

DNMI DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

# *klima*

LANGTIDSVARIASJONER AV NEDBØR

E.J. FØRLAND, I. HANSEN-BAUER, P.Ø. NORDLI

RAPPORT NR. 02/91



# DNMI - RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
POSTBOKS 43 BLINDERN 0313 OSLO 3  
TELEFON : (02) 60 50 90

ISBN

RAPPORT NR.

02/91 KLIMA

DATO

03.01.1991

TITTEL

LANGTIDSVARIASJONER AV NEDBØR

UTARBEIDET AV

E.J. Førland  
I. Hanssen-Bauer  
P.Ø. Nordli

OPPDRAGSGIVER

VASSDRAGSREGULANTENES FORENING  
DNMI - KLIMAAVDELINGEN

OPPDRAGSNR.

SAMMENDRAG

Nedbørserier fra 151 stasjoner med minst 75 års driftsperiode er testet for homogenitet. Ut fra statistiske kriterier ble det funnet brudd i 99 serier. Den hyppigste årsaken til brudd var flytting av nedbørstolpen. 17 av de homogene nedbørseriene ble analysert for tidstrender ved hjelp av Gaussfilter med standardavvik 3 og 9 år. Analysene viser at det er en tendens til økende årsnedbør og høstnedbør gjennom måleperioden.

Analyser av glidende 30-års middelerverdier viser at ved stasjoner i Vest-Norge er middelerverdiene for normalperioden 1931-60 blandt de laveste verdiene i dette århundret, mens de nye normalene 1961-90 vil bli de høyeste. Forskjellen mellom normalnedbør og langtidsmiddelerverdier kan på årsbasis være opp til 10-15%.

UNDERSKRIFT

*Eirik J. Førland*

Eirik J. Førland  
SAKSBEHANDLER

*Bjørn Aune*

Bjørn Aune  
FAGSJEF

FORORD.

Denne rapporten gir en oppsummering av arbeidet i prosjekt A-176 "Langtidsvariasjoner av nedbør" som Det norske meteorologiske institutt (DNMI) har utført for Vassdragsregulantenens Forening (VR) i 1989 og 1990. I tillegg til bevilgninger fra VR har det vært en stor egeninnsats fra DNMI m.h.t. utvikling av metoder og ikke minst i den praktiske gjennomføring av homogenitets-undersøkelsene.

Ved implementering av "Standard normal homogeneity test" (se kapittel 2.) har DNMI hatt nær kontakt med Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) ved Hans Alexandersson og Bengt Dahlstøm. Metodikk og resultater fra prosjektet er tidligere presentert via NHPs Arbeidsgruppe for "Analyse og kontroll av nedbørdata" (Førland, 1990), samt på to nordiske møter ved SMHI i Norrkøping.

## INNHOLD

FORORD	1
1. INNLEDNING	3
2. METODER FOR HOMOGENITETSTESTING	4
2.1 Innledning.	4
2.2 Regnemaskin-program.	4
2.3 Statistisk metode.	5
2.4 Referanse-stasjoner.	7
2.5 Eksempler på homogenitetstesting.	10
2.6 Prosedyre ved homogenisering.	17
3. HOMOGENITETSTESTING AV LANGE NEDBØRSERIER	18
3.1 Stasjonsdekning.	18
3.2 Anvendelse av homogenitetstesten.	18
3.3 Homogene nedbørserier.	25
3.4 Inhomogene nedbørserier.	26
3.5 Årsaker til inhomogenitet.	27
4. LANGTIDSVARIASJONER AV NEDBØR	30
4.1 Beregning av filter-verdier og kumulative avvik.	30
4.2 Stasjonsutvalg.	49
4.3 Beskrivelse av nedbørvariasjon i Norge etter 1895.	49
5. FORSKJELLER MELLOM NEDBØR I NORMALPERIODEN (1931-60) OG LANGTIDSMIDDEL (1901-90)	51
6. OPPSUMMERING	59
REFERANSER	61

## 1. INNLEDNING.

Modellberegninger for klimaendringer ved dobling av drivhusgassene i atmosfæren antyder en økning av nedbør i Norge av størrelsesorden 10 % frem til år 2030 (Eliassen & Grammelvedt, 1990). Økningen vil etter denne modellen være størst vår og sommer (10-15 %), minst høst og vinter (~ 5%). Det må understrekes at slike modellberegninger er meget usikre, og at det i Norge kan bli store regionale forskjeller i fremtidig nedbørmønster dersom også sirkulasjonsmønsteret endres.

For å kunne sette eventuelle fremtidige endringer i nedbørforhold inn i en riktig sammenheng er det nødvendig å ha kjennskap til :

- a). Hva er "naturlig bakgrunnsnivå" for årstids- og års-nedbør i Norge, dvs. hvilket nivå skal eventuell fremtidig nedbørøkning beregnes ut fra? Eksempelvis er normal nedbør (1931-1960) for noen stasjoner blandt de laveste 30 års-midler som noensinne er registrert i løpet av perioden 1901-1990.
- b). Hvor store er de "naturlige" variasjoner i nedbørhøyde, både fra år til år, og som langtidsmidler.

Uansett om det blir fremtidige klimaendringer eller ikke, er det også for en rekke formål viktig å vite i hvilken grad "normalverdier" kan benyttes som langsiktig dimensjonerings-grunnlag.

Ovennevnte problemstillinger blir diskutert i denne rapporten. Men før man kan trekke slutninger om klimavariasjoner og klimaendringer, må det undersøkes om måleseriene er "homogene" gjennom hele måleperioden. Nedbør oppsamlet i standard nedbørmålere påvirkes av miljøet nær målestedet (bygninger, vegetasjon). Ved snønedbør og kraftig vind fanger standard nedbørmålere opp under halvparten av "sann nedbør", og også for nedbør som regn kan det bli betydelig oppfangningssvikt (NWGP, 1986). For så lange måleserier som er undersøkt i denne rapporten, er det ikke til å unngå at det kan skje endringer i nærmiljøet rundt måleren ved enkelte stasjoner, og at disse endringer kan føre til betydelige forandringer i målerens oppfangningsevne. I tillegg kan det forekomme flytting av nedbørstolpe, endring av måleutstyr (f.eks. påmontering av vindskjerm) etc.

Rapporten beskriver DNMI's opplegg for homogenitetstesting av nedbørserier, og gir også resultater fra testingen samt oversikt over lange homogene nedbørserier.

En foreløpig oversikt over tidsvariasjoner av lufttemperatur og nedbør i løpet av den tiden det har vært instrumentelle meteorologiske målinger i Norge er tidligere publisert av Aune (1989). Resultatene ble gitt både på sesong- og års-basis, og viste bl.a. en tendens til økende høstnedbør, og en klar dreining mot øket høstnedbør i forhold til sommernedbør.

Analyser av tidsserier av avløp i norske vassdrag, viste at det var godt samsvar mellom langtidsvariasjoner i årsavløp og årsnedbør for felt uten betydelig avrenning fra breer (Roald & Sælthun, 1990). På Vestlandet ble det funnet en klar trend mot økende årsavløp. I de øvrige regioner ble det bare funnet mer kortsiktige trender.

## 2. METODER FOR HOMOGENITETSTESTING

### 2.1 Innledning.

Det er en kjent sak at nedbørmålinger påvirkes av miljøet rundt måleren og at de derfor i de fleste tilfeller er utsatt for systematiske målefeil. Feilene kan vanskelig korrigeres, men dersom målingene blir gjennomført i et uendret miljø, vil ikke feilene endre seg med tiden. Måleserien sies da å være homogen. Homogene måleserier kan brukes i statistiske undersøkelser av nedbørvariasjonen gjennom observasjonsperioden.

Flytting av en nedbørmåler eller endringer i nærmiljøet omkring måleren sies å føre til brudd i måleserien dersom målerens evne til å fange opp nedbør forandres. Måleserier med brudd betegnes som inhomogene. Brudd i måleserier kan maskere eller forsterke reelle endringer i nedbørforholdene, og inhomogene serier bør ikke benyttes til å beskrive nedbørvariasjoner gjennom tidsrom som omfatter brudd.

### 2.2 Regnemaskin-program.

For å granske homogenitet, er det ved DNMI utviklet spesielle regnemaskin-program. Programmene har følgende hovedfunksjoner:

- 1) Doble masse-kurver. Akkumulert nedbør på en stasjon som er under testing (test-stasjon) blir i et diagram sammenlignet med akkumulert nedbør på en eller flere nabostasjoner (referanse-stasjoner). Eksempler på slike diagram er vist i figurene 2.3 (inhomogen stasjon) og 2.5 (homogen stasjon). Bruddet (fig. 2.3) viser seg som en endring i vinkelkoeffisienten for en linje som er trukket mest mulig i samsvar med punktene på masse-kurven. Doble massekurver gir et visuelt bilde av hvordan nedbøren endrer seg på test-stasjonen relativt til referanse-

stasjonene, men metoden inneholder ingen kriterier for signifikans.

- 2) Signifikanstest for brudd. Testen avgjør objektivt om et tilsynelatende brudd i måleserien er reelt, dvs. har sin årsak i endrede oppfangingsvilkår for måleren, eller om det skyldes tilfeldige variasjoner i nedbøren. Den testen som er lagt inn i programmet (Standard normal homogeneity test) har vært benyttet tidligere ved Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (Alexandersson, 1986). Testen beskrives nærmere i avsnitt 2.3.
- 3) Korreksjon av inhomogene stasjoner. Programmet beregner korreksjonen for stasjoner som har ett og bare ett brudd i observasjons-rekken. (Programmet kan også brukes for stasjoner som har flere brudd. Perioden må da deles opp og korreksjoner finnes for hvert enkelt brudd ved flere kjøringar av programmet).

### 2.3 Statistisk metode.

Doble masseanalyser har vist at for homogene stasjoner passer en rett linje godt som regresjonskurve mellom nabostasjoner. Langs regresjonslinjen er forholdet mellom nedbøren på teststasjon og referanse-stasjon konstant. Det er derfor naturlig å bruke forholdet mellom nedbøren på nabostasjoner også i signifikanstesten. En serie av forholdstall,  $q_i$ , mellom teststasjonen og referanse-stasjonen beregnes. Indeksen,  $i$ , markerer tidsskritt, som i dette tilfellet er lik ett år.

En standardisert serie av disse forholdstallene  $z_i$  beregnes:

$$(2.1) \quad z_i = (q_i - \bar{q}) / s_q$$

Her er  $\bar{q}$  og  $s_q$  henholdsvis middelveidien og standardavviket til forholdstallene  $q_i$ . Dermed får  $z$  middelveidi = 0 og standardavvik = 1. Videre antas at  $z$  er normalfordelt.

To hypoteser settes frem:

$H_0$  Nullhypotese: Hele serien er homogen og har således middelveidi = 0 og standardavvik = 1.  $z$  er dessuten normalfordelt.

$H_1$  Alternativ hypotese: Serien er inhomogen i observasjonsperioden  $n$ , og har et brudd ved slutten av året  $m$  slik at de  $m$  første årene i serien har middelveidi =  $\mu_1$  og de  $n - m$  siste årene har middelveidi =  $\mu_2$ . Standardavviket er 1 i hver av de to delperiodene.

En test-parameter  $T$  beregnes for hvert av de  $n$  årene i tidsserien (Alexandersson, 1986):

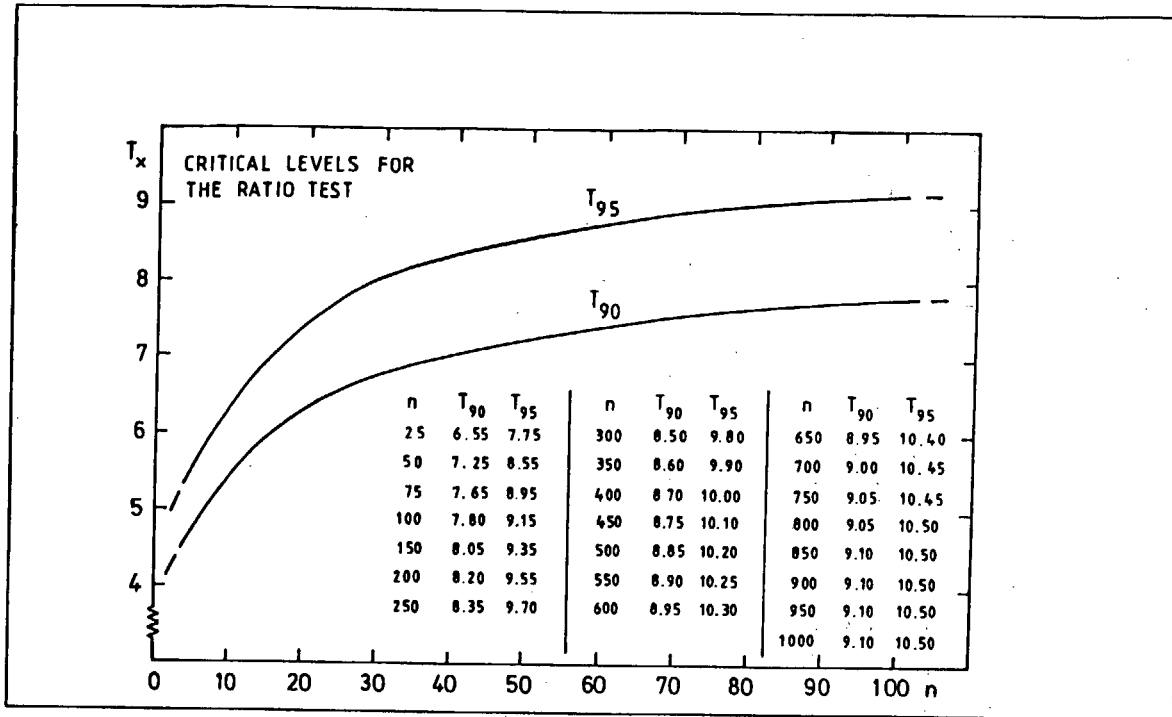
$$(2.2) \quad T(m) = m\bar{z}_1^2 + (n - m)\bar{z}_2^2, \quad m=1, 2, \dots, n$$

der  $\bar{z}_1$  er middelveidien i de  $m$  første årene og  $\bar{z}_2$  i de  $(n - m)$  siste. En høy  $T$ -verdi i år  $m$  innebærer at de midlere standardiserte forholdstallene gjennom årene før og etter det  $m$ -te året avviker mye fra 0 og at nullhypotesen således er lite sannsynlig. Den høyeste  $T$ -verdien i tidsserien betegnes  $T_x$ :

$$(2.3) \quad T_x = \max \langle T(m), m=1, 2, \dots, n \rangle$$

Sannsynlighenten for at  $T_x$  skal oppnå en gitt verdi forutsatt at 0-hypotesen er riktig, er kun avhengig av lengden på tidsserien. Grenseverdier for  $T_x$  svarende til gitte signifikansnivå kan derfor beregnes. Grenseverdier svarende til 90%- og 95%-signifikansnivå betegnes henholdsvis  $T_{90}$  og  $T_{95}$ . Disse er vist i figur 2.1 som funksjoner av antall år,  $n$ , i tidsserien.





Figur 2.1  $T_{90}$  og  $T_{95}$  som funksjon av antall år  $n$  i tidsserien (Alexanderesson, 1986).

Dersom en forkaster 0-hypotesen for serier der  $T_x > T_{90}$ , vil det være en risiko på 10% for at homogene serier skal forkastes på grunn av tilfeldige variasjoner i nedbøren. Dersom en velger 95%-signifikansnivå avtar denne risikoen til 5%. På den annen side øker risikoen for at inhomogene serier blir akseptert som homogene. For tidsserier som klassifiseres som inhomogene kan testen også benyttes til å bestemme hvilket år bruddet skjedde. Størst sannsynlighet for brudd er det i det året  $T$  er lik  $T_x$ . Dersom stasjonshistorien er tilgjengelig bør man likevel forsøke å finne den fysiske årsaken til bruddet, og på denne måten tidfeste bruddet mer nøyaktig.

#### 2.4 Referanse-stasjoner.

En av forutsetningene for testen er egentlig at tidsseriene fra referanse-stasjonene er homogene. Dette kravet kan være vanskelig å oppfylle, særlig når man tester lange serier slik

som i dette prosjektet. Problemet kan reduseres vesentlig ved at definisjonen av forholdstallene modifiseres.

Forholdstallet  $q_i$  defineres nå slik at telleren i brøken er en funksjon av nedbøren på test-stasjonen og nevneren i brøken er en funksjon av nedbøren på referanse-stasjonene:

$$(2.4) \quad q_i = f(P_i) / g(Q_i)$$

$P_i$  er nedbøren på test-stasjonen i året  $i$  og  $Q_i$  er en veid eller uveid middelveid av nedbøren på referanse-stasjonene samme året.

Enkleste form.

$$(2.5) \quad f(P_i) = P_i \quad (2.6) \quad g(Q_i) = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k Q_{ij}$$

Her er  $k$  antall referanse-stasjoner. Denne formen kan bare brukes dersom referanse-stasjonene har minst like lang serie som test-stasjonen. I referansegruppen teller alle stasjonene likt uansett hvor godt korrelert de er med test-stasjonen. Ved ulik nedbørmengde på referanse-stasjonene gir ligning (2.6) større vekt til stasjoner med mye nedbør enn til stasjoner med lite nedbør.

Skalering. Telleren i brøken er som i ligning (2.5), mens nevneren nå er gitt ved (2.7).

$$(2.7) \quad g(Q_i) = \frac{\sum_{j=1}^k Q_{ij} v_j}{\sum_{j=1}^k v_j}$$

Her er  $V_j$  vektfaktor for referanse-stasjon  $j$ . Summeringen går over alle referanse-stasjoner. Vektfaktoren kan f. eks. være

en funksjon av avstanden eller korrelasjonen mellom test-stasjonen og referanse-stasjon  $j$ . Ved DNMI har man valgt å benytte kvadratet av korrelasjonskoeffisienten som vekt:

$$(2.8) \quad v_j = r_j^2$$

Når stasjonene i referansegruppen får ulik vekt etter hvor godt korrelerte de er med test-stasjonen, vil variansen i tallfølgen  $q_i$  blir minimalisert (Alexandersson, 1984). Forutsetningen for å bruke ligning (2.7) er også i dette tilfellet at alle referanse-stasjonene har minst like lang serie som test-stasjonen.

Normalisering. Teller og nevner i brøken er gitt ved ligning (2.9) og (2.10).

$$(2.9) \quad f(P_i) = P_i / \bar{P} \quad (2.10) \quad g(Q_i) = \frac{1}{k_i} \sum_{j=1}^{k_i} \frac{Q_{ij}}{\bar{Q}_j}$$

Her er  $\bar{P}$  og  $\bar{Q}_j$  middelnedbør over driftsperioden for henholdsvis test-stasjonen og referanse-stasjon  $j$ , mens  $k_i$  er antall referansestasjoner i året  $i$ .

Denne formen har en vesentlig fordel dersom en eller flere referanse-stasjoner har kortere serie enn test-stasjonen. Funksjonen  $g$  blir ikke påvirket av absolutt-nedbøren og en kan operere med ulikt antall referanse-stasjoner gjennom test-perioden. I praksis fører det til at variansen i  $q_i$  blir mindre.

Merk at normaliseringen fører til at referanse-stasjonene teller likt uten hensyn til forskjellen mellom dem i årsnedbør. De av referansestasjonene som har størst årsnedbør får således minsket sin innflytelse på  $g(Q_i)$  beregnet ved ligning (2.10) relativt til tilsvarende beregnet ved ligning (2.6).

Det kan neppe stilles opp noen generell regel som sier om det er en fordel eller en ulempe.

Normalisering og skalering. Telleren er gitt ved ligning (2.9) mens nevneren er definert ved ligning (2.11).

$$(2.11) \quad g(Q_i) = \frac{\sum_{j=1}^{k_i} v_j (Q_{ij} / \bar{Q}_j)}{\sum_{j=1}^{k_i} v_j}$$

Denne ligningen gjør det mulig å bruke referanse-stasjoner som har kortere observasjonsperiode enn test-stasjonen og i tillegg å skalere observasjonene. Ligning (2.11) blir identisk med formlene (2.6), (2.7) eller (2.10) dersom  $v_j = \text{konstant}$  og/eller  $Q_j = 1$ .

Selv om programmet åpner for fire forskjellige måter å definere  $g(Q_i)$ , er det benyttet både normalisering og skalering i hele denne undersøkelsen. Det er altså ligningene (2.9) og (2.11) innsatt i ligning (2.1) - (2.4) som danner grunnlaget for all homogenitetstesting som presenteres i denne rapporten.

## 2.5 Eksempler på homogenitetstesting.

Måleserie med homogenitetsbrudd. Stasjon 5848 Briksdal ble opprettet i juni 1895 og har gått uten avbrudd siden. Den ble homogenitetstestet mot 9 referansestasjoner. Relevante opplysninger om referansestasjonene er gitt i tabell 2.1.

Figur 2.2 viser en utskrift av resultatene fra homogenitetstesten. Stasjonsnummer for referansestasjonene er vist i linje 2 og 3. Tallene i parentes viser vektene, som er kvadratet av korrelasjonskoeffisienten mellom hver av referansestasjonene og teststasjonen.

Tabell 2.1 Referansestasjoner ved testing av homogenitet ved 5848 Briksdal (1895-1990). Korrelasjonskoeffisient og avstand er gitt relativt til Briksdal.

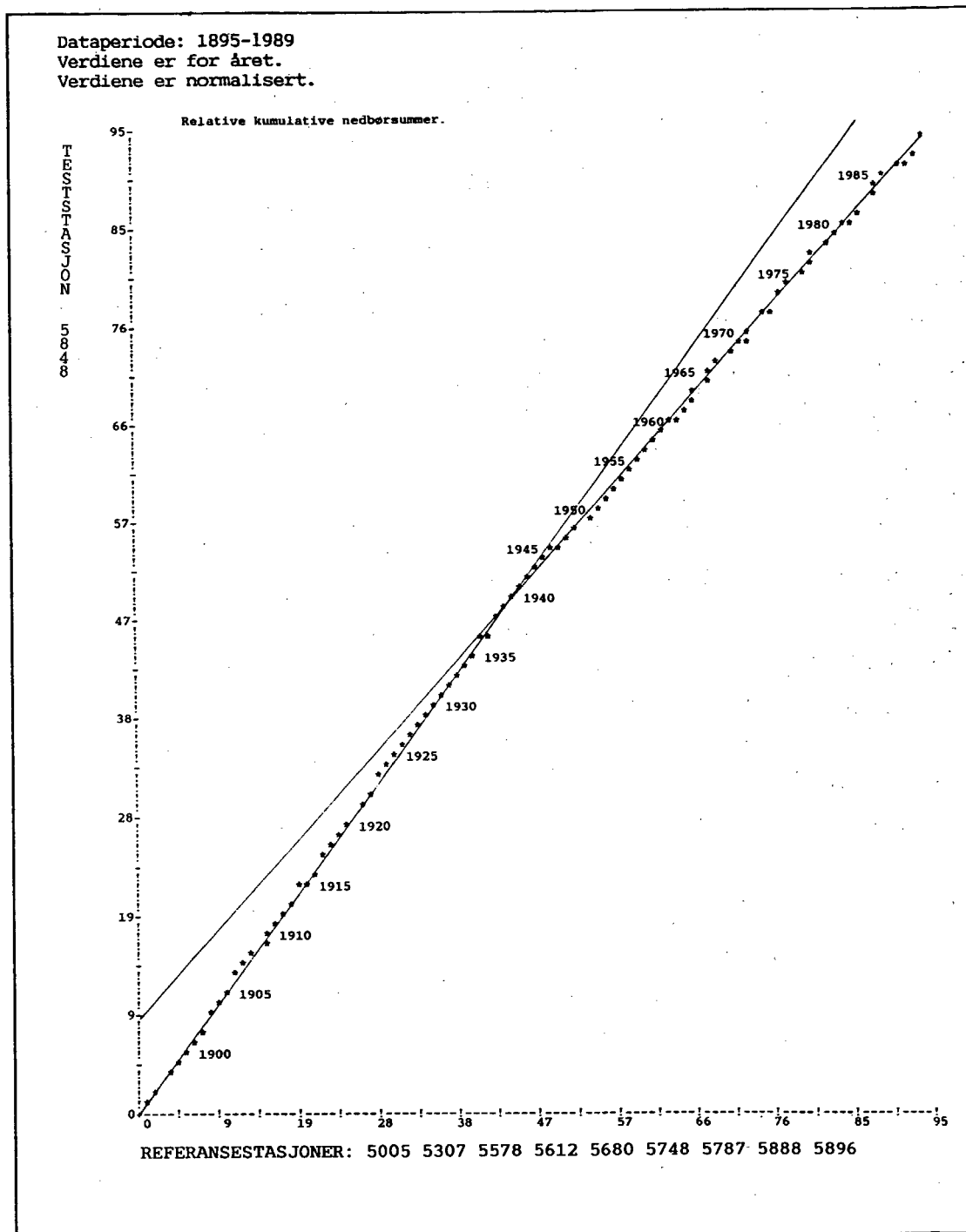
STASJONS- NR.	NAVN	MÅLEPERIODE FRA - TIL	KORRELASJONS- KOEFFISIENT	AVSTAND (km)
5005	Nedre Ålvik	1918-1990	0.809	142
5307	Vik i Sogn	1895-1990	0.820	71
5578	Leikanger	1896-1990	0.825	57
5612	Høyangshåland	1907-1990	0.816	65
5680	Gaular	1881-1990	0.812	68
5748	Botnen i Førde	1895-1990	0.856	44
5787	Davik	1895-1970	0.809	70
5888	Sindre	1895-1990	0.821	28
5896	Hornindal	1895-1990	0.791	34

Vektene er om lag like i dette tilfellet, slik at skaleringen har mindre betydning. Den dårligst korrelerte er 5896 Hornindal (vekt = 0,62) og den best korrelerte er 5748 Botnen i Førde (vekt = 0,72). Videre viser utskriften at den maksimale T-verdien var på hele 62,4 i året 1939, mens hypotesen om

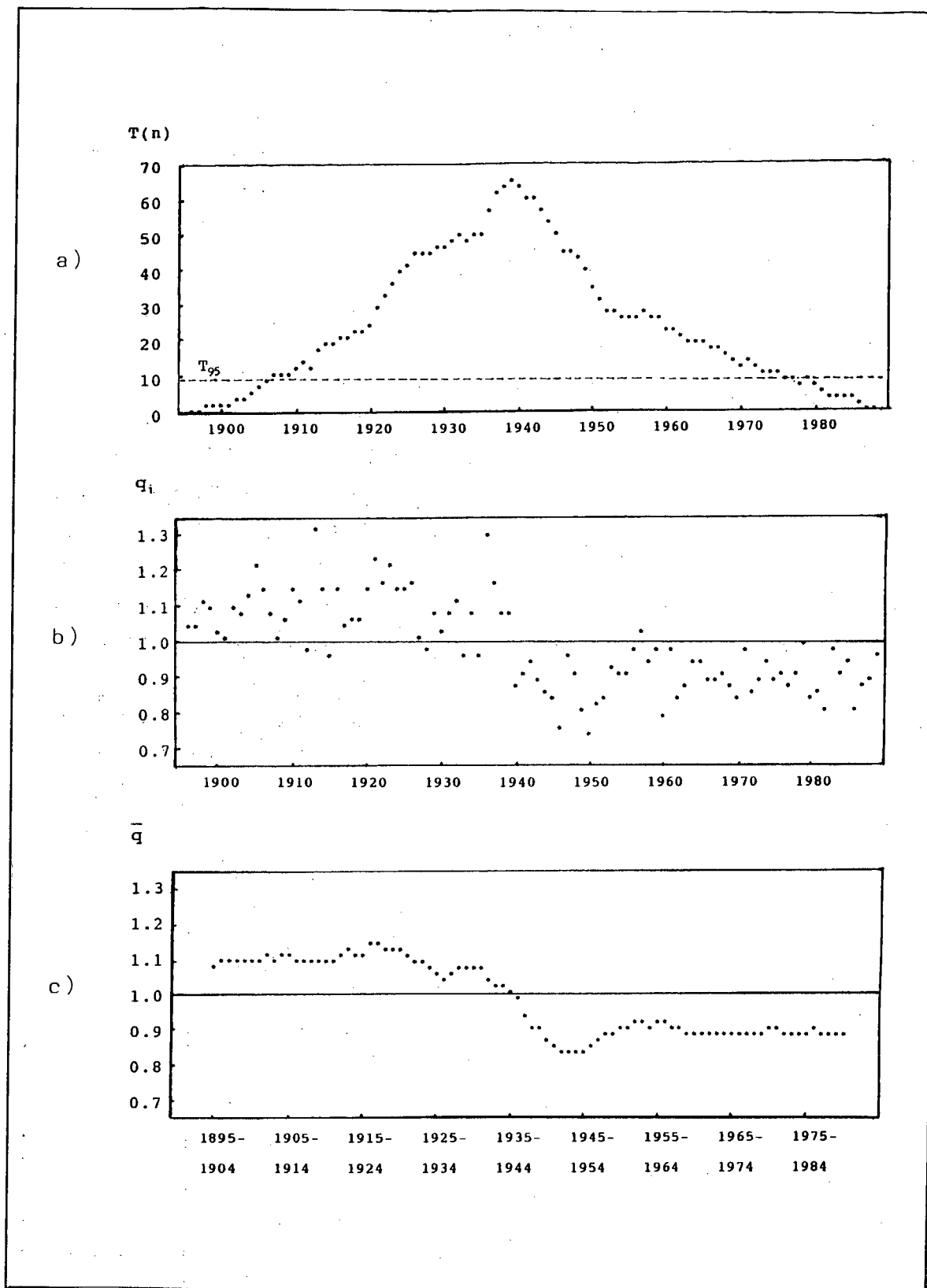
HOMOGENITETSTESTING FOR NEDBØR (mm).	
Teststasjon :	5848
Referansestasjoner:	5005(0.64) 5307(0.67) 5578(0.67) 5612(0.66) 5680(0.66) 5748(0.72) 5787(0.64) 5888(0.67) 5896(0.62)
Dataperiode:	1895-1989
Verdiene er for året.	
Verdiene er normalisert.	
Max T-verdi :	62.4
Årstell for max T-verdi :	1939
Bergningsgrunnlag (ant.):	94
Tilfredstiller conf. (%):	95
Kritisk T-verdi (90%) :	7.8
Kritisk T-verdi (95%) :	9.1
Middel før brudd :	1.1111
Middel etter brudd :	0.8999
Forhold etter/før :	0.8099
Relativ endring i kumulativ sum:	
Middel før brudd :	1.1057
St.av. før brudd :	0.0845
Middel etter brudd :	0.8969
St.av. etter brudd :	0.0634
Forhold etter/før :	0.8111

Figur 2.2 Utskrift av testresultatet for 5848 Briksdal.

homogenitet kan forkastes med 90 og 95% sikkerhet dersom  $T_x$  er større enn henholdsvis 7,8 og 9,1. Siste linje i utskriften viser at det har blitt om lag 19% mindre nedbør etter bruddet sammenlignet med perioden før bruddet. Programmet produserer en del grafiske fremstillinger. Figur 2.3 viser den dobbelte massekurven.



Figur 2.3 Dobbelt massekurve for stasjonen 5848 Briksdal.



Figur 2.4 Plott for stasjonen 5848 Briksdal; T-verdier (a), forholdstall (b) og glidende 10 årsmiddel av forholdstall (c).

Figur 2.4 a,b,c viser tidsserier av testparameter  $T$ , forholdstall  $q_i$  for enkeltår, og glidende middelveier av forholdstallene. Bruddet i 1939 vises som en endring av vinkelkoeffisienten for dobbelt massekurven (fig. 2.3), som et maksimalpunkt for  $T$ -verdien (fig. 2.4a) og som en endring av forholdstallene (fig. 2.4c). Figur 2.4b er primært tatt med for å vise spredningen i forholdstallene. Siden bruddet i nedbørserien fra Briksdal er så klart, kan det sees tydelig også i denne delfiguren.

Den statistiske metoden sier ikke noe om årsaken til bruddet i 1939. For å finne den må en derfor bruke andre metoder. Ved DNMI finnes det arkivert stasjonshistorie som dekker hele driftsperioden fra 1895 til i dag, selv om kvaliteten ikke alltid er like god de første 20-30 årene av perioden. Av stasjonshistorien for Briksdal fremgår at stasjonen ble flyttet 4 km i nordvestlig retning i januar 1940. Dette må være den fysiske årsaken til bruddet i måleserien.

Homogen måleserie. Stasjonen 3922 Mestad i Oddernes ble homogenitetstestet mot 9 referansestasjoner. Relevante opplysninger om referansestasjonene er gitt i tabell 2.2.

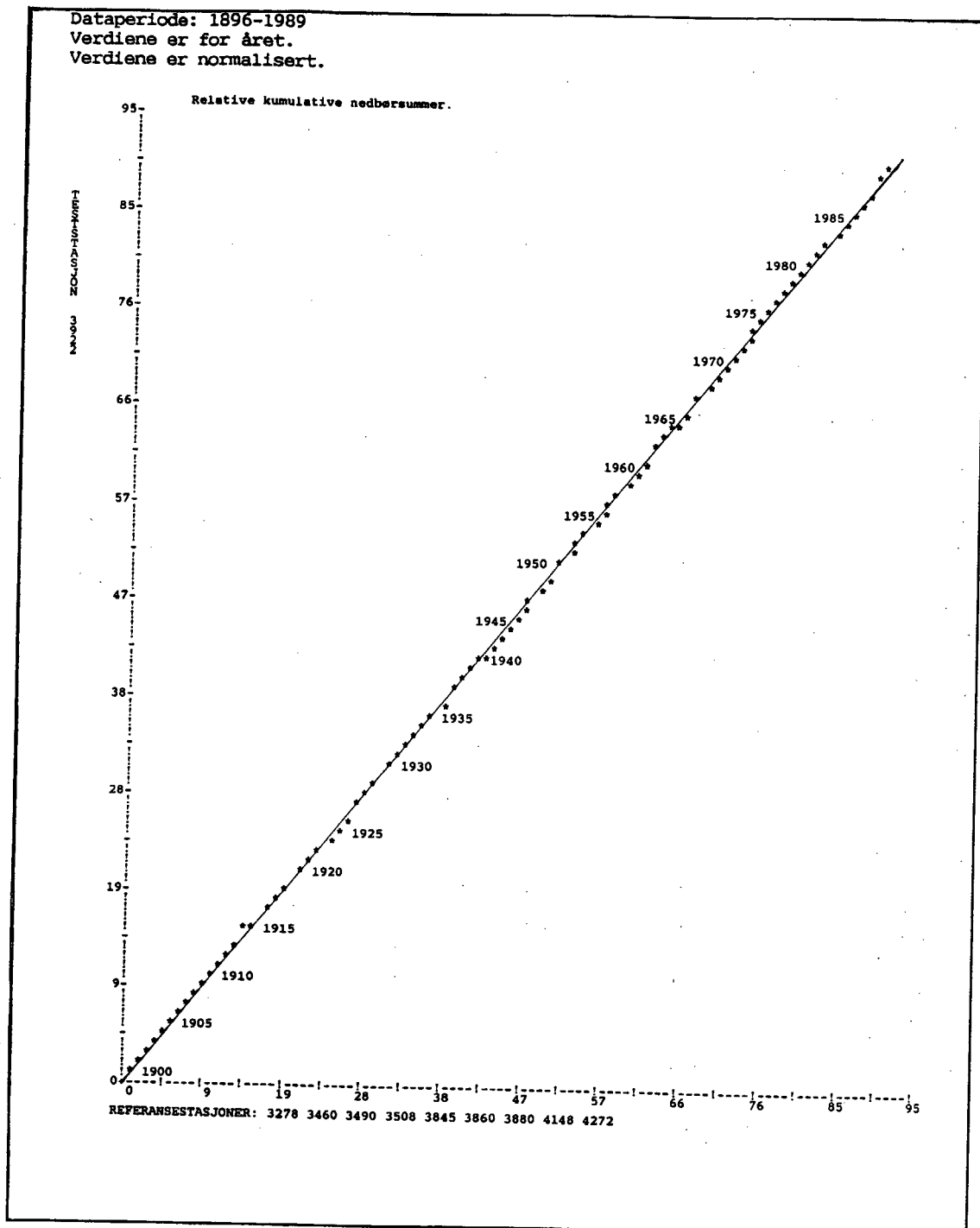
Testen gav  $T_x = 2,8$  i år 1904.  $T_x$ -verdien er langt lavere enn  $T_{90}$  og  $T_{95}$ , som i dette tilfellet er henholdsvis 7.7 og 9,1. Figur 2.5 viser dobbel massekurve for Mestad og referanse-

Tabell 2.2 Referansestasjoner ved testing av homogenitet ved 3922 Mestad i Oddernes (1900-1990). Korrelasjonskoeffisient og avstand er gitt relativt til Mestad.

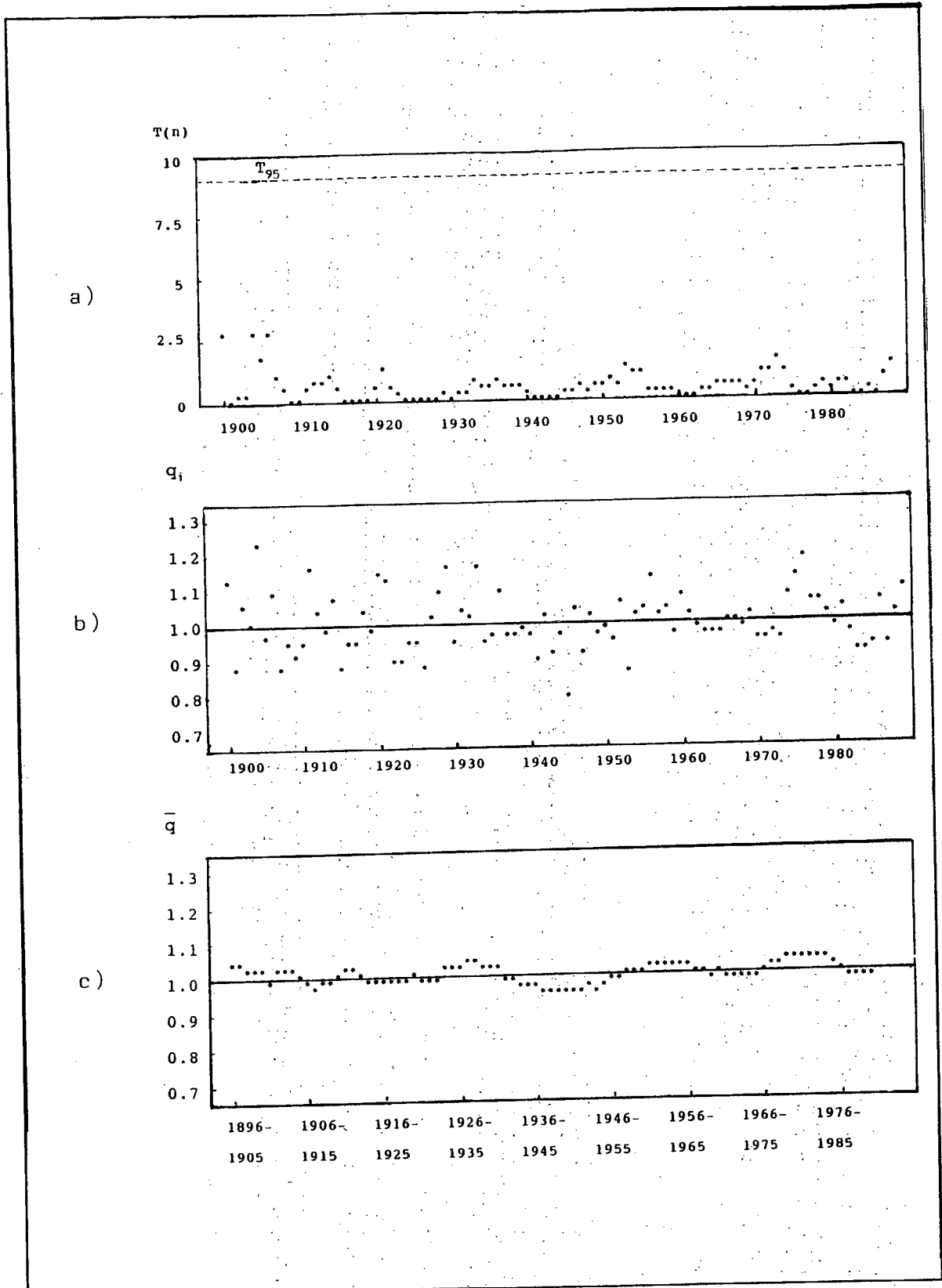
STASJONS- NR.	NAVN	MÅLEPERIODE FRA - TIL	KORRELASJONS- KOEFFISIENT	AVSTAND (km)
3278	Høidalen/Solum	1897-1990	0.832	130
3460	Drangedal	1895-1990	0.827	119
3490	Postmyr/Dranged.	1895-1990	0.797	127
3508	Egelands verk	1889-1979	0.889	96
3845	Herefoss	1895-1990	0.918	42
3860	Mykland	1895-1990	0.886	51
3880	Tovdal	1895-1990	0.894	68
4148	Åseral	1895-1990	0.806	53
4272	Bakke	1895-1990	0.742	76



stasjonene. Figur 2.6 a,b og c viser tidsserier av T-verdier, forholdstall for hvert år, og 10-års glidende middelerverdier av forholdstallene. Figur 2.6 b og c viser ingen systematisk endring i forholdstallene, og figur 2.5 viser ingen knekk på den doble massekurven. Stasjonshistorien viser dessuten at stasjonen har stått på samme sted fra opprettelsen frem til i dag.



Figur 2.5 Dobbelt massekurve for stasjonen 3922 Mestad.



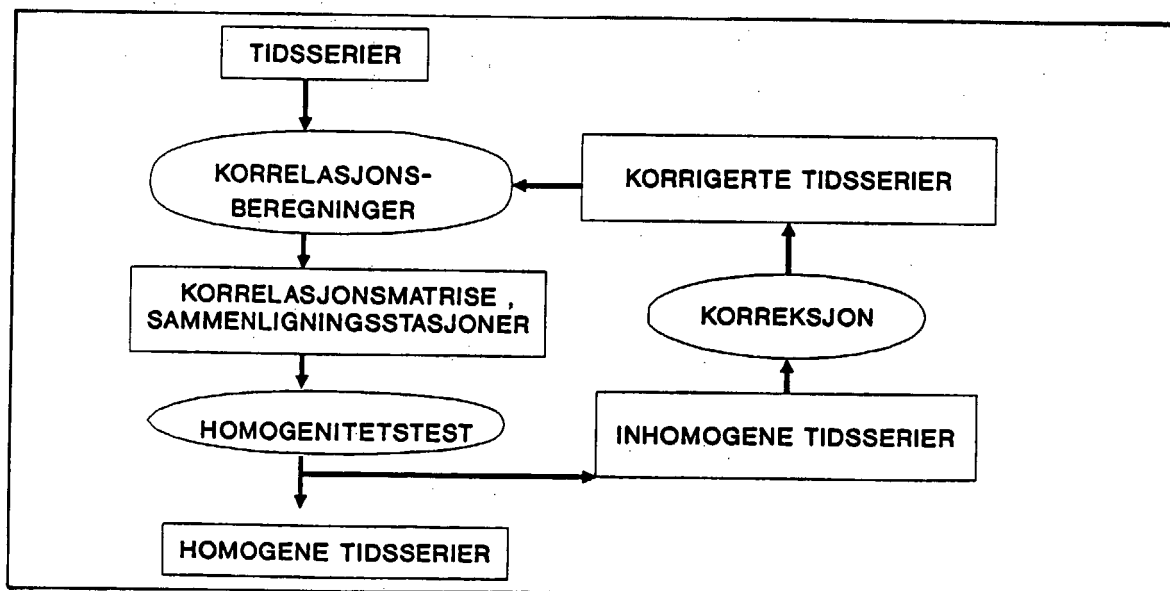
Figur 2.6 Plott for stasjonen 3922 Mestad; T-verdier (a), forholdstall (b) og glidende 10 årsmiddel av forholdstall (c).

Det ser heller ikke ut til at det har skjedd vesentlige endringer i miljøet rundt måleren. Måleren står i et tun, og trærne i nærheten er holdt nede. I 1979 ble en ny låve bygget 25 m øst for måleren, men den har ifølge testen ikke hatt noen betydning. En økning av målerens høyde fra 1,4 m til 2,2 m har tilsynelatende heller ikke hatt innflytelse på målingene. Stasjonen har stått uten skjerm hele perioden.

Både stasjonshistorikken og testresultatene tyder på at det ikke er signifikante brudd i måleserien fra Mestad, og en kan med stor sikkerhet hevde at serien er homogen.

## 2.6 Prosedyre ved homogenisering.

DNMI's opplegg for homogenisering er vist skjematisk i figur 2.7. Først foretas beregninger av korrelasjonskoeffisienter mellom forskjellige tidsserier. Korrelasjonsmatrisen benyttes til å plukke ut referansestasjoner for hver av stasjonene som skal testes. Deretter gjennomføres selve homogenitetstesten. De tidsseriene som er inhomogene må så korrigeres. Korreksjonene endrer grunnlaget for korrelasjonsberegningene, og hele prosessen må derfor gjentas.



Figur 2.7 Flytdiagram for homogenisering.

### 3. HOMOGENITETSTESTING AV LANGE NEDBØRSERIER

#### 3.1 Stasjonsdekning.

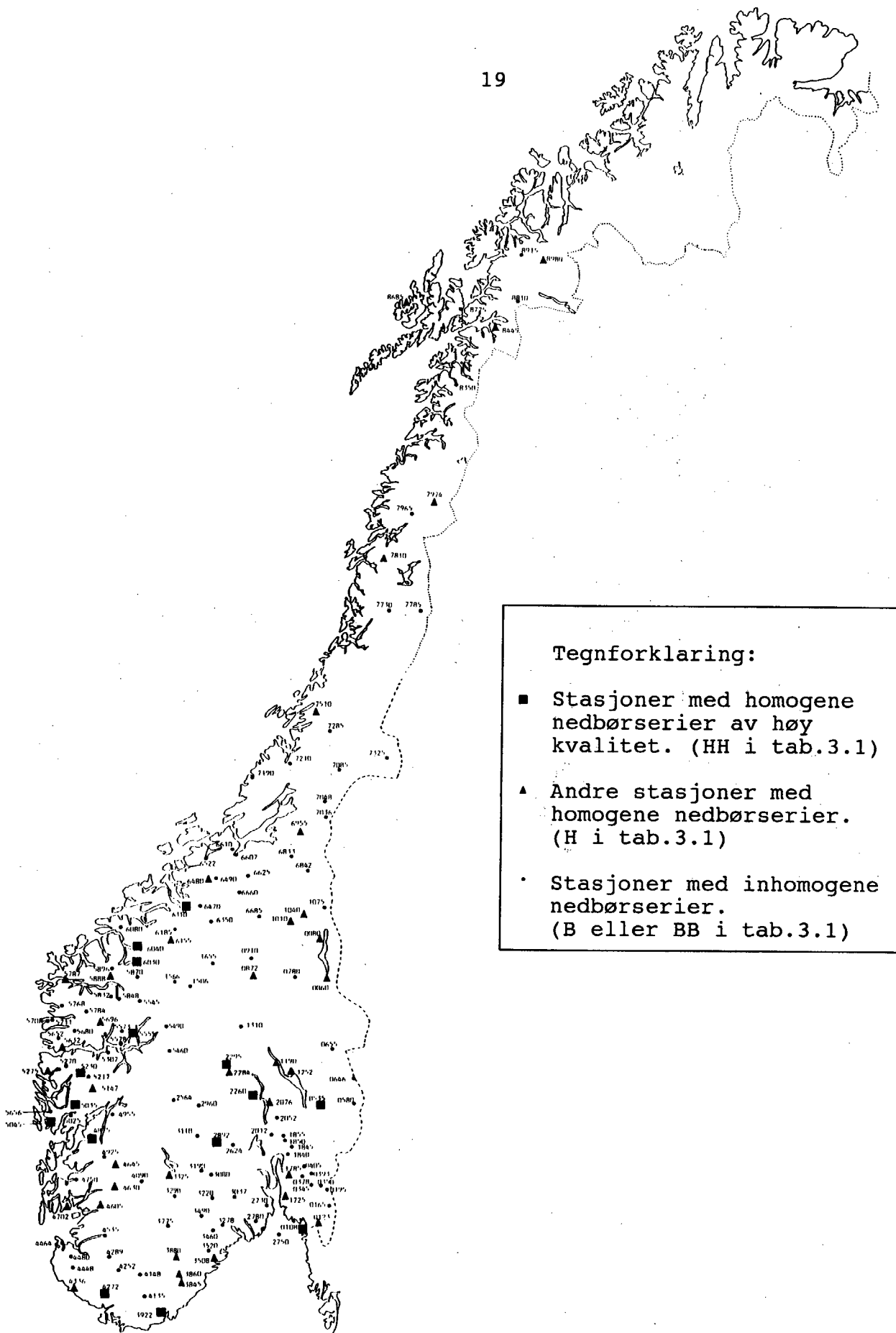
Testmetoden som ble beskrevet i kapittel 2 er benyttet på 151 av våre lengste nedbørserier. Figur 3.1 viser et kart der de testede stasjonene er tegnet inn. Stasjonsdekningen er stort sett god i Syd-Norge, men dårlig i Nord-Norge. Dette skyldes at det er få lange nedbørserier i denne landsdelen. Mange steder er det derfor umulig å finne gode referansestasjoner med lange serier. I Finnmark er det dessuten brudd i de fleste nedbørserier under 2. verdenskrig.

For å homogenitetsteste flere stasjoner i Nord-Norge må man benytte data fra stasjoner med korte måleserier, og data fra stasjoner i våre naboland. Dette ligger utenfor rammen av dette prosjektet, men det vil bli gjort senere.

#### 3.2 Anvendelse av homogenitetstesten.

Tabell 3.1 gir en oversikt over de stasjonene som er homogenitetstestet, samt hovedresultatene fra testen. Til stasjoner som er klassifisert som inhomogene, er det også knyttet en kommentar. Kommentaren angir den mest sannsynlige årsaken til det bruddet som er angitt ved  $T_x$ . Denne årsaken er funnet i stasjonshistorien.

Det er ikke foretatt noen fullstendig gjennomgang av stasjonshistorien for alle de 151 nedbørstasjonene som er testet. For en rekke av stasjonene har det imidlertid vært nødvendig å undersøke stasjonshistorien grundig. For å ta vare på den informasjonen som er innhentet på denne måten, er det laget en enkel kode til beskrivelse av stasjonshistorie. Figur 3.2 viser et eksempel på anvendelse av denne koden ved stasjon 7190 Bessaker. Bokstavkoden i kommentar-kolonnen i tabell 3.1 stemmer overens med denne koden.



Figur 3.1 Kart over alle testede nedbørstasjoner.

STASJON: 7190 BESSAKER

Observasjonsperiode: Periode for stasjonsopplysning:  
 Start Slutt Start Slutt  
 1895 09 d.d. 1895 d.d.

Kilder:

Nedbøriakttagelser 1918, tillegg (N18):1895-1915  
 Nedbøren i Norge (NiN):1895-1943  
 Inspeksjonsberetninger (Ins):1925-1985

Kode:

E = Endring av stolpehøyde  
 F = Flytting  
 I = Inspeksjon  
 L = Lekkasje i nedbørmåler  
 M = Endring i miljøet på stasjonsområdet (hus, trær)  
 O = Skifte av observatør  
 S = Skjerm montert eller endret

År	Mnd	Dg	Kode	Kommentarfelt
1907	01		S	Skjerm montert på snømåler-stolpe.
1925	06	06	S	"Regnmålinger skal også foretas på stolpe med skjerm."
1935	07	24	SI	"To stolper; snømåler har skjerm, regnmåler har ikke." Kommentaren tyder på at endringen i 1925 ikke ble gjennomført eller at den kun var midlertidig.
1942	07	27	I	Høyde = 1.6 m
1946	07	21	IE	Høyde = 1.8 m
1946	09		ES	Gikk over til 1 stolpe med skjerm både for snø og regnmåler. Høyde = 1.6 m
1956	06	01	IE	Høyde = 1.7 m
1961	06	01	I	
1966	09	07	IM	Planting av popler (ca. 2 m høye). De nærmeste bare 3 m fra stolpen.
1969	06	26	I	"Poplene har ikke vokst"
1970	06	27	F	Stolpen ble flyttet 10 m mot nordøst. Ny plass ca. 10 m sydvest for en 10 m høy silo.
1975	06	12	I	
1980	07	03	IE	Høyde 1.9 m.
1985	08	31	I	

Figur 3.2 Eksempel på stasjonshistorie fremstilt i kode.

Tabell 3.1 Homogenitetstesting av lange nedbørserier.  
Hovedresultater.

STASJON Nr. Navn	PERIODE fra-til	Ant. Tx st.	År (Tx)	H ?	Forh. tall	Komm- entar
0060 Gløtvola	1896-1989	6	5.0	1988	H	
0080 Tufsingdal	1896-1989	6	6.9	1939	H	
0108 Hvaler	1909-1989	5	2.5	1913	HH	
0123 Halden	1896-1989	5	5.2	1928	H	
0165 Strømsfoss sl.	1896-1989	5	37.9	1933	B	1.11 M-flere
0195 Ørje	1896-1989	5	18.8	1906	BB	0.93 F-1905
0345 Haga i Eidsb.	1896-1989	5	24.6	1975	B	1.09 F-1975
0350 Svarverud	1907-1989	5	12.9	1959	B	0.96 E-1961
0378 Igsi	1909-1989	5	7.9	1920	B	0.95 F-1918
0393 Trøgstad	1909-1989	5	21.7	1972	B	0.93 F-1979
0405 Enebakk	1896-1989	5	21.2	1926	B	1.06 F-1926
0535 Nord-Odal	1896-1989	5	2.8	1901	HH	
0580 Meldalen	1896-1989	5	11.2	1952	B	1.06 F-1952
0646 Finnskog	1896-1989	5	15.0	1924	B	0.93 F-1924
0655 Ørbekkedalen	1896-1989	5	13.3	1904	BB	0.91 ?
0780 Øvre Rendal	1896-1978	5	16.9	1945	B	0.92 F-1943
0872 Atnasjø	1903-1989	5	7.2	1922	H	
0910 Foldal	1896-1989	5	13.0	1907	B	1.13 S-1907
1010 Os i Østerdal	1896-1989	5	5.5	1911	H	
1040 Røros	1896-1989	5	5.6	1906	H	
1075 Brekkebygd	1896-1985	5	33.8	1916	B	1.22 O-1920
1190 Biri	1896-1989	5	5.4	1904	H	
1252 Nes på Hedm.	1901-1989	5	7.2	1902	H	
1310 Vestre Gausdal	1896-1989	5	9.6	1972	B	1.07 M-1972
1506 Lom	1896-1989	5	8.2	1967	B	1.09 M-1968
1566 Skjåk	1896-1989	5	7.6	1912	B	1.09 O-1912
1655 Dombås	1895-1980	5	7.7	1927	B	0.93 F-1925
1725 Moss	1895-1989	5	4.6	1960	H	
1785 Ås	1895-1987	5	6.3	1981	H	
1840 Heftyeløkken	1895-1971	5	12.1	1943	B	1.06 F-1944
1845 Maridalsoset	1895-1989	5	10.4	1934	B	0.95 F-1934
1850 Bjørnholt	1895-1989	6	14.2	1954	B	0.96 M-flere
1855 Hakloa	1895-1989	6	14.3	1940	B	0.96 M-1939
2012 Stubdal	1897-1986	5	15.5	1951	B	1.06 F-1950
2052 Lunner	1896-1989	6	41.8	1912	B	1.18 S-1913
2076 Brandbu	1907-1989	6	8.1	1985	H	
2260 Lunde	1895-1975	6	2.9	1904	HH	
2284 Reinli	1895-1989	6	3.9	1939	H	
2295 Nord-Aurdal	1895-1989	6	3.9	1983	HH	
2564 Geilo	1895-1989	6	10.4	1936	BB	1.08 ?
2624 Hiåsen/Sigdal	1901-1989	6	25.6	1915	B	0.89 F-1915
2730 Ramnes	1896-1989	6	20.3	1914	B	1.10 F-1915
2750 Ferder	1895-1989	6	11.1	1977	B	0.90 F-1976
2780 Hedrum	1896-1989	6	13.3	1911	B	0.93 M-****
2892 Veggli	1896-1989	4	3.2	1906	HH	
2960 Tunnhovd	1896-1989	6	9.0	1936	B	1.05 M-1933
3037 Besstul	1896-1989	6	14.8	1953	BB	1.05 ?
3080 Tinnoset	1895-1985	6	9.3	1972	B	0.94 ?

Tabell 3.1, fortsettelse

STASJON		PERIODE	Ant. Tx	År	H	Forh.	Komm-
Nr.	Navn	fra-til	st.	(Tx)	?	tall	entar
3110	Tessungdalen	1896-1982	6 19.9	1907	BB	1.11	S-1907
3190	Tuddal	1896-1989	6 14.8	1911	BB	0.94	?
3220	Lifjell	1896-1989	6 16.2	1905	B	1.08	S-1907
3278	Høidalen/Solum	1898-1989	6 18.0	1917	B	0.94	?
3290	Høydalsmo	1895-1989	9 12.1	1979	B	1.07	O-1979
3325	Rauland	1895-1989	9 6.1	1966	H		
3460	Drangedal	1896-1989	9 14.9	1901	BB	0.90	F-1900
3490	Postmyr i Dr.	1896-1989	9 16.0	1911	B	1.07	M-flere
3508	Egelands Verk	1889-1979	9 6.9	1977	H		
3520	Gjerstad/A-A	1896-1989	9 8.8	1921	BB	1.05	F-1917
3775	Fyresdal	1896-1989	9 19.8	1901	B	0.87	?
3845	Herefoss	1896-1989	9 7.6	1899	H		
3860	Mykland	1896-1989	9 7.2	1965	H		
3880	Tovdal	1896-1989	9 5.9	1945	H		
3922	Mestad/Oddern.	1900-1989	9 2.8	1904	HH		
4090	Bjåen	1896-1989	7 29.9	1957	BB	1.15	F-flere
4135	Bjelland	1895-1972	6 10.3	1965	B	1.09	O-1965
4148	Åseral	1896-1988	6 8.0	1901	BB	1.06	?
4252	Risnes	1896-1990	6 17.9	1933	BB	1.07	?
4272	Bakke	1896-1990	6 4.6	1932	HH		
4289	Skreådalen	1896-1990	6 32.0	1931	B	1.09	F-1934
4336	Egersund	1896-1990	3 5.5	1908	H		
4448	Søyland	1902-1990	6 21.2	1983	BB	0.89	M-1984
4464	Stavanger	1896-1989	6 32.6	1951	BB	1.11	F-1949
4480	Sviland	1896-1990	6 9.2	1945	B	0.97	?
4535	Lysebotn	1896-1989	6 13.9	1900	BB	0.88	F-flere
4605	Ulla	1895-1989	5 5.4	1932	H		
4630	Suldalsvatn	1895-1989	3 5.2	1984	H		
4645	Røldal	1902-1989	6 2.4	1925	H		
4702	Nedstrand	1895-1989	8 4.5	1970	H		
4750	Etne	1895-1989	4 9.9	1897	BB	0.87	F-****
4875	Bondhus	1895-1976	6 2.7	1972	HH		
4925	Jøsendal	1895-1973	6 7.8	1925	B	0.97	M-flere
4955	Kinsarvik	1895-1989	6 7.8	1970	B	1.05	M-flere
5025	Tysse	1901-1989	6 16.6	1917	B	1.08	?
5035	Samnanger	1901-1989	6 4.7	1956	HH		
5045	Fana Stend	1896-1989	6 3.8	1898	HH		
5056	Bergen-Fr.berg	1904-1985	6 10.3	1906	B	1.13	F-1906
5147	Bulken	1895-1989	6 5.1	1986	H		
5217	Eksingedal	1895-1989	5 12.8	1959	B	1.03	F-1960
5230	Modalen	1895-1980	8 2.5	1951	HH		
5270	Masfjorden	1900-1982	6 16.9	1980	B	0.79	?
5275	Frøyset	1896-1989	6 4.1	1936	H		
5307	Vik i Sogn	1895-1989	6 7.9	1948	B	0.96	F-1946
5460	Maristova	1895-1989	6 34.5	1939	BB	1.30	S-1940
5490	Vetti	1895-1989	6 10.9	1935	B	1.08	?
5545	Jostedal	1895-1988	6 9.5	1973	BB	1.07	M-flere
5555	Hafslo	1895-1989	8 3.3	1927	HH		
5573	Sogndal	1895-1989	8 19.3	1923	BB	1.06	O-1923



Tabell 3.1, fortsettelse

STASJON		PERIODE	Ant. Tx	År	H	Forh.	Komm-
Nr.	Navn	fra-til	st.	(Tx)	?	tall	entar
5578	Leikanger	1896-1989	8 10.3	1910	BB	0.92	F-flere
5632	Lavik	1895-1989	3 4.0	1963	H		
5652	Hovlandsdal	1899-1989	6 36.5	1977	BB	0.89	F-1977
5680	Gaular	1895-1989	7 21.9	1910	B	0.95	F-1915
5696	Haukedal	1895-1989	3 3.3	1943	H		
5708	Stongfjord	1907-1981	9 9.7	1977	B	0.89	F-1972
5711	Osland v/Sf	1907-1989	8 22.2	1931	B	1.10	F-1931
5748	Botnen/Førde	1895-1989	9 25.9	1930	B	0.93	S-1929
5768	Eikefjord	1903-1989	9 9.0	1984	B	1.06	F-1983
5787	Davik	1895-1970	9 6.5	1898	H		
5832	Myklebust	1895-1989	9 17.4	1982	B	1.08	M-1981
5848	Briksdal	1895-1989	9 62.4	1939	B	0.81	F-1940
5870	Oppstryn	1895-1989	9 23.6	1909	B	0.80	F-flere
5888	Sindre	1895-1989	9 6.1	1916	H		
5896	Hornindal	1895-1989	9 11.3	1898	BB	1.12	?
6030	Geiranger	1903-1989	9 4.2	1986	HH		
6040	Norrdal	1895-1989	9 4.3	1911	HH		
6080	Ørskog	1895-1989	9 15.7	1911	B	0.92	F-flere
6155	Verma	1895-1989	9 5.6	1921	H		
6185	Eikesdal	1895-1989	9 24.6	1945	BB	0.94	M-flere
6310	Øksendal	1895-1989	9 4.2	1935	HH		
6350	Sunndal	1895-1977	9 17.7	1908	B	0.89	F-1905
6470	Innerdal	1898-1989	9 31.2	1933	BB	1.25	?
6480	Surnadal	1895-1989	9 5.5	1929	H		
6490	Rindal	1895-1989	9 22.3	1902	BB	1.16	F-1903
6522	Hemne	1895-1989	9 21.7	1904	B	1.13	F-1905
6607	Skjenaldfossen	1907-1989	9 9.7	1969	B	1.05	?
6610	Sognli	1908-1989	9 27.4	1938	B	1.11	F-1941
6625	Hølonde	1895-1989	9 22.8	1931	B	0.93	M-****
6660	Rennebu	1895-1989	9 19.9	1959	B	1.11	M-****
6685	Kvikne	1895-1989	6 10.6	1938	B	0.92	F-flere
6833	Lien i Selbu	1896-1917	2 10.6	1903	B	1.15	S-1904
6842	Aunet	1895-1989	3 20.3	1909	BB	1.10	?
6955	Østås i Hegra	1895-1989	3 6.1	1971	H		
7036	Sulstua	1895-1981	5 8.1	1929	B	0.95	F-****
7048	Skjækerfossen	1906-1989	5 16.5	1966	BB	0.94	?
7085	Kjøbli i Snåsa	1895-1988	5 16.5	1928	B	1.08	M-****
7190	Bessaker	1895-1989	5 24.7	1966	B	0.87	M-1966
7210	Namdalseid	1895-1989	5 26.1	1965	B	1.10	M-1968
7285	Høylandet	1895-1980	4 19.8	1917	BB	1.16	F-flere
7325	Sørli	1914-1988	4 22.0	1918	B	0.82	F-flere
7510	Liafoss	1909-1989	6 2.9	1958	H		
7730	Kapskarmo	1896-1979	2 14.9	1940	B	0.91	F-1941
7785	Susendal	1895-1989	5 17.9	1906	B	1.16	?
7810	Drevja	1906-1989	4 6.4	1938	H		
7965	Nord-Rana	1896-1987	2 40.1	1929	BB	0.89	F-****
7974	Dunderlandsd.	1896-1989	1 4.8	1968	H		
8350	Kråkmo	1896-1989	5 26.2	1929	B	0.89	F-flere
8445	Ankenes	1909-1989	4 4.5	1918	H		

Tabell 3.1, fortsettelse

STASJON Nr. Navn	PERIODE fra-til	Ant. Tx st.	Tx	År (Tx)	H ?	Forh. tall	Komm- entar
8685 Barkestad	1908-1989	3	8.4	1942	H		
8775 Gausvik	1912-1989	3	17.1	1962	BB	0.90	M-1962
8810 Bones i Bardu	1907-1988	4	15.5	1946	BB	0.93	?
8915 Moen i Målselv	1896-1978	4	18.0	1925	B	1.10	F-flere
8980 Øverbygd	1896-1988	5	6.3	1960	H		

Tabellens kolonner inneholder:

Stasjon : Nummer og navn i nedbørarkivet.  
 Periode : Periode som er med i homogenitetstesten.  
 Ant. st. : Antall stasjoner som stasjonen er testet mot.  
 Tx : Høyeste T-verdi i perioden (lign. 2.2 og 2.3).  
 (Kritiske nivå for Tx er gitt i figur 2.1.)  
 År(Tx) : Årstall for høyeste T-verdi.

H? : Tolkning av testresultat i kode.  
 H - homogen serie, HH - særlig god homogen serie,  
 B - serie med brudd, BB - serie med flere brudd.

Forh. tall: Forhold mellom relativ årsnedbør (se lign. 2.4) etter og før eventuelt bruddår. Forholdstall over/under 1.00 angir h.h.v. relativ økning eller nedgang i nedbøren etter bruddet.

Kommentar-kode : Mulig årsak til brudd.

E - endring av stolpehøyde,  
 F - stolpe flyttet,  
 M - endring av miljøet på stasjonsområdet (trær, hus),  
 O - observatørskifte, endring i observasjonsrutiner,  
 S - skjerm påsatt/fjernet/endret,  
 ? - usikkert hva årsaken til bruddet er.  
 Årstall angir tidspunkt for angitt endring,  
 "flere" betyr at det skjedde endringer i flere av årene omkring brudd-året,  
 \*\*\*\* betyr at årstall for angitt endring er usikkert.

Forut for dette prosjektet var det ingen stasjoner som med sikkerhet kunne hevdes å ha homogene nedbørserier. Det var således i første omgang ikke mulig å oppfylle kravet om kun å bruke homogene referansestasjoner ved homogenitetstestingen. De fleste stasjonene ble derfor testet mot 5 til 9 andre stasjoner. Effekten av inhomogenitet i en av referansestasjonene ble på denne måten redusert betydelig. I tilfeller der testen gav mistanke om inhomogenitet ble dessuten testen gjennomført mot flere grupper av stasjoner.

Tabell 3.2 Eksempler på resultater fra homogenitetstest mot forskjellige grupper av referansestasjoner. Kritiske nivå for Tx er gitt i figur 2.1.

STASJON Nr. Navn	PERIODE fra-til	Ant. st.	Tx	År (Tx)	Konklusjon
4630 Suldalsvatn	1895-1990	6	8.0	1908	HOMOGEN
		3	10.7	1910	
		3	5.2	1984	
4925 Jøsendal	1895-1973	6	7.8	1925	BRUDD 1925
		3	8.6	1925	
		3	5.6	1925	
4955 Kinsarvik	1895-1990	6	7.8	1970	BRUDD 1970
		3	6.2	1970	
		3	9.2	1970	

Sammenligning av testresultater fra forskjellige grupper gav en indikasjon på hvorvidt en høy testparameter skyldtes inhomogenitet i teststasjonen eller i en av referansestasjonene. Tre eksempler på testing mot forskjellige stasjonsgrupper er vist i tabell 3.2. I tabell 3.1 står bare resultatet av den testen som ligger til grunn for klassifiseringen av stasjonen som homogen eller inhomogen.

Nedbørseriene i tabell 3.1 er klassifisert som inhomogene dersom minst en av de følgende betingelsene er tilfredsstillt: i) serien har et brudd som er statistisk sikkert på 95%-nivået; ii) serien har et brudd som er statistisk sikkert på 90%-nivået, og som i tillegg kan forklares ved opplysninger i stasjonshistorien. Inndeling etter disse reglene gav 52 homogene og 99 inhomogene serier (tabell 3.3a).

### 3.3 Homogene nedbørserier.

På grunn av den statistiske behandlingen ligger det i sakens natur at en del av de 52 seriene som er klassifisert som homogene likevel inneholder brudd. Disse er for små til at de kan skilles fra tilfeldige variasjoner i nedbørfordelingen, men testresultater indikerer at de likevel kan være betydelige. I nedbørserier fra stasjoner uten signifikante brudd kan det

forekomme relative endringer i årsnedbøren sammenlignet med nabostasjoner på opp til 7-8%. En del av de stasjonene som her er klassifisert som homogene bør derfor undersøkes nærmere. Dette kan gjøres ved at data fra vintersesongen testes separat, og ved at data fra nabostasjoner med kortere tids-serier trekkes inn. Slik testing vil bli gjennomført senere, og kan føre til at noen flere stasjoner blir klassifisert som inhomogene. For 10% av de testede stasjonene (15 stasjoner) tyder imidlertid testresultatene og stasjonshistorikken så entydig på homogenitet at videre undersøkelser er ansett som overflødige. Disse stasjonene er merket "HH" i tabell 3.1, og bør foretrekkes i studier av nedbørens tidsvariasjon og i fremtidige homogenitetsundersøkelser.

#### 3.4 Inhomogene nedbørserier.

Ca. 66% av nedbørseriene i tabell 3 er klassifisert som inhomogene. I de tilfellene der homogenitetstesten tyder på at det er to eller flere brudd, er seriene merket "BB". Dette gjelder 20% av seriene. I de som er merket "B" (46% av seriene) har T-verdien bare ett tydelig maksimum. Det kan likevel være flere brudd i slike serier, da et stort brudd kan gi så kraftig utslag i testen at eventuelle andre brudd først kommer frem når det største bruddet er korrigert.

Forholdstall mellom nedbøren på teststasjonen og referansestasjonene (lign. 3.3) i periodene før og etter det året  $T_x$  forekommer er beregnet ved alle stasjoner. Ved de stasjonene som er karakterisert som inhomogene er forholdet mellom disse verdiene etter og før det mest sannsynlige bruddåret gitt i tabell 3.1. Ved å multiplisere midlere årsnedbør for årene før bruddet med denne faktoren, kan årsverdiene før bruddet justeres slik at midlere forholdstall mellom teststasjon og referansestasjoner før og etter bruddet er det samme. Når det er kun 1 brudd i en nedbørserie kan denne metoden benyttes til å konstruere en homogen serie på årsbasis.

Når det er flere brudd i serien, vil imidlertid dette forholdet påvirkes av alle bruddene. Det kan da ikke brukes til å korrigere serien. I slike tilfeller må nedbørserien deles i perioder som hver inneholder kun ett brudd, og korreksjoner må bestemmes for hvert brudd separat. Da usikkerhet er knyttet til hver korreksjon, vil kvaliteten på en måleserie som er korrigert for mange brudd ikke bli så god som kvaliteten på en serie uten brudd. Usikkerheten ved en enkelt korreksjon er dessuten større jo kortere tidsserie som er tilgjengelig på hver side av bruddet. Eksempler på testing og justering av nedbørserier med flere brudd er gitt i en tidligere rapport (Førland og Nordli, 1990). En del av de nedbørseriene som har flere brudd, vil antagelig bli umulige å korrigere med en rimelig sikkerhet.

### 3.5 Årsaker til inhomogenitet.

Tabell 3.3b viser en oppsummering av årsakene til homogenitetsbrudd. Den årsaken som forekommer hyppigst er flytting av nedbørstolpe. Flytting kan forklare nesten halvparten av de bruddene som er funnet ved hjelp av homogenitetstesten, og bare noen få meters endring av nedbørstolpens plassering har ved flere anledninger gitt brudd. Ved stasjonen 5768 Eikefjord ble f. eks. nedbørstolpen flyttet 6 m den 20. oktober 1983. Denne flyttingen gav et signifikant brudd i måleserien, og førte til en økning av nedbøren på 6% relativt til nabostasjonene

Endringer i bebyggelsen eller vegetasjonen innen en radius på 20-30 m om nedbørmåleren kan forklare 20% av bruddene. Brudd som skyldes fremvekst av busker og trær kan være vanskelige å identifisere fordi slike endringer foregår over lang tid. Det kan også bli vanskelig å korrigere for slike endringer på en tilfredsstillende måte.

Tabell 3.3 Sammendrag av testresultater.

a) Antall av homogene og inhomogene stasjoner.  
(Forklaring av koder er gitt i tabell 3.1.)

Testede tidsserier:		151	(100%)
Homogene:	HH -	15	(10%)
	H -	37	(25%)
	Sum:	52	(34%)
Inhomogene:	B -	69	(46%)
	BB -	30	(20%)
	Sum:	99	(66%)

b) Årsaker til brudd i de 99 inhomogene seriene:

Flytting av nedbørmåler:	46%
Endringer i vegetasjon/bebyggelse rundt måleren:	20%
Montering/endring av vindskjerm:	7%
Skifte av observatør:	5%
Endring av stolpehøyde:	1%
Årsak ukjent:	20%

Montering eller endring av vindskjerm forklarer bare 7% av bruddene. Dette er neppe representativt for et mer tilfeldig utvalg av norske stasjoner. Nettopp for å unngå unødvendige homogenitetsbrudd i de lange nedbørseriene er skjerm kun montert på 40% av de stasjonene som er undersøkt her (tabell 3.4), og da ofte samtidig med andre endringer som måtte antas å forårsake homogenitetsbrudd. Denne undersøkelsen omfatter dessuten kun årssummer av nedbør, mens vindskjerm først og fremst forventes å gi mer effektiv oppfangning av snø. Det antas at testing av vinternebbøren separat vil synliggjøre flere brudd som skyldes montering av skjerm.

Skifte av observatør er oppgitt som "årsak" til 5% av de registrerte bruddene, på tross av at dette i seg selv ikke burde føre til brudd. Ved observatørskifter kan det imidlertid oppstå endringer i målerutiner som fører til brudd.

Tabell 3.4 Tidspunkt for montering av vindskjerm.

Stas- joner:	1900- 1909	1910- 1919	1920- 1929	1930- 1939	1940- 1949	1950- 1959	1960- 1969	1970 1979	Totalt
Antall	37	7	0	11	3	1	2	1	62
%	25	5	0	7	2	1	1	1	41

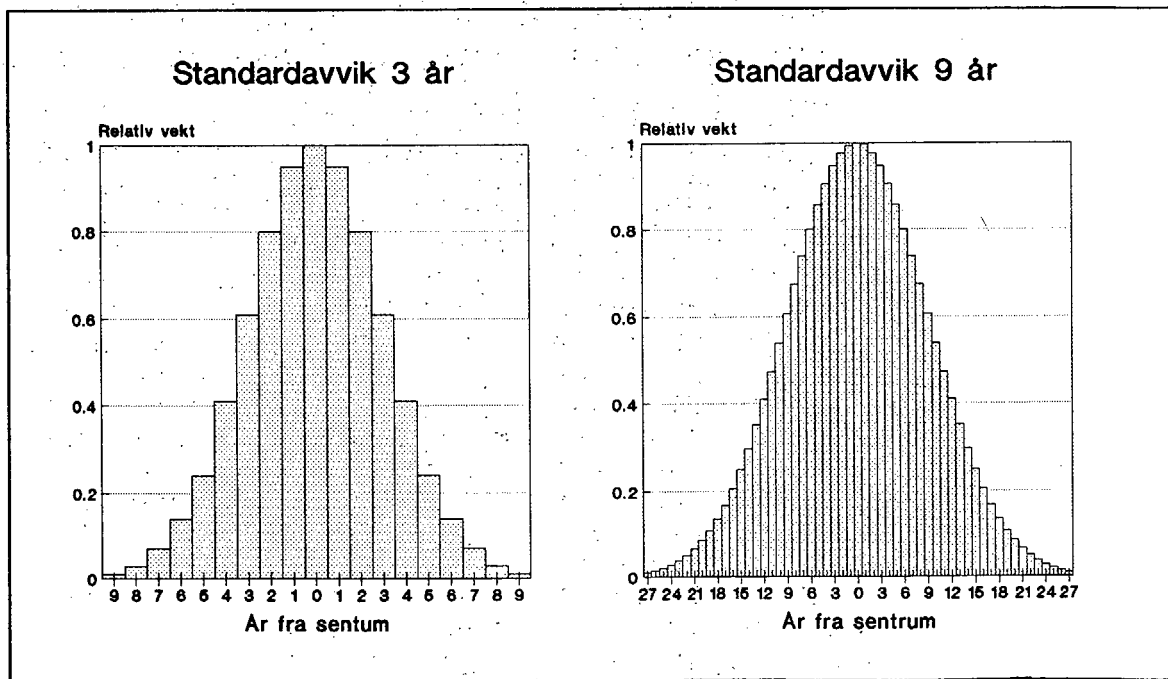
Bortsett fra et brudd som skyldes endring av stolpehøyde har resten av de inhomogene tidsseriene (ca. 20%) brudd som det ikke er funnet tilfredsstillende forklaringer på i stasjonshistorien. Omlag halvparten av disse seriene har flere brudd, mens halvparten tilsynelatende har ett brudd. I videreføringen av dette prosjektet vil det bli utarbeidet anbefalte korreksjoner for inhomogene nedbørserier. I den forbindelse vil seriene med brudd som ikke kan forklares bli studert nærmere. En bør være svært forsiktig med å innføre korreksjoner for brudd som en ikke kjenner årsaken til.

## 4. LANGTIDSVARIASJONER AV NEDBØR - 17 HOMOGENE SERIER.

4.1 Beregning av filter-verdier og kumulative avvik.

Figurene 4.2 til 4.18 viser nedbørserier fra 17 homogene stasjoner som har vært i drift i minst 80 år. Fem delfigurer viser tidsserier av års- og sesong-sommer av nedbør. Sesongene er definert slik at desember-januar-februar utgjør vinteren, mars-april-mai utgjør våren, juni-juli-august utgjør sommeren, og september-oktober-november utgjør høsten.

I tillegg til observerte nedbørsummer for hvert år og hver sesong, viser de fem delfigurene tidsserier beregnet ved hjelp av to "Gaussfiltre". Liksom glidende middelerdier kan slike filtre benyttes til å undertrykke variasjoner på kort tidsskala, slik at eventuelle trender og fluktuasjoner på lengre tidsskalaer kommer frem. I motsetning til middelerdier, der alle verdiene som inngår teller like mye, blir verdiene fra de enkelte år tildelt forskjellig vekt i et Gaussfilter. Vektene er gitt ved en normalfordeling (Gauss-fordeling), og fordelings standardavvik bestemmer bredden på filteret.



Figur 4.1 Vektfordeling i Gaussfiltre med STD=3 og 9 år.



Figur 4.1 viser vektfordelingen i de filtrene som er anvendt her, d.v.s. filtre med standardavvik 3 og 9 år.

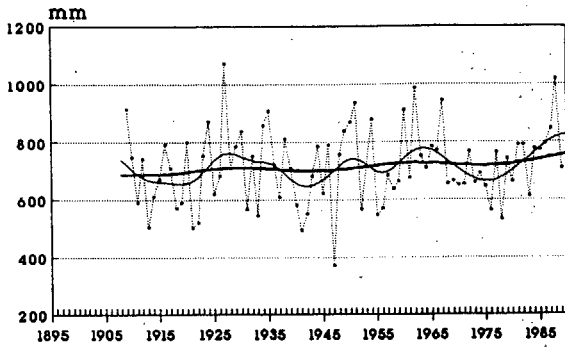
I enhver tidsserie som ikke er symmetrisk om ekstremalverdiene, vil det oppstå tidsforskyvninger mellom observerte ekstremalverdier og ekstremalverdier blandt de glidende middelverdiene. En fordel ved Gaussfiltre fremfor glidende middelverdier, er at den store vektingen av de sentrale årene fører til bedre samsvar mellom tidspunkt for observerte ekstremalverdier og "filtrerte" ekstremalverdier.

Figurene 4.2 - 4.18 viser "filterverdier" også for årene helt i begynnelsen og slutten av tidsseriene. Disse er beregnet ved at vektingen av nedbørverdiene fra år med målinger har blitt oppjustert, slik at summen av vektene fra disse årene hele tiden har blitt lik 1. Filterverdiene nær begynnelsen og slutten av tidsseriene er altså basert på spinklere datagrunnlag enn de øvrige verdiene, og verdiene i slutten av serien vil endre seg etterhvert som nye observasjoner kommer til. Betydelige endringer kan forekomme inntil 1,5 standardavvik fra slutten av seriene. En skal derfor være svært forsiktig med å uttale seg om "trender" nær endene av tidsseriene, og spesielt med å definere "trend" som differansen mellom endepunktene trendkurven.

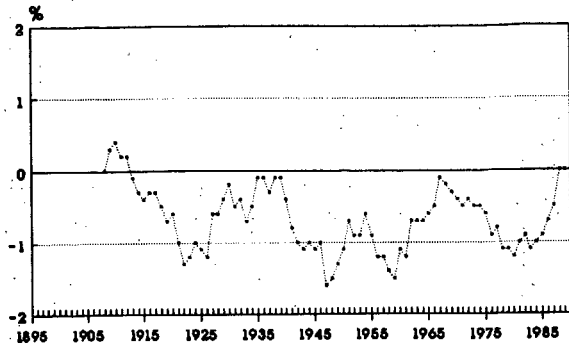
I figur 4.2 - 4.18 er det en delfigur som viser kumulativt avvik i årsnedbør fra langtidsmiddelverdi. De kumulative avvikene er gitt i prosent av langtidssummen. Dersom nedbørsummen for et gitt år er større enn langtidsmiddelverdien, vil en dette året få et punkt som ligger høyere enn foregående punkt i diagrammet for kumulativt avvik. Grupper av år med mye nedbør vises som stadig økende verdier i diagrammet, og grupper av år med mindre nedbør enn langtidsverdien vises som stadig avtagende verdier i diagrammet. Dersom kumulativt avvik er lik null et år, betyr det at middelverdien av årssummene fra starten av serien til dette året er lik langtidsmiddelverdien.

# 0108 HVALER

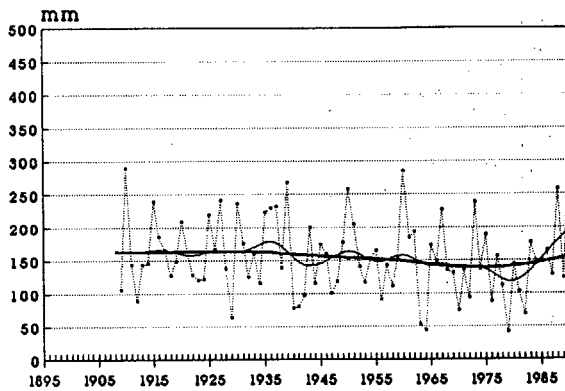
ARSNEDBØR



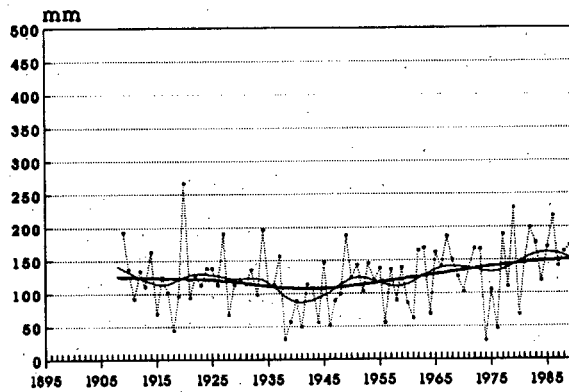
KUMULATIVT AVVIK I ARSNEDBØR, %



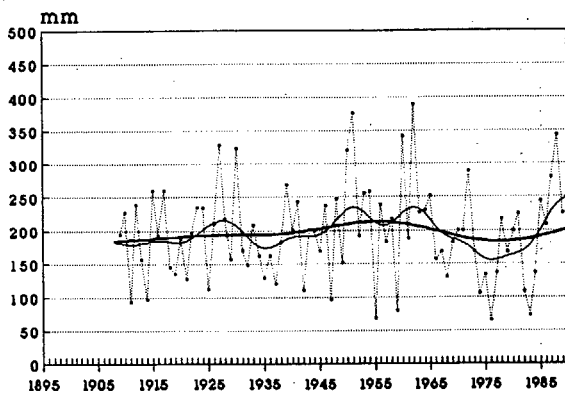
DES-JAN-FEB



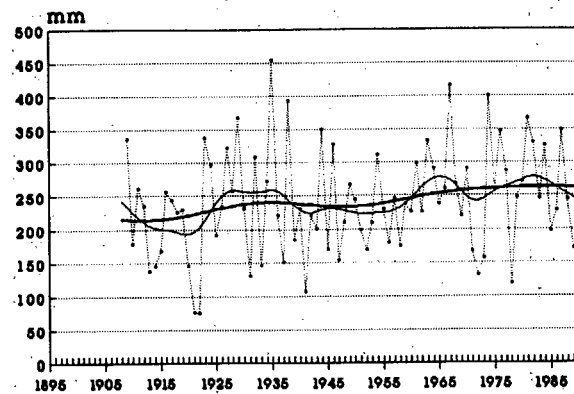
MAR-APR-MAI



JUN-JUL-AUG



SEP-OKT-NOV



Observervt:



Filter m/std=3:



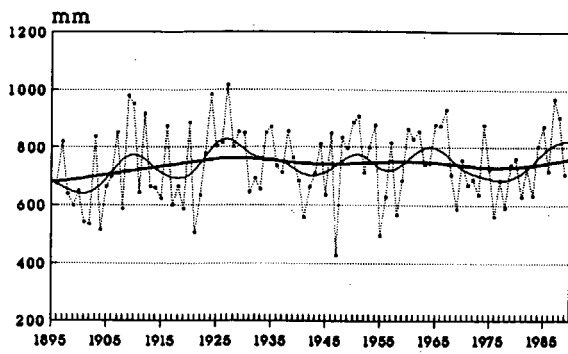
Filter m/std=9: \_\_\_\_\_



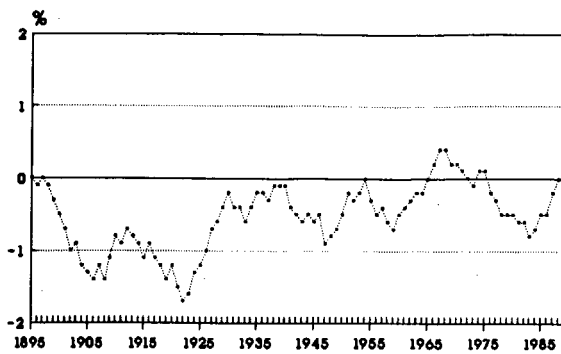
Figur 4.2 Langtidsvariasjoner i nedbør ved 0108 Hvaler.

## 0535 NORD-ODAL

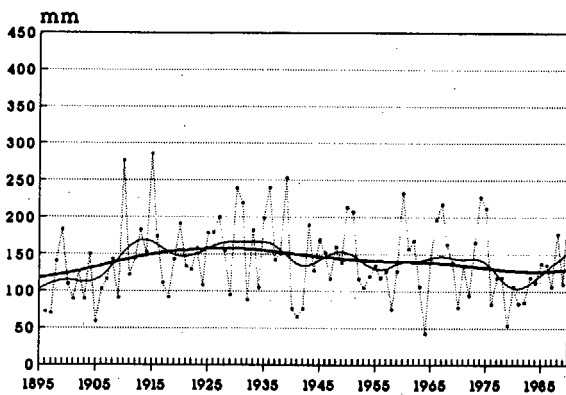
## ARSNEDBØR



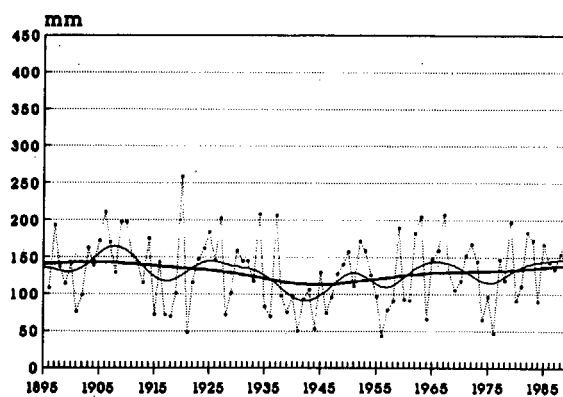
## KUMULATIVT AVVIK I ARSNEDBØR, %



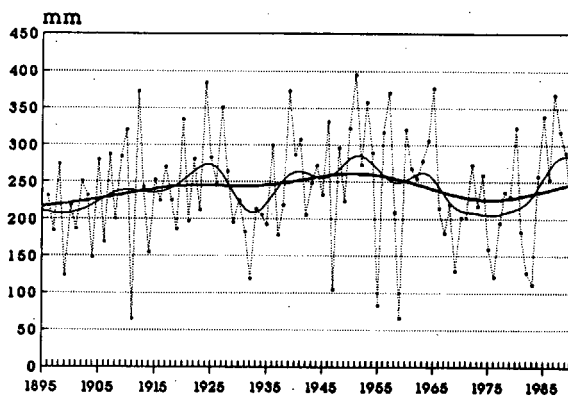
## DES-JAN-FEB



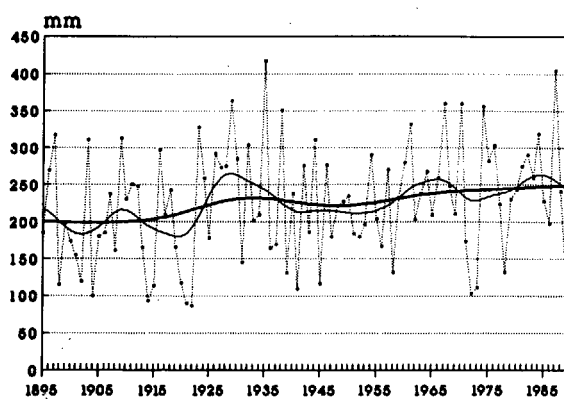
## MAR-APR-MAI



## JUN-JUL-AUG



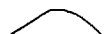
## SEP-OKT-NOV



Observervert:



Filter m/std=3:



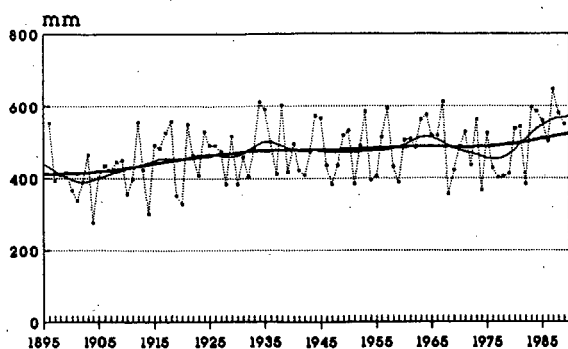
Filter m/std=9: \_\_\_\_\_



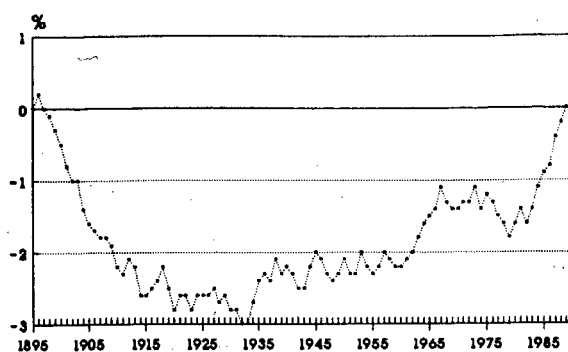
Figur 4.3 Langtidsvariasjoner i nedbør ved 0535 Nord-Odal.

## 1040 RØROS

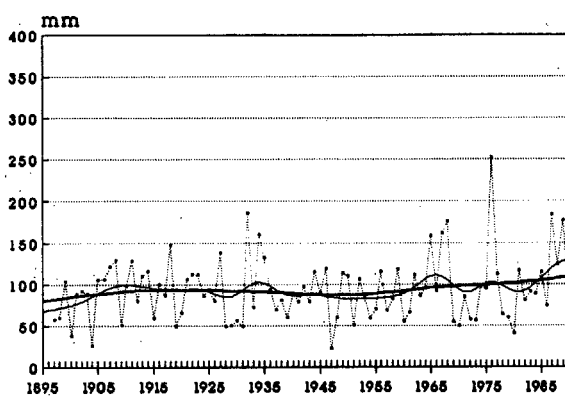
## ARSNEDBØR



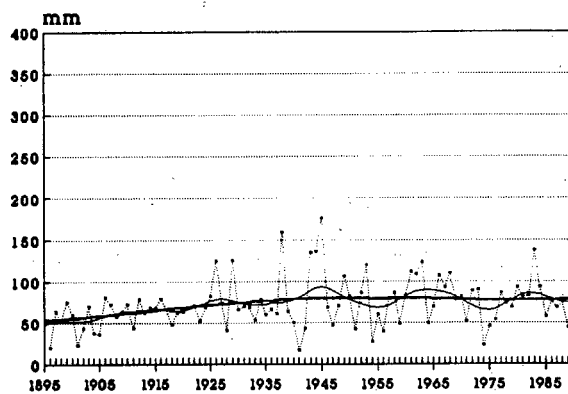
## KUMULATIVT AVVIK I ARSNEDBØR, %



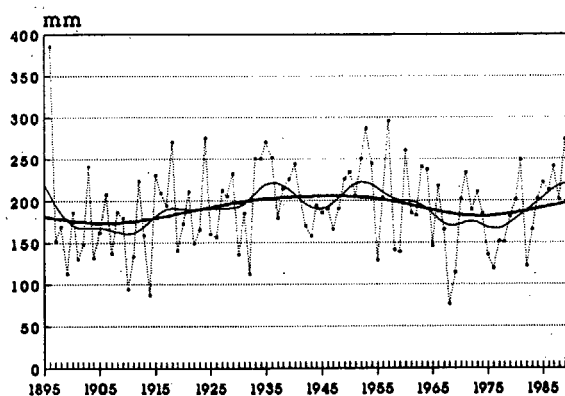
## DES-JAN-FEB



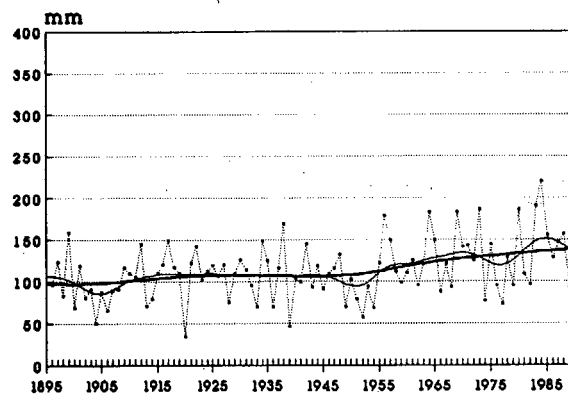
## MAR-APR-MAI



## JUN-JUL-AUG



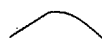
## SEP-OKT-NOV



Observert:



Filter m/std=3:



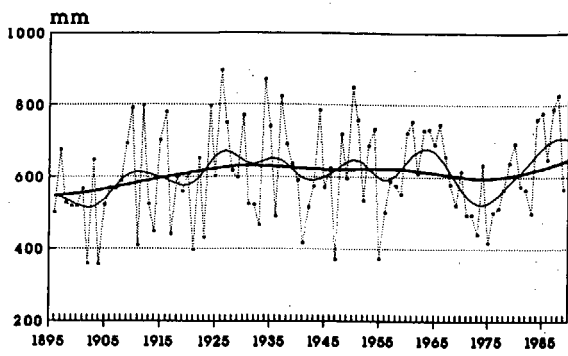
Filter m/std=9: —



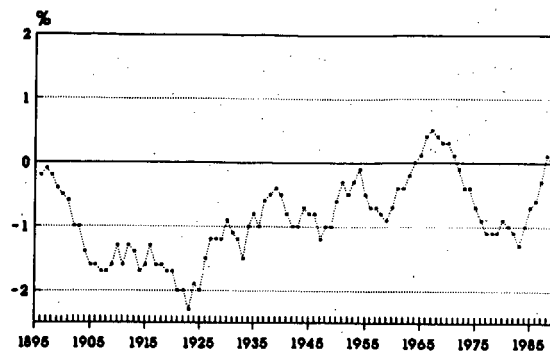
Figur 4.4 Langtidsvariasjoner i nedbør ved 1040 Røros.

## 2295 NORD-AURDAL

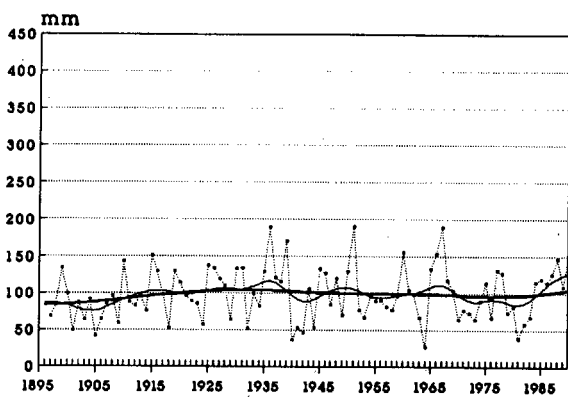
## ARSNEDBØR



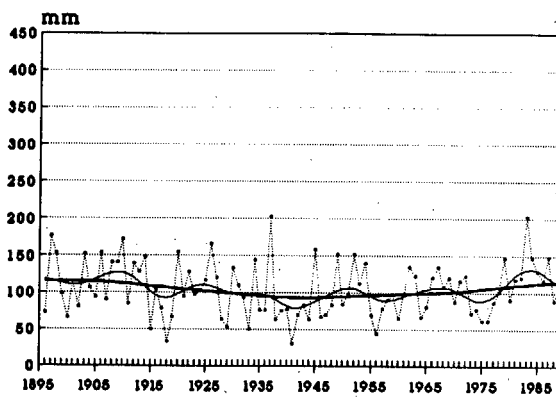
## KUMULATIVT AVVIK I ARSNEDBØR, %



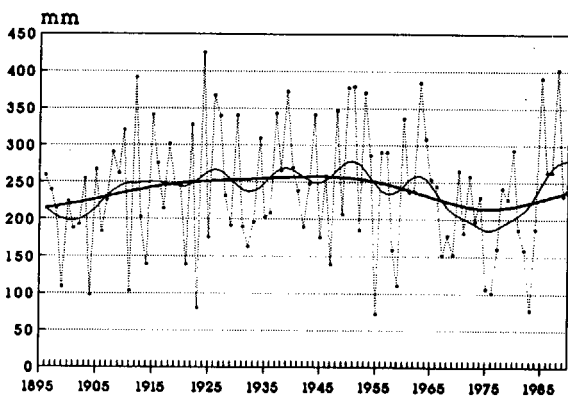
## DES-JAN-FEB



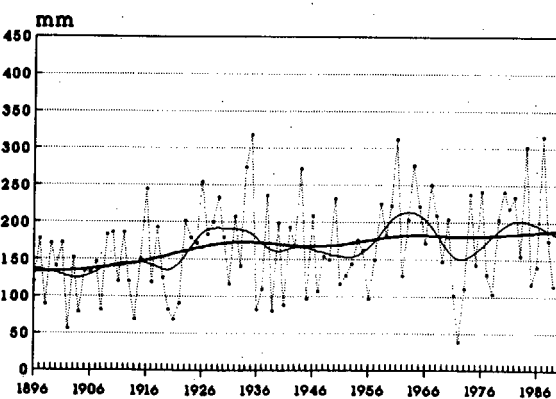
## MAR-APR-MAI



## JUN-JUL-AUG



## SEP-OKT-NOV



Observervert:



Filter m/std=3:

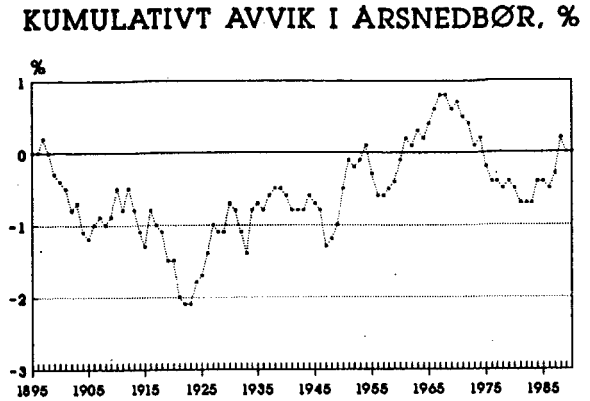
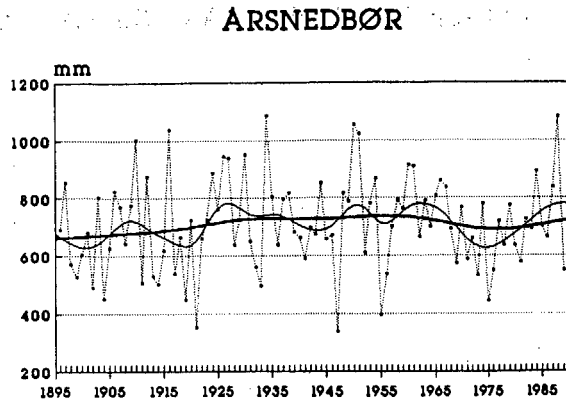


Filter m/std=9: —

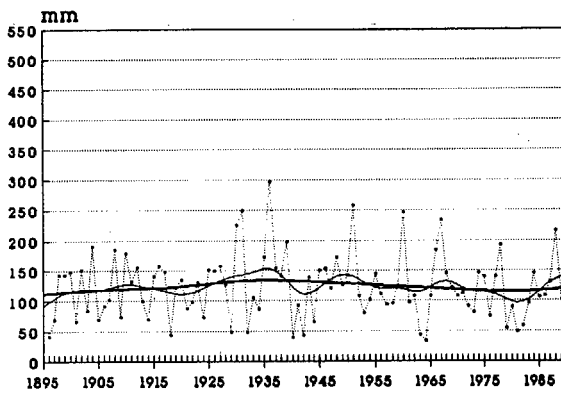


Figur 4.5 Langtidsvariasjoner i nedbør ved 2295 Nord-Aurdal.

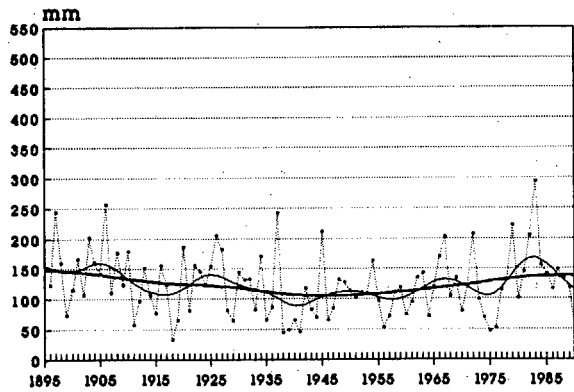
# 2892 VEGGLI



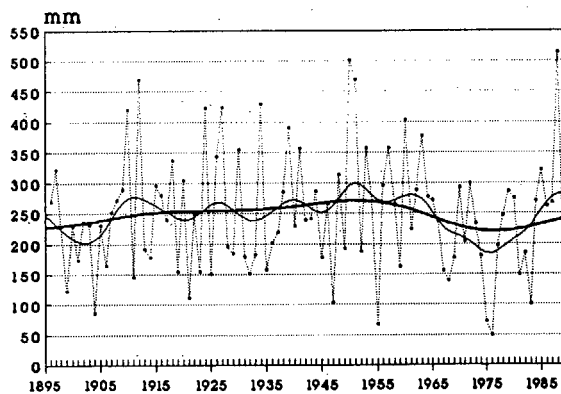
DES-JAN-FEB



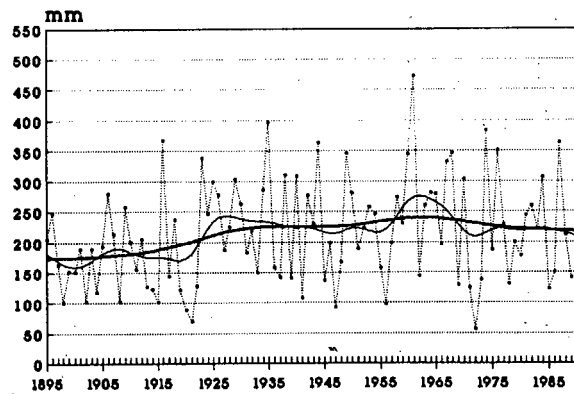
MAR-APR-MAI



JUN-JUL-AUG



SEP-OKT-NOV



Observervert:

Filter m/std=3:



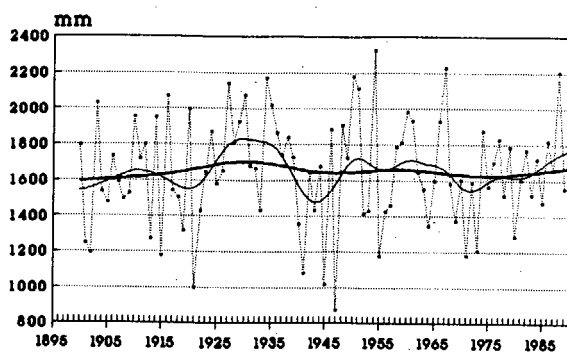
Filter m/std=9: \_\_\_\_\_



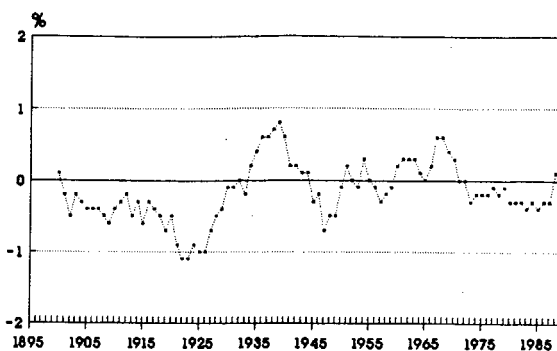
Figur 4.6 Langtidsvariasjoner i nedbør ved 2892 Veggli.

## 3922 MESTAD I ODDERNES

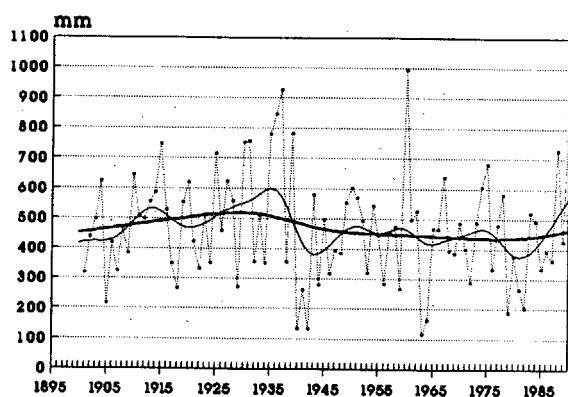
## ARSNEDBØR



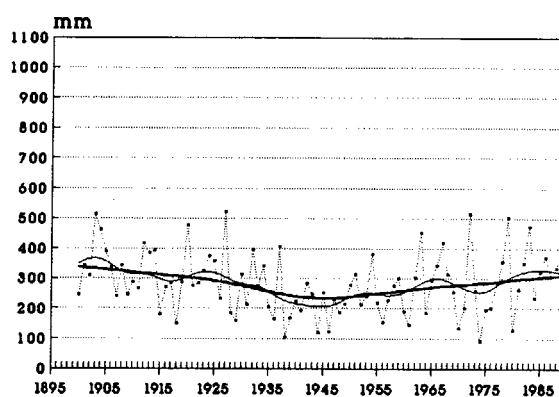
## KUMULATIVT AVVIK I ARSNEDBØR, %



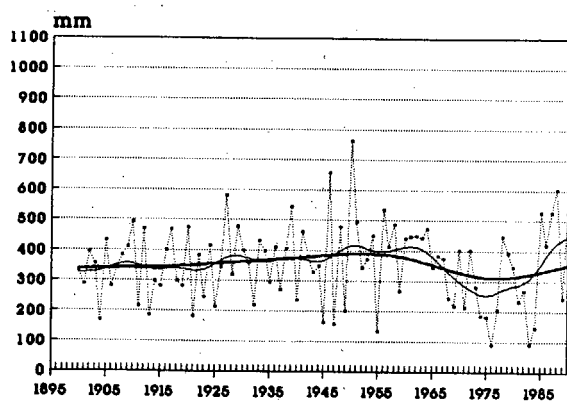
## DES-JAN-FEB



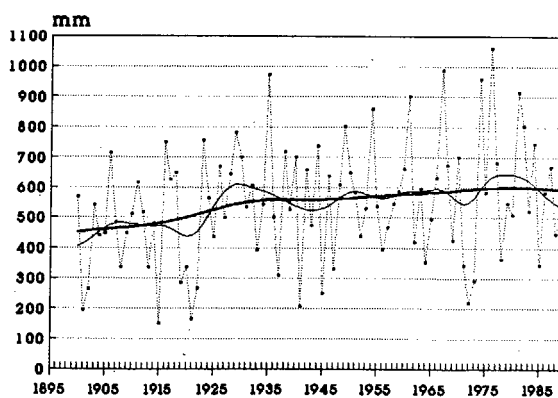
## MAR-APR-MAI






## JUN-JUL-AUG



## SEP-OKT-NOV

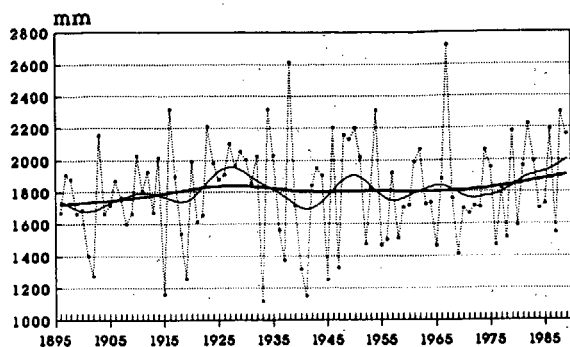


Observervert:  Filter m/std=3:  Filter m/std=9: 

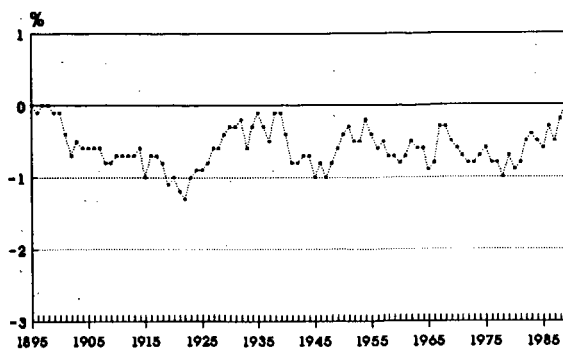
Figur 4.7 Langtidsvariasjoner i nedbør ved 3922 Mestad.

# 4272 BAKKE

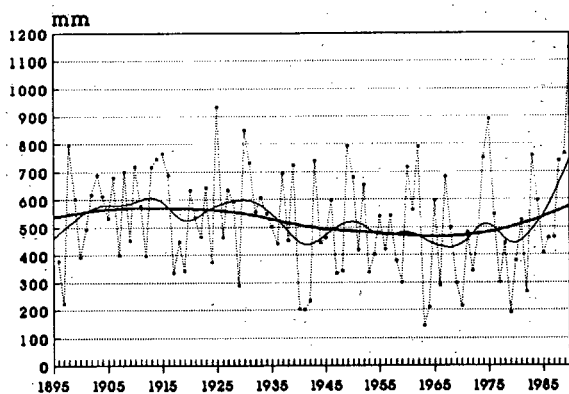
ÅRSNEDBØR



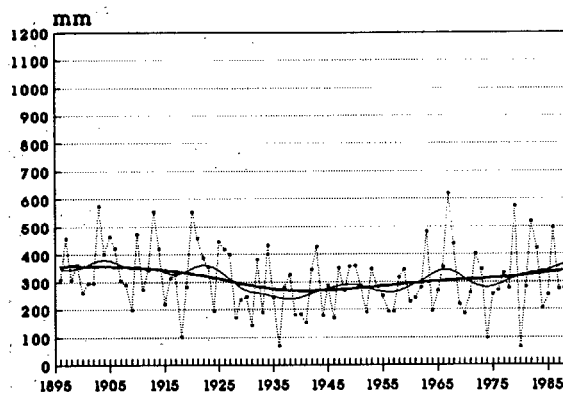
KUMULATIVT AVVIK I ÅRSNEDBØR, %



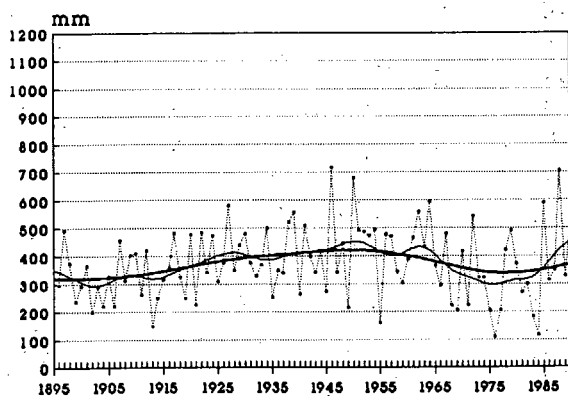
DES-JAN-FEB



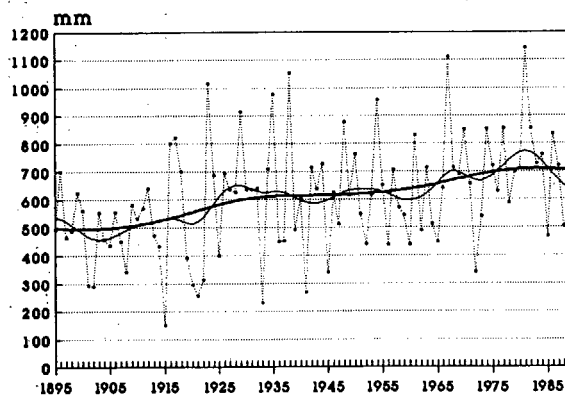
MAR-APR-MAI



JUN-JUL-AUG



SEP-OKT-NOV



Observert:



Filter m/std=3:



Filter m/std=9: \_\_\_\_\_

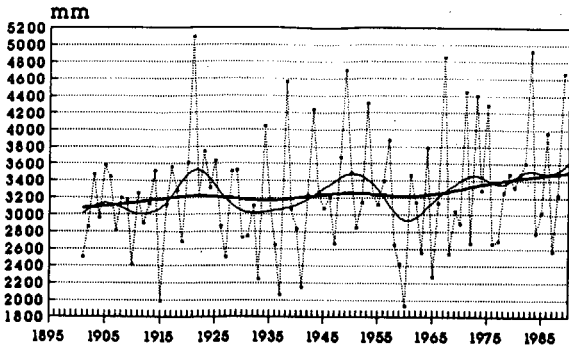


Figur 4.8 Langtidsvariasjoner i nedbør ved 4272 Bakke.

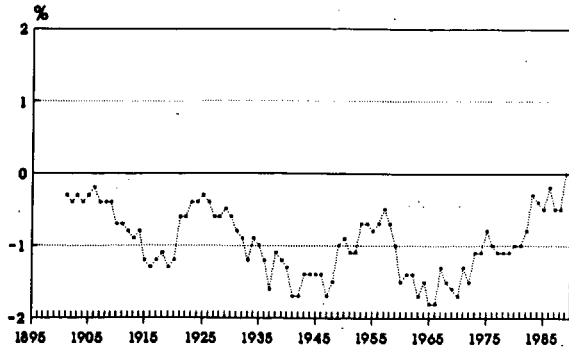


# 5035 SAMNANGER

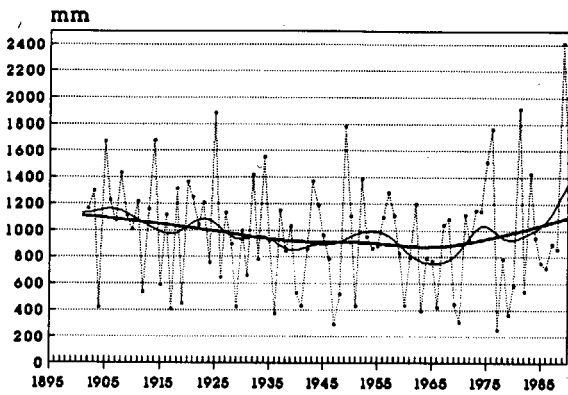
## ARSNEDBØR



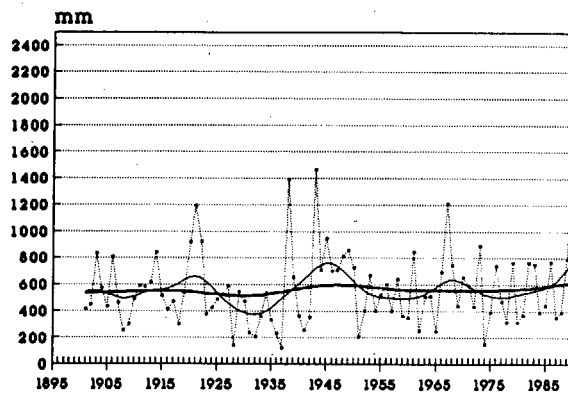
## KUMULATIVT AVVIK I ARSNEDBØR, %



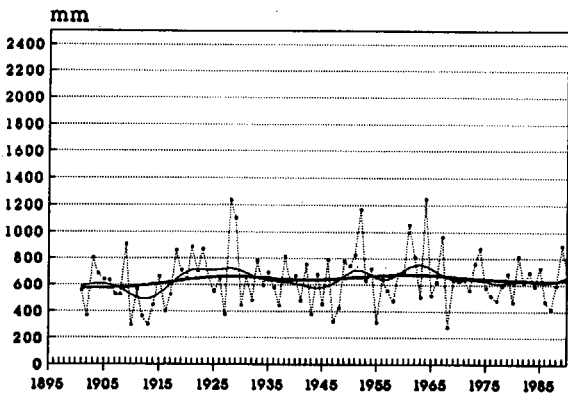
## DES-JAN-FEB



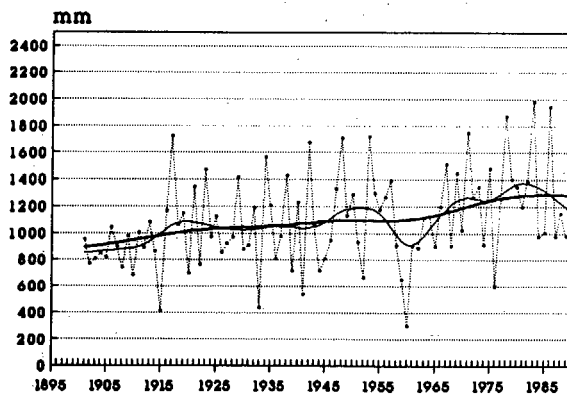
## MAR-APR-MAI



## JUN-JUL-AUG



## SEP-OKT-NOV



Observervt:



Filter m/std=3:



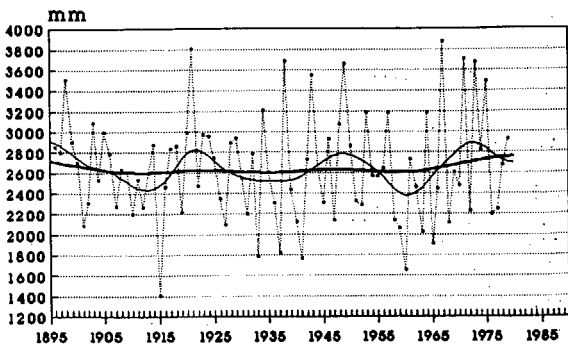
Filter m/std=9: \_\_\_\_\_



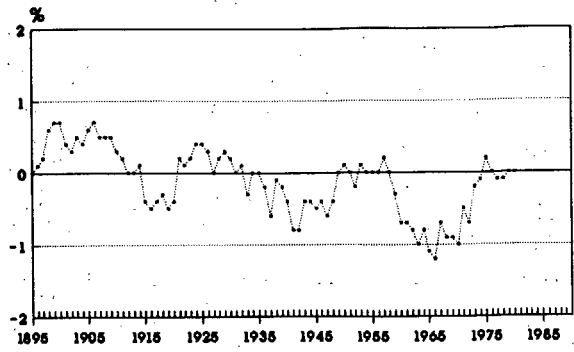
Figur 4.9 Langtidsvariasjoner i nedbør ved 5035 Samnanger.

# 5230 MODALEN

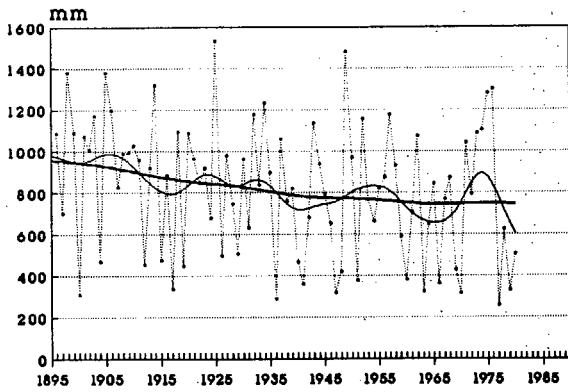
ARSNEDBØR



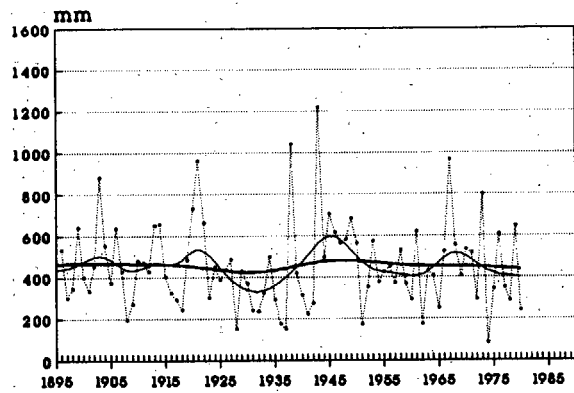
KUMULATIVT AVVIK I ARSNEDBØR, %



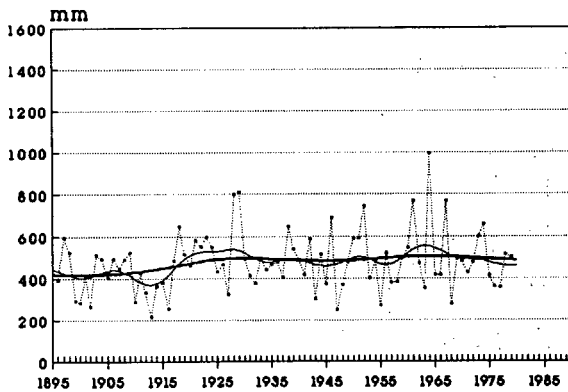
DES-JAN-FEB



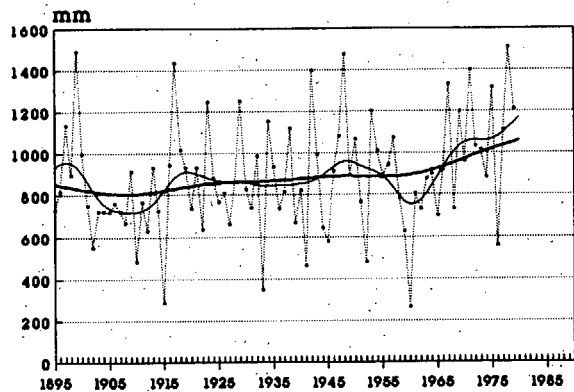
MAR-APR-MAI



JUN-JUL-AUG



SEP-OKT-NOV



Observervert:



Filter m/std=3:



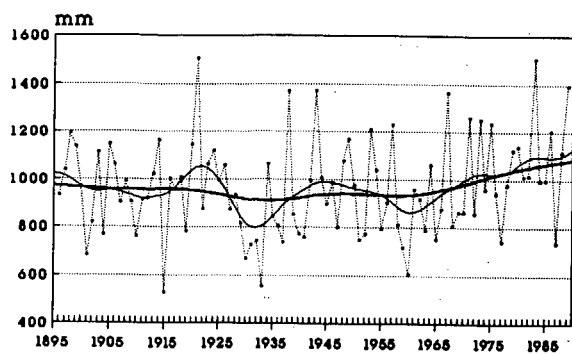
Filter m/std=9: \_\_\_\_\_



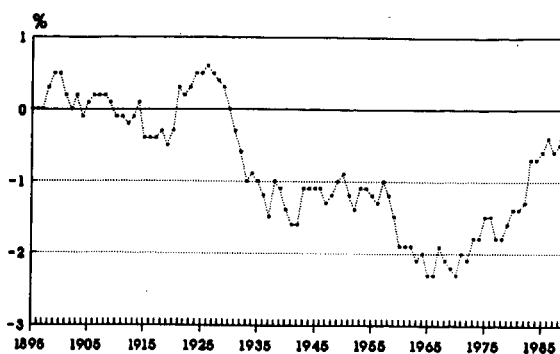
Figur 4.10 Langtidsvariasjoner i nedbør ved 5230 Modalen.

## 5555 HAFSLO

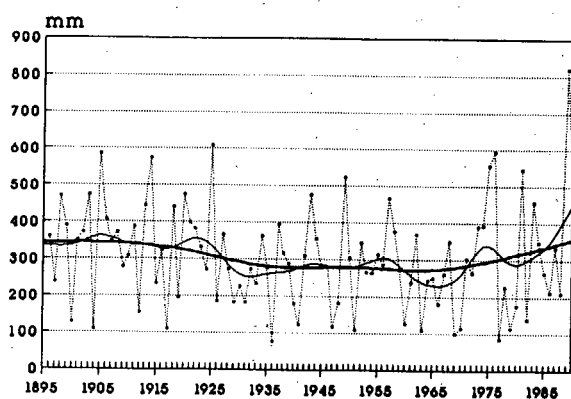
## ARSNEDBØR



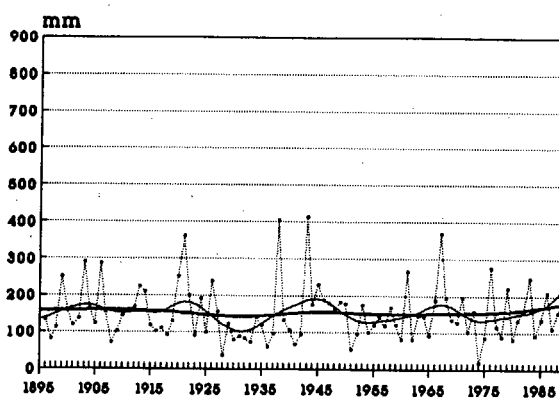
## KUMULATIVT AVVIK I ARSNEDBØR, %



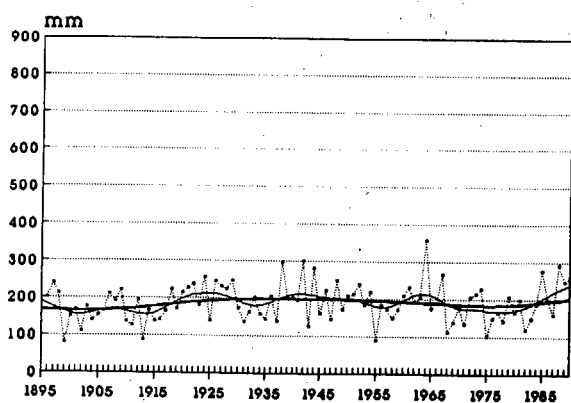
## DES-JAN-FEB



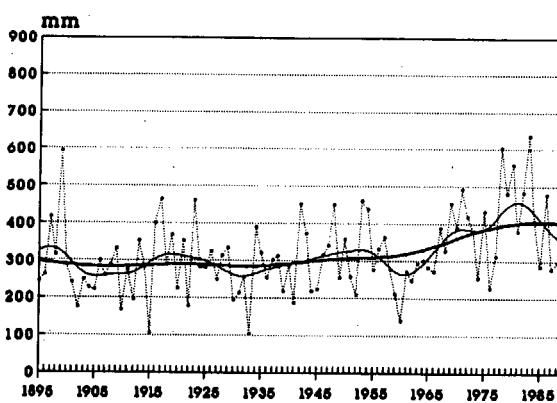
## MAR-APR-MAI



## JUN-JUL-AUG



## SEP-OKT-NOV



Observervert:



Filter m/std=3:



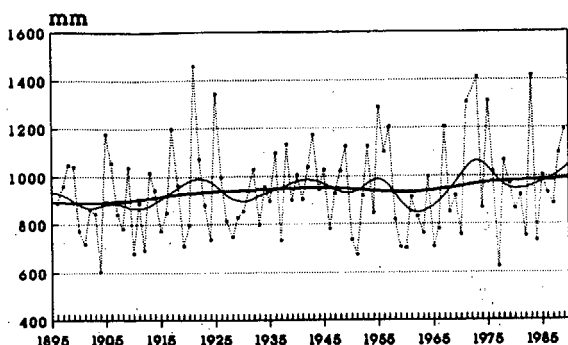
Filter m/std=9: —



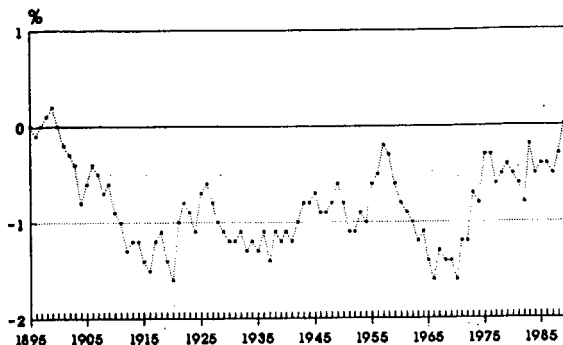
Figur 4.11 Langtidsvariasjoner i nedbør ved 5555 Hafslo.

# 6040 NORDDAL

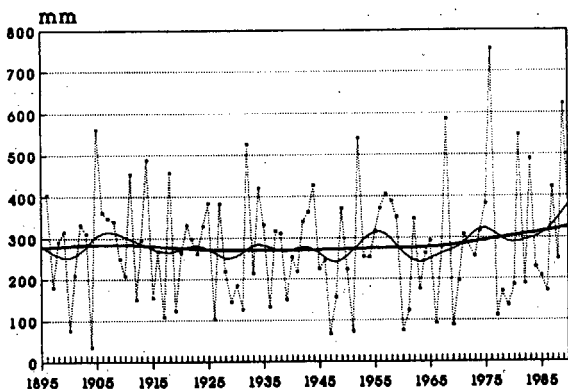
ARSNEDBØR



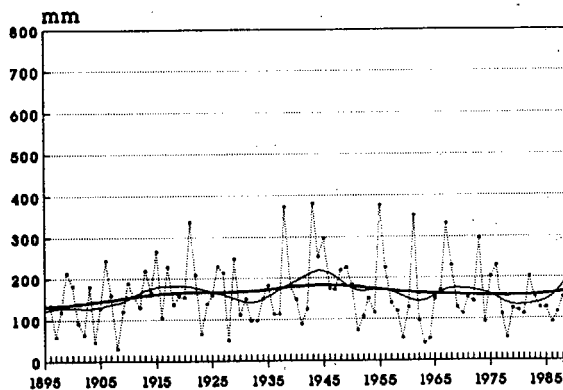
KUMULATIVT AVVIK I ARSNEDBØR, %



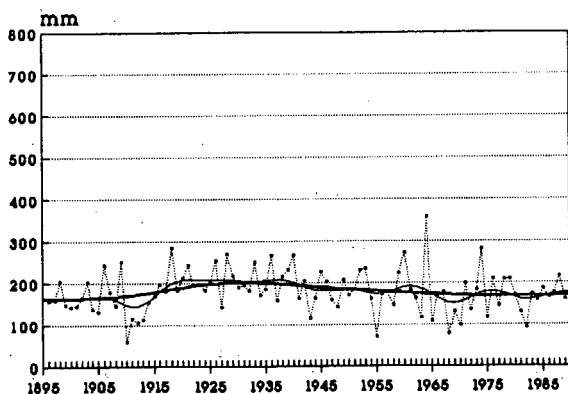
DES-JAN-FEB



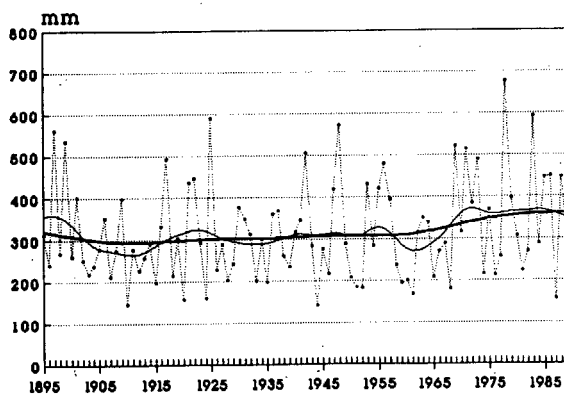
MAR-APR-MAI



JUN-JUL-AUG



SEP-OKT-NOV



Observervert:



Filter m/std=3:



Filter m/std=9: —

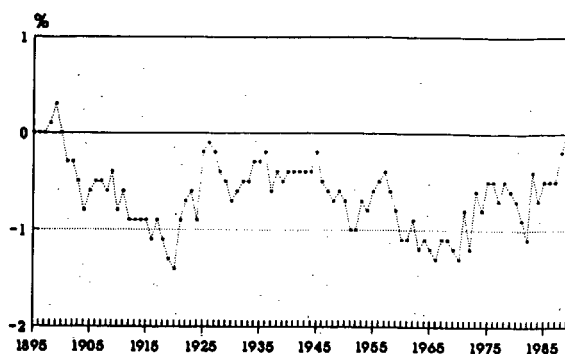
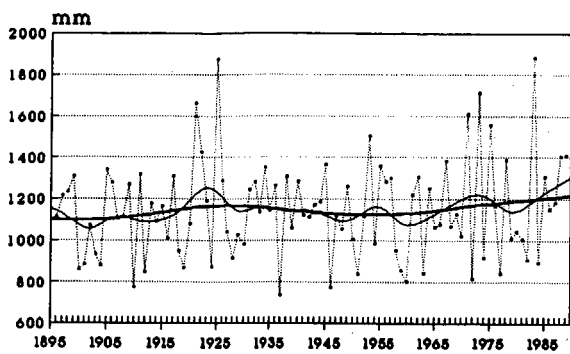


Figur 4.12 Langtidsvariasjoner i nedbør ved 6040 Norddal.

# 6310 ØKSENDAL

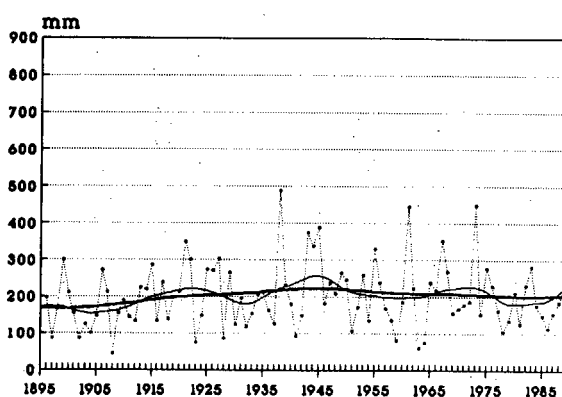
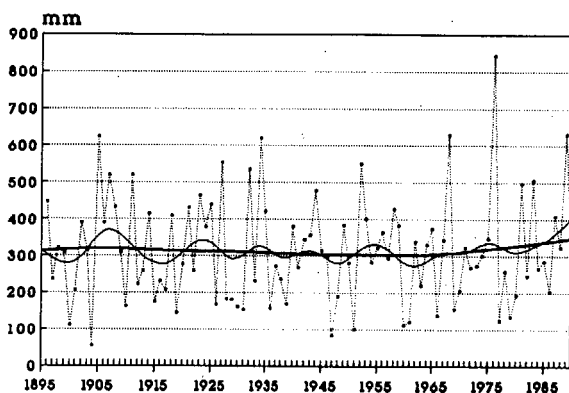
ARSNEDBØR

KUMULATIVT AVVIK I ARSNEDBØR, %



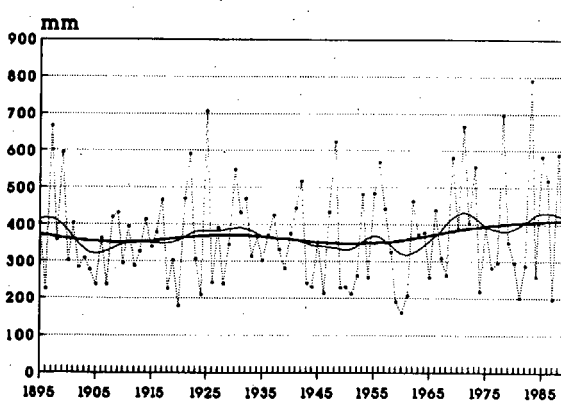
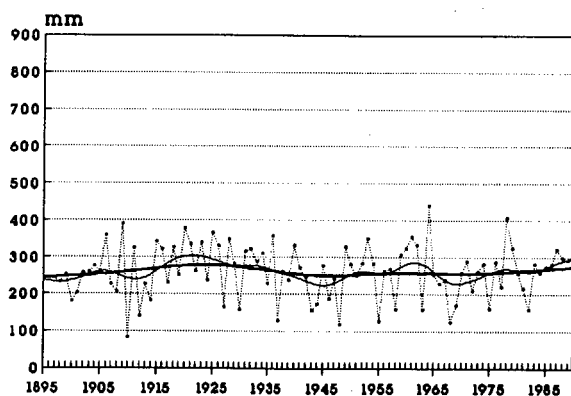
DES-JAN-FEB




MAR-APR-MAI



JUN-JUL-AUG

SEP-OKT-NOV

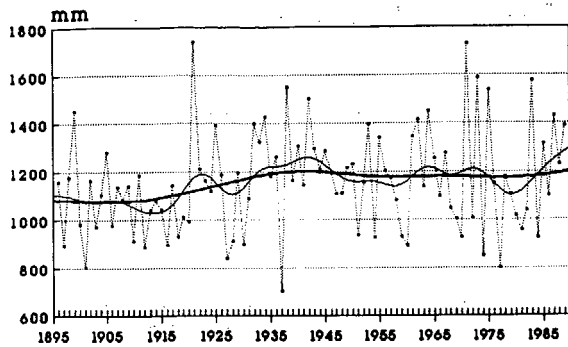


Observervert:  Filter m/std=3:  Filter m/std=9: 

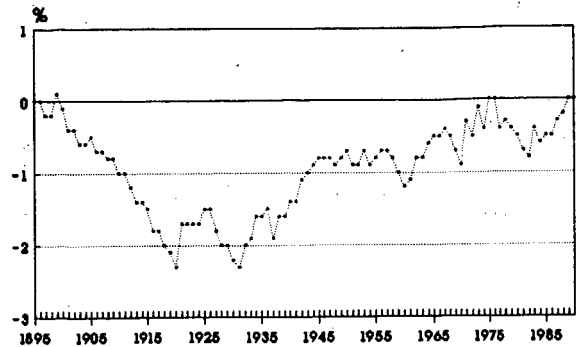
Figur 4.13 Langtidsvariasjoner i nedbør ved 6310 Øksendal.

# 6955 ØSTÅS I HEGRA

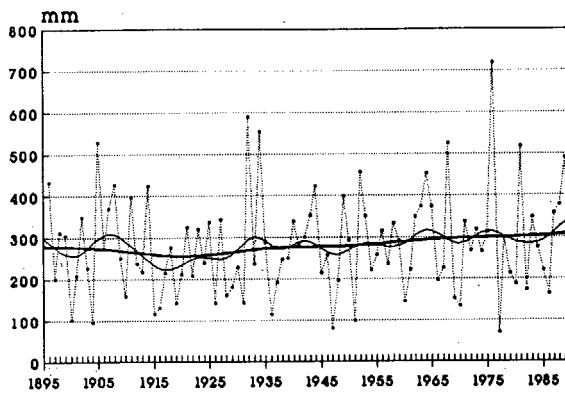
ARSNEDBØR



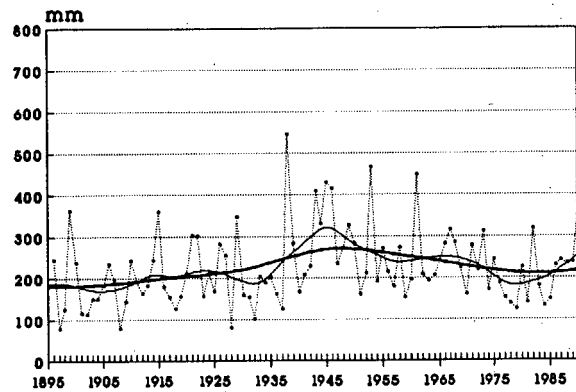
KUMULATIVT AVVIK I ARSNEDBØR, %



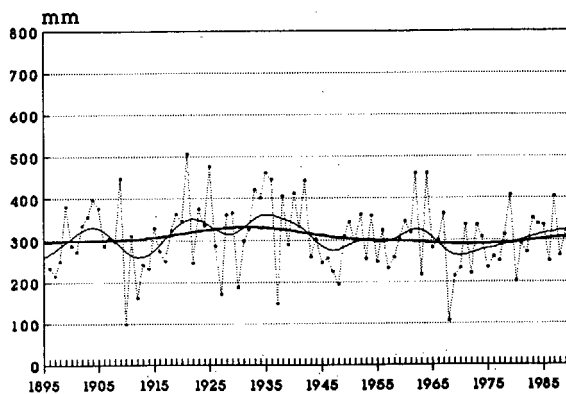
DES-JAN-FEB



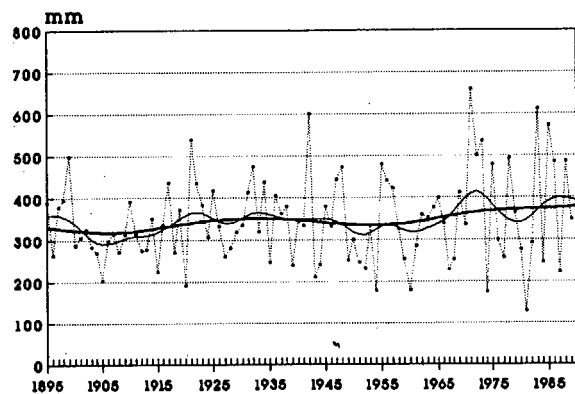
MAR-APR-MAI



JUN-JUL-AUG



SEP-OKT-NOV



Observervert:



Filter m/std=3:



Filter m/std=9: —

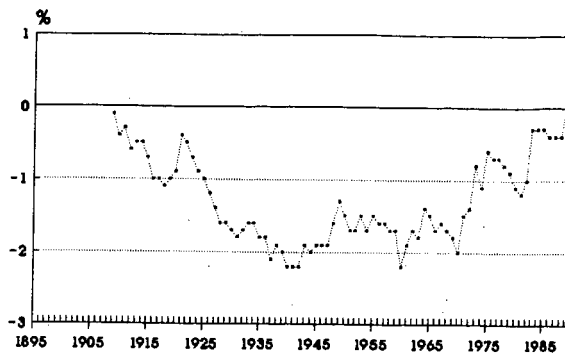
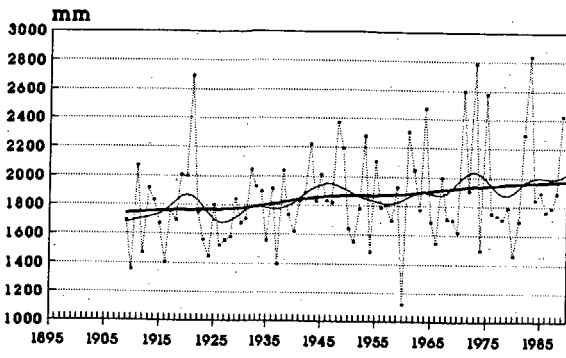


Figur 4.14 Langtidsvariasjoner i nedbør ved 6955 Østås.

# 7510 LIAFOSS

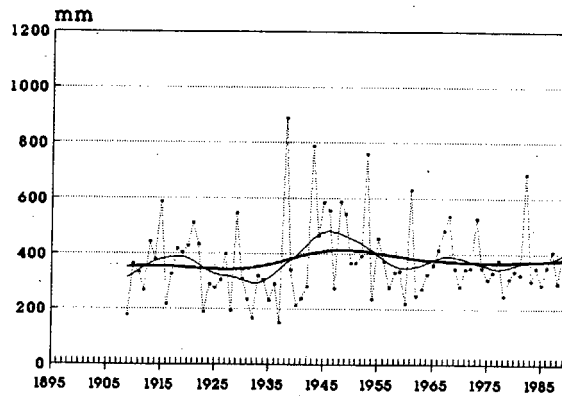
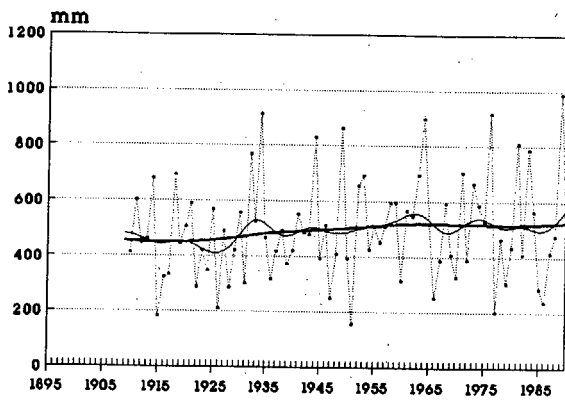
ARSNEDBØR

KUMULATIVT AVVIK I ARSNEDBØR, %



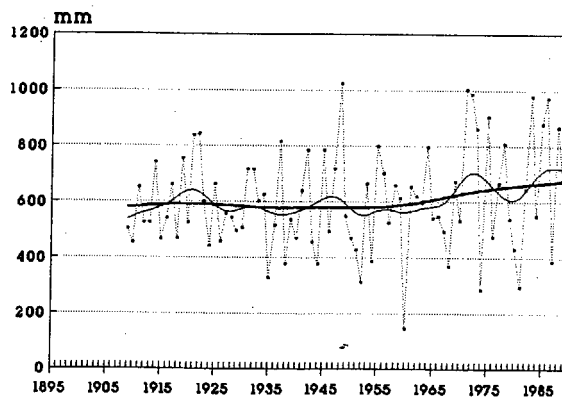
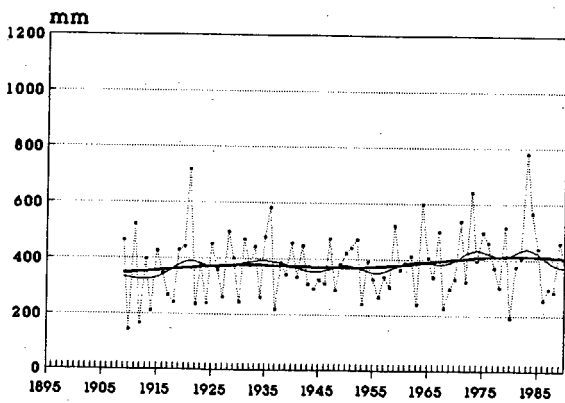
DES-JAN-FEB




MAR-APR-MAI



JUN-JUL-AUG

SEP-OKT-NOV

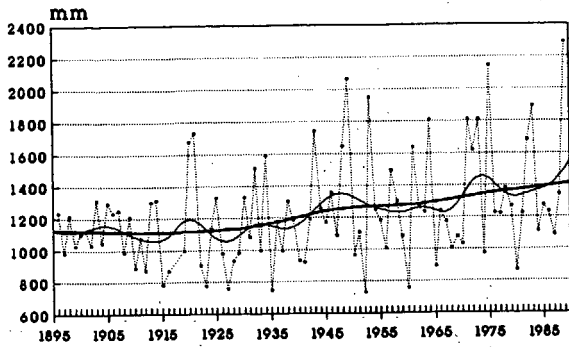


Observervert:  Filter m/std=3:  Filter m/std=9: 

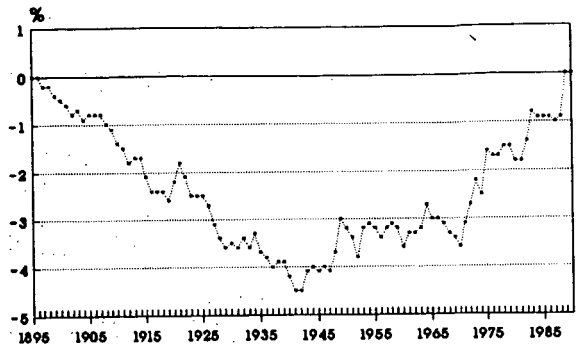
Figur 4.15 Langtidsvariasjoner i nedbør ved 7510 Liafoss.

# 7974 DUNDERLANDSDALEN

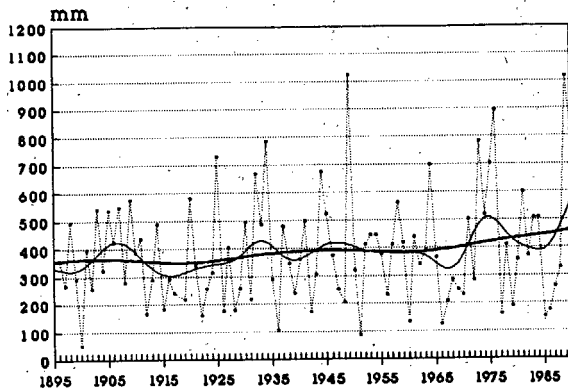
ARSNEDBØR



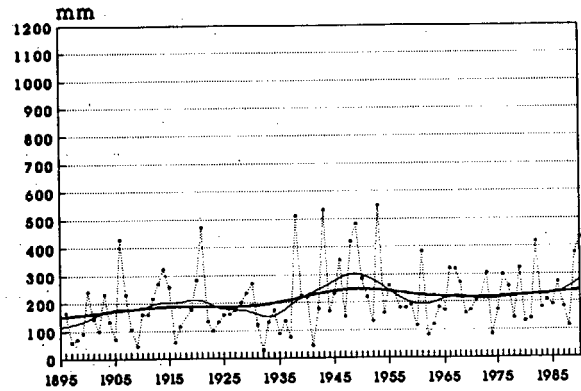
KUMULATIVT AVVIK I ARSNEDBØR, %



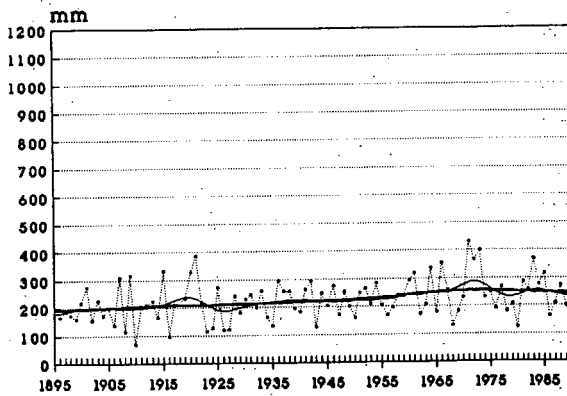
DES-JAN-FEB



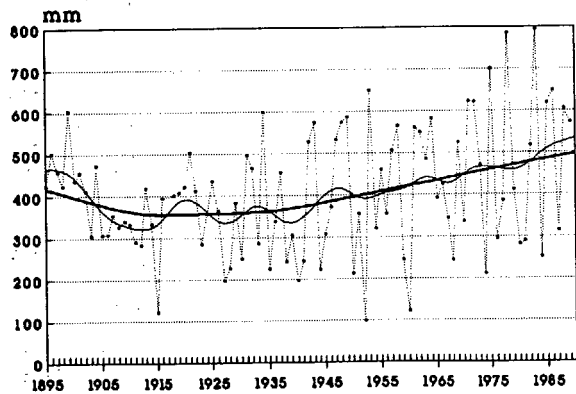
MAR-APR-MAI



JUN-JUL-AUG



SEP-OKT-NOV



Observert:



Filter m/std=3:



Filter m/std=9: —

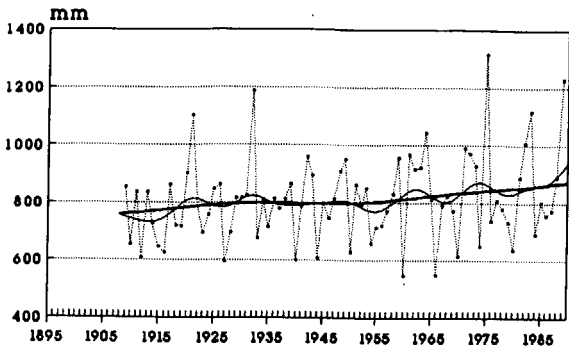


Figur 4.16 Langtidsvariasjoner i nedbør ved 7974 Dunderlandsdalen

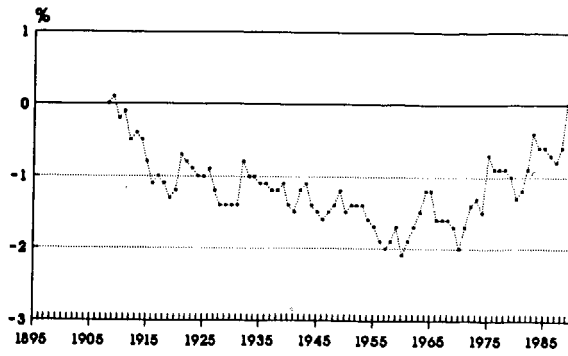


# 8445 ANKENES

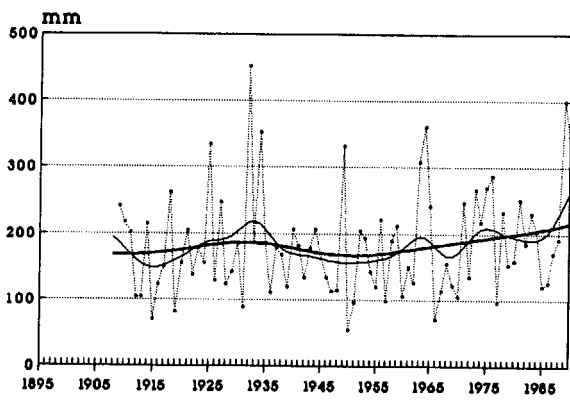
ARSNEDBØR



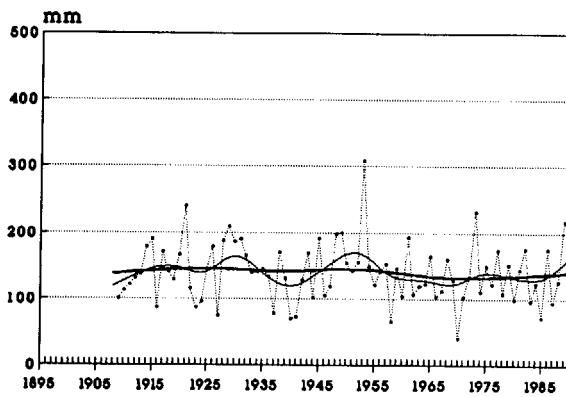
KUMULATIVT AVVIK I ARSNEDBØR, %



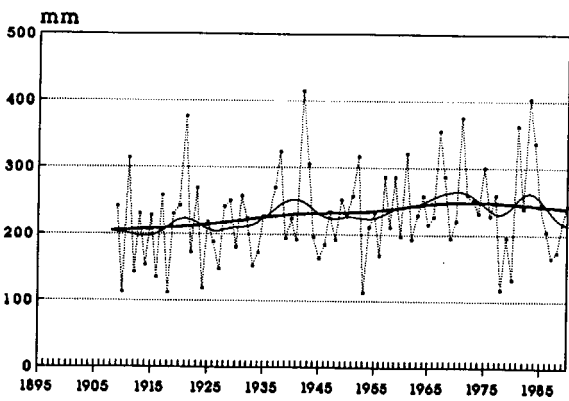
DES-JAN-FEB



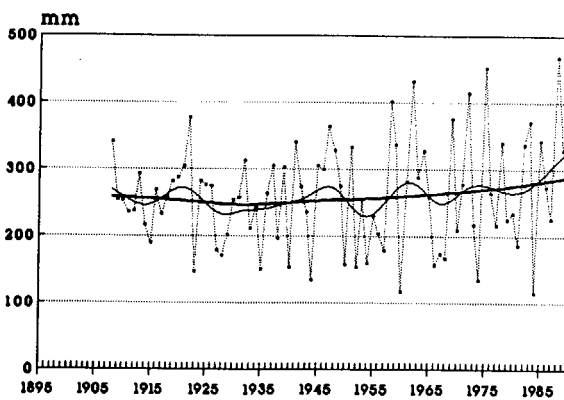
MAR-APR-MAI






JUN-JUL-AUG



SEP-OKT-NOV

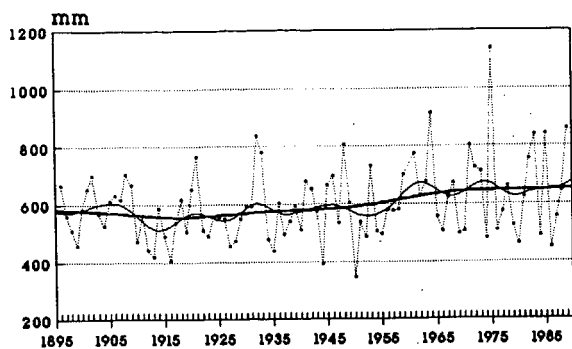


Observert:  Filter m/std=3:  Filter m/std=9: 

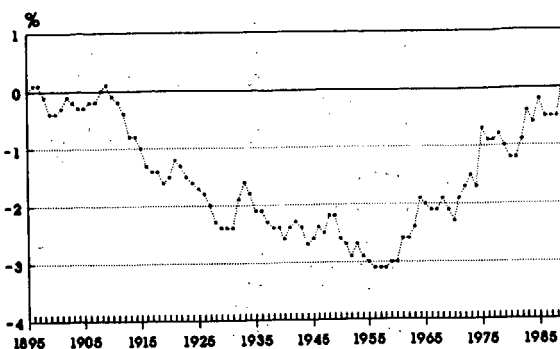
Figur 4.17 Langtidsvariasjoner i nedbør ved 8445 Ankenes.

# 8980 ØVERBYGD

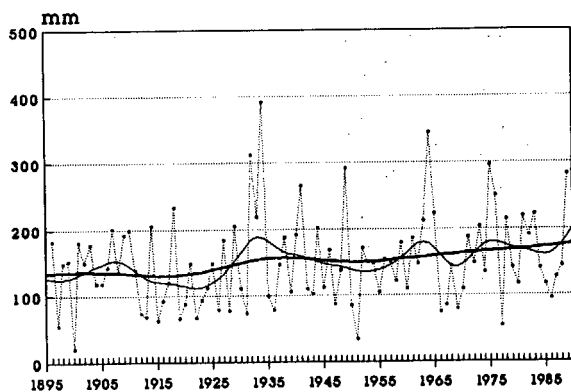
ARSNEDBØR



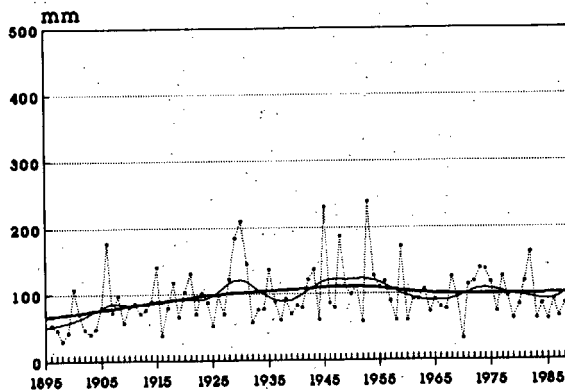
KUMULATIVT AVVIK I ARSNEDBØR, %



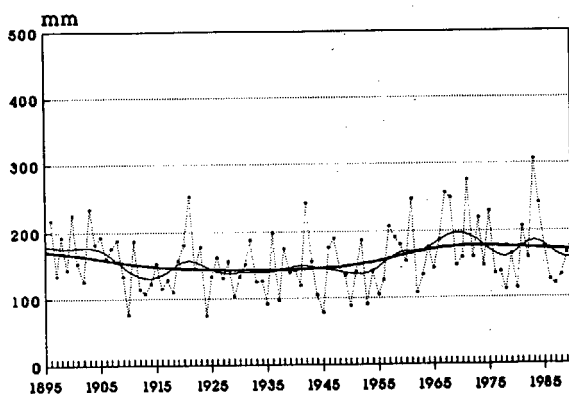
DES-JAN-FEB



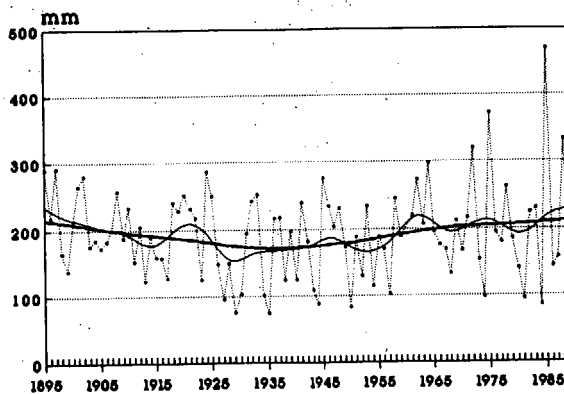
MAR-APR-MAI



JUN-JUL-AUG



SEP-OKT-NOV



Observervert:



Filter m/std=3:



Filter m/std=9: —



Figur 4.18 Langtidsvariasjoner i nedbør ved 8980 Øverbygd.

#### 4.2 Stasjonsutvalg.

De 17 stasjonene som er valgt ut for å illustrere langtidsvariasjoner i nedbørmønsteret har alle homogene serier. Det er fortrinnsvis valgt stasjoner som i tabell 3.1 er merket HH, men for å få en best mulig dekning av alle landsdeler er det tatt med 6 stasjoner som er merket H. Disse er: 1040 Røros, 6955 Østås i Hegra, 7510 Liafoss, 7974 Dunderlandsdalen, 8445 Ankenes og 8980 Øverbygd.

Den geografiske fordelingen av de 17 stasjonene er som følger: 4 ligger på Østlandet, 2 stasjoner på Sørlandet, 3 stasjoner på Vestlandet, 5 stasjoner i Møre/Trøndelag, og 3 stasjoner i Nordland/Troms (se figur 3.1).

#### 4.3 Beskrivelse av nedbørvariasjoner i Norge etter 1895.

Nedbørvariasjoner i Norge etter 1895 er tidligere beskrevet av Aune (1989). Disse beskrivelsene er delvis basert på inhomogene nedbørserier, men på alle vesentlige punkter er de likevel godt i samsvar med hovedtrekkene i figur 4.2 - 4.18. For en mer detaljert beskrivelse av nedbørvariasjonen i Norge for hver landsdel og for hver årstid henvises det derfor til Aune (1989). I det følgende oppsummeres bare noen få hovedtrekk:

- På Øst- og Sørøst-landet har det vært en dreining mot mer høstnedbør relativt til sommernedbør i løpet av perioden.
- På Vest- og Sørvest-landet har det vært en dreining mot mer høstnedbør relativt til vinternedbør. Ved flere stasjoner på Vestlandet var vinteren den mest nedbørrike sesongen i begynnelsen av perioden, mens høsten er mest nedbørrik i slutten av perioden.

- I Trøndelag og Nord-Norge finner en ingen systematiske endringer i fordelingen av nedbør mellom de fire årstidene.
  
- Over hele landet ser det ut til å ha vært en trend til økende årsnedbør og økende høstnedbør gjennom store deler av den undersøkte perioden, men datagrunnlaget er foreløpig for spinkelt til at en kan trekke endelige slutninger.

Filterkurvene på figur 4.2 - 4.18 viser at stasjoner i samme region stort sett har god samvariasjon. Det finnes også en del fellestrekk mellom forskjellige landsdeler. En mer detaljert vurdering av regionale års- og årstidstrender vil bli foretatt når det foreligger et større datasett av homogene og korrigerede nedbørserier.

## 5. FORSKJELLER MELLOM NEDBØR I NORMALPERIODEN (1931-60) OG LANGTIDS-MIDDEL (1901-90).

### 5.1 Normalverdier.

For å få et mest mulig ensartet sammenligningsgrunnlag for klimadata, blir det på internasjonal basis beregnet såkalte "normalverdier" for ulike klimaparametre. "Normal nedbørhøyde" er den gjennomsnittlige nedbørhøyde på måneds-, sesong- eller års-basis for en internasjonalt fastsatt 30 års periode. Normalverdier for stasjoner som ikke har data for hele 30 års perioden blir beregnet ut fra felles måleperiode med nærliggende stasjoner med lange måleserier. For tiden benyttes normalperioden 1931-60, men fra og med 1991 vil sammenligningsgrunnlaget bli perioden 1961-1990.

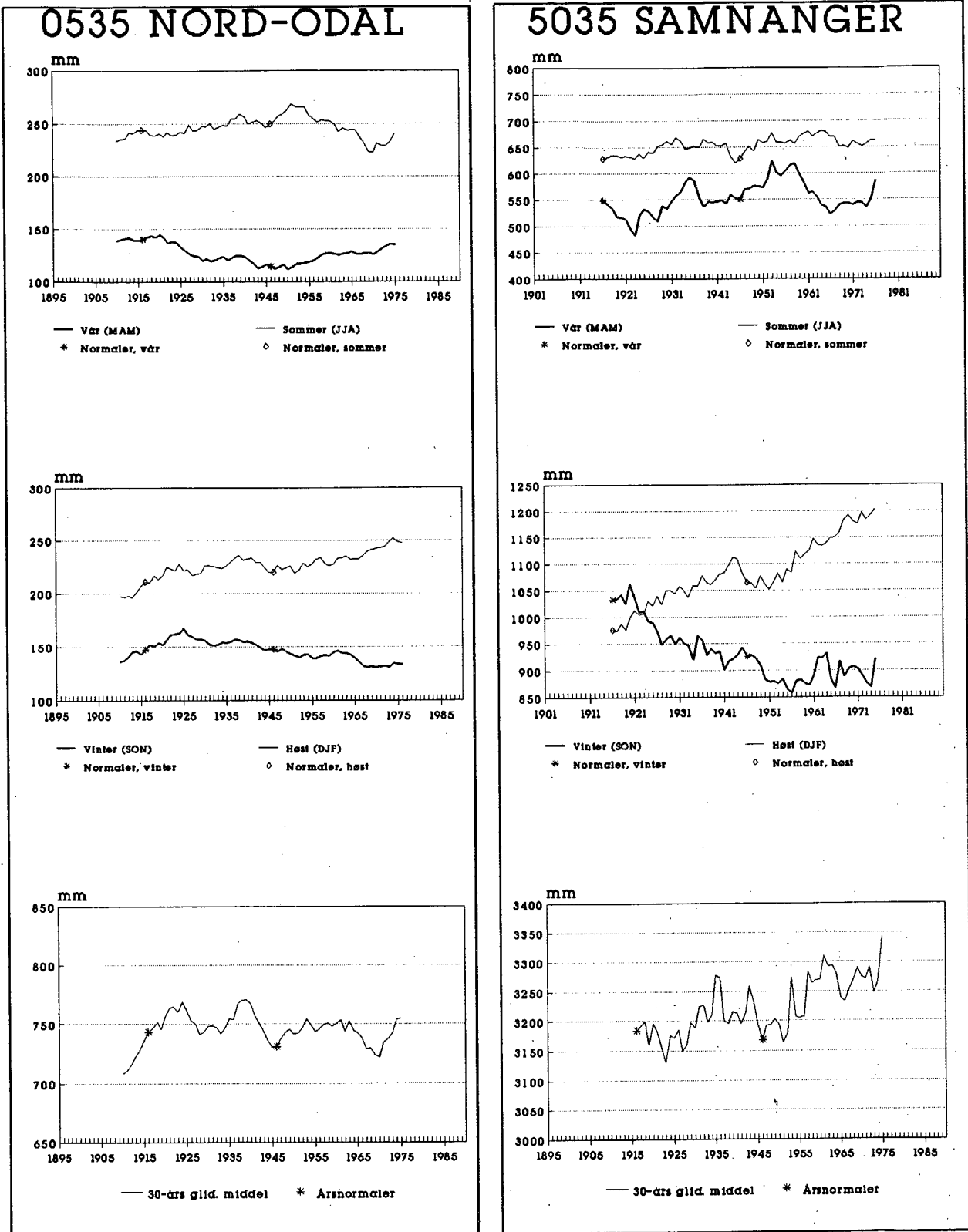
Det er flere årsaker til at normalperioden bygger på data gjennom perioder på 30 år. Med såvidt lang midlingsperiode regnet man med å eliminere eventuelle virkninger av solflekkeperioden på 11 år og den såkalte Bruckner-perioden som er ca. 3 ganger lenger (Dannevig, 1990). Man ville få mer stabile middelveidier ved å forlenge midlingsperioden, men samtidig ville man da få stadig færre stasjoner som har gått uforandret i hele midlingsperioden. Det er viktig å være klar over at de såkalte "normale forhold" ikke nødvendigvis gir noe mål hverken for hva som er mest sannsynlige forhold i våre dagers klima, eller hva som er middelveid for en lenger tidsperiode.

### 5.2 Glidende 30 års middelveidier.

Stabiliteten i 30 års middelveidier er illustrert i figur 5.1. Figuren viser glidende 30-års middelveidier gjennom perioden 1901-1989 for de to stasjonene 0535 Gløtvola og 5035 Samnanger. Glidende middelveidier har den egenskap at den utjevnete serien kan se periodisk ut selv om originalserien ikke er det. Det bør derfor ikke trekkes slutninger om trender fra kurvene i figur 5.1;- for slike vurderinger henvises det til figur 4.2 og 4.8.

Figur 5.1 viser at det er stor variasjonsbredde for middelveidier basert på 30 års midlingsperiode. For Samnanger har f.eks. 30 års middelveidier om våren variert mellom 483 mm (1908-1937) og 624 mm (1938-1967), mens langtidsmidlet er 551 mm. De laveste og høyeste 30 års midler for vårsesongen utgjør dermed h.h.v. 88 og 113 % av langtidsverdien. For årssummer varierer 30 års midlene mellom 3130 mm (1908-37) og 3341 mm (1960-89). Det er verdt å merkes seg at midlet for normalperioden 1931-1960 er blandt de laveste 30 års midler for hele måleperioden, mens normalperioden 1961-1990 ligger an til å få det høyeste 30 års middel i hele perioden 1901-1990. (Med "normal" nedbør i desember 1990 vil den nye 1961-90 årsnormalen for Samnanger bli 3435 mm. Dette er 6 % høyere enn langtidsmidlet 1901-90, og 9 % høyere enn normalverdien for 1931-60).

Et interessant trekk ved årstidnormalene for Samnanger er utviklingen av 30-års midlene for høst- og vinter-nedbør. I første del av måleperioden var 30-års midlene for vinter-nedbør (des-feb) høyere enn for høst-nedbør (sep-nov), mens høst-nedbøren for de siste 30-års midlene er nesten 300 mm høyere enn vinter-nedbøren. Denne forskyvingen i årstid-nedbør er tidligere også påpekt av Aune (1989).



Figur 5.1 Glidende 30-årsmidler for 0535 Nord-Odal og 5035 Samnanger i perioden 1901-1989.

("Årsnormaler" markerer verdier for normalperiodene 1901-30 og 1931-60)

Også for Nord-Odal er årsmidlet for perioden 1931-60 blandt de 10 laveste i hele måleperioden, men for stasjonene på Østlandet blir avvikene mellom normalperioden 1961-90 og langtidsmidlet 1901-90 vesentlig mindre enn på Vestlandet.

Oversikt over variasjonsbredden for 30 års midler ved endel stasjoner er gitt i tabell 5.1. Det fremgår at verdiene på årsbasis stort sett har variert mellom + 5% av langtidsverdiene. På årstidsbasis er variasjonene noe større. De største relative avvik finnes om våren ved 6955 Østås i Hegra, 8980 Øverbygd og 7974 Dunderlandsdalen.

Tabell 5.1 Maksimal og minimal kvotient mellom glidende 30 års-midler og langtidsmidler (1901-89) av nedbør.

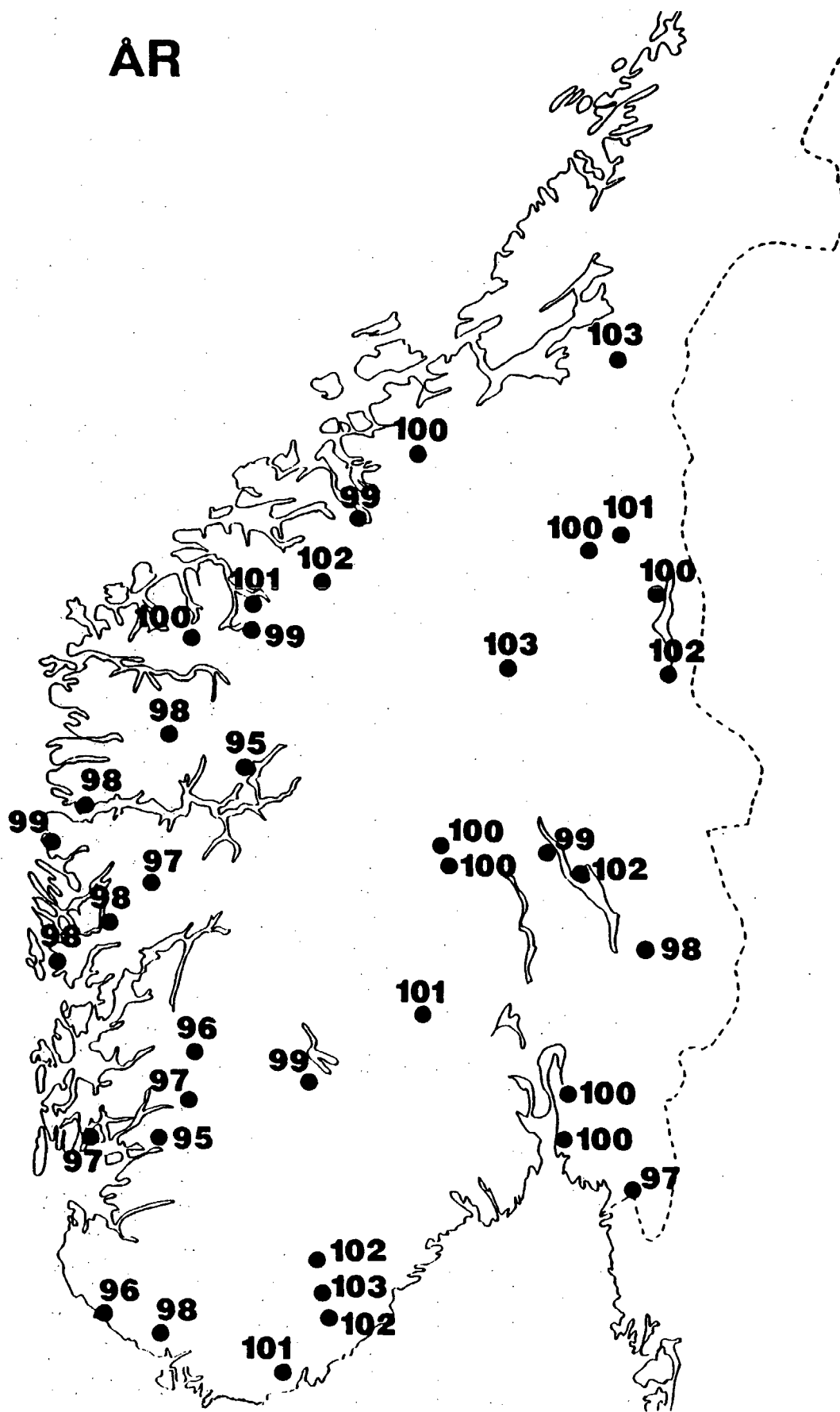
(For Hvaler, Liafoss og Ankenes er analysen basert på perioden 1909-1989)

	ÅR		JUN-AUG		SEP-NOV		DES-FEB		MAR-MAI	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
0108 Hvaler	0.96	1.04	0.93	1.10	0.93	1.10	0.89	1.11	0.86	1.11
0535 Nord-Odal	0.97	1.04	0.91	1.10	0.93	1.12	0.92	1.16	0.86	1.12
1040 Røros	0.91	1.06	0.89	1.09	0.88	1.16	0.93	1.11	0.81	1.15
2892 Veggli	0.95	1.06	0.90	1.12	0.84	1.13	0.92	1.13	0.83	1.11
3922 Mestad i O.	0.98	1.04	0.90	1.10	0.88	1.10	0.91	1.17	0.82	1.13
5035 Samnanger	0.97	1.03	0.97	1.07	0.89	1.10	0.89	1.08	0.88	1.13
6310 Øksendal	0.97	1.03	0.95	1.07	0.92	1.05	0.92	1.05	0.92	1.12
6955 Østås i H.	0.94	1.05	0.94	1.11	0.93	1.06	0.89	1.09	0.87	1.25
7510 Liafoss	0.95	1.05	0.96	1.08	0.94	1.06	0.93	1.07	0.92	1.13
7974 Dunderl.d.	0.88	1.10	0.87	1.14	0.83	1.15	0.89	1.07	0.84	1.21
8445 Ankenes	0.96	1.05	0.90	1.11	0.93	1.05	0.91	1.09	0.92	1.09
8980 Øverbygd	0.93	1.09	0.88	1.15	0.87	1.07	0.84	1.14	0.82	1.20

### 5.3 Representativitet for normalperioden 1931-1960.

Av de undersøkte måleserier er det 41 stasjoner som har homogen rekke gjennom storparten av tidsrommet 1901-1990. For disse stasjonene er det beregnet forholdstall mellom 30 års midler for normalperioden 1931-1960 (PN) og 89 års langtidsmiddel for perioden 1901-1989 (PL). Kvotientene er vist i figur 5.2-5.3. Kartene omfatter kun Sør-Norge, fordi det foreløpig bare er funnet to stasjoner i Nord-Norge (7974 Dunderlandsdalen og 8980 Øverbygd) som både er homogene, og som dekker hele perioden 1901-1989.

Stasjonsgrunnlaget i figur 5.2-5.3 gir en rimelig god bakgrunn for å vurdere regionale forskjeller. Ved å korrigere dataseriene for stasjoner med klare homogenitetsbrudd, og justere dataene fra stasjoner som ikke dekker hele måleperioden 1901-1989 vil det være mulig å få en langt bedre datadekning enn på figur 5.2-5.3. Trekking av isolinjer for kvotienten PN/PL, bør derfor utstå til datagrunnlaget er utvidet. Men figurene viser at det er klare regionale forskjeller i forholdstallene, samtidig som det stort sett er godt samsvar mellom verdiene fra nærliggende stasjoner.



Figur 5.2 Forholdstall (%) mellom årsnedbør i normalperioden 1931-1960 og langtidsmiddel (1901-1989).



### Årsverdier.

For årsverdiene er det små forskjeller mellom PN og PL. For de fleste stasjoner ligger forholdstallet i intervallet 97-103 %. Eneste unntak er tre stasjoner i indre strøk på Vestlandet (4605 Ulla, 4645 Røldal og 5555 Hafslo) som har hatt 4-5 % lavere nedbør i normalperioden 1931-60 enn i perioden 1901-1989. På Østlandet og i Trøndelag er det en tendens til forholdstall litt i overkant av 100 %, mens stasjonene på Vestlandet har forholdstall litt under 100 %. For de to stasjonene i Nord-Norge er forholdstallene for 7974 Dunderlandsdalen og 8980 Øverbygd h.h.v. 99 og 98 %.

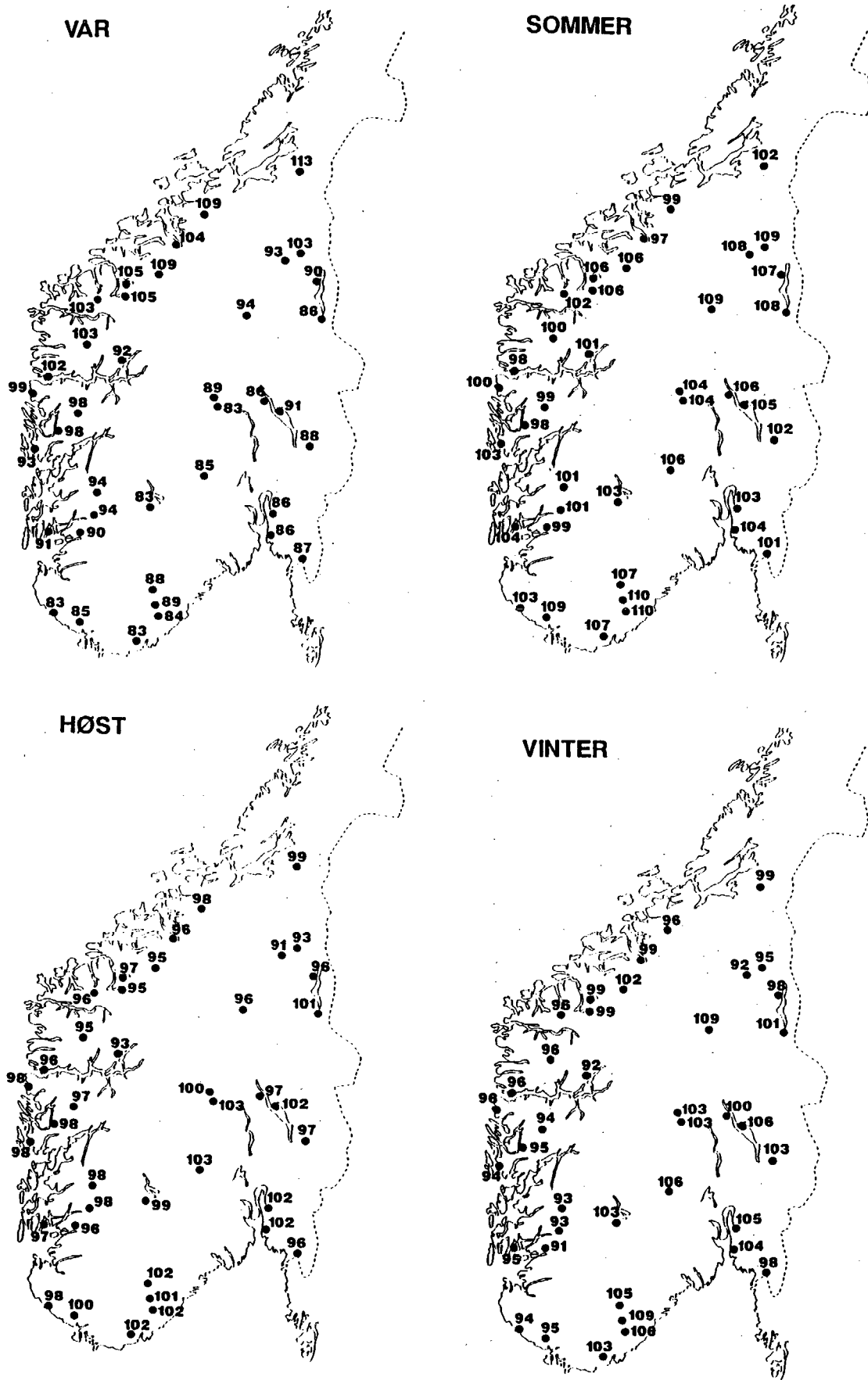
For Vestlandet er tendensen til lave forholdstall i god overensstemmelse med en tidligere analyse av vannføring, der det ble funnet at "Region 2" (Vestlandet) hadde ca. 2% lavere vannføring i normalperioden 1931-60 enn for en lang tidsperiode (Willen, 1981). Tilsvarende lave verdier for vannføring ble også påvist for "Region 1" (Østlandet), men her tyder nedbørmønsteret i figur 5.2 på at det bare var ubetydelige forskjeller mellom normalperioden og hele perioden 1901-1989.

### Vinter (Desember, Januar, Februar).

Forholdstallet PN/PL varierer mellom 91% ved 4605 Ulla og 109% ved 0872 Atnasjø og 3860 Mykland. Ved snønedbør kan oppfangningssvikten i nedbørmålere endres betydelig selv ved små endringer i vindforholdene rundt måleren. Vinterverdiene er derfor mest ømfindtlige for homogenitetsbrudd, og noen få av stasjonene viser mindre avvik fra mønsteret fra nabostasjonene. Men det storstilte mønster er klart: I Sør-Norge sør for Dovre og øst for Langfjellene er PN/PL høyere enn 100 %, mens det på Vestlandet og i Trøndelag er under 100%. Lavest forholdstall har stasjonene i indre strøk av Vestlandet. I Nord-Norge har Dunderlandsdalen PN/PL = 100%, og Øverbygd 105%.

### Vår (Mars, April, Mai).

For vårsesongen er det store variasjoner i forholdstallet PN/PL; - fra 83% (ved 2284 Reinli, 3325 Rauland, 3922 Mestad og 4336 Egersund); - til 113% (ved 6955 Østås i Hegra). Forholdstallene viser et klart regionalt mønster med verdier over 100% nord for Dovre og på Vestlandet nord for Sognefjorden, - og forholdstall under 100% i resten av Sør-Norge. De laveste verdiene finnes på Østlandet sør og vest for Mjøsa og ned til sørlige del av Rogaland. Gjennomgående er nedbørsummen i vårsesongen lavere enn i de andre årstidene, slik at det ikke skal store endringene til for at de prosentvise endringer blir store. Av stasjonene med størst relativ forskjell mellom de to periodene kan det nevnes at for 2284 Reinli er PN=99 mm og PL=119 mm, dvs. en forskjell på 20 mm; mens de to summene for 3922 Mestad er h.h.v. 236 og 284 mm, dvs. en forskjell på ca. 50 mm. De to stasjonene i Nord-Norge har forholdstall på h.h.v. 105% (Dunderlandsdalen) og 109% (Øverbygd).



Figur 5.3 Forholdstall (%) mellom årstidsnedbør i normalperioden 1931-1960 og langtidsmiddel (1901-1989).  
 VÅR: mars-mai , SOMMER: juni-august  
 HØST: september-november , VINTER: desember-februar.

Sommer (Juni, Juli, August).

For sommersesongen varierer forholdstallene mellom 92% i Øverbygd og 110% ved Herefoss og Mykland. De aller fleste stasjoner har forholdstall over 100%, - bare ved noen få stasjoner i midtre strøk av Vestlandet og på Nordmøre er forholdstallet litt i underkant av 100%. De høyeste forholdstall finnes ved stasjonene i Agder og nordøstlige deler av Østlandet. I disse områder har sommersesongen 1931-60 hatt 7-10% høyere nedbørverdier enn i langtidsperioden 1901-90. De to stasjonene i Nord-Norge har forholdstall på h.h.v. 99% (Dunderlandsdalen) og 92% (Øverbygd).

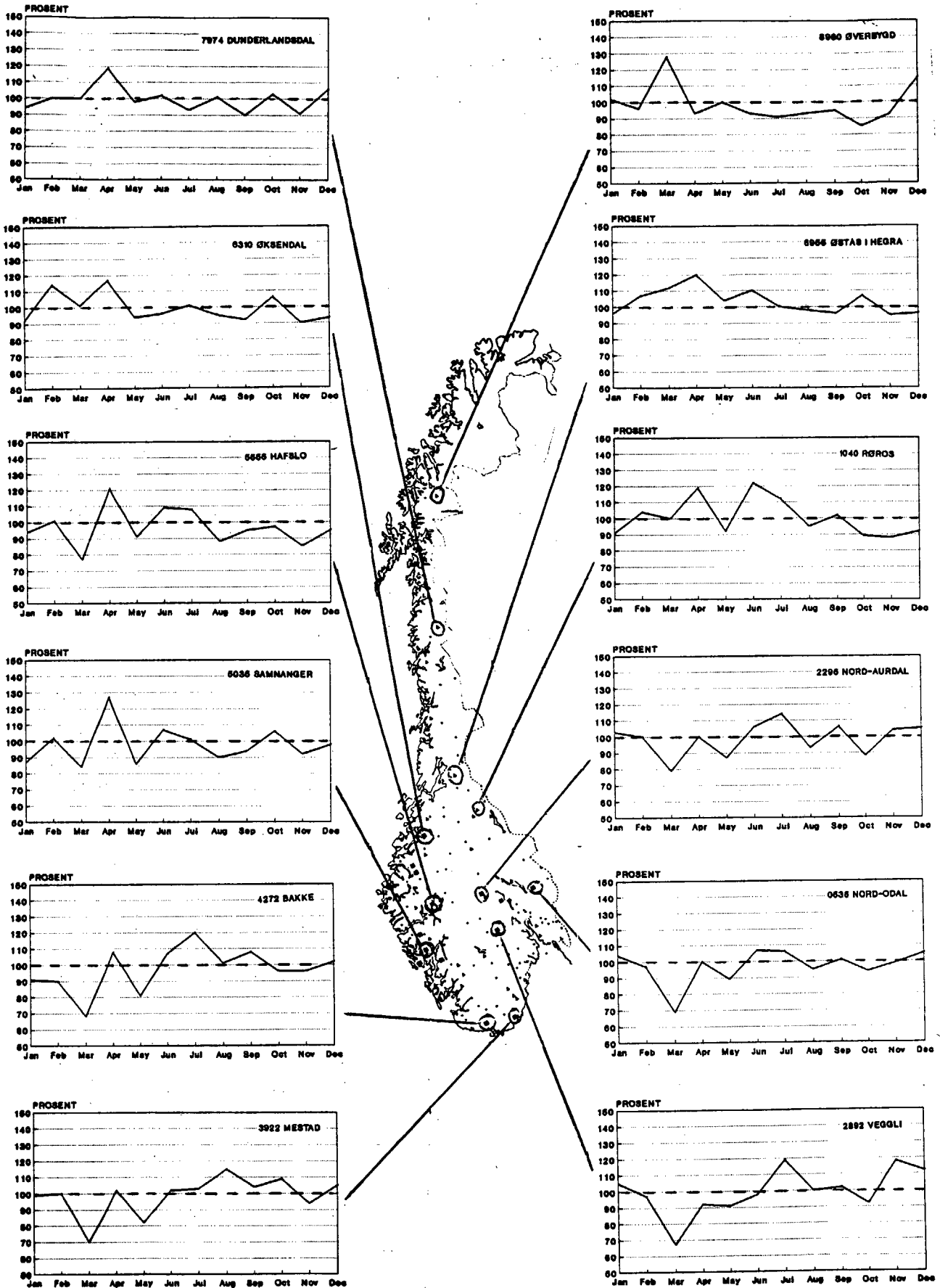
Høst (September, Oktober, November).

Forholdet PN/PL varierer mellom 90% (1010 Os i Østerdalen og 8980 Øverbygd) og 103% (2284 Reinli og 2892 Veggli). Samtlige stasjoner på Vestlandet, i Trøndelag samt nordlige og østlige deler av Østlandet har forholdstall under 100%. Stasjonene i Agder, Telemark, langs Oslofjorden og opp til Mjøsa, samt 0060 Gløtvola har forholdstall litt over 100%. For Dunderlandsdalen og Øverbygd er forholdstallene h.h.v. 95 og 91%.

Månedsverdier.

Avviket mellom normalverdier og langtidsmiddel fra måned til måned er illustrert i figur 5.4. De største relative avvik forekommer i mars og april, da normalverdiene for enkelte av stasjonene avviker 25-30% fra langtidsmidlene. I januar, mars, mai, august og november har den overveiende del av de utvalgte stasjonene lavere verdier i normalperioden enn langtidsmidlet. For månedene april, juni og juli er tendensen den motsatte.

Det er imidlertid store regionale forskjeller. I mars 1931-60 utgjorde f.eks. månedsnedbøren fra stasjonene på Sørlandet og i sørøst-Norge bare ca. 70% av langtidsverdien, mens stasjonene lengst i nord hadde 120-130% av langtidsverdien.



Figur 5.4 Månedsvise forholdstall mellom normalnedbør (1931-60) og langtidsmiddel (1901-89).

## 6. OPPSUMMERING.

DNMI's opplegg for homogenitets-testing er hovedsakelig basert på "Standard normal homogeneity test" (Alexandersson, 1986), men benytter også andre test-metoder. I test-prosedyren er det lagt inn valgmuligheter for skalering (ulike vekt-faktorer for referanse-stasjonene), normalisering (referanse-stasjonene teller likt uansett absolutt-nedbør) og for å benytte referanse-stasjoner med kortere observasjonsperiode enn test-stasjonen. Resultatene fra testingen gir opplysninger om det er signifikante brudd i måleserien, sannsynlige årstall for eventuelt brudd, samt forslag til korreksjonsfaktor for stasjoner med kun ett brudd.

Det er foretatt homogenitetstesting av 151 lange måleserier av nedbør. Ut fra statistiske kriterier ble det funnet brudd i 66 % av de undersøkte seriene. Ved enkelte av stasjonene var det mer enn 30 % forskjell mellom verdiene før og etter bruddet. For å kunne dokumentere et eventuelt brudd, bør det også kunne påvises fysiske årsaker til bruddet. I tillegg til statistiske tester, ble det derfor foretatt studier av stasjonshistorikken til de undersøkte målestasjoner. De vanligste årsaker til de avslørte brudd var: Flytting av måleutstyr (46 %), endring i vegetasjon/bygninger (20 %) og montering av vindskjerm (7 %). For 20 % av bruddene var det ikke mulig å finne noen klar årsak ut fra foreliggende stasjons-opplysninger.

For utvalgte homogene stasjoner er det foretatt trend-analyser med Gauss-filter på års- og årstids-basis. Analysene av langtidstrend viser at både på årsbasis og om høsten er det en tendens til økende nedbørsummer utover i måleperioden. For de øvrige årstider er det ingen klare langtidstrender for landet som helhet. Trend-analysen viser at stasjoner i samme region har samme trend-mønster, men at disse trend-mønstrene varierer fra region til region. En nærmere vurdering av regionale langtidstrender i nedbør vil bli foretatt når flere korrigerede homogene måleserier foreligger.

"Normale" nedbørverdier blir beregnet som middelvei for spesifiserte 30-års perioder. Analyser av glidende 30-års midler viser at for stasjoner i Vest-Norge er årsmidlet for perioden 1931-60 blandt de laveste i hele perioden 1901-90, mens de nye normalene for perioden 1961-90 vil bli de klart høyeste i hele 90-års perioden. For Samnanger er forskjellen mellom de to påfølgende årnormalene ca. 9%. Middelveidene for vilkårlige 30-års perioder kan avvike betydelig fra 90 års langtidsmidler. På årsbasis er forskjellene stort sett i intervallet +5%, mens det på årstidsbasis kan være avvik på opptil 20%. Det er derfor klart at 30-års midlingstid ikke er lang nok til å få stabile middelveidier.

For å kunne vurdere representativiteten til "normalverdier" er det vist kart over forholdstallet mellom normalverdier 1931-60 og langtidverdier 1901-89. På årsbasis er det en tendens til at stasjonene på Vestlandet har hatt mindre nedbør i normalperioden enn i 90-års perioden, mens stasjonene på Østlandet viser motsatt tendens. På årstidsbasis er det særlig store avvik om våren,- da stasjoner i Østlands-området har hatt 10-15% lavere normalverdier enn langtidsmidlene. Analyse av månedsverdier viser at det særlig er mars og mai som har hatt lave nedbørverdier i normalperioden.

Kartfremstilling av forholdstallene mellom normalverdier og langtidsmidler viser i likhet med trendanalysen at det er klare regionale forskjeller, samtidig som det stort sett er godt samsvar mellom verdier fra nærliggende stasjoner.

Homogenitetstesting og justering av nedbørserier er en meget tidkrevende oppgave, og arbeidet blir spesielt vanskelig når det ikke finnes homogene referanse-stasjoner. De homogene seriene som er påvist i denne undersøkelsen vil forenkle fremtidige undersøkelser av homogenitet. Homogenitetstesting er en nødvendig forutsetning for studier av langtidstrender i nedbør, og bør også utføres for stasjoner det skal beregnes normalverdier for. Arbeidet med homogenitets-testing og justering av serier med brudd vil derfor fortsette.

REFERANSER.

- Alexandersson, H. 1984 A homogeneity test based on ratios and applied to precipitation series. Reports No. 79, Dept. of Meteorol.; Uppsala
- Alexandersson, H. 1986 A homogeneity test applied to precipitation data. J. of Climat., Vol. 6, 661-675.
- Aune, B. 1989 Lufttemperatur og nedbør i Norge. DNMI-Rapport 26/89 KLIMA
- Dannevig, P. 1990 Temperaturnormaler for perioden 1961-1990 Været nr. 3/1990
- Eliassen, A. 1990 Scenarier ( $2xCO_2$ ) i Norge. Notat til den interdepartementale klimagruppen  
Grammeltvedt, A. DNMI-Notat 01.02.1990
- Førland, E. 1990 Undersøkelse av homogenitet i lange nedbørserier Vannet i Norden 3/1990
- Førland, E. 1990 Homogenisering av nedbørdata fra Godthåb  
Nordli, P.Ø. DNMI-Rapport 01/90 KLIMA
- NWGP 1986 The improvement of point precipitation data on an operational basis. Nordic Working Group on Precipitation NHP-Rapport no. 17
- Roald, L. 1990 Langtidsvariasjoner av avløpet i Norge  
Sælhun, N.R. NVE-Notat høsten 1990 (25 s.)
- Willen, A. 1981 Representativitet m.m. hos tidsserier av vattenføring och tilrinning i Norge. NVE-VH Rapport nr 1/81 (34 s.)