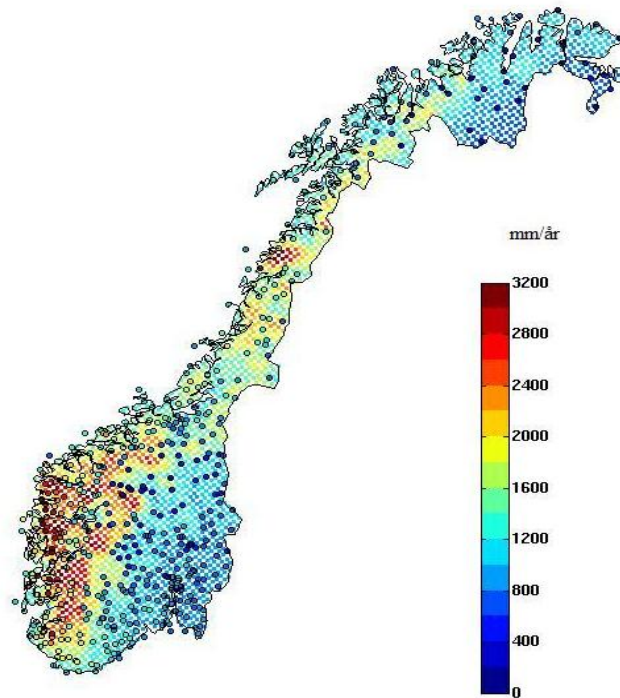


Mastergradsoppgåve i Meteorologi

# Korrigering av modellestimert nedbør ved hjelp av historisk data



**Mariann Aabrekk**

Juni 2010



**Geofysisk Institutt**

**Universitetet i Bergen**



## Føreord

Denne oppgåva har eg skrive med hjelp av min rettleiar Asgeir Sorteberg. Ei stor takk til han for idear, god hjelp og for at døra er opa på andre dagar enn måndagar.

Ei takk fortenar også mine tre motivasjonskjelder Eli Kristin, Sigrid og Mette for å ha overbevist meg om at det går bra å sitte inne sjølv om det er fint vêr ute. Ei ekstra takk til Mette og hennar kritiske blikk.

Takk til vennar og medstudentar på Geofysen. Ein ting som i alle fall er sikkert er at utan Dejangs musikalske innslag, Kristins treskosubbing, Birthes humring, Gunnars plutselige besøk, Solbjørgs matpausar, Håvard's trommesoloar, Kristens entrèar, Ingrid's engasjement og informasjonskjelda Rasmus hadde ODD vore alt anna enn heimekoselig!

-mariann

## Samandrag

I denne oppgåva er det sett på moglegheit for betring av modellestimert nedbør ved å korrigere modellerte nedbørsestimat ved hjelp av fleire ulike korreksjonsfaktorar som tar omsyn til ulike vêrtypar og nedbørsintensiteten. Det er fyrst sett på effekt av korrigering i observasjonspunkt og moglegheita til å utnytte kunnskap om fordelinga til å korrigere nedbørsestimatet for eit seinare tidspunkt. Vidare er korrigeringa utvida til å gjelde i alle gitterpunkta til modellen.

I utgangpunktet er de store avvik mellom modellestimerte nedbør og observasjonsdata for større delar av Noreg. Kor stort betringspotensiale er har heilt klart noko å seie for effekten av korrigeringa. Det er testa ulike korreksjonsfaktorar og resultatata viser at korreksjonar som bygger på observert nedbørsfordeling klarar å redusere avviket mellom observert og modellert nedbørsfrekvens og intensitet, men korrelasjonen mellom dei to tidseriane er tilnærma uendra. Den einaste korrigeringa som klarar å auke korrelasjonen er den optimale interpolasjonen som er nytta for korrigering i alle gitterpunkt.

Korreksjonen som nytta fordelinga av observasjonsdata frå ein tidlegare tidsperiode i korreksjonen gav ikkje tilstrekkeleg korrigering av nedbørsintensitet slik at sjølv om frekvensen vart korrigert var den totale gevinsten svært liten.

Alle korreksjonar i oppgåva er utført på hindkast data frå HIRLAM10, og for dette modelldatasette er det tydeleg at det er relativt tørre innlandsområder og vestlege delar av Vestlandet som har størst nytte av korrigeringa.

## Innhald

1.	<b>INNLEIING</b> .....	1
1.1	Utgangspunktet for oppgåva.....	1
1.2	Nedbør i Noreg.....	2
1.3	Tidlegare studiar.....	4
2.	<b>DATA</b> .....	6
2.1	Modelldata.....	6
2.2	Observasjonsdata.....	7
2.2.1	Observasjons feilkjelder.....	7
2.2.2	Korreksjon av observasjonar.....	9
3.	<b>STATISTIKK</b> .....	10
3.1	Verifisering.....	10
3.2	Moglegheiter for korrigering.....	12
3.2.1	K-means Clustering.....	12
3.2.2	Optimal interpolasjon.....	13
3.2.3	Fordelingskorreksjon.....	15
4.	<b>METODE</b> .....	16
4.1	Datasamankopling.....	16
4.2	Korrigering i observasjonspunkt.....	19
4.2.1	Korrigering av normalperioden.....	19
4.2.2	Test på modelldata frå testperioden.....	20
4.3	Korrigering i gitterpunkt.....	21
4.3.1	Nabokorrigering.....	21
4.3.2	Optimal interpolasjon.....	22
5.	<b>RESULTAT</b> .....	25
5.1	Utgangspunktet frå HIRLAM10.....	25
5.2	Vêrtypar.....	29
5.3	Korreksjon i observasjonspunkt.....	31
5.3.1	Normalperioden 1961-1990.....	31
5.3.2	Testperioden 1991-2001.....	39
5.4	Korreksjon i alle gitterpunkt.....	45

5.4.1	Nabokorrigerings.....	46
5.4.2	Optimal Interpolasjon .....	49
6.	<b>DRØFTING</b> .....	54
6.1	Gruppering av data.....	54
6.2	Resultat av korrigerings i observasjonspunkt. ....	55
6.2.1	Normalperioden .....	55
6.2.2	Testperioden .....	56
6.3	Korrigerings i gitterpunkt.....	57
6.3.1	Nabokorrigerings.....	57
6.3.2	OI – korrigerings.....	59
6.4	Feil i observasjonsdata .....	60
7.	<b>OPPSUMMERING</b> .....	62
8.	APPENDIKS A .....	63
9.	REFERANSAR.....	67

# 1. INNLEIING

## Rom for betring

Noreg er eit land med store variasjonar i klima og topografi, noko som gjev landet eit variert nedbørsmønster. Via observasjonsstasjonar rundt om i landet er det samla inn observasjonsdata som gjev informasjon om mengd og hyppigheit av nedbør. Desse observasjonane indikerar at det i mange områder er betringspotensiale for modellestimert nedbør.

## 1.1 Utgangspunktet for oppgåva

Det er fleire som har erfart, enten via bruk eller nærmare studie, at nedbørsvarselet frå numeriske vêrvarslingsmodellar ikkje stemmer overeins med observasjonar for fleire delar av Noreg. Nedbørsdata vert mellom anna nytta av geologar, hydrologar og bønder for å vurdere skredfare, avrenning og snøbrøyting. Nedbørsvarsling vil dermed vere avgjerande for næringslivets økonomi, men også for sikkerheita til menneske og eigedom. I mange tilfeller vert modelldata studert i samarbeid med ein meteorolog som har kjennskap til modellen og modellens svakheit, men etter lansering av nettportalar med modellerte vêrvarsel er det mange som dagleg studerar ukorrigert modelldata.

Denne oppgåva ser på moglegheit for korrigering av dei systematiske feila. Både vêrvarslingsmodellar og klimamodellar har sine feil. Feila vil varierer for ulike geografiske lokalitetar, vêrsituasjonar og årstider. Ved å sjå på modelldata og observasjonar frå heile Noreg vil modellestimert nedbør bli testa i eit område med store variasjonar innan geografi, vêrtypar og ikkje minst nedbørmengder.

Med utgangspunkt i tilgjengelege data er målet og sjå på avvik mellom modellestimert nedbør og observasjonar for så å luke vekk eventuelle systematiske feil. Det er nytta korreksjonar som tar omsyn til vêrtypar og nedbørmengd, og til samanlikning er det utført korrigering med enklare korreksjonsfaktorar. Det utført korrigering av modelldata i observasjonspunkt, og korrigering på stadar der det ikkje er tilgjengelege observasjonar. Kvaliteten av nedbørsprognosane vert vurdert med fokus på nedbørsfrekvens, nedbørsintensitet, med mål om best mogleg samsvar med observasjonane då det er inga tvil om at eit godt varsel vil komme mange til nytte.

## 1.2 Nedbør i Noreg

Klimaet i Noreg er prega av at landet strekk seg over 1700 km frå Lindesnes i sør og til Nordkapp i nord, store høgdeforskjellar frå fjord til fjell og Golfstraumens påverknad. I gjennomsnitt fell det årleg om lag 1 200 mm nedbør over Noreg. På grunn av klimaet vi har og den geologiske historia vår vil nedbørsmengda variere kraftig i utstrekning og intensitet for ulike sesongar og stadar i landet.

Nedbør kategoriserast ofte i tre nedbørsgupper med utgangspunkt i nedbørsdanninga;

- Konvektiv nedbør
- Frontnedbør
- Orografisk nedbør

Desse tre nedbørstypene, og nedbørsdanningsprosessane bak kvar nedbørstype gjev eit innblikk i orsaka til det varierte nedbørsmønsteret i Noreg.

Nedbør vert danna når luft oppnår metting av vassdamp, og dermed ikkje klarar å halde på fuktigheita. Umetta luft kan oppnå metting ved at fuktig luft stig. Ved løfting vil trykket reduserast og luftpakken vert avkjølt adiabatisk. Når temperaturen søkk, reduserast kravet til mengd vassdamp som trengst for å oppnå metting. I ein metta luftpakke vil noko av vassdampen kondensere slik at det dannast skyer. Nedbør vert danna når nokre av skydråpane veks ved koalesens eller via Bergeron-Findeisen prosessen, og vert så store at tyngdekrafta fører dråpane mot bakken.

Konvektivnedbør oppstår når lufta ved bakken vert oppvarma, t.d. på varme sommardagar når sola varmar opp bakken. Den varme lufta vert lettare enn omgjevningane og stig slik at lufta avkjølast og kondenserar. Denne typen nedbør er vanlegast i tropiske strøk, men vil kunne gje kortvarige og ofte kraftige regnbyer også her til lands.

Frontnedbør oppstår ved at luft stig i samband med frontar i synoptiske vêrsystem, dette vert også kalla storskala nedbør. Ein front er grensa mellom ei varm og ei kald luftmasse. Ved varmfrontar stig den varme lufta over den kalde. Varmlufta stig langs ei slak frontflate og avkjølast. Ettersom stigningskurva er lang og slak fører dette oftast til nedbør over lengre periodar. Ved kaldfronten er det den kalde lufta som pressar varmlufta fram og opp. Her vil lufta stige raskare og høgre, og nedbøren vert kraftigare og kortvarig.

Orografisk nedbør er nedbør grunna topografisk påverknad på luftas rørsle. Den generelle tendensen er at nedbøren oppstår på losida når fuktige luftmassar møter høgder og fjell, luftmassa pressast opp og avkjølast. På lesida av fjellet søkk luftmassane, noko som gjev tørrare og varmare vêrforhold. Rørsla til luftpakka avheng av vindens styrke og retning, tilgjengleg fukt, stigningskurva til terrenget og den vertikale strukturen i atmosfæren (Smith, 1979).

Styrken på vertikalrørsle som oppstår når luftpakka møter fjellet er avgjerande for nedbørsfordelinga og nedbørsmengda. Den vertikale farten  $w$ , kan utrykkast ved hellinga i terrenget  $\nabla_h H$ , der  $H$  er høgda på fjellet,  $\nabla_h H = \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial y}$ , og  $\vec{U}$  er den horisontale vinden i lågare luftlag.

$$w = \vec{U} \cdot \nabla_h H$$



Kraftig horisontal vind i kombinasjon med bratte fjell gjev med andre ord den kraftigaste vertikale luftstraumen.

I vestavindsbeltet er det vestlege vindsystem som dominerar. Området vert avgrensa av det subtropiske høgtrykksbeltet i sør og polarfronten i nord. Polarfronten er området der kald arktisk luft møter varm tropisk luft og ligg ofte over sørlige delar av Noreg. I kollisjonen mellom desse luftmassane dannast lågtrykk som trekk austover. Kombinasjonen av vestavind og fjell i austlege delar er hovudorsaka til at Vestlandet i gjennomsnitt har 200 nedbørsdøgn og om lag 3 000 mm nedbør i løpet av eit år. Største årlege nedbørsmengd vart registret i Brekke i Sogn i 1990 og er på heile 5 600 mm (Kalvig, 2009).

Nedbørsfordelinga i Sør-Noreg varierar stort frå vest til aust. Langfjella, som strekk seg frå Sørlandet i sør og til Dovre i nord, gjev grunnlag for eit tydeleg vêrskilje mellom dei sørlege landsdelane. Orografisk nedbør vest for fjellrekka er med på å auke nedbørsmengdene her, samstundes som Austlandet vert liggjande i regnskuggen. Nordlege delar av Austlandet er blant dei tørraste stadane i landet då desse områda vil ligge i regnskuggen av fjell både i vest og nord. Sjøk, vest i Ottadalen, er Noregs tørraste stad med 278 mm nedbør i årleg gjennomsnitt (met.no, 2009b). Vidare nordover i landet vert nedbørsmengdene mindre. Til samanlikning fell det i Nord-Noreg i gjennomsnitt ein meter nedbør i løpet av eit år (Kalvig, 2009). Dette er hovudsakleg på grunn av eit kjøligare klima og mindre tilgang på vassdamp.

Marianne Nitters (Nitter, 2009) oppsummerar vêret på ein lokalitet som summen av følgjande åtte faktorar.

1. Breiddegrad
2. Storstilt vêr
3. Årstidsvariasjon
4. Region
5. Storstilt topografi, kyst – innland – fjell
6. Småstilt topografi, flatt – kuppert – bratt
7. Overflateeigenskapar
8. Tidsperiode

Dei tre fyrste faktorane har samanheng med klimaet i Noreg og kan skildrast ved å studere storskala sirkulasjonen, dei fire neste er resultat av variasjonar i topografi og vegetasjon. Felles for alle faktorar er at dersom dei ikkje vert korrekt representert i varslingsmodellen vil dei bidra til systematiske feil i eit nedbørsvarsel. Eller med andre ord, med ein vêrvarslingsmodell som klarar å representere alle desse faktorane godt vil det ideelt sett vere rom for eit godt varsel.

Variasjonane i lokalvêret er gjerne størst på godvêrsdagar. Orsaka til dette er at klarvêr og rolige vindforhold gjev større grunnlag for kontrastar i lufttemperatur og luftfuktigheit. Strålings- og varmeomsetjinga er sterkt avhengig av ulikskapar i overflatetypar og terrengformasjonar. Lokale variasjonar i topografien har dermed potensiale til å gje store lokale variasjonar i nedbørsmønsteret tiltross for liten variasjon i storskala sirkulasjonen. På dagar med mykje vind og overskyavêr er variasjonane mindre. Lokalvêret dominerast då av luftmassar som advekerast frå kringliggjande områder, og hyppigheita og varigheita av storskala vêret er i større grad avgjerande. (Utaaker, 1991).

Nordli (Nordli, 2002) sorterer avvik mellom observert og modellert nedbør inn i to hovudfeilkjelder;

1. Vêrsituasjonen er ulik den varsla.
2. Den topografiske påverknaden er ulik den i modelloppsettet.

Desse to punkta kan sjåast på som ei oppsummering av Nitters åtte punkt. Den fyrste feilkjelda avhenga av Nitters punkt ein til tre, den andre feilkjelda punkt fem til sju, og punkt fire og åtte vil vere ein del av begge.

Sky og dråpedanningsprosessar har tett tilknytning til småskala fenomen som konveksjon, kondensasjon, fordamping og dråpevekst. Desse fenomena lar seg ikkje representere i eit modellgitter med høg oppløysing, og vert derfor parametrisert gjennom fysiske relasjonar. Feil i tilnærmingane for mikrofysiske prosessar, grenselagsverdiar og strålig vil hindre eit korrekt utfall til tross for redusert gitteravstand (Teigen, 2005). I områder med mykje fjell og dalar vil vêr og klima på lokal skala vere sterkt påverka av topografien. At orografien er avgjerande for danning av nedbør er eit sterkt argument for modellkøyringar med høg oppløysing. Lokale effektar vert svekka grunna glatta topografi i modellen. Ein del av utfordringa i å oppnå eit godt og effektivt varsel vert dermed å balansere usikkerheita frå parameteriseringa, arbeidskapasitet og tid mot gevinsten av ein høg oppløyselig topografi.

### 1.3 Tidlegare studiar

Fleire som regelmessig nyttar nedbørsvarsel, kanskje spesielt i kraftbransjen, påpeikar at det er fleire områder der varselet viser systematisk feil. Crochet og Ødegaard (Crochet, 2000) studerte døgnverdiar for nedbør varsla av den numeriske modellen HIRLAM med 10 km oppløysing over Vest-Noreg. Varsla nedbør vart samanlikna med interpolerte observasjonsverdiar. Studiet deira viser at denne modellen overestimerar dagar nedbør, samt at det varslast meir nedbør i fjella, særleg om sommaren, enn det observasjonane viser.

Nordli såg også på døgnnedbør estimert av HIRLAM med 10 km oppløysing. I rapporten samanliknar han modellert og observert nedbør for 25 lokalitetar i Sør-Noreg (Nordli, 2002). Dei 25 observasjonsstasjonane vert gruppert i fem grupper på grunnlag av geografisk plassering. I testperioden frå januar 1999 til mai 2000 var det i snitt eit overestimat på 24% for dei fem gruppene. Overestimeringa var gjeldande i alle sesongar men i ulik grad. Lågast var overestimering på hausten med 10 %. Vinter, vår og sommar var høvesvis 16%, 39% og 38%. Overestimeringa var delvis eit resultat av at modellen gav for mange dagar med små nedbørmengder.

Ines og Hansen (Ines and Hansen, 2006) korrigerar nedbørsfrekvens og intensitetsfordeling til fordel for avlingsmodellar. Dei presenterar ei rutine som korrigerar døgnverdiar frå generelle sirkulasjonsmodellar mot data frå målestasjonar. Framgangsmåten vert demonstrert for eit område i Kenya der modellen har ein tendens til å gje alt for mange nedbørsdagar med små nedbørs menger. Ines og Hansen introduserar ei rutine som korrigerar gjennomsnittsfrekvensen og tilpassar den modellerte intensitetsfordelinga den observerte nedbørsfordelinga. Korreksjonen gav eit betra resultat av gjennomsnittleg månads- og sesongnedbør. Denne framgangsmåten tilsvarar den som er nytta vidare i denne oppgåva, og kan lesast meir om i kapittel 3.2.3.

Ved å objektivt gruppere den atmosfæriske sirkulasjonen i ulike vêrtypar kan ein sjå på nedbørsfordeling og intensitet for dei ulike storskala situasjonane. Trigo og DaCamara (Trigo and DaCamara, 2000) konkluderar med ein klar samanheng mellom dei ulike vêrtypane og nedbørsmønsteret i Portugal. Klassifisering av dei ulike vêrtypane utførast på grunnlag av geostrofisk straum i området rundt den Iberiske halvøy. Resultatet av studiet viser at både nedbørstrender og ekstreme nedbørssituasjonar lar seg skildre av eit relativt lågt tal vêrtypar.

I ein rapport utarbeida ved Universitetet i Bergen har Zou Han studert nedbøren over Sør-Noreg (Zou, 1992). Ein del av rapporten omfamnar studie av samanhengen mellom lokalnedbør og sirkulasjonen i 850 hPa. Her viser resultatet høg korrelasjon mellom vindretningar og nedbørsmengd, noko som tyder på at nedbøren i sørlege områder av Noreg har samanheng med storskala vêret. Blant fleire gjev arbeidet til Zou Han grunnlag for at vêrklassifisering av storskalasirkulasjonen er ein fornuftig metode for å knytte storskalavêr til lokale variasjonar i nedbørsmønsteret. Johanson (Johanson, 1964) definerte ein klassifikasjon av den synoptiske vêrsituasjonen med utgangspunkt i gradientstraumen i 1000hPa over Vestlandet. Dei 16 vêrtypane vart definert med utgangspunkt i om trykkfeltet gav syklonsk eller antisyklonsk sirkulasjon i tillegg til dei åtte hovudvindretningane. Andersen (Andersen, 1969) studerte samanhengen mellom desse vêrtypane og gjennomsnittleg månadsnedbør i Sør-Noreg og konkluderte med følgjande; *"H. Johansens vêrtypar, primært tilpassa Vest-Noreg, er nyttige parameterar for å skildre nedbørsfordelinga i sørlege delar av Noreg"*

## 2. DATA

### Datagrunnlaget

I denne oppgåva er det nytta estimert nedbørsdata frå HIRLAM10, reprodusert trykkdata frå NCEP NCAR og observasjonsdata frå Eklima som utgangspunkt for å studere korreksjonsmoglegheitene. Alle kjelder gjev døgnverdiar av ønska parameterar.

Vidare følgjer informasjon om datagrunnlaget til korrigeringsane.

### 2.1 Modelldata

**High Resolution Limited Area Model**, HIRLAM er ein numerisk vêrvarslings modell som er utarbeida gjennom eit samarbeid mellom fleire europeiske institutt, der i blant Det Norske Meteorologiske Institutt, DNMI(HIRLAM, 2009).

HIRLAM modellen er ein hydrostatisk gitterpunktmodell der den dynamiske kjernen er basert på ei semi-implisitt semi-Lagransk framstilling av dynamiske likningar i ulike høgder. Meir informasjon om dynamikken og numerikken i HIRLAM er tilgjengeleg på [www.hirlam.org](http://www.hirlam.org) (Undén et al., 2002).

Her er det nytta ei køyring av modellen med eit gitter på  $10 \times 10 \text{ km}^2$ , og datasettet er ei hindcast simulering. Dette er som regel noko betre enn eit vanleg varsel frå modellen sidan det er brukt analyser og ikkje varsel som randkrav. Slik at dersom det er rom for betring av denne simuleringa, er det mest sannsynleg rom for forbetring av andre simuleringar som ikkje har analyser som randkrav.

I oppgåva er det sett på moglegheit for korrigering av modelldata får HIRLAM10 på grunnlag av observasjonsdata. Bakgrunnen for at det er nedbørsestimatet frå denne modellen som er nytta er at denne modellen har data tilgjengeleg for ein tilstrekkeleg lang tidsperiode, at oppløysinga i modellen samsvara med tilgang på observasjonsdata og at modellen tar omsyn til observasjonane i utgangspunktet. Val av data er uavhengig av framgangsmåtene som er nytta i korreksjonen.

**NCEP NCAR reanalysedata** er grunnlaget for klassifiseringa til dei ulike vêrklustera som er nytta i oppgåva. I eit samarbeidsprosjekt mellom The National Center of Environmental Prediction, NECP, og National Center for Atmospheric Research, NCAR, er det produsert ei global analyse av atmosfæriske komponentar. Ved å gjenskape den atmosfæriske tilstanden, kvalitets kontrollere og assimilere datasettet i eit dataassimilasjonssystem som er konstant for heile perioden er det gjenskapt analyser av atmosfæriske felt (Kalnay et al., 1996).

I denne oppgåva er det nytta trykkdata frå reproduksjonen til klassifisering av dei ulike vêrklustera.

## 2.2 Observasjonsdata

**Eklima** er kjelda til observasjonane som er nytta i oppgåva. Dette er ei internettbasert teneste levert av Det Norske Meteorologiske Institutt. Via [www.eklima.met.no](http://www.eklima.met.no) har alle tilgang til observasjonsdata frå stasjonar som instituttet har eller har hatt ([eklima.met.no](http://eklima.met.no), 2010).

For alle observasjonsstasjonar stillast det strenge krav til instrument og rutinar. Alle offisielle målestasjonane følgjer internasjonale retningslinjer utarbeida av verdens meteorologi organisasjon, WMO ([met.no](http://met.no), 2009a). I tillegg til dette er det utvikla manuelle og automatiske rutinar for kontroll av observasjonsdata (Øgland, 1999). Dei aller fleste nedbørstasjonane hentar ut målingar ein gang i døgnet, dersom det er andre rutinar for uthenting av data har DMNI redigert desse i ettertid slik at alle verdiar som vert nytta i denne oppgåva er døgnverdiar.

### 2.2.1 Observasjons feilkjelder

Til tross for internasjonale standardar og retningslinjer kan ikkje observasjonane sjåast på som den totale sanninga då fleire faktorar er med på å påverke resultatet. Feila vil variere med plassering av nedbørsmålaren (låglandet, høgjellet), sesong og type nedbør.

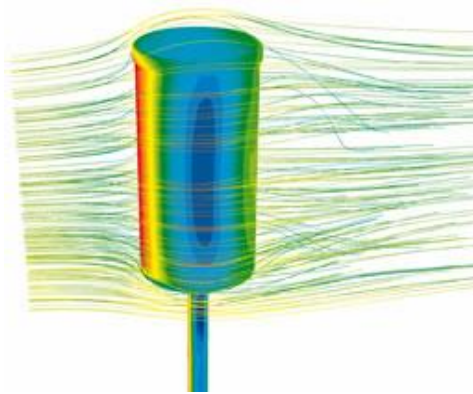
**Fordamping** av vatn som er lagra i nedbørsmålaren er ei relativt lita feilkjelde på våre breiddegrader. I tillegg er dei fleste nedbørsmålalarar utforma som ei trakt for at denne feilen skal vere så liten som mogleg.

**Vætingstap** er sett på som ei av dei større feilkjeldene (Sevruk, 1996). Adhesjonskrefter mellom vassmolekyla og materialet i målaren fører til at vasspartiklar vert "hengande att" langs veggane, og dermed ikkje observert. Denne feilen vil jamne seg ut dersom det fell nedbør over ein lengre periode. Då vil det attverande vatnet frå forgje måling kompensere for attverande vatn i den neste målinga. Ved enkelte vêrforhold, t.d. regnbyer, vil desse vasspartiklane kunne fordampe mellom byene, og føre til ein større feil i observasjonen. Det at feilen varierar etter vêrforholda gjer det vanskeleg å kalkulere storleiken på denne feilen (Førland et al., 1996).

**Skvetting** frå oppsamlingsflata til nedbørsmålaren er ei potensiell feilkjelde. Dersom denne er for flat vil dei største partiklane splittast og delar av dråpen vil kunne sprette ut av måleområdet. Tilsvarende kan skje på nærliggjande flater og føre til tilførsel av dråpar frå utsida av observasjonsområdet. Dei aller fleste målarane er plasserte over bakkenivå, og med god avstand frå aktuelle flater for å minimalisere tilførsel av sprettande partiklar. Denne feilkjelda er størst vinterstid når nedbøren fell som snø og det er vind i området. Eksempelvis målte stasjonen på Hopen 190mm, som resultat av snøfokk, i løpet av tre dagar i januar i 1995 (DNMI, 1996).

**Vind** er drivkrafta bak den største feilkjelda for nedbørsobservasjonar. Oppsamlingsfeil på grunn av vindefekt kring målarane er mellom 10% og 80% for snø, og mellom 2% og 20% for regn (Sevruk, 1996). Feilen avheng av vindstyrke, vindretning og dråpestorleik. Størst vert feilen ved kombinasjon av sterk vind og nedbør som snø.

Nedbørsmålaren og turbulens i vinden vil forstyrre straumlinjene til nedbørspartiklane slik at nedbør som egentleg skulle hamna i oppsamlingsområdet vert transportert vekk frå området (met.no, 2009a). Effekt av nedbørsmålaren er illustrert på Figur 2.1 (Kucera, 2005). Kor stor effekt dette vil få vil variere mellom ulike variantar av nedbørsmålarar. Figur 2.1 er henta frå rapporten frå eit laboratorieforsøkt der ein stabil luftstrøm på 4 m/s vert sendt mot nedbørsmålaren for å vise nedbørsstasjonens påverknad på vindtrajektoriane. Ein ser tydeleg danning av turbulens, særleg på lesida, og at luftstraumen vert akselerert over toppen av målaren. Spesielt dei små partiklane kan bli transportert forbi oppsamlaren som eit resultat av at målaren sjølv er til hinder for luftstraumen. Vinden vil også kunne transporter nedbør inn i observasjonsområdet, sjå det som står om skvetting.



Figur 2.1 Viser ein nedbørsmålars påverknad på vindtrajektoriane. Figuren er henta frå Kucera sitt eksperiment (Kucera, 2005).

**Instrumentale feilkjelder** varierar med dei ulike nedbørsmålarane. Eksempel kan vere defekt utstyr, sabotasje eller at utstyret er har kome ut av korrekt posisjon.

## 2.2.2 Korreksjon av observasjonar

Den største kjelda til feil blant observasjonane er som nemnt vind, og skal observasjonane korrigerast er det her det er størst forbettringspotensiale. Fleire har sett på mogelegheita for å korrigere nedbør med utgangspunkt i vind og temperatur ved observasjonsstasjonen. Ei korreksjonsmogelegheit er denne frå ein rapport skrive for DNMI (Førland et al., 1996)

$$x_{korr} = k * x_{obs} = k * (x_{obs} + \sum \Delta x_{i,obs})$$

der  $x_{korr}$  er her den korrigerte observasjonen,  $k$  er ein korreksjonsfaktor satt for å korrigere feil som oppstår på grunn av vind,  $x_{obs}$  er den observerte nedbøren og  $\sum \Delta x_{i,obs}$  er summen av alle feilkjelder. Verdien og grunnlaget til korreksjonsfaktoren,  $k$ , varierar for ulike former for nedbør. Ved regn avheng  $k$  av vind og nedbørsintensitet, for snø er  $k$  ein funksjon av vind og temperatur, og ved sludd er det eit forhold mellom desse. Korreksjonsfaktoren aukar med aukande vind og minkande temperatur (Allerup et al., 1997).

I denne oppgåva er det ikkje gjort nokon korreksjonar på observasjonsdata med unntak av korreksjonsrutinane til DNMI og korreksjon ved samanslåing av data frå fleire stasjonar til ein lengre tidserie. Sjå Kapittel 6.4 for bakgrunnen for dette.

## 3. STATISTIKK

### Kor god er modellen?

I denne oppgåva er det nytta ulike korrigeringsfaktorar for å oppnå betra samsvar mellom modellert og observert nedbør. Her er ei kort forklaring over ulike statistiske parameterar som vert nytta vidare for å skildre effekten av korreksjonane.

### 3.1 Verifisering

**Gjennomsnittleg Absolutt Avvik, GAA** (Mean Average Error) gjev informasjon om den gjennomsnittlege feilen, og er eit mål på nøyaktigheit. Verdien er absolutt og vil dermed ikkje seie noko om retninga på feilen, men vil gje ein verdi som gjev informasjon om differansen mellom eksempelvis den varsla og den observerte verdien. Dette er ein lineær funksjon, det vil sei at alle verdier er like tungt vektet. Utfallet varierer frå null til uendeleg. Låge verdier indikerer små feil, null er perfekt.

$$GAA = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n |x_{k,modell} - x_{k,obs}|$$

**Gjennomsnittleg Avvik, GA**, vert også nytta i oppgåva. Dette er tilsvarande mål som GAA men det vert ikkje nytta absoluttverdien til differansen.

**Relativ Gjennomsnittleg Absolutt Avvik, RGAA** vert nytta for å kunne samanlikne dei ulike regionane då nedbørsmengd og nedbørsfrekvens varierer stort mellom dei ulike områda.

$$RGAA = \frac{GAA}{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_{k,obs}}$$

RGAA gjev eit mål på kor stor feilen er i forhold til gjennomsnittleg observert nedbør for den aktuelle staden.

**Relativt Gjennomsnittleg Avvik, RGA**, vert også nytta i oppgåva. Dette er tilsvarande mål som RGAA men det viser forholdet mellom GA og gjennomsnittleg observert nedbør.

**Kovarians** kan nyttast for å finne den lineære samvariasjonen mellom to variablar.

$$Kov = E[(x_{k,obs} - E(x_{k,obs}))(x_{k,modell} - E(x_{k,modell}))]$$

$E$  er forventingsverdien. I denne oppgåva er den empiriske kovariansen nytta, her vert forventingsverdien uttrykt ved gjennomsnittet av variablane.

$$\widehat{Kov} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x_{k,obs} - \overline{x_{obs}})(x_{k,modell} - \overline{x_{modell}})$$



Ved fullstendig samvariasjon vil kovariansen vere lik summen av variansen til dei to variablane, ved ingen samvariasjon er kovariansen lik null.

**Korrelasjon** er eit normalisert mål av kovariansen. Ved å dividere kovariansen på standardavvika vil verdien variere mellom -1 og 1. Dersom det ikkje eksisterar ein lineære samheng mellom dei to variablane er korrelasjonen null. Ein korrelasjon på 1 tyder på perfekt samvariasjon, ved -1 er det motsatt korrelasjon det vil sei at den eine variabelen vil auke tilsvarende det den andre minkar.

$$Korr = \frac{\sum_{k=1}^n (x_{k,modell} - \overline{x_{modell}})(x_{k,obs} - \overline{x_{obs}})}{\sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{k,modell} - \overline{x_{modell}})^2} \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{k,obs} - \overline{x_{obs}})^2}}$$

Resultatet er svakt for uteliggjarar og det er mogleg for eit dårleg varsel å ha ein god korrelasjon med observasjonane då det ikkje vert tatt omsyn til forholdstalet mellom variablane.

**Bias** skildrar storleiken på differansen mellom to variablar i forhold til ein av variablane. I denne oppgåva nyttast bias for å seie noko om grad av ulikskap mellom modellert og observert utfall relativt til den observerte verdien.

$$Bias = \frac{\overline{x_{modell}} - \overline{x_{obs}}}{\overline{x_{obs}}} * 100$$

Utfallet kan strekke seg frå positiv til negativt uendeleg, null er perfekt. Negative verdiar tyde at det er observert fleire nedbørsdøgn eller større nedbørsmengder enn modellen varslar, positive verdiar tydar på at modellen overestimerar samanlikna med observasjonane.

### Kor god kan modellen bli?

Vidare følgjer ein kort introduksjon til korreksjonsrutinar som er testa for å korrigere avvik mellom modellerte og observerte verdiar.

## 3.2 Moglegheiter for korrigering

Det er sett på moglegheit for korrigering av middelnedbør, nedbørsintensitet og nedbørsfrekvens i stasjonspunkt og gitterpunkt. Skilnaden på om det er korrigert i stasjonspunkt og gitterpunkt er tilgangen på observasjonsdata. I stasjonspunkta vert det korrigert mot data frå korrigeringspunktet, medan korrigeringa i gitterpunkta avheng av observasjonsdata frå kringliggjande områder. I tillegg er det her eit innblikk i ei algoritme som gjer det mogleg å ta omsyn til ulike vêrtypar i korrigeringa.

### 3.2.1 K-means Clustering

I denne oppgåva er det nytta ein metode som er kalla K-means Clustering til å klassifisere ulike vêrtypar. Bakgrunnen for å utføre klassifiseringa er moglegheita til å ha forskjellige korreksjonsfaktorar for forskjellige vêrsituasjonar. Med ein god definisjon på dei ulike vêrsituasjonane vil det eksistere ein samanheng mellom vêrtypar og vêrparameterane (Nitter, 1999). Dette gjev grunnlag for å korrigere eventuelle svakheitlar som oppstår i modellen for bestemte vêrsituasjonar ved å utføre korrigeringar enkeltvis for kvar av vêrtypane.

K-means Clustering er ein teknikk som nyttast til gruppering av ulike parameterar slik at alle med ein viss grad av likskap vert samla i ei gruppe, kalla eit kluster. I rutinen definerast eit klustersentrum i kvart av klustera. Dette sentrumet definerast ut i frå gjennomsnittet av all data i klusteret. Målet med rutinen er å oppnå størst mogleg likskap mellom data i klusteret og klustersentrumet. Likskapen kan eksempelvis kalkulerast ved hjelp av statistiske parameterar som varians, differanse eller korrelasjon.

Før ein kan starte K-means clustering algoritmen må ein bestemme kva parameterar som skal nyttast for å klassifisere kluster, og kor mange kluster som skal definerast. Tabell 3.1 viser ei oversikt over dei ulike parameterane som må avklarast på førehand.

Parameterar	Forklaring av parameterane
<b>Meteorologisk Variabel</b>	Ein meteorologisk parameter som kan representere den daglege variasjonen i vêret, t.d. bakkestrykket.
<b>Eit mål på likskap</b>	Korrelasjon, avstand e.l.
<b>Tal på kluster</b>	Kor mange grupper som skal representere variasjonane.
<b>Geografisk område</b>	Kva område som kan ha påverknad for området som skal studerast.
<b>Maks tal iterasjonar</b>	Ei avgrensing for å gjere metoden effektiv.

Tabell 3.1 viser ei oversikt over parameterane som må førehands definerast for å kunne gjennomføre K-means Clustering.

Etter at desse parameterane er satt kan kluster algoritmen gjennomførast med følgjande punkt

- Finn klustersentrum som kan nyttast som eit utgangspunkt. Her kan det definerast tilfeldig punkt eller data kan grupperast tilfeldig i ønska tal kluster slik at klustersentrumet kan definerast i dei ulike gruppene.
- Sorter data til det klustersenteret datasettet har størst likskap til.
- Definer nye klustersentrum i den nye sorteringa
- Gjenta sortering og finn nye sentrum heilt til ønska resultat eller grensa for tal iterasjonar er nådd.

Hovudfordelen med K-mean klustering er at den er enkel og hurtig, og at ein dermed kan arbeide effektivt med store datasett (Caidong, 2008). Ulempa er at denne framgangsmåten ikkje garanterar å finne den mest optimale løysinga ettersom framgangsmåten kunn søker minimal varians inne i klustera og ikkje ser på samanhengen mellom dei ulike klustera. Avhengig av utgangspunktet til klustersentera vil ein få ulike grupperingar for kvar køyring. Det er derfor ein fordel å gjennomføre algoritmen fleire gangar, for så å velje den grupperinga som gjev størst likskap mellom alle punkt og tilhøyrande klustersentrum.

I metodekapittelet, kapittel 4.1, står det meir om føresetnadane som er satt for vèrklassifiseringa som er nytta i denne oppgåva.

### 3.2.2 Optimal interpolasjon

Optimal interpolasjon er ein statistisk interpolasjonsmetode som antar at det er korrelasjon mellom nærliggjande observasjonar. Ved å nytte kovariansen mellom gridpunkt og observasjonspunkt, samt kovariansen mellom alle observasjonspunkt kan informasjon frå kringliggjande observasjonsstasjonar nyttast for å oppnå eit betre modellvarsel i alle gitterpunkt. Før ein startar må ein definere storleiken på området som kan påverke kvart interpolasjonspunkt (Bhargava and Danard, 1994).

Den generelle forma for interpolasjonen kan uttrykkast via følgjande likning.

$$E_i = B_i + \sum_{k=1}^K V_{ik} [O_k - B_k]$$

Alle verdier med unntak av  $V_{ik}$  representerar ein variabel, i dette tilfelle nedbør, medan  $V_{ik}$  inneheld interpolasjonsvektene. Indeksane  $i$  og  $k$  representerar posisjonane,  $i$  er i gitterpunkta medan  $k$  er observasjonspunkta.  $E$ ,  $B$  og  $O$  indikerar høvesvis estimert, bakgrunnsdata og observasjonsdata. Bakgrunnsdata er datasettet som vert nytta som utgangspunkt for korrigeringa, dette kan vere basert på klimatologiske verdier eller data henta frå ei modellkøyring.  $E_i$  er altså definert som den estimerte nedbørsverdien i gitterpunktet,  $B_i$  er bakgrunnsdata i det same punktet,  $[O_k - B_k]$  er differansen mellom observerte verdier og bakgrunnsdata i observasjonspunktet  $k$ .  $K$  er det totale talet på observasjonspunkt. Intuitivt antar ein at vektene er positive og reduserast monotont når distansen mellom gitterpunkt og observasjonspunkt aukar.

Med andre ord er  $E_i - B_i$  den estimerte korreksjonen i gitterpunktet og differansen  $O_k - B_k$  er korreksjonstillegget frå observasjonspunktet som vert vekta av verdien  $V_{ik}$ . Kvadratet av gjennomsnittsavviket til den estimerte verdien i gridpunktet kan uttrykkast

$$\overline{A^2} = \overline{(E_i - S_i)^2}$$

$S_i$  er den ukjente sanne verdien i gitterpunktet. Vektinga av den lineære korreksjonen med informasjon frå observasjonspunktet er bestemt slik at  $\overline{A^2}$  vert minimalisert. For å finne denne minimaliseringa differensierast kvadratet av feilen med omsyn på kvar av vektene

$$\frac{\partial A^2}{\partial V_{ik}} = 0$$

Det vert antatt at det ikkje er korrelasjon mellom feil i bakgrunnsdata og observasjonsdata, og endar opp med følgjande uttrykk for vektene

$$V_{ik} [Kov(B_n) + Kov(O_n)] = Kov(B_i)$$

$n$  er ein teljar som går over alle observasjonsstasjonane.  $Kov(B_i) = [(B_k - S_k)(B_i - S_i)]$ , er kovariansen mellom den sanne nedbøren og feilen for bakgrunnsdata i observasjonspunkta  $k$  og i gridpunktet  $i$ .  $Kov(B_n) = [(B_k - S_k)(B_n - S_n)]$  og  $Kov(O_n) = [(O_k - S_k)(O_n - S_n)]$  er kovariansen mellom den faktiske nedbøren og feilen til høvesvis bakgrunnsdata og observasjonsdata, desse avheng kunn av observasjonspunkta og kan finnast ved framlengs interpolasjon.

$$V_{ik} = Kov(B_i) * [Kov(B_n) + Kov(O_n)]^{-1}$$

Vektinga i  $V_{ik}$  vil minimalisere feilen dersom kovariansmatrisene er korrekte. Ettersom den sanne nedbøren er uvis er denne likninga i utgangspunktet uløyselig. I kapittel 4.3.2 er det meir om vilkåra som er satt i denne oppgåva for å gjere likninga løyselig.

Det er mange som har nytta denne typen interpolasjonen i sine arbeid tidlegare, både innan meteorologiske felt og i fleire dimensjonar. For nærmare gjennomgang av rutinen og eksempel på praktisk nytte sjå arbeida frå Bhargava og Danard, Habib og Hartmann (Bhargava and Danard, 1994, Hartmann, 2007, Habib, 2001).

### 3.2.3 Fordelingskorreksjon

#### Nokre definisjonar

**Nedbørstdøgn**,  $nd$  er definert som eit døgn med varsla eller observert nedbør over 0,1 mm

**Nedbørsintensitet** er eit mål på kor mykje det regnar i løpet av eit nedbørstdøgn [mm/nd]

**Nedbørsfrekvens** er tal på nedbørstdøgn i løpet av ein periode [nd/p]

Med desse definisjonane vil ein ved å korrigere anten frekvensen eller intensiteten også påverke den totale nedbørsmengda i løpet av tidsperioden. Alle korreksjonar vert utført med ein korreksjonsfaktor for kvar månad.

Ines og Hansen (Ines and Hansen, 2006) presenterar og testar ein teknikk som kalibrerar frekvens og intensitetsfordelinga til modellert døggnedbør i forhold til observasjonar. Tilsvarande korrigering i denne oppgåva testa på estimert nedbør frå HIRLAM10.

Målet med denne korreksjonen er å tvinge modelldata til å ha same nedbørsfordeling som observasjonane. I korreksjonen kuttast den modellerte nedbørsfordelinga i eit punkt som samsvarar med den observerte nedbørsfrekvensen. Dette punktet vert satt som ein grenseverdi,  $g_{modell}$ , for å avgrense den empiriske fordelinga av data frå modellen.  $g_{modell}$  bygger på den kumulative fordelings funksjonen til den modellerte nedbøren. Den kumulative fordelingsfunksjonen skildrar sannsynsfordelinga til variabelen. Den startar med den lågaste verdien i sannsynsintervallet og kontinuerleg summerar sannsynet for dei ulike verdiane ettersom ein flyttar seg langs kurva. Kurva vil dermed gå frå null til hundre prosent. I denne kurva finn ein den posisjonen som samsvarar med den observerte frekvensen. Gjennomsnittleg frekvens av nedbørsverdiar over grenseverdien skal tilpassast den observerte nedbørsintensiteten, og verdiar lågare enn grenseverdien vert sett til null.

Den modellerte nedbørintensiteten vert korrigert ved å tilpasse gammafordelinga til nedbørsmengder større enn grenseverdien til ei gammafordeling som samsvarar med den observerte intensitetsfordelinga.

Gammafordelingsfunksjonen,  $F_k$ , inneheld to parameterar,  $\alpha, \beta$  som gjev informasjon om fordelingskurva til datasettet  $x$

$$F_k(x; \alpha, \beta) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_{\bar{x}}^x t^{\alpha-1} \exp^{-\frac{t}{\beta}} dt$$

Ved å nytte fordelingsparameterane kan ein tilpasse fordelingskurva til modellerte nedbørsmengd til dei observerte verdiane. Korreksjonen av modellnedbøren kan oppsummerast slik:

$$x'_{k,modell} = \begin{cases} 0, & x < g_{modell} \\ F_{k,obs}^{-1}(F_{k,modell}(x_k)), & x \geq g_{modell} \end{cases}$$

Meir informasjon om fordelingskorrigeringa finns i kapittel 4.2.1.

## 4. METODE

### Vegen til resultatet

I dette kapitlet er det gitt eit overblikk over framgangsmåten som er nytta for å oppnå resultatata som vert presentert i Kapittel 5. Her er det skildra korleis observasjonsdata og modelldata vert samanlikna og kva føresetnadar som er satt i dei ulike korrigerings- og klassifiseringane .

### 4.1 Datasamankopling

For å evaluere estimatet frå modellen er det lasta ned all tilgjengeleg observasjonsdata frå perioden 1961 til 2001. Dette gav observasjonsdata frå 1 458 stasjonar spreidd over heile Noreg. For at samanlikningsgrunnlaget skal vere best mogleg er det ønskeleg med ein lengst mogleg tidsserie. Dette er oppnådd ved å slå saman observasjonar frå nærliggjande stasjonar til ein samanhengande observasjonstidsserie. Kriteria som er satt for samanslåing er:

- Mindre enn fire kilometer avstand i luftlinje.
- Maks hundre høgdemeter differanse.
- Meir enn nitti dagar med observasjonar som kan tilføyast tidsserien.

Det er alltid den lengste tidsserien som vert ståande med originaldata og kortare observasjonsseriar frå områda rundt vert korrigert og lagt til. Før observasjonsdata frå to stasjonar vert samankopla vert tidsserien som endrar lokalitet korrigert for å stemme best mogeleg overeins med data frå observasjonsstasjonen som vert ståande med originaldata. I praksis vert dette utført ved at den tilføyde tidsserien vert multiplisert med forholdet mellom gjennomsnittsnedbøren i dei to tidsseriane.

Etter samanslåinga representerar 517 stasjonar nedbørsmønsteret som modellen vert kontrollert mot. Av dei 1 458 tidseriane som var i utgangspunktet er dei aller fleste observasjonane med i samanslåinga, men dei av tidsseriane som var for korte til å fylle kriteriet er oversett.

Det vert nytta observasjonsdata frå januar 1961 og ut desember 2001. Denne tidserien er så delt i to periodar, normalperioden frå 1961 til 1990 og testperioden frå 1991 til 2001. Normalperioden vert nytta for å teste ulike korreksjonar mellom observasjonar og modelldata frå denne perioden. Det vert henta ut korrigeringsfaktorar frå denne perioden som vidare vert testa på den uavhengige testperioden.

Hanssen-Bauer og Frøland studerte nedbørstrender og variasjonar i Noreg (Hanssen-Bauer og Frøland, 1998). På grunnlag av deira studie delte dei fastlands Noreg inn i 13 regionar, der variasjonar i nedbørsmønsteret over lengre tid har ein felles trend for kvar region. Dei 517 stasjonane vert fordelte på 13 grupper tilsvarande inndelinga til Hanssen-Bauer og Frøland. Alle korreksjonar er utført for kvar stasjon, men data vert presentert via gjennomsnittet av stasjonane i regionen. Dette for at det skal vere enklare å få oversikt over resultatet av korrigeringa. For at gjennomsnittet i størst mogleg grad skal vere representativt for alle stasjonspunkt i området er inndelinga på grunnlag av nedbørstrender nytta.

Figur 4.1 viser ei oversikt over dei 13 regionane og representasjonen av observasjonspunkt i dei ulike områda.

Namn på region	Tal på stasjonar
1: Inntrøndelag	15
2: Møre og Romsdal	36
3: Dovre / Nord-Østerdalen	27
4: Sogn	68
5: Austlandet	137
6: Sunnhordland	31
7: Sørvestlandet	32
8: Østfold	9
9: Sørlandet	25
10 :Varanger	6
11: Hålogaland	56
12: Finnmarksvidda	16
13: Trøndelag/Helgeland	59



Figur 4.1 viser ei oversikt over fordeling av observasjonspunkt i dei tretten regionane, og den geografiske fordelinga av regionane.

Data i alle tidsseriar vert sortert månadsvis, slik at korreksjonar vert utført individuelt for kvar måned. Både varsla og observert data viser i utgangspunktet døgnverdiar. Fleire som nyttar nedbørsvarsel er meir interessert i at den totale nedbørsmengda over ein lenger periode skal vere korrekt framfor døgnverdiar, til dømes i samband med vurdering av skredfare eller fylling av vassmagasin. Derfor er det i tillegg til døgnnedbøren i dei ulike månadane også sett på nedbør akkumulert over lengre tidsperiodar.

Datasettet er i delar av oppgåva gruppert i fire kluster som representerar fire ulike vêrtypar i tillegg til månadsgrupperinga. Dette for å ha moglegheit til å luke vekk systematiske feil i tilknytning til

bestemte vêrsituasjonar. K-mean klustering algoritmen som er presentert i kapittel 3.3.1 er då gjentatt ti gangar med ulike utgangspunkt for klustersentruma før det klustersettet med størst likskap til datasettet er valt. Tabell 4.1 under viser ei oversikt over dei ulike parameterane som er nytta for grupperinga.

Parameterar	I denne oppgåva:
Meteorologisk Variabel	Reanalysedata av bakkestrykket frå NCEP NCAR
Eit mål på likskap	Den euklidske avstanden
Tal på kluster	Fire
Geografisk område	Området avgrensa av 40° vest, 50° aust og 45°- 80° nord.
Maks tal iterasjonar	200

Tabell 4.1 viser føresetnadane som er satt før klassifisering av ulike vêrtypar med K-means clustering.

I denne oppgåva er det nytta kvadratet av den euklidske avstanden som eit mål for likskap framfor korrelasjon eller varians. Der summen av alle avstandar er minst, er likskapen størst. Forskjellen på desse måla er i hovudsak vektlegging av punkt. Ved å nytte korrelasjonen blir alle punkt vektlagt likt, men når ein nyttar kvadratet av avstanden vil store avstandane få større vektlegging. Ettersom ekstreme verdiar er av stor interesse er det ok at desse vert vektlagt i større grad enn resten.  $V$  er den euklidske avstanden og kan uttrykkast slik

$$V = \sum_{i=1}^k \sum_{j \in K_i} |x_j - x_{s_i}|^2$$

der  $k$  er tal kluster,  $x_s$  er senteret i klusteret  $K_i$ , og  $x_j$  er alle datapunkta.



## 4.2 Korrigering i observasjonspunkt

### Korrigering i praksis

Modelldata er representert i eit 10x10 km<sup>2</sup> gittersystem, og observasjonspunkta er usystematiske plassert i gitteret. Dette gjev to rutine for korrigering av modelldata. Ein metode er å korrigere den modellerte nedbørsverdien i observasjonspunkta, den andre er å interpolere korreksjonane slik at det vert eit korrigert modellestimat i alle gitterpunkt.

Vidare følgjer ei oversikt over dei to ulike korrigeringsmoglegheitene.

Når det skal korrigerast i observasjonspunkta er det plasseringa til dei 517 observasjonstidsseriane som avgjer kva områder som vert korrigert. Ei ulempe her er at ein stor del av observasjonspunkta ligg i nærleiken av busetnad slik at i mindre sentrale strøk gjev denne korrigeringa ingen informasjon.

Den modellerte tidserien som er gjeldande korrigerast for stasjonspunkta på grunnlag av observasjonane som er gjort. Ved å studere fordelinga til desse tidseriane er ein del av målet for oppgåva å finne eit sett med korreksjonsfaktorar som kan nyttast for korrigering av komande tidsseriar. I denne oppgåva er normalperioden, frå 1961 til 1990, nytta som grunnlag for korreksjonsfaktorane og seinare er faktorane testa i ein testperioden som strekk seg frå januar 1991 til desember 2001.

### 4.2.1 Korrigering av normalperioden

#### Korreksjon av middelnedbør

Fyrste og enklaste korreksjon korrigerar den totale nedbørsmengda ved å tilpasse nedbørsintensiteten til den gjennomsnittleg nedbøren over heile tidsperioden. Dette korrigerar nedbørsmengda, men vil ikkje påverke nedbørsfrekvensen. Den tar heller ikkje omsyn til at det kan vere nyttig med ulike korreksjonsfaktorar ved ulike nedbørsintensitetar, men finn ein felles korreksjonsfaktor for all data i kvar månad.

$$x'_{k,model} = x_{k,model} \frac{\bar{x}_{obs}}{\bar{x}_{modell}}$$

$x'$  og  $x$  er høvesvis korrigert og ukorrigert nedbørsverdi frå modellen for dag  $k$ , medan  $\bar{x}_{obs}$  og  $\bar{x}_{modell}$  er gjennomsnittleg observert og modellert nedbør i løp av normalperioden for den aktuelle månaden.

Denne korreksjonsfaktoren,  $x'_{k,model}$ , vert kalla middel korreksjon vidare i oppgåva.

### Korreksjon av nedbørsfordeling

Fordelingskorreksjonen korrigerer frekvensen og intensiteten til nedbøren. Ettersom den totale nedbørmengda er eit produkt av nedbørsintensitet og frekvens, vil korrigering av desse to komponentane også korrigere den totale nedbørmengda.

Dersom den modellerte nedbørsfrekvensen er større enn den observerte nedbørsfrekvensen, korrigerast modelldata ved å utelukke verdiar lågare enn ein grenseverdi basert på observasjonsdata. Intensiteten korrigerast ved å tilpasse fordelinga av nedbørsverdiar større enn den gitte grenseverdien til den observerte fordelinga.

Grenseverdien i denne oppgåva er definert på grunnlag av observasjonsdata. For alle månadar er den gjennomsnittlege observerte nedbørsfrekvensen funnet. For at eit døgn skal vere godkjent som nedbørsdøgn må det observerast minimum 0.1 mm nedbør. Nyttar gjennomsnittleg tal på nedbørsdøgn for kvar av dei 12 månadane i løp av normalperioden til å finne grenseverdien i den kumulative fordelinga av modelldata. For intensitet korreksjonen som er utført i denne oppgåva er observert- og modellertnedbørsintensitet tilpassa gammafordeling. Etter korreksjonen lagrast  $\alpha$ - og  $\beta$ -verdiar for den korrigerste fordelingskurva til modelldata og til observasjonsverdiane, samt grenseverdien til frekvesen. Via desse parameterane som inneheld eigne verdiar for alle månadar ved alle stasjonar er målet å korrigere ein uavhengig testperiode.

### 4.2.2 Test på modelldata frå testperioden

Skilnaden mellom korrigeringa i testperioden og normalperioden er at i testperioden bygger korreksjonsfaktorane på data frå normalperioden. Observasjonsdata frå testperioden vert kunn nytta samband med vurdering av korreksjonen. Poenget med denne korrigeringa er å teste om det er mogeleg å utnytte kjennskap til nedbørsfordelinga i observasjonspunkta på tidlegare tidspunkt til å korrigere nedbørsestimat frå HIRLAM ved eit seinare tidspunkt.

Observasjonsdata for åra 1991-2001 var ein del av samankoplinga av stasjonsdata, slik at observasjonspunkta som vert korrigert og evaluert samsvarar med stasjonspunkta i normalperioden. Testperioden er også sortert til dei fire klustera som vart definert for normalperioden via reanalysedata frå NCEP NCAR. Dette gjer det mogleg å nytte fordelingsparameterar som er henta frå gammafordelinga til modell- og observasjonsdata frå normalperioden til korrigering for ulike vêrtypar, med eigne korreksjonsfaktorar for kvar månad i dei 517 stasjonspunkta.

Ved hjelp av fordelingsparameterane alfa og beta frå modelldata i normalperioden,  $\alpha_{\text{modell\_normal}}$  og  $\beta_{\text{modell\_normal}}$ , kan ein tilpasse modelldata frå testperioden ei kumulativ gammafordelingskurve  $F_{k\_test}$ .

$$F_{k\_test}(x_{\text{test}}; \alpha_{\text{modell\_normal}}, \beta_{\text{modell\_normal}}) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_{\bar{x}}^x t^{\alpha-1} \exp^{-\frac{t}{\beta}} dt$$

Modelldata frå testperioden er deretter korrigerert via den inverse av denne fordelinga. Fordelinga vert tilpassa observasjonane frå normalperioden ved å bruke fordelingsparameterane til observasjonane frå normalperioden  $\alpha_{obs\_normal}$  og  $\beta_{obs\_normal}$ .

$$x'_{k,model\_test} = F^{-1}(F_{k\_test}, \alpha_{obs\_normal}, \beta_{obs\_normal})$$

$x'_{k,model\_test}$  er den korrigererte modellnedbøren i testperioden.

På grunn av den korte tidsperioden vart det kun akkumulert opp til 30 døgn.

### 4.3 Korrigering i gitterpunkt

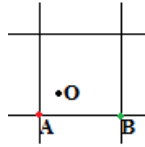
Eit av problema i denne oppgåva skuldast fordelinga av observasjonspunkt. Tilgjengeleg observasjonsdata er ujamt fordelt over landet, og oftast plassert i nærleik av tettstadar. Når desse observasjonane skal nyttast i kombinasjon med ein numerisk vêrvarslingsmodell krevjast det oftast at verdiane er representerte systematisk i eit rutenett. Interpolering er ein teknikk som nyttast for å bøte på dette problemet. Interpolasjon gjev moglegheit til å finne ukjente verdiar dersom ein har nokre kjente punkt i området.

I denne oppgåva er det utført to ulike algoritmar for korreksjon i alle gitterpunkt. Den eine metoden er nabokorreksjon og den andre er optimal interpolasjon. Felles for begge korrigeringane er utgangspunktet og tilgjengeleg mengd observasjonsdata å bygge korrigeringane på. I desse korreksjonane er det av praktiske orsakar kunn nytta observasjonsseriar som er kontinuerlege i heile perioden, dette gjev 329 stasjonar. Ettersom det er naudsynt å ha eit uavhengig datasett, som ikkje har vore ein del av korrigeringa, til å kontrollere effekten av korreksjonen mot er 165 av desse stasjonspunkta nytta til korrigering og dei resterande 164 vert berre nytta i evalueringa.

#### 4.3.1 Nabokorrigering

Denne korrigeringa er ei vidareføring av fordelingskorrigeringa. Målet er å korrigere nedbørsfordelinga i gitterpunkta kring observasjonspunkta, der av namnet nabokorrigering. Kunnskap om nedbørsfordelinga i observasjonspunktet vert nytta, og det er antatt at denne er representativ for eit større området enn akkurat i observasjonspunktet.

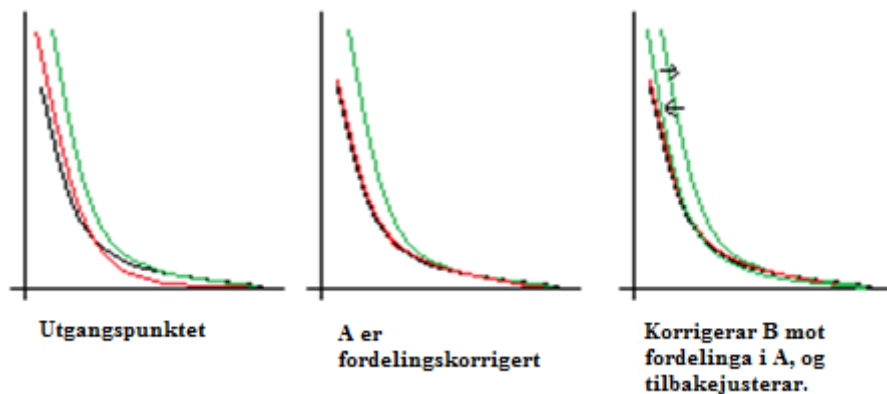
Figur 4.2 viser ei skisse av gitterpunkta A og B, og observasjonspunktet O. A er nærmaste gitterpunktet i forhold til O og B er nest nærmaste. Modelldata i A biaskorrigerast mot nedbørsfordelinga i observasjonspunktet O via fordelingskorreksjon utan at det vert tatt omsyn til avstanden mellom punkta. For meir informasjon om fordelingsparameterane sjå kapittel 4.2.1.



Figur 4.2 Skisse av plassering av gitter- og observasjonspunkt

Etter at modelldata i A er korrigert, kan fordelinga i A nyttas til å oppnå ei korrigert fordeling i B som samsvarar betre med observasjonen i O. I denne oppgåva er det forholdet mellom tilsvarende nedbørsmengd på dei kumulative fordelingskurvene i A og B nytta til å representerar den klimatologiske differansen mellom dei to områda. Ved å juster nedbørsfordeling med forholdstalet før og etter fordelingskorrigeringa vil variasjonar mellom gitterpunkta i modellen vere gjeldande også etter korrigering.

Figur 4.3 viser ei skisse av framgangsmåten. Til venstre vises eit tenk utgangspunkt. Den midtarste figuren skisserar resultatet etter fordelingskorreksjon av modelldata i A. Dei to pilene på figuren til høgre illustrerar effekten av å nytte forholdstalet til å halde på lokale variasjonar. I dette tilfellet vert modelldata i B nedjustert for å samsvare betre med fordelinga i A før fordelingskorrigering mot observasjonsdata. Etter korrigering vert den tilbakejustert ved å dividere alle nedbørsmengder på forholdstalet.



Figur 4.3 viser er skisse av nabokorrigeringsrutinen. Svart linje illustrerar nedbørsfordelinga til observasjonen, den røde fordelinga i gitterpunkt A og den grønne i gitterpunkt B .

### 4.3.2 Optimal interpolasjon

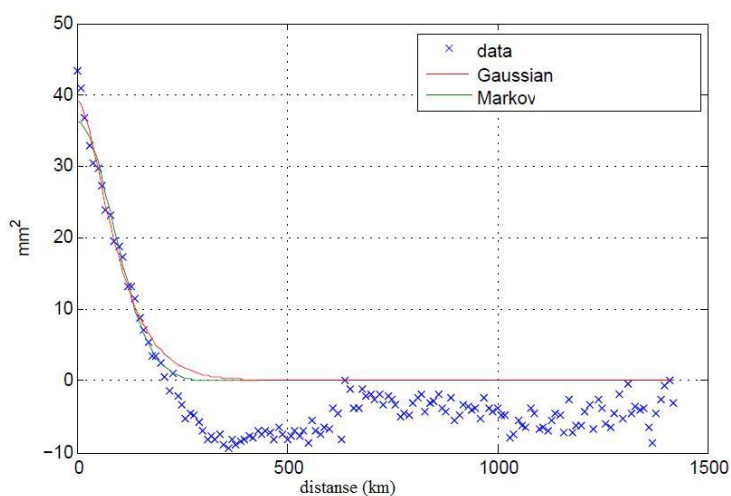
Til forskjell frå tidlegare korrigeringar er det her tatt utgangspunktet i modelldata i alle gitterpunkta. HIRLAM10 gjev nedbørsestimat i eit gittersystem med  $10 \times 10 \text{ km}^2$  oppløysing. Via optimal interpolasjon vil alle desse områda korrigerast på grunnlag av observasjonar i områda rundt. Ved å

finne kovariansen mellom nedbørsfordelinga i gitter- og observasjonspunkt, samt mellom alle observasjonspunkta definerast eit sett med vektorer som avgjer kor stor påverknad dei ulike observasjonane har i korrigeringa av kvart gitterpunkt.

Den optimale interpolasjonen krev eit datasett som kan nyttast som bakgrunnsdata. Bakgrunnsdata er eit datasett som representerar eit utgangspunkt, eller eit fyrste gjett, som vert korrigert på grunnlag av observasjonane. I tillegg til å nytte data frå HIRLAM som bakgrunnsdata vert det sett på resultatet ved å nytte eit nabokorrigert datasett og eit datasett som inneheld ein verdi i alle punkt ved alle tidspunkt.

I teorikapittelet, kapittel 3.3.2, enda den optimale interpolasjon rutinen med ei uløyselig likning. Ettersom den sanne nedbøren er ukjent i alle punkt og bakgrunnsdata kunn er tilgjengeleg i gitterpunkta vil ein ikkje finne dei naudsynte kovariansmatrisene utan nokre føresetnadar.

Definerar ei kovariansmatrise for observasjonspunkta. Denne inneheld informasjon om kovariansen mellom ein observasjonsstasjon og andre observasjonspunkt innan ein avstand på 600 km. Figur 4.4 er eit eksempel på tilpassing av ein analytisk kovariansfunksjon til datasettet. Dette vil vere enten Gaussian eller Markov tilpassing, rutinen velgjer den funksjonen som stemmer best overeins med korrelasjonen mellom observasjonane. Har no ei analytiske tilpassing som skildrar kovariansen som funksjon av avstand mellom observasjonspunkta.



Figur 4.4 viser kovariansen mellom tidsseriane som funksjon av avstand mellom punkta.

Vidare følger føresetnadane som er sett i denne oppgåva for å definere dei tre kovariansmatrisene som definerar vektninga.

$$Kov(O_n) = [(O_k - S_k)(O_n - S_n)]$$

- Er kovariansen mellom sann nedbør og observasjonsfeil i observasjonspunkta.
- Antar at det ikkje er feil knytt til observasjonane slik at observasjonane viser den sanne nedbøren. Då vil denne kovariansmatrisa vere lik null.

$$Kov(B_n) = [(B_k - S_k)(B_n - S_n)]$$

- Er kovariansen mellom den sanne nedbøren og bakgrunnsdata i observasjonspunkta.
- Etersom vi no antek at observasjonane representerar den sanne nedbørsverdien kan denne kovariansmatrisa omskrivast til  $[(B_k - O_k)(B_n - O_n)]$
- Set verdien til bakgrunnsdata i alle observasjonspunkt lik verdien i nærmaste gitterpunkt for alle observasjonspunkt.
- Ved å finne avstanden mellom dei aktuelle punkta og nytte den analytiske tilpassinga har ein estimert kovarians som kan nyttast vidare.

$$Kov(B_i) = [(B_k - S_k)(B_i - S_i)] \cong [(B_k - O_k)(B_i - O_i)]$$

- Er kovariansen mellom feilen i bakgrunnsdata i observasjonspunkta og feilen i bakgrunnsdata i gitterpunkta.
- Framgangsmåten her er lik det som er gjort for  $Kov(B_n)$ .

Med desse vilkåra er det mogleg å utføre optimal interpolering for alle gitterpunkt.

I denne oppgåva er det nytta tre ulike bakgrunnsdatasett. Det fyrste og enklaste inneheld ein felles verdi for alle gitterpunkt i heile tidsserien. Nummer to og tre inneheld eit meir detaljert datasett. Det andre bakgrunnsdatasettet er det originale HIRLAM10 estimatet for perioden, og det tredje er datasettet etter nabokorrigering av HIRLAM10.

## 5. RESULTAT

### Betringspotensiale

I introduksjonen er det ei kort oppsummering av nedbørsmønsteret i Noreg, og det er heilt klart at det i Noreg er eit mangfald av ulike nedbørstrendar. Store variasjonar i topografi og klima mellom dei ulike landsdelane gjer det vanskeleg å estimere korrekt nedbørmengd. Vidare i denne seksjonen er HIRLAM10 si evne til å dekke desse variasjonane evaluert.

I dette kapittelet vert resultatet av korrigeringsane som er utført presentert. Fyrst er det gitt ei oppsummering av HIRLAM10 sitt utgangspunkt og betringspotensiale, deretter er det sett på resultat av korrigeringsane i observasjons- og gitterpunkta.

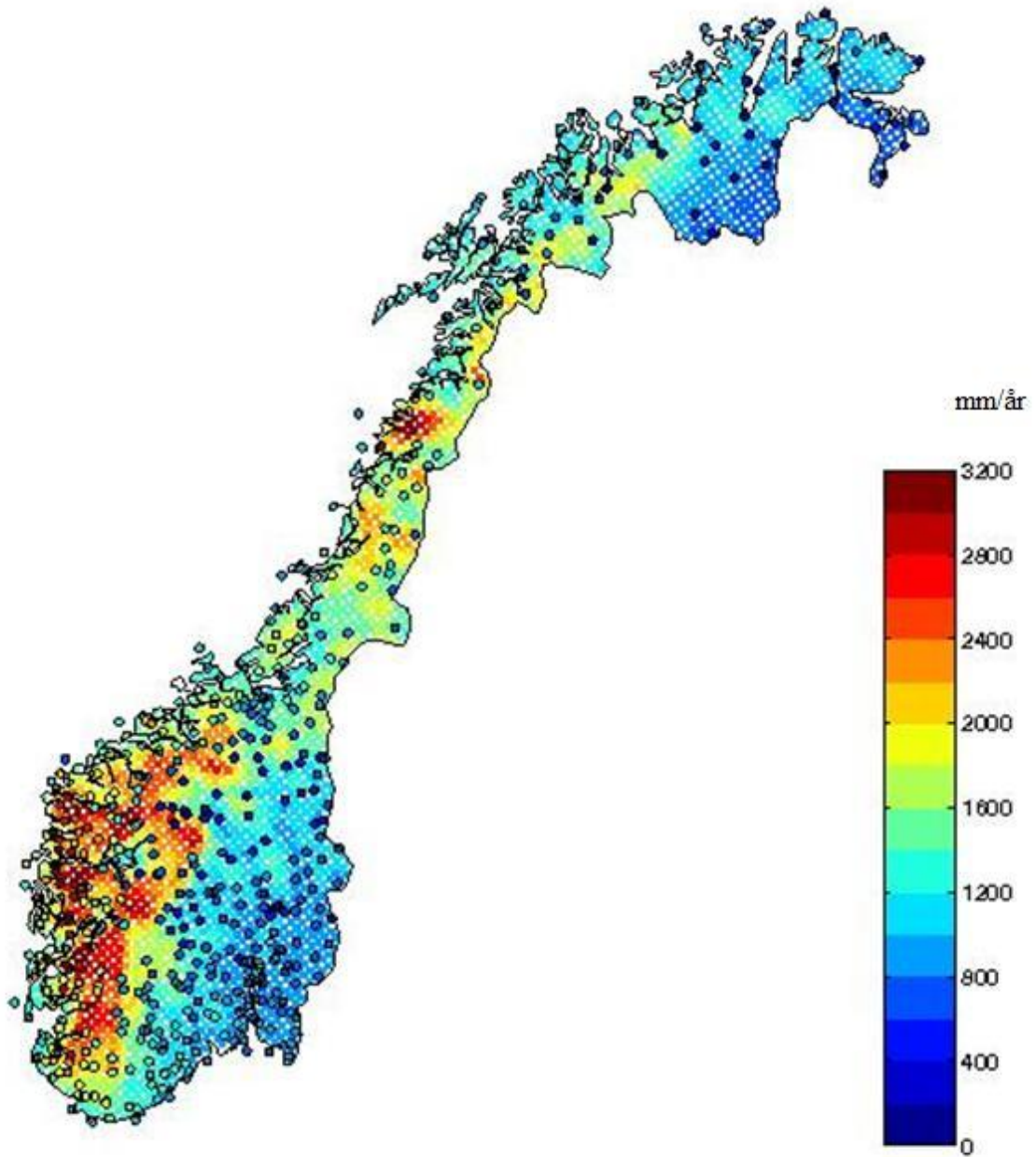
### 5.1 Utgangspunktet frå HIRLAM10

Figur 5.1 viser ei oversikt av den geografiske fordelinga av gjennomsnittleg årsnedbør i normalperioden for modell- og observasjonsdata. Modelldata frå HIRLAM10 vises i bakgrunnen og data frå observasjonsstasjonane er representert i punkta på kartet. Ser ein på nedbørsestimatet frå HIRLAM10 er det to områder med store nedbørmengder. Eit lite område i Nordland, meir presist nordvest for Saltfjellet, og over vestlege halvdel av Sør-Noreg.

Samanliknast det store nedbørsfeltet i Vest-Noreg med observasjonane er det lita tvil om at det her er betringspotensiale. Dei store nedbørmengdene dekker heilt klart eit alt for stort område. Ser ein etter tilsvarende store nedbørmengder i observasjonane er det eit relativt smalt område frå og med Sogn og sørover til Sørvestlandet.

Nordvest for Saltfjellet er det andre området der modellen viser ein gjennomsnittleg årsnedbør kring 3 000 mm. Det er få observasjonar i området som kan nyttast til samanlikning, men dei få observasjonane som er tilgjengelege tyder på at det er store lokale variasjonar i nedbørmengda som modellen ikkje visere. Ein generell trend i grensetraktene av Trøndelag og Nordland, og i heile Troms og Finnmark er at modellen gjev gjennomgåande større nedbørmengder enn observasjonane viser.

På Austlandet, på Finnmarksvidda og i Varanger er dei årlege nedbørs mengdene lågare. HIRLAM10 estimerar årlege nedbørmengder kring 1 000 mm, men også her gjev observasjonane langt lågare verdiar.



Figur 5.1 viser gjennomsnittleg årsnedbør for normalperioden i gitter- og observasjonspunkt. Data frå HIRLAM ligg i bakgrunnen medan verdiar frå observasjonspunkta vises på observasjonsstaden.



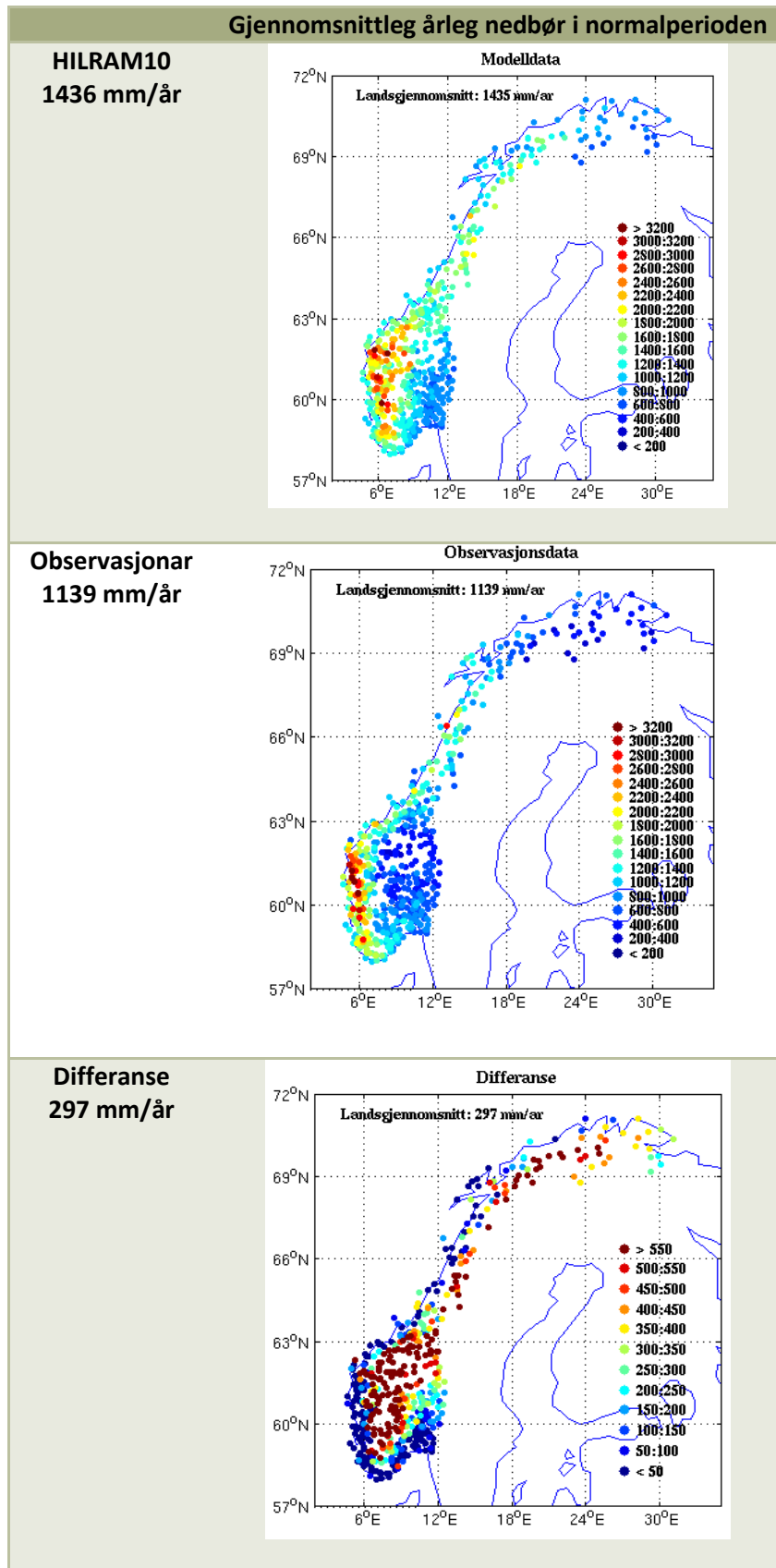
Det er inga tvil om at modellen viser ein tydeleg overestimeringstrend over største parten av landet. Tabell 5.1 viser avvik mellom gjennomsnittleg observert årsnedbør og estimert årsnedbør i frå HIRLAM10 i normalperioden for dei 517 stasjonspunkta. Med unntak av ein region, Sørvestlandet, gjev modellen meir nedbør enn observasjonane viser. I fire av tretten regionar overestimerar modellen med meir en halvparten av den gjennomsnittleg observerte årsnedbøren, og i to av desse utgjer modellnedbøren det doble av observasjonane. Det er i innlandsområda Dovre/Nord-Østerdalen og Finnmarksvidda at den relative feilen er størst.

Avvik til gjennomsnittleg observert årsnedbør			
		HIRLAM10	
	Region	GA [mm/år]	RG
1	Innrøndelag	475,9	50,4 %
2	Møre og Romsdal	466,9	34,1 %
3	Dovre/ Nord-Østerdalen	848,0	166,8 %
4	Sogn	326,5	16,8 %
5	Austlandet	322,0	41,2 %
6	Sunnhordland	130,0	6,9 %
7	Sørvestlandet	-131,5	-7,6 %
8	Østfold	10,5	1,3 %
9	Sørlandet	-4,0	-0,4 %
10	Varanger	366,6	66,3 %
11	Hålogaland	350,6	36,8 %
12	Finnmarksvidda	436,7	106,9 %
13	Trøndelag/Helgeland	262,5	20,3 %

Tabell 5.1 viser avvik mellom gjennomsnittleg estimert og observert nedbør frå HIRLAM10 i normalperioden.

I sørlege delar av Noreg leverar HIRLAM10 eit nedbørsestimat som stemmer svært bra overeins med observasjonane. I regionane Sunnhordland, Sørvestlandet, Østfold og Sørlandet er det mindre enn 10% differanse mellom observerte og modellerte verdiar. Særleg i Østfold imponerer modellen med eit gjennomsnittleg årleg avvik på 4 mm for data frå normalperioden.

Tabell 5.2 gjev ei oversikt over estimert og observert nedbør i dei 517 observasjonspunkta, samt differansen mellom dei. Trendar viser som tidlegare nemnt at varslet stemmer best med observerte verdiar langs kysten, men i områda litt lenger inn i landet er det tydeleg betringspotensiale. Tala under figurane viser landsgjennomsnitt av gjennomsnittleg årleg nedbørsmengd i åra 1961 - 1990.





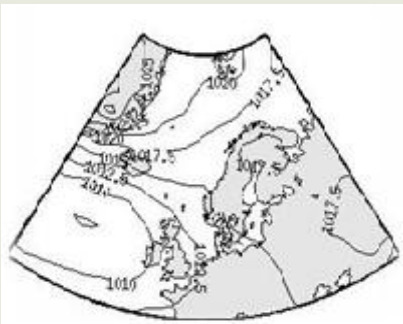

Tabell 5.2 viser gjennomsnittleg årleg nedbør for HIRLAM data og observasjonsdata frå normalperioden, samt differansen mellom dei.

## 5.2 Vêrtypar

Alle døgn i frå tidserien som er nytta i oppgåva er sortert til eit av fire vêrtypar. Dette for at det skal vere mogleg å korrigere for eventuelle systematiske feil som oppstår i tilknytning til ein bestemt vêrsituasjon. Det er ikkje sett på samanhengen mellom dei ulike vêrklassifikasjonane og nedbørstrendar eller avvika til observasjonar for kvar av situasjonane. Bakgrunnen for klassifiseringa er at ved å utføre individuell korrigering for kvar av vêrtypane er det mogleg å fjerne feil som oppstår med ein bestemt vêrsituasjon. Tidlegare studiar viser at vêrklassifisering er ein fornuftig metode for å knytte lokale variasjonar i nedbøren til storskala sirkulasjonen (Nitter, 1999) .

Tabell 5.3 viser ei oversikt over dei fire ulike vêrtypane samt eit forslag til eit kort tekstvarsel for nedbørsfordelinga ved dei ulike situasjonane. Data frå begge tidsperiodane, normalperioden og testperioden, er sortert mellom dei fire gruppene. For normalperioden er det den fyrste vêrtypen som inneheld mest data med 30.5% av døgn. I denne perioden er det tilnærma lik fordeling mellom andre og tredje vêrgruppering med kring 25% medan siste gruppe inneheld i underkant av 20% av døgn. Også i testperioden er det den fjerde og siste grupperinga med sørvestleg vindfelt over store delar av Noreg som har lågast del av dagane. Blant dei tre andre vêrtypane er det noko forskjell i fordelinga mellom dei to tidsperiodane. I testperioden reduserast datamengda i dei to fyrste klustera til fordel for det tredje klusteret.

I normalperioden er det vêrsituasjonen med lågtrykk vest av Island og vind frå sørvest i store delar av landet som dekker flest døgn. I testperioden inneheld kluster nummer tre nær 35% av all data og er dermed den største gruppa. Her ligg lågtrykket lenger sør og gjev eit søraustleg vindfelt i sørlege delar av landet. Kluster nummer fire er den situasjonen med minst data uavhengig av tidsperiode. Dette klusteret er ganske likt på det fyrste klusteret, men med eit kraftigare trykksenter.

Vêrtypar – kluster	Synoptisk tekst
<p data-bbox="416 232 523 262"><b>Kluster 1</b></p> 	<p data-bbox="751 232 1353 405">Lågtrykk vest for Island gjev eit sørvestleg vindfelt over størsteparten av Noreg. Dette gjev nedbør frå Rogaland i sør til Nordkapp i nord. Lite eller ingen nedbør austafjells og lengst aust i Finnmark, samt i grensetraktene i Trøndelag og Nordland.</p> <p data-bbox="751 450 1203 510">Normalperioden: 3 347 døgn – 30.5% Testperioden: 1 083 døgn - 27.0%</p>
<p data-bbox="416 651 523 680"><b>Kluster 2</b></p> 	<p data-bbox="751 651 1353 824">Nordvestleg vindfelt gjev byenedbør over store delar av landet. I områder med frålandsvind ventast lite eller ingen nedbør. Byer vidare sørover vestkysten til Rogaland. Opphald i Sør- og Aust-Noreg.</p> <p data-bbox="751 869 1203 929">Normalperioden: 2898 døgn – 26.5% Testperioden: 853 døgn - 21.2%</p>
<p data-bbox="416 1010 523 1039"><b>Kluster 3</b></p> 	<p data-bbox="751 1010 1353 1182">Lågtrykk vest for Storbritannia gjev søraustleg vindfelt i Sør-Noreg og nedbør til Sør- og Austlandet, mest nedbør i kystnærestrøk og lite eller ingen nedbør nord på Austlandet. Frålandsvind i vest gjev fint vær på Vestlandet.</p> <p data-bbox="751 1227 1203 1288">Normalperioden: 2 708 døgn – 24.7% Testperioden: 1 377 døgn– 34.3%</p>
<p data-bbox="416 1413 523 1442"><b>Kluster 4</b></p> 	<p data-bbox="751 1413 1353 1697">Sørvestleg vindfelt med nedbør frå Nordkapp i nord og sørover Vest- og Sørlandet. Lite nedbør øst i Finnmark og aust for vass-skiljet i Sør-Noreg. Her er det eit tettare trykkefelt enn i det fyste klusteret, så her vil nok nedbøren trekke lenger inn i landet. Sørvestleg og vestleg vindfelt er dei vindretningane som gjev størst nedbørsmengder på Vestlandet.</p> <p data-bbox="751 1742 1203 1803">Normalperioden: 2 004 døgn – 18.3% Testperioden: 705 døgn - 17.5%</p>

Tabell 5.3 viser dei fire ulike vêrtypane som er nytta i oppgåva. Desse er definert ved hjelp av K-means klustering av trykkdata. Til høgre i tabellen er eit forslag til eit nedbørsvarsel for dei ulike vêrtypane, og ei kort oversikt over fordelinga av døgn i dei ulike tidsperiodane.

## 5.3 Korreksjon i observasjonspunkt

### Lokale variasjonar

Ved korrigering i observasjonspunkt korrigerast tilhøyrande HIRLAM data mot den observerte tidsserien frå staden. Ved å halde fokus på observasjonspunktet har korreksjonen eit betre utgangspunkt for å dekke dei lokale variasjonane enn når observasjonane representerar eit større område og er gjeldande for kringliggande gitterpunkt. Lokale variasjonar vil med eit tett nettverk av observasjonar halde fram å vere lokale, men ved å la observasjonen dekke eit større område vert desse variasjonane glatta ut.

Her følgjer resultatet av korrigering av modelldata for observasjonspunkta. Det er tatt utgangspunkt i dei 517 observasjonstidsseriene og posisjonane til desse. Via biaskorrigering er målet å korrigere den tilhøyrande tidserien frå HIRLAM10 i alle observasjonspunkt slik at modelldata og observasjonsdata oppnår størst mogeleg samsvar.

### 5.3.1 Normalperioden 1961-1990

Det er testa fleire korreksjonsmoglegheiter, sjå appendiks A, men i dette kapittelet er det fokusert på følgjande tre korreksjonar.

1. middel 1kluster
  - her er modelldata korrigert med korrigering for middelnedbør. Data vert ikkje delt inn i ulike vêrtypar.
2. middel fordeling 1kluster
  - same korreksjon som i middel 1kluster men i denne korreksjonen er det i tillegg korrigert for nedbørsfordelinga til observasjonane med fordelingskorreksjon.
3. middel fordeling 4kluster
  - korreksjon tilsvarande middel bias 1kluster men her er data sortert inn i fire ulike vêrtypar.

I metodekapittelet står det meir om korrigeringane, sjå kapittel 4.2.1.

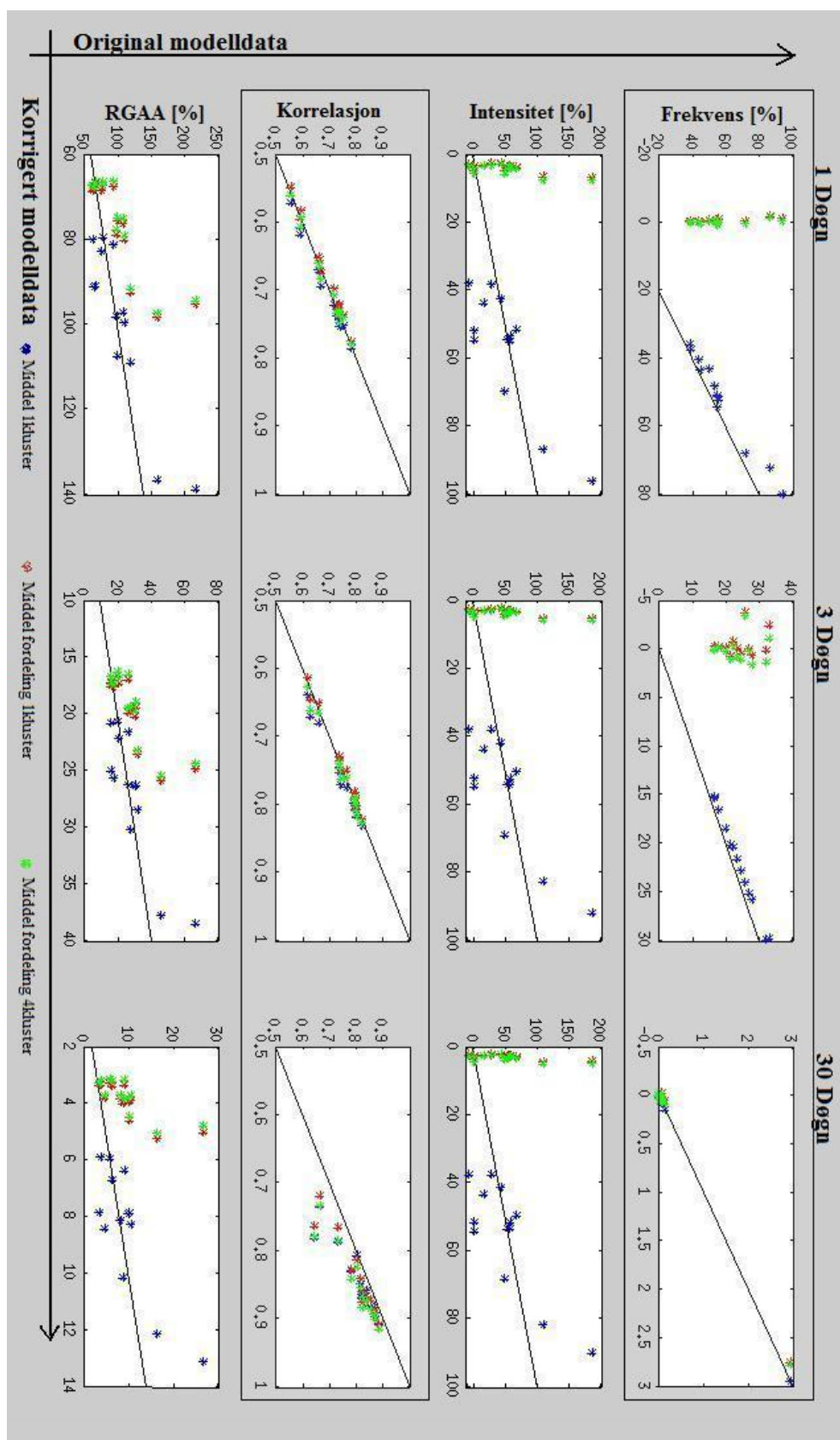
Den totale nedbørsmengda over ein lenger periode er avgjerande for blant anna skred, flaum og landbruk, derfor er det også sett på moglegheit for betring av nedbør akkumulert over tre og tretti døgn i tillegg til døgnverdiar.

Figur 5.2 viser ei oversikt over resultatet av dei tre korreksjonane. Korreksjonane er utført enkeltvis for alle månadar og alle stasjonar. I figuren vises årleg gjennomsnitt av korrigeringane for regions gjennomsnittet av stasjonane. Til saman utgjer alle figurane ein tabell der det er akkumulert nedbør over høvesvis eit, tre og tretti døgn i dei tre kolonnane. Bias av frekvens og intensitet, korrelasjon og relativ absolutt avvik utgjer dei fire rekkene, sjå kap 3.2 for meir informasjon om dei statistiske parameterane. Alle plotta viser original modelldata i y-retning mot korrigert modelldata i x-retning. Den svarte linja indikerar at korreksjonen er lik originalen. Legg merke til at det er stor variasjon på skalaane i dei ulike plotta.

Vidare følgjer ei oppsummering av resultatet vist i Figur 5.2, og for ei meir detaljert innblikk i resultatet viser Tabell 5.4 resultatet av ei av korrigeringa i figuren, middel fordeling 4kluster.

**Nedbørsfrekvensen** fortel kor mange nedbørsdøgn det er gjennom ein periode, og bias for frekvensen er ei mål på differansen mellom tal på nedbørsdagar i modellen og den observerte tidsserien i forhold til gjennomsnittleg observert tal nedbørsdøgn. Av fyste rekka i Figur 5.2 ser ein at bias for frekvensen i dei korrigerte verdiane er lågare enn med dei originale verdiane frå modellen. Dette tyder på at korrigeringa gjev betra samsvar mellom tal modellerte og observerte nedbørsdøgn. Resultatet vert noko betra av middelkorrigering, men det er tydeleg at det er fordelingskorrigering som gjev størst betring, då spesielt i korte akkumuleringsperiodar. Studerar ein gjennomsnittet av dei 13 regionane er resultatet etter fordelingskorrigering for avvik i tal nedbørsdøgn på 0,44% av gjennomsnittleg observert nedbørsdøgn med eit kluster og 0,03% med fire kluster for døggnedbøren mot 57,4% i utgangspunktet.

Ved å akkumulere nedbøren over ein lenger periode vert det tydeleg betre samsvar mellom observert og modellert frekvens i alle regionar. Effekt av korrigering reduserast kraftig ettersom avviket mellom ukorrigert HIRLAM10 data og observasjonane allereie i utgangspunktet er svært bra og dermed betringspotensialet minimalt. Ser ein på bias for frekvensen over kortare periodar er det tre regionar som ligg noko over alle andre, dette er innlandsområda Austlandet, Dovre/Nord-Østerdalen og Finnmarksvidda.



Figur 5.2 viser oversikt over dei tre korreksjonane som er utført for normalperioden i observasjonspunkta. Blå verdier er frå middel 1kluster korreksjonen, raud viser middel fordeling 1kluster korrigering og grøn indikerar middel fordeling 4kluster korreksjonen. Verdiane representerar årleg gjennomsnittet for dei 13 regionane.

Middel fordeling 4 kluster korrigeret HIRLAM V.S. original HIRLAM									
		Korrelasjon		RGAA		Bias Frekvens		Bias Intensitet	
Region	D	korr.	orig.	korr.	orig.	korr.	orig.	korr.	orig.
1	1	0,66	0,66	<b>77,72</b>	99,16	<b>0,05</b>	54,97	<b>4,27</b>	53,90
	3	0,74	0,74	<b>19,49</b>	26,62	<b>0,89</b>	23,52	<b>3,67</b>	54,00
	30	<b>0,82</b>	0,80	<b>3,70</b>	8,31	<b>0,00</b>	0,02	<b>3,30</b>	54,01
2	1	<b>0,68</b>	0,67	<b>75,26</b>	108,97	<b>0,52</b>	55,27	<b>4,01</b>	57,29
	3	<b>0,76</b>	0,74	<b>18,99</b>	30,98	<b>1,11</b>	24,52	<b>3,37</b>	57,35
	30	<b>0,87</b>	0,82	<b>3,73</b>	10,68	<b>0,05</b>	0,05	<b>2,96</b>	57,34
3	1	0,59	<b>0,60</b>	<b>94,53</b>	217,62	<b>-0,39</b>	94,04	<b>7,74</b>	185,91
	3	0,66	0,66	<b>24,40</b>	66,48	<b>-1,03</b>	32,99	<b>5,96</b>	186,03
	30	<b>0,79</b>	0,74	<b>4,80</b>	26,64	<b>0,01</b>	0,08	<b>5,00</b>	185,88
4	1	<b>0,75</b>	0,74	<b>66,42</b>	94,83	<b>0,15</b>	44,14	<b>3,01</b>	43,63
	3	<b>0,82</b>	0,80	<b>16,52</b>	26,97	<b>0,25</b>	20,15	<b>2,63</b>	43,68
	30	<b>0,92</b>	0,89	<b>3,18</b>	9,23	<b>0,01</b>	0,04	<b>2,34</b>	43,67
5	1	0,71	<b>0,72</b>	<b>75,02</b>	100,76	<b>0,39</b>	71,93	<b>5,83</b>	48,95
	3	0,76	<b>0,77</b>	<b>19,38</b>	28,12	<b>1,43</b>	31,97	<b>4,79</b>	49,12
	30	<b>0,84</b>	0,78	<b>3,84</b>	8,95	<b>0,04</b>	0,09	<b>4,06</b>	49,07
6	1	0,73	<b>0,74</b>	<b>67,27</b>	77,37	<b>0,57</b>	45,36	<b>3,56</b>	17,42
	3	0,80	0,80	<b>16,82</b>	21,07	<b>1,10</b>	21,41	<b>3,13</b>	17,50
	30	<b>0,90</b>	0,87	<b>3,22</b>	6,46	<b>0,08</b>	0,09	<b>2,80</b>	17,54
7	1	0,73	<b>0,74</b>	67,33	<b>64,46</b>	<b>0,14</b>	39,34	<b>3,33</b>	-6,71
	3	0,79	<b>0,80</b>	16,72	<b>16,37</b>	<b>-0,12</b>	17,92	<b>2,99</b>	-6,65
	30	<b>0,88</b>	0,85	<b>3,20</b>	3,88	<b>0,05</b>	0,06	<b>2,72</b>	-6,67
8	1	0,74	<b>0,75</b>	67,86	<b>66,30</b>	<b>0,76</b>	55,05	4,09	<b>1,42</b>
	3	0,79	<b>0,80</b>	17,36	<b>16,81</b>	<b>0,28</b>	26,94	3,56	<b>1,60</b>
	30	<b>0,87</b>	0,84	<b>3,29</b>	3,66	<b>0,09</b>	0,15	3,10	<b>1,59</b>
9	1	0,78	0,78	<b>66,54</b>	68,01	<b>-0,17</b>	55,72	5,80	<b>1,91</b>
	3	<b>0,83</b>	0,82	<b>17,39</b>	18,22	<b>1,63</b>	27,94	5,04	<b>2,04</b>
	30	<b>0,88</b>	0,82	<b>3,74</b>	4,79	<b>2,77</b>	2,94	4,48	<b>2,11</b>
10	1	0,56	0,56	<b>91,72</b>	120,21	<b>-0,22</b>	50,51	<b>4,34</b>	67,29
	3	<b>0,63</b>	0,62	<b>23,24</b>	32,51	<b>0,15</b>	16,67	<b>3,68</b>	67,42
	30	<b>0,73</b>	0,67	<b>4,49</b>	10,24	<b>0,04</b>	0,04	<b>3,37</b>	67,33
11	1	<b>0,67</b>	0,66	<b>79,23</b>	111,27	<b>-0,06</b>	53,41	<b>4,32</b>	58,02
	3	<b>0,75</b>	0,74	<b>19,77</b>	30,82	<b>-0,27</b>	22,17	<b>3,67</b>	58,13
	30	<b>0,85</b>	0,82	<b>3,79</b>	10,06	<b>0,00</b>	0,03	<b>3,23</b>	58,09
12	1	<b>0,61</b>	0,59	<b>97,38</b>	160,41	<b>-1,38</b>	86,58	<b>7,57</b>	109,65
	3	<b>0,66</b>	0,63	<b>25,48</b>	46,16	<b>-3,40</b>	25,82	<b>5,86</b>	109,84
	30	<b>0,78</b>	0,65	<b>5,06</b>	16,34	<b>-0,03</b>	<b>0,02</b>	<b>5,16</b>	109,73
13	1	<b>0,73</b>	0,73	<b>66,56</b>	78,91	<b>-0,03</b>	39,09	<b>3,31</b>	28,62
	3	<b>0,81</b>	0,80	<b>16,33</b>	20,72	<b>0,16</b>	16,70	<b>2,92</b>	28,70
	30	<b>0,89</b>	0,87	<b>3,16</b>	5,93	<b>0,00</b>	0,00	<b>2,70</b>	28,72
Snitt	1	0,69	0,69	<b>76,37</b>	105,25	<b>0,03</b>	57,34	<b>4,71</b>	51,33
	3	0,75	0,75	<b>19,38</b>	29,37	<b>0,17</b>	23,75	<b>3,94</b>	51,44
	30	<b>0,85</b>	0,80	<b>3,78</b>	9,63	<b>0,24</b>	0,28	<b>3,48</b>	51,41

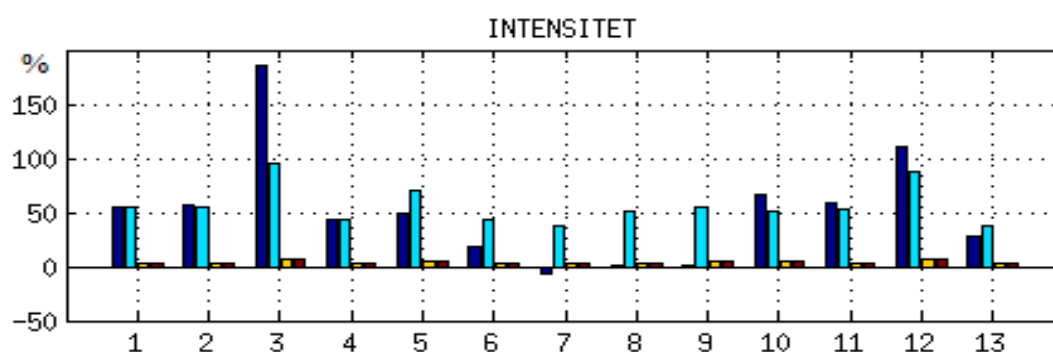
Tabell 5.4 viser ei oversikt over resultatet med middel fordeling 4kluster korrigeret samanlikna med original HIRLAM data for normalperioden. Verdier som er utheva er det beste resultatet for regionen. Tabellen viser data for nedbør akkumulert over 1, 3 og 30 døgn.



**Nedbørsintensiteten** skildrar den nedbørsmengda som fell gjennom eit nedbørsdøgn, og bias av intensiteten gjev informasjon om kor stor differanse det er mellom nedbørsmengda i modellerte og observerte verdiar i forhold til gjennomsnittleg observert nedbør. Også for nedbørsmengda er det fordelingskorreksjon som gjev størst betring. Ser tydeleg av Figur 5.2 at bias for intensiteten ikkje reduserast ved å akkumulere nedbøren over lenger tid slik som med nedbørsfrekvensen. Resultatet er tilnærma uendra i alle regionar til tross for lenger akkumuleringsperiode.

Det er ikkje utelukkande positivt å korrigere nedbørsmengda. Fordelingskorreksjon gjev betring for alle regionar med unntak av Sørlandet og Østfold. I desse to regionane er HIRLAM10 i utgangspunktet svært bra, og etter korrigering er vert utfallet noko dårlegare. Tabell 5.4 viser resultatet etter korrigering med middel fordeling 4kluster korrigeringa og original HIRLAM10 data for dei ulike regionane. Ser at i regionane Sørlandet og Østfold er bias for intensiteten for eit nedbørsdøgn i utgangspunktet høvesvis 1,9% og 1,4% av gjennomsnittleg observerte nedbørsmengder, med fordelingskorrigering med fire kluster er tala kluster 5.8% og 4.1%. Forskjellen i korrigering med eit eller fire kluster er liten, men dersom det kunn gjennomførast korreksjon av middelnedbøren vil regionane Sørlandet, Østfold, Sørvestlandet og Sunnhordland få ei varsel som er vesentleg dårlegare enn utgangspunktet.

I Figur 5.2 er det i to regionar som skil seg ut med kraftig overestimering av nedbørsmengda. Av Figur 5.3 som viser bias av intensiteten til døggnedbøren ser ein at dette er region nr.3 Dovre/Nord-Østerdalen og nr.12 som er Finnmarksvidda. For desse regionane estimerar modellen i snitt over 100% større nedbørsmengder enn den gjennomsnittlege observerte nedbørsverdien. Dovre/Nord-Østerdalen er den regionen som i utgangspunktet har dårlegast varsel med eit avvik som tilsvarar heile 185% av den gjennomsnittlege observerte døgnerverdien. Ved middel korrigering reduserast dette til 96%, og ved fordelingskorreksjon i tillegg er den varsla verdien om lag 8% uavhengig om det er med eit eller fire kluster. Tilsvarande betring vert det for Finnmarksvidda.



Figur 5.3 viser bias for intensiteten i dei 13 regionane. Dei blå søylene viser original modelldata, turkis etter middel 1 kluster korrigering, gul middel fordeling 1 kluster og raud middel fordeling 4 kluster.

**Relativ Gjennomsnittleg Absolutt Avvik**, RGAA, viser absolutt feilen i den totale nedbørsmengda for alle døgn i forhold til gjennomsnittleg observert nedbør. Resultatet avheng av den totale nedbørsmengda, som igjen avheng av intensiteten og frekvensen, derfor er det ikkje uventa at tendensen i den nedste rekka i Figur 5.2 minner om det vi har sett tidlegare.

Dersom det kunn vert utført korrigering av middelnedbøren vil det for om lag halvparten av regionane gje ei auke i avviket for døgnet nedbøren, med fordelingskorrigering i tillegg vil korreksjonen vere positiv, dog i ulik grad, for elleve av dei tretten regionane.

Det relative avviket vert kraftig redusert når ein akkumulerar nedbøren over lengre periodar. Eittersom dette gjeld for korrigert og ukorrigert HIRLAM10 data vert det redusert effekt av korrigeringa sjølv om resultatet vert betra.

Endring i RGAA									
Korreksjon tid – døgn	Middel 1kluster			Middel fordeling 1klust			Middel fordeling 4klust		
	1	3	30	1	3	30	1	3	30
Region									
Inntrøndelag	0,9 %	0,4 %	0,2 %	20,2 %	6,7 %	4,5 %	21,4 %	7,1 %	4,6 %
Møre & Romsdal	11,7 %	4,6 %	2,4 %	32,7 %	11,6 %	6,8 %	33,7 %	12,0 %	6,9 %
Dovre	78,8 %	27,9 %	13,5 %	122,3 %	41,6 %	21,6 %	123,1 %	42,1 %	21,8 %
Sogn	13,5 %	5,4 %	2,8 %	27,2 %	9,9 %	5,9 %	28,4 %	10,4 %	6,1 %
Austlandet	-6,8 %	-2,1 %	-1,2 %	25,0 %	8,4 %	4,9 %	25,7 %	8,7 %	5,1 %
Sunnhordland	-5,6 %	-1,1 %	-0,3 %	8,7 %	3,7 %	3,1 %	10,1 %	4,3 %	3,2 %
Sør-Vestlandet	-15,6 %	-4,5 %	-2,0 %	-4,3 %	-0,9 %	0,5 %	-2,9 %	-0,4 %	0,7 %
Østfold	-24,9 %	-8,2 %	-4,2 %	-2,1 %	-0,8 %	0,3 %	-1,6 %	-0,6 %	0,4 %
Sørlandet	-23,0 %	-7,4 %	-3,6 %	1,0 %	0,6 %	1,0 %	1,5 %	0,8 %	1,0 %
Varanger	11,1 %	4,0 %	2,4 %	27,6 %	8,9 %	5,6 %	28,5 %	9,3 %	5,8 %
Hålogaland	11,7 %	4,4 %	2,2 %	31,0 %	10,6 %	6,1 %	32,0 %	11,0 %	6,3 %
Finnmarksvidda	23,7 %	8,4 %	4,2 %	62,0 %	20,3 %	11,1 %	63,0 %	20,7 %	11,3 %
Trøndelag	-0,6 %	0,0 %	0,0 %	11,6 %	4,0 %	2,6 %	12,4 %	4,4 %	2,8 %
Gjennomsnitt	5,8 %	2,4 %	1,3 %	27,9 %	9,6 %	5,7 %	28,9 %	10,0 %	5,8 %

Tabell 5.5 viser differansen mellom RGAA for original HIRLAM data og RGAA etter dei ulike korrigeringane for alle regionar med nedbørsverdiar akkumulert over eit, tre og tretti døgn. Negative verdiar tyder at RGAA i utgangspunktet er lågare enn etter korrigering.

Prosentvis Betring i RGAA									
Korreksjon tid – døgn	Middel 1kluster			Middel fordeling 1kluster			Middel fordeling 4kluster		
	1	3	30	1	3	30	1	3	30
Region									
Inntrøndelag	0,9 %	1,3 %	2,3 %	20,4 %	25,1 %	53,8 %	21,6 %	26,8 %	55,5 %
Møre & Romsdal	10,8 %	15,0 %	22,6 %	30,0 %	37,3 %	63,4 %	30,9 %	38,7 %	65,0 %
Dovre	36,2 %	42,0 %	50,8 %	56,2 %	62,6 %	81,1 %	56,5 %	63,3 %	82,0 %
Sogn	14,3 %	20,0 %	30,7 %	28,7 %	36,8 %	63,5 %	30,0 %	38,7 %	65,6 %
Austlandet	-6,8 %	-7,4 %	-13,4 %	24,8 %	29,9 %	55,1 %	25,5 %	31,1 %	57,1 %
Sunnhordland	-7,2 %	-5,2 %	-3,9 %	11,2 %	17,7 %	47,4 %	13,1 %	20,2 %	50,2 %
Sør-Vestlandet	-24,2 %	-27,5 %	-52,0 %	-6,7 %	-5,4 %	13,3 %	-4,5 %	-2,1 %	17,4 %
Østfold	-37,6 %	-49,0 %	-114,5 %	-3,1 %	-4,5 %	8,2 %	-2,3 %	-3,3 %	9,9 %
Sørlandet	-33,8 %	-40,8 %	-75,9 %	1,5 %	3,3 %	20,0 %	2,2 %	4,5 %	21,9 %
Varanger	9,3 %	12,4 %	23,2 %	22,9 %	27,5 %	55,0 %	23,7 %	28,5 %	56,2 %
Hålogaland	10,5 %	14,3 %	21,5 %	27,9 %	34,3 %	60,6 %	28,8 %	35,8 %	62,3 %
Finnmarksvidda	14,8 %	18,1 %	25,7 %	38,7 %	43,9 %	67,9 %	39,3 %	44,8 %	69,0 %
Trøndelag	-0,8 %	0,1 %	-0,6 %	14,7 %	19,5 %	44,4 %	15,6 %	21,2 %	46,8 %
Gjennomsnitt	-1,0 %	-0,5 %	-6,4 %	20,6 %	25,2 %	48,7 %	21,6 %	26,8 %	50,7 %

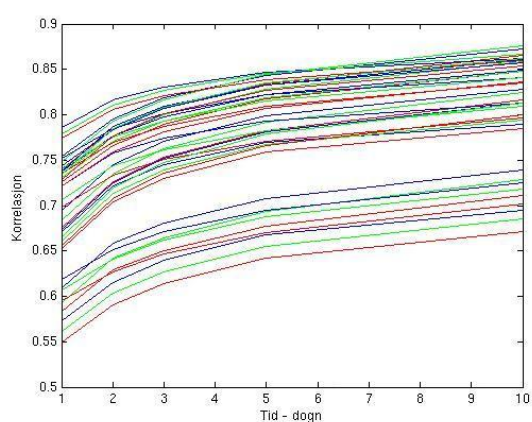
Tabell 5.6 viser relativ gjennomsnittleg absolutt avvik i korrigert data i forhold til relativ gjennomsnittleg absolutt feil i originaldata frå HIRLAM – med andre ord den prosentvise betringa ved ulike korreksjonar samanlikna med ukorrigert utgangsdata frå HIRLAM.

Tabell 5.5 viser differansen mellom RGAA i ukorrigert og korrigert modelldata. Her viser det tydeleg at effekten av korreksjonen reduserast når ein akkumulerar nedbøren over lenger tid. Tabell 5.6 viser den prosentvise betringa i RGAA. Her ser ein at sjølv om endringa vert mindre av korreksjon av nedbøren akkumulert over ein lenger periode er det framleis med på å betre resultatet.

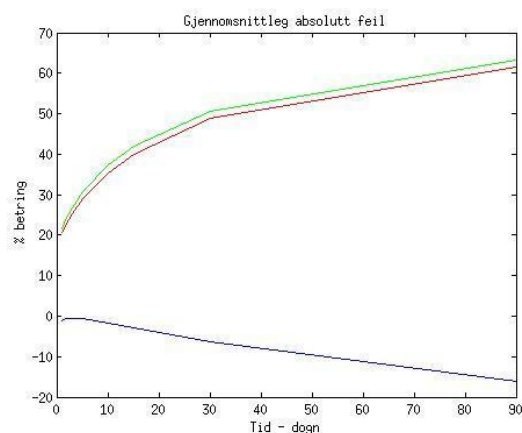
Sørvestlandet og Østfold er dei to regionane der ingen av korreksjonane gjev betre resultat enn ukorrigert modelldata for døggnedbøren. Med korreksjon av frekvens og intensitet er differansen mellom RGAA for original og fordelingskorrigert modelldata med eit eller fire kluster på to prosent eller mindre. Akkumulerar ein nedbøren over ein tidsperiode på 30 døgn er fordelingskorrigerer positivt for alle regionar.

Dei to korreksjonane som bygger på fordelinga til observasjonane, har til no gjeve betring for eit fleirtal av regionane. Dette er ikkje tilfelle når ein ser på korrelasjonen mellom korrigert modelldata og observasjonar. Samanlinka med original HIRLAM10 data er det inga korrigerer som gjev endringar større enn to hundredelar for døggnedbør i nokon av regionane. Ser ein dette i samanheng med betringane i RGAA, bias av frekvens og intensitet kan det tyde på at korreksjonane klarar å korrigere variasjon i nedbørsmengd, men ikkje i tid.

Dersom ein studerar korrelasjonen som funksjon av akkumuleringstid er det også her ei betring. Figur 5.4 viser korrelasjon som funksjon av akkumuleringstid med dei tre korrigererane for alle regionar. Figuren viser at ein treng ikkje akkumulere nedbøren over ein særleg lang tidsperiode for å oppnå auka korrelasjon, allereie etter tre dagar er betringa stor. Dette kan nok sjåast i samanheng med storleiken på lågtrykka som pregar vêrbilete over Noreg.



Figur 5.4 viser korrelasjon som funksjon av akkumuleringstid for dei tre korreksjonane i alle regionar. Blå er middel 1kluster korrigerer, raud er middel fordeling 1kluster og grøn er middel fordeling 4kluster korreksjonen.



Figur 5.5 viser prosentvis betring for dei ulike korrigererane som funksjon av akkumuleringstid. Blå er middel 1kluster korrigerer, raud er middel fordeling 1kluster og grøn er middel fordeling 4kluster korreksjonen.

Figur 5.5 viser prosentvis betring i RGAA før og etter korrigerer med dei ulike korreksjonane. Verdiane viser landsgjennomsnittet for dei ulike korreksjonane med ulike akkumuleringstid. Dersom det ikkje vert utført fordelingskorrigerer har korreksjonen eit dårlegare utfall enn originaldata når ein ser på gjennomsnittet av alle regionar over ein lenger tidsperiode. Ser tydeleg at det er fordeling korreksjon som gjev størst betring og at avviket reduserast dess lenger tidsperiode

ein akkumulerar nedbøren over. Tas det omsyn til ulike vêrtypar i tillegg til fordelingskorrigeringa vert det om lag 1.5% betring uavhengig av akkumuleringstida samanlikna med tilsvarande korrigering og eit kluster.

Sjølv om landsgjennomsnittet vert dårlegare ved å korrigere for middelnedbør vil denne korreksjonen vere nyttig for å betre varslet for nokre av regionane. Eksempelvis vil Dovre/Nord-Østerdalen ha god nytte av denne enkle korreksjonsfaktoren, jamfør Tabell 5.5 og Tabell 5.6.

Tabell 5.4 viser ei samanlikning av original HIRLAM data og resultat av middel fordeling 4kluster korreksjonen. Det er tydeleg at det er fordelingskorrigeringa som er den mest nyttig for korrigering av estimert nedbør i observasjonspunkta og dermed viser Tabell 5.4 det beste oppnådde resultatet for korrigering av modelldata i observasjonspunkt.

Det er inga tvil om at det er for døggnedbøren det er størst nytte av korrigeringa for alle parameterane. Orsaka til dette er som tidlegare nemnt ikkje at rutinen ikkje er like god for nedbør akkumulert over lengre periodar, men at modelldata i utgangspunktet samsvarar bra med observasjonane. Ei oppsummering av korreksjonen er at korrigeringa klarar å korrigere nedbørsfrekvensen i alle regionar, og bidreg til betring nedbørsintensitet. Dette resulterer i redusert RGAA for 11 av 13 regionar.

### 5.3.2 Testperioden 1991-2001

#### Ein uavhengig periode

Er det samsvar mellom avvika i testperioden og normalperioden viser resultatene i forgje kapittel at det vil vere nyttig med korrigerer mot fordelinga til observasjonane. Vidare i dette kapitlet er korreksjonsfaktorane frå normalperioden nytta i korrigerer av modelldata frå HIRLAM i ein testperiode der observasjonane ikkje vert nytta til å korrigerer fordelingskurva til modellen.

Bakgrunnen for korrigerer av ein testperiode er å utnytte kunnskap om nedbørsfordelinge i observasjonspunkta på eit tidlegare tidspunkt. Dersom det ikkje er store endringar i nedbørsfordelinge kan ein anta at systematiske feil i normalperioden vil vere gjeldande også i testperioden. I dette kapitlet korrigerast testperioden ved å tilpasse HIRLAM10 data for testperioden fordelinga til HIRLAM10 data i normalperioden.

Testperioden strekk seg frå januar 1991 og ut desember 2001. Fordelingsparameterane frå gammafordelinge til observasjonar og modelldata frå normalperioden,  $\alpha$  og  $\beta$ , vert nytta for korrigerer av intensitet i testperioden. Grenseverdien som nyttast for korrigerer av frekvensen er også frå normalperioden. Alle variablane er henta frå korreksjonen med størst betring i normalperioden, middel bias 4kluster. Data frå testperioden vert tilpassa modelldata frå normalperioden, med parameterar som tar omsyn til observasjonsstasjon, vêrtype og månad. For meir informasjon om metoden som er nytta for å oppnå resultatene sjå kapittel 4.4.2

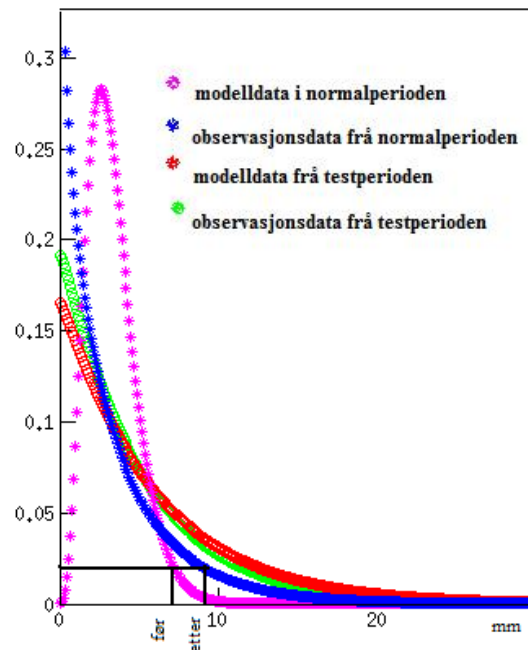
Det er nytta tilsvarande korrigerer som i normalperioden, men deler her fordelingskorrigerer inn i to delar;

**Frekvenskorrigerer** – her det korrigerer for frekvens men ikkje for intensitet. Dette vil seie at i korrigerer vert nedbørsdagar med verdiane lågare enn grenseverdien satt til null, elles er verdiane uendra.

**Fordelingskorrigerer** – korrigerer for frekvens og intensitet slik som i kapittel 4.2.1. I tillegg til frekvenskorrigerer vert nedbørsmengda korrigerer på grunnlag av gammafordelinge til nedbørsobservasjonar og modelldata frå 1961-1990.

Figur 5.6 viser eksempel på fordelingsparameterane til modell- og observasjonsdata frå dei to tidsperiodane. Ingen av verdiane er korrigerer, og parameterane er gjeldande for kluster nummer 1, januar månad og eit observasjonspunkt på Dovrefjell. I korrigerer av testperioden er all data frå testperioden sett på som ukjent for å vurdere nytta av kjennskap til eldre observasjonar for å betre modelldata, men i figuren er desse med for å illustrere. Av fordelinge ser ein at i normalperioden observerast det fleire store nedbørsmengder enn modellen varsler. Nyttast den ukorrigerer fordelinge til modelldata frå

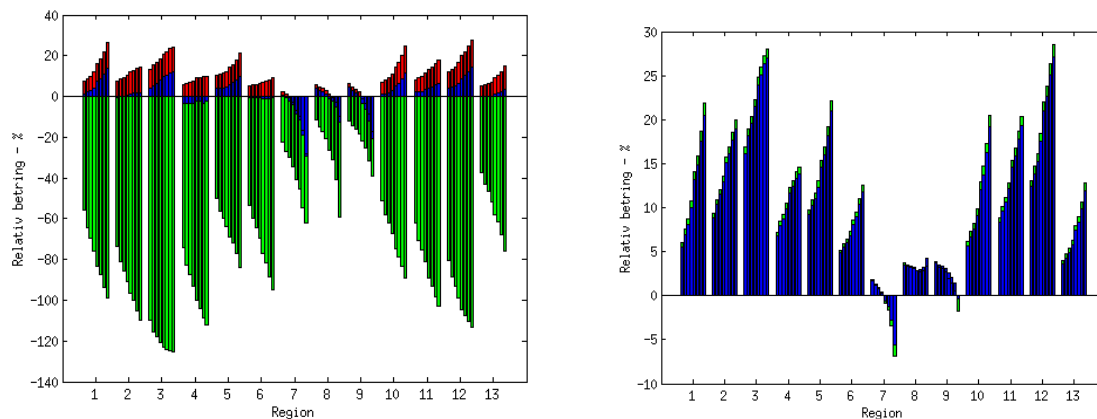
normalperioden vil korreksjonen oppjustere alle nedbørmengdene. Ser ein på Figur 5.6 er det indikert ein korreksjon. Modellen varslar langt færre tilfeller av ein nedbørmengd på kring 7 mm enn de observasjonane viser. Ved å korrigere intensiteten mot tilsvarende frekvens i observasjonane endar ein med ei nedbørmengd på om lag 9 mm. For noko større nedbørmengder er fordelingskurva til modelldata i normalperioden flatare, og oppjusteringa vert enda kraftigare. Samanliknar ein med data frå testperioden, som i utgangspunktet er ukjent, ser ein at fordelinga til modelldata i normalperioden skil seg frå resten av kurvene.



Figur 5.6 viser nedbørsfordelinga for modelldata og observasjonsdata i normal- og testperioden.

Problemet med overestimeringa vert unngått ved å tilpasse fordelinga til modelldata fordelinga til observasjonane før det vert korrigert for testperioden. Den korrigerte fordelingskurva til modelldata frå normalperioden vil då i stor grad vere lik den blå fordelingskurva på Figur 5.6.

Dette problemet kan også sjåast på Figur 5.7 som viser prosentvis relativ betring for dei tretten regionane. Figuren til venstre viser resultatet med original fordeling til modelldata og til høgre korrigert modelldatafordeling. Ein kan tydeleg sjå at det er dei store nedbørsverdiane som er orsaka til den kraftige overestimeringa i korreksjonen som nyttar den ukorrigerde fordelinga til modelldata frå normalperioden. Dette er ikkje tilfelle dersom ein korrigerar modelldata før ein hentar ut fordelingsparameterane. Her oppnår ein best resultat ved å ta med all tilgjengeleg data.



Figur 5.7 viser prosentvis betring i RGAA mellom korrigert og original data for testperioden. Til høgre er det nytta original modellfordeling frå normalperioden, til vestre korrigert fordeling. Grøn viser korrigering av all data, blå korrigerar kunn data som er lågare enn 90 prosentilen og den raude verdiar lågare enn 60-prosentilen, kunn på plottet til med original modellfordeling.

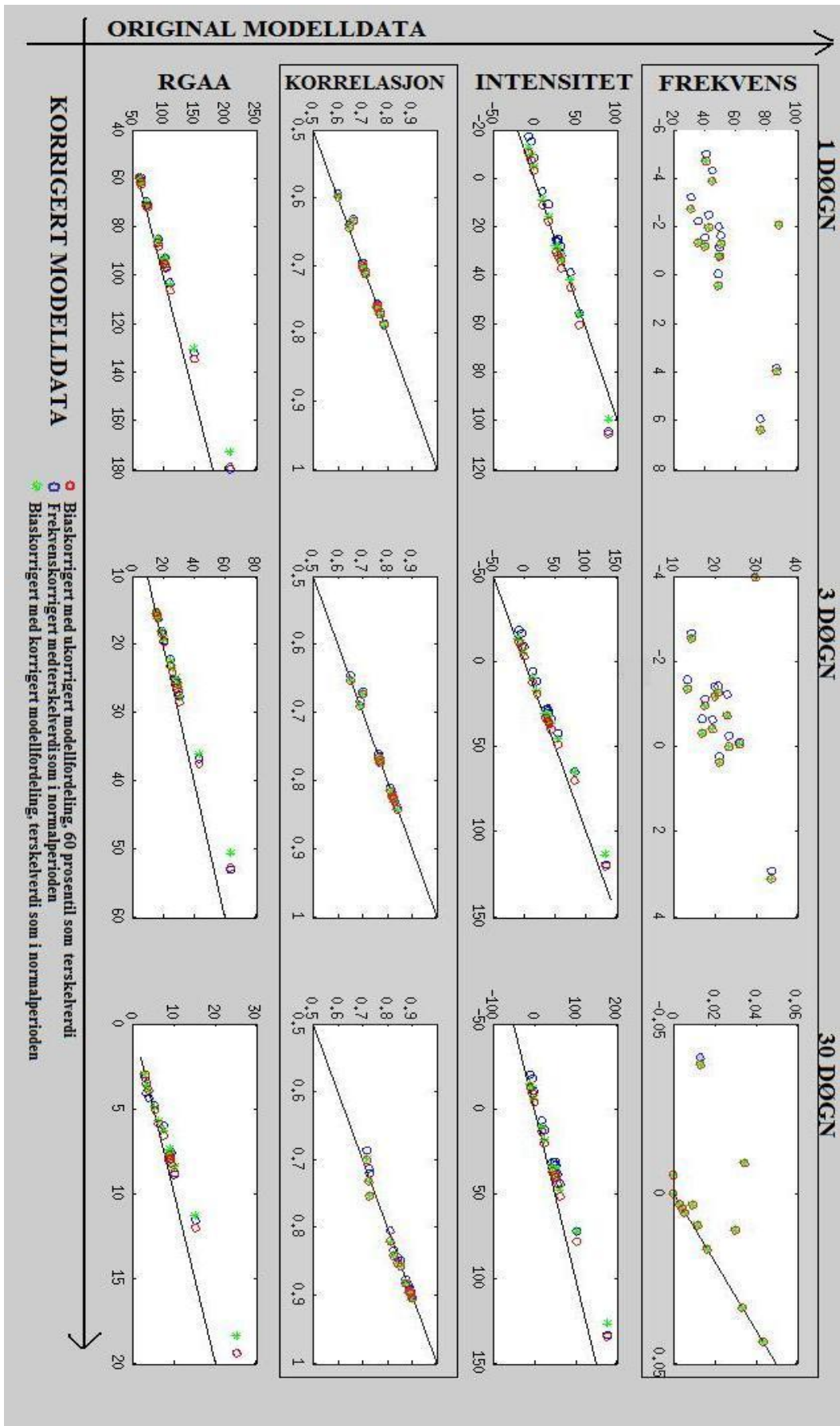
På bakgrunn av dette er det vidare sett på resultatet av fordelingskorreksjon av testperioden med 60 prosentilen som grenseverdi med ukorrigert fordelingsparameterar. Med andre ord korrigerast verdiar som er lågare enn grenseverdien medan større verdiar er ukorrigererte. I korreksjonen som nyttar korrigererte fordelingsparameterar vert all data korrigert.

Figur 5.8 viser resultatet av korrigeringane i testperioden. Frekvenskorrigering med terskelverdi frå normalperioden og to fordelingskorreksjonar, ein med original fordelingsparameterar og ein med korrigert fordelingsparameterar. Figur 5.8 er oppbygd på same vis som Figur 5.2 med ulike statistiske parameterar i kvar rekke og ulike akkumuleringsperiodar i dei tre kolonnane. Alle verdiar i Figur 5.8 viser regiongjennomsnittet av det årlege snittet, men korrigeringane er utført individuelt for alle månadar og stasjonar for dei fire vertypane.

Resultatet viser at korreksjon på grunnlag av observasjonane i normalperioden har positiv effekt også på talet på nedbørsdøgn i testperioden. Alle korreksjonane gjev eit tilnærma likt resultat, og bidreg til reduksjon i tendensen modellen har til å overestimere talet på nedbørsdagar. Gjennomsnittleg bias av frekvens over alle regionane for døggnedbør er på 53% for ukorrigert modelldata, altså ein klar trend for overestimering. Etter korrigering er det kunn eit mindre tal regionar som framleis overestimerar tal på nedbørsdagar. Ved nedbør akkumulert over eit døgn er Austlandet (6%), Finnmarksvidda (4%) og Østfold (0,5%) regionane med positive verdiar. Resten av regionane underestimerar talet på nedbørsdagar. Varanger (-5%) og Møre og Romsdal (-4%) er områda med flest bomvarsel om tørre dagar etter korrigering.

Ettersom alle observasjonar vert målt med ein tidels nøyaktigheit, kan ikkje variasjonane i bias frekvens av nedbør akkumulert over 30 dagar tolkast meir inngående enn at dette resultatet er tilnærma perfekt.

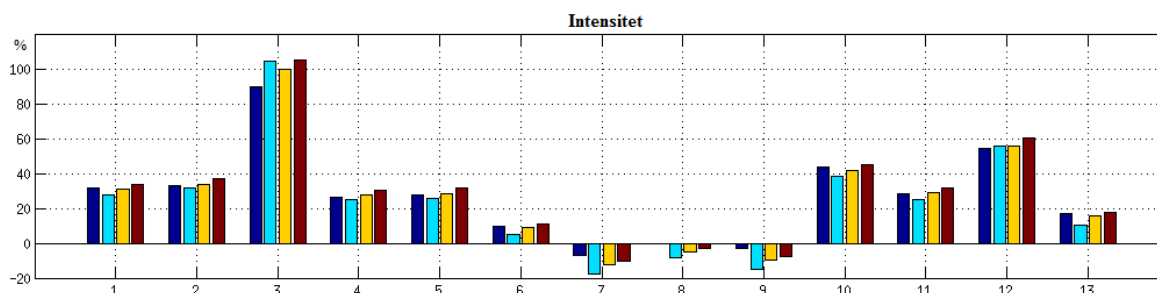




Figur 5.8 viser resultatet av dei ulike korreksjonsfaktorane i testperioden.



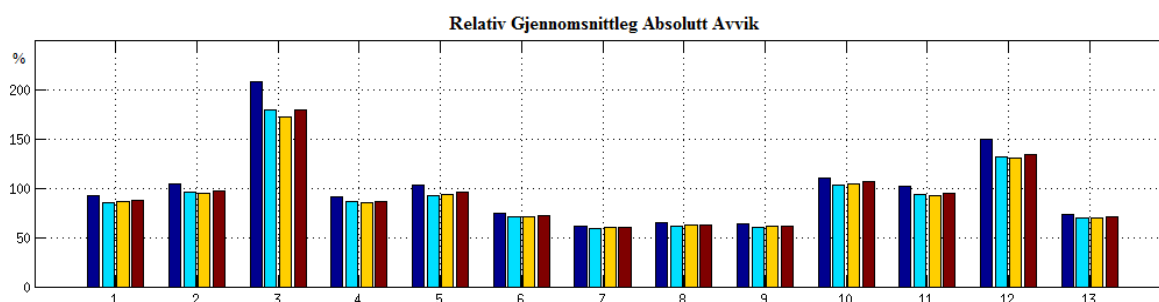
Bias av intensiteten ligg dei aller fleste utfalla tett ved linja som viser at korreksjonen er lik originalen. Ikkje alle korreksjonar klarar å gje eit betre resultat enn modellen gav i utgangspunktet, og i tilfella med betring er endringane små. Dette viser tydelegare på Figur 5.9 som viser bias av intensitet for alle regionar og korreksjonar. I region nummer sju, åtte og ni, som er områda Sør-Vestlandet, Østfold og Sørlandet, underestimerar modellen i utgangspunktet, og ved korreksjon vert denne underestimeringa forsterka. I regionane der korreksjon gjev betring er det korrigering med fordelinga til ukorrigert modelldata frå normalperioden som har best resultat.



Figur 5.9 viser bias intensiteten for dei tretten regionane ved korrigering av testperioden. Blå er original data, turkis viser fordelingskorrigering med ukorrigert fordeling av HIRLAM10 i normalperioden, gul er fordelingskorrigering med korrigert modellfordeling i normalperioden, og den raude viser resultatet etter frekvenskorreksjon.

I normalperioden gav ikkje korreksjonane store endringar i korrelasjonen mellom observert og varsla nedbør. I testperioden er variasjonane noko større, men det er ingen av korreksjonane som har eit betre resultat enn modellen har i utgangspunktet.

Den nedste rekka Figur 5.8 i viser gjennomsnittleg absolutt avvik i forhold til gjennomsnittleg observert nedbør. Fordelinga i dei tre forskjellige tidsperiodane er ganske like, men med ulik skala. Dess lenger periode ein akkumulerar nedbøren over, dess mindre vert avviket. Det er særskild i to regionar at feilen reduserast. Av Figur 5.10 ser ein at dette er region tre og tolv, Dovre/Nord-Østerdalen og Finnmarksvidda. Dette er dei to regionane med størst feil i utgangspunktet, og dermed også størst moglegheit for betring. For dei resterande områda er gevinsten av korreksjonen liten for RGAA.



Figur 5.10 viser RGAA for dei tretten regionane for dei ulike korreksjonane i testperioden. Blå er original data, turkis viser fordelingskorrigering med ukorrigert fordeling av HIRLAM10 i normalperioden, gul er fordelingskorrigering med korrigert modellfordeling i normalperioden, og den raude viser resultatet etter frekvenskorreksjon.

Betring i relativ absolutt gjennomsnittleg feil									
Korreksjon	Frekvenskorrigering			Fordelingskorrigering Ukorrigert modellpar.			Fordelingskorrigering korrigert modellpar.		
	1	3	30	1	3	30	1	3	30
Akkumulert tid – døgn	1	3	30	1	3	30	1	3	30
<b>Region</b>									
Inntrøndelag	4,2 %	6,4 %	14,3 %	7,3 %	10,0 %	22,0 %	6,0 %	8,7 %	18,7 %
Møre og Romsdal	7,1 %	9,4 %	14,8 %	7,6 %	9,4 %	13,8 %	9,3 %	12,1 %	18,5 %
Dovre/Nord-Østerdalen	13,9 %	17,0 %	23,2 %	13,5 %	16,6 %	23,4 %	16,9 %	20,4 %	27,2 %
Sogn	5,3 %	7,0 %	10,9 %	5,7 %	6,8 %	9,6 %	7,2 %	9,3 %	14,1 %
Austlandet	7,5 %	9,0 %	15,2 %	10,1 %	11,3 %	18,0 %	9,7 %	11,7 %	19,2 %
Sunnhordland	3,9 %	4,9 %	8,5 %	5,3 %	5,8 %	8,1 %	5,2 %	6,4 %	11,0 %
Sør-Vestlandet	1,7 %	1,2 %	-1,3 %	2,6 %	-0,4 %	-16,7 %	1,8 %	0,9 %	-3,5 %
Østfold	3,1 %	2,8 %	3,0 %	5,6 %	3,8 %	-2,9 %	3,7 %	3,3 %	2,8 %
Sørlandet	3,4 %	3,1 %	2,0 %	6,3 %	3,7 %	-8,7 %	3,7 %	3,0 %	0,5 %
Varanger	4,2 %	5,8 %	13,2 %	7,1 %	9,0 %	20,2 %	6,2 %	8,3 %	17,3 %
Hålogaland	6,8 %	8,7 %	15,0 %	8,3 %	9,9 %	16,2 %	8,8 %	11,2 %	18,7 %
Finnmarksvidda	10,4 %	12,9 %	21,7 %	12,1 %	14,6 %	24,6 %	13,1 %	16,1 %	26,3 %
Trøndelag/Helgeland	2,6 %	3,7 %	7,7 %	5,0 %	6,1 %	12,2 %	4,0 %	5,3 %	10,7 %
<b>Gjennomsnitt</b>	<b>5,7 %</b>	<b>7,1 %</b>	<b>11,4 %</b>	<b>7,4 %</b>	<b>8,2 %</b>	<b>10,8 %</b>	<b>7,3 %</b>	<b>9,0 %</b>	<b>14,0 %</b>

Tabell 5.7 viser forholdet mellom relativ gjennomsnittleg absolutt feil med og utan korreksjon – med andre ord den prosentvise betringa ved ulike korreksjonar samanlikna med originaldata frå modellen i tidsperioden 1991-2001. Det beste resultatet står med utheva skrift.

Etter som RGAA reduserast også i original HIRLAM data når nedbøren akkumulerast over ein lenger periode er det viktig å huske på at sjølv om prosentvis betring i RGAA aukar, vert endringa mindre.

Av Tabell 5.7 ser ein at frekvenskorreksjon utgjer ein vesentleg del av korreksjonen. Korrigert det i tillegg for intensitet vert resultatet enda litt betre. Det er innlandsområda Finnmarksvidda og Dovre/Nord-Østerdalen er regionane som har størst gevinst av å korrigere intensiteten, men også her er det korrigering av frekvens som gjev størst betring.

### Korrigering av all modelldata

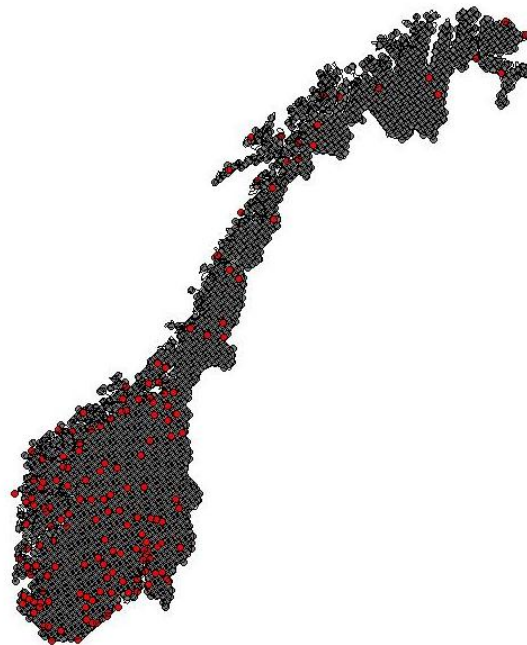
Modelldata frå HIRLAM er tilgjengeleg i eit gitter med  $10 \times 10 \text{ km}^2$  oppløysing, og observasjonane er spreidd rundt i dette rutenettet med varierende tettleik. Har tidlegare sett positiv effekt av korrigering for modelldata frå normalperioden i observasjonspunkta og ønskjer no å utvide korreksjonen til å gjelde i punkt utan observasjonsdata og ser på resultatet etter korrigering i alle gitterpunkt.

## 5.4 Korreksjon i alle gitterpunkt

I denne seksjonen er det sett på moglegheit for korrigering i punkt der det ikkje er tilgjengelege observasjonar.

Tidlegare er der nytta data frå 517 ulike observasjonspunkt i korrigeringa. For korrigering av gitterpunkt er det av praktiske orsakar kunn dei stasjonane som har kontinuerlege observasjonsseriar frå heile normalperioden som er med, dermed er talet redusert til 329 observasjonspunkt. For at det skal vere mogeleg å kontrollere effekten av korrigeringa er det kunn eine halvpart av observasjonsstadane som vert nytta til korrigering og andre halvpart til evaluering.

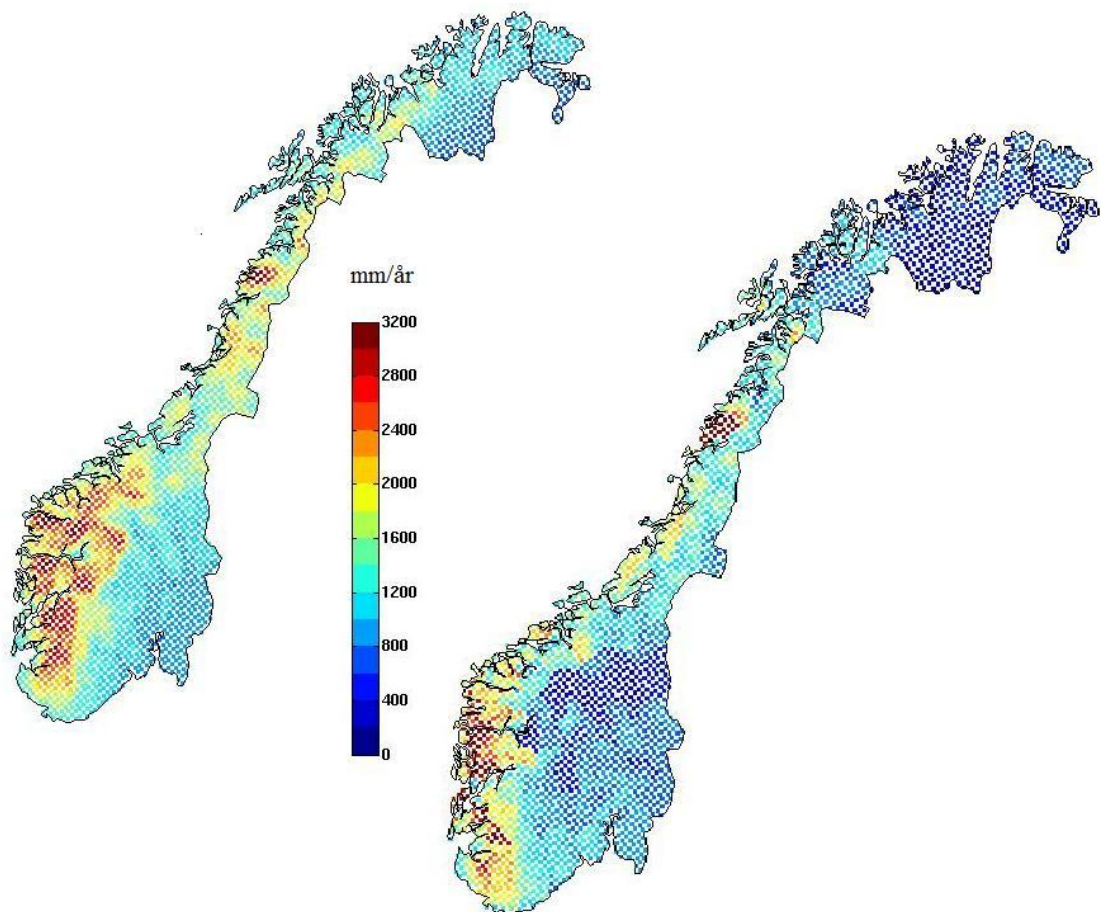
Tidlegare er det sett på nedbøren akkumulert over lengre tidsperiodar. Resultatet viser at korrigeringa gjev betra resultat, men ettersom HIRLAM10 i utgangspunktet stemmer godt overeins med observasjonane er det heller lita nytte av korrigeringa for lenger akkumulasjonstider. På bakgrunn av dette er det for korrigering i gitterpunkta kunn sett på korrigeringsresultatet for døgnverdiar.



Figur 5.11 viser den geografiske fordelinga til observasjonspunkt som er ein del av korrigeringane.

### 5.4.1 Nabokorrigerering

Nabokorrigerering er ein av to metodar som er i nytta i denne oppgåva for å korrigere modelldata i gitterpunkta. Ved å nytte tilgjengelege observasjonsseriar korrigerar nabokorreksjonen gitterpunktverdiar i modellen mot observasjonsdata i området. I kapittel 4.3.1 er framgangsmåten skildra.



Figur 5.12 viser original HIRLAM data til høgre og nabokorrigert HIRLAM data til venstre, for gjennomsnittleg årleg nedbør i normalperioden.

Figur 5.12 viser skilnaden mellom årleg gjennomsnittleg nedbør for normalperioden før og etter nabokorrigerering. Ein ser at effekten av korrigeringa er nedjustering av nedbørsmengda i nesten heile landet. Det er nokre unntak, mellom anna er det på Sørvestlandet og i ytre Sogn ei auke i gjennomsnittleg årleg nedbørsmengd etter korrigerering. Området med dei store nedbørsmengdene på Vestlandet er redusert vesentleg i utstrekning i austleg og nordleg retning, og det er generelt større variasjonar på vestsida av fjellet. Også på austsida er det store områder med reduserte

nedbørsmengder, då særleg i nordlege områder. Endringane på Finnmarksvidda, i Varanger og nordlige delar av Hålogaland viser same tendens som i nordaustlege delar av Austlandet. Frå Møre og Romsdal og nordover til Hålogaland er det også reduksjon i nedbørsmengdene, men her beheld korrigeringa variasjonane i større grad enn i innlandsområda i fyrstnemnte områder. Sjølv om nedbørsmengdene i områda rundt vert nedjustert viser korreksjonen framleis store nedbørsmengder nordvest av Saltfjellet.

Ved å berre bruke halvparten av tilgjengelege observasjonsdata er det 164 tidseriar frå observasjonspunkt som ikkje er nytta i korrigeringa. Dermed kan resultatet frå korrigeringa evaluerast i punkt som ikkje er representerte med observasjonsdata i korrigeringa.

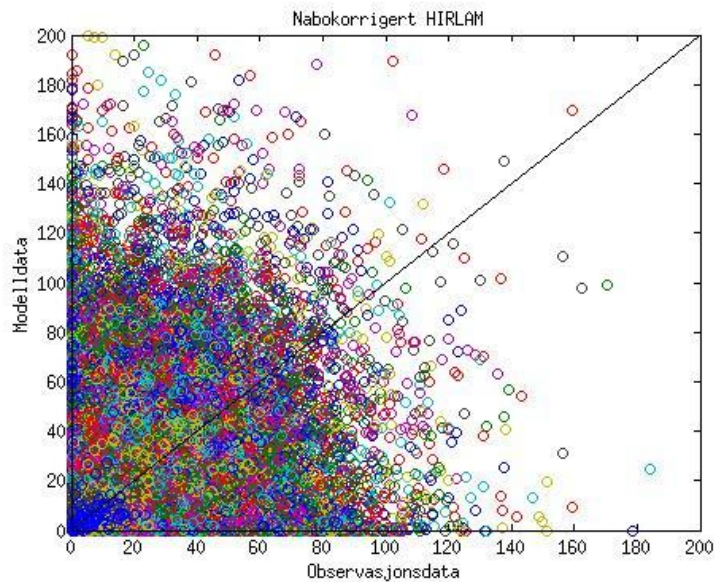
Avvik i årleg gjennomsnittsnedbør				
	HIRLAM10		Nabokorrigert	
	GA [mm/år]	RGA	GA [mm/år]	RGA
1 Inntrøndelag	417,46	45,61 %	94,41	10,32 %
2 Møre & Romsdal	415,45	28,10 %	208,41	14,10 %
3 Dovre	843,60	155,44 %	-1,61	-0,30 %
4 Sogn	276,32	13,84 %	65,47	3,28 %
5 Austlandet	317,68	40,21 %	16,21	2,05 %
6 Sunnhordland	178,19	9,80 %	185,61	10,21 %
7 Sørvestlandet	-93,14	-5,74 %	42,92	2,64 %
8 Østfold	38,56	4,82 %	63,22	7,90 %
9 Sørlandet	-11,51	-0,99 %	-87,14	-7,52 %
10 Varanger	462,47	93,29 %	109,29	22,05 %
11 Hålogaland	315,61	32,03 %	58,84	5,97 %
12 Finnmarksvidda	391,18	90,68 %	19,96	4,63 %
13 Trøndelag	373,85	30,83 %	119,74	9,88 %

Tabell 5.8 viser gjennomsnittleg avvik mellom HIRLAM10 og observasjonar i dei 165 stasjonspunkta som ikkje var ein del av korrigeringa, og tilsvarende for nabokorrigert HIRLAM data.

Tabell 5.8 viser resultatet i avviket mellom estimert og observert gjennomsnittleg årsnedbør før og etter nabokorrigering for dei 164 stasjonspunkta som ikkje er ein del av nabokorreksjonen. Ser av tabellen at korrigeringa gjev betring i ti av tretten regionar. For stasjonspunkta i Sunnhordland, Østfold og på Sørlandet fører nabokorrigering til auke i avviket. Dette er ikkje dei områda der HIRLAM har størst betringspotensiale i utgangspunktet, og korrigeringa tilfører ikkje store avvik.

Korreksjonen gjev absolutt best effekt for Dovre/Nord-Østerdalen regionen. I utgangspunktet overestimerar modellen kraftig og det er det eit avvik med observasjonane på 155,4% av gjennomsnittleg årsnedbør, etter nabokorrigering er denne redusert til 0,3% underestimering. I utgangspunktet er det kunn fire regionar som avviker med mindre enn ti prosent av gjennomsnittleg nedbør i regionen, etter korrigering er auka til ni av tretten.

Figur 5.13 viser eit spreingsdiagram mellom observasjonsdata og nabokorrigert modelldata for stasjonane som ikkje er med i korreksjonen. Tabell 5.9 viser at nabokorrigeringa klarar å korrigere nedbørsmengda, med den store spreinga mellom verdiane ser det ut til at nabokorrigering ikkje klarar å auke samsvaret mellom observasjonar og modelldata for tid. Korrelasjonen mellom observert og estimert data er 0,72. Dette er ei svært lita betring frå utgangspunktet som har ein korrelasjon på 0.70.



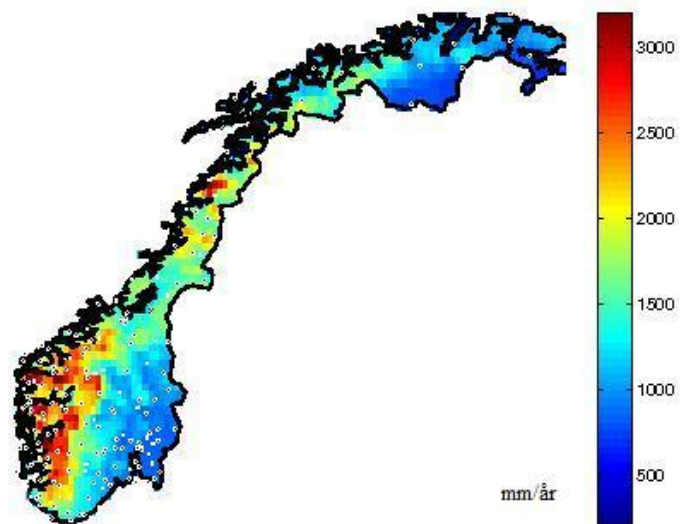
Figur 5.13 viser observert verdi plotta mot nabokorrigert modelldata for alle stasjonar og alle regionar.

### Praktisk optimal interpolasjon

Interpolasjonen som er nytta for å oppnå resultata i dette delkapittelet kan strengt tatt ikkje gå under namnet optimal interpolasjon. Dersom interpoleringa skal vere optimal trengst det kjennskap til bakgrunnsdata i alle observasjons- og gitterpunkt, samt observasjonar i alle gitterpunkt. Ettersom det er gjort føresetnadar for å bøte på dette problemet, er det eit praktisk utgåve av interpolasjonsteknikken som er nytta i komande resultat. Sjå kapittel 4.3.2 for informasjon om føresetnadane.

## 5.4.2 Optimal Interpolasjon .

Utgangspunktet før optimal interpolasjons korrigeringa (OI-korrigering) er den same som i nabokorreksjonen i kapittel 5.4.1, modelldata frå HIRLAM med  $10 \times 10 \text{ km}^2$  gitteroppløysing. Figur 5.14 viser gjennomsnittleg årleg nedbørsmengd frå HIRLAM, og observasjonspunkta som vert nytta i korrigeringa er markert med kvite punkt på kartet. Til forskjell frå nabokorreksjonen krev denne interpolasjonsteknikken eit bakgrunnsdatasett som utgangspunkt for korrigeringa i tillegg til eit nettverk av observasjonar å korrigere mot. På same vis som for nabokorrigeringa er det kunn stasjonar med kontinuerlege observasjonar som er med i korrigeringa.

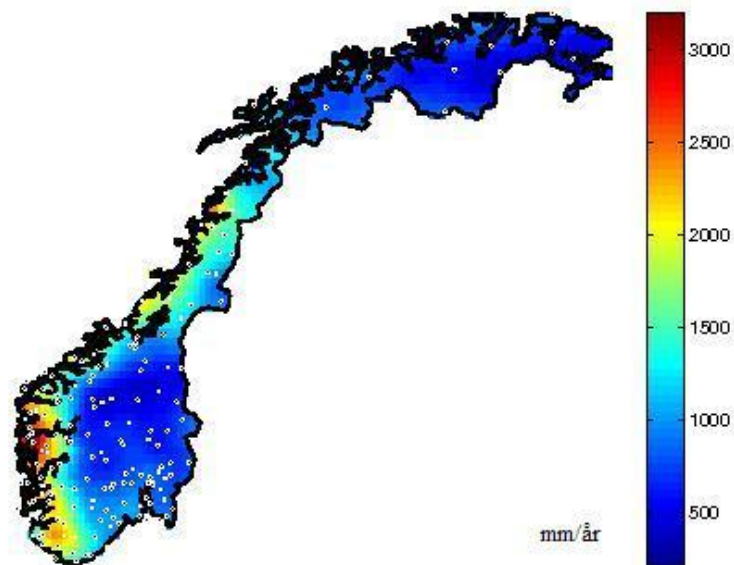


Figur 5.14 viser gjennomsnittleg årleg nedbørsmengd for normalperioden i original HIRLAM data. Dei kvite punkta indikerar observasjonspunkt som vert nytta i OI-korrigeringa.

I denne oppgåva er det testa fleire ulike utgangsdatasett. Det fyrste og enklaste valet av bakgrunnsdata er å setje nedbørsverdien i alle gitterpunkt lik landsgjennomsnittleg observert nedbør (OI-snittObs). Med andre ord er det i bakgrunnsdatasettet satt ein døggnedbør på 3.4 mm for alle gitterpunkt i heile tidsserien. Figur 5.15 viser resultatet etter optimal interpolering med dette som utgangspunkt. Samanlinka med Figur 5.14 er det ein klar reduksjon i nedbørsmengda store delar av landet. I Møre og Romsdal, nordlege delar av Austlandet, nordover grensetraktene i Trøndelag/Helgeland, Hålogland, Finnmarksvidda og Varanger



vert nedbørsmengdene nedjustert og lokale variasjonar utglatta. Korrigeringa reduserar også dei stor nedbørsmengdene i området nordvest av Saltfjellet og på Vestlandet er det kunn i lite område i ytre Sogn at det også etter korrigering estimerast årlege nedbørsmengder kring 3 000 mm.



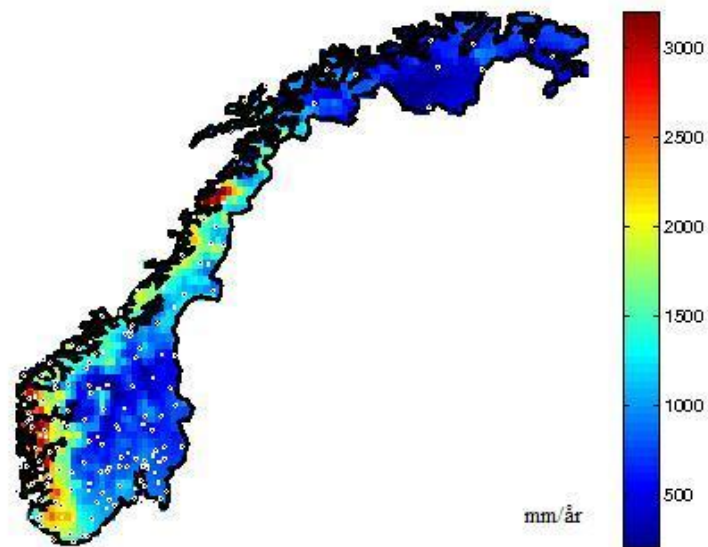
**Figur 5.15 viser gjennomsnittleg årleg nedbørsmengd for normalperioden etter OI-korrigering med ein felles gjennomsnitt verdi i heile tidsserien i alle observasjonspunkt, OI-snittObs.**

Samanliknast resultatet frå korrigeringa i observasjonspunkta som ikkje er ein del av korreksjonen og observasjonane som er gjort i desse punkta er det ein korrelasjon på 0,89 mellom tidsseriane for gjennomsnittleg årleg nedbør. Til samanlikning er det mellom dei same stasjonane og original HIRLAM data ein korrelasjon på 0,70.

Det andre bakgrunnsdatasettet som er nytta inneheld eit meir detaljert fyrste gjett. Figur 5.16 viser resultatet av OI-korrigering med det originale HIRLAM10 estimatet som korreksjonsgrunnlag (OI-Hirlam). At utgangspunktet inneheld større variasjonar gjev utslag i resultatet. Med dette bakgrunnsdatasettet vert områda med store nedbørsmengder på Vestlandet og i nordlege Hålogaland bevart i langt større grad enn med OI-snittObs, men det er ein tydeleg reduksjon i utstrekkinga av nedbørsfeltet med dei største nedbørsmengdene på Vestlandet samanlikna med original HIRLAM10.

Det er ein tydeleg reduksjon i gjennomsnittleg årsnedbør i store områder i forhold til utgangspunktet. På Austlandet, i Møre og Romsdal og nord for Hålogaland er nedbørsmengda tydeleg mindre og særleg i Nord-Noreg er svært få lokale variasjonar.



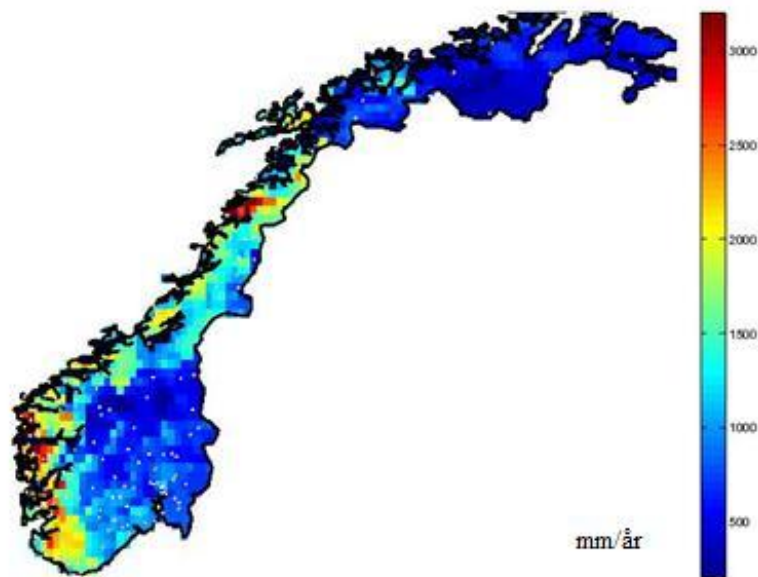


Figur 5.16 viser gjennomsnittleg årsnedbør for normalperioden etter OI-korrigering med ukorrigert modelldata frå HIRLAM som bakgrunnsdata, OI-Hirlam.

Til tross for eit meir detaljert utgangspunkt er korrelasjonen mellom observasjonane i dei uavhengige korreksjonspunkta før og etter OI-Hirlam korrigering 0,87, med andre ord eit lite hakk dårlegare enn med OI-snittObs, men ei betring samanlikna med HIRLAM10.

Figur 5.17 viser OI-korrigering med resultatet av nabokorrigeringa som bakgrunnsdata (OI-Nabo). Her er det enda større variasjonar enn i tidlegare OI-korreksjonar. Særleg på Vestlandet, der resultata til no har gitt jamt store nedbørsmengder, viser denne korrigeringa eit meir variert nedbørsmønster. Korrelasjonen i alle observasjonspunkt aukar frå 0,70 i utgangspunktet til 0,84 med OI-Nabo korrigeringa.

I Tabell 5.9 vises korrelasjon og relativt gjennomsnittleg avvik mellom modellert og observert nedbør i stasjonspunkta som ikkje er ein del av korrigeringa. Den optimale interpolasjonsrutina aukar korrelasjonen mellom observert og modellert nedbør, og variasjonen mellom dei ulike OI-korrigeringane. Uavhengig av val av bakgrunnsdatasett aukar OI-korrigeringane korrelasjonen i alle regionar. I Hålogaland og Varanger er endringa på 0,09 elles er det ei auke på minst ein tidel i alle regionar.



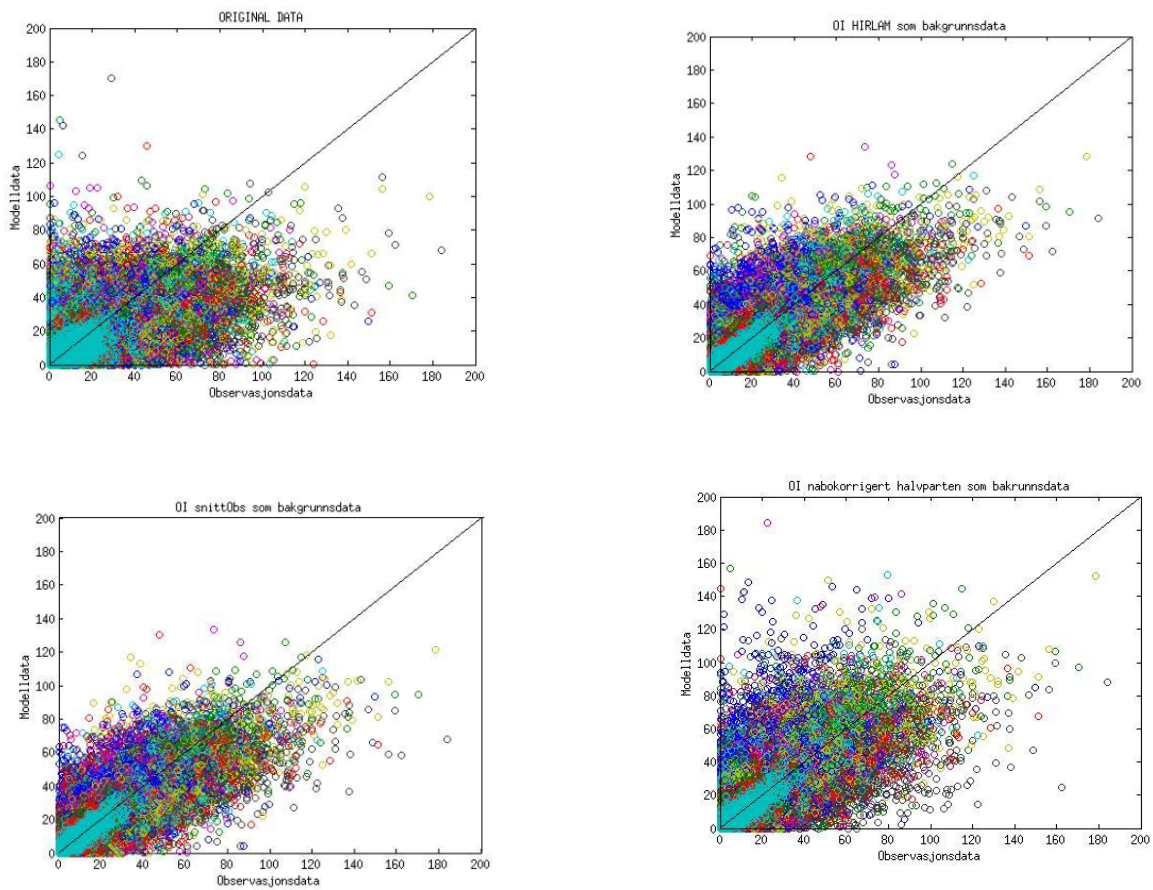
Figur 5.17 viser årleg gjennomsnittleg nedbørmengd etter OI-korrigering med nabokorrigert modelldata som bakgrunnsdata.

Region	Korrelasjon med observasjon				Årleg avvik frå observasjonar			
	original HIRLAM	OI-HIRLAM	OI-nabo	OI-snittobs	original HIRLAM	OI-HIRLAM	OI-nabo	OI-snittobs
1 Inntrøndelag	0,73	0,95	0,96	0,95	45,6 %	7,1 %	13,8 %	11,3 %
2 Møre & Romsdal	0,82	0,97	0,97	0,97	28,1 %	2,7 %	2,4 %	16,4 %
3 Dovre	0,79	0,94	0,96	0,95	155,4 %	-14,5 %	-2,4 %	-6,3 %
4 Sogn	0,86	0,99	0,99	0,99	13,8 %	-3,6 %	1,9 %	2,1 %
5 Austlandet	0,89	0,99	1,00	0,99	40,2 %	-1,4 %	-0,6 %	-0,7 %
6 Sunnhordland	0,86	0,99	0,99	0,98	9,8 %	13,0 %	12,8 %	11,2 %
7 Sørvestlandet	0,84	0,98	0,99	0,98	-5,7 %	3,7 %	6,3 %	2,9 %
8 Østfold	0,81	0,93	0,93	0,93	4,8 %	8,1 %	11,7 %	5,6 %
9 Sørlandet	0,87	0,99	0,99	0,99	-1,0 %	-3,7 %	-5,2 %	6,4 %
10 Varanger	0,66	0,75	0,74	0,72	93,3 %	44,2 %	51,5 %	19,7 %
11 Hålogaland	0,87	0,96	0,96	0,95	32,0 %	0,9 %	3,4 %	-1,8 %
12 Finnmarksvidda	0,75	0,88	0,90	0,87	90,7 %	-0,5 %	35,7 %	-1,9 %
13 Trøndelag	0,90	0,98	0,98	0,97	30,8 %	20,1 %	22,6 %	18,0 %

Tabell 5.9 viser regionsvis gjennomsnitt av korrelasjon og gjennomsnittleg avvik mellom observert og modellert nedbør med og utan OI-korrigeringar i observasjonspunkta.

Høgre del av Tabell 5.9 viser differansen mellom årleg gjennomsnittleg observert og modellert nedbør i forhold til gjennomsnittleg observert. Negative verdiar tyder at modellen gjev større nedbørmengder enn observasjonane viser, noko som er tilfelle for elleve av 13 regionar ved original HIRLAM10 data. For ti av tretten regionar er det ein reduksjon i avviket ved OI-korrigering. Regionane

lengst sør i landet, nummer sju, åtte og ni, er områda der avviket i utgangspunktet er lågast og interpoleringa gjev minst endring. OI-Nabo og OI-snittObs gjev tilnærma like snittverdiar i alle regionar til tross variasjonane mellom Figur 5.15 og Figur 5.17.



**Figur 5.18 viser forholdet mellom observerte og modellerte nedbørmengd for døggnedbør i dei 164 observasjonspunkta for alle døgn i normalperioden.**

Spreiingsplotta viser samanhengen mellom modellerte og observert nedbør i observasjonspunkta. Det er tydeleg at korrigering av gitterverdiane gjev positive resultat også i observasjonspunkta. Korrelasjonen i observasjonspunkta mellom modellert og observert gjennomsnittleg årsnedbør er 0,70 med original modelldata, 0,88 ved OI-snittObs og 0,87 ved å nytte HIRLAM. Dårlegast korrelasjon er det ved OI-Nabo som har ein korrelasjon på 0,84.

## 6. DRØFTING

### Oppsummering av resultatata

I denne oppgåva er det sett på moglegheita for å oppnå betre samsvar mellom observert og modell estimert nedbør. Vidare i dette kapitlet følgjer ei oppsummering av resultatet frå dei ulike korrigeringsane.

Mellom dei ulike regionane er det store forskjellar i observert nedbørsmengd og betringspotensialet modellen har. For Dovre/Nord-Østerdalen regionen er det i utgangspunktet ein årleg gjennomsnittleg differanse på 848 mm, noko som tilsvarar heile 166 % av gjennomsnittleg observert nedbør, mellom HIRLAM10 og observasjonane. Med dette utgangspunktet er det venta at korrigeringsane vil gje større korreksjon enn i Østfold der modellen estimerar nedbøren er svært bra. Til samanlikning er avviket i Østfold 4 mm/år eller 0,4% av observert nedbørsmengd noko som er ekstremt bra. Dovre/Nord-Østerdalen, Finnmarksvidda og Varanger er heilt klart dei tre områda med størst betringspotensiale. Oversikt over betringspotensiale i dei ulike regionane vises i kapittel 5.1.

### 6.1 Gruppering av data

Det er klassifisert fire ulike vêrtypar for perioden på grunnlag av reprodusert trykkdata frå NCEP NCAR. Resultat frå tidlegare arbeid gjev grunnlag til å sjå på dette som ein fornuftig metode for å knytte storskala sirkulasjonen til lokale variasjonar i nedbørsmønsteret, sjå kapittel 1.2. I denne oppgåva er det ikkje sett på samanhengen mellom dei ulike vêrtypane og nedbørsfordelinga. Vêrklassifiseringa er her ein del av korreksjonen og gjev moglegheit til å luke vekk systematiske feil som har samanheng med ein bestemt vêrsituasjon. Skilnaden i resultatata med eit og fire kluster i korrigeringsane er liten. For data i normalperioden gjev ikkje vêrgrupperingane nemneverdig reduksjon i bias av frekvens og intensitet, eller i korrelasjonen. For RGAA er det i gjennomsnitt ein prosent betring i alle regionar dersom det vert utført individuelle korrigeringsane for dei fire ulike storskala situasjonane framfor eit felles kluster. I innleiinga, kapittel 1.1, vises det til Nordli sitt arbeid med vêrvarslingsmodellar (Nordli, 2002). Her viser han til to feilkjelder der ei av desse er at vêrsituasjonen ikkje stemmer med varselet. Om lag ein prosent endring tyder på at ein svært liten del av avviket mellom modellert og observert nedbør kan linkast til systematiske feil i tilknytning til storskala sirkulasjonen.

Plassering og dekningsgrad av observasjonsdata samt nedbørsmønsteret i regionen vil påverke resultatata som vert

framstilt via gjennomsnittet av data i regionen. Er det få observasjonar i eit område med store lokale variasjonar vil plassering av observasjonsstasjonar avgjere om gjennomsnittet er representativt for heile regionen. Dette er tatt omsyn til ved å la den regionale inndelinga bygge på studie av nedbørsvariasjonar i Noreg (Hanssen-Bauer and Førland, 1998). Ved å ha ei inndeling som gjenspeglar nedbørstrenden vil den regionale gjennomsnittsverdien vere mest mogleg representativ for heile området. Tilsvarande vil også vere gjeldane for modelldatasettet som er nytta. At det er hindcast data som er utgangspunktet kan delvis vere orsaka til at det er so store differansar mellom betringspotensialet for dei ulike regionane. Modellen bygger på tilgjengelege observasjonsdata, og at Østfold er eit lite område med god dekning i observasjonsdata vil gje denne eit betre utgangspunkt enn større områder med få observasjonspunkt.

## 6.2 Resultat av korrigering i observasjonspunkt.

### 6.2.1 Normalperioden

For korrigering av modelldata for normalperioden i observasjonspunkta er det fokusert på tre ulike korreksjonar. Middel 1kluster, middel fordeling 1kluster og middel fordeling 4kluster, der fordelingskorrigeringa heilt tydeleg er den korreksjonen som gjev best korrigering av nedbørsfrekvens og intensitet.

Middelkorreksjonen er ein enkel korreksjon som har positiv effekt for eit utval av regionane. Med unntak av Trøndelag/Helgeland, som har ei forverring på under ein prosent, gjev middelkorreksjonen ei betring i områda Sogn og Dovre og vidare nordover landet. Regionen Dovre/Nord-Østerdalen oppnår ei relativ betring på heile 36%. I områda sør for Sogn og Dovre, då særleg i dei sørlegaste regionane, gjev original HIRLAM10 eit betre estimat av nedbørsmengda enn middelkorreksjonen. Middelkorrigeringa fører til ei overestimering av nedbørsmengda som gjev ei gjennomsnittleg auke i bias av intensitet frå 19% til 65% for dei fire regionane Sunnhordland, Sørvestlandet, Østfold og Sørlandet. At resultatet har ein så tydeleg geografisk trend kan tyde på ein samanheng mellom storskala sirkulasjonen og feilen. Det er utført middel korreksjon med eit og fire kluster. Sjå appendiks A for resultat av korreksjonen med fire kluster. I alle regionane vert RGAA redusert med eit par prosent ved vêrklassifisering. Dersom feilen har ein klar samanheng med eit av dei fire klustera burde korrigeringa med fire kluster ha redusert feilen ytterlegare. Det er ikkje testa med andre kluster enn dei som er definert av k-means clustering rutinen. Dette inneberer at det kan vere svakheit knytt til klassifiseringa av vêrtypane som er orsaka til den låge differansen mellom korrigeringane med eit og fire kluster.

Kort oppsummert kan middel korrigering vere ein enkel og effektiv korrigeringsmetode når ein er klar over dei geografiske avgrensingane i resultatet

Dei to andre korrigeringane, middel fordeling 1 kluster og middel fordeling 4 kluster, gjev eit betre resultat enn middelkorrigeringa i alle regionar. Som tidlegare omtala er det svært lite som skil

korrigeringsane med eit og fire kluster. Ved å tilpasse modelldata gammafordelinga til observasjonane oppnår korrigeringsane eit langt betre resultat for nedbørsmengd enn HIRLAM10 estimerar i utgangspunktet for dei fleste regionane. Nok ein gang er det lengst sør i Noreg at korrigeringsane ikkje gjev betring. Sør-Vestlandet og Østfold er dei to regionane der fordelingskorrigeringsane ikkje samsvarar betre med observert nedbørsmengd enn utgangspunktet. Sjølv om korrigeringsane reduserar bias av frekvens og intensitet er gevinsten liten for RGAA. Sjøast dette i samanheng med korrelasjonen som er tilnærma upåverka av korrigeringsane kan det tyde på at fordelingskorrigeringsane klarar å korrigere nedbørsmengda men ikkje nedbørstidspunktet.

At korrigeringsane ikkje klarar å ta omsyn til tid er ikkje uventa. Fordelingskorrigeringsane er basert på den kumulative fordelinga til observasjonane, ei fordeling som sorterar all data etter nedbørsmengda. Korrelasjonen aukar ved å akkumulere nedbøren over ein lengre periode, samstundes som RGAA reduserast. Endringar i bias for frekvens og intensitet for tilsvarande akkumuleringsperiodar er svært små, noko som talar for at det er auka korrelasjon som er orsak til lågare RGAA og at det er tidsaspektet ved den modellerte nedbøren som ikkje samsvarar med observasjonane.

## 6.2.2 Testperioden

Målet med å teste korreksjonsparameterane frå normalperioden på ein testperioden var å vurdere nytta av å ha kjennskap til fordelinga i observasjonspunkta på eit tidlegare tidspunkt.

Korreksjonane i testperioden gav langt mindre effekt enn i normalperioden. I landsgjennomsnitt vert RGAA betra med 7%, noko som ikkje imponerer stort. Med tilsvarande korrigeringsane i normalperioden korrigerast frekvensen ved alle akkumuleringstider og korrelasjonen aukar dess lenger periode nedbøren vert akkumulert over. Orsaka til dei låge resultat er at korrigeringsane ikkje klarar å korrigere nedbørsintensiteten. At fordelinga mellom dei ulike vêrklustera, sjå kapittel 5.2, ikkje varierar meir over dei to periodane er eit argument for at endringa i nedbørsmønsteret ikkje er stor til at fordelingsparameterane frå normalperioden ikkje er representative.

Trenden i den geografiske variasjonen i resultatet for testperioden samsvarar med resultat for normalperioden. Det er i dei tørre innlandsområda, med størst betringspotensiale, at korrigeringsane har størst nytte. Likskap i regionale variasjonar mellom tidsperiodane er også eit argument for at nedbørsmønsteret ikkje varierar mellom dei to tidsperiodane.

Korrigeringsane av nedbørsfrekvensen gjev ei prosentvis betring på 5% i landsgjennomsnitt, noko som utgjer største parten av den totale betringa. Landsgjennomsnittet av avviket mellom original og korrigert frekvens vert for døgnnedbør redusert frå 52 % til -1 % av gjennomsnittleg observert nedbørsmengd. Dette viser at modellen overestimerar tal nedbørsdøgn i begge periodar, og at genseverdien frå normalperioden er ein god rettleiar for korrigeringsane i testperioden.

Ettersom korreksjonsparameterane bygger på data frå normalperioden er det ikkje venta at korreksjon av ein uavhengig testperiode gjev like gode resultat som resultatata for normalperioden. Korreksjonen klarar å betre frekvensen men ikkje intensiteten, og dermed vert nytta av kjennskap til nedbørsfordelinga på tidlegare tidspunkt liten. At korrelasjonen ikkje aukar ved korrigeringsane utgjer

sannsynlegvis ein del av orsaka bak den låge betringa, men som for normalperioden kan ikkje dette ventast då korrigeringa bygger på nedbørsmengda.

## 6.3 Korrigering i gitterpunkt.

### 6.3.1 Nabokorrigering

Nabokorrigeringa bygger på fordelingskorreksjonen som er nytta i observasjonspunkta og resultatata viser i stor grad ein felles trend. Nabokorrigering korrigerer den totale nedbørsmengda, men ei heller her tar korreksjonen omsyn til tid slik at korrelasjonen held seg tilnærma uendra.

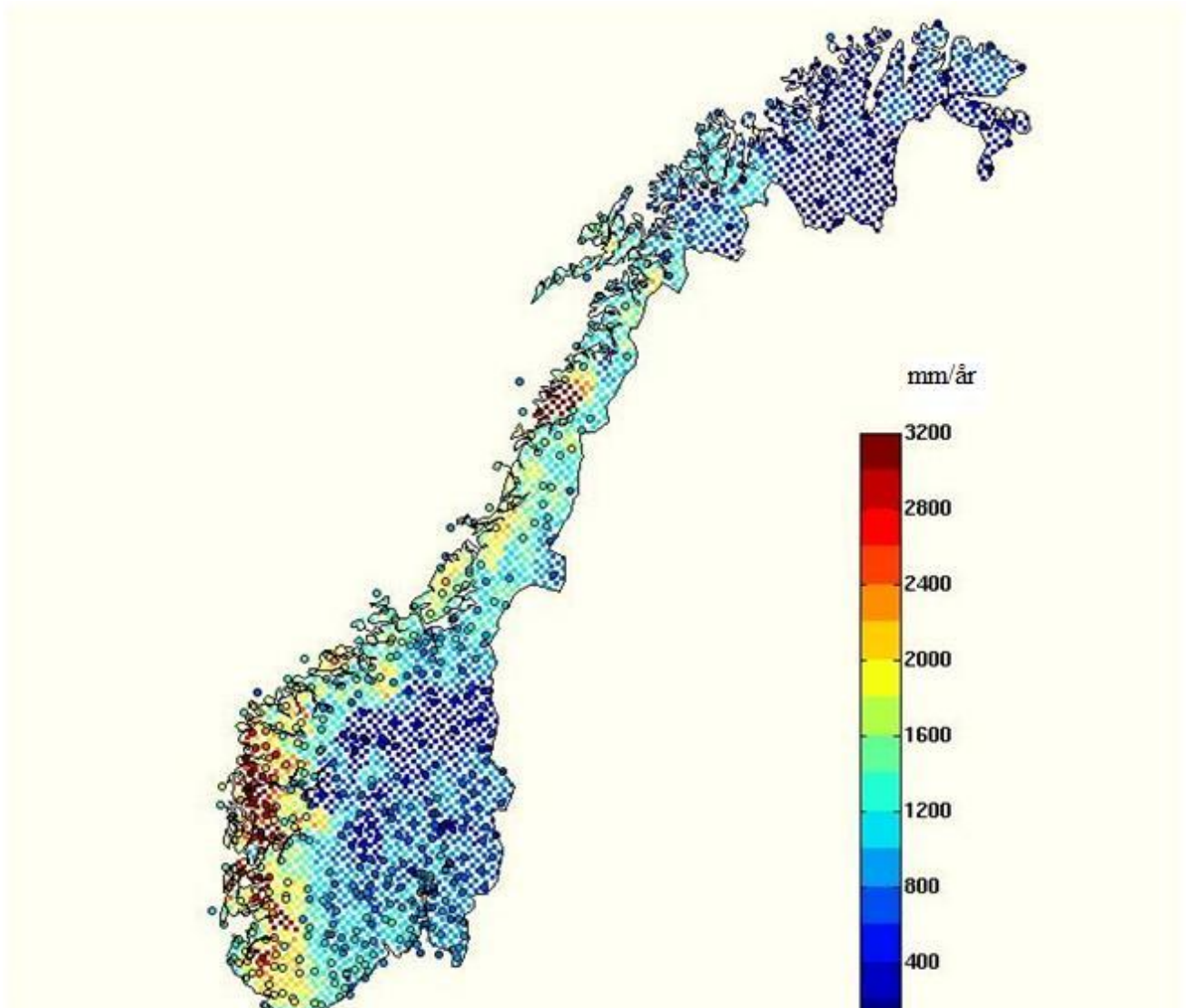
Modelldata har i utgangspunktet ein klar overestimeringstrend i store delar av landet. Korrigeringa klarar i dei aller fleste tilfella å nedjustere denne på bakgrunn av observasjonane men her er nokre unntak. Figur 6.1 viser nabokorrigert gjennomsnittleg årleg nedbørsmengd gjennom normalperioden i bakgrunnen og tilsvarende tal frå observasjonsdata i observasjonspunkta. Ein ser av figuren at korrigeringa stemmer godt overeins med observasjonane i dei aller fleste observasjonspunkta. Spesielt på Austlandet og i områda nordover gjev korrigeringa betring, sjå tabell 5.8.

I Møre og Romsdal er det eit område i nærleiken av Trollheimen der modellen gjev klart større nedbørsmengd enn observasjonane i området viser. Tilsvarende skjer nord i Nordland, meir presist like sør for Narvik og på Hinnøya. I ingen av desse områda er det observasjonar som indikerar ei auke i nedbørsmengda. Ein grunn til auken i gjennomsnittleg årsnedbør kan vere at korrigeringa aukar hyppigheita av nedbør i området etter frekvenskorrigering på grunnlag av observasjonane rundt og dermed vil den totale nedbørsmengda auke sjølv om ikkje intensiteten oppjusterast. Det er vanskeleg å seie sikkert kva som er orsaka og om dette kan vere tilfelle då det ikkje er mange tilgjengelege observasjonar i nokon av områda og alle tilfella skjer i områder med svært varierende topografi slik at det er rom for store lokale ulikskapar.

I Tabell 5.8 som viser samsvar mellom nabokorrigerte verdiar og observerte verdiar i stasjonspunkta er Varanger regionen som har størst RGA blant alle regionane. Kartet i Figur 6.1 viser at på Varangerhalvøya er det tre stasjonar som representerar regionen. Når ein ser på fordelinga av desse stasjonane er ein at to av stasjonane ligg på nordøstkysten og ein i meir sentrale områder av halvøya. Jamfør Figur 6.1 ser ein at korrigeringa ikkje gjev like positivt resultat i kyststroka som litt lenger inn i landet, og dermed kjem denne regionen dårleg ut sjølv om avvika i regionen kanskje ikkje er dei største.

Plassering av observasjonspunkta har heilt klart noko å seie for resultatet av nabokorrigeringa. Figur 5.11 i resultat kapitlet viser ei oversikt over stasjonane som er nytta i korrigeringa. Ser her at det er store avstandar mellom observasjonspunkta i områda nord for Trøndelag, samt i fjellheimen i Sør-Noreg. Med dette tatt i betraktning stemmer dei uavhengige observasjonane som vises på Figur 6.1 i desse områda bra med resultatet. I området rundt Tromsø gjev nabokorrigeringa eit relativt stort område med større årleg nedbørsmengde enn observasjonane. Ser ein dette i samanheng med fordeling av observasjonspunkt som er nytta i korrigeringa er det mykje som tyder på at låg dekning

av observasjonsdata i området er årsaka til avviket, noko som indikerar at større dekningsgrad av observasjonsdata i korrigeringa vil bidra til eit enda betre resultat.



Figur 6.1 viser nabokorrigert HIRLAM data med alle tilgjengelege observasjonsdata og observasjonsdata for gjennomsnittleg døggnedbør.

Det er ikkje mange lokale variasjonar som kjem fram av korrigeringa, med det er heilt klart eit meir detaljert kart over nedbørsfordelinga over Noreg enn HIRLAM gav i utgangspunktet.

Nabokorreksjon fører original HIRLAM data heilt klart nærmare observasjonane. At den har negativ påverknad i to av regionane har lite å seie samanlikna med gevinsten i resten av landet.



### 6.3.2 OI – korrigerering

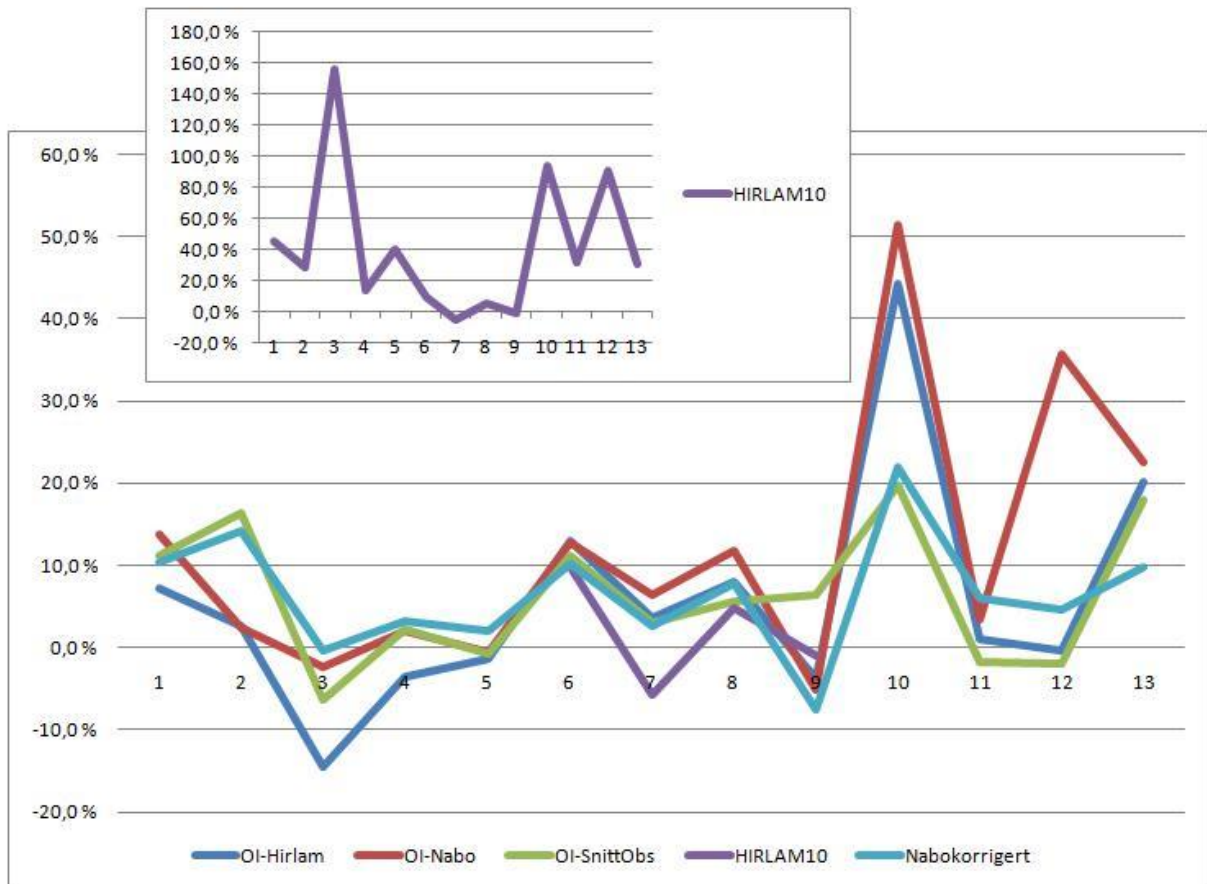
Det er lita tvil i at optimal interpolasjon er ein teknikk som er nyttig for korrigerering av nedbørsdata. At det må setjast nokre føresetnadar før interpoleringa er gjennomførleg og at den krev eit datasett i tillegg til observasjonar og modelldata gjer denne rutinen noko meir krevjande enn nabokorrigeringa.

Det er testa med tre ulike bakgrunnsdatasett, sjå kapittel 5.4.2 for meir om desse. Resultatet med ein felles gjennomsnittsverdi over heile landet presterar omtrent like bra som OI-korrigeringa med nabokorrigert modelldata som bakgrunnsdata for gjennomsnittleg RGAA. At det er store geografiske ulikskapar innbyrdes i kvar region viser at bakgrunnsdata er med å påverke resultatet i større grad enn variasjonen i Figur 6.2 viser. Figur 6.2 viser regionvis relativt gjennomsnittleg avvik for observasjonspunkta som ikkje er med i korrigeringa. Det er tydeleg reduksjon i RGA i mange av regionane, og kva korrigerering som gjev best resultat varierar mellom områda.

Alle OI-korrigereringane tilføyer utgangspunktet ei betring i eit fleirtal av regionane. Dersom verdiar for kunn eit av områda er av interesse er det i nokre av regionane variasjonar mellom dei ulike korrigereringane slik at val av korreksjonsteknikk har større betyding. For dei tre regionane, 6:Sunnhordland, 8:Østfold og 9:Sørlandet gjev ikkje korrigereringane eit positivt tilskot, og på Sørvestlandet (region nr 7) gjev nokre av tilfella betring men tilføyer korrigeringa HIRLAM svært lite. Er det interesse kunn for eit av desse fire områda er HIRLAM10 eit godt alternativ og OI-korrigerering i desse regionane konkluderast som unyttig arbeid.

OI-korrigeringa er den einaste korrigeringa som aukar korrelasjonen mellom korrigererte verdiar og observasjonsdata. Den optimale interpolasjonsteknikken nyttar ikkje nedbørsfordelinga slik som i fordelingskorrigeringa, men korrigerar i kvart tidssteg slik at det vert enklare å halde samvariasjonen mellom tidsseriane.

Det er tydeleg, og som venta, at i områda med eit godt utgangspunkt frå HIRLAM gjev korrigeringa lita eller inga effekt og i områder med stort betringspotensiale innfrir korrigeringa i lang større grad. Men også i dei resterande områda er det oppnådd merkbar reduksjon i RGAA.



Figur 6.2 viser oversikt over RGAA av dei ulike korreksjonane i gitterpunkta for dei tretten regionane. Original HIRLAM oppe til høgre, samt saman med korrigeringane for regionane 6 – 9.

## 6.4 Feil i observasjonsdata

Det er inga tvil om at observasjonane som er tilgjengelege ikkje kan sjåast på som den faktiske nedbørmengda. Observasjonane vil innehalde feil grunna vind, temperatur og tekniske feil. Spesielt ved kraftig vind, og når nedbøren fell som sludd eller snø vil denne feilen vere stor.

Feilkjelder knytt observasjonane er ei kjent problem, og det vert arbeida for å redusere desse til det minimale. Mellom anna ved val av observasjonsstad og i utforming av måleutstyr kan feilen reduserast, eksempelvis er dei fleste nedbørsmålarane utforma som ei trakt for å hindre fordamping av nedbøren før den vert registrert. Den største feilkjelda i for observasjonar i Noreg er heilt klart relatert til vind. Derfor er et korrigering av denne feilkjelda som er mest aktuell.

Skal det korrigerast for feil i observasjonsdata i forbindelse med vind krevjast tilgang til vind- og temperaturobservasjonar for det aktuelle området, sjå kapittel 2.2.2. Det er ved eit mindre tal av stadane det observerast temperatur og vind i tillegg til nedbør. Dette gjer at det må nyttast modelldata med moglegheit for tilførsel av nye feilkjelder som korreksjonsgrunnlag.

DNMI har også egne rutinar for kvalitetskontroll av observasjonsdata. Kontrollen kan skiljast i to delar, manuell og automatisk kontroll. Observasjonane vert samanlikna og korrigert ut i frå resultat frå numeriske modellar og observasjonar frå kringliggande stasjonar. Erfaringar viser at den manuelle delen av korreksjonen er avgjerande for ein best mogleg korreksjon (Andresen and Halldór, 2003).

På grunnlag av dette er det lite sikkert at korrigering hadde gjeve eit meir korrekt resultat enn dei opphavlege observasjonane frå eKlima. Eit anna viktig argument er at denne oppgåva er fokusert på moglegheita for betring ved dei ulike korreksjonsrutinane, og ikkje det faktiske resultatet av nedbørsmengda.

## 7. OPPSUMMERING

Det er i denne oppgåva sett på moglegheita for korrigeringa av modellestimert nedbør. Det er nytta den numeriske vêrvaraslingsmodellen HIRLAM10 for å vurdere effekten av korrigeringane.

Den numeriske modellen HIRLAM10 har ein tydleg tendens til å overestimere nedbørsmengda i store delar av Noreg, og utgangspunktet frå HIRLAM10 er avgjerande for kor stor effekt det er av korrigeringa. I områder med stort betringspotensiale klarar alle korreksjonane å gje eit positivt bidrag. Særleg i regionane sør i Noreg gjev HIRLAM10 eit svært godt estimat i utgangspunktet. For regionane Sørvestlandet, Østfold og Sørlandet vil HIRLAM10 i mange av tilfella gje det beste resultatet, og om det er positiv effekt av korrigeringa er denne svært lita.

Resultata viser at korreksjonsfaktorar som bygger på nedbørsfordeling gjev eit langt betre resultat for nedbørsfrekvens og nedbørsintensitet enn korreksjonsfaktoren som korrigerar middelnedbøren. Fordelingskorrigeringa klarar å nedjustere tal nedbørsdøgn og oppnår eit tydleg betre samsvar med observert nedbørsfrekvens. Særleg i innlandsområda er hyppigheita på nedbørsdøgn overestimert i modellen og korrigeringa gjev positiv effekt. Også for nedbørsmengda klarar korrigeringa å redusere bias av intensiteten ved å tilpasse den estimerte nedbørsfordelinga den observerte fordelinga. Ei svakheit med fordelingskorrigeringa er at den ikkje klarar å auke korrelasjonen mellom tidsseriane, noko som fører til at det relativt absolutt avviket mellom observert og estimert nedbør ikkje vert særleg betra.

Ein del av oppgåva var å nytte kjennskap til nedbørsfordelinga på eit tidlegare tidspunkt til korrigering av ein uavhengig testperiode. Fordelingskorrigering gav betring i nedbørsfrekvensen, men korreksjonen klarar ikkje å korrigere nedbørsintensiteten slik som i normalperioden. Dermed vert nytta av historiske data lita.

I tillegg til korrigering i stasjonspunkta er det sett på moglegheit for korreksjon i punkt der det ikkje er tilgjengelege observasjonsdata. Det vises tydeleg at både nabokorrigeringa, som bygger på fordelingskorreksjonen, og den optimale interpolasjonen reduserar feil i store delar av landet. Den optimale interpolasjonsrutinen er den einaste av korreksjonane som klarar å auke korrelasjonen mellom observerte og modellerte tidsseriar.

Alt i alt viser resultata av korrigeringane at det vert oppnådd eit betra resultat ved å korrigere nedbørsestimatet på grunnlag av nedbørs fordelinga til observasjonsdata. Fordelingskorreksjon reduserar avvik mellom estimert og observert nedbørsmengd i observasjonspunkt og kringliggjande områder, men korrelasjonen mellom tidsseriane er om lag uendra då korreksjonen ikkje tar omsyn til tid.

## 8. APPENDIKS A

Her følger ei oversikt over resultatet frå korreksjonane som var utført for observasjonspunkt i normalperioden og originalverdiane for HIRLAM10. For tre av korreksjonane er resultatata plotta i Figur 5.2.











## 9. REFERANSAR

- ALLERUP, P., MADSEN, H. & VEJEN, F. 1997. A comprehensive model for correcting point precipitation. *Nordic Hydrology*, 28, 1-20.
- ANDERSEN, P. 1969. An Application of the H. Johansen weather types as discriminant Functions for the Bergen Precipitation. *Årbok for Universitetet i Bergen*, Nr 8.
- ANDRESEN, L. & HALLDÓR, B. 2003. *Manual quality control of meteorological observations: recommendations for a common Nordic HQC system*, Oslo, Norwegian Meteorological Institute.
- BHARGAVA, M. & DANARD, M. 1994. Application of optimum interpolation to the analysis of precipitation in complex terrain. *Journal of Applied Meteorology*, 33, 508-518.
- CAIDONG. 2008. *Glacier response to changing climate condition: the role of circulation variability and long-term trends over the Tibetan Plateau, China*. Geophysical Institute, University of Bergen.
- CROCHET, P. Ø. V. 2000. Uncertainty of precipitation forecasted by HIRLAM10. A case study over Western Norway. *Research Report No.98*.
- DNMI 1996. Manual for operational correction of nordic precipitationdata. *Klima*, nr 24/96, 66 s.
- EKLIMA.MET.NO. 2010. *eKlima* [Online]. met.no. Tilgjengeleg: [www.eklima.met.no](http://www.eklima.met.no) [ 01.04 2009].
- FØRLAND, E., ALLERUP, P., DAHLSTRÖM, B., ELOMAA, E., JÓNSSON, T., MADSEN, H., PERÄLÄ, J., RISSANEN, P., VEDIN, H. & VEJEN, F. 1996. *Manual for operational correction of Nordic precipitation data*, Norwegian Meteorological Institute Oslo, Norway.
- HABIB, Z. 2001. Spatial rainfall pattern identification by optimum interpolation technique and application for Turkey. *Nordic Hydrology*, 32, 85-98.
- HANSEN-BAUER, I. & FØRLAND, E. J. 1998. *Annual and seasonal precipitation variations in Norway 1896-1997*, Oslo, Instituttet.
- HARTMANN, D. L. 2007. Objective Analysis of Observations onto a Regular Grid. *Gridding of Data*.
- HIRLAM. 2009. *The HIRLAM Consortium* [Online]. Tilgjengeleg: [www.hirlam.org](http://www.hirlam.org) [ 01.05 2010].
- INES, A. & HANSEN, J. 2006. Bias correction of daily GCM rainfall for crop simulation studies. *Agricultural and Forest Meteorology*, 138, 44-53.
- JOHANSON, H. 1964. Litt om Hyppighetsfordelinger av Sirkulasjonstyper i Vest Norge. *Det Danske Meteorologiske Institutt*, nr 17.
- KALNAY, E., KANAMITSU, M., KISTLER, R., COLLINS, W., DEAVEN, D., GANDIN, L., IREDELL, M., SAHA, S., WHITE, G. & WOOLLEN, J. 1996. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 77, 437-472.

- KALVIG, S. M. 2009. *Vilt vakkert vær*, [Oslo], Cappelen Damm.
- KUCERA, A. J. N. A. P. A. 2005. Airflow Studies over Research Ships.
- MET.NO. 2009a. *Observasjoner fra land* [Online]. Tilgjengeleg: <http://met.no/?module=Articles;action=Article.publicShow;ID=387> [01.03 2010].
- MET.NO. 2009b. *Varmest - kaldest - våtest - tørrest, sånn vanligvis*. [Online]. Tilgjengeleg: [http://retro.met.no/met/normaler\\_ekstremer/norge.html](http://retro.met.no/met/normaler_ekstremer/norge.html) [24.05 2010].
- NITTER, M. 1999. *Variability in the atmospheric circulation of the North Atlantic region in the period 1881-1993*, University of Bergen.
- NITTER, M. 2009. Klimarom: klimaets avhengighet av skala og landskap. *Tverrfaglige perspektiver*. Stavanger: Universitetet i Stavanger, Arkeologisk museum.
- NORDLI, P. Ø. 2002. *Verification of precipitation by model output statistics (MOS)*, Oslo, Instituttet.
- SEVRUK, B. 1996. Adjustment of tipping-bucket precipitation gauge measurements. *Atmospheric Research*, 42, 237-246.
- SMITH, R. 1979. The influence of mountains on the atmosphere. *Advances in geophysics.*, 21, 87-230.
- TEIGEN, R. 2005. *Numerisk simulering av orografisk nedbør på Vestlandet*. [R. Teigen].
- TRIGO, R. & DACAMARA, C. 2000. Circulation weather types and their influence on the precipitation regime in Portugal. *International Journal of Climatology*, 20, 1559-1581.
- UNDÉN, P., RONTU, L., JÄRVINEN, H., LYNCH, P. & CALVO, J. 2002. HIRLAM-5 scientific documentation.
- UTAAKER, K. 1991. *Mikro- og lokalmeteorologi: det atmosfæriske miljø på liten skala*, Bergen, Alma Mater.
- ZOU, H. 1992. *The characteristics of precipitation in Southern Norway*, Bergen, The Institute.
- ØGLAND, P. 1999. *Quality control for the DNMI - automatic weather stations: the AWS routine*, Oslo, Instituttet.