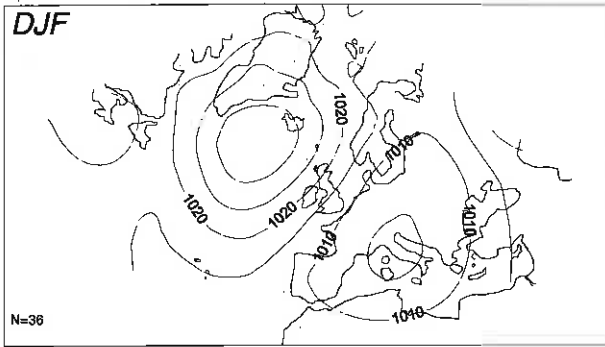
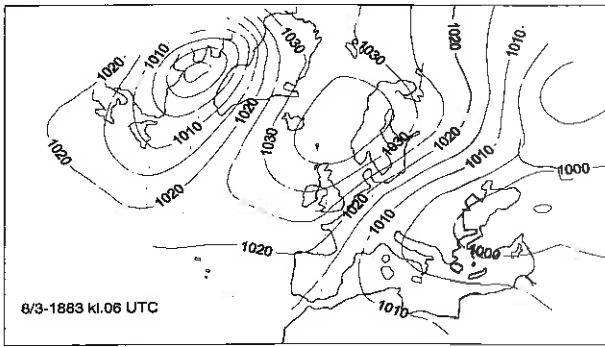
# VÆRTYPE 29

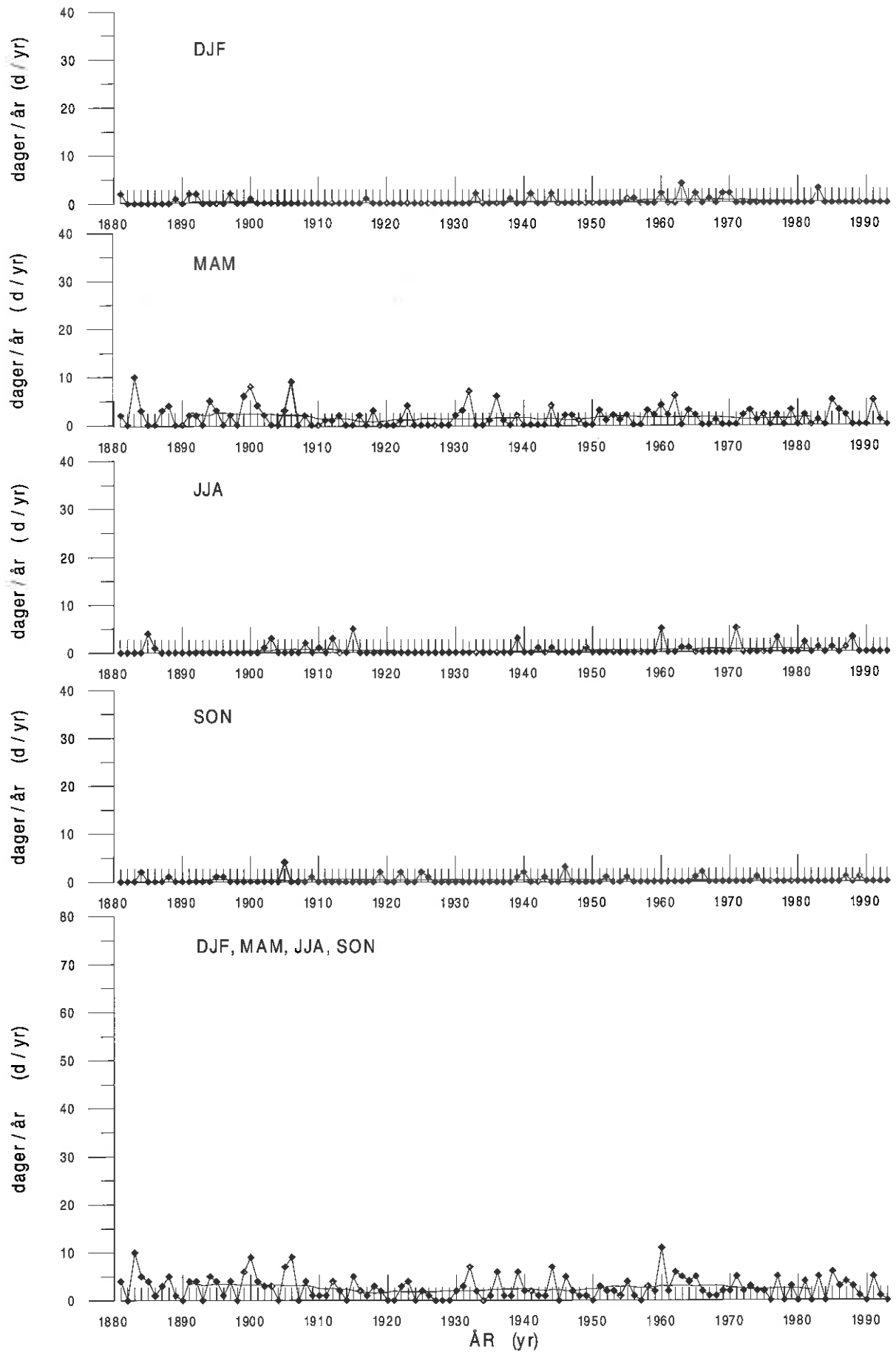
WEATHER TYPE 29



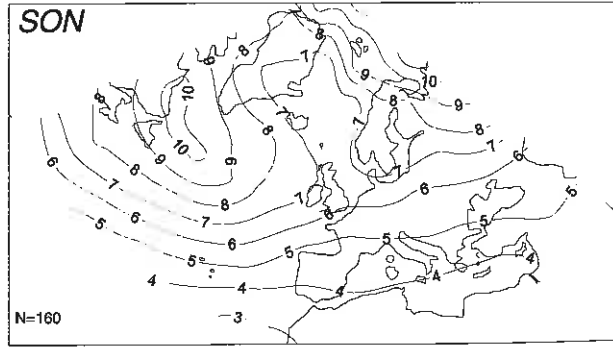
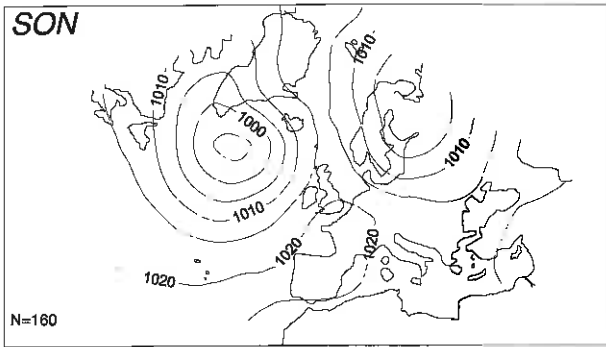
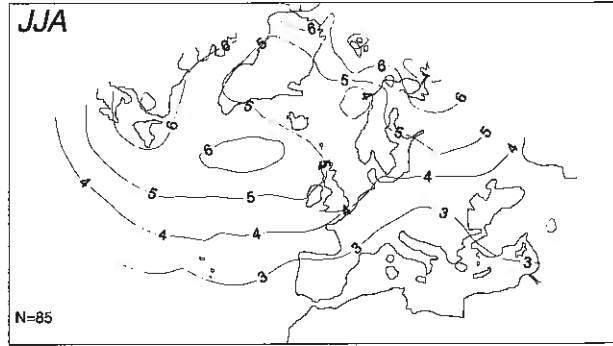
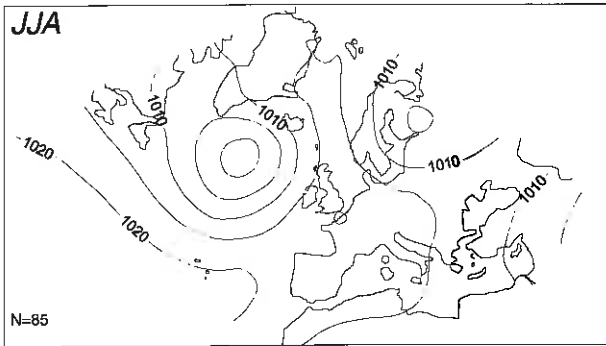
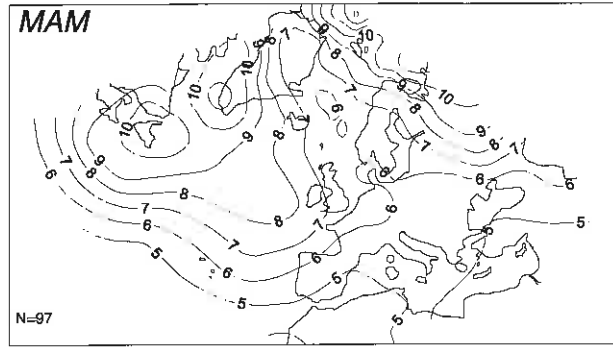
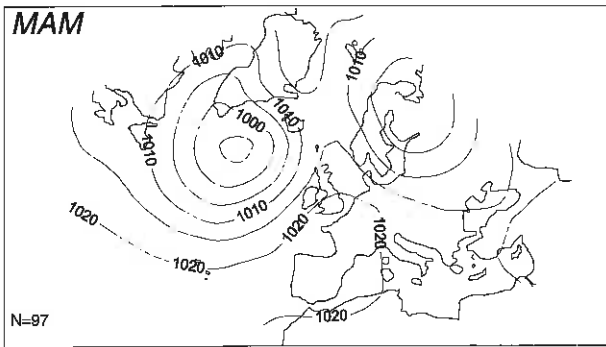
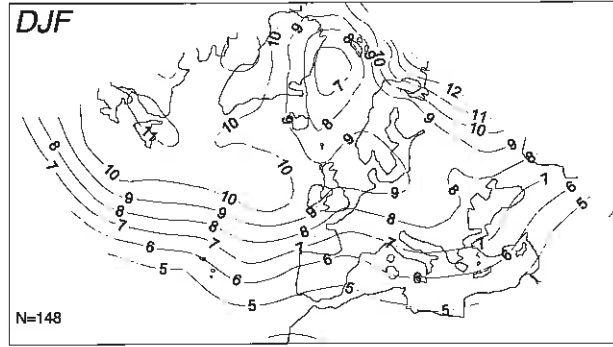
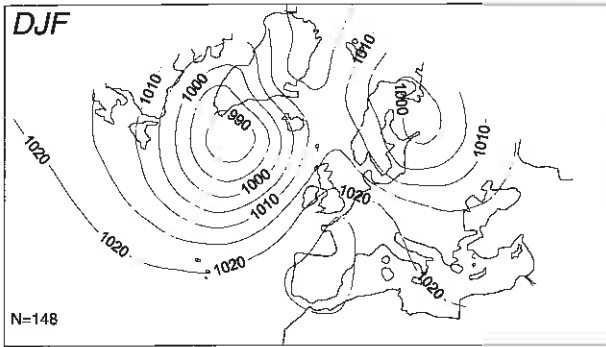
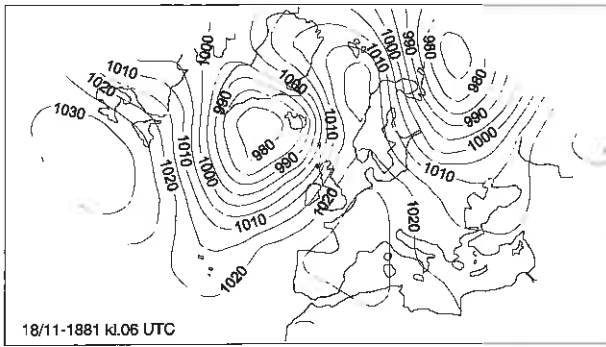


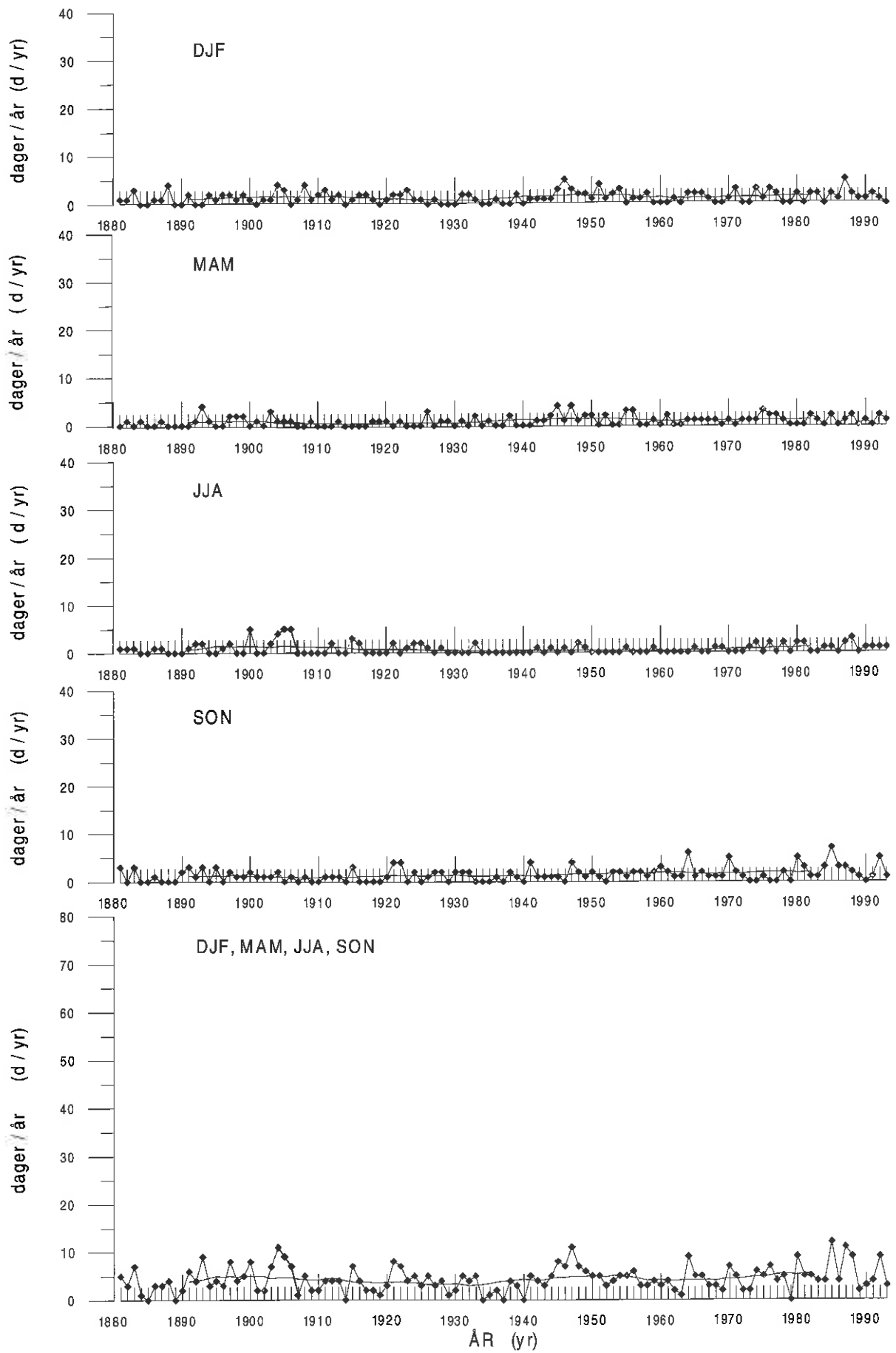
**VÆRTYPE 30**  
**WEATHER TYPE 30**





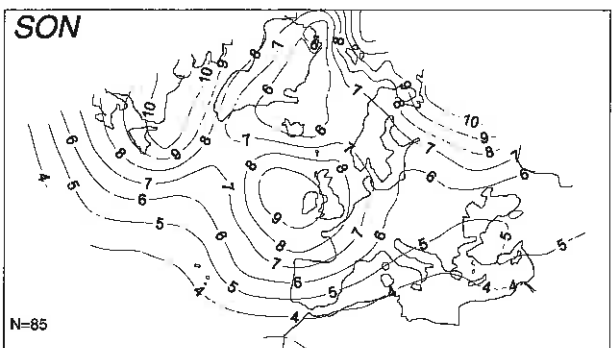
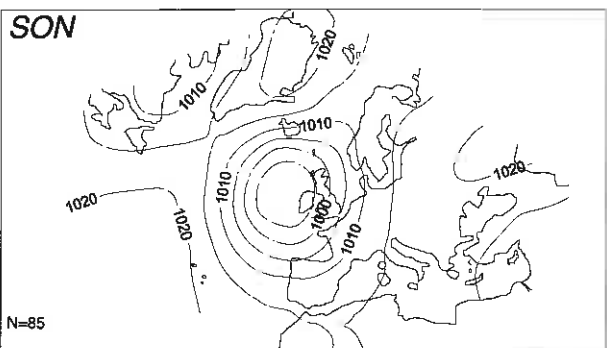
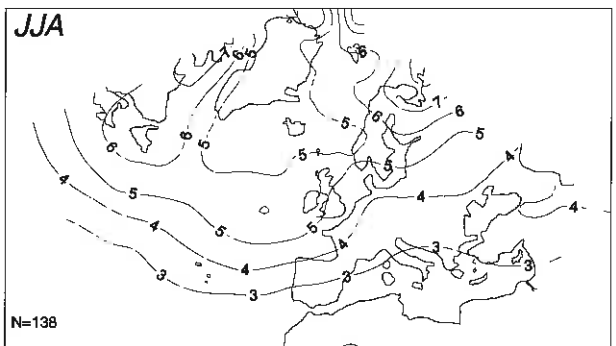
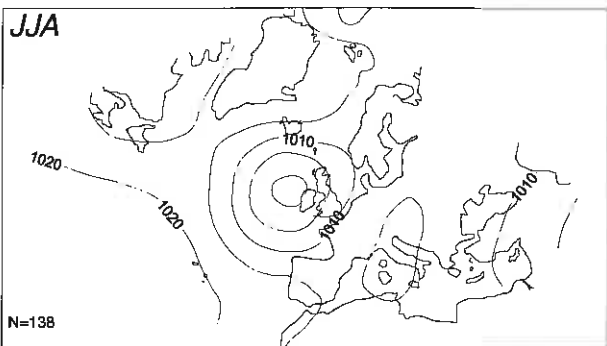
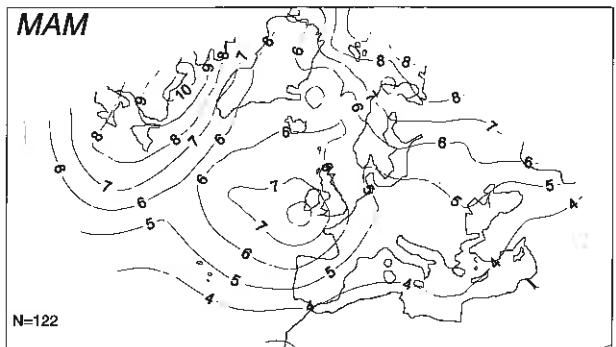
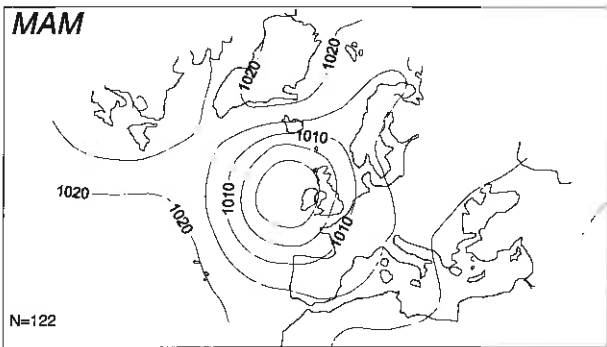
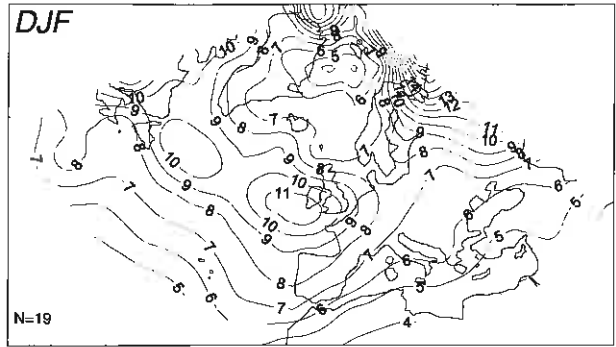
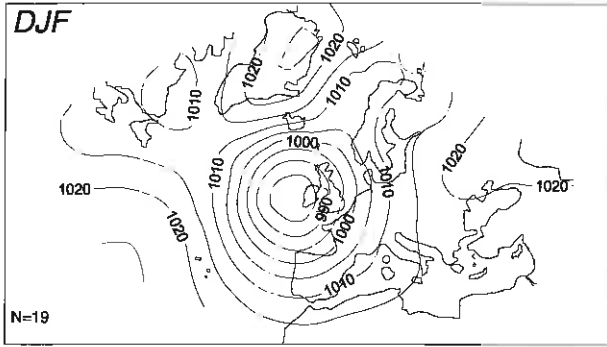
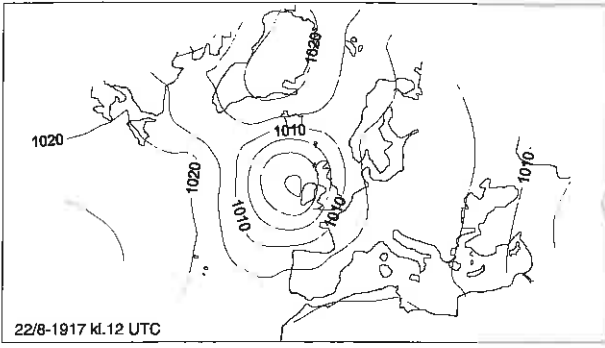
# VÆRTYPE 31 WEATHER TYPE 31

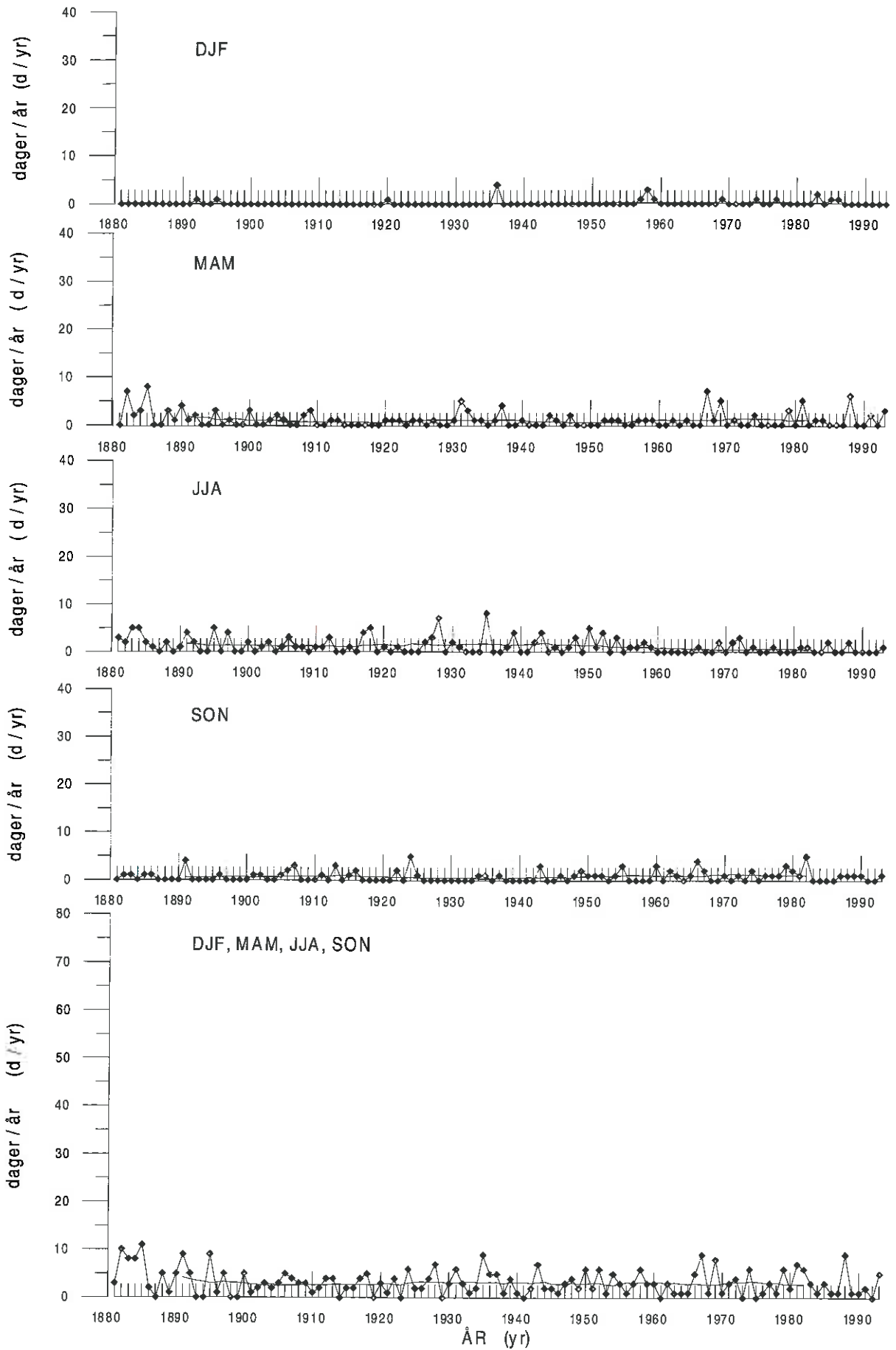






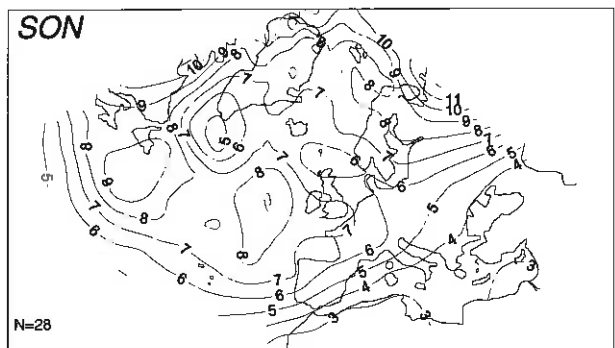
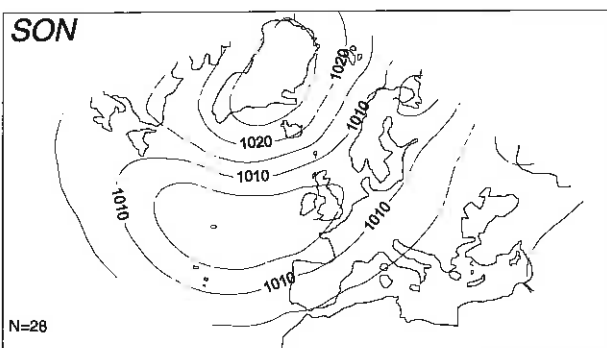
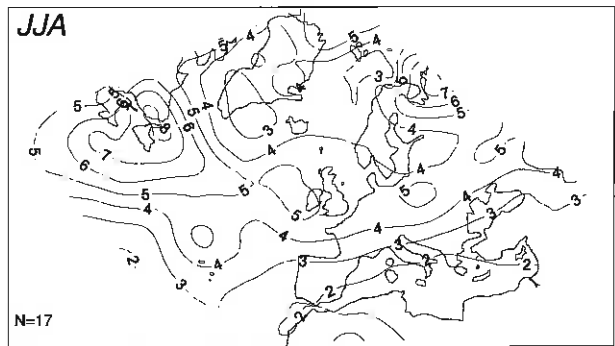
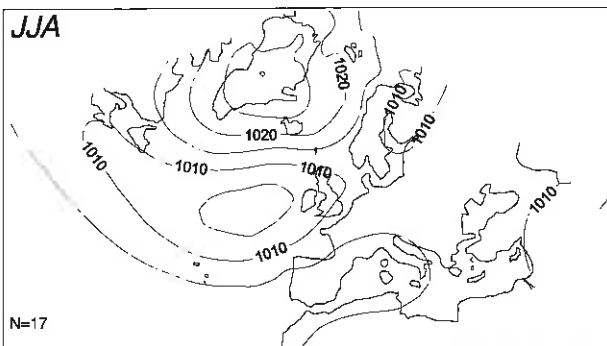
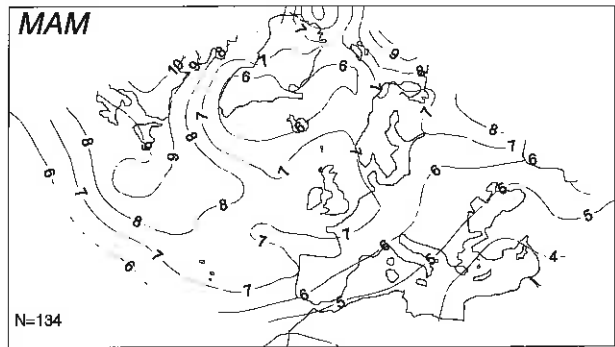
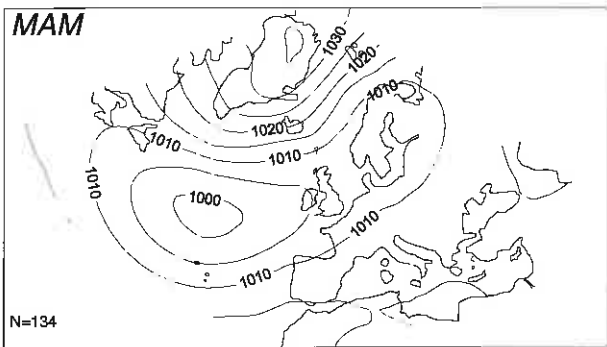
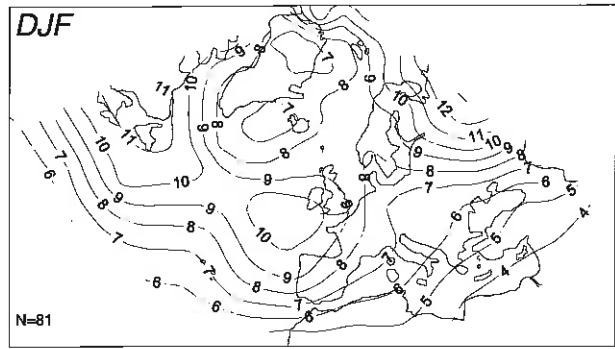
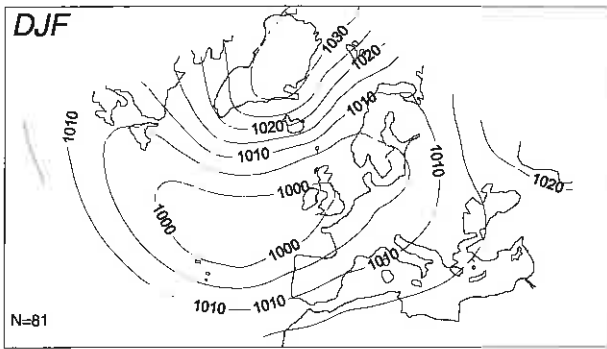
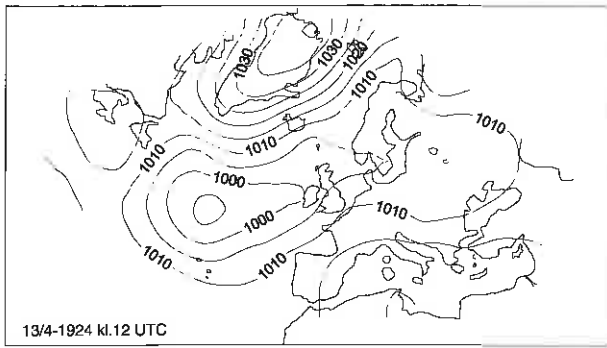
**VÆRTYPE 32**  
**WEATHER TYPE 32**

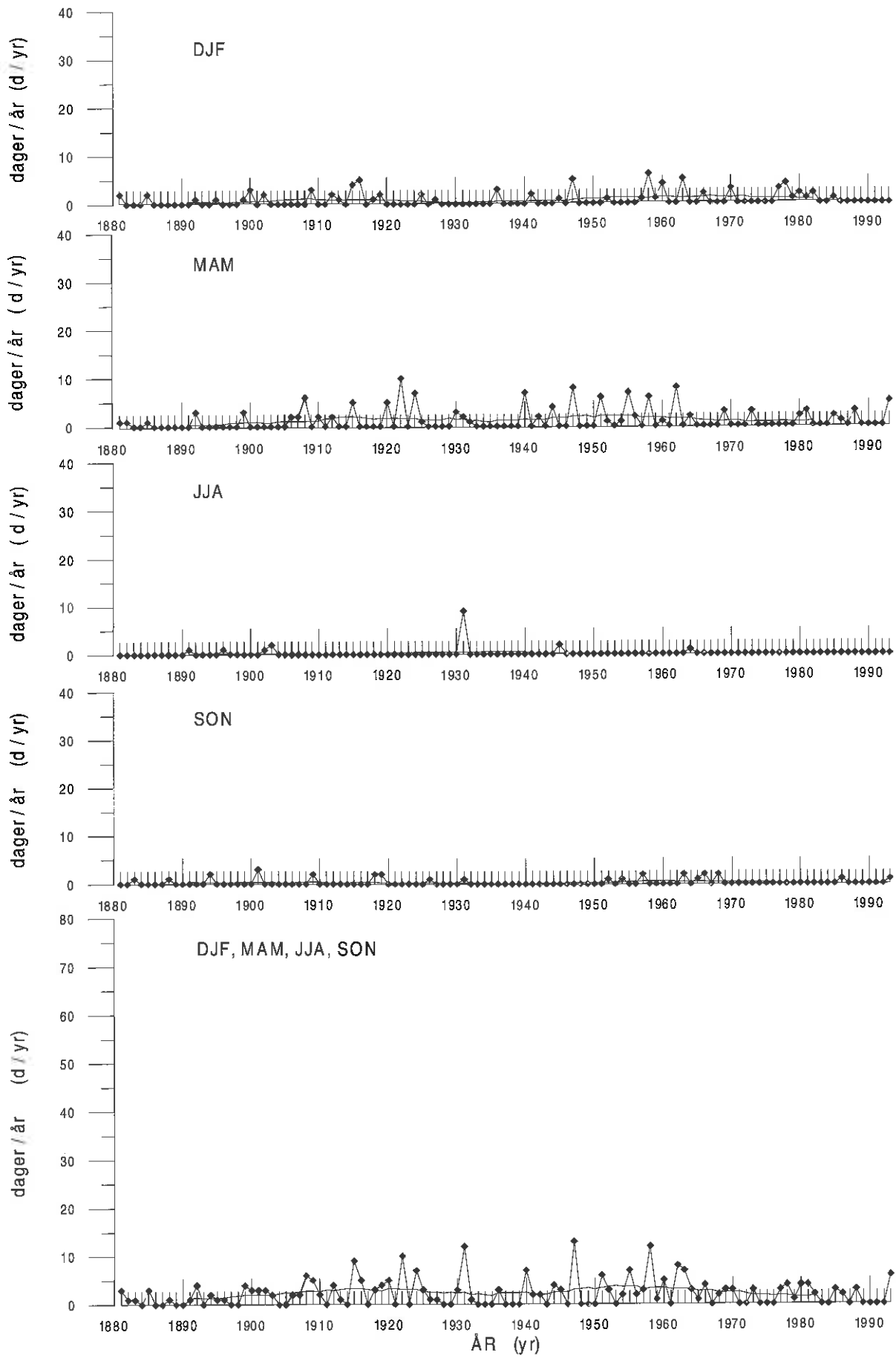




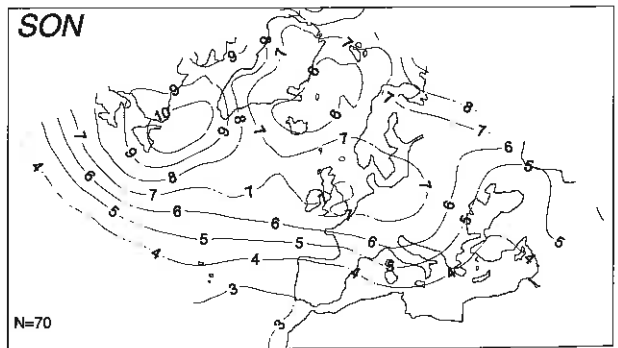
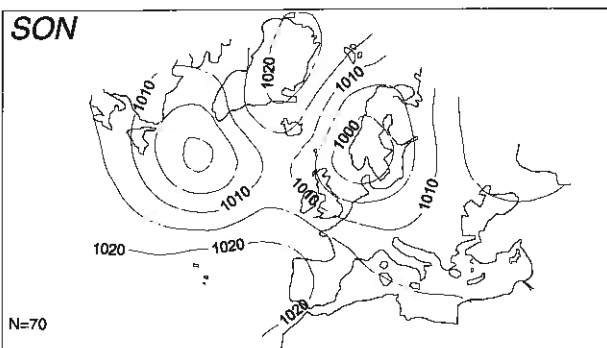
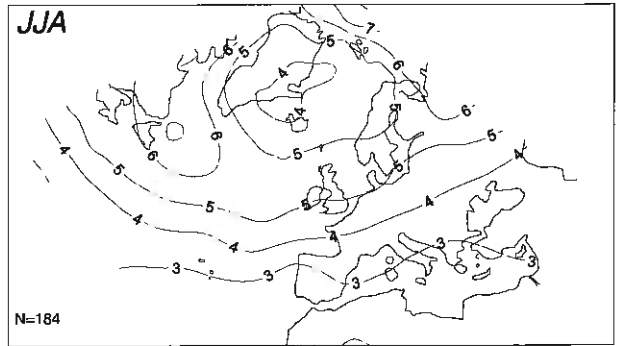
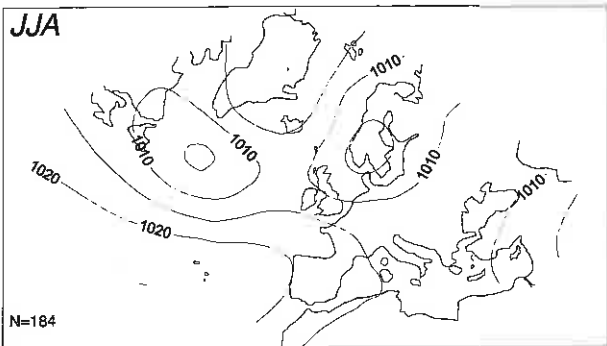
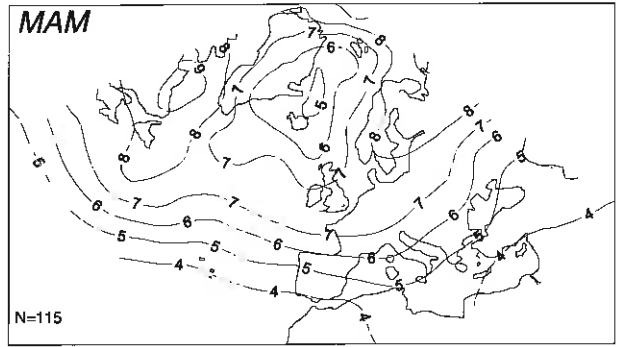
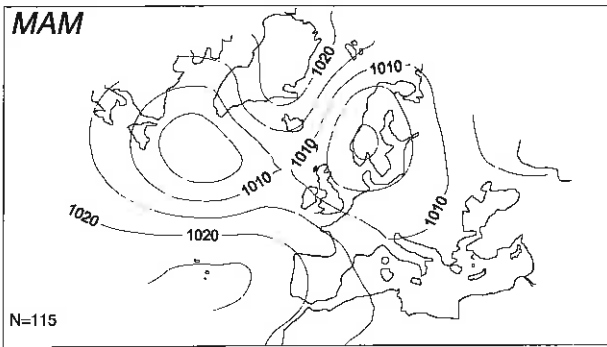
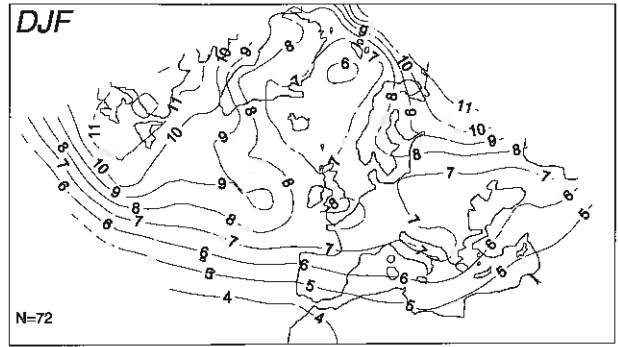
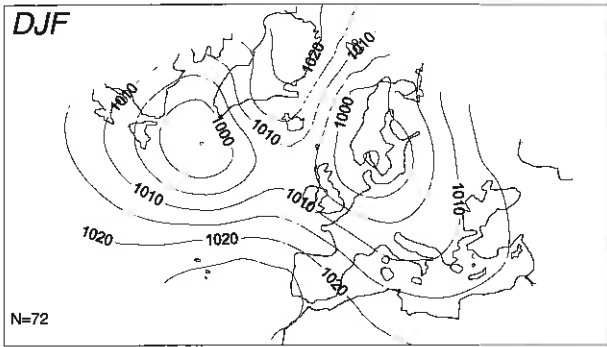
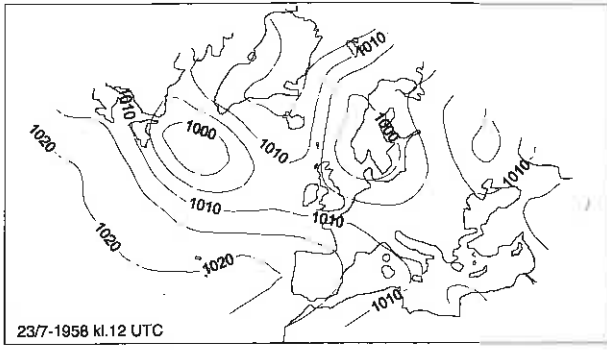
# VÆRTYPE 33

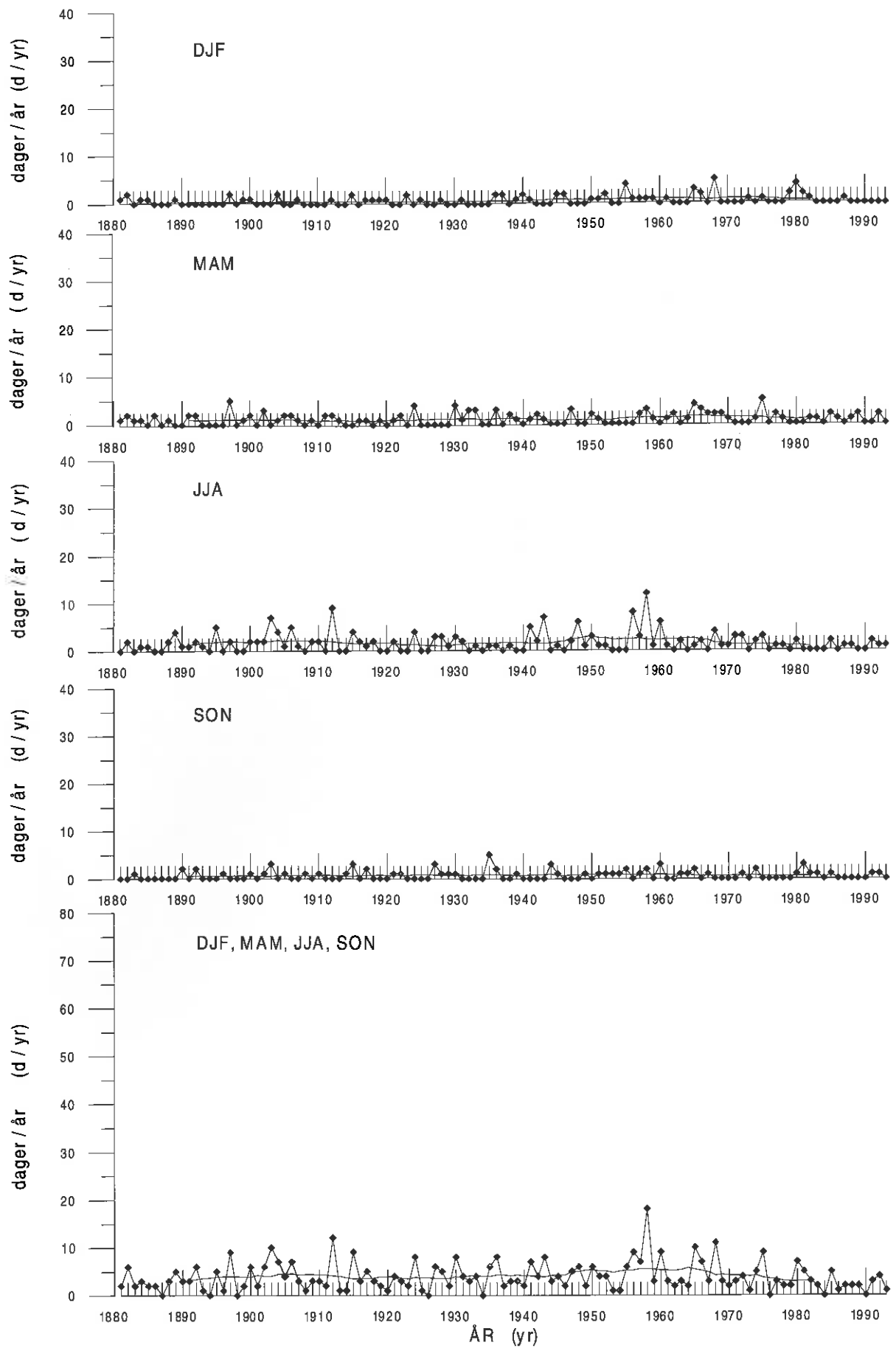
WEATHER TYPE 33





# VÆRTYPE 34 WEATHER TYPE 34





**VÆRTYPE 35**  
WEATHER TYPE 35

