



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2016

30 stp

Institutt for matematiske realfag og teknologi

Vurdering av OTT Parsivel Present Weather Sensor som sikt- og nedbørmengdesensor

An Assesment of OTT Parsivel Present Weather
Sensor as an Optical Range- and Accumulated
Precipitation Sensor

Fredrik Aulie

Miljøfysikk og fornybar energi

Forord

Denne masteroppgaven representerer den siste brikken i min utdanning i studiet Miljøfysikk og Fornybar Energi ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), Institutt for matematiske realfag og teknologi (IMT). Oppgaven er skrevet i samarbeid med Meteorologiske institutt og er på 30 studiepoeng.

Jeg vil benytte anledningen til å takke alle som har bidratt og hjulpet meg i arbeidet med masteroppgaven. Aller først vil jeg takke min veileder, Mareile Astrid Wollf ved Meteorologisk institutt, for betydelig veiledning, strukturhjelp og mental støttespiller. Uten din tålmodighet og hjelp, hadde jeg aldri kommet i mål. Videre vil jeg takke min medveileder, Arne Auen Grimnes, for gode og konkrete tilbakemeldinger på oppgaven.

Jeg vil også takke familie og medstudenter som har bidratt med korrekturlesing, støtte, gode tips, koselige kakepauser og motiverende samtaler under arbeid med oppgaven min.

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Ås, 18. mai 2016

Fredrik Aulie

Sammendrag

Opp gjennom historien har manuelle observasjoner vært kilden for innhenting av meteorologiske måledata. Meteorologene ønsker å vite mest mulig om atmosfærens tilstand, og er da avhengig av værobservasjoner, både automatiske og manuelle. Observasjonene danner grunnlaget for å utvikle klimamodeller og klimastatistikk, slik at kunnskap om atmosfæren økes. Gode observasjoner av været, vil bedre værprognosene. Senere har observasjonsprosessen gått over til å bli mer automatisert, noe grunnet vanskeligheten med å finne personell som er villige til å binde seg til å være observatører 365 dager i året, 24 timer i døgnet (Meteorologisk Institutt, 2015f). Det finnes noen sensorer som er designet for å måle sikt, nedbørstype og nedbørintensitet, såkalte Present Weather Sensors (PWSs). Sensorene er først og fremst utviklet som nedbørtypesensor, men beregner mengde som et biprodukt.

Målet med oppgaven er å undersøke om to OTT **P**ARTicle **S**Ize **V**ELocity PWS, én OTT Parsivel² ved Fokstugu, Oppland, og én OTT Parsivel¹ i Ås, Akershus, kan brukes som 'sikt i nedbør'- og nedbørmengdesensorer. OTT Parsivel måler både hastighet og diameter til fallende nedbørspartikler for oppsamling av nedbørkaraktistikk. Forskjellen på de to OTT Parsivel-sensorene er maksverdi som oppgis når ingen nedbørpartikler blir observert. For OTT Parsivel¹ er denne 10000 m og 20000 m for OTT Parsivel². Siktverdier fra sensorene ble sammenliknet med siktverdier foretatt av to observatører. Nedbørmengdeverdier ble sammenliknet med mengdeverdier registrert av to Lambrecht vippepluviografer, to Geonor T-200B nedbørmengdemålere samt manuelle nedbørmengdeavlesninger for hverdager kl. 8 av IMT/NMBU. Det har også blitt undersøkt om sensorene er pålitelig nok slik at de kan brukes til klimatologisk forskning, eller om sensorene egner seg bedre for 'nåverdi'- opplysninger.

Sammenligningen ble gjort i perioden januar 2016 til mars 2016. Siktdata fra sensorene ble registrert hvert tiende minutt, og siktdata fra observatør ved Fokstugu ble foretatt hver tredje time fra kl. 7 til 22, mens det ved Ås ble foretatt hver time ved sammenhengende nedbørperioder. For nedbørmengdedata registrerer de ulike sensorene med forskjellig frekvens, fra minutt- til timesverdier. Vindhastighet ble også inkludert i analysen for å nærmere undersøke OTT Parsivels påvirkning av vind ved ulike vær-situasjoner.

Resultatene er presentert og analysert som diverse plot og kontingenstabeller med tilhørende scoreverdier (PC, POD og FAR). Fra resultatene kan det konkluderes med følgende:

For beregning av nedbørmengde per måned for OTT Parsivel ('ikke-fangende'- nedbørmåler), er manglende dager et problem da disse dagene kan inneholde signifikante nedbørmengdetilfeller. Da 97 % - regularitetsmålet til MET bare ble oppfylt en gang av OTT Parsivel¹ for mars (98,6 %), oppleves OTT Parsivel å være for ustabil til å kunne brukes til klimatologisk forskning og egner seg bedre til angi 'nåverdi'- opplysninger.

Sensorene fungerer ikke til bruk som siktindikator, da regresjonskoeffisienten = 0,29 og 0,09 for henholdsvis OTT Parsivel² og OTT Parsivel¹. OTT Parsivel² ved Fokstugu angir i 41 av 55 tilfeller bedre sikt enn observatør for siktverdier mindre enn 8000 m. For siktverdier over dette, er det tilfeldig (50 %) om Parsivel angir bedre eller dårligere sikt enn observatør.

Ved vindhastigheter over 6 m/s, ble det observert ved Fokstugu at Geonor (referanse) konsekvent registrerte mindre nedbør enn OTT Parsivel. Tilsvarende resultater ble funnet i Wollf et al. (2013). Vind kan skape turbulente luftstrømmer over sylinderråpningen til Geonor, samt partikler med stor hastighet som følge av vind, kan tolkes som kraftig nedbør fra Parsivel (høy intensitet). Dette kan være to faktorer som påvirker sensorenes registrering av nedbør.

OTT Parsivel¹ ved Ås egner seg bedre som nedbørmengdesensor enn 'sikt i nedbør'-sensor, da regresjonskoeffisienten = 0,72. For Ås ble det funnet at sensoren registrerte 5 %, 13 % og 41 % mer enn referanseverdier for henholdsvis januar, februar og mars 2016. Ved Fokstugu ble det observert at OTT Parsivel registrerte 500 %, 383 % og 325 % mer enn Geonor for henholdsvis januar, februar og mars 2016.

Fra scoreverdier utarbeidet fra 2×2 kontingenstabeller for nedbørdeteksjon, fremgår det at treffsikkerheten med observatør (PC) er 92,4 % for OTT Parsivel² og 95,6 % for OTT Parsivel¹. Sensorenes evne til å detektere nedbør (POD) er 86,4 % for OTT Parsivel² og 88,7 % for OTT Parsivel¹. Ved omtrent 50 % av tilfellene der OTT Parsivel² registrerte nedbør, har referanseverdi (Geonor) ikke registrert nedbør.

Abstract

Throughout history, manual observations have been the source for obtaining meteorological measurement data. Meteorologists want to know most about the atmospheric condition, and thus rely on weather reports, both automatic and manual. These observations forms the basis for developing climate models and climate statistics, so that knowledge of the atmosphere increases. Good observations of the weather, results in better weather forecasts. In more modern times, the observation process has become more automated, which due to the difficulty in finding observers who are willing to commit to being observers 365 days a year, 24 hours a day (Meteorologisk Institutt, 2015f). There are some sensors that are designed to measure visibility, precipitation type and precipitation intensity, so-called Present Weather Sensors (PWSs). The sensors are primarily designed as precipitation type sensor, but calculates amount as a byproduct.

The purpose of the thesis is to investigate two OTT **P**ARTicle **S**Ize **V**ELocity PWS, one OTT Parsivel² at Fokstugu, Oppland, and one OTT Parsivel¹ in Ås, Akershus, can be used as visibility- and precipitation amount sensors. OTT Parsivel measures both velocity and diameter of the falling precipitation particles for collecting precipitation characteristics. The main difference between the two OTT Parsivel sensors is maximum value provided when no precipitation particles are observed. For OTT Parsivel¹ this is 10000 m and 20000 m for OTT Parsivel². Visibility values from the sensors were compared with visibility assessments made by two observers. Precipitation values from OTT Parsivel at Ås were compared with quantity values registered by two Lambrecht Tipping buckets, one Geonor T-200B All Weather Precipitation Gauge as well as manual rainfall readings for weekdays 08 AM by IMT/ NMBU. Precipitation values from OTT Parsivel at Fokstugu were compared with quantity values registered by one Geonor T-200B. It has also been assessed whether the sensors are reliable enough so that they can be used to climatological research, or if the sensors are better suited as 'in-time'- type sensors.

The comparison was made between January 2016 to March 2016. Visibility data from the sensors were recorded every ten minutes, and visibility from observer at Fokstugu were performed every third hour starting at 7' to 22', while at Ås measurements were made every hour for continuous precipitation events. For rainfall data the various sensors records with different frequency, varying from minute to hourly values. Wind was also included for analysis and was used as added information for analyzing specific weather situations.

The results are presented and analyzed as various plots and contingency tables with associated score values (PC, POD and FAR). Based on the results, the following conclusions were made:

For calculation of rainfall per month for Parsivel (non catching type rain gauges), lack of days is a problem as these days may contain significant rainfall cases. When the '97% - regularity' goal of MET were only met once by OTT Parsivel¹ for March (98.6 %), OTT Parsivel is experienced to be too unstable to be used for climatological research and is more suited for 'safety and nowcasting' information.

The sensors do not work as an optical range sensors, when the regression coefficient = 0.29 and 0.09 for respectively OTT Parsivel² and OTT Parsivel¹. OTT Parsivel² at Fokstugu specifies in 41 of 55 cases better visibility than observer visibility for values less than 8000 m. For visibility values over 8000 m, it is random (50%) if OTT Parsivel indicates better or worse visibility than the observer.

At wind speeds greather than 6 m/s, it was observed at Fokstugu that Geonor (reference) consistently registered less rainfall amount than Parsivel. Similar results were found in (Wolff et al., 2013). Wind can create turbulent air flows over the cylinder opening to Geonor. Futhermore, particles at high speed, as a result of wind, can be interpreted as heavy rainfall from Parsivel (high intensity). This may be two factors that affects the sensors detection of precipitation.

OTT Parsivel¹ at Ås is better suited as rainfall sensor than visibility indicator sensor, as the regression coefficient = 0.72. At Ås, it was found that the sensor registered 5 %, 13 % and 41 % more than the reference values for respectively January, February and March 2016. At Fokstugu, it was observed that Parsivel registered 500 %, 383 % and 325 % more than Geonor for respectively January, February and March 2016.

From score values calculated from 2×2 contingency tables for precipitation detection, it appears that accuracy with observer (PC) is 92.4 % for OTT Parsivel² and 95.6 % for OTT Parsivel¹. The sensors ability to detect precipitation (POD) is 86.4 % for Parsivel² and 88.7 % for Parsivel¹. At approximately 50 % of cases where OTT Parsivel² detects rainfall, the reference value (Geonor) did not registered precipitation.

Innhold

Forord	i
Sammendrag	iii
Abstract	v
Innhold	vii
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Tidligere studier.....	2
1.3 Målsetting	3
2 Teori	5
2.1 Skydannelse	5
2.1.1 Adiabatisk prosess	5
2.1.2 Prosesser som hever luftmasser.....	6
2.2 Nedbørdannelse	7
2.2.1 Varmesky	7
2.2.2 Kald- og kjøligsky	7
2.3 Nedbørsformer.....	8
2.3.1 Nedbør i flytende form	8
2.3.2 Nedbør i fast/frossen form.....	8
2.4 OTT Parsivel Present Weather Sensor	10
2.4.1 Virkemåte	10
2.4.2 Klassifisering av nedbør.....	11
2.5 Lambrecht 1518 H3 Vippepluviograf.....	13
2.6 Geonor T-200B nedbørmengdeinstrument	14
2.7 SYNOP	14
2.7.1 Været i observasjonstiden	15
2.7.2 Synsvidde	15
2.8 Kategoriske data	15

2.8.1	Kontingenstabeller	16
2.8.2	Scoreverdier	17
3	Metode	19
3.1	Klima for Fokstugu og Ås	19
3.1.1	Fokstugu	19
3.1.2	Ås	21
3.2	Fokstugu observasjonsfelt	23
3.3	Målestasjoner i Ås	24
3.3.1	Søråsjordet.....	24
3.3.2	Rustadskogen	26
3.3.3	Holstad	27
3.4	Beskrivelse av datamateriale	28
3.4.1	Data fra Eklima	29
3.4.2	Data fra SVV	30
3.4.3	Data fra manuelle observasjoner	30
3.5	Datanalyse	31
3.5.1	Datautvelgelse	31
3.5.2	Spredningsplott.....	31
3.5.3	Intensitet til mengde	32
3.5.4	Nedbørmengde	32
3.5.5	Kontingenstabeller	32
4	Resultater og diskusjon.....	33
4.1	Regularitet	34
4.2	Sikt- og intensitetsmålinger fra Parsivel sammenliknet med observatør	36
4.2.1	Sammenheng sikt i nedbør og nedbørintensitet ved snøfall.....	36
4.2.2	Sammenheng sikt i nedbør og nedbørintensitet ved snøfokk.....	43
4.2.3	Kvalitet av siktmålinger fra Parsivel	45
4.3	Nedbørmengdemålinger fra Parsivel sammenliknet mot referanser	51
4.3.1	Ås	52
4.3.2	Fokstugu	58
4.4	Scoreverdier.....	62
5	Konklusjon.....	65
6	Forslag til videre arbeid.....	67

7	Bibliografi	i
8	Vedlegg	v
8.1	Tidsserier	v
8.2	Kodetabell for ww-koder.....	vii
8.3	Kodetabell for vv-koder.....	ix
8.4	Data fra manuelle observasjoner ved Fokstugu.....	x
8.5	Oversikt over OTT Parsivel inaktivitet	xiii
8.5.1	Holstad	xiii
8.5.2	Fokstugu	xiv

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Opp gjennom historien har manuelle observasjoner vært kilden for innhenting av meteorologiske måledata. Meteorologene ønsker å vite mest mulig om atmosfærens tilstand, og er da avhengig av værobservasjoner, både automatiske og manuelle. Manuelle observasjoner baserer seg på observatørens personlige dømmekraft av været som blir observert. Observatøren har ansvar for å gjennomføre visuelle observasjoner, lese av måleinstrumenter og sørge for at informasjonen blir loggført. Manuelle observasjoner har lang tradisjon i Norge, da noen av observasjonene går så langt tilbake som til 1816, i datidens Christiania (Meteorologisk Institutt, 2015d). Observasjonene danner grunnlaget for å utvikle klimamodeller og klimastatistikk, slik at kunnskap om atmosfæren økes. Gode observasjoner av været, vil bedre værprognosene. Senere har observasjonsprosessen gått over til å bli mer automatisert, noe grunnet vanskeligheten med å finne personell som er villige til å binde seg til å være observatører 365 dager i året, 24 timer i døgnet (Meteorologisk Institutt, 2015f). Fordelen med automatiske instrumenter er at de er objektive, de har en mye høyere observasjonsrate og at de kan plasseres hvor som helst. Det har fortsatt nytteverdi å supplere de automatiske observasjonene med visuelle observasjoner for vær-situasjoner, der en full automatisering ville være kostbart eller observasjonsraten er mindre kritisk.

Selv om observasjonene stadig blir mer automatiske, er det noen visuelle observasjoner et instrument vil ha vanskeligheter med å erstatte. Skytype og været i observasjonstiden er noen av disse (Meteorologisk Institutt, 2015c). Ved en manuell visuell observasjon går observatøren utendørs og gjør seg opp en egen oppfatning av været. Parametere som noteres og meldes inn til Meteorologisk Institutt (MET) er været i observasjonstiden (værtype/ nedbørstype), sikt, skyinformasjon (høyde til underside av laveste skydekke, andelen av himmelen som er dekket av skyer gitt i åttendedeler, skytyper), været siden forrige hovedobservasjon og markas tilstand.

Det finnes noen sensorer som er designet for å måle sikt, nedbørstype og nedbørintensitet, såkalte Present Weather Sensors (PWSs). I dag finnes det en rekke forskjellige PWS-typer som anvender ulike teknologiprinsipper og varierer i ytelse. Sensorene er først og fremst utviklet som nedbørtypesensor, men beregner mengde som et biprodukt.

MET er interessert i undersøke om PWS-sensoren OTT Parsivel Distrometer kan anvendes som en nedbørmengde-, siktindikator- og intensitetssensor. Sensorene finnes mange plasser i Norge, da Statens Vegvesen (SVV) anvender sensorene til bruk ved noen av sine klimastasjoner langs det norske veinettet. Sensoren må sammenliknes med referanseverdier for å evaluere disse evnene. Det finnes få studier der sensorens evne til å observere sikt blir undersøkt, men det finnes flere studier, hovedsakelig fra andre land, som har sett på parameterne nedbørmengde og intensitet.

1.2 Tidligere studier

I perioden 1993-1995 gjennomførte Verdens meteorologiorganisasjon (WMO) et studie av forskjellige PWSs' i Canada og Frankrike (Leroy et al., 1998). WMO ville undersøke sensorenes egenskaper til deteksjon av nedbør under forskjellige klimaforhold, med hovedfokus på bestemmelse av nedbørstype for de forskjellige klimaene i de to landene. De konkluderer med at det finnes mange gode sensorer på markedet som klarer å detektere nedbør og at noen sensorer klassifiserer nedbørstypen også. Vaisala FD12P var den eneste sensoren som rapporterte blandet nedbør (yr/regn eller regn/snø).

Bestemmelse av Present Weather («dagens vær»), og da spesielt nedbørstype, blir gjort ved KNMI (Royal Netherlands Meteorological Institute) med PWS-sensoren Vaisala FD12P. Selv om denne sensoren generelt sett fungerer bra, finnes det noen svake punkter ved den som gir rom for forbedringer. Derfor utførte Bloemink og Lanzinger (2005) et studie der formålet var å bestemme yteevne og begrensninger ved en potensiell erstatter Thies Laser Precipitation Monitor. Det ble funnet at for alle nedbørsfaser lå prestasjonen til Thies på 91 % i forhold til observatør, mens den var på 89 % i forhold til observatør for FD12P. Dette er interessant med tanke på at Thies er mye billigere enn FD12P. Derimot, når Thies rapporterte flytende nedbør, rapporterte ofte observatøren ingen nedbør. Dette kan tyde på at Thies fungerer bedre som en nedbørtypesensor enn en nedbørdeteksjonssensor.

Lanzinger et al. (2006) utførte et studie der mulighetene for at Thies LPM kunne brukes som en nedbørmengde- og intensitetssensor ble undersøkt, i tillegg til å være en PWS. Målinger fra tre Thies-sensorer ble sammenliknet med en referansenedbørmåler av typen 'grop måler' (pit gauge). Studiet kom frem til at alle Thies-sensorene målte større nedbørmengde enn referansen. I tillegg viste studiet at Thies har en tendens til å overestimere ved tilfeller av nedbør-intensitetstopper. Dette er ennå uvisst. Det konkluderes med at bruk av Thies som en mengde- og intensitetssensor, samt PWS, kan være til stor nytte ved mange anvendelser, deriblant radarkalibrering.

I perioden mellom 1. oktober 2007 til 30. april 2009, gjennomførte WMO et sammenlikningsstudie av 25 regnintensitetsinstrumenter, der majoriteten av disse instrumentene var av typen «nedbørfanger» som omfatter vippe- og vektmålere. Ikke-fangende nedbørinstrumenter ble representert ved blant annet optiske sensorer, slik som OTT Parsivel (Vuerich et al., 2009). I løpet av perioden, viste det seg at de ikke-fangende regntypesensorene trengte mindre vedlikehold og færre periodeundersøkelser enn de fangende regntypesensorene. Derfor egner de ikke-fangende regntypesensorene seg bedre ved automatiske eller ubemannede værstasjoner. I tillegg har LPM-Thies, PWD22-Vaisala og OTT Parsivel den fordelen at de kan bestemme både fast og flytende nedbørstype, samt oppgi SYNOP-koder.

1.3 Målsetting

Hensikten med oppgaven har vært å sammenlikne parameterne nedbørtype, sikt i nedbør og nedbørkvantifisering gjort av OTT Parsivel PWS mot visuelle observasjoner av nedbørtype og sikt i nedbør, samt automatiske nedbørmengdeobservasjoner. Studiet gikk over tidsperioden januar 2016 til mars 2016. Studiet har sett på to OTT Parsivel- sensorer, tilhørende Statens Vegvesen (SVV). Den ene sensoren er plassert i nærheten av METs observasjonsfelt ved Fokstugu, Oppland, og den andre ved Østensjøvann i Ås, Akershus. Siktmålinger fra sensorene ble sammenliknet med siktmålinger fra profesjonell observatør ved Fokstugu og siktmålinger fra undertegnede ved Ås. For nedbørakkumulasjon ved Fokstugu, ble nedbørmengdedata sammenliknet med et 'nedbør-fangende' instrument av typen Geonor. For Ås, ble nedbørmengdeverdier fra Parsivel sammenliknet med et Geonor-instrument, to Lambrecht Vippepluviometere samt manuelle avlesninger ved IMT/NMBU.

Det har også blitt undersøkt om sensorene er pålitelig nok slik at de kan brukes til klimatologisk forskning, eller om sensorene egner seg bedre for 'nåverdi'- opplysninger.

Parameteren nedbørtype ble aldri oppgitt av SVV, da de hadde problemer med softwaren. Det ble likevel undersøkt om nedbørtype påvirker siktopplevelsen til Parsivel, ved å ta i bruk 'dagens vær' - koder fra observatør. Parameterne vind og nedbørintensitet ble også inkludert i studiet.

Sensorenes evne til å detektere nedbør har også blitt undersøkt og vil bli presentert i form av kontingenstabeller. Fra kontingenstabellene vil flere scoreverdier bli presentert.

2 Teori

I dette kapitlet presenteres teori som er brukt i denne oppgaven og legger grunnlaget for metode og resultater, presentert i kapittel 3 og 4.

2.1 Skydannelse

Informasjonen i delkapitlet er hentet fra (Aguado & Burt, 2007), dersom ingen andre kilder er oppgitt.

Skyer består av skydråper av vann, iskrystaller eller en blanding av disse. Hver skydråpe er omtrent 1/100 mm i diameter og 1 m³ inneholder omtrent 100 millioner skydråper. En iskrystall er omtrent 1/10 mm lang (Nes, 2015b). For at det skal oppstå vanndråper, må det eksistere partikler som vanndamp kan avsettes på. Partiklene kalles for kondensasjonskjerner, og kan være salt-, støv-, forurensnings- eller røykpartikler. Duggpunktet er definert som den temperaturen der fordampning og kondensasjon er i likevekt. Ved duggpunktet vil luften være mettet av vanndamp, luften klarer ikke ta til seg mer vanndamp. Vanndråper vil da bli værende i luften uten at dråpene fordamper vekk. En større samling av slike dråper/ iskrystaller som blir værende i luften, danner skyer.

2.1.1 Adiabatisk prosess

En adiabatisk prosess er definert som en prosess der temperaturen til et system har endret seg uten at varme har blitt utvekslet med omgivelsene. En versjon av termodynamikkens første lov forklarer prinsippet bak en adiabatisk prosess. Termodynamikkens første lov kan uttrykkes ved følgende formel:

$$\Delta H = p \cdot \Delta \alpha + c_v \cdot \Delta T \quad (2.1)$$

der ΔH er endring i varme tilført systemet, p er lufttrykket, $\Delta \alpha$ er endringen i volum, c_v er spesifikk varmekapasitet for luft (antar konstant volum) og ΔT er endringen i temperatur. $p \cdot \Delta \alpha$, er arbeid utført av ekspanderende gass. $c_v \cdot \Delta T$, refererer til endring av systemets indre energi. Fra definisjonen av adiabatisk prosess, vil $\Delta H = 0$. Dette fører til at ekspanderende luft avkjøles, og luft som komprimeres får økt temperatur. Uttrykt numerisk:

$$0 = p \cdot \Delta \alpha + c_v \cdot \Delta T \quad (2.2)$$

$$-p \cdot \Delta \alpha = c_v \cdot \Delta T \quad (2.3)$$

For å forstå denne prosessen bedre, kan prosessen anvendes på en umettet «luftpakke» som stiger. Denne vil ekspandere og avkjøles, analogt med formel (2.2). Dersom pakken stiger til en høyde der lufttemperaturen som omgir pakken er lavere enn temperaturen inni «pakken», vil det oppstå en overmetning og vanndamp kondenseres til vanndråper.

2.1.2 Prosesser som hever luftmasser

(Aguado & Burt, 2007) tar for seg fire prosesser som hever luft: Orografisk heving, fronter, konvergens og lokal konveksjon.

Orografisk heving

Luft som beveger seg mot en heving i terrenget blir tvunget til å stige, og det oppstår en adiabatisk prosess, beskrevet i delkapittel 2.1.1.

Fronter

En front defineres som der to luftmasser med forskjellig temperatur kolliderer, og det oppstår store temperaturendringer over små avstander. En front kategoriseres enten som en kaldfront eller en varmfront. Ved en kaldfront presses kald, tung luft varmere, lettere luft opp- og fremover. Ved en varmfront vil varm luft bli tvunget til å stige, som ved orografisk heving.

Konvergens

På grunn av atmosfærens ujevne massefordeling utover jordoverflaten, som skyldes ujevn solinnstråling, vil det oppstå områder med lav- og høytrykk. Vind vil utjevne disse områdene og der vind møtes, presses luft oppover.

Lokal konveksjon

Lokal konveksjon er et resultat av luft som varmes opp nedenfra, blir lettere og stiger. På varme sommerdager vil solinnstrålingen varme opp jordoverflaten som igjen varmer nærliggende luftlag.

2.2 Nedbørdannelse

Informasjonen i kapittelet er hentet fra (Aguado & Burt, 2007) , dersom ingen andre kilder er oppgitt.

Nedbør er alle former for vann som faller fra himmelen. En regndråpe er opprinnelig enten skydråpe, vanddamp som ble avsatt på kondensasjonskjerner ved adiabatisk kjøling, eller smeltede iskrystaller. Etter hvert vil alle tilgjengelige kondensasjonskjerner ha tiltrukket seg vann, og eventuell videre kondensasjon skjer på eksisterende dråper. Regndråper vil falle mot bakken når gravitasjonskraften overvinner interne luftstrømmer i skyen (oppdrift). En regndråpe vil ha omtrent 100 ganger større radius og romme en million ganger mer vannmengde enn en skydråpe (Aguado & Burt, 2007). Nedbørformen avhenger av lufttemperatur nær bakken og de fysiske prosessene inne skyene.

2.2.1 Varm sky

De fleste nedbørskyene over tropiske områder, er varmeskyer med temperaturer over 0 °C. I en varmesky vil «kollisjon-koalesens» -prosessen føre til nedbør. Store regndråper (samledråper) faller fortere enn mindre dråper og vil innhente og kolliderer med disse. Koalesens er prosessen som fører til at regndråpene fusjonerer ved kollisjonene.

2.2.2 Kald- og kjøligsky

Temperaturen i en kaldsky er under 0 °C. En kjøligsky vil ha temperaturer over 0 °C i de laveste skylagene og under 0 °C i de øvre skylagene. Ved metning av luft ved temperaturer mellom omtrent –4 °C til –40 °C, kan det oppstå iskrystaller dersom iskjerner er tilstede, eller underkjølt vanndråper dersom iskjerner ikke er tilstede. Felles for begge skyene er at de består bare av iskrystaller, underkjølte vanndråper eller en blanding av disse, og denne sameksistensen mellom krystaller og dråper er essensiell for nedbørdannelse utenfor tropeområdene.

I midtlaget i kald/kjøligskyene vil «Bergeron» -prosessen føre til vekst av nedbørpartikler, oppkalt etter en av de mest fremragende skikkelsene innen moderne meteorologi, Tor Bergeron. Prinsippet bak prosessen baserer seg på at metningsdamptrykket over is (mengde vanddamp som trengs for å være i likevekt) er mindre enn metningsdamptrykket over underkjølt vann ved samme temperatur. Dette skyldes at molekylbindingene i iskrystaller binder seg tettere til hverandre enn molekylene i flytende vann. Vanddamp i atmosfæren vil da lettere kondensere på en iskrystall enn på en underkjølt vanndråpe, og fører til større vekst av iskrystaller enn vanndråper. Etersom iskrystallene vokser, vil de falle gjennom skyen og kolliderer med dråper og andre iskrystaller. Ved kollisjon mellom iskrystall og vanndråpe, vil vanndråpen fryse direkte på iskrystallen, såkalt riming, og føre til enda hurtigere vekst som igjen øker fallhastigheten og fremmer ytterligere riming. To iskrystaller kan også gå sammen til én større. Tilveksten inntreffer lettest dersom iskrystallene har et tynt vannlag utenpå.

Nedbøren som faller over Norge er dannet i kald/kjøligskyer. Temperaturen mellom jord-overflaten og skylaget avgjør om nedbøren vil falle som fast eller flytende form.

2.3 Nedbørsformer

Det finnes flere typer nedbørsformer, og de mest sentrale blir beskrevet i dette delkapittelet. Informasjonen er hentet fra (Aguado & Burt, 2007), (Haugen, 2015) og (Nes, 2015a).

2.3.1 Nedbør i flytende form

Yr

Yr er små dråper av vann som sakte faller fra skyer. Yrdråper har enten en form som en flat sfæroide (hvis diameter $> 0,28$ mm), eller en perfekt sfæreform (hvis diameter $< 0,28$ mm). Yr skiller seg fra lett regn da yr ikke danner ringer i vannoverflaten.

Regn

Regn er større dråper av vann, med regndråpediameter opp til 5 mm. Når regn faller har dråpene en form som en flat sfæroide. Luftmotstanden vil flate ut dråpen i bunn og dråpene vil etter vært bli ustabile. De revner opp og splittes i mindre dråper.

Underkjølt regn

Underkjølt regn forekommer når regn eller yr faller gjennom luft med temperatur rundt 0°C . Dråpene har en temperatur under frysepunktet, men dråpene har ikke gått over til nedbør i fast form. På grunn av den negative temperaturen, vil dråpene danne et tynt islag når de treffer bakken. Dette forutsetter dog at temperaturen langs bakken er rundt 0°C .

2.3.2 Nedbør i fast/frossen form

Nedbør i fast form dannes i en kald/kjøligsky, beskrevet i delkapittel 2.2.2.

Snø

Formen på snøpartikler varierer i stor grad, fra $50\ \mu\text{m}$ til 5 mm. Formen er avhengig av temperatur- og fuktighetsforholdene når iskrystallene dannes. Mildt og fuktig vær vil danne større snøflak enn kald og rå luft. Kompleksiteten i formen gjør det vanskelig å bestemme fallhastighet til partiklene.

Kornsnø

Kornsnø er vanligvis små, hvite og kornete snøpartikler, som ofte er et resultat av frossen yr. De er mindre enn 1 mm i tverrsnitt, og spretter ikke opp ved hard bakkekontakt

Hagl

Hagl er iskuler som dannes i bygeskyer, til forskjell fra kornsnø og iskorn som blir dannet i jevne nedbørsskyer. Vertikale luftstrømmer inni bygeskyen transporterer hagl og/eller vanndråper opp og ned inntil tyngden blir stor nok til at de faller til bakken. Haglpartikler kan bli flere cm store, og skape stor skade ved bakkekontakt.

Iskorn

Iskorn er helt eller delvis gjennomsiktige glassaktige og harde iskorn som er 1-4 mm i tverrsnitt. De er dannet av regn som har frosset ved å falle gjennom kaldere luftlag ved bakken. Iskorn vil sprette opp når de faller på hardt underlag.

Isnåler/Snøstjerner

Isnåler eller snøstjerner er små iskrystaller i form av stjerner som kan synes å sveve i luften og forekommer ved kalde temperaturer.

2.4 OTT Parsivel Present Weather Sensor

All informasjon er hentet fra (OTT, 2010) og (Thies, 2007).

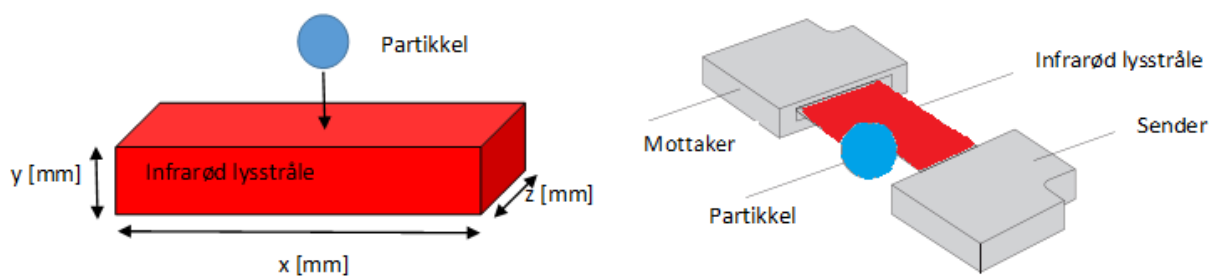
En OTT Parsivel Present Weather Sensor (PWS) er et laserbasert optisk system for fullstendig og pålitelig måling av alle typer nedbør. OTT Parsivel PWS er en PWS av typen distrometer, både hastighet og diameter til fallende nedbørspartikler måles for oppsamling av nedbørkarakteristikk. Sensoren kan detektere flytende nedbørspartikler med størrelser fra 0,2 - 5 mm, og for faste nedbørspartikler detektere nedbørspartikler med størrelser fra 0,2 - 25 mm. Nedbøren kan falle med hastigheter opp mot 20 m/s og likevel bli kategorisert. Sensoren kan detektere yr, yr med regn, regn, regn med lett snøvær, snø, snøkorn, underkjølt regn og hagl. Figur 2.4.1 viser OTT Parsivel 1 PWS plassert ved E18 Holstad i Akershus.



Figur 2.4.1: OTT Parsivel PWS lokalisert ved E18 Holstad. De ulike dekslene beskytter en lasersensor og en mottakerdiode.

2.4.1 Virkemåte

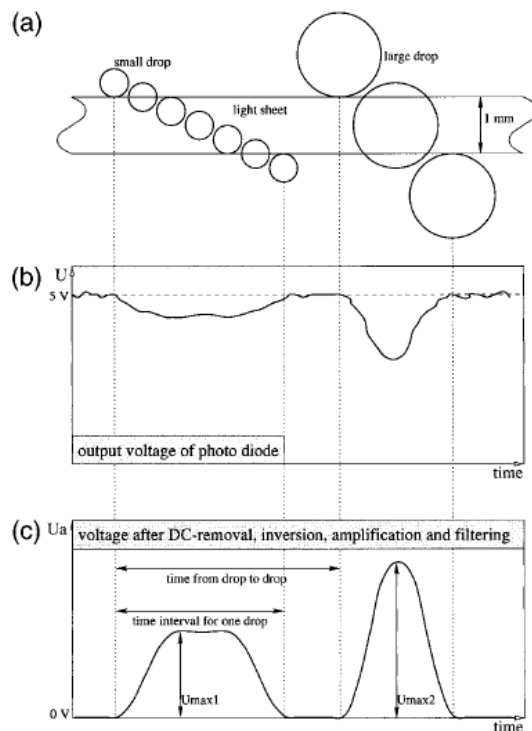
Sensoren består av en lasersensor og en mottakerdiode. Lasersensoren og mottakerdioden er beskyttet av hvert sitt deksel, illustrert i figur 2.4.1. Sensoren sender ut et 180 * 30 mm horisontalt lyssignal med bølgelengde på 650 nm. Signalet treffer mottakerdioden som produserer et spenningssignal. Figur 2.4.2 illustrerer virkemåten til en OTT Parsivel PWS.



Figur 2.4.2: Illustrasjon av distrometerprinsippet. Nedbørspartikler faller gjennom en infrarød lysstråle og partikkelens hastighet og størrelse registreres. Deretter klassifiseres den fallende nedbøren. Illustrasjon til venstre er laget med inspirasjon fra (Thies, 2007). Illustrasjon til høyre er hentet fra (OTT, 2010).

Dersom luften er fri for nedbørspartikler, vil mottakerdioden produsere maks spenningssignal. Nedbørspartikler som entrer lyssignalet, vil redusere spenningssignalet. Fra varigheten og størrelsen på spenningsreduksjonen er det mulig å finne nedbørdiameter og nedbørhastighet. Nedbørdiameteren er relatert til amplituden til det reduserte signalet, mens nedbørhastigheten

er relatert til varigheten til det reduserte signalet. Desto større amplituden til det reduserte signalet er, desto større er nedbørpartikkelen. Figur 2.4.3 illustrerer prosessen for en stor og flere mindre nedbørpartikler som passerer lyssignalet, og utseende på de ulike produserte signalene.



Figur 2.4.3: Illustrasjon av signalene som produseres når nedbørpartikler passerer lyssignalet i et distrometer. (a) En stor og flere mindre partikler passerer lyssignalet. (b) Et ubehandlet spenningsignal fra distrometeret. (c) Ferdigbehandlet signal klar for analyse. Figuren er hentet fra (Löffler-Mang & Joss, 2000).

2.4.2 Klassifisering av nedbør

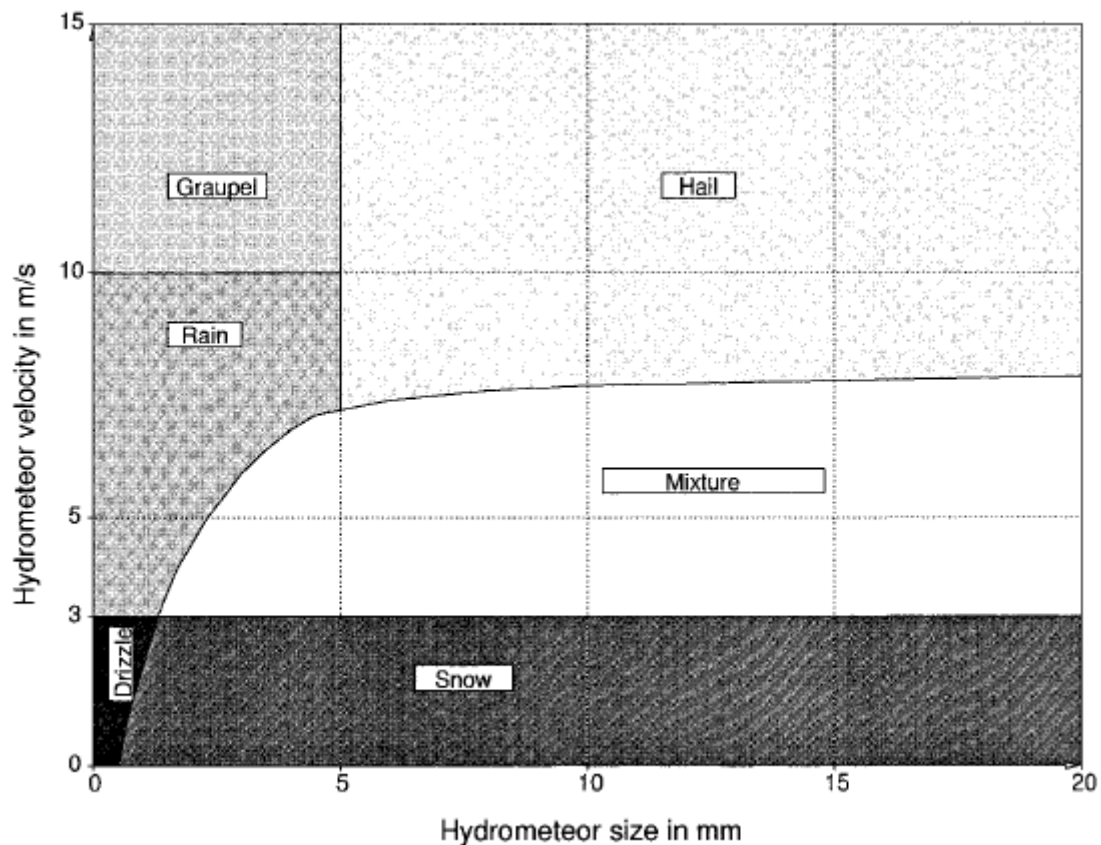
Diameteren og hastigheten blir lagret for hver partikkel. Distrometeret fordeler partiklene inn i hensiktsmessige klasser. Nedbørtypen er basert på antall partikler fordelt i de forskjellige klassene. Hvilken nedbørstype som korresponderer til ulike diametere og hastigheter, er basert på statistiske andeler som er vitenskapelig testet (Gunn & Kindzer, 1949). Vurderingen blir basert på oppdagede partikler i løpet av et tidsintervall på ett minutt. Det finnes 32 klasser for størrelse og 32 klasser for hastighet, som gir totalt 1024 mulige klasser. Det varierer fra distrometer til distrometer hvor mange klasser den klassifiserer nedbøren etter. De to kvantitetene, størrelse og hastighet, gir nok informasjon til å skaffe informasjon om: Nedbørstype, sikt, kinetisk energi, størrelsesspektrum og nedbørintensitet. Nedbørintensitet beregnes ved integrering av volumet av alle enkeltdråper det siste minuttet. Sikt i nedbør estimeres ved at en ytterligere laserdiode og en eller to ekstra detektorer for spredning av lys, plasseres i samme deksel. En kombinasjon av de spredte lysintensitetene og det opprinnelige reduserte signalet vil gi estimert opplevelse av sikt i nedbør for Parsivel (Löffler-Mang, 2008). Usikkerheten rundt siktverdiene er $\pm 10\%$ (OTT Hydromet, 2016). Tabell 2.4.1 viser hvordan

et distrometer tar i bruk den kombinerte informasjonen størrelse-hastighet for å klassifisere nedbørstype. Figur 2.4.4 er en grafisk fremstilling av informasjonen i tabell 2.4.1.

Tabell 2.4.1: Eksempel på hvordan et distrometer kategoriserer nedbørstype fra hastighet [m/s] og størrelse [m].

Nedbørstype	Hastighet [m/s]	Størrelse [mm]
Yr (drizzle)	0-3	0-0,5
Regn	3-10	0-5
Snø	0-3	0,5-20
Graupel*	10-15	0-5
Hagl	7-15	5-20
Blanding snø/regn	3-7,5	1-20

*: Modifisert iskrystall der den sekskantede strukturen på iskrystallen har endret utseende. Graupel kan falle som nedbør eller fungere som kjerne for hagl (Aguado & Burt, 2007).

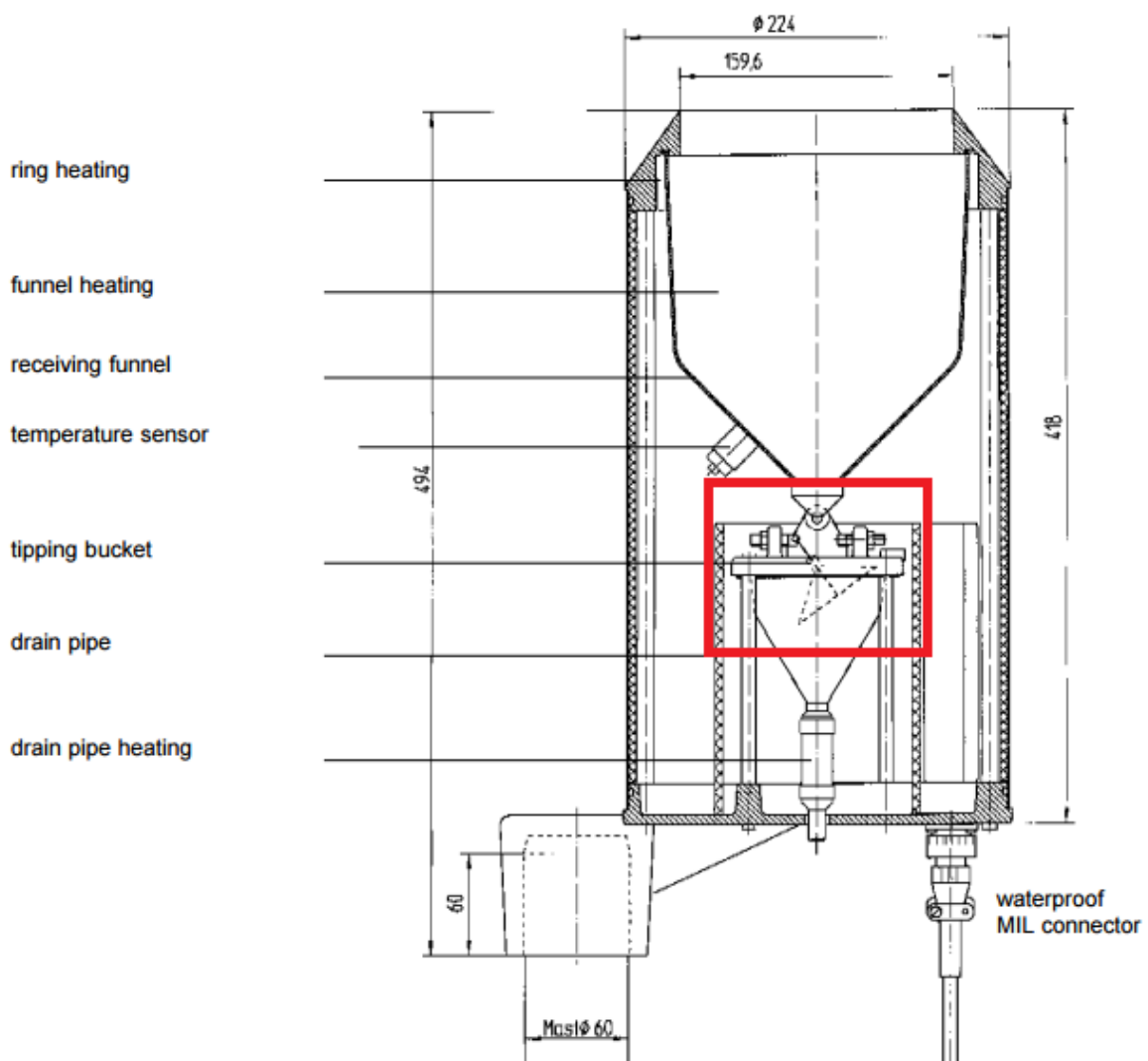


Figur 2.4.4: Skjematisert konsept for størrelse- og hastighetsinformasjon til å detektere ulike nedbørstyper. Figuren viser blant annet at for lave hastigheter og store partikler kategoriserer distrometeret nedbøren for snø. Figuren er hentet fra (Löffler-Mang & Joss, 2000).

2.5 Lambrecht 1518 H3 Vippepluviograf

Informasjon er hentet fra instrumentmanual (Lambrecht, 2015) og (Vuerich et al., 2009).

En vippepluviograf anvender et tvilling-bøttesystem på en balanseanordning for å måle innkommende nedbørmengde av lik vekt. Når den ene bøtten er full, vil tyngdepunktet være fordelt slik at den vil «tippe» og tømme det innkommende vannet. Balanseanordningen sørger for at den andre bøtten er klar for videre oppsamling. Rød firkant i figur 2.5.1 illustrerer «tippe» -mekanismen. Noen modeller er utstyrt med varmeelement rundt åpningen for å forhindre opphopning av snø og sikre at all nedbør fanges opp. Varmeelementet skal også forhindre at vandrdåper som ligger langs varme-elementet fordampes vekk. Oppvarming styres elektronisk.



Figur 2.5.1: Lambrecht 1518 H3 Vippepluviograf. Rød firkant viser plassering av «tippe» -mekanismen. Figur er hentet fra (Lambrecht, 2015).

2.6 Geonor T-200B nedbørmengdeinstrument

Informasjon er hentet fra instrumentmanual (GenorA/S) og (Vuerich et al., 2009).

Geonor er en vektnebbørmåler. Nedbøren blir samlet i en bøtte og veid kontinuerlig. Bøtten er plassert inni en beholder med sylinderformet åpning, beskyttet av vindskjermer. Figur 2.6.1 viser oppsett av instrumentet. Geonor bruker ikke mekaniske deler i mengdebestemmelsen, og vil følgelig ha lite behov for vedlikehold. Bøtten henger i mange elastiske strenger, tilkoblet en frekvensmåler. Forekomst av ny nedbør vil forstyrre frekvensen og på den måten kan akkumulert nedbør beregnes. Usikkerheten ved nedbørdata er 0,1 % av 'full bøtte'. Vektnebbørmålere er godt egnet som helårsmålere. Fast nedbør trenger ikke oppvarming før den registreres. Bøtten vil i tillegg være fylt med etylenglykol, metanol og olje om vinteren, som skal forhindre isdannelse. Om sommeren brukes en vann og oljeblanding i bøtten, for å hindre fordampning av vann. Bøtten må manuelt tømmes med jevne mellomrom.



Figur 2.6.1: Geonor T-200B nedbørmengdeinstrument. Målebøtte befinner seg inne sylinderformet beholder, som beskyttes for vind av metallflappene i bildet til venstre. Frekvensmåleren er sort objekt i bildet til høyre. Bilde er hentet fra (GenorA/S).

2.7 SYNOP

Meteorologiske observasjoner og målinger fra stasjoner rundt om i landet blir kodet i såkalte SYNOPTiske koder (SYNOP-koder) som blir rapportert inn til MET for analyse og lagring. En SYNOP-melding inneholder visuelle observasjonsparametere satt opp i en bestemt rekkefølge. Meldingen består av en blanding av tall og bokstaver. En melding skal si noe om været i observasjonstiden, synsvidde, skyhøyde (høyden til undersiden av laveste sky), samlet skydekke (oppgitt i åttendedeler), mengde og type av lave, mellomhøye og høye skyer, været siden forrige observasjonstid (dersom den er observert), avhengig om man skal rapportere nedbør eller ei, en liten kommentar om nedbørmengde og markas tilstand.

2.7.1 Været i observasjonstiden

Været ved observasjonstiden, ww, skal angis med to sifre fra 00-99. Jo mer ekstremt været er, jo høyere kodetall. Hver værtype har sin egen ww-kode. Kodene velges ut i fra kodeboken i tabell 8.2.1. For at det skal være oversiktlig, er værtypene delt inn i 10 grupper/dekader. Det skilles mellom bygevær, vedvarende nedbør og nedbør med opphold. I tillegg kan regn, yr og snø representeres med tre forskjellige intensiteter - kraftig/tett, middels og lett. Dersom det kan oppfattes flere vær-situasjoner samtidig, velges værtypen med høyest ww-kode, med unntak av ww = 17 (tordenvær, men ikke nedbør på stasjonen ved observasjonstiden) som velges foran ww = 20-49 (ikke nedbør på stasjonen ved observasjonstiden).

2.7.2 Synsvidde

En observatør skal kode i forhold til den største avstanden en mørk og tilstrekkelig stor gjenstand kan sees og kjennes igjen med tilstrekkelig tydelighet. En observatør skal ane at et mørkt hus' konturer er i ferd med å bli utvisket. Dersom synsvidden er forskjellig i forskjellige retninger, skal den korteste synsvidden angis, med mindre en nedsettelse av synsvidden (bygenedbør, tåke eller dis) tar opp mindre enn 45° av horisonten. SYNOP-koden for synsvidde rapporteres som en VV-kode. For VV = 0-49, representerer sikt i grupper på 100 meters intervaller opp til 5 km (VV = 50). Fra 5 km til 30 km blir intervallene 1000 meter store per gruppe, VV = 50, 56-79. (51-55 brukes ikke). Videre øker intervallengden til 5000 meter for VV-kodene 80-88. Dersom sikten er lik eller større enn 75 km brukes koden 89. Usikkerheten for disse verdiene er gitt som halvparten av hvert intervall. VV-kodene er gitt i tabell 8.3.1.

2.8 Kategoriske data

Data kan deles inn i kategorisk eller kontinuerlig informasjon. I dette delkapittelet vil det bli gitt en presentasjon av kategoriske data og kategorisk statistikk, da dette blir brukt senere i oppgaven.

Kategorisk data er observasjoner av kategoriske variabler (Løvås, 2004). Kategoriske variabler brukes gjerne der det er naturlig å dele observasjonene inn i kategorier, ikke tilegne observasjonen en tallverdi (kontinuerlige variable). Nedbørstype, nasjonalitet og alder er noen eksempler på kategoriske variabler. Selv om alder kan representeres som nøyaktig én tallverdi, er det ofte mer informativt å kategorisere alder i aldersgrupper. Dette er også med på å bedre oversikten.

En kontingenstabell, eller krysstabell, er en tabell som brukes til å analysere kategoriske data (Løvås, 2004). Tabellen oppsummerer resultatene på en oversiktlig og informativ måte og blir presentert i delkapittel 2.8.1. Scoreverdier brukes for å si noe om de oppsummerte resultatene i en kontingenstabell og blir presentert i delkapittel 2.8.2.

2.8.1 Kontingenstabeller

En kontingenstabell er en frekvenstabell som viser hvor mange ganger data plasseres i ulike grupper av de kategoriske variablene som er med i studiet. Kontingenstabellen blir brukt til å analysere og fange opp sammenhengen mellom to eller flere kategoriske variabler. Begge variablene er delt inn i like mange og like grupper. Antall grupper er avhengig av som skal undersøkes. Denne oppgaven har undersøkt OTT Parsivels evne til å detektere nedbør. Antall grupper vil derfor være to, enten «ja, det har falt nedbør» eller «nei, det har ikke falt nedbør».

2×2 kontingenstabell (Ja/Nei)

Tabell 2.8.1 viser en ja/nei kontingenstabell.

Tabell 2.8.1: Ja/Nei kontingenstabell.

		Sensor		
		Ja	Nei	Total
Referanse	Observert nedbør			
	Ja	a) Riktig treff	b) Savnede hendelser	a) + b)
	Nei	c) Falsk alarm	d) Riktig avvisning	c) + d)
	Total	a) + c)	b) + d)	n = a) + b) + c) + d)

En 2×2 kontingenstabell sier enten «ja, dette vil skje» eller «nei, dette vil ikke skje». Hver observasjon faller under en av de fire kombinasjonene av referansen (ja eller nei) eller sensoren (ja eller nei).

Hver celle i tabell 2.8.1 korresponderer til én av følgende situasjoner:

- a) Treff: Både OTT Parsivel og referanse har observert nedbør.
- b) Bom: OTT Parsivel har ikke observert nedbør, noe referansen gjorde.
- c) Falsk alarm: OTT Parsivel har observert nedbør, noe referansen ikke gjorde.
- d) Korrekt avvisning: Både OTT Parsivel og referanse har ikke observert nedbør.
- n) Totalt antall observerte hendelser

Et stort utvalg av kategorisk statistikk kan regnes ut fra 2×2 kontingenstabell for å beskrive ulike aspekter ved kontingenstabellen. Det følgende delkapittelet beskriver hvordan ulike scoreverdier kan utarbeides fra 2×2 tabeller.

2.8.2 Scoreverdier

Fra 2×2 kontingenstabellene er det mulig å konstruere et bredt spekter av numeriske scoreverdier. For å kunne si noe om informasjonen lagret i en 2×2 kontingenstabell, kreves det minimum tre scoreverdier (Allan, 1991). De fleste scoreverdier har både styrker og svakheter, det er derfor viktig å velge kombinasjoner av scoreverdier som dekker hverandres svakheter (Wilks, 2011). De enkleste og mest sentrale scoreverdiene for å angi sensorens evne til å detektere nedbør, er presentert her og bygger på 2×2 kontingenstabellen fra tabell 2.8.1.

Treffsikkerheten (PC) til sensoren angir sannsynligheten for at sensoren har observert det samme som referanse, dvs. at $b = c = 0$. Verdien varierer fra 0 (dårligst) til 1 (perfekt verdi). PC skiller seg fra POD, da PC angir korrelasjon mellom referanse og sensor. Fra 2×2 tabellen er treffsikkerheten gitt ved:

$$PC = \frac{a+d}{n} \quad (2.4)$$

POD (Probability of Detection) angir sannsynligheten for at nedbør er observert når det faktisk kom nedbør. Verdien varierer fra 0 (dårligst) til 1 (perfekt verdi). Da man kan maksimere POD ved å alltid bare melde 'JA', er det vanlig å bruke POD i en kombinasjon med FAR. Fra 2×2 tabellen er POD gitt ved:

$$POD = \frac{a}{a+b} \quad (2.5)$$

FAR (False Alarm Ratio) angir sannsynligheten for at nedbør er observert når det faktisk ikke kom nedbør. Verdien varierer fra 0 (perfekt verdi) til 1 (dårligst). Ved perfekt verdi er ingen falske alarmer meldt. Fra 2×2 tabellen er FAR gitt ved:

$$FAR = \frac{c}{a+c} \quad (2.6)$$

3 Metode

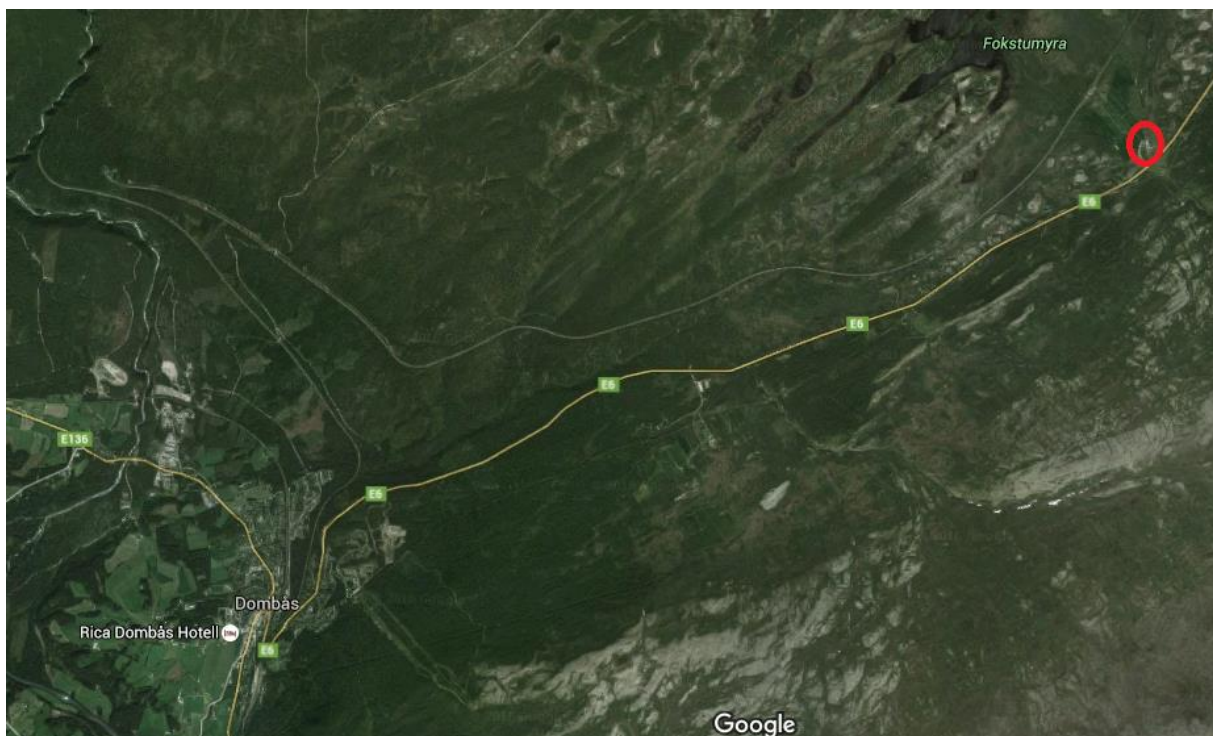
I dette kapitlet vil først Fokstugu observasjonsfelt og Ås introduseres. En stor del av data-innsamlingen for Ås har kommet fra forskjellige utstyr utplassert forskjellige steder, og vil bli presentert her. Fokuset flyttes deretter over på de ulike datasettene og analyse av disse.

3.1 Klima for Fokstugu og Ås

3.1.1 Fokstugu

Klimaet i Oppland kjennetegnes ved store klimamotsetninger, spesielt med tanke på vind og nedbør. For de bebodde områdene preges klimaet av lite vind og nedbør, kalde vintre og varme somrer. I den nordligste delen av Gudbrandsdalen, Skjåk, finnes landets mest nedbørfattige område med under 300 mm årsnedbør (Store Norske Leksikon, 2013).

Fokstugu observasjonsfelt befinner seg 973 m.o.h i nærheten av E6 i Oppland (62°06'47.4"N, 9°17'17.1"Ø). Feltet ligger ca. 10 km nordøst for Dombås og ca. 20 km sørvest for Hjerkinn, midt i Dovres Nasjonalparker. Flyfoto over Fokstugu er markert med rød ring i figur 3.1.1.



Figur 3.1.1: Flyfoto over Fokstugu og nærliggende områder. Fokstugu er markert med rød ring. Utsnittet er hentet fra (Google, 2016).

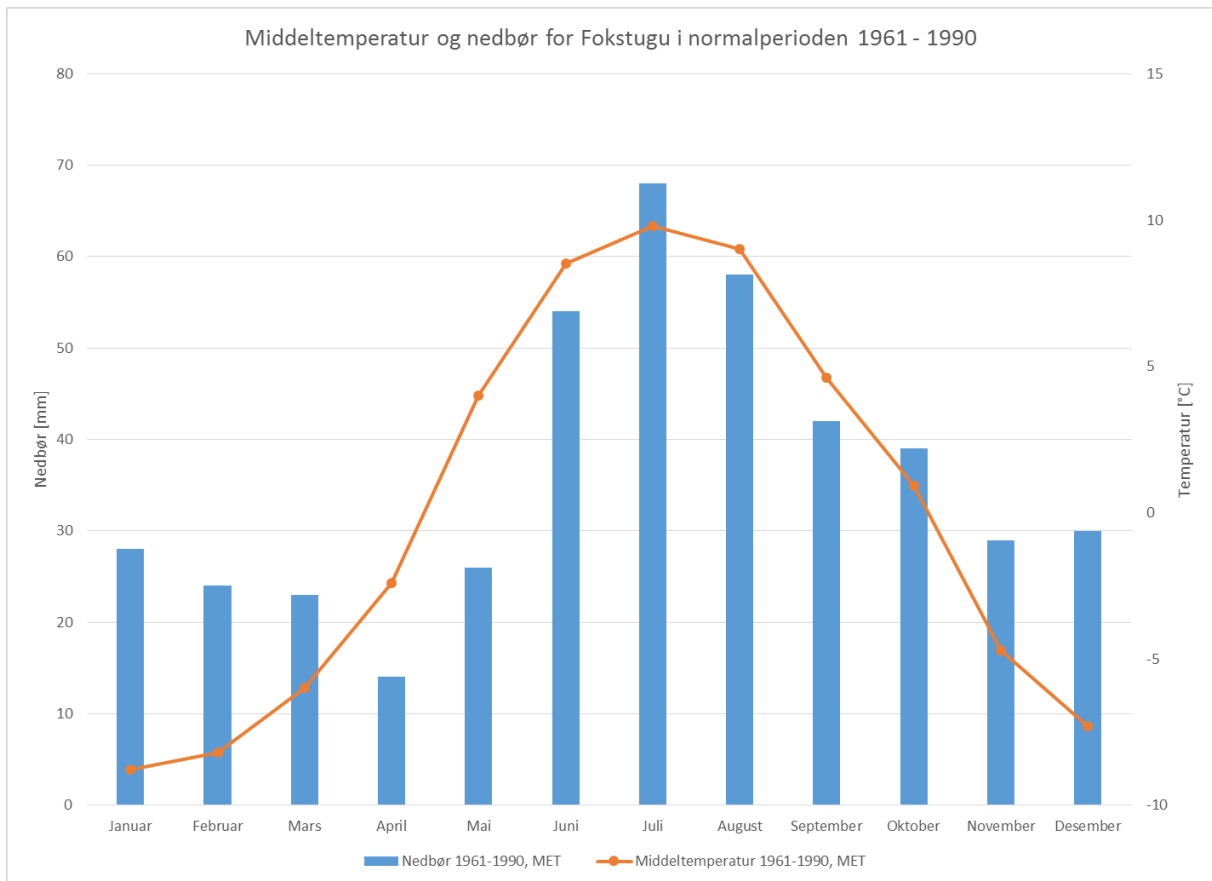
Årlig middeltemperatur for normalperioden 1961-1990 var $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ og årsnedbøren var 435 mm (Meteorologisk Institutt, 2015a).

En normalperiode er en definert 30-års periode, og dagens normalperiode er 1961-1990. Normaler brukes som en referanse mellom målestasjoner og mellom land, og de brukes for å finne avviket mellom dagens vær og normalen. Normaltemperatur defineres som gjennomsnittstemperaturen over en gitt normalperiode (Meteorologisk Institutt, 2015b).

Tabell 3.1.1 viser en månedlig oversikt over middeltemperatur og nedbør for Fokstugu i dagens normalperiode. Nedbørsmengden ligger mellom 20-30 mm gjennom året, for utenom sommermånedene juni, juli og august. For disse månedene kommer det omtrent 60 mm nedbør. Det faller minst nedbør i april med 14 mm, og mest nedbør i juli med 68 mm, som også er den varmeste måneden med $9,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Figur 3.1.2 er en grafisk fremstilling av informasjonen i tabell 3.1.1. Data er hentet fra (Meteorologisk Institutt, 2015a)

Tabell 3.1.1: Månedlig middeltemperatur [$^{\circ}\text{C}$] og nedbør [mm] for Fokstugu i normalperioden 1961-1990.

Måned	Middeltemperatur 1961 - 1990 [$^{\circ}\text{C}$]	Nedbørmengde 1961 -1990 [mm]
Januar	-8,8	28
Februar	-8,2	24
Mars	-6,0	23
April	-2,4	14
Mai	4,0	26
Juni	8,5	54
Juli	9,8	68
August	9,0	58
September	4,6	42
Oktober	0,9	39
November	-4,7	29
Desember	-7,3	30



Figur 3.1.2: Middeltemperatur og nedbør for Fokstugu i normalperioden 1961 - 1990.

3.1.2 Ås

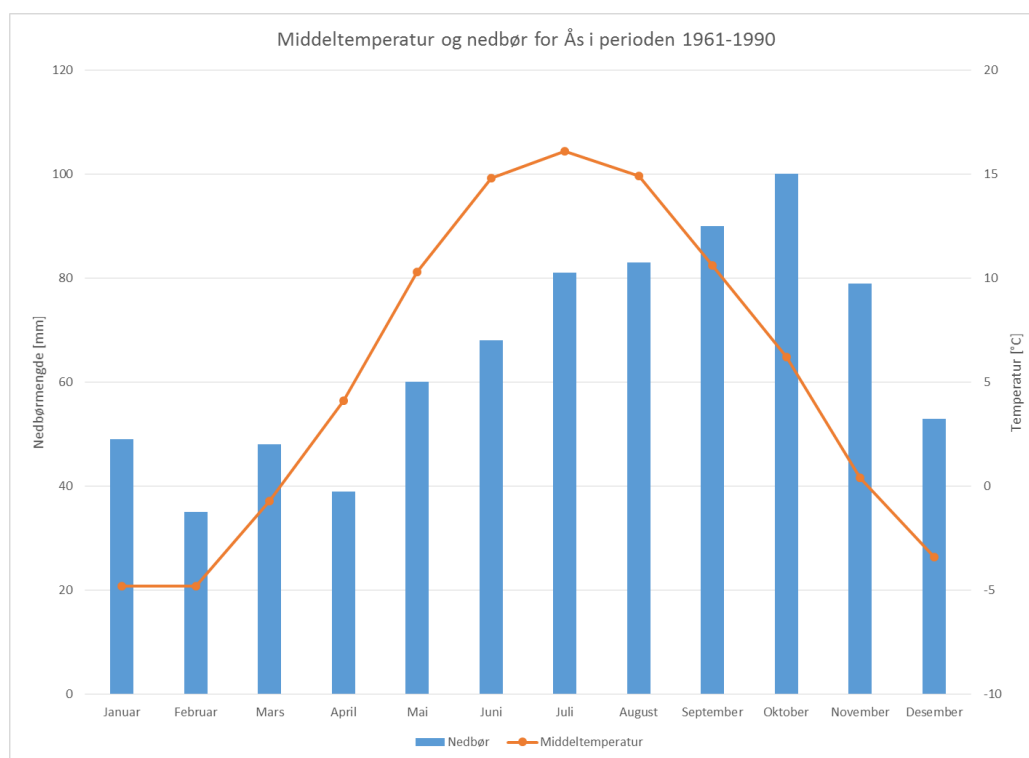
Klimaet i Akershus har typisk innlandspreg, det preges av lite vind, moderat nedbør og store daglige og årlige temperaturforskjeller (Store NorskeLeksikon, 2009). Akershus er fylket i Norge med det høyeste månedsmiddelet i juni (Store Norske Leksikon, 2011). Middelet ligger mellom 15-17 °C med de høyeste temperaturene rundt Oslofjorden. Mjøsa og Oslofjorden sørger for at det blir mye tåke, da spesielt om høsten og i begynnelsen av vintrene.

Ås, 92 m.o.h, ligger ca. 10 kilometer øst for Oslofjorden og ca. 25 kilometer sør for Oslo. Klimaet i Ås er karakterisert av milde vintre. Årlig middeltemperatur for normalperioden 1961-1990 var 5,3 °C og årsnedbøren var 785 mm (Meteorologisk Institutt, 2015a).

Tabell 3.1.2 viser månedlig oversikt over middeltemperatur og nedbør for Ås i dagens normalperiode. Nedbøren varierer en del gjennom året med den minste nedbøren i februar med 35 mm, og mest nedbør i oktober med 100 mm. Juli er den varmeste måneden med 16,1 °C, som også gjelder for resten av Akershus. Figur 3.1.3 er en grafisk fremstilling av informasjonen i tabell 3.1.2. Data er hentet fra (Meteorologisk Institutt, 2015a)

Tabell 3.1.2: Månedlig middeltemperatur [°C] og nedbør [mm] for Ås i normalperioden 1961-1990.

Måned	Middeltemperatur 1961 - 1990 [°C]	Nedbørmengde 1961 -1990 [mm]
Januar	-4,8	49
Februar	-4,8	35
Mars	-0,7	48
April	4,1	39
Mai	10,3	60
Juni	14,8	68
Juli	16,1	81
August	14,9	83
September	10,6	90
Oktober	6,2	100
November	0,4	79
Desember	-3,4	53



Figur 3.1.3: Middeltemperatur og nedbør for Ås i perioden 1961-1990

3.2 Fokstugu observasjonsfelt

Figur 3.2.1 viser Fokstugu observasjonsfelt. Her har både MET og SVV utstasjonert sensorer for registrering av nedbør. MET har utplassert en Geonor nedbørmengdemåler, og Fokstugu er i tillegg bemannet med en observatør som observerer været hver dag fra kl. 07-22, hver tredje time. SVV har utplassert en OTT Parsivel² PWS på stedet.



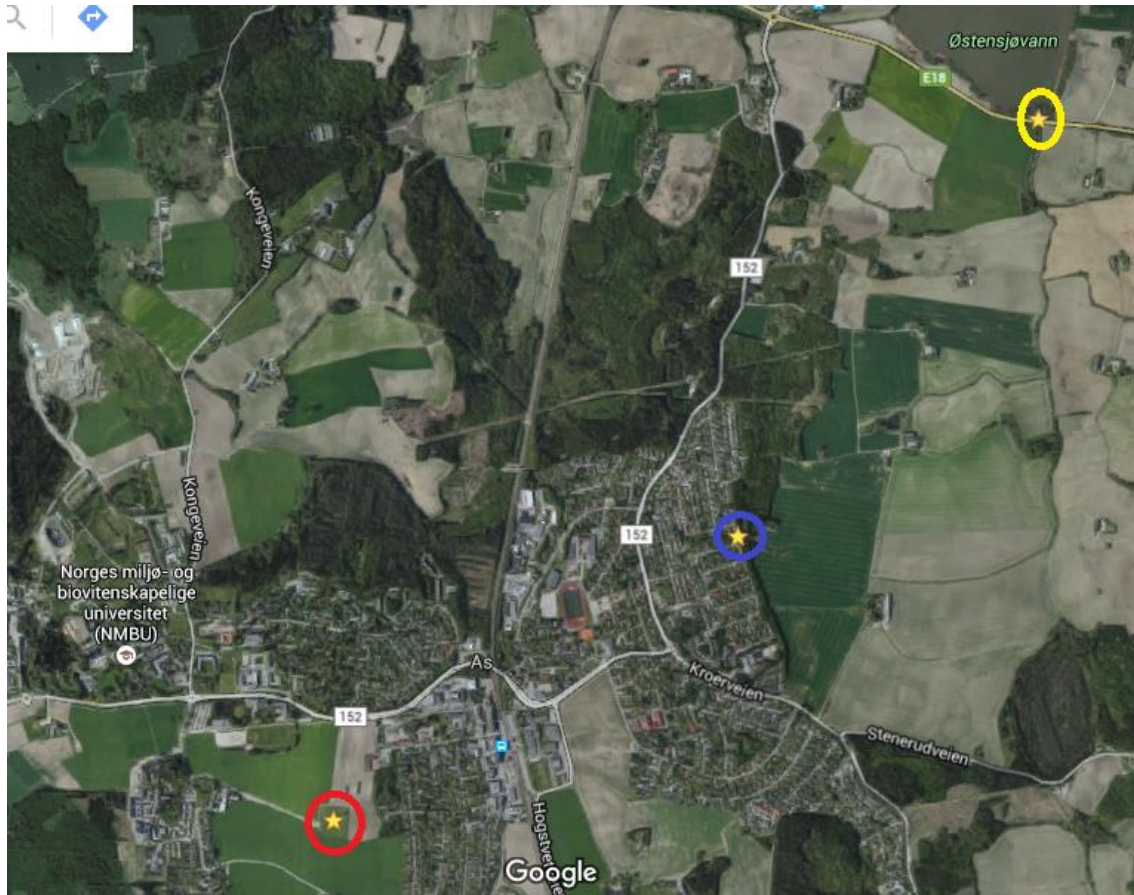
Figur 3.2.1: Fokstugu observasjonsfelt. Figur 3.2.1 a) viser stasjonen mot nord, b) stasjonen mot øst, c) stasjonen mot vest og d) stasjonen mot sør. Bildene tilhører MET.no

Stasjonshistorie

Stasjonen har vært i drift fra juni 1968 og har stasjonsnummer 16610. Stasjonen begynte som en visuell og manuell værstasjon. November 1995 ble den i tillegg utstyrt med automatiske instrumenter. I 1980 ble det satt opp ny målehytte 40 m nordvest for den gamle hytta (Meteorologisk Institutt, 2015e).

3.3 Målestasjoner i Ås

I denne oppgaven har det blitt samlet inn data fra fem forskjellige kilder, lokalisert ved tre forskjellige steder i Ås. Disse områdene er markert med forskjellige ringer i figur 3.3.1. Rød ring markerer Søråsjordet, blå ring markerer Rustadskogen og gul ring markerer Holstad. Avstanden fra Søråsjordet til Rustadskogen er omtrent to km i luftlinje, og avstanden fra Rustadskogen til Holstad er omtrent to km i luftlinje.



Figur 3.3.1: Oversikt over de forskjellige målestasjonene i Ås. Rød ring markerer Søråsjordet, blå ring markerer Rustadskogen og gul ring markerer Holstad. Utsnittet er hentet fra (Google, 2016).

3.3.1 Søråsjordet

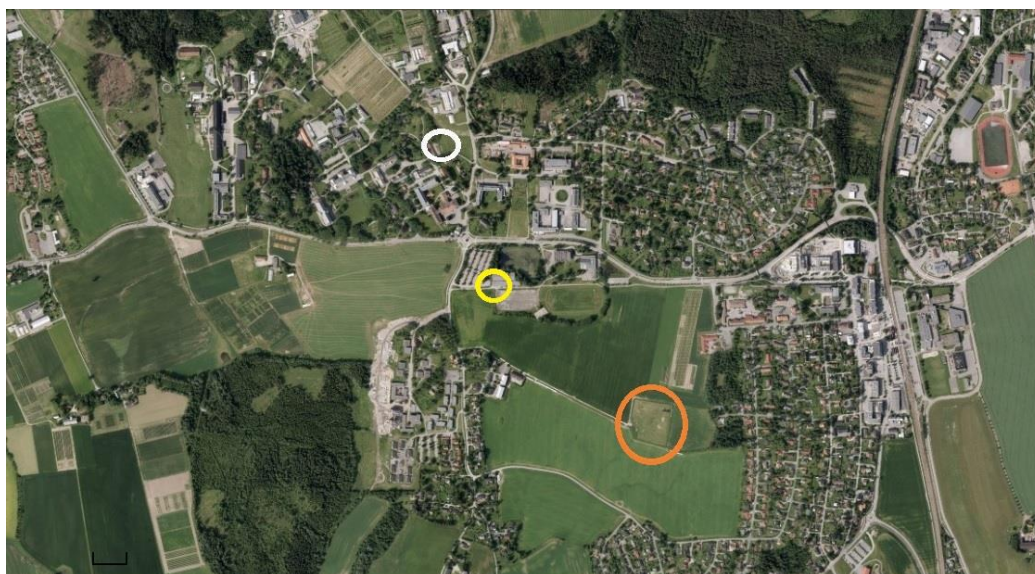
Søråsjordet i Ås i Akershus, med koordinater N 59° 39' 37", Ø 10° 46' 54", befinner seg 800 fra det nærmeste bygget ved NMBU som er Institutt for matematiske realfag og teknologi (IMT). Feltet har en minsteavstand på 200 meter til nærmeste bebyggelse og trelinje. Feltet befinner seg på et åkerlandskap med en helning på 1 % mot sørvest (NMBU, 2009). Det disponible området til feltet er 12 dekar i et inngjerdet område. Figur 3.3.2 viser Søråsjordet og omliggende terreng. Her foretas det både manuelle og automatiske målinger av nedbørmengde. Manuelle målinger tas av IMT/NMBU hverdager kl 8. Automatiske målinger tas av instrumentet Geonor for MET.



Figur 3.3.2: Søråsjordet. Manuelle nedbørsmålinger fortas her hverdager kl 8 av IMT/NMBU, samt MET har utplassert en Geonor nedbørmåler. Figur 3.3.2 a) er tatt mot nord, b) er tatt mot øst, c) er tatt mot vest og d) er tatt mot sør. Fotograf: Fredrik Aulie

Stasjonshistorie

Søråsjordet har en av de lengste observasjonsseriene i Norge og observasjonene begynte i 1859 (NMBU, 2009). Den første stasjonen lå ved kjøkkenhagen til NMBU. Dette tilsvarer området like bak dagens bokhandel. Stasjonen lå ved kjøkkenhagen frem til 1918 da den ble flyttet til Skogsdammen. Her ble den liggende frem til 1983 da den ble flyttet for siste gang til Søråsjordet, der den er i dag. Figur 3.3.3 viser en oversikt over nåværende og tidligere plasseringer til målestasjonen. Den hvite ringen markerer plasseringen til målestasjonen ved kjøkkenhagen til NMBU, den gule ringen markerer plasseringen ved Skogsdammen og den oransje ringen markerer dagens plassering. Figuren er hentet fra (Duaas, 2015)



Figur 3.3.3: Oversikt over historiske måleplasseringer ved Ås. Den hvite ringen markerer plasseringen til målestasjonen ved kjøkkenhagen til NMBU, den gule ringen markerer plasseringen til målestasjonen ved Skogsdammen og den oransje ringen markerer dagens posisjon ved Søråsjordet. Figuren er hentet fra (Duaas, 2015).

3.3.2 Rustadskogen

Rustadskogen er et boligfelt, på vei mot Kroer. Figur 3.3.4 viser posisjon til utplassert sensor (Lambrecht) fra Norges vassdrag- og energidirektorat (NVE), markert med henholdsvis blå ring (figur 3.3.4: e) og rød ring (figur 3.3.4: a-d)). Nedbørsensoren er plassert midt i et inngjerdet område, med 20 meter til nærmeste skogsfelt og 60 meter til nærmeste hus.



Figur 3.3.4: Flyfoto og nærliggende områder for Rustadskogen. Figuren til venstre viser sensorens beliggenhet i forhold til bebyggelse og terreng. Rød ring markerer sensor. Figur 3.3.4 a) viser nordlig himmelretning, b) viser østlig himmelretning, c) viser nordvestlig himmelretning og d) viser sørlig himmelretning. Foto: Fredrik Aulie. Figur 3.3.4 e) viser flyfoto over Rustadskogen og nærliggende områder. Blå ring markerer posisjonen til NVEs nedbørsensor. Utsnittet er hentet fra (Google, 2016).

3.3.3 Holstad

Holstad ligger langs E18 mellom Ås og Ski, ved Østensjøvann. Sør for E18 er det store områder med dyrket mark, mens nord for E18 er det tett vekst av store busker og små trær langs Østensjøvann. Disse blokkerer sikten nordover. Terrenget er delvis kupert, og ved sørøst-enden av Østensjøvann har Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) en målebu. Målebua er plassert i et lite søkk i terrenget som gjør bestemmelse av sikt vanskelig. Observatør observerer ikke ved et høyt punkt (ønskelig) og har heller ikke fri sikt i alle himmelretninger. Bua ble brukt som tilholdssted da nedbørstype og sikt ble observert ved perioder med sammenhengende nedbør, og er vist i figur 3.3.5 c). Gul ring markerer plassering av OTT Parsivel¹ fra SVV og blå ring markerer plassering av Lambrecht fra NIBIO. Figur 3.3.5 a) og b) viser målebuas plassering i terrenget og er markert med rød ring.



Figur 3.3.5: Holstad observasjonsfelt. Rød ring i figur 3.3.5 a) og b) markerer plassering av målebu. Dens plassering vanskeliggjør bestemmelse av sikt, da den er plassert i et lite søkk i terrenget og buskas sperrer for sikten nordover. Gul og blå ring markerer henholdsvis posisjon til SVVs OTT Parsivel¹ og posisjon til NIBIOs Lambrecht.

3.4 Beskrivelse av datamateriale

Dataanalysen baserer seg på innsamlede data fra Fokstugu observasjonsfelt og Ås i perioden 1. januar 2016 til 31. mars 2016. En oversikt over datamateriale er vist i tabell 3.4.1. Tabellen oppgir eier av sensor, lokasjon til sensor, sensortype, parametere som logges av sensor og loggfrekvens. Ved Fokstugu er det utplassert en OTT Parsivel². Dersom det ikke forekommer nedbørpartikler, oppgis sikt til å være 20000 m. Ved Holstad er det utplassert en OTT Parsivel¹. Dersom det ikke forekommer nedbørpartikler i luften, oppgis sikt til å være 9999 m.

I de innsamlede datasettene har det dukket opp flere feil og mangler. I perioden 14. til 26. januar var det unormalt kaldt i Ås, med temperaturer ned mot -30 °C. Det resulterte i isdannelse i målebøtten til Geonor ved Søråsjordet, da frostvæskeblandingen var beregnet for mildere temperaturer. Disse målingene har derfor blitt ekskludert fra studiet.

Det ble i tillegg oppdaget feil i nedbørmengdedatasettet fra NIBIO for mars måned, da nedbørmengde fra de ulike datasettene skulle sammenliknes. Feilen kan skyldes den elektriske oppvarmingen til Lambrecht Vippepluviometeret. Dette har ikke blitt bekreftet/avkreftet fra NIBIO.

Nedbørmengde ved Fokstugu ble ikke registrert, men kunne likevel beregnes ettersom Geonor samler nedbør. Tilvekst per time ble beregnet fra differansen i bølgeverdi for perioder med minst 10 min nedbør. Vanligvis baserer beregningene seg på stasjonslogger med METs Geonoralgoritme. I dette tilfellet gjaldt det å finne et program for justeringsparametere. Disse ble først funnet for Ås-datasettet og programmet ble så overført til Fokstugu. Programmet som ble utviklet, registrerte ikke all nedbør, men de største avvikene ser ut til å oppstå i perioder med lite nedbør.

Begge Parsivel-sensorene hadde tidspunkter de ikke var operative. De inaktive periodene varierte fra noen timer til flere dager. Disse tidspunktene har blitt ekskludert i analysene, og blir diskutert senere i oppgaven, se delkapittel 4.1. Det ble brukt mye tid på å finne disse tidspunktene, da tidspunktene er fjernet fra datasettene. Dersom det hadde vært tilgang på sensorstatus fra OTT Parsivel, kunne årsak bak feilene bli oppklart.

Tabell 3.4.1: Oversikt over datamateriale brukt i oppgaven. Tabellen oppgir stasjonsholder, lokasjon til sensor, sensortype, parametere som logges av sensor og loggfrekvens.

Lokasjon	Stasjons- holder	Sensor	Parameter	Loggfrekvens
Fokstugu	MET	Observatør	1) ww-koder 2) vv-koder	Hver tredje time
Fokstugu	MET	Gill WindObserver II	Kraftigste middelvind siste time [m/s]	Hver time
Fokstugu	SVV	OTT Parsivel ²	1) Nedbørsintensitet [mm/t] 2) Sikt i nedbør [m]	Hvert tiende minutt
Søråsjordet	NMBU	Manuell nedbørmåler	Manuell avlesning av nedbørmengde [mm]	Hverdager kl 08
Søråsjordet Fokstugu	MET	Geonor Geonor	1) Nedbørmengde [mm] 2) Antall minutter det kom nedbør i foregående time [min]	Hver time
Rustadskog en	NVE	Lambrecht	Nedbørmengde [mm].	Hvert minutt
Holstad	NIBIO	Lambrecht	Nedbørmengde [mm]	Hvert minutt
Holstad	SVV	OTT Parsivel ¹	1) Nedbørsintensitet [mm/t] 2) Sikt i nedbør [m]	Hvert tiende minutt
Holstad		Undertegnede	1) ww-koder 2) vv-koder	Ved lengre nedbørperioder hver time

3.4.1 Data fra Eklima

Datsett fra MET sin database, Eklima, brukt for analyse i denne oppgaven består av følgende parametere:

- ww: Nedbørtype gjort av observatør ved Fokstugu hver tredje time fra 07-22 (norsk tid).
- vv: Sikt gjort av observatør ved Fokstugu hver tredje time fra 07-22 (norsk tid).
- RT_1: Angir antall minutter det kom nedbør i den foregående timen hver time.
- RR_1: Nedbørmengde hver time.
- FX_1: Kraftigste middelvind siste time.
- Tid oppgis i universell tid (UTC, Coordinated Universal Time). UTC erstatter det tidligere GMT (Greenwich Mean Time) og ligger 1 time bak norsk normaltid og 2 timer bak norsk sommertid, f.o.m 27.mars 2016 kl. 02:00.

3.4.2 Data fra SVV

Datsett fra SVV sin database, Vegvær, brukt for analyse i denne oppgaven består av følgende parametere:

- Sikt i nedbør: Dersom ingen forekomst av nedbørpartikler oppgis sikten som 9999 m og 20000 m fra henholdsvis Parsivel¹ og Parsivel². SVV hadde ingen forklaring på at det oppgis to siktverdier når datsett for Fokstugu nedlastes. Det er ukjent om dette skyldes sensorfeil eller feil i programvare. OTT ble kontakten for å finne ut hvilken siktverdi som tilhører Parsivel, og bekreftet at første verdi var gyldig.
- Nedbørintensitet: Det foreligger heller ingen informasjon om intensitet er et 10 min middel eller en nåverdi. Mengdeberegning ble gjennomført med antagelsen om at verdien var et gjennomsnittsmiddel. Eventuelle feil kan ikke være så store dersom antagelsen er feil, da de største avvikende mellom nåverdi og gjennomsnittsverdi vil oppstå ved ekstremtilfeller av mye nedbør på minuttbasis.
- Oppgis i norsk tid

3.4.3 Data fra manuelle observasjoner

Manuelle observasjoner ble målt for sammenhengende nedbørsperioder. Sikt (vv) og nedbørtype (ww) ble målt etter de SYNOP-kodene beskrevet i delkapittel 2.7. Disse dataene ble tatt for å virke som referansedata for OTT Parsivel¹. For observasjoner fra Fokstugu, se tabell 8.4.1 til tabell 8.4.3 i vedlegg 8.4. Observasjoner fra Holstad er gitt i tabell 3.4.2.

Tabell 3.4.2: Oversikt over manuelle værobservasjoner av nedbørtype (ww) og sikt (vv) ved Holstad.

Dato og kl	ww	vv
01.02.2016 12	77	50
01.02.2016 13	73	15
01.02.2016 14	75	5
01.02.2016 15	71	20
08.02.2016 10	61	20
08.02.2016 11	73	15
08.02.2016 12	75	5
08.02.2016 13	75	4
08.02.2016 14	61	20
02.03.2016 10	70	40
02.03.2016 11	22	56

3.5 Datanalyse

Gjennomføring av analyser, behandling og plotting av resultater har foregått ved hjelp av MATLAB R2016a og Excel. MATLAB er et høynivåprogrammeringsspråk som innehar verktøy for å analysere og visualisere data. Mer informasjon om MATLAB finnes på nettstedet: <http://se.mathworks.com/products/matlab/index.html>.

I de neste delkapitlene vil de ulike stegene i analysen bli presentert.

3.5.1 Datautvelgelse

Data for sikt, nedbørtype, temperatur, nedbørmengde og nedbørtid ble hentet ut fra Met sin database, Eklima, og lagret i Excel. Data for sikt og nedbørintensitet ble hentet ut fra SVV sin database og lagret i Excel. Nedbørdata fra NVE, NMBU/IMT og NIBIO ble tilsendt på mail.

En algoritme ble utarbeidet i MATLAB for å indentifisere og plote periodene da observatør ved Fokstugu og Parsivel² begge oppga siktverdi. For Parsivel ble algoritmen utviklet slik at den fant siktverdier mindre enn 20000 m. Noen av periodene ble studert nærmere for å undersøke om parameterne nedbørintensitet eller nedbørtype påvirket sikten til Parsivel og blir presentert og diskutert i delkapitlene 4.2.1 og 4.2.2.

3.5.2 Spredningsplott

Det ble funnet perioder der Parsivel og observatør hadde observert sikt ved samme tidspunkt. Ved å gi Parsivel et større tidsrom å observere over, vil det åpne for muligheten for at nedbørsituasjoner som evt. er fanget opp av observatør vil passere Parsivels snevre «synsfelt». Det ble foretatt et gjennomsnitt av sikt- og intensitetverdier fra Parsivel 30 min før og etter observatørklokkeslett. Eventuelle siktverdier over 20000 m fra observatør ble satt ned til fast verdi på 20000 m. Standardavviket til siktgjennomsnittet kan sees som feillinjer i spredningsplottene.

Mye av denne datautvelgelsen gikk ut på å lokalisere disse periodene og påse at antall siktverdier for Parsivel og observatør var av samme størrelse.

Det ble lagt til regresjonslinje til spredningsplott ved hjelp av MATLAB-funksjonen polyfit. Polyfit-funksjonen returnerer koeffisientene til et polynom av grad n som er best tilpasset datasettet. R^2 ble funnet ved MATLAB-funksjonen corrcoeff som returnerer en matrise med korrelasjonskoeffisientene til input-verdien. Mer informasjon om funksjonene finnes på nettsidene:

<http://se.mathworks.com/help/matlab/ref/polyfit.html?refresh=true>

<http://se.mathworks.com/help/matlab/ref/corrcoef.html?refresh=true>

3.5.3 Intensitet til mengde

Nedbørintensitetsverdier [mm/t] fra Parsivel antas å være et gjennomsnitt av de ti siste minuttene. Hver intensitetsverdi ble dividert med seks for å beregne akkumulert nedbør for tidsperioden.

3.5.4 Nedbørmengde

Gjennomsnitt av nedbørmengdedata fra Rustadskogen (jan, feb og mars), Søråsfeltet (jan, feb og mars), Holstad (jan og feb) og Geonor (feb og mars) fungerte som referanseverdi for Ås.

3.5.5 Kontingenstabeller

En algoritme ble utarbeidet i MATLAB for å identifisere og summere tilfellene a, b, c og d i kontingenstabellen. Referanse var RR_1- og RT_1-verdier fra Geonor, da Geonor oppleves som den sikreste nedbørmengdesensoren på grunn av sin rutinemessige datalogging til MET. Algoritmen ble utviklet slik at dersom $RR_1 > 0$ [mm/time] og $RT_1 > 20$ min, ble dette betraktet som en nedbørhendelse.

4 Resultater og diskusjon

I dette kapitlet blir resultater presentert og drøftet. Resultatene er basert på sikt i nedbør, nedbørintensitet, nedbørtype og nedbørmengde fra datainnsamlingsperioden januar-mars 2016, beskrevet i metodekapitlet. 'Sikt i nedbør' fra to OTT Parsivel-sensorer er sammenliknet med siktobservasjoner fra en profesjonell observatør ved Fokstugu og undertegnede for Ås, som referanse. Nedbørmengde estimert fra OTT Parsivel ved Ås er sammenliknet med nedbørmengde fra to Lambrecht Vippepluviografer, en Geonor T-200B samt manuelle observasjoner av IMT/ NMBU. Ved Fokstugu, ble estimert nedbørmengde fra Parsivel sammenliknet med nedbørmengde fra en Geonor T-200B.

I det første delkapitlet presenteres og diskuteres regulariteten til hver sensor. Noen mulige hypoteser til årsak bak lav regularitet blir introdusert.

Deretter vil diverse plot av sikt i nedbør mellom Parsivel og observatør bli presentert og analysert. Det har blitt undersøkt om nedbørtype og intensitet i nedbør påvirker siktopplevelsen til Parsivel.

Delkapittel tre viser nedbørmengdesammenlikning for de to sensorene. Det har blant annet blitt undersøkt om sensorene lar seg påvirke av vind.

Tilslutt presenteres og drøftes de forskjellige kontingenstabellene og scoreverdiene.

Det er viktig å huske at resultatene i oppgaven er basert på få datapunkter samt referanseverdier som også kan måle feil. Dette gjør det vanskelig å konkludere med at sensorene fungerer som sikt og nedbørmengdesensorer.

4.1 Regularitet

Regulariteten til et instrument/sensor angir andel tid den var operativ. Tabell 4.1.1 viser en oversikt over regulariteten til hver Parsivel for hver måned, stasjonert ved Holstad og Fokstugu.

Tabell 4.1.1: Oversikt over regulariteten til hver OTT Parsivel i hver måned.

		Regularitet [%]
OTT Parsivel ¹ Holstad	Januar	95,5
	Februar	87,7
	Mars	98,6
OTT Parsivel ² Fokstugu	Januar	90,5
	Februar	86,1
	Mars	71,1

For at meteorologene skal kunne bruke klimadata for klimaanalyser og klimamodellering, må det holde høy kvalitet. Slike analyser og klimamodeller blir brukt til å utarbeide scenarier for fremtidig klimautvikling i Norge og nærliggende områder. Dersom en sensor har lav regularitet, vil det være vanskelig bruke datasettet til klimatologisk forskning, da datasettet inneholder perioder der informasjon har gått tapt. For beregning av nedbørmengde per måned for sensorer som er 'ikke-fangende'- nedbørmålere, Parsivel og Lambrecht, er manglende dager et problem da disse dagene kan inneholde signifikante nedbørmengdetilfeller. Dette vil ikke være like problematisk for en 'samle'-nedbørmåler, Geonor, da den samler nedbørmengden i en bønne og vil gi totalmengde siden forrige tømning. Sensorer med lav regularitet, har antakeligvis noen alvorlige problemer som krever utskifting av hardware, som ofte har lang leveringstid og reduserer regulariteten ytterligere. Dette vil ikke være gunstig dersom sensoren skal brukes ved klimatologisk forskning.

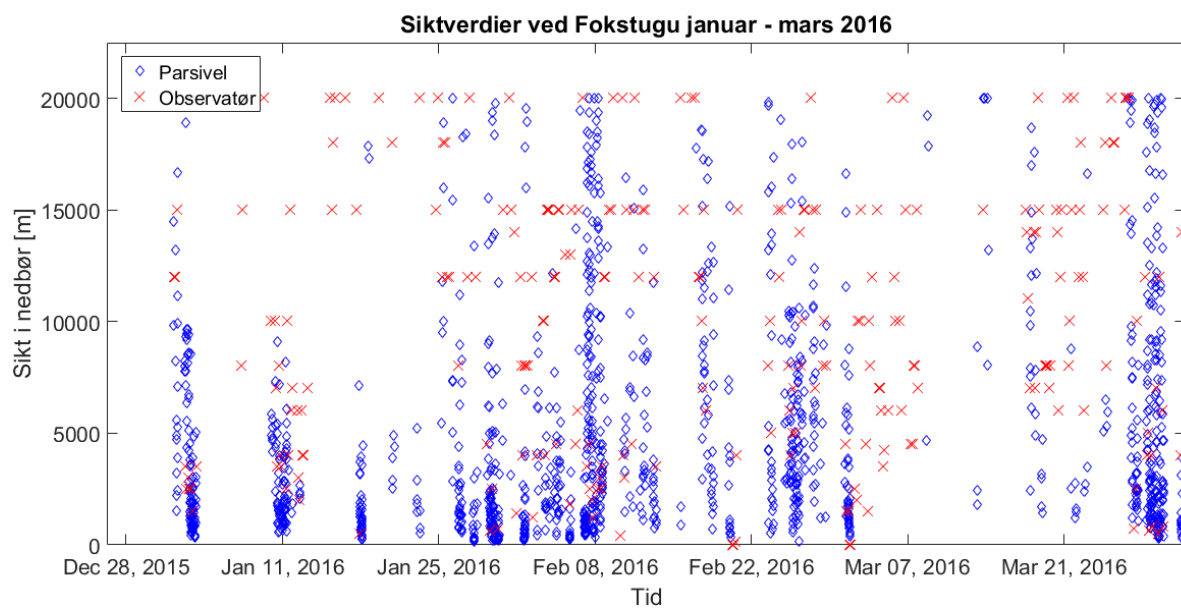
I Haugen (2015) ble det funnet at OTT Parsivel var den sensoren som hadde dårligst regularitet av de seks sensorene som ble testet. MET har som mål for sine værstasjoner at de oppnår regularitet på 97 %. I Mars 2015 hadde METs værstasjoner en gjennomsnittlig regularitet på 92 % for 108 automatiske værstasjoner, der 23 av disse ikke oppnådde målet. I Mars 2016 var gjennomsnittlig regularitet 95 %, der 22 av 108 stasjoner ikke oppnådde målet. Av tabell 4.1.1 fremgår det at mars 2016 ved Holstad er den eneste måneden som oppnår '97 %' regularitetsmålet til MET. For de resterende månedene, lå regulariteten mellom 86-96 %, foruten mars ved Fokstugu, med 71 % regularitet. Dersom det hadde vært tilgang på sensorstatus og kontrollert sensorstatus daglig, vil man kunne oppdage inaktivitetsperioder

raskt og evt. løse problemet umiddelbart dersom det lar seg gjøre. På den måten vil regulariteten til sensorene forbedres betraktelig.

Dersom det hadde vært tilgang på blant annet sensorstatus og nedbørtype fra Parsivel, kunne det blitt foretatt grundigere analyse av periodene der Parsivel var inaktiv. Periodene har blitt funnet i datasett fra SVV, og det har blitt sett på nedbørmengde som ikke ble oppdaget. Disse blir presentert og diskutert videre i delkapittel 4.3. Datapunkter for tilsvarende tidspunkt i referansedatasettene har blitt fjernet for å sikre at studie ble så rettferdig som mulig. En fullstendig oversikt over tidspunktene er vedlagt i 8.5, i form av tabell 8.5.1 og tabell 8.5.2.

4.2 Sikt- og intensitetsmålinger fra OTT Parsivel sammenliknet med observatør

Figur 4.2.1 viser en grafisk oversikt over alle tidspunkter der Parsivel og observatør har angitt siktverdi ved Fokstugu. Blå punkter markerer siktverdier [m] for Parsivel og røde kryss markerer siktverdier [m] for observatør. For at Parsivel skal kunne oppgi siktverdi, må det finnes nedbørpartikler i luften, som forklarer tomrommene i tidsserien.



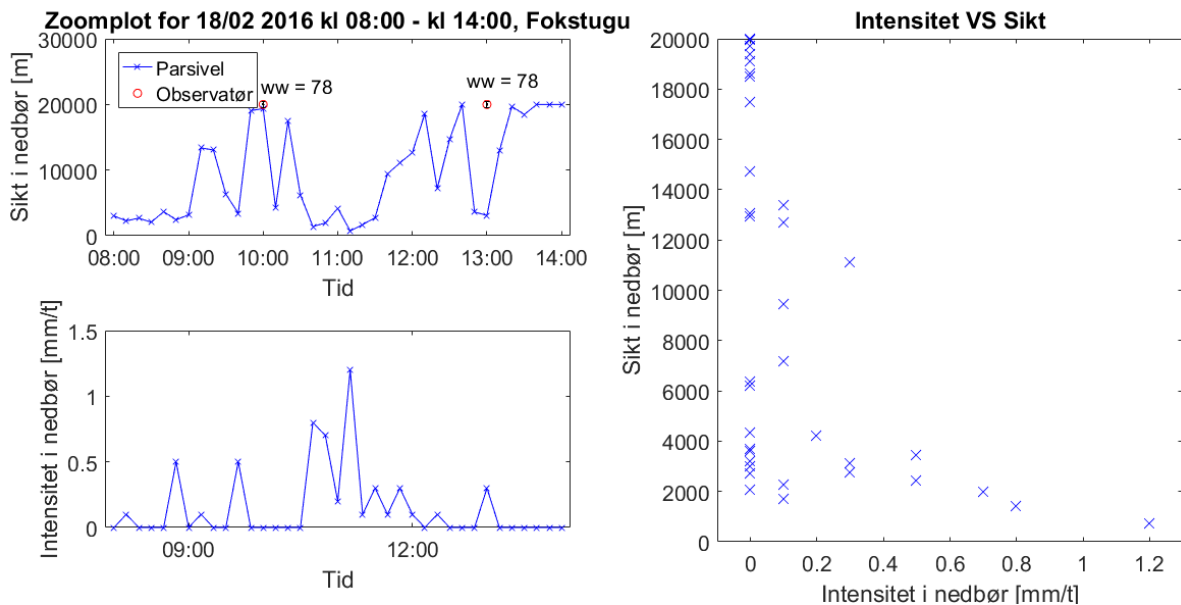
Figur 4.2.1: Oversikt over tidspunkter der Parsivel (blå punkter) og observatør (røde kryss) har oppgitt siktverdi [m].

Av figuren fremgår det noen perioder der både Parsivel og observatør hadde siktobservasjon omtrent samtidig. Noen av disse periodene ble studert nærmere. Det ble undersøkt om det fantes en sammenheng mellom sikt i nedbør og nedbørtype eller intensitet for disse periodene. Figuren la mye av grunnlaget for videre analyse i denne oppgaven.

4.2.1 Sammenheng sikt i nedbør og nedbørintensitet ved snøfall

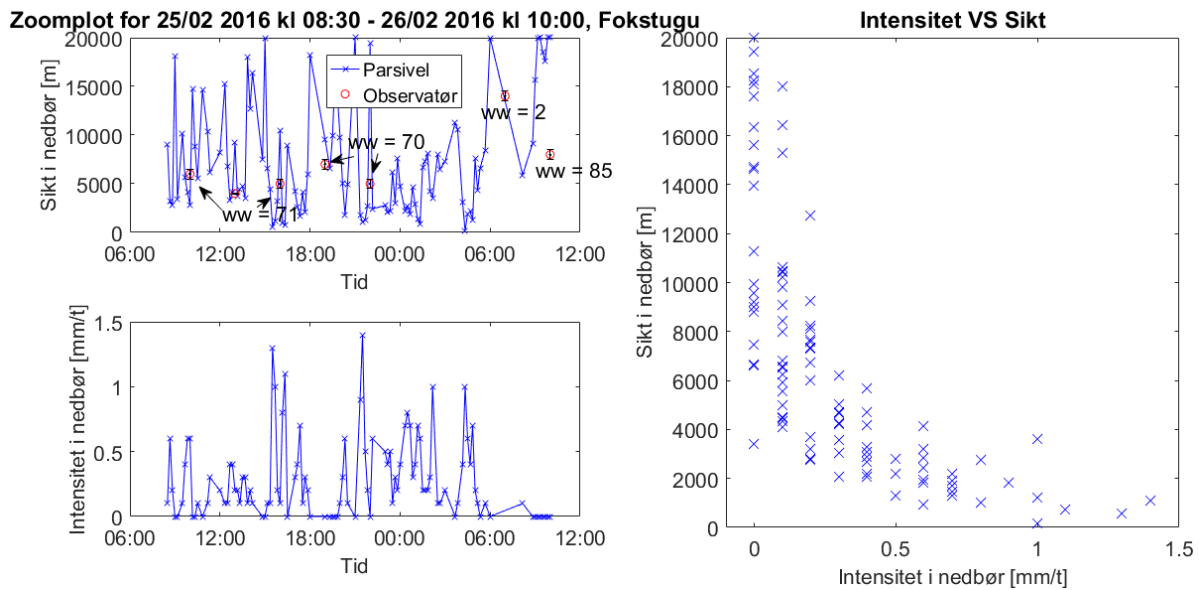
Generelt oppsett/utseende for grafene i figur 4.2.2 til figur 4.2.9:

- Øverst til venstre: Tidsserie av sikt i nedbør [m], observert av observatør (røde sirkler) og Parsivel (blå kryss). Usikkerhet ved siktverdi til observatør kan visualiseres som sorte feillinjer. Figuren refereres heretter som (a) i delkapittelet.
- Nederst til venstre: Tidsserie av nedbørintensitet [mm/t] målt av Parsivel. Figuren refereres heretter som (b) i delkapittelet.
- Plott til høyre: Intensitet i nedbør [mm/t] plottet mot sikt i nedbør [m]. Figuren refereres heretter som (c) i delkapittelet.



Figur 4.2.2: Nedbørsituasjon for 18. februar kl. 08-14. Overenstemmelse mellom sikt i nedbør- [m] og intensitetverdier [mm/t] fra Parsivel (blå kryss) og observatør (rød ring) har blitt undersøkt. Observatøren ved Fokstugu har observert snøstjerner (ww = 78). Figuren til høyre viser sikt i nedbør [m] plottet mot intensitet [mm/t].

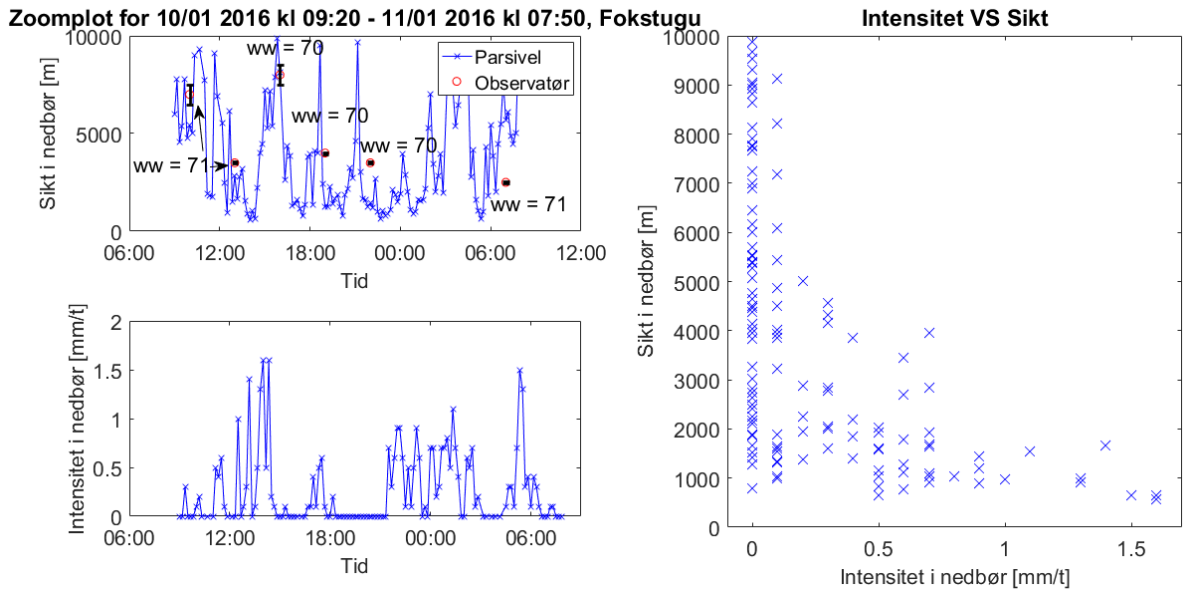
For nedbørsituasjon for 18. februar kl. 08-14 (figur 4.2.2) har observatøren observert enkelte snøstjerner (ww = 78). Temperaturen var rundt $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Observatøren observerte i utgangspunktet større sikt enn 20000 m og siktverdien har følgelig blitt justert for, beskrevet i delkapittel 3.5. Differanse mellom siktverdi for Parsivel og observatør kl. 10 er omtrent - 650 m, altså en svak underestimering av Parsivel. 10 min senere, estimerer Parsivel betydelig mindre sikt, med en reduksjon på omtrent 15000 m. En mulig forklaring kan være at snøstjernene passerte og reduserte lyssignalet til Parsivel, slik at den oppfattet nedbør. Dette kan også være tilfellet kl. 13. Observatør observerte sikt på over 20000 m, mens Parsivel estimerte sikt på omtrent 3000 m. Dersom nedbørtypemålingene fra Parsivel hadde vært tilgjengelig, kunne man evt. finne en bekreftelse for nedbørtype i dataene. Fra figur 4.2.2 (b) fremgår det at intensiteten var lav, da majoritet av verdiene ligger mellom 0-0,5 mm/t. Figur 4.2.2 (c) illustrerer en uklarhet ved Parsivel. Sensoren angir en siktverdi selv om intensiteten er null. Fra virkemåten til Parsivel, beskrevet i delkapittel 2.4, burde begge parameterne være oppgitt ettersom både intensitet og sikt kalkuleres fra størrelse og hastighet på fallende nedbørpartikler. Dette kan være en indikasjon på at sikt- og nedbørmengdeverdien som oppgis av Parsivel er en momentanverdi og ikke en gjennomsnittsverdi slik det har blitt antatt i oppgaven. Disse verdiene kan korrigeres med enkel kvalitetskontroll: Dersom Parsivel måler intensitet 0 mm/t, er sikt i nedbør = 'ikke målt'. Dette anbefales ved videre analyse av OTT Parsivel som 'sikt i nedbør'- sensor.



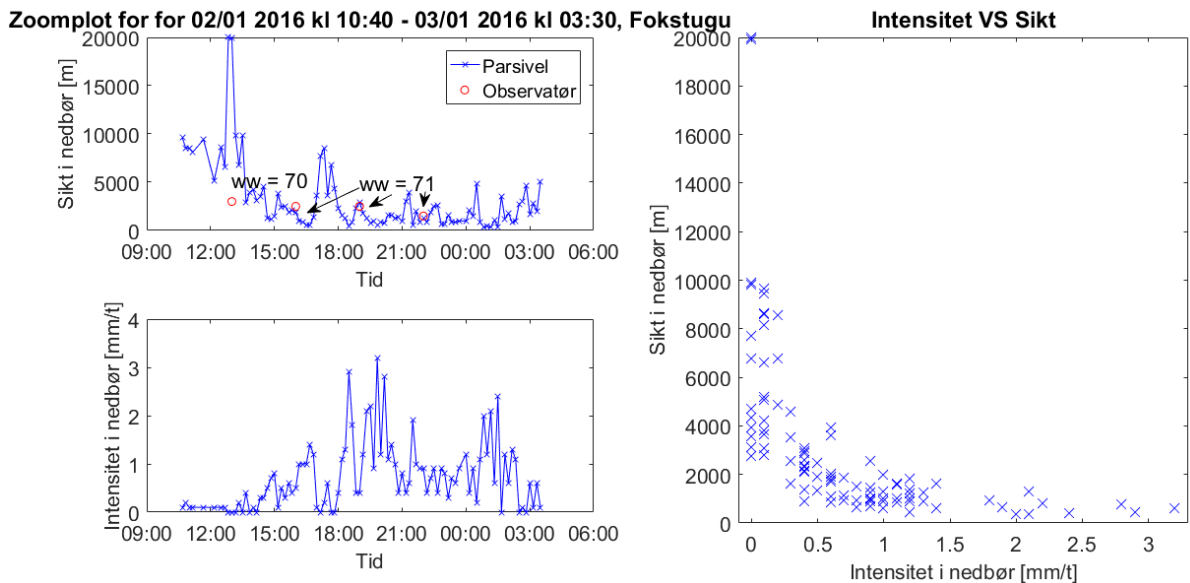
Figur 4.2.3: Nedbørsituasjon for 25. februar kl. 08:30 til 26. februar kl. 10. Overenstemmelse mellom sikt i nedbør- [m] og intensitetverdier [mm/t] fra Parsivel (blå kryss) og observatør (rød ring) har blitt undersøkt. Nedbør i perioden har falt som både lett snøfall, vedvarende og med opphold (ww = 71 og 70), samt snøbyger (ww = 85). Figuren til høyre viser sikt i nedbør [m] plottet mot intensitet [mm/t].

For nedbørperioden 25. februar kl. 08:30 til 26. februar kl. 10 (figur 4.2.3), ble det observert både lett snøfall, vedvarende og med opphold (ww = 71 og 70), samt snøbyger (ww = 85). Det har altså ikke vært stabil nedbør, som gjenspeiles i variasjonen i både sikt- og nedbørintensitet-plottene (figur 4.2.3 (a) og figur 4.2.3 (b)). Temperaturen for perioden varierte mellom $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ og $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, som kan bekrefte at observert nedbør av Parsivel mest sannsynlig var snø. Differanse mellom siktverdi for Parsivel og observatør ved de angitte tidspunktene i figur 4.2.3 (a), er henholdsvis - 3175 m, 5247 m, 5438 m, 2565 m, 14396 m og 12000 m. Ved lave intensiteter (0,1-0,5 mm/t) varierer sikt-verdiene fra 2000 – 18000 m, mens for høyere intensiteter oppfattes siktverdiene mer stabile (500-4000 m). Dette illustreres i figur 4.2.3 (c). Figuren illustrerer også at Parsivel oppga siktverdi selv om intensiteten var 0 mm/t, slik det også ble observert i nedbørperioden 18. februar kl. 08-14 (figur 4.2.2).

Nedbørperioden for 10. januar -11. januar (figur 4.2.4) likner på nedbørsituasjonen for 25. januar - 26. januar (figur 4.2.3), lett snøvær med opphold. Temperaturen i perioden var mellom $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ og $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Differansen mellom de angitte tidspunktene for Parsivel og observatør i figur 4.2.4 (a), er henholdsvis -1575 m, -673 m, 118 m, -2741 m, -2062 m og 3196 m. Ved lave intensiteter (0,1-0,5 mm/t) varierer siktverdiene fra 800-10000 m, mens for høyere intensiteter oppfattes siktverdiene noe mer stabile (500-4000 m). Dette illustreres i figur 4.2.4 (c). Selv om samme nedbørtype har blitt observert ved de to tidsperiodene, oppgir Parsivel en makssikt på $10000\text{ m} \pm 10\%$ for 10.-11.januar, som er halvparten av makssikt for tidsperioden 25.-26. februar (figur 4.2.3). Nedbørintensitet spenner over samme skala (0-1,4 mm/t for figur 4.2.3 og 0-1,6 mm/t for figur 4.2.4). Figur 4.2.4 (c) illustrerer også problematikken funnet ved flere anledninger i studiet, at siktverdier oppgis selv om intensiteten er null.



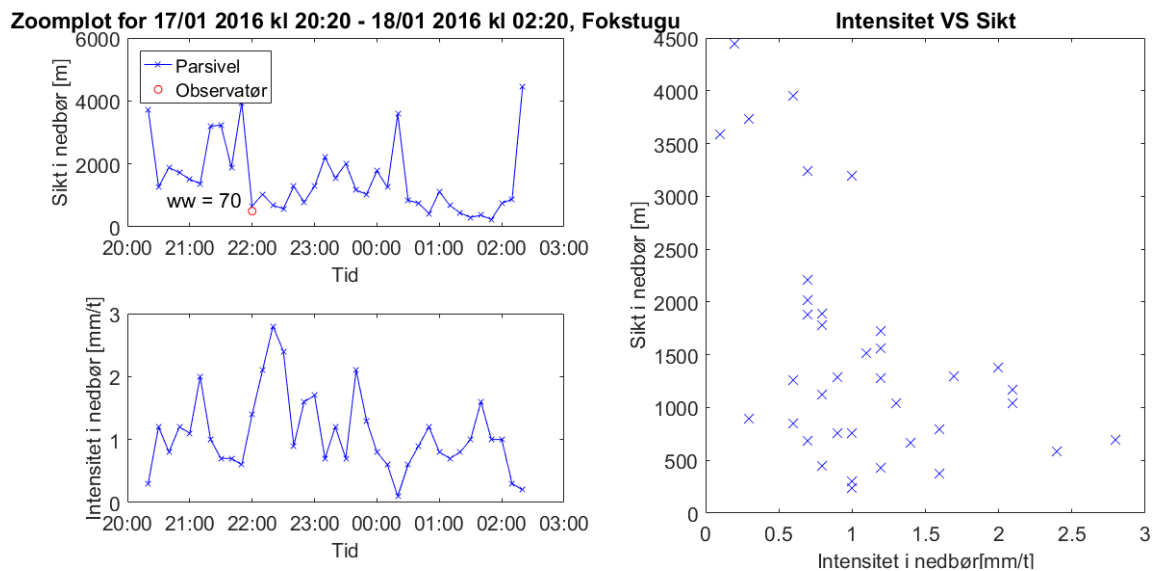
Figur 4.2.4 Nedbørsituasjon for 10. januar kl. 09:20 til 11. januar kl. 07:50. Overenstemmelse mellom sikt i nedbør- [m] og intensitetverdier [mm/t] fra Parsivel (blå kryss) og observatør (rød ring) har blitt undersøkt. Nedbør i perioden har falt som både lett snøfall, vedvarende og med opphold (ww = 71 og 70). Figuren til høyre viser sikt i nedbør [m] plottet mot intensitet [mm/t].



Figur 4.2.5: Nedbørsituasjon for 2. januar kl. 10:40 til 3. januar kl. 03:30. Overenstemmelse mellom sikt i nedbør- [m] og intensitetverdier [mm/t] fra Parsivel (blå kryss) og observatør (rød ring) har blitt undersøkt. Observatør meldte lett snøfall med opphold, før snøfallet ble vedvarende (ww = 70 og 71). Figuren til høyre viser sikt i nedbør [m] plottet mot intensitet [mm/t].

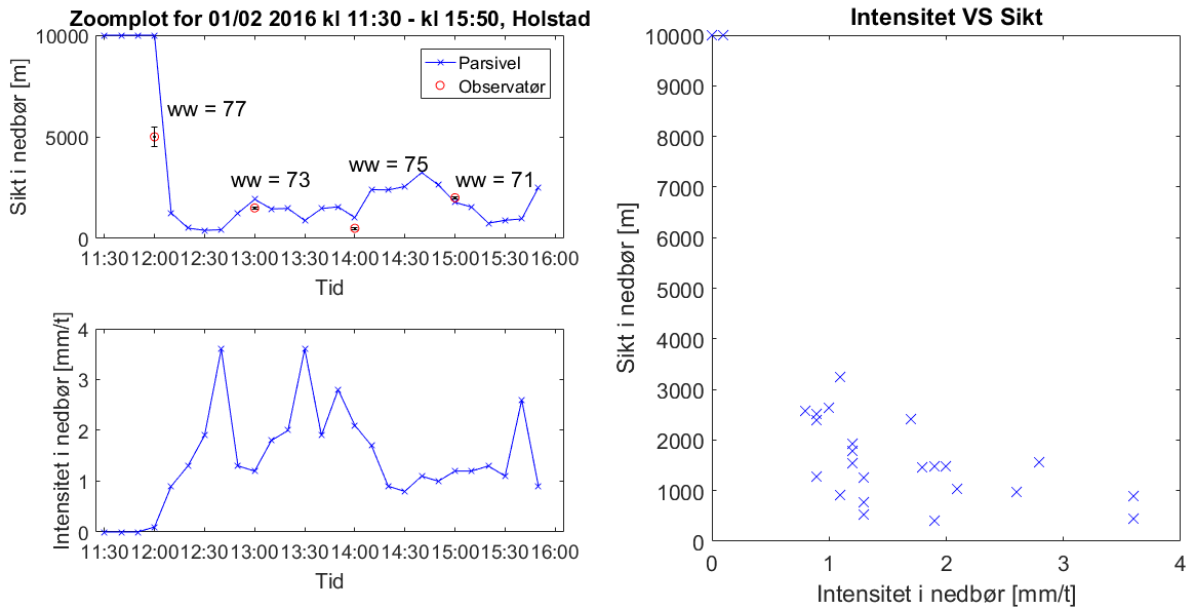
Nedbørperioden for 2.januar varte i 17 timer der temperaturen lå på mellom $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ til $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ (figur 4.2.5). Parsivel registrerte stigende intensitet fra $0,1\text{ mm/t}$ (kl. 14.) til maksverdi på over 3 mm/t mellom kl. 18 og 21. Der intensitet ligger ved 1 mm/t eller større, stemmer siktverdiene fra Parsivel godt overens med observatør, med differanser på -612 m , 439 m og -262 m . Første siktobservasjon i nedbør fra observatør (kl. 13) er 3000 m , mens Parsivel måler 20000 m .

Rett etterpå, da intensiteten begynner å øke, faller registrerte siktverdier fra Parsivel. I løpet av 10 min faller sikt til 9800 m, som samsvarer med observasjon fra kl. 16. Foruten to siktverdier på 20000 m (kl. 12:50 og 13:00), ligger samtlige verdier under 10000 m. Ved lave intensiteter (0,1- 0,5 mm/t) varierer siktverdiene fra 1000 – 10000 m \pm 10 %, mens for høyere intensiteter oppfattes siktverdiene noe mer stabile (500-4000 m \pm 10 %). Dette illustreres i figur 4.2.5 (c).



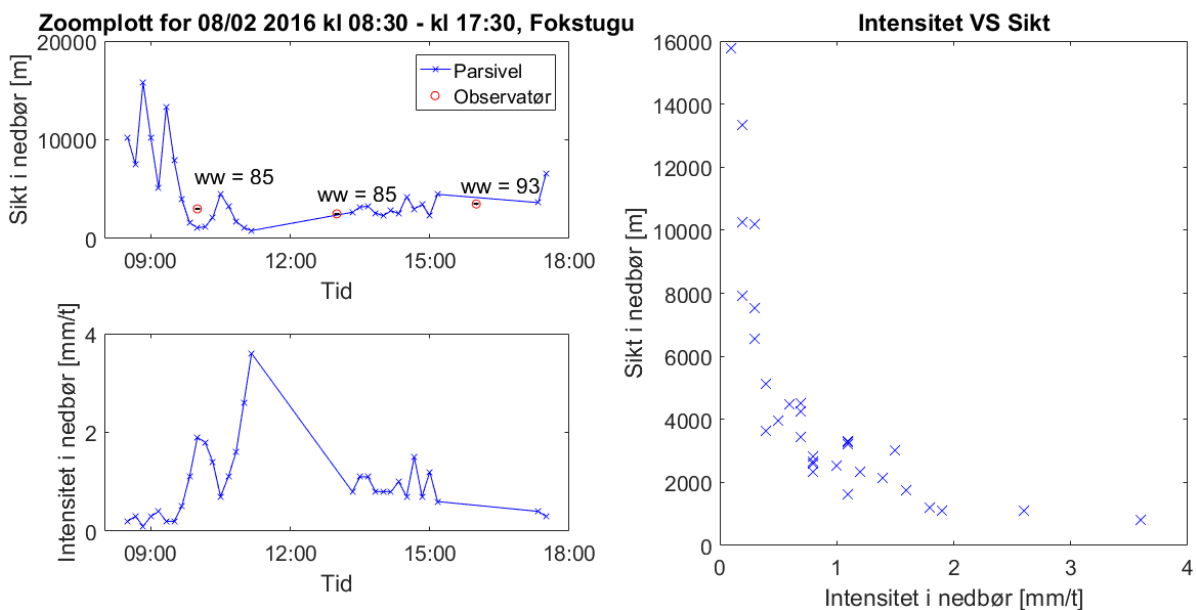
Figur 4.2.6 Nedbørsituasjon for 17. januar kl. 20:20 til 18. januar kl. 02:20. Overenstemmelse mellom sikt i nedbør- [m] og intensitetverdier [mm/t] fra Parsivel (blå kryss) og observatør (rød ring) har blitt undersøkt. Observatør ved Fokstugu har observert lett snøvær med opphold (ww = 70). Figuren til høyre viser sikt i nedbør [m] plottet mot intensitet [mm/t].

Den 17. januar 2016 kl. 22 (figur 4.2.6), ble det observert lett snøfall med opphold med siktverdi 500 m av observatør. Ved samme tidspunkt har Parsivel registrert sikt i nedbør til å være 661m, som gir en god overenstemmelse mellom Parsivel og observatør på 161 m. Parsivel har observert varierende sikt, fra minimumintensitet 0,1 mm/t til maksintensitet 2,8 mm/t. Siktverdier fra Parsivel for perioden varierte mellom 200 - 4400 m, der de laveste siktverdiene forekom ved høye intensiteter (> 1 mm/t), illustrert i figur 4.2.6 (c). Denne variasjonen kan skyldes at nedbøren kommer tidvis, slik observatøren oppfattet nedbøren som.



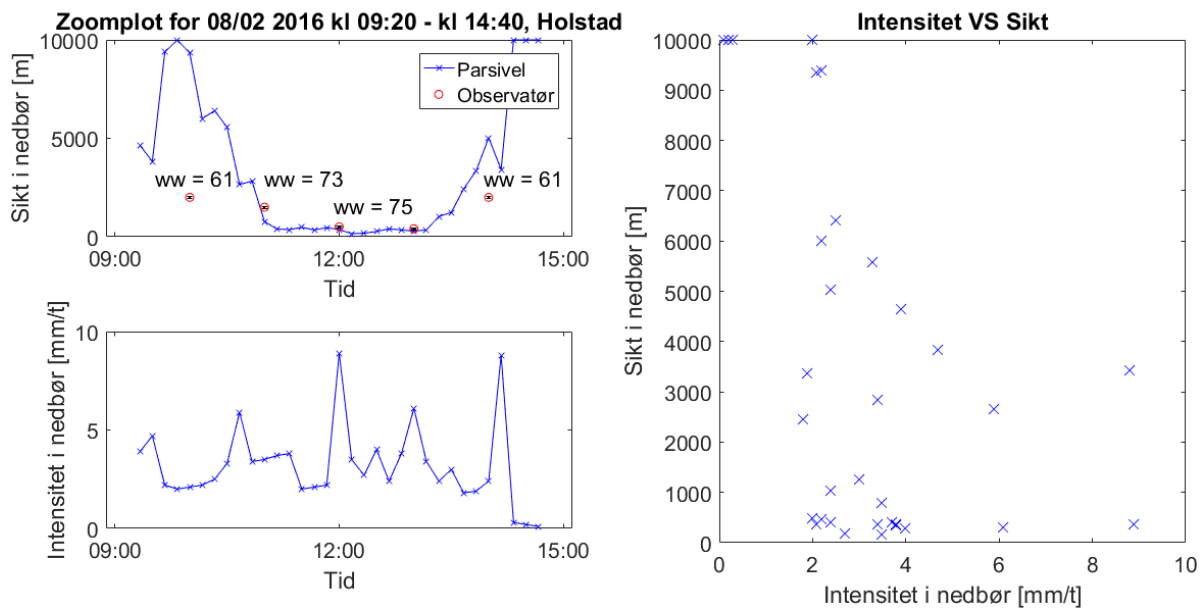
Figur 4.2.7: Nebbørsituasjon for 1. februar kl. 11:30-15:50. Overenstemmelse mellom sikt i nedbør- [m] og intensitetverdier [mm/t] fra Parsivel (blå kryss) og observatør (rød ring) har blitt undersøkt. Observatør ved Holstad har observert snøfall med varierende intensitet. Figuren til høyre viser sikt i nedbør [m] plottet mot intensitet [mm/t].

1. februar kl. 11:30-15:50 (figur 4.2.7) ble det observert snøfall med varierende intensitet. Sensoren detekterte ikke kornsnø (ww = 77) som falt kl. 12, da maksverdi for OTT Parsivel¹ ble oppgitt (10000 m). Nedbøren gikk deretter over til snø med økende intensitet, fra middels snøvær (ww = 73) til sterkt snøfall (ww = 75), før intensiteten i nedbøren minket til lett snøvær (ww = 71) kl. 15. Differanse mellom siktverdi for Parsivel og observatør er henholdsvis 4999 m, 421 m, 525 m og - 222 m for kl. 12, 13, 14 og kl. 15. Av figur 4.2.7 (c) fremgår det at samtlige siktverdier er under omtrent 3000 m for intensiteter over 1 mm/t.



Figur 4.2.8: Nebbørsituasjon for 8. februar kl. 08:30-17:30. Overenstemmelse mellom sikt i nedbør- [m] og intensitetverdier [mm/t] fra Parsivel (blå kryss) og observatør (rød ring) har blitt undersøkt. Observatør har observert lette snøbyger (ww = 85) og lett snøfall, sludd eller hagl i forbindelse med tordenvær (ww = 93). Figuren til høyre viser sikt i nedbør [m] plottet mot intensitet [mm/t].

For nedbørperioden 8.februar kl. 08:30-17:30 (figur 4.2.8) ble det observert lette snøbyger kl. 10 og 13. For tidsrommene kl. 11-13 og kl. 15-16 var Parsivel inaktiv. Dette kan illustreres ved mangelen på punkter langs den blå linjen i figur 4.2.8 (a) og (b). Kl. 11 registrerte Parsivel maks intensitet for nedbørperioden på 3,5 mm/t. En mulig forklaring på årsaken bak inaktivitetsperiodene, er at nedbøren som falt forstyrret lyssignalet emittert fra laseren til Parsivel i så stor grad at sensoren fikk tekniske problemer. Dersom det hadde vært tilgang på sensorstatus fra Parsivel, kunne det gitt svar på om den relativt kraftige intensiteten (3,5 mm/t) er årsaken bak inaktivitetsperiodene som ble observert. Denne betraktningen vil bli tatt opp igjen og diskutert grundigere senere i oppgaven.



Figur 4.2.9: Nedbørsituasjon for 8.februar kl. 09:20-14:40. Overenstemmelse mellom sikt i nedbør- [m] og intensitetverdier [mm/t] fra Parsivel (blå kryss) og observatør (rød ring) har blitt undersøkt. Observatør ved Holstad har observert lett regn (ww = 61) og snøfall med varierende intensitet. Figuren til høyre viser sikt i nedbør [m] plottet mot intensitet [mm/t].

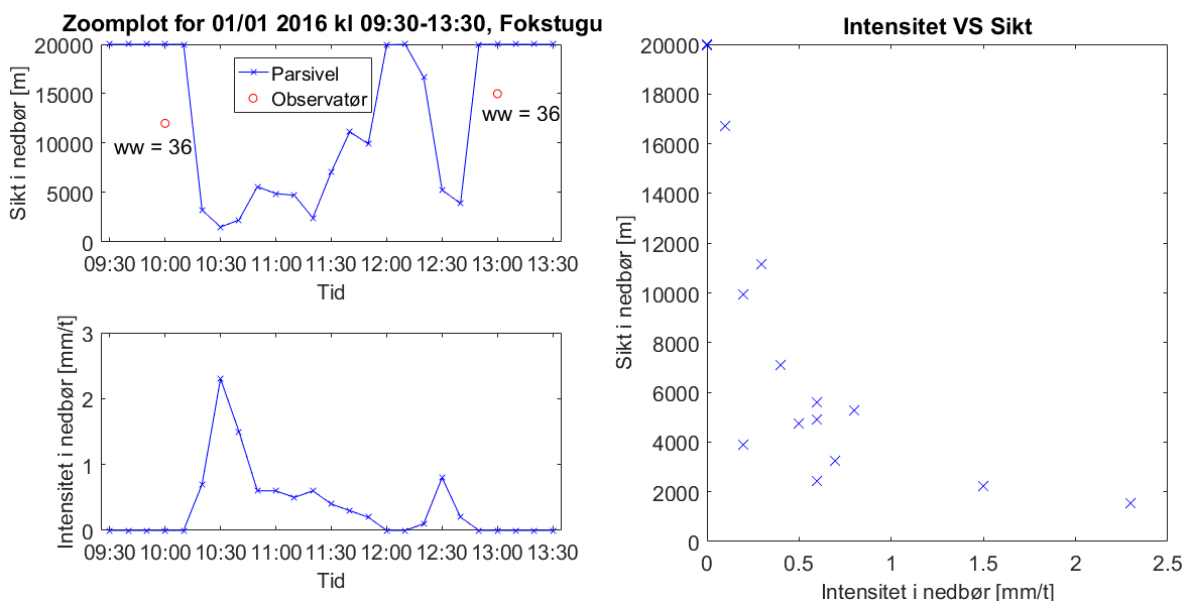
Nedbørsituasjon for 8. februar kl. 09:20-14:40 (figur 4.2.9) begynte som lett regn (ww = 61), som gikk over til snøvær med varierende intensitet, og avsluttet som lett regn igjen. Differanse mellom siktverdi for Parsivel og observatør er henholdsvis 7337 m, -726 m, -141 m, - 116 m og 3021 m for klokkeslettene 10, 11, 12, 13 og 14. Overenstemmelsen mellom siktverdier fra Parsivel og observatør er bedre for snø enn regn, da differansen er mindre. Av figur 4.2.9 (a) fremgår det at Parsivel oppgir høyere siktverdier for regn (9337 m og 5021 m) enn for snø (774 m, 359 m og 284 m), som er forventet. Dersom datainnsamlingsperioden hadde gått over en lenger periode, ville det vært tilgang på flere nedbørhendelser med forskjellig nedbørtype. Da kunne det blitt gjort en grundigere analyse om Parsivel konsekvent oppgir høyere siktverdier for regn enn for snø.

Flere nedbørsituasjoner kan betraktes i vedlegg 8.1.

4.2.2 Sammenheng sikt i nedbør og nedbørintensitet ved snøfokk

Generelt oppsett/utseende for diagrammer i figur 4.2.10 til figur 4.2.11.

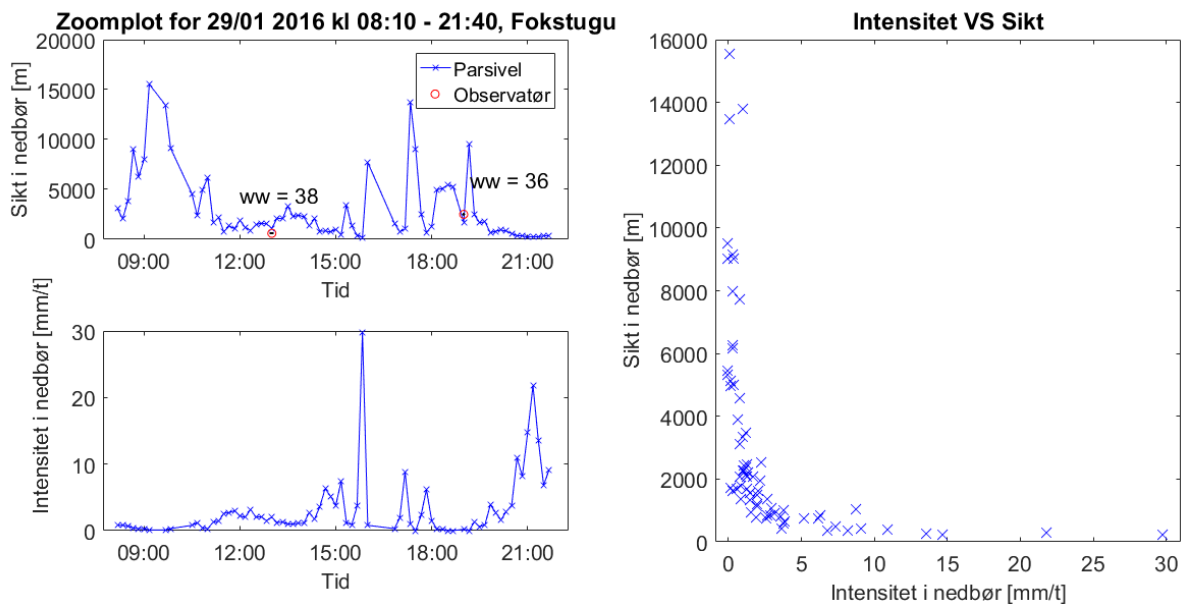
- Øverst til venstre: Tidsserie av sikt i nedbør [m], observert av observatør (røde sirkler) og Parsivel (blå kryss). Usikkerhet ved siktverdi til observatør kan visualiseres som sorte feillinjer. Figuren refereres heretter som (a) i delkapittelet.
- Nederst til venstre: Tidsserie av nedbørintensitet [mm/t] målt av Parsivel. Figuren refereres heretter som (b) i delkapittelet.
- Plott til høyre: Intensitet i nedbør [mm/t] plottet mot sikt i nedbør [m]. Figuren refereres heretter som (c) i delkapittelet.



Figur 4.2.10: Nedbørsituasjon for 1.januar kl. 09:30-13:30. Overenstemmelse mellom sikt i nedbør- [m] og intensitetverdier [mm/t] fra Parsivel (blå kryss) og observatør (rød ring) har blitt undersøkt. Observatøren ved Fokstugu har observert snøfokk under øyenhøyde (ww = 36). Figuren til høyre viser sikt i nedbør [m] plottet mot intensitet [mm/t].

For perioden 1. januar kl. 09:30-13:30, ble det observert snøfokk under øyenhøyde (ww = 36) av observatør ved Fokstugu kl. 10 og 13. Differanse mellom siktverdi fra Parsivel og observatør er 8000 m og 5000 m for henholdsvis tidspunkt kl. 10 og kl. 13. Av figur 4.2.10 (a) fremgår det at Parsivel ikke har observert snøfokk, da den oppgir siktverdier på 20000 m. Den har dog observert nedbørpartikler i tidsrommet mellom 10:20-12:00 og 12:20-12:40 ettersom siktverdien synker fra 20000 m til 1500 m. Uten nedbørtyperdata fra Parsivel er det ikke mulig å finne ut hvilken nedbørtype Parsivel registrerte. En mulig forklaring på at snøfokk registreres av Parsivel, kan være at vind har blåst nedbørpartiklene foran dekslene og på den måten redusert lyssignalet. Sensoren skiller ikke om nedbørpartiklene faller, beveger seg sideveis eller letter. Fra instrumentmanualen (OTT, 2010), oppgis det at aktuell plassering av OTT Parsivel PWS bør være to meter over bakken. Denne høyden burde være tilstrekkelig for at snøfokk under øyenhøyde ikke registreres av Parsivel. Det er også interessant å finne ut Parsivels plassering i forhold til rådende vindretning. Upton og Brawn (2008) undersøkte faktorer som påvirket

presisjonen til et annet distrometer, Thies. Her ble det funnet at plassering av distrometer i forhold til rådende vindretning reduserte oppfatningen av antall dråper med 20 %.

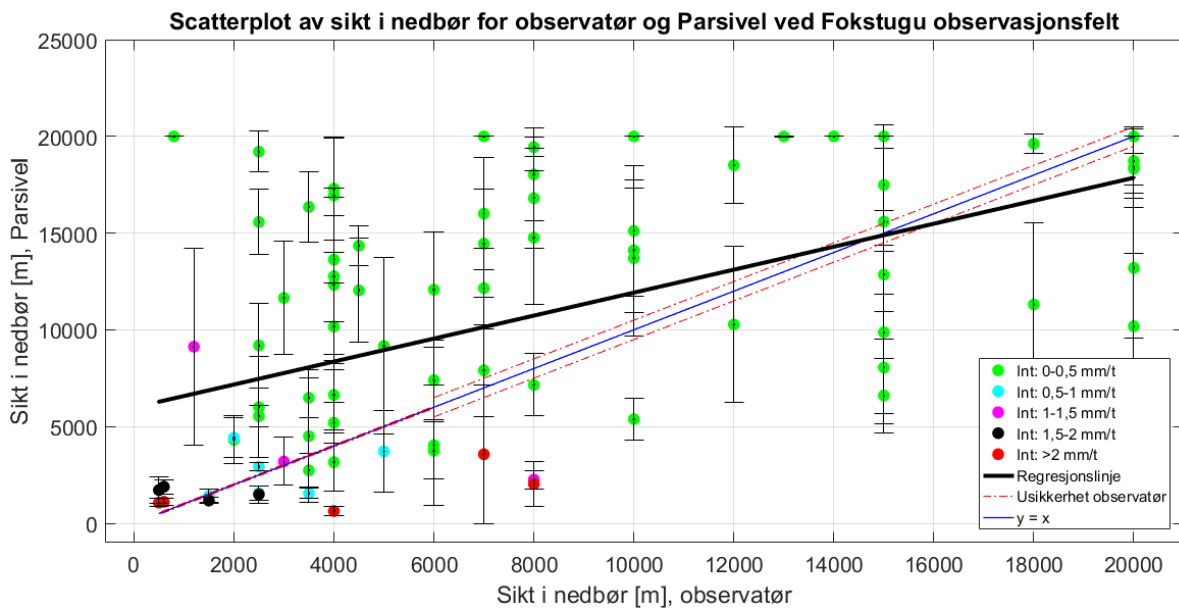


Figur 4.2.11: Nedbørsituasjon for 29.januar kl. 08:10-21:40. Overenstemmelse mellom sikt i nedbør- [m] og intensitetsverdier [mm/t] fra Parsivel (blå kryss) og observatør (rød ring) har blitt undersøkt. Observatøren ved Fokstugu har observert snøfokk over og under øyenhøyde (ww = 38 og 36) Figuren til høyre viser sikt i nedbør [m] plottet mot intensitet [mm/t].

I perioden 29. januar kl. 08:10-21:40 (figur 4.2.11) ble det også observert snøfokk, både over og under øyenhøyde (ww = 38 og ww = 39). Differanse mellom siktverdi for Parsivel og observatør er 510 m og -790 m for henholdsvis tidspunkt kl. 13 og 19. Det mangler observatørmelding kl. 16 (norsk tid). Fem intensitetsverdier fra Parsivel er over 10 mm/t, der én verdi er på omtrent 30 mm/t. Disse høye verdiene kan skyldes flere årsaker. Én mulig forklaring, som nevnt tidligere, kan ha vært vind som har blåst nedbørpartikler foran lyssensoren. Store kjøretøy kan også virvle opp nedbørpartikler, dersom det er stor forekomst av løse partikler langs veien. Hvis da Parsivel er plassert for nærme veien, vil den kunne oppfatte dette som nedbør. En annen forklaring kan være at nedbørpartikler har festet seg foran lyssensoren, og på den måten forstyrret signalet. Wong et al. (2008) gjorde et studie der de sammenliknet intensitetsmålinger fra OTT Parsivel og Vaisala PWD22 (annen type PWS, som måler sikt, intensitet og nedbørtype) mot to Vaisala VRG 101 og to OTT Pluvio nedbørmengdemålere. I dette studie dukket det også opp slike plutselige økninger i nedbørintensitet. De undersøkte da sensorstatus til Parsivel ved disse tidspunktene, og fant at Parsivel sendte ut melding om at den var ‘inaktiv’ og ‘trenger umiddelbar vedlikehold eller rengjøring’. Studiet fra Wong et al. (2008) understreker nytteverdien det er å ha tilgang på sensorstatus for å sikre en god kvalitetskontroll av data.

4.2.3 Kvalitet av siktmålinger fra Parsivel

Figur 4.2.12 viser direkte sammenlikning av siktverdier [m] ved samme tidspunkt for Fokstugu.



Figur 4.2.12: Spredningsplott av sikt i nedbør [m] fra observatør (x-akse) og Parsivel (y-akse). Det har blitt undersøkt om nedbørintensitet påvirker sikt registrert av Parsivel. Nedbørintensitet har blitt fordelt i fem grupper, og kan visualiseres ved forskjellige fargekoder beskrevet i tekstboks nederst til høyre.

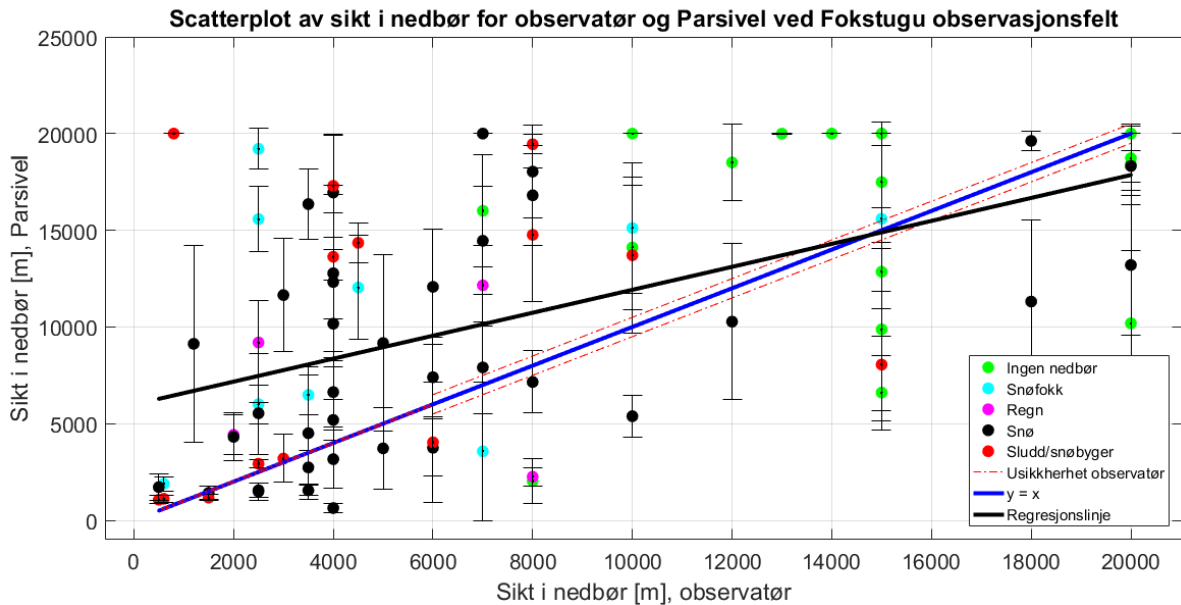
I figur 4.2.12 har det blitt undersøkt om nedbørintensitet påvirker siktverdi til Parsivel. Nedbørintensiteten har blitt fordelt i fem grupper, der hver intensitet er representert med egen fargekode (se inndeling nederst til høyre i figur 4.2.12). Sorte feillinj er gitt som standardavviket til siktverdier kalkulert fra halvtimen før og etter observasjonsklokkeslett, beskrevet i delkapittel 3.5.2. Rød, stiplet linje er usikkerheten til hver siktklasse som observatøren rapporterer etter. Det har blitt laget regresjonslinje (sort linje) med regresjonskoeffisient R^2 til alle punktene, for hver intensitetsgruppe samt for hver nedbørtypegruppe fra MATLAB-funksjonene beskrevet i delkapittel 3.5.2. En regresjonslinje er et estimat på en rett linje, $y = ax + b$, som er best tilpasset punktene i datasettet. Regresjonslinjen blir tilpasset etter *minste kvadraters metode*. I metoden blir avstand mellom hvert punkt og regresjonslinje, kvadrert og summert. Den regresjonslinjen som gir minst kvadratsum K er best tilpasset datasettet. Den minste verdien til kvadratsummen K kalles SS_E (Sum Square Error), og angir variasjon blant Y -verdiene som skyldes tilfeldige avvik. R^2 -verdi angir andelen av variasjon som forklares av regresjonsmodellen. Verdien varierer fra 0 (dårlig forklaring, stor spredning i punktene) til 1 (perfekt verdi, all variasjon forklares av modellen). Tabell 4.2.1 og tabell 4.2.2 gir en fullstendig oversikt over alle regresjonslinjene, regresjonskoeffisientene og SS_E . Regresjonskoeffisienten til den estimerte regresjonslinjen $\hat{R}^2 = 0,29$. Verdien er ≈ 0 , følgelig kan det konkluderes med at det ikke er korrelasjon mellom Parsivel og observatør, og regresjonslinjen har liten betydning. Følgelig er alle SS_E -verdier kalkulert som kvadratsummen mellom hvert punkt og blå linje.

Majoriteten av punktene er grønne (78 %), dvs. lav intensitet (0-0,5 mm/t), og opptrer veldig spredt i plottet, derav høy SS_E -verdi ($3,4 \cdot 10^9$). Det kan tyde på at spredningen er mindre ved større intensiteter, men grunnet få datapunkter kan ikke dette bevises. Lav spredning ved høye intensiteter kan være en god egenskap ved Parsivel, da det er ved disse situasjonene det er mest nødvendig at Parsivel oppgir en så korrekt sikt som mulig. 41 av 55 punkter frem til 8000 m (x-aksen) befinner seg over lineær linje (blå linje), som indikerer at Parsivel observerer bedre sikt enn observatøren ved lavere siktverdier. Ved siktverdier ≥ 10000 m, ligger 50 % av punktene over og under blå linje.

Tabell 4.2.1: Regresjonslinjer med tilhørende regresjonskoeffisient (\hat{R}^2), kvadratsum mellom punktene og blå linje (SS_E) og antall punkter (N) for de ulike intensitetene i figur 4.2.12.

	Regresjonslinje, $\hat{y} = \hat{a}x + \hat{b}$	\hat{R}^2	SS_E	N
Int 0-0,5 mm/t	$\hat{y} = 0,36x + 9583$	0,15	$3,4 \cdot 10^9$	63
Int 0,5-1 mm/t	$\hat{y} = 0,26x + 1865$	0,06	$1,2 \cdot 10^7$	6
Int 1-1,5 mm/t	$\hat{y} = -0,83x + 8251$	0,62	$9,6 \cdot 10^7$	3
Int 1,5-2 mm/t	$\hat{y} = -0,20x + 1821$	0,36	$4,3 \cdot 10^6$	4
Int >2 mm/t	$\hat{y} = 0,23x + 764$	0,47	$5,9 \cdot 10^7$	5
Sort linje	$\hat{y} = 0,59x + 5985$	0,29		81

Av tabell 4.2.1 fremgår det at modellen som best beskriver sammenhengen mellom Parsivel og observatør, er for intensiteter mellom 1-1,5 mm/t, da denne har høyest R^2 -verdi (0,62). 62 % av variasjonen kan beskrives av modellen. Da modellen er basert på få datapunkter ($N = 3$), vil den ikke være statistisk signifikant. Regresjonskoeffisientene til de andre linjene er betydelig lavere (fra 0,0 - 0,5).



Figur 4.2.13: Spredningsplott av sikt i nedbør [m] fra observatør (x-akse) og Parsivel (y-akse). Det har blitt undersøkt om nedbørtype påvirker sikt meldt av Parsivel. Nedbørtype har blitt fordelt i fem grupper, og kan visualiseres ved forskjellige fargekoder beskrevet i tekstboks nederst til høyre.

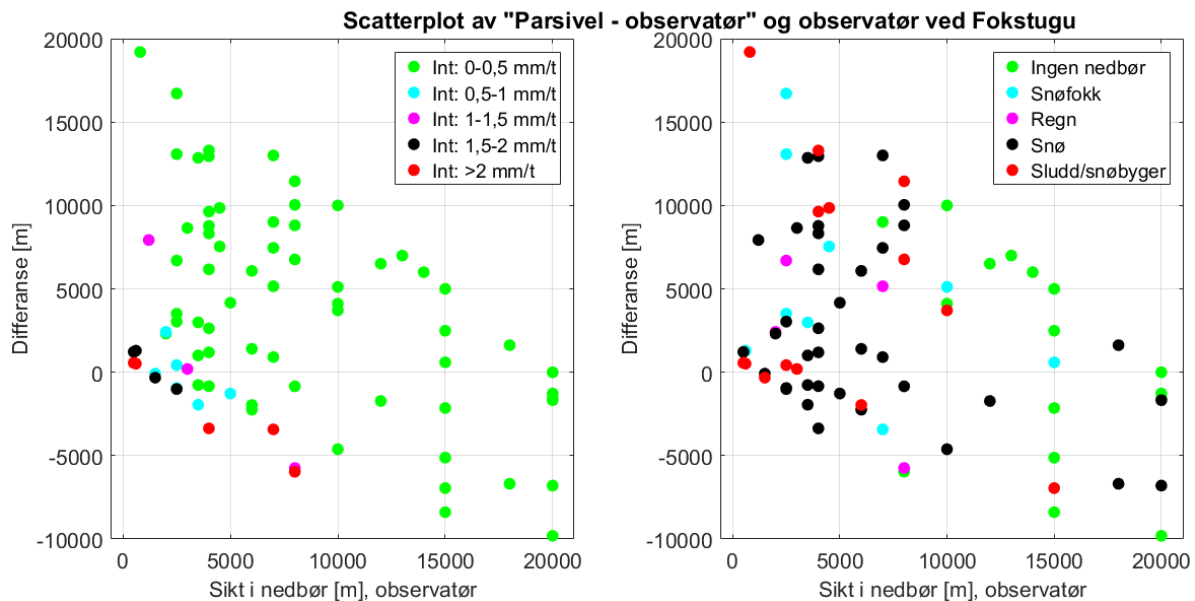
I figur 4.2.13 har det blitt undersøkt om nedbørtype påvirker siktverdi til Parsivel. Nedbørtype har blitt kategorisert etter ‘ingen nedbør’, ‘snøfokk’, ‘regn’, ‘snø’ og ‘sludd/snøbyger’ og er representert ved forskjellige farger. Sorte feillinjer er gitt som standardavviket til siktverdier kalkulert fra halvtimen før og etter observasjonsklokkeslett. Rød, stiplet linje er usikkerheten til hver siktklasse som observatøren rapporterer etter. Det har blitt laget regresjonslinje med regresjonskoeffisient og kvadratsum mellom punktene og blå linje for de forskjellige nedbørtyperne, og blir presentert i tabell 4.2.2.

Tabell 4.2.2: Regresjonslinjer med tilhørende regresjonskoeffisient (\hat{R}^2), kvadratsum mellom punktene og blå linje (SS_E) og antall punkter (N) for de ulike nedbørtyperne i figur 4.2.13.

	Regresjonslinje, $\hat{y} = \hat{a}x + \hat{b}$	\hat{R}^2	SS_E	N
Ingen nedbør	$\hat{y} = 0,34x + 10609$	0,07	$5,9 \cdot 10^8$	17
Snøfokk	$\hat{y} = 0,47x + 8084$	0,12	$5,7 \cdot 10^8$	9
Regn	$\hat{y} = -0,06x + 7298$	0,00	$1,1 \cdot 10^8$	4
Snø	$\hat{y} = 0,61x + 5029$	0,28	$1,3 \cdot 10^8$	37
Sludd/snøbyger	$\hat{y} = 0,54x + 6997$	0,01	$9,8 \cdot 10^9$	14
Sort linje	$\hat{y} = 0,59x + 5985$	0,29		81

$SS_E = 1,3 \cdot 10^8$ for snø, og er den laveste kvadratsumverdien for $N > 4$.

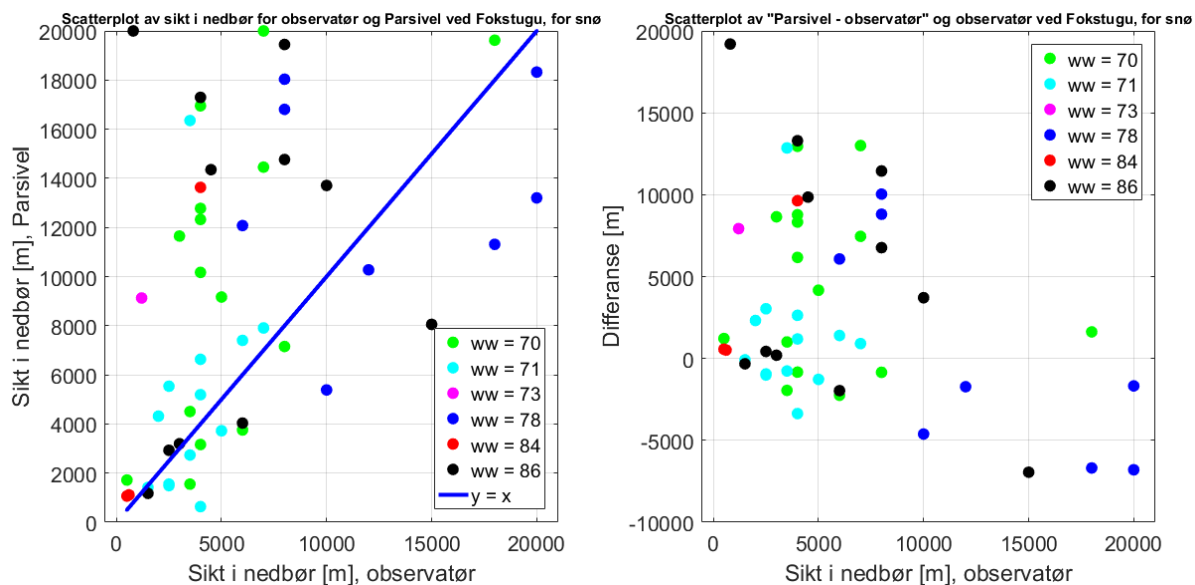
I figur 4.2.14 har differansen ‘Parsivel-observatør’ blitt plottet mot observatørverdier. Differansen har blitt undersøkt for både intensitet og nedbørtype. Denne typen plot ble også gjort i (Nurmi, 2003), der det presenteres forskjellige forslag til verifikasjon av lokale værvarslinger. Dersom differansen er null, har samme siktverdi blitt observert av Parsivel og observatør. Positiv differanse indikerer at Parsivel angir bedre sikt enn observatør, og negativ differanse indikerer at Parsivel angir dårligere sikt enn observatør.



Figur 4.2.14: Differanse mellom Parsivel og observatør [m] plottet mot sikt i nedbør fra observatør [m] for figur 4.2.12 (intensitet) og figur 4.2.13 (nedbørtype). Positiv differanse indikerer at Parsivel overestimerer sikt i nedbør og negativ verdi indikerer at Parsivel underestimerer. I venstre figur er differansen funnet for forskjellig intensitetsverdi og i høyre figur er differansen funnet for forskjellig nedbørtype.

Figur 4.2.14 tydeliggjør det faktum at Parsivel angir bedre sikt for verdier fram til 8000 m (x-aksen) ved 41 av 55 tilfeller og tilfeldig (50 %) om Parsivel angir bedre eller dårligere siktverdi enn observatør for verdier ≥ 10000 m. (Vuerich et al., 2009) fant i sitt studie at OTT Parsivel har en tendens til å overestimere nedbørintensitet, med lite spredning blant punktene. En mulig feilkilde for denne overestimeringen kan oppstå ved tilfeller av sammenfallende nedbørpartikler. Disse kan bli detektert som én ‘stor’ nedbørpartikkel, og fører til underregistrering av mindre partikler. Ved å sammenlikne intensitetsverdier fra Parsivel mot et annet intensitetsmåleinstrument, vil man kunne analysere om evt. overestimering observeres. Da vil man også kunne si noe om usikkerheten rundt observasjonene ved Parsivel. I Vuerich et al. (2009) ble det utviklet en metode for dette.

Ettersom snø er nedbørtypen som har blitt observert flest ganger (37 av 81), ble det ytterligere undersøkt om Parsivel har bedre overenstemmelse med observatør for ulike snøtyper og intensiteter. Figur 4.2.15 viser spredningsplot og differanseplot for siktverdier fra Parsivel og observatør for de ulike snøtypene/intensitetene som har blitt observert.



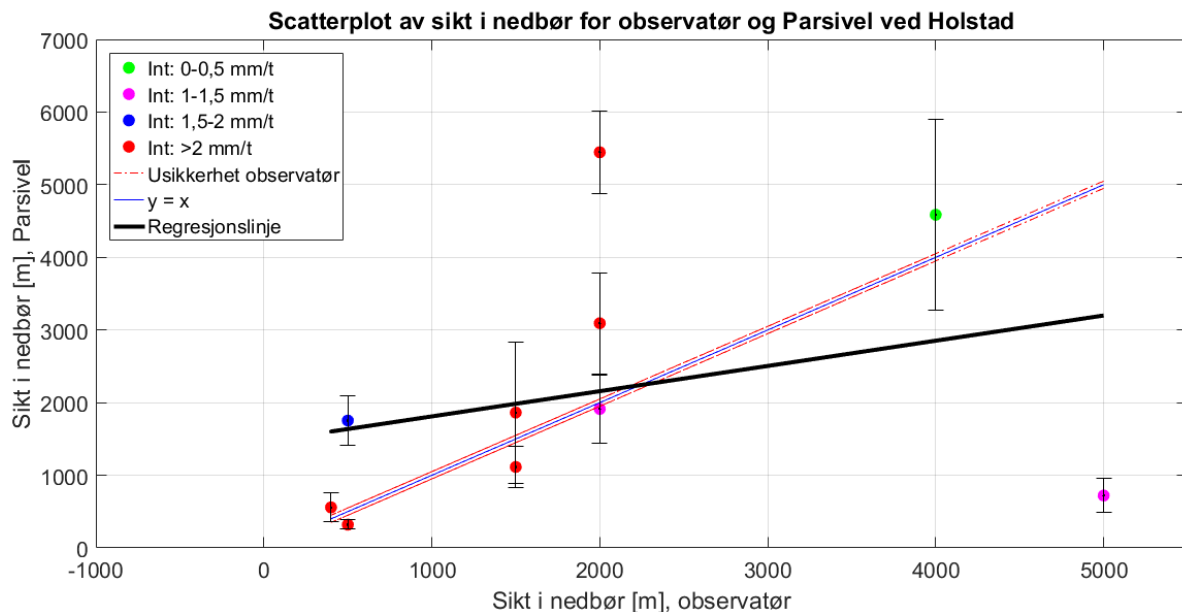
Figur 4.2.15: Figuren til venstre viser spredningsplott av sikt i nedbør [m] fra observatør (x-akse) og Parsivel (y-akse). Det har blitt undersøkt om snøtype påvirker sikt registrert av Parsivel. Snøtype har blitt fordelt i seks grupper, og kan visualiseres ved forskjellige fargekoder beskrevet i tekstboks nederst til høyre. Figuren til høyre viser differanse mellom Parsivel og observatør [m] plottet mot sikt i nedbør fra observatør [m].

Snø ble kategorisert etter ww-koder, se kategoriseringsboks i figur 4.2.15. Fra visuell betraktning av plot til venstre i figur 4.2.15, observeres det at Parsivel har best overenstemmelse med observatør for $ww = 71$, da disse befinner seg nærmest blå linje. Kvadrert og summert avstand mellom de ulike snøobservasjonene til blå linje (SS_E) ble kalkulert og presenteres i tabell 4.2.3. Av tabellen fremgår det at SS_E -verdien er lavest ved $ww = 73$ ($0,63 \cdot 10^3$) og $ww = 84$ ($0,93 \cdot 10^3$), men da verdiene er beregnet på få punkter, kan ikke de anses som statistisk signifikante verdier. Verdier for $N > 10$, har $ww = 71$ lavest SS_E ($2,06 \cdot 10^3$), og ligger nærmest blå linje, slik det fremgikk av figur 4.2.15.

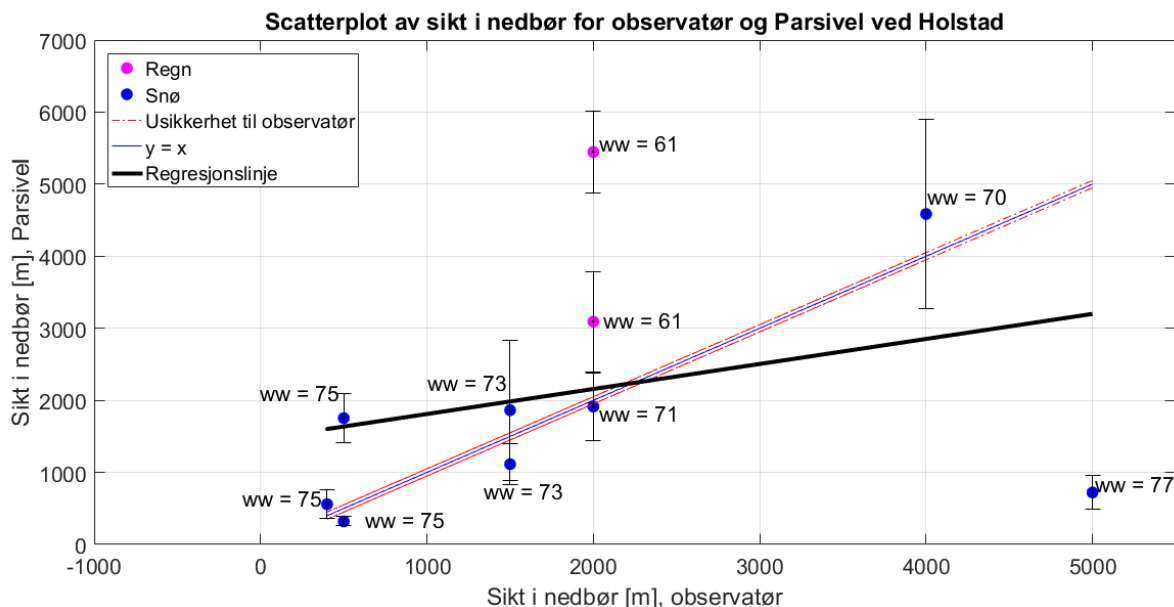
Tabell 4.2.3: Kvadrert og summert avstand mellom de ulike snøobservasjonene til blå linje (SS_E).

ww-kode	SS_E ($\cdot 10^8$)	N
70	6,84	15
71	2,06	13
73	0,63	1
78	3,33	8
84	0,93	3
85	8,85	11

Deler av samme type analyse ble foretatt ved Holstad. Datamengden som danner grunnlaget for analysen ved Holstad, er for tynt til at det kan konstateres om OTT Parsivel¹ sin evne til å observere sikt blir påvirket av nedbørtype eller intensitet. Ved tilgang på større datasett, kunne det blitt foretatt en grundigere analyse, slik det ble for Fokstugu. Figur 4.2.16 og figur 4.2.17 viser direkte sammenlikning av siktverdier [m] for observatør og Parsivel ved samme tidspunkt for Holstad.



Figur 4.2.16: Spredningsplott av sikt i nedbør [m] fra observatør (x-akse) og Parsivel (y-akse) ved Holstad. Det har blitt undersøkt om nedbørintensitet påvirker sikt meldt av Parsivel. Nedbørintensitet har blitt fordelt i fire grupper, og kan visualiseres ved forskjellige fargekoder beskrevet i tekstboks øverst til venstre.



Figur 4.2.17: Spredningsplott av sikt i nedbør [m] fra observatør (x-akse) og Parsivel (y-akse) ved Holstad. Det har blitt undersøkt om nedbørtype påvirker sikt meldt av Parsivel. Nedbørtype har blitt fordelt i to grupper, og kan visualiseres ved forskjellige fargekoder beskrevet i tekstboks øverst til venstre.

I figur 4.2.16 og figur 4.2.17 vises nedbørintensitet og nedbørtype med fargekoder. I figurene har det blitt undersøkt om intensitet og nedbørtype påvirker siktverdi tik Parsivel. Sorte feillinjer er gitt som standardavviket til siktverdier kalkulert fra halvtimen før og etter observasjonsklokkeslett. Rød stiplet linje er usikkerheten til hver siktklasse som observatøren rapporterer etter.

Regresjonslinje med \hat{R}^2 -verdi for sort linje i figur 4.2.16, ble estimert til $\hat{y} = 0,35x + 1463$ og $\hat{R}^2 = 0,09$ fra MATLAB-funksjonene beskrevet i delkapittel 3.5.2. \hat{R}^2 -verdien er meget lav (≈ 0), det finnes ingen korrelasjon mellom siktverdiene fra Parsivel og observatør. Dette er som forventet.

Som for Fokstugu er det en antydning til at siktverdi i snø ligger nærmere observatøren enn i regnvær, men datamengden er for liten for å kunne bekrefte dette.

4.3 Nedbørmengdemålinger fra Parsivel sammenliknet mot referanser

I tillegg til å angi nedbørtype, vil OTT Parsivel PWS også kunne rapportere nedbørmengde og intensitet. Dersom det viser seg at nedbørmengdeverdier fra Parsivel er pålitelige nok, kan det potensielt redusere vedlikeholdsarbeid, da manuelle nedbørmålere kan byttes ut mot Parsivel. For perioden da Vuerich et al. (2009) gjennomført sitt studie, ble det funnet at de optiske instrumentene trengte lite vedlikehold. Dermed kan eventuelle tilfeller der kjølevæsken i Geonor fryser til is, unngås, slik det ble oppdaget i dette studiet. Dette er tilfeller som i utgangspunktet ikke skal skje, da kjølevæsken er tilsatt alkoholer for å senke frysetemperaturen til væsken. I motsetning til nedbørmålere av typen Geonor og Lambrecht, vil Parsivel generelt ha en høyere sensitivitet når det kommer til deteksjon av nedbør. Parsivel er i større grad mer kapabel til å oppdage svært lette nedbørhendelser som de tradisjonelle nedbørmålerne kanskje ikke registrerer. Dette kan potensielt føre til at Parsivel vil rapportere større nedbørakkumulasjon.

For perioder der Parsivel ikke har vært operativ, vil det ikke kunne oppgis informasjon om nedbørakkumulasjon. All nedbør som eventuelt har kommet, vil ikke være samlet opp. Mengden som har falt da Parsivel var inaktiv, presenteres i tabell 4.3.1.

Tabell 4.3.1: Nedbør ikke registrert av Parsivel ved Ås og Fokstugu.

	Nedbørmengde ikke registrert av Parsivel ved Ås [mm]	Nedbørmengde ikke registrert av Parsivel ved Fokstugu [mm]
Januar	4,4	0,8
Februar	24,2	7,3
Mars	4,4	12,1

Det samme vil gjelde for Vippepluviometere, se delkapittel 2.5. Disse instrumentene er i likhet med Parsivel, ikke utstyrt med en samleanordning. Da vil Geonor-instrumentet være bedre, da det samler opp nedbørmengde, og i tillegg angir tidspunkt når nedbørsamleren (bøtten) ble tømt. På den måten kan man beregne totalt akkumulert nedbør for en periode. Dette ble gjort for Fokstugu, da RT_1- og RR_1-verdier ikke ble logget. For Vippepluviometere og Parsivel som ikke samler opp mengde, vil ikke dette være mulig.

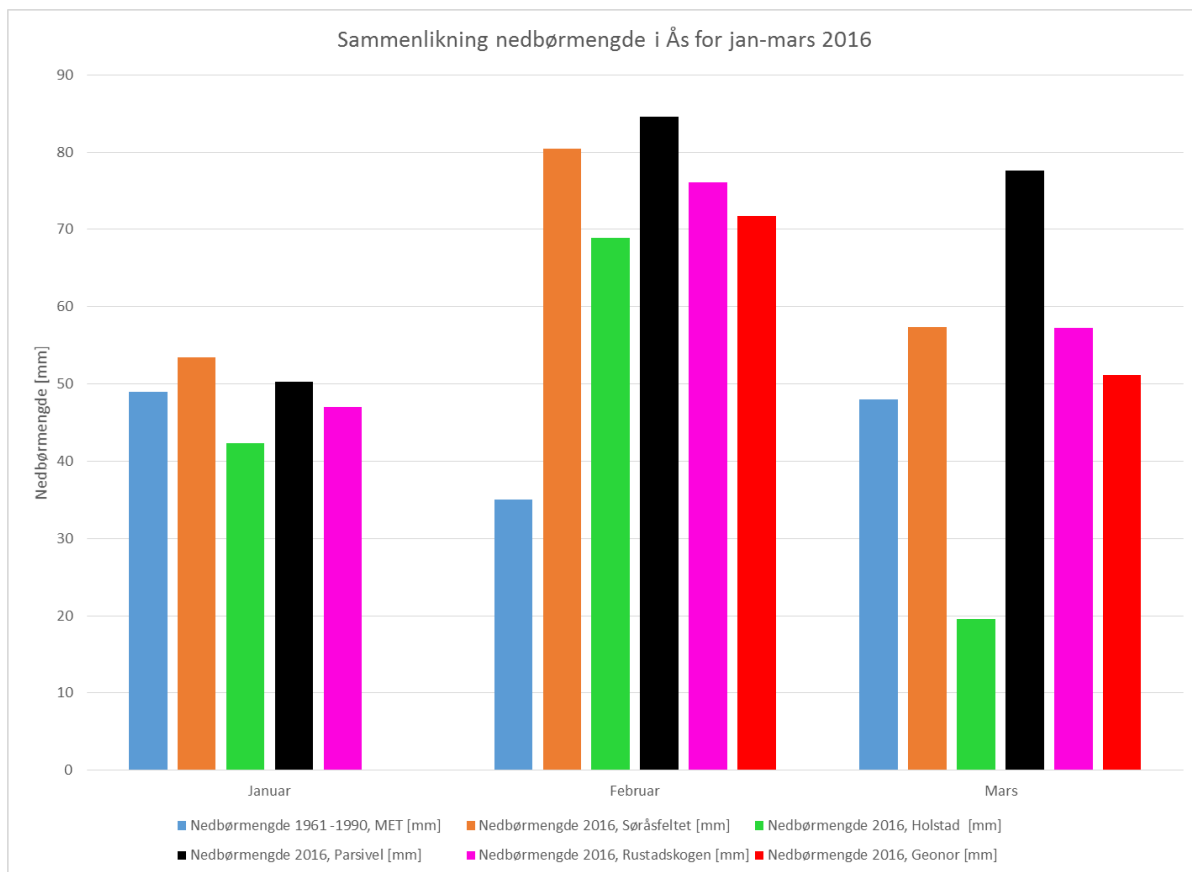
En annen mulig årsak til at Parsivel eventuelt overestimerer for nedbørmengde, er at sensoren vil kunne åpne for muligheten for registrering av 'trace'. 'Trace' er et fenomen som oppstår når observatør har observert nedbør, men denne nedbøren er ikke registrert av automatiske sensorer, slik som Geonor. Det kan være at nedbørpartiklene har lagt seg langs kanten av sylindring-åpningen. Vind og fordampning kan resultere i at nedbøren aldri falt ned i bøtten og ble derfor aldri registrert. Parsivel, som er et optisk system, vil registrere disse partiklene momentant, og ut i fra dette finne intensitet og mengde.

Det er blitt gjort flere studier på om forskjellige typer PWS er gode på nedbørakkumulasjon. (Wong et al., 2008) utførte et studie der de sammenliknet nedbørmengde fra tre PWSer, to OTT Parsivel og en Vaisala PWD22 (måler sikt, intensitet og type), mot to Vaisala VRG 101 og to OTT Pluvio nedbørmengdeinstrumenter. Referanseverdi av de fire instrumentene ble laget for nedbørdager med daglig mengde over 1 mm. Det ble satt som kriteria at instrumentenes variasjon seg imellom, skulle være mindre enn 0,4 mm for daglig akkumulert nedbør. Det ble funnet at begge Parsivel-sensorene overestimerte i forhold til referansen med henholdsvis 29 og 24 %.

(Löffler-Mang & Joss, 2000) sammenliknet i sitt studie nedbørmengde fra et optisk distrometer med nedbørmengde fra Joss-Waldvogel distrometer og Hellmann regnmåler. Det ble funnet at for de fleste dagene, varierte daglig nedbørmengde med 1 mm. Ved 8/10 tilfeller målte Joss-Waldvogel 10 % høyere verdi enn de andre sensorene. Det bemerkes at de andre distrometerene er veldig like da de har samme husing-prinsipp.

4.3.1 Ås

Sammenlikning av månedlig nedbørmengde er illustrert i figur 4.3.1 form av stolpediagram. Lyseblå stolpe er middelnedbør for perioden 1961-1990, brun stolpe er nedbørmengde registrert ved Søråsjordet av IMT/ NMBU, grønn stolpe er nedbørmengde registrert ved Holstad av Lambrecht, sort stolpe er nedbørmengde estimert av Parsivel, lilla stolpe er nedbørmengde registrert ved Rustadskogen av Lambrecht og rød stolpe er nedbørmengde registrert ved Søråsjordet av Geonor. Geonor-måling for januar har blitt fjernet fra analysen, beskrevet i delkapittel 3.4.

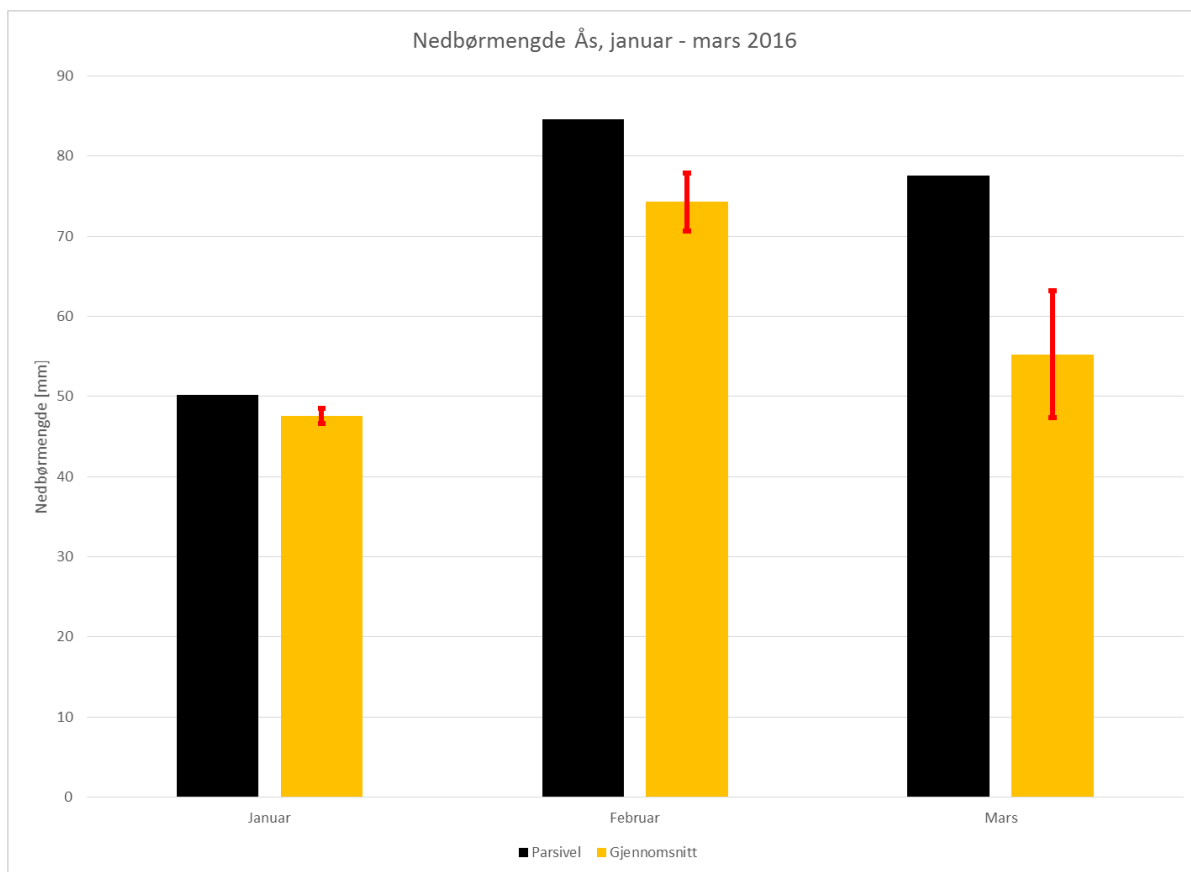


Figur 4.3.1: Stolpediagram for nedbørmengde [mm] registrert av de ulike sensorene plassert i Ås.

Parsivel har målt mer nedbørmengde i forhold til alle sensorene foruten om nedbørmengde registrert i januar av IMT/ NMBU (isdannelse i målebøtte). Av figur 4.3.1 illustreres feilen fra datasettet for mars-måned for Holstad (Lambrecht). Feilen kan komme av at det legger seg et snølag som tetter igjen åpningen til vippepluviometer. Vippepluviometeret som brukes ved Holstad kan være en annen type enn den som brukes ved Rustadskogen, utstyrt med mindre effektiv elektrisk varming. Dette har ikke blitt bekreftet/avkreftet fra NIBIO. Data for mars-måned fra Holstad har blitt utelatt for videre analyse i oppgaven. Det ble laget gjennomsnittsverdi av nedbørmengdedata fra Rustad-skogen (jan, feb og mars), Søråsfeltet (jan, feb og mars), Holstad (jan og feb) og Geonor (feb og mars). Tabell 4.3.2 angir gjennomsnittlig nedbørmengde i forhold til normalen for perioden januar-mars 2016. Snittet av nedbørmengden for januar var tilnærmet lik normalen (98 %), mens det i februar falt over dobbelt som mye nedbør (218 %). I mars kom det omtrent 30 % mer nedbør enn normalen.

Tabell 4.3.2: Gjennomsnittlig nedbørmengde i forhold til normalen for januar-mars 2016 i Ås.

Måned	Nedbørmengde [%]
Januar	98
Februar	218
Mars	127



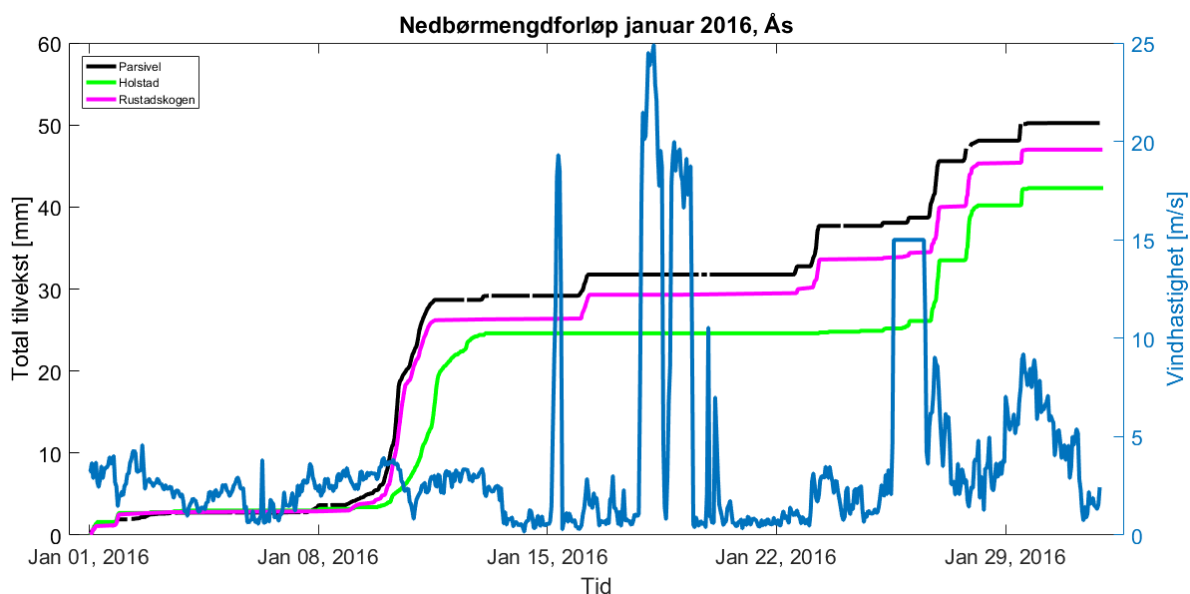
Figur 4.3.2: Stolpediagram over snittet av nedbørmengde [mm] per måned (gul) og registrert nedbør av Parsivel (sort). Måledata fra Geonor (januar) og Holstad (mars) er utelatt fra gjennomsnittsverdier, da disse har feil ved datasett.

Figur 4.3.2 viser et stolpediagram over nedbørmengde [mm] per måned registrert av Parsivel (sort) og snittet av nedbørmengdeverdier for Holstad, Rustadskogen og Ås (gul). Røde feillinjer er standardavvik til hver gjennomsnittsmåling. Parsivel har registrert mer enn gjennomsnittet for alle månedene, med henholdsvis 5 %, 13 % og 41 % for januar, februar og mars. Dersom data fra tabell 4.3.1 også inkluderes, registrerte Parsivel 15, 46 og 48 % mer nedbør i forhold til gjennomsnittet for henholdsvis januar, februar og mars.

Nedbørforløp

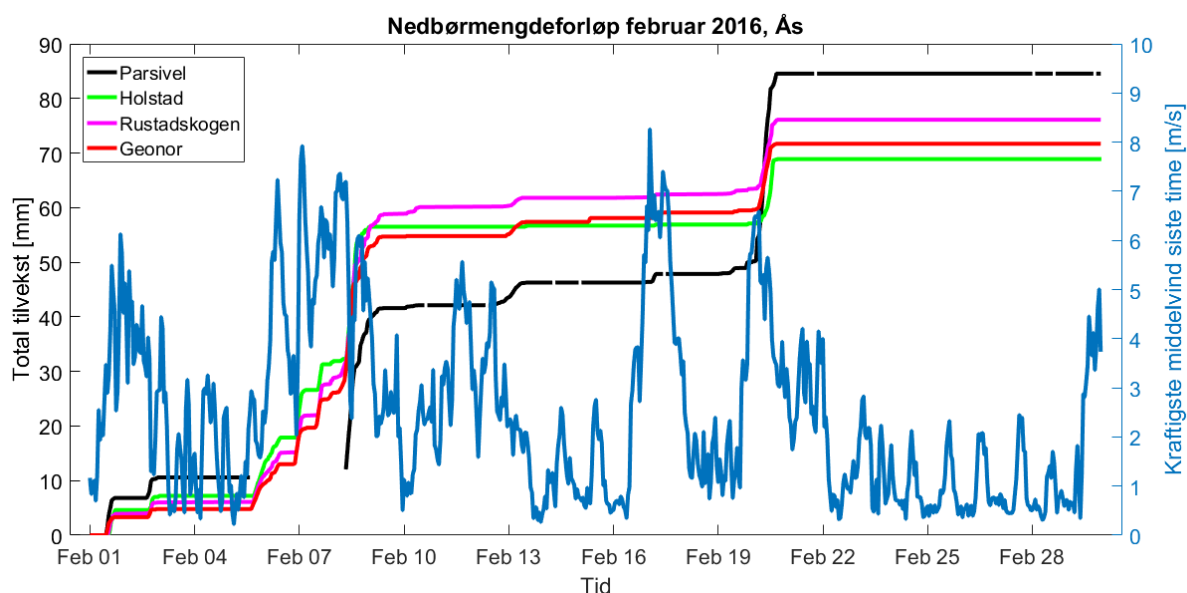
Akkumulert nedbørmengde per dag ble videre undersøkt, for å nærmere undersøke de ulike sensorene. Akkumulert nedbør for januar til mars 2016 er illustrert i figur 4.3.3 til figur 4.3.5. Generelt oppsett for disse figurene:

- Sort linje er nedbørmengde registrert av Parsivel.
- Grønn linje er nedbørmengde registrert ved Holstad.
- Lilla linje er nedbørmengde registrert ved Rustadskogen.
- Rød linje er nedbørmengde registrert ved Søråsjordet (Geonor).
- Tidspunkter der Parsivel var inaktiv er markert som opphold i sort linje.
- Blå linje er vindhastighet [m/s].



Figur 4.3.3: Nedbørmengdeforløp januar 2016, Ås.

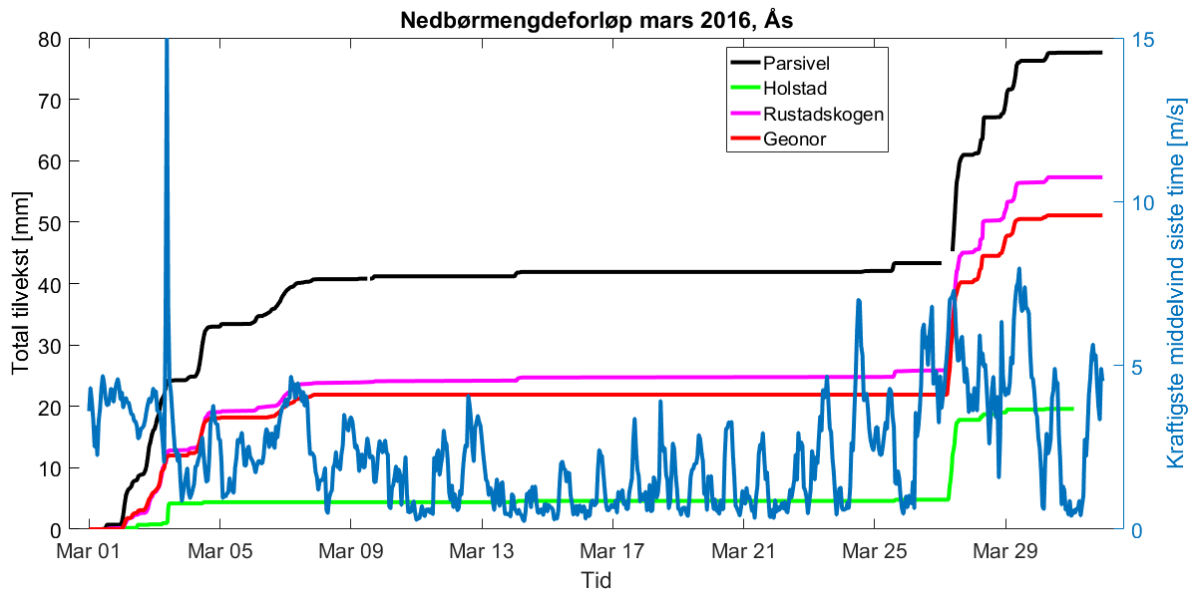
Fra figur 4.3.3 fremgår det at nedbør registreres noe senere ved Holstad enn Rustadskogen. Denne forsinkelsen skyldes ikke lokale byger, da Parsivel har registrert nedbør ved samme tidspunkt som ved Rustadskogen. Det kan skyldes at varmeelementet ved Holstad har mindre effektiv oppvarming enn ved Rustadskogen, og vil bruke lenger tid på å smelte snø. I løpet av denne perioden kan eventuell nysnø legge seg oppå det allerede eksisterende snølaget. Vind kan blåse bort snølag som ikke er i kontakt med varmeelementet og medføre at nedbøren ikke blir registrert.



Figur 4.3.4: Nedbørmengdeforløp februar 2016, Ås.

Figur 4.3.4 viser at Parsivel var inaktiv i tidsrommet 6. til 8. februar. Lambrecht ved Holstad og Rustadskogen samt Geonor, har alle observert nedbør i det samme tidsrommet, i tillegg til at det blåste jevnt, med vindstyrke fra 3-8 m/s. Fra tabell 3.4.2, fremgår det at det har blitt observert regn som gikk over til snø den 8. februar. Temperaturen var mellom 0-3 °C. Snø som

faller ved disse temperaturer kan være store, fuktige snøflak som lett vil kunne feste seg til omgivelsene, spesielt ved forekomst av vind. Det kan tenkes at nedbørpartikler har festet seg ved et av dekslene til Parsivel og på den måten blokkert for lyssignalet. Denne mulige forklaringen har blitt diskutert tidligere, se delkapittel 4.2.2. Kombinasjonen 'vind og store snøflak' kan føre til at Parsivel tolker nedbørpartiklene som tunge, vannholdige partikler med høy intensitet og følgelig klassifiserer nedbøren som kraftigere enn den er i utgangspunktet.

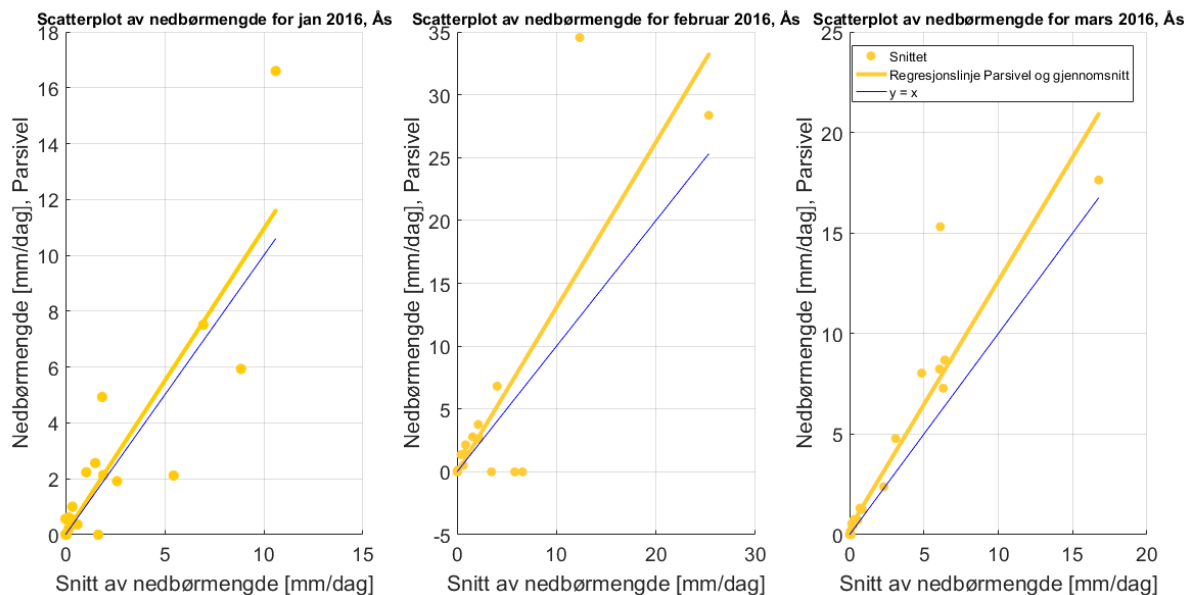


Figur 4.3.5: Nedbørmengdeforløp mars 2016, Ås.

Figur 4.3.5 viser nedbørmengdeforløp for mars 2016 i Ås. Tidlig 27. mars ble Parsivel inaktiv i 6 timer idet nedbøren kom. Det var i denne perioden all nedbør som ikke ble registrert av Parsivel kom, 4,4 mm (tabell 4.3.1). Uten sensorstatusdata fra Parsivel er det ikke mulig å finne ut hva slags feilmelding som ble sendt ut. Av figuren fremgår det hovedsakelig to nedbør-situasjoner, 2.-8. mars og 27.-30. mars. For perioden 2.-8. mars registrerte Rustadskogen 23,6 mm, Søråsjordet 21,9 mm, Parsivel 38,4 mm og Holstad registrerte 4,3 mm. Holstad registrerte nedbøren senere enn de andre sensorene. Dette kan skyldes mindre effektiv varming, beskrevet tidligere. For den andre nedbørperioden, 27.-30. mars, registrerte Rustadskogen 31,4 mm, Søråsjordet 29,2 mm, Parsivel 34,3 mm og Holstad 14,8 mm. Av figuren fremgår det at Holstad registrerte nesten all nedbørmengde de første timene. Nedbør som falt etter 27. mars kl. 14 ble ikke registrert ved Holstad.

Kvalitet av nedbørmengdemålinger fra Parsivel sammenliknet med referanser

Figur 4.3.6 viser spredningsplott av nedbørmengde [mm/dag] for Parsivel mot snittet av de forskjellige sensorene for januar, februar og mars 2016. De forskjellige regresjonslinjene, standardavvik og relativ differanse mellom Parsivel og referanse er presentert i tabell 4.3.3.



Figur 4.3.6: Spredningsplott av nedbørmengde [mm/dag] for Parsivel (y -akse) mot gjennomsnittet av de forskjellige sensorene (x -akse) for januar, februar og mars 2016.

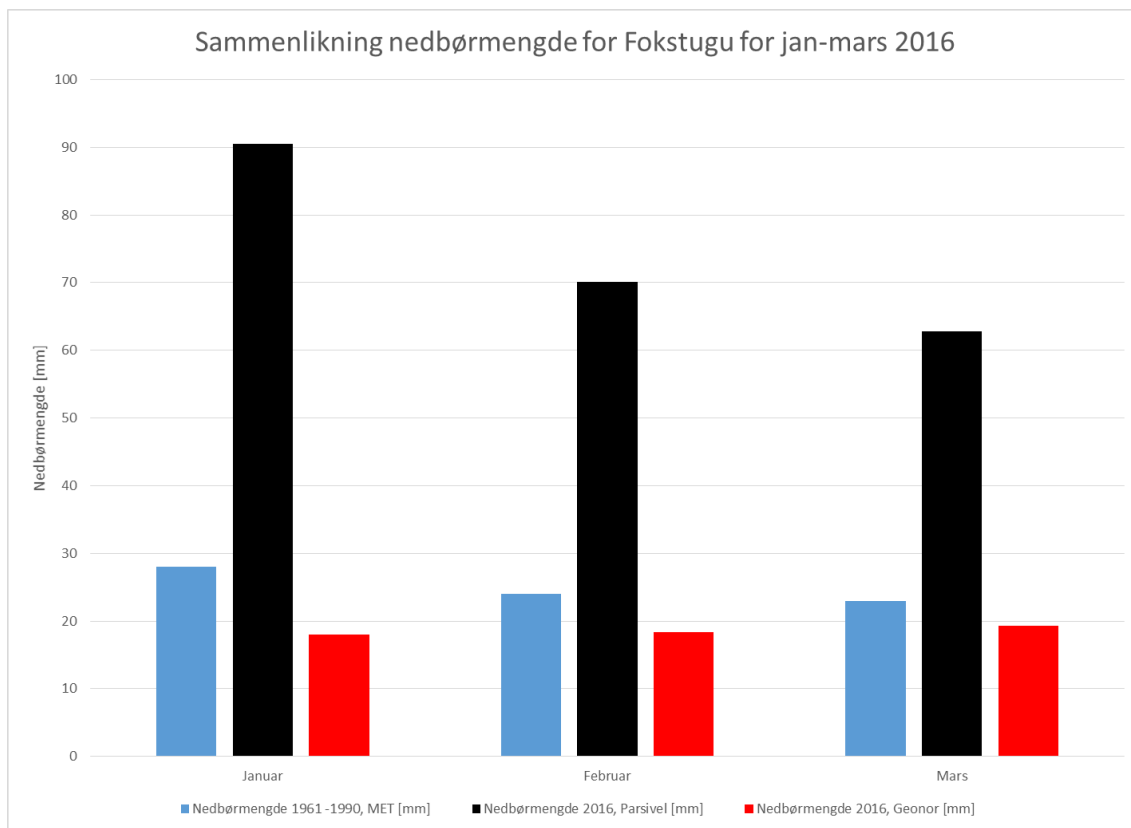
Tabell 4.3.3: Regresjonslinjer, standardavvik og relativ differanse mellom Parsivel og referanse til figur 4.3.6.

	Regresjonslinje, $\hat{y} = \hat{a}x + \hat{b}$	\hat{R}^2	STD	Relativ differanse [%]
Januar	$\hat{y} = 1,09x + 0,05$	0,79	3,35	5,6
Februar	$\hat{y} = 1,32x - 0,09$	0,72	8,10	13,8
Mars	$\hat{y} = 1,23x + 0,326$	0,89	4,64	40,4

Av tabell 4.3.3 fremgår det at relativ differanse mellom Parsivel og de respektive gjennomsnittene er 5,6, 13,8, og 40,4 % for henholdsvis januar, februar og mars. Det estimerte stigningstallet, \hat{a} , er større enn 1 og gul linje ligger over blå linje ($y = x$) i figur 4.3.6. Overenstemmelse mellom Parsivel og de respektive gjennomsnittene er bedre for nedbørdager < 10 mm/dag, da spredningen er mer sentrert rundt blå linje. Av tabellen fremgår det at regresjonskoeffisientene (0,7-0,9) er bedre enn verdiene var for sikt (se tabell 4.2.1 og tabell 4.2.2). Disse verdiene er for lave til at å hevde korrelasjon mellom målt nedbørmengde fra Parsivel og gjennomsnittene.

4.3.2 Fokstugu

Sammenlikning av månedlig nedbørmengde er illustrert i form av stolpediagram i figur 4.3.7. Lyseblå stolpe er middelnedbør for perioden 1961-1990, sort stolpe er nedbørmengde estimert av Parsivel og rød stolpe er nedbørmengde registrert av Geonor.



Figur 4.3.7: Stolpediagram for nedbørmengde [mm] per måned registrert av Geonor og Parsivel ved Fokstugu.

Figuren viser at Parsivel registrerer mer nedbør i forhold til Geonor for alle månedene, med henholdsvis 500, 383 og 325 % for januar, februar og mars 2016. Tabell 4.3.4 angir nedbørmengde registrert av Parsivel og Geonor i forhold til normalen for perioden januar-mars 2016.

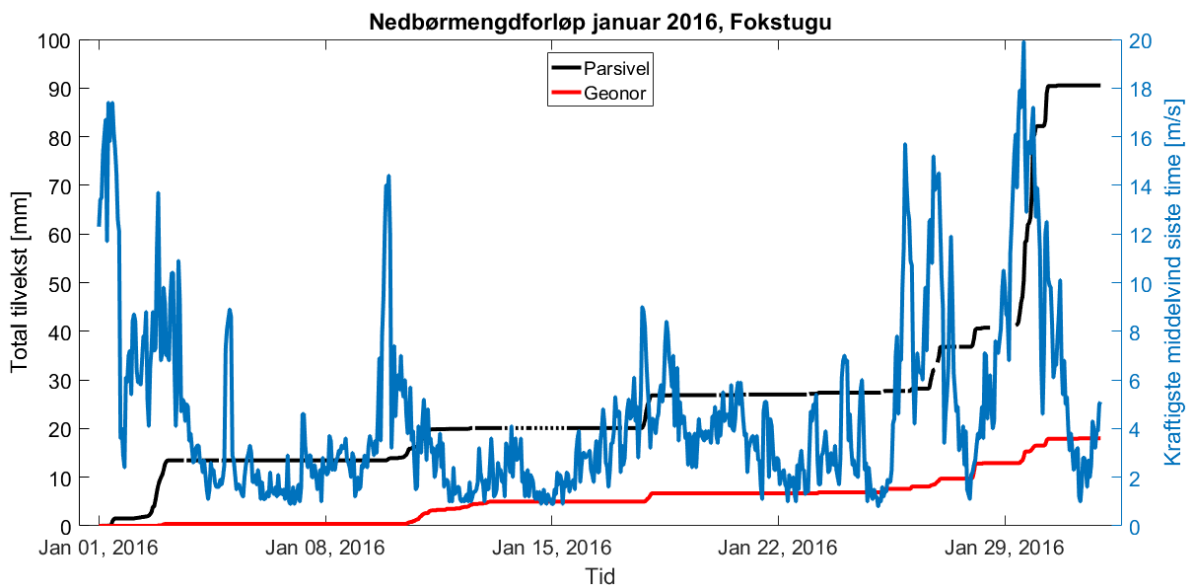
Tabell 4.3.4: Nedbørmengde registrert av Parsivel og Geonor i forhold til normalen for januar-mars 2016 ved Fokstugu.

	Nedbørmengde, Parsivel [%]	Nedbørmengde, Geonor [%]
Januar	323	64
Februar	292	76
Mars	325	84

Nedbørforløp

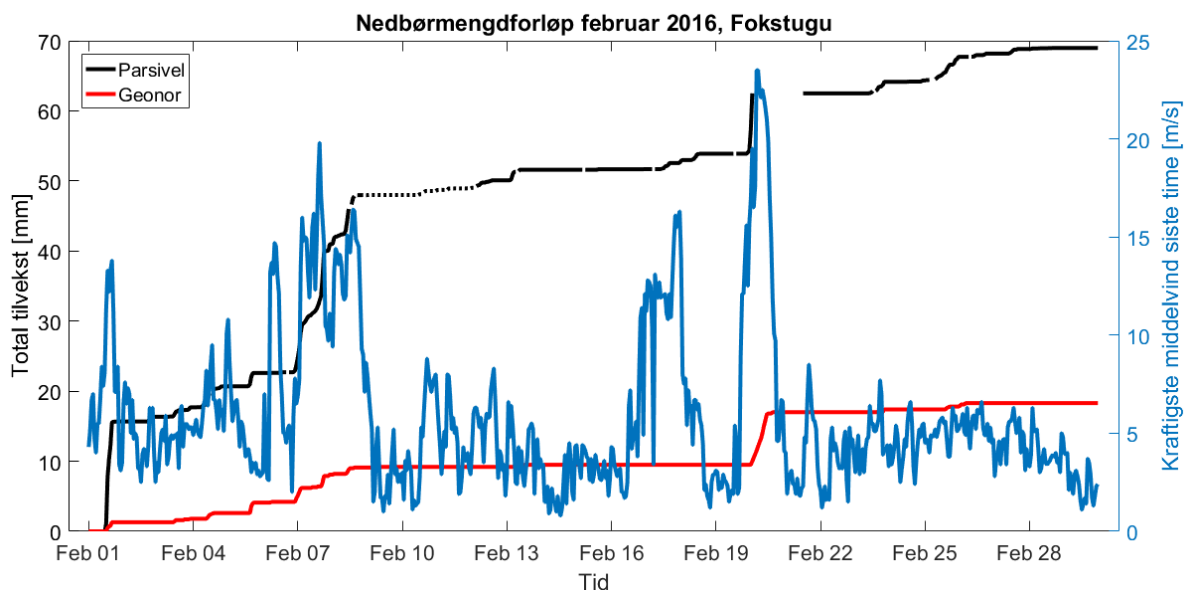
Akkumulert nedbørmengde per dag ble videre undersøkt, for å nærmere undersøke de årsak bak at Parsivel melder mer nedbør enn Geonor. Akkumulert nedbør for januar til mars 2016 er illustrert i figur 4.3.8 til figur 4.3.10. Generelt oppsett for figurene:

- Sort linje er nedbørmengde registrert av Parsivel.
- Rød linje er nedbørmengde registrert ved Søråsjordet (Geonor).
- Tidspunkter der Parsivel var inaktiv er markert som opphold i sort linje.
- Blå linje viser kraftigste middelvind siste time [m/s].



Figur 4.3.8: Nedbørmengdeforløp januar 2016, Fokstugu.

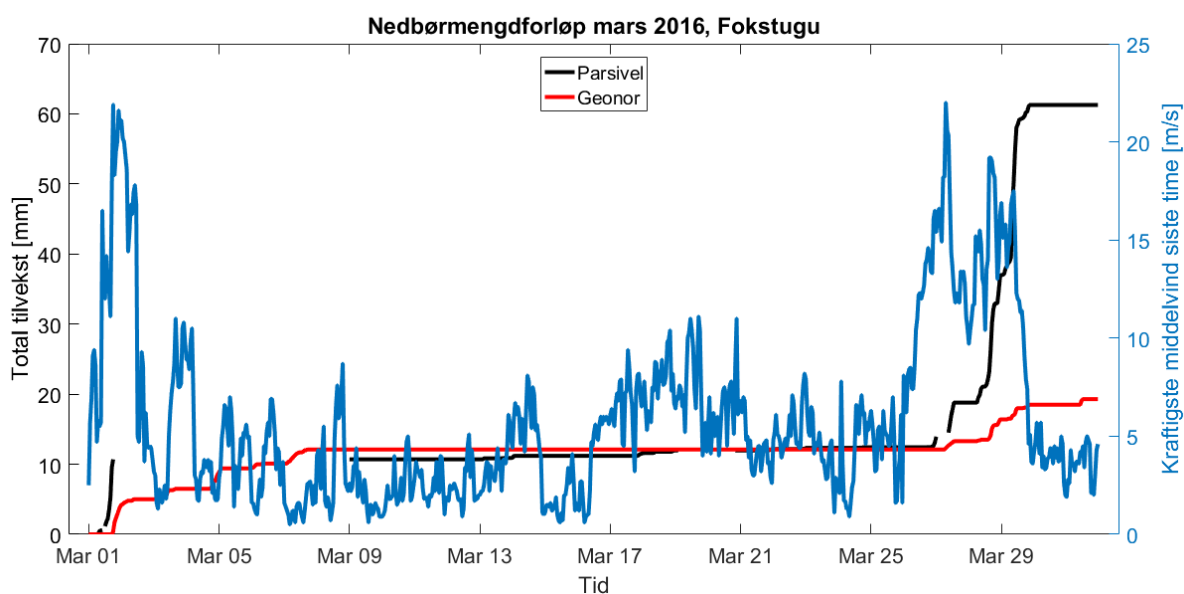
For nedbørmengdeforløpet for januar (figur 4.3.8) observeres det at de fleste nedbørsituasjoner, 2.-3., 10., 18. og 26.-29. januar, forekommer ved vindhastigheter større enn 6 m/s. Tidspunktet for de to dagene med høyest middelvind (18-20 m/s), 1. januar og 29. januar, var også da observatøren meldte snøfokk (figur 4.2.10 og figur 4.2.11). Fra Nes (2015a), defineres snøfokk som 'ikke nedbør'. Det faktum at det var mye vind ved de to tidspunktene, er med på å styrke hypotesen om at vind virvlet opp nedbørpartikler slik at de passerte lyssignalet til Parsivel og følgelig oppga siktverdi. Wolff et al. (2013) fant i sitt studie at ved kombinasjonen mellom vindstyrker over 6 m/s og nedbør i form av snø, målte Geonor 20 % nedbørmengde i forhold til referanseverdi, dog med mye spredning i datapunktene. For nedbørsituasjon 1.-3.januar registrerte Geonor omtrent 3 % av nedbørmengden registrert av Parsivel, mens for nedbørsituasjon 25.-30.januar registrerte Geonor omtrent 17 % av Parsivel. Én mulig forklaring på denne lave registreringen til Geonor, er at vind skaper turbulente luftstrømmer over sylinderråpningen og blåser nedbørpartiklene bort. På den måten vil aldri partiklene komme i kontakt med bøtteinnholdet. Partikler med stor hastighet som følge av vind, kan tolkes som kraftig nedbør fra Parsivel (høy intensitet), som nevnt tidligere. Da Geonor oppleves å underestimere ved tilfeller av snø og vind, trengs det å sammenlikne nedbørdata fra Parsivel mot en referanseverdi som ikke er vindavhengig for å bedre kvaliteten på undersøkelsen.



Figur 4.3.9: Nedbørmengdeforløp februar 2016, Fokstugu.

For nedbørmengdeforløpet for februar (figur 4.3.9), gjøres det samme observasjoner som for nedbørmengdeforløpet for januar (figur 4.3.8): Ved nedbørtilfellene, 1., 6.-9. og 20. februar, blåste det mer enn 7 m/s. For nedbørperioden 1. februar, registrerte Geonor 8,3 % av nedbørmengde registrert av Parsivel. Av tabell 8.4.2, fremgår det at observatør har observert lett snøfall. For nedbørperioden 6.-9. februar, registrerte Geonor 19,7 % av nedbørmengde registrert av Parsivel. Disse observasjonene samsvarer med funnene i Wolff et al. (2013).

20. februar var dagen i februar med kraftigst middelvind (23 m/s). Fra tabell 8.4.2 opplyses det at nedbøren kom i form av snø. Fra sort linje i figur 4.3.9, observeres det at Parsivel ble inaktiv rett før vindmålingen ble registrert. Dersom det hadde vært tilgang på sensorstatus til Parsivel for denne hendelsen, kunne årsak for inaktiviteten undersøkes. Mulige årsaker har blitt drøftet tidligere i oppgaven, se delkapittel 4.2.2.



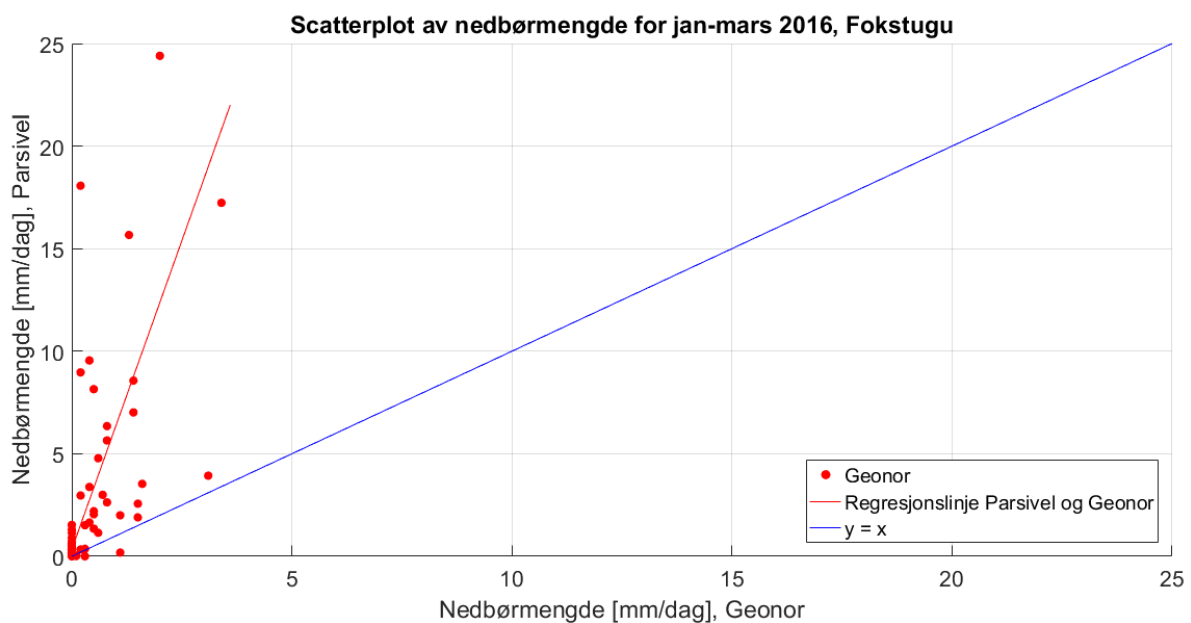
Figur 4.3.10: Nedbørmengdeforløp mars 2016, Fokstugu.

For nedbørmengdeforløpet for mars (figur 4.3.10) observeres det at Parsivel ble inaktiv ved kombinasjonen ‘nedbør og vind’ for 1. mars og 27. mars. Dette ble også observert for nedbørmengdeforløpet for februar (figur 4.3.9). Etter 1. mars var sensoren inaktiv i 7 dager, og i 8 timer etter 27. mars. Dersom det hadde vært tilgang på sensorstatus, kunne det blitt gjort grundigere analyse av disse tilfellene.

For nedbørperioden 27.-30. mars fremgår det av figuren at Geonor registrerte betydelig mindre enn Parsivel. Geonor registrerte 12,1 % av nedbørmengde registrert av Parsivel, samtidig som vindstyrken var over 7 m/s. Fra tabell 8.4.3 observerte observatøren lette til middels eller sterke snøbyger (ww = 86) og lette sludbyger. Disse observasjonene samsvarer med funnene i Wollf et al. (2013).

Kvalitet av nedbørmengdemålinger fra Parsivel sammenliknet med referanser

Figur 4.3.11 viser spredningsplot av nedbørmengde [mm/dag] for Parsivel mot Geonor for januar, februar og mars 2016 ved Fokstugu. Regresjonslinje, standardavvik og relativ differanse mellom totalmengde registrert av Parsivel og Geonor presenteres i tabell 4.3.5.



Figur 4.3.11: Spredningsplot av nedbørmengde for jan-mars 2016, Fokstugu.

Tabell 4.3.5: Regresjonslinje, standardavvik og relativ differanse mellom totalmengde registrert av Parsivel og Geonor til figur 4.3.11.

	Regresjonslinje, $\hat{y} = \hat{a}x + \hat{b}$	\hat{R}^2	STD	Relativ differanse [%]
Parsivel mot Geonor	$\hat{y} = 6,02x + 0,33$	0,53	0,74	302

Av tabell 4.3.5 fremgår det at relativ differanse mellom Parsivel og Geonor er 302 %. Av figur 4.3.11 fremgår det at maks nedbørmengde per dag registrert av Geonor er omtrent 3,5 mm/dag, mens Parsivel har registrert verdier opp mot 25 mm/dag.

Som nevnt tidligere, utførte Lanzinger et al. (2006) et nedbørmengdestudie der tre Thies Laser Precipitation Monitor (LPM, annen type PWS) ble sammenliknet mot referanseverdi fra ‘grop måler’ (pit gauge). Alle tre sensorene målte signifikant mer nedbør enn referansemåleren. De tre sensorene registrerte henholdsvis 20,2 %, 15,0 % og 5,3 % mer nedbørmengde enn referansen.

4.4 Scoreverdier

Scoreverdiene er beregnet ved bruk av formlene (2.4), (2.5) og (2.6), definert i delkapittel 2.8.2, og blir presentert i tabell 4.4.1. Algoritmen som ble utviklet, anså $RR_1 > 0$ [mm/time] og $RT_1 > 20$ min som en nedbørhendelse.

Tabell 4.4.1: 2×2 kontingenstabell med tilhørende scoreverdier for nedbørdeteksjon av OTT Parsivel¹ ved Ås og OTT Parsivel² ved Fokstugu.

Nedbør			Nedbør		
Fokstugu			Holstad		
Referanse	OTT Parsivel 2		Referanse	OTT Parsivel 1	
(Geonord)	Ja	Nei	(Geonord)	Ja	Nei
Ja	95	15	Ja	298	38
Nei	93	1223	Nei	45	1496
PC	92,4 %		PC	95,6 %	
POD	86,4 %		POD	88,7 %	
FAR	49,5 %		FAR	13,1 %	
N	1426		N	1877	

Fra tabellen observeres det en ganske høy treffsikkerhet (PC) for begge Parsivel sensorene på 92,4 % for OTT Parsivel² og 95,6 % for OTT Parsivel¹. Da antall dager der både sensor og referanse ikke observerer nedbør (d = 1223 og 1496) er i samme størrelsesorden som total observert hendelser (N = 1426 og 1877), vil dette gi høy treffsikkerhet (fra formel (2.4)). Det er verdt å nevne at Parsivel har en tendens til både å bli inaktiv og registrere med nedbør enn Geonor ved kombinasjonen mye vind og nedbør. Da tilfelle der Parsivel var inaktiv har blitt ekskludert fra studiet, vil dette bare bedre treffsikkerheten til sensoren. Bloemink og Lanzinger (2005) fant i sitt studie at prestasjonen til Thies distrometeret for alle nedbørtyper var 91 %. Dette stemmer med opp-fatningen som har blitt gjort i dette studie.

POD er noe lavere enn PC, som kan indikere at Parsivel er noe dårligere til å detektere nedbør, enn den er til å samsvare med referanse. $POD = 86,4$ % for OTT Parsivel² og $POD = 88,7$ % for OTT Parsivel¹. Haugen (2015) fant i sitt studie at POD for OTT Parsivel var på 60 %. I studiet ble det også avduket at Parsivel observerte ‘ingen nedbør’ i ca. 68000 tilfeller der referansen (Vaisala PWD22) observerte enten yr, regn, snø eller ‘ukjent nedbør’.

For Fokstugu er FAR på omtrent 50 %. Ved halvparten av tilfellene der Parsivel opplever nedbør, vil referansen ikke registrere denne mengden. Dette kan ha sammenheng med at Parsivel registrerer mer nedbør ved vindtilfeller enn Geonor, diskutert tidligere.

5 Konklusjon

Fra en vurdering av to OTT Parsivel Present Weather Sensorer som sikt i nedbør sensorer, og ved sammenlikning med to observatører som referanse, kan det konkluderes med følgende:

For beregning av nedbørmengde per måned for Parsivel ('ikke-fangende'- nedbørmåler), er manglende dager et problem da disse dagene kan inneholde signifikante nedbørmengdetilfeller. Da 97% - regularitetsmålet til MET bare ble oppfylt en gang av OTT Parsivel¹ for mars (98,6 %), oppleves Parsivel å være for ustabil til å kunne brukes til klimatologisk forskning. For de resterende månedene, lå regulariteten mellom 86-96 %, foruten mars ved Fokstugu, med 71 % regularitet.

Sensorene fungerer ikke til bruk som siktindikator, da regresjonskoeffisienten = 0,29. OTT Parsivel² ved Fokstugu angir i 41 av 55 tilfeller bedre sikt enn observatør for siktverdier mindre enn 8000 m. For siktverdier over dette, er det tilfeldig (50 %) om Parsivel angir bedre eller dårligere sikt enn observatør. Siktverdiene varierer spesielt mye ved lave nedbørintensiteter (0-0,5 mm/t), $SSE = 3,4 \cdot 10^9$. OTT Parsivel² ved Fokstugu har best overensstemmelse med observatør ved vedvarende, lett snøvær ($ww = 71$).

I de fleste tilfeller der Parsivel ikke observerer nedbør, settes sikt til makssikt 20000 m og 10000 m for henholdsvis OTT Parsivel² og OTT Parsivel¹. I noen tilfeller angir Parsivel sikt selv om intensiteten er 0 mm/t. Det skal egentlig ikke skje, men kan ha sammenheng med at de forskjellige verdien baserer seg på forskjellige midlingsperioder. For å undersøke dette, må det gjøres analyse direkte på rådata fra Parsivel. Tilfellene kan korrigeres automatisk med kvalitetskontroll: Når Parsivel måler 0 mm/t intensitet, er sikt = ikke målt. Denne type kvalitetskontroll er å anbefale ved videre analyse av OTT Parsivel som 'sikt i nedbør'- sensor.

Ved vindhastigheter over 6 m/s, ble det observert at Geonor konsekvent registrerte mindre nedbør enn Parsivel. Wollf et al. (2013) fant i sitt studie at Geonor registrerte 20 % av nedbørmengde (snø) i forhold til referanseverdi ved vindhastigheter over 6 m/s. Vind kan skape turbulente luftstrømmer over sylinderråpningen til Geonor og blåse nedbørpartiklene bort. På den måten vil aldri partiklene komme i kontakt med bøtteinnholdet. Partikler med stor hastighet som følge av vind, kan tolkes som kraftig nedbør fra Parsivel (høy intensitet). Da Geonor oppleves å underestimere ved tilfeller av snø og vind, trengs det en referanseverdi som ikke er vindavhengig for å bedre kvaliteten på undersøkelsen.

OTT Parsivel¹ ved Ås egner seg bedre som nedbørmengdesensor enn siktindikatorsensor, da regresjonskoeffisienten = 0,72. For Ås ble det funnet at sensoren registrerte 5 %, 13 % og 41 % mer enn referanseverdier for henholdsvis januar, februar og mars 2016. Ved Ås fungerte nedbørmengdeverdier fra to Lambrecht vippepluviografer, en Geonor nedbørsamler og manuelle nedbøravlesninger som referanse. Ved Fokstugu ble det observert at Parsivel registrerte 500 %, 383 % og 325 % mer enn Geonor for henholdsvis januar, februar og mars 2016. Det er verdt å nevne at Fokstugu ligger på 973 m.o.h ved Dovre Nasjonalpark.

Fra scoreverdier utarbeidet fra 2x2 kontingenstabeller for nedbørdeteksjon, fremgår det at treffsikkerheten med observatør (PC) er på 92,4 % for OTT Parsivel² og 95,6 % for OTT

Parsivel¹. Sensorenes evne til å detektere nedbør (POD) er 86,4 % for OTT Parsivel² og 88,7 % for OTT Parsivel¹. Ved omtrent 50 % av tilfellene der OTT Parsivel² registrerer nedbør, har referanseverdi (Geonor) ikke registrert nedbør.

6 Forslag til videre arbeid

For å forbedre sensorvurderinger av OTT Parsivel i fremtiden, burde analysen basere seg på et større tidsrom slik at datasettet inneholder observasjoner med flere forskjellige nedbørtyper. På den måten kan det fastslås med større sikkerhet om siktopplevelsen til Parsivel påvirkes av nedbørtype. Det kunne også vært interessant å teste siktopbservasjoner fra flere Parsivel-sensorer mot en annen referanse, muligens en annen type distrometer eller PWS. Et ideelt forsøk ville bestått av flere Parsivel-sensorer, lokalisert på samme sted slik at samme vær observeres, der målinger begynner i for eksempel august og avsluttes i mars.

Det hadde vært interessant å utvikle en metode som automatisk lokaliserer de periodene der Parsivel var inaktiv i datasettet. Det ville gjort prosessen med å lokalisere punktene betydelig lettere, dersom de ble markert som 'NaN' i stedet for å fjernes totalt fra datasettet. På den måten kan mye tid spares når nye datasett fra Parsivel skal undersøkes. Til denne metoden er det en forutsetning å ha tilgang på sensorstatus og nedbørtype registrert av Parsivel. Dette vil i tillegg gi bedre kontroll på regulariteten, og kvaliteten på datasettet vil øke. På den måten kan feilene kategoriseres etter feilmelding, nedbørtype og vind. Et slikt studie vil gi en grundigere forståelse av OTT Parsivel PWS.

Som det har blitt avdekket i denne oppgaven, kan det virke som Parsivel lar seg i stor grad påvirke av vind i kombinasjon med nedbør. Da Parsivel ble sammenliknet med en referanse som lar seg påvirke av vind (Geonor), anbefales det å forske videre på nedbørmengde registrert av Parsivel ved tilfeller av mye vind. Til dette studiet, anbefales det å velge en annen type sensor enn Geonor, da den har vist seg å underestimere ved tilfeller av vind og snø.

7 Bibliografi

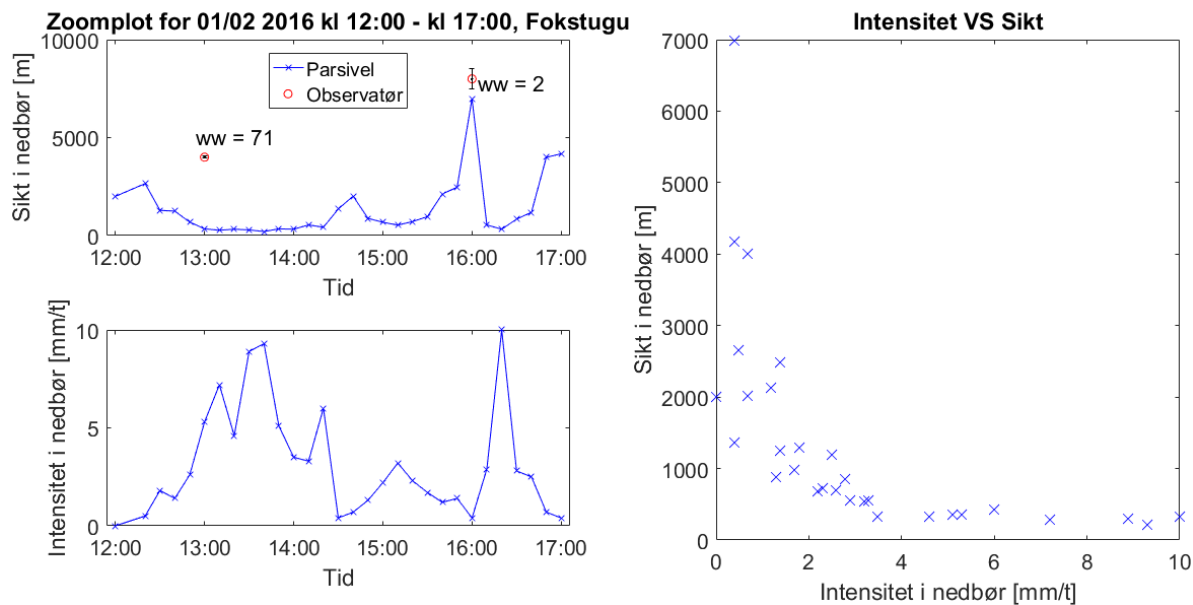
- Aguado, E. & Burt, J. E. (2007). *Understanding weather and climate*. 5. utg. Upper Saddle River, N.J: Pearson Education, Inc.
- Allan, H. M. (1991). Forecast Verification: Its Complexity and Dimensionality. *Monthly Weather Review*, 119: 1590-1601.
- Bloemink, H. I. & Lanzinger, E. (2005). *Precipitation type from the Thies disdrometer*. WMO Technical Conference on Instruments and Methods of Observation (TECO-2005), Bucharest, Romania. 4-7 s.
- Duaas, A. V. H. (2015). *Sammenligning av strålingsskjermer for temperatursensorer* Master. Ås: Norges miljø- og biovitenskapelig universitet, Institutt for matematiske realfag og teknologi. 79 s.
- GenorA/S. *Geonor T-200B series All-weather precipitation gauges*. Tilgjengelig fra: http://geonor.no/wp-content/uploads/2014/11/GeonorBrosj4siderAug_10-Lav.pdf.
- Google. (2016). *GoogleMaps*. Tilgjengelig fra: <https://maps.google.com> (lest 14.04.2016).
- Gunn, R. & Kindzer, G. D. (1949). The Terminal Velocity of Fall for Water Droplets in Stagnant Air. *Journal of Meteorology* (6): 243-248.
- Haugen, M. (2015). *Vurdering av meteorologiske Present Weather Sensors fra Haukelisetestfelt*. Master. Ås: Norges miljø- og biovitenskapelig universitet, Institutt for matematiske realfag og teknologi. 65 s.
- Hydromet, O. (2016). *OTT Parsivel² - Laser Weather Sensor*. Tilgjengelig fra: <http://www.ott.com/en-us/products/meteorologiai-szenzorok/ott-parsivel2-laser-weather-sensor-4/> (lest 10.05.2016).
- Institutt, M. (2015a). *Eklima*. Tilgjengelig fra: eklima.met.no (lest 20.04.2016).
- Institutt, M. (2015b). *Klimanormaler og ekstremere*. Tilgjengelig fra: <http://met.no/Klima/Klimastatistikk/Klimanormaler/> (lest 24.04.2016).
- Institutt, M. (2015c). *Manuelle værstasjoner*. Tilgjengelig fra: http://met.no/Meteorologi/A_male_varet/Observasjoner_fra_land/Varstasjoner/Manuelle_varstasjoner/ (lest 05.02.2016).
- Institutt, M. (2015d). *Målinger i over 100 år*. Tilgjengelig fra: http://met.no/Meteorologi/A_male_varet/Malinger_i_over_100_ar/ (lest 05.02.2016).
- Institutt, M. (2015e). *Stasjonsinfo*. Tilgjengelig fra: <http://eklima.met.no/eklimapub/servlet/ReportInfo?action=stationinfo&s=16610&la=no&co=NO> (lest 05.05.2016).
- Institutt, M. (2015f). *Å måle været*. Tilgjengelig fra: http://met.no/Meteorologi/A_male_varet/ (lest 05.02.2016).

- Lambrecht. (2015). *Operating Instructions Automatic Rain Gauge 1518 H3*. Tilgjengelig fra: http://www.wenk-labtec.com/pdf/23/ba%201518h3_e.pdf.
- Lanzinger, E., Theel, M. & Windolph, H. (2006). Rainfall amount and intensity measured by the Thies laser precipitation monitor. *TECO-2006, Geneva, Switzerland*: 4-6.
- Leksikon, S. N. (2009). *Innlandsklima*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/innlandsklima> (lest 27.04.2016).
- Leksikon, S. N. (2011). *Akershus - klima*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/Akershus%2Fklima> (lest 27.04.2016).
- Leksikon, S. N. (2013). *Oppland - klima*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/Oppland/klima> (lest 27.04.2016).
- Leroy, M., Bellevaux, C. & Jacob, J. P. (1998). WMO intercomparison of present weather sensors/systems: Canada and France, 1993–1995: Final Report. *Instruments and Observing Methods*, TD 887. WMO, Geneva, Switzerland. 169 s.
- Löffler-Mang, M. & Joss, J. (2000). An optical disdrometer for measuring size and velocity of hydrometeors. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 17 (2): 130-139.
- Löffler-Mang, M. (2008). Enhanced Possibilities of PARSIVEL Disdrometer: Precipitation Type, Visibility, and Fog Type *TECO-2008*: 5.
- Løvås, G. G. (2004). *Statistikk for universiteter og høyskoler*. 2. utg. Oslo: Universitetsforl.
- Nes, A. M. v. (2015a). *Håndbok for koding av manuelt observerte værparametere som inngår i meldingstype 16*. Meteorologisk Institutt. Tilgjengelig fra: http://met.no/Meteorologi/A_male_varet/Observasjoner_fra_land/Varstasjoner/Manuelle_varstasjoner/Visuelle_observasjoner/Varet_ved_observasjonstiden/.
- Nes, A. M. v. (2015b, 18.11). *Skyer*, Powerpoint utgitt ved Observatørkurs ved Meteorologisk Insitutt.
- NMBU. (2009). *om FAGKLIM*. Tilgjengelig fra: <https://www.nmbu.no/om/fakulteter/miljotek/institutter/imt/laboratorier/fagklim/om-fagklim> (lest 27.04.2016).
- Nurmi, P. (2003). Recommendations on the verification of local weather forecasts. *Technical Memorandum*, 430: 19.
- OTT. (2010). *Present Weather Sensor Parsivel Operating Instructions*. Tilgjengelig fra: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/obs/instruments/OpticalDisdrometer.pdf>.
- Thies. (2007). *Laser Precipitation Monitor, Instruction for Use*. Tilgjengelig fra: http://www.biral.com/wp-content/uploads/2015/01/5.4110.xx_XXX_.pdf.
- Upton, G. & Brawn, D. (2008). *An investigation of factors affecting the accuracy of Thies disdrometers*. WMO Technical Conference on Instruments and Methods of Observation (TECO-2008), St. Petersburg, Russian Federation. 27-29 s.

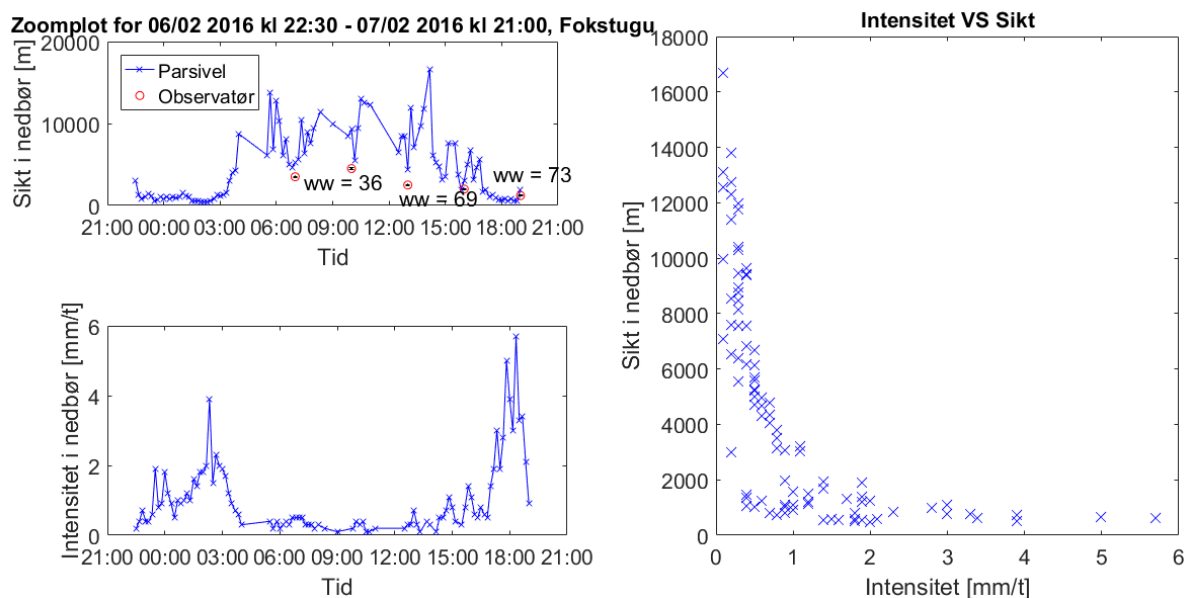
- Vuerich, E., Monesi, C., Lanza, L., Stagi, L. & Lanzinger, E. (2009). WMO field intercomparison of rainfall intensity gauges. *World Meteorological Organisation–Instruments and Observing Methods Rep* (99): 286.
- Wilks, D. S. (2011). *Statistical Methods in the Atmospheric Science*. 2. utg. International Geophysics Series, b. 91: Elsevier Academic Press.
- Wolff, M., Isaksen, K., Ødemark, K., Petersen-Øverleir, A., Reitan, T. & Brækkan, R. (2013). Vindkorreksjon av nedbør, 22: METKLIM, Avdeling for Observasjonstjenester. 88 s.
- Wong, K., Fischer, A. & Nitu, R. (2008). Measurement of precipitation at AWS in Canada: Configuration, Challenges and Alternative Approaches. *TECO-2008*.

8 Vedlegg

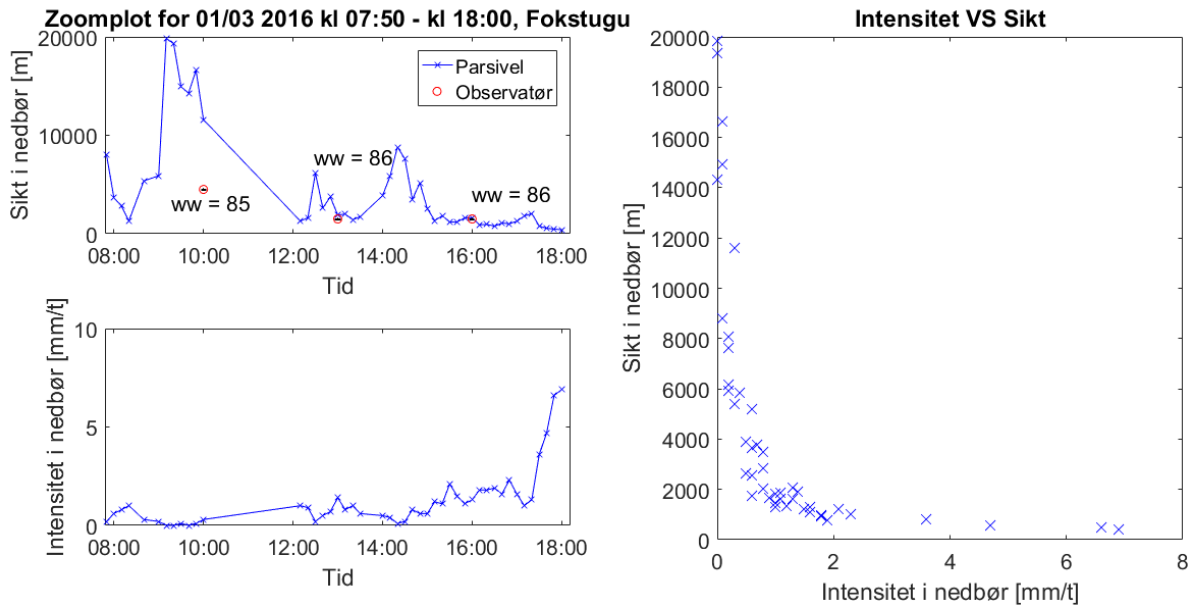
8.1 Tidsserier



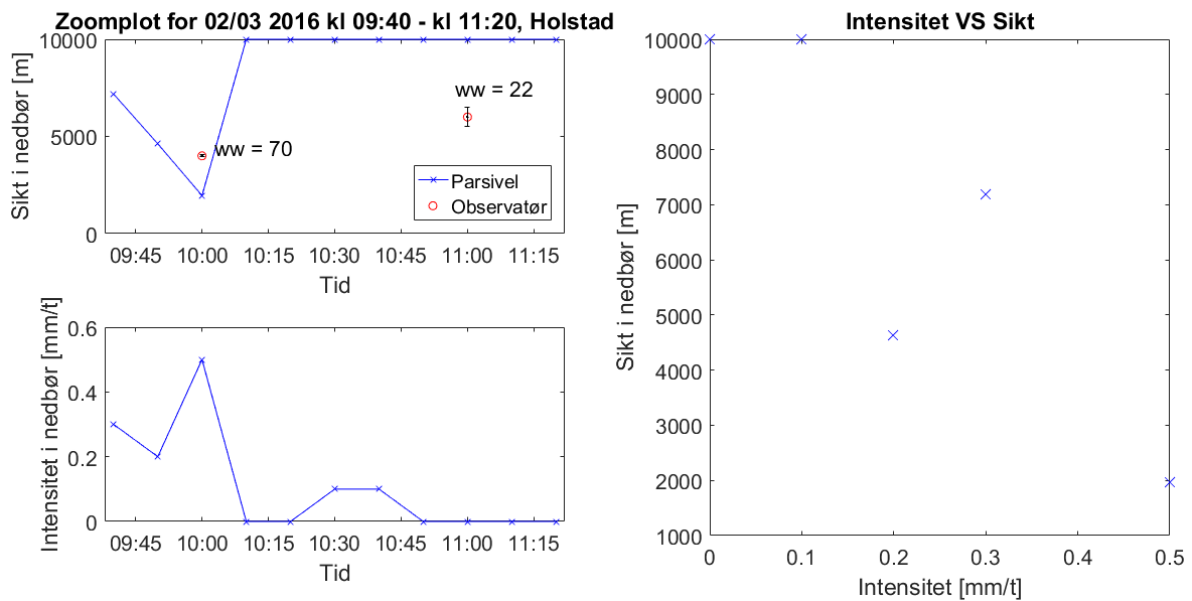
Figur 8.1.1: Nedbørsituasjon for 1. februar kl. 12-17. Overenstemmelse mellom sikt i nedbør- [m] og intensitetverdier [mm/t] fra Parsivel (blå kryss) og observatør (rød ring) har blitt undersøkt. Observatør ved Fokstugu har observert vedvarende lett snøvær (ww = 71). Figuren til høyre viser sikt i nedbør [m] plottet mot intensitet [mm/t].



Figur 8.1.2: Nedbørsituasjon for 6. februar kl. 22:30 - 7. februar kl. 21:00. Overenstemmelse mellom sikt i nedbør- [m] og intensitetverdier [mm/t] fra Parsivel (blå kryss) og observatør (rød ring) har blitt undersøkt. Observatør ved Fokstugu har observert lett snøfokk under øyenhøyde (ww = 36), sludd (ww = 69) og middels snøfall (ww = 73). Figuren til høyre viser sikt i nedbør [m] plottet mot intensitet [mm/t].



Figur 8.1.3: Nedbørsituasjon for 1. mars kl. 07:50-18:00. Overenstemmelse mellom sikt i nedbør- [m] og intensitetverdier [mm/t] fra Parsivel (blå kryss) og observatør (rød ring) har blitt undersøkt. Observatør ved Fokstugu har observert lette og middels sterke snøbyger (ww = 85 og 86). Figuren til høyre viser sikt i nedbør [m] plottet mot intensitet [mm/t].



Figur 8.1.4: Nedbørsituasjon for 2. mars kl. 09:40-11:20. Overenstemmelse mellom sikt i nedbør- [m] og intensitetverdier [mm/t] fra Parsivel (blå kryss) og observatør (rød ring) har blitt undersøkt. Observatør ved Holstad har observert lett snøfall med opphold. Figuren til høyre viser sikt i nedbør [m] plottet mot intensitet [mm/t].

8.2 Kodetabell for ww-koder

Tabell 8.2.1: Kodetabell for nedbørtype (ww) brukt i oppgaven. Tabellen er hentet fra (Nes, 2015a).

ww = 99-50: Nedbør på stasjonen i observasjonstiden				
Tordenvær (Dekade 9) ww				
Torden oppstår i $C_1 = 9$ som gir bygevær				
Tordenvær ved Observasjons-Tiden (med nedbør)	Kraftig tordenvær med hagl*		99	
	Tordenvær med støv- eller sandfokk, støv- eller sandstorm		98	
	Kraftig tordenvær med regn/sludd/ sno, uten hagl*		97	
	Lett eller middels tordenvær med hagl		96	
	Lett eller middels tordenvær med Regn/sludd/sno, uten hagl*		95	
Tordenvær i løpet av SISTE TIME, men IKKE ved observasjonstiden (men det er nedbør)	Snøfall, sludd eller hagl*	Middels eller sterkt	94	
		Lett	93	
	middels eller sterkt regn		92	
		lett regn		91
* Med hagl menes her både ishagl, sprøhagl og alminnelig hagl.				
Bygevær (Dekade 8) ww				
Nedbør i bygeform	Byger av ishagl med eller uten regn- eller sludd, uten torden	Middels eller sterke	90	
		Lette	89	
		Middels eller sterke	88	
	Byger av hagl/sprøhagl med eller uten regn- eller sluddbyger	Lette	87	
		Middels eller sterke	86	
	Snøbyger	Lette	85	
		Middels eller sterke	84	
	Sluddbyger	Lette	83	
		Voldsomme	82	
Regnbyger	Middels eller sterke	81		
	Lette	80		
Sno eller iskorn - ikke byger (Dekade 7) ww				
Nedbør i fast form - ikke byger	ISKORN (ice pellets)		79	
	Enkelte SNØSTJERNER		78	
	KORNSNØ	Med eller uten tåke	77	
	ISNÅLER (diamond dust)		76	
	Sterkt SNØFALL	Vedvarende	75	
		Med opphold	74	
	Middels SNØFALL	Vedvarende	73	
		Med opphold	72	
	Lett SNØFALL	Vedvarende	71	
		Med opphold	70	
Regn eller sludd, ikke byger (Dekade 6) ww				
SLUDD ikke sluddbyger	Middels eller tett		69	
	SLUDD (Snøblandet yr/regn)		68	
REGN ikke regnbyger	Som fryser	Middels eller kraftig REGN	67	
		Lett REGN	66	
	Fryser ikke	Kraftig REGN	Vedvarende	65
			Med opphold	64
		Middels REGN	Vedvarende	63
			Med opphold	62
		Lett REGN	Vedvarende	61
			Med opphold	60
Yr på stasjonen (Dekade 5) ww				
YR meget tallrike og meget små dråper	Middels eller tett YR SAMMEN MED REGN		59	
	Lett YR SAMMEN MED REGN		58	
	Som fryser	Middels eller tett YR		57
		Lett YR		56
	Fryser ikke	Tett YR	Vedvarende	55
			Med opphold	54
		Middels YR	Vedvarende	53
			Med opphold	52
		Lett YR	Vedvarende	51
			Med opphold	50
	ww = 49-01: Ikke nedbør på stasjonen i observasjonstiden			
	TORDENVÆR men ikke nedbør ved observasjonstiden:			17
Tåke eller iståke (Dekade 4) ww				
TÅKE	Tåken danner tåkerim	Uten	49	
		Med	48	
TÅKE eller ISTÅKE	Har begynt eller blitt tettere i løpet av siste timen	Uten	47	
		Med	46	
	Ingen vesentlig endring i løpet av siste timen	Uten	45	
		Med	44	
TÅKE eller ISTÅKE	Er blitt lettere i løpet av siste timen	Uten	43	
		Med	42	
	I flak		41	
Innen synsvidde i observasjonstiden, men ikke på stasjonen i løpet av siste timen. Tåken når over øyehøyde på land og er dypere enn 10 m på sjøen			40	
Støvokk, Sandfokk, Snøfokk (Dekade 3) ww				
SNO-FOKK	Over øyehøyde	Tett	39	
		Lett eller middels	38	
	Under øyehøyde	Tett	37	
		Lett eller middels	36	
STOV-ELLER SAND-FOKK	Tett	Har begynt eller økt siste time	35	
		Ingen vesentlig endring siste time	34	
	Lett eller middels	Har begynt eller økt siste time	33	
		Ingen vesentlig endring siste time	32	
Har avtatt siste time			31	
Har avtatt siste time			30	

Nedbør, tåke, iståke eller tordenvær på stasjonen i løpet av siste time, men ikke ved observasjonen			ww	Været på stasjonen eller innen synsvidde			ww		
NEDBØR, TÅKE, ISTÅKE eller TORDENVÆR på stasjonen i løpet av SISTE TIME men IKKE ved observasjonstiden	TORDENVÆR med eller uten nedbør		29	Ingen nedbør, sandstorm eller snofokk på stasjonen i observasjonstiden eller i løpet av siste time. Unntak: ww=17 fordi det kan ha falt nedbør siste time.	På stasjonen eller innen synsvidde i løpet av siste time eller i observasjonstiden.	SKYPUMPE	19		
	TÅKE eller ISTÅKE		28			Sterke VINDBYGER	18		
	HAGLBYGE(R*) eller REGN- og HAGLBYGER		27		TORDENVÆR men ikke nedbør på stasjonen ved observasjonstiden	17			
	SNØ- eller SLUDDBYGER		26		Nedbør innen synsvidde som når bakken på en avstand mindre enn 5km	16			
	REGNBYGE(R)		25		Nedbør innen synsvidde som når bakken på en avstand mer enn 5km	15			
	Jevn nedbør, ikke byge(r)	YR eller REGN SOM FRYSER			24	Nedbør innen synsvidde som ikke når bakken (fallstriper)	14		
		SLUDD eller ISKORN			23	LYN kan sees men torden høres ikke			13
		SNØ			22	Lav TÅKE eller ISTÅKE. Tåken er ikke dypere enn ca. 2m på land eller 10 m på sjøen	Mer eller mindre sammenhengende	12	
		REGN (som ikke fryser)			21		I flak	11	
		YR (som ikke fryser) eller kornsno			20	TÅKEDIS. Synsvidde 1 – 10 km			10

*Her menes det både ishagl, sprøhagl og alminnelig hagl.

Været på stasjonen eller innen synsvidde (Dekade 0)			ww	
Ingen nedbør, tåke, iståke og ikke snofokk på stasjonen ved observasjonstiden eller i løpet av siste time.	Røyk, tørrdis, støv, sand, SJØROKK	Støv- eller sandfokk innen synsvidde ved observasjons-tiden eller på stasjonen i løpet av siste time.	09	
		Velutviklede støv- eller sandvirkler i løpet av siste time eller ved observasjonstiden, men ikke støv- eller sandfokk	08	
		Støv eller sand virvlet opp av vinden ved observasjonstiden, men ikke støv- eller sandvirkler, støv- eller sandfokk innen synsvidde.	07	
		STASJONER I SJOEN: SJØROKK PÅ STASJONEN		
		Fint støv i lufta, vidt og jevnt fordelt og ikke virvlet opp av vinden	06	
		Olørøyk (tørrdis, mo)	05	
		Synsvidden er nedsatt p.g.a. brannrøyk, industriroyk, byrøyk eller lignende	04	
		Skyene danner seg eller vokser	03	
		Himmels utseende holder seg stort sett uendret. Det kan ha vært skyfritt hele siste time	02	
		Skyene er i oppløsning eller avtar i mengde eller størrelse. ELLER: Full oppløsning siste time	01	
Himmels utseende før observasjonstiden er ikke kjent	00			

8.3 Kodetabell for vv-koder

Tabell 8.3.1: Kodetabell for siktkoder (vv) brukt i oppgaven. Tabellen er hentet fra (Nes, 2015a).

	Sikt	VV		Sikt	VV
Hver 100 meter	0 – 100 m	00		5 - 6 km	50
	100 – 200 m	01	51 – 55 brukes ikke		
	200 – 300 m	02			
	300 – 400 m	03			
	400 – 500 m	04			
	500 – 600 m	05			
	600 – 700 m	06	Hver kilometer	6 - 7 km	56
	700 – 800 m	07		7 - 8 km	57
	800 – 900 m	08		8 - 9 km	58
	900 – 1000 m	09		9 - 10 km	59
	1000 – 1100 m	10		10 - 11 km	60
	1100 – 1200 m	11		osv. ...	...
	1200 – 1300 m	12		15 - 16 km	65
	1300 – 1400 m	13		osv. ...	...
	1400 – 1500 m	14		20 - 21 km	70
	1500 – 1600 m	15		osv. ...	...
	1600 – 1700 m	16	Hver 5. kilometer	30 - 35 km	80
	1700 – 1800 m	17		35 - 40 km	81
	1800 – 1900 m	18		40 - 45 km	82
	1900 – 2000 m	19		45 - 50 km	83
	2000 – 2100 m	20		50 - 55 km	84
	osv. ...	...		55 - 60 km	85
	2500 – 2600 m	25		60 - 65 km	86
	osv. ...	...		65 - 70 km	87
	3000 – 3100 m	30		70 - 75 km	88
	osv. ...	...		
	3500 – 3600 m	35	Lik eller større enn 75 km		89
	osv. ...	...		
	4000 – 4100 m	40			
	osv. ...	...		
4500 – 4600 m	45				
osv. ...	...			

8.4 Data fra manuelle observasjoner ved Fokstugu

Tabell 8.4.1: Oversikt over manuelle observasjoner av nedbørtype (ww) og sikt (vv) for januar ved Fokstugu. Tid i UTC.

	Sikt [m]	ww		Sikt [m]	ww		Sikt [m]	ww		Sikt [m]	ww
01.jan16 06:00	12000	36	09.jan16 06:00	20000	40	17.jan16 06:00	60000	2	25.jan16 06:00	12000	56
01.jan16 09:00	12000	36	09.jan16 09:00	40000	40	17.jan16 09:00	30000	3	25.jan16 09:00	18000	2
01.jan16 12:00	15000	36	09.jan16 12:00	30000	40	17.jan16 12:00	25000	3	25.jan16 12:00	18000	2
01.jan16 15:00	20000	2	09.jan16 15:00	25000	3	17.jan16 15:00	15000	3	25.jan16 15:00		
01.jan16 18:00	25000	2	09.jan16 18:00	30000	1	17.jan16 18:00	25000	1	25.jan16 18:00	12000	2
01.jan16 21:00	25000	2	09.jan16 21:00	10000	36	17.jan16 21:00	500	70	25.jan16 21:00	12000	58
02.jan16 06:00	3500	71	10.jan16 06:00	10000	78	18.jan16 06:00	75000	2	26.jan16 06:00	15000	1
02.jan16 09:00	2500	38	10.jan16 09:00	7000	71	18.jan16 09:00	25000	2	26.jan16 09:00		
02.jan16 12:00	3000	70	10.jan16 12:00	3500	71	18.jan16 12:00	30000	36	26.jan16 12:00	35000	2
02.jan16 15:00	2500	71	10.jan16 15:00	8000	70	18.jan16 15:00	25000	2	26.jan16 15:00		
02.jan16 18:00	2500	71	10.jan16 18:00	4000	70	18.jan16 18:00	30000	2	26.jan16 18:00	8000	68
02.jan16 21:00	1500	71	10.jan16 21:00	3500	70	18.jan16 21:00	30000	2	26.jan16 21:00		
03.jan16 06:00	3500	36	11.jan16 06:00	2500	71	19.jan16 06:00	30000	2	27.jan16 06:00	15000	1
03.jan16 09:00	45000	2	11.jan16 09:00	10000	2	19.jan16 09:00	25000	2	27.jan16 09:00		
03.jan16 12:00	50000	2	11.jan16 12:00	4000	70	19.jan16 12:00	30000	41	27.jan16 12:00	12000	85
03.jan16 15:00	60000	2	11.jan16 15:00	15000	2	19.jan16 15:00	20000	2	27.jan16 15:00		
03.jan16 18:00	75000	1	11.jan16 18:00	6000	70	19.jan16 18:00	30000	2	27.jan16 18:00	20000	2
03.jan16 21:00	75000	2	11.jan16 21:00	7000	70	19.jan16 21:00	40000	2	27.jan16 21:00		
04.jan16 06:00	75000	2	12.jan16 06:00	6000	78	20.jan16 06:00	75000	2	28.jan16 06:00	12000	2
04.jan16 09:00	75000	2	12.jan16 09:00	3000	71	20.jan16 09:00	75000	2	28.jan16 09:00		
04.jan16 12:00	75000	40	12.jan16 12:00	2000	71	20.jan16 12:00	45000	2	28.jan16 12:00	35000	1
04.jan16 15:00	75000	40	12.jan16 15:00	6000	70	20.jan16 15:00	45000	2	28.jan16 15:00		
04.jan16 18:00	75000	2	12.jan16 18:00	4000	70	20.jan16 18:00	18000	78	28.jan16 18:00	35000	2
04.jan16 21:00	75000	2	12.jan16 21:00	4000	70	20.jan16 21:00	30000	2	28.jan16 21:00		
05.jan16 06:00	75000	2	13.jan16 06:00	7000	78	21.jan16 06:00	25000	2	29.jan16 06:00	4500	36
05.jan16 09:00	40000	3	13.jan16 09:00	45000	1	21.jan16 09:00	60000	1	29.jan16 09:00		
05.jan16 12:00	75000	1	13.jan16 12:00	55000	2	21.jan16 12:00	75000	1	29.jan16 12:00	600	38
05.jan16 15:00	75000	2	13.jan16 15:00	60000	1	21.jan16 15:00	75000	2	29.jan16 15:00		
05.jan16 18:00	75000	1	13.jan16 18:00	55000	2	21.jan16 18:00	75000	2	29.jan16 18:00	2500	36
05.jan16 21:00	75000	2	13.jan16 21:00	55000	2	21.jan16 21:00	75000	2	29.jan16 21:00		
06.jan16 06:00	75000	2	14.jan16 06:00	55000	2	22.jan16 06:00	75000	2	30.jan16 06:00	700	70
06.jan16 09:00	75000	1	14.jan16 09:00	40000	3	22.jan16 09:00	75000	3	30.jan16 09:00		
06.jan16 12:00	40000	3	14.jan16 12:00	40000	2	22.jan16 12:00	75000	2	30.jan16 12:00	25000	2
06.jan16 15:00	25000	2	14.jan16 15:00	40000	2	22.jan16 15:00	60000	3	30.jan16 15:00		
06.jan16 18:00	25000	2	14.jan16 18:00	25000	22	22.jan16 18:00	45000	2	30.jan16 18:00	15000	2
06.jan16 21:00	25000	2	14.jan16 21:00	45000	2	22.jan16 21:00	60000	2	30.jan16 21:00		
07.jan16 06:00	8000	78	15.jan16 06:00	20000	2	23.jan16 06:00	20000	2	31.jan16 06:00	20000	2
07.jan16 09:00	15000	78	15.jan16 09:00	15000	70	23.jan16 09:00	25000	2	31.jan16 09:00		2
07.jan16 12:00	30000	1	15.jan16 12:00	18000	70	23.jan16 12:00	35000	1	31.jan16 12:00	15000	2
07.jan16 15:00	75000	1	15.jan16 15:00	20000	22	23.jan16 15:00	25000	2	31.jan16 15:00		
07.jan16 18:00	75000	2	15.jan16 18:00	25000	78	23.jan16 18:00	30000	2	31.jan16 18:00	14000	2
07.jan16 21:00	75000	2	15.jan16 21:00	50000	2	23.jan16 21:00	40000	2	31.jan16 21:00	1400	2
08.jan16 06:00	75000	2	16.jan16 06:00	60000	2	24.jan16 06:00	30000	2			
08.jan16 09:00	75000	2	16.jan16 09:00	75000	1	24.jan16 09:00	30000	2			
08.jan16 12:00	75000	40	16.jan16 12:00	75000	1	24.jan16 12:00	30000	2			
08.jan16 15:00	75000	2	16.jan16 15:00	20000	3	24.jan16 15:00	25000	3			
08.jan16 18:00	75000	2	16.jan16 18:00	50000	2	24.jan16 18:00	15000	2			
08.jan16 21:00	75000	40	16.jan16 21:00	75000	2	24.jan16 21:00	20000	2			

Tabell 8.4.2: Oversikt over manuelle observasjoner av nedbørtype (ww) og sikt (vv) for februar ved Fokstugu.

	Sikt [m]	ww		Sikt [m]	ww		Sikt [m]	ww		Sikt [m]	ww
01.feb16 06:00	12000	2	09.feb16 06:00	15000	2	17.feb16 06:00	12000	36	25.feb16 06:00	8000	78
01.feb16 09:00	8000	3	09.feb16 09:00	15000	2	17.feb16 09:00	12000	36	25.feb16 09:00	6000	71
01.feb16 12:00	4000	71	09.feb16 12:00	25000	2	17.feb16 12:00	10000	36	25.feb16 12:00	4000	71
01.feb16 15:00	8000	2	09.feb16 15:00	20000	2	17.feb16 15:00	7000	38	25.feb16 15:00	5000	71
01.feb16 18:00	8000	36	09.feb16 18:00	60000	1	17.feb16 18:00	15000	36	25.feb16 18:00	7000	70
01.feb16 21:00	8000	2	09.feb16 21:00	75000	2	17.feb16 21:00	6000	36	25.feb16 21:00	5000	70
02.feb16 06:00	12000	2	10.feb16 06:00	400	42	18.feb16 06:00	30000	2	26.feb16 06:00	14000	2
02.feb16 09:00	1200	3	10.feb16 09:00	20000	41	18.feb16 09:00	25000	78	26.feb16 09:00	8000	85
02.feb16 12:00	30000	1	10.feb16 12:00	4000	78	18.feb16 12:00	25000	78	26.feb16 12:00	10000	15
02.feb16 15:00	12000	1	10.feb16 15:00	3000	70	18.feb16 15:00	25000	2	26.feb16 15:00	15000	15
02.feb16 18:00	4000	71	10.feb16 18:00	15000	36	18.feb16 18:00	25000	3	26.feb16 18:00	15000	2
02.feb16 21:00	4000	1	10.feb16 21:00	40000	1	18.feb16 21:00	40000	2	26.feb16 21:00	25000	1
03.feb16 06:00	10000	2	11.feb16 06:00	4500	78	19.feb16 06:00	75000	2	27.feb16 06:00	20000	2
03.feb16 09:00	10000	70	11.feb16 09:00	15000	15	19.feb16 09:00	75000	2	27.feb16 09:00	25000	78
03.feb16 12:00	4000	70	11.feb16 12:00	20000	2	19.feb16 12:00	75000	2	27.feb16 12:00	15000	85
03.feb16 15:00	15000	70	11.feb16 15:00	25000	1	19.feb16 15:00	75000	2	27.feb16 15:00	7000	85
03.feb16 18:00	15000	26	11.feb16 18:00	40000	2	19.feb16 18:00	60000	36	27.feb16 18:00	15000	2
03.feb16 21:00	15000	26	11.feb16 21:00	12000	3	19.feb16 21:00	65000	36	27.feb16 21:00	20000	1
04.feb16 06:00	12000	78	12.feb16 06:00	15000	2	20.feb16 06:00	0	39	28.feb16 06:00	25000	78
04.feb16 09:00	12000	70	12.feb16 09:00	15000	36	20.feb16 09:00	0	72	28.feb16 09:00	8000	78
04.feb16 12:00	4500	70	12.feb16 12:00	25000	36	20.feb16 12:00	100	70	28.feb16 12:00	10000	3
04.feb16 15:00	15000	2	12.feb16 15:00	30000	36	20.feb16 15:00	4000	36	28.feb16 15:00	8000	85
04.feb16 18:00	15000	2	12.feb16 18:00	30000	1	20.feb16 18:00	15000	2	28.feb16 18:00	25000	1
04.feb16 21:00	75000	2	12.feb16 21:00	30000	2	20.feb16 21:00	26000	2	28.feb16 21:00	50000	2
05.feb16 06:00	13000	2	13.feb16 06:00	12000	78	21.feb16 06:00	75000	2	29.feb16 06:00	75000	1
05.feb16 09:00	25000	3	13.feb16 09:00	3500	70	21.feb16 09:00	35000	3	29.feb16 09:00	65000	3
05.feb16 12:00	25000	2	13.feb16 12:00	30000	2	21.feb16 12:00	25000	2	29.feb16 12:00	60000	2
05.feb16 15:00	1800	73	13.feb16 15:00	75000	2	21.feb16 15:00	25000	3	29.feb16 15:00	50000	3
05.feb16 18:00	13000	2	13.feb16 18:00	75000	2	21.feb16 18:00	25000	2	29.feb16 18:00	25000	3
05.feb16 21:00	15000	2	13.feb16 21:00	60000	3	21.feb16 21:00	35000	2	29.feb16 21:00	25000	2
06.feb16 06:00	4500	36	14.feb16 06:00	75000	2	22.feb16 06:00	60000	2			
06.feb16 09:00	6000	36	14.feb16 09:00	75000	2	22.feb16 09:00	75000	1			
06.feb16 12:00	15000	16	14.feb16 12:00	40000	3	22.feb16 12:00	75000	3			
06.feb16 15:00	30000	2	14.feb16 15:00	75000	1	22.feb16 15:00	25000	15			
06.feb16 18:00	25000	2	14.feb16 18:00	75000	2	22.feb16 18:00	30000	2			
06.feb16 21:00	20000	2	14.feb16 21:00	75000	2	22.feb16 21:00	60000	1			
07.feb16 06:00	3500	36	15.feb16 06:00	50000	2	23.feb16 06:00	75000	2			
07.feb16 09:00	4500	36	15.feb16 09:00	60000	2	23.feb16 09:00	30000	15			
07.feb16 12:00	2500	69	15.feb16 12:00	30000	78	23.feb16 12:00	8000	85			
07.feb16 15:00	2000	69	15.feb16 15:00	20000	26	23.feb16 15:00	10000	85			
07.feb16 18:00	1200	73	15.feb16 18:00	30000	1	23.feb16 18:00	5000	85			
07.feb16 21:00	12000	1	15.feb16 21:00	15000	3	23.feb16 21:00	30000	1			
08.feb16 06:00	2500	38	16.feb16 06:00	75000	2	24.feb16 06:00	30000	2			
08.feb16 09:00	3000	85	16.feb16 09:00	75000	2	24.feb16 09:00	15000	78			
08.feb16 12:00	2500	85	16.feb16 12:00	60000	3	24.feb16 12:00	12000	15			
08.feb16 15:00	3500	93	16.feb16 15:00	20000	2	24.feb16 15:00	15000	2			
08.feb16 18:00	12000	36	16.feb16 18:00	25000	2	24.feb16 18:00	25000	1			
08.feb16 21:00	12000	36	16.feb16 21:00	20000	36	24.feb16 21:00	30000	2			

Tabell 8.4.3: Oversikt over manuelle observasjoner av nedbørtype (ww) og sikt (vv) for mars ved Fokstugu.

	Sikt [m]	ww		Sikt [m]	ww		Sikt [m]	ww		Sikt [m]	ww
01.mar16 06:00	35000	2	09.mar16 06:00	60000	2	17.mar16 06:00	75000	2	25.mar16 06:00	20000	2
01.mar16 09:00	4500	85	09.mar16 09:00	60000	1	17.mar16 09:00	40000	3	25.mar16 09:00	18000	2
01.mar16 12:00	1500	86	09.mar16 12:00	75000	1	17.mar16 12:00	15000	3	25.mar16 12:00	18000	2
01.mar16 15:00	1500	86	09.mar16 15:00	60000	3	17.mar16 15:00	14000	2	25.mar16 15:00	22000	1
01.mar16 18:00	0	86	09.mar16 18:00	30000	3	17.mar16 18:00	11000	15	25.mar16 18:00	40000	2
01.mar16 21:00	0	86	09.mar16 21:00	25000	2	17.mar16 21:00	7000	68	25.mar16 21:00	75000	1
02.mar16 06:00	2500	36	10.mar16 06:00	75000	2	18.mar16 06:00	14000	2	26.mar16 06:00	25000	2
02.mar16 09:00	2000	38	10.mar16 09:00	75000	1	18.mar16 09:00	7000	16	26.mar16 09:00	15000	2
02.mar16 12:00	10000	3	10.mar16 12:00	75000	2	18.mar16 12:00	14000	15	26.mar16 12:00	20000	2
02.mar16 15:00	10000	22	10.mar16 15:00	75000	2	18.mar16 15:00	20000	2	26.mar16 15:00	20000	2
02.mar16 18:00	15000	2	10.mar16 18:00	75000	2	18.mar16 18:00	15000	2	26.mar16 18:00	20000	2
02.mar16 21:00	35000	1	10.mar16 21:00	75000	2	18.mar16 21:00	25000	1	26.mar16 21:00	30000	1
03.mar16 06:00	4500	71	11.mar16 06:00	75000	2	19.mar16 06:00	8000	85	27.mar16 06:00	700	86
03.mar16 09:00	1500	72	11.mar16 09:00	60000	2	19.mar16 09:00	8000	15	27.mar16 09:00	2500	37
03.mar16 12:00	10000	22	11.mar16 12:00	60000	2	19.mar16 12:00	8000	16	27.mar16 12:00	10000	26
03.mar16 15:00	8000	36	11.mar16 15:00	60000	2	19.mar16 15:00	7000	16	27.mar16 15:00	17000	1
03.mar16 18:00	12000	36	11.mar16 18:00	65000	1	19.mar16 18:00	8000	85	27.mar16 18:00	20000	1
03.mar16 21:00	25000	36	11.mar16 21:00	75000	1	19.mar16 21:00	20000	1	27.mar16 21:00	40000	2
04.mar16 06:00	15000	2	12.mar16 06:00	75000	2	20.mar16 06:00	15000	2	28.mar16 06:00	12000	38
04.mar16 09:00	7000	70	12.mar16 09:00	75000	2	20.mar16 09:00	14000	15	28.mar16 09:00	4000	85
04.mar16 12:00	7000	70	12.mar16 12:00	75000	2	20.mar16 12:00	6000	85	28.mar16 12:00	5000	85
04.mar16 15:00	6000	71	12.mar16 15:00	75000	2	20.mar16 15:00	12000	26	28.mar16 15:00	600	84
04.mar16 18:00	3500	71	12.mar16 18:00	40000	3	20.mar16 18:00	15000	2	28.mar16 18:00	4000	84
04.mar16 21:00	4200	70	12.mar16 21:00	30000	2	20.mar16 21:00	40000	1	28.mar16 21:00	800	84
05.mar16 06:00	6000	10	13.mar16 06:00	25000	2	21.mar16 06:00	20000	2	29.mar16 06:00	7000	36
05.mar16 09:00	25000	1	13.mar16 09:00	30000	1	21.mar16 09:00	8000	16	29.mar16 09:00	500	84
05.mar16 12:00	60000	1	13.mar16 12:00	30000	2	21.mar16 12:00	10000	3	29.mar16 12:00	12000	26
05.mar16 15:00	20000	3	13.mar16 15:00	25000	2	21.mar16 15:00	15000	78	29.mar16 15:00	15000	1
05.mar16 18:00	12000	2	13.mar16 18:00	15000	61	21.mar16 18:00	25000	2	29.mar16 18:00	6000	85
05.mar16 21:00	10000	2	13.mar16 21:00	25000	2	21.mar16 21:00	20000	2	29.mar16 21:00	800	85
06.mar16 06:00	10000	15	14.mar16 06:00	18000	1	22.mar16 06:00	12000	2	30.mar16 06:00	75000	1
06.mar16 09:00	6000	70	14.mar16 09:00	25000	2	22.mar16 09:00	15000	2	30.mar16 09:00	75000	2
06.mar16 12:00	25000	1	14.mar16 12:00	40000	1	22.mar16 12:00	18000	2	30.mar16 12:00	75000	2
06.mar16 15:00	20000	2	14.mar16 15:00	60000	2	22.mar16 15:00	12000	85	30.mar16 15:00	75000	3
06.mar16 18:00	15000	2	14.mar16 18:00	75000	1	22.mar16 18:00	6000	85	30.mar16 18:00	75000	2
06.mar16 21:00	10000	1	14.mar16 21:00	75000	2	22.mar16 21:00	25000	1	30.mar16 21:00	75000	2
07.mar16 06:00	4500	71	15.mar16 06:00	75000	2	23.mar16 06:00	30000	2	31.mar16 06:00	45000	2
07.mar16 09:00	4500	71	15.mar16 09:00	75000	2	23.mar16 09:00	25000	2	31.mar16 09:00	4000	71
07.mar16 12:00	8000	70	15.mar16 12:00	75000	2	23.mar16 12:00	75000	2	31.mar16 12:00	14000	2
07.mar16 15:00	8000	70	15.mar16 15:00	75000	3	23.mar16 15:00	75000	1	31.mar16 15:00	25000	1
07.mar16 18:00	15000	2	15.mar16 18:00	75000	3	23.mar16 18:00	75000	3	31.mar16 18:00	60000	1
07.mar16 21:00	7000	78	15.mar16 21:00	75000	2	23.mar16 21:00	60000	2	31.mar16 21:00	60000	2
08.mar16 06:00	75000	2	16.mar16 06:00	75000	2	24.mar16 06:00	50000	2			
08.mar16 09:00	75000	2	16.mar16 09:00	75000	2	24.mar16 09:00	40000	3			
08.mar16 12:00	75000	2	16.mar16 12:00	75000	2	24.mar16 12:00	15000	15			
08.mar16 15:00	75000	2	16.mar16 15:00	75000	2	24.mar16 15:00	18000	15			
08.mar16 18:00	75000	2	16.mar16 18:00	75000	2	24.mar16 18:00	8000	78			
08.mar16 21:00	75000	2	16.mar16 21:00	75000	2	24.mar16 21:00	20000	1			

8.5 Oversikt over OTT Parsivel inaktivitet

8.5.1 Holstad

Tabell 8.5.1: Antall registreringer av 10 min data per dag fra Parsivel ved Holstad

Tid	Antall reg. /dag	Tid	Antall reg. /dag	Tid	Antall reg. /dag
01/01 2016	144	01/02 2016	144	01/03 2016	144
02/01 2016	132	02/02 2016	144	02/03 2016	144
03/01 2016	132	03/02 2016	144	03/03 2016	144
04/01 2016	144	04/02 2016	144	04/03 2016	144
05/01 2016	132	05/02 2016	84	05/03 2016	144
06/01 2016	132	06/02 2016	0	06/03 2016	144
07/01 2016	132	07/02 2016	0	07/03 2016	144
08/01 2016	132	08/02 2016	93	08/03 2016	144
09/01 2016	144	09/02 2016	144	09/03 2016	128
10/01 2016	144	10/02 2016	131	10/03 2016	144
11/01 2016	144	11/02 2016	144	11/03 2016	144
12/01 2016	132	12/02 2016	131	12/03 2016	144
13/01 2016	132	13/02 2016	144	13/03 2016	144
14/01 2016	144	14/02 2016	131	14/03 2016	144
15/01 2016	144	15/02 2016	132	15/03 2016	144
16/01 2016	144	16/02 2016	144	16/03 2016	144
17/01 2016	144	17/02 2016	131	17/03 2016	144
18/01 2016	132	18/02 2016	144	18/03 2016	144
19/01 2016	120	19/02 2016	144	19/03 2016	144
20/01 2016	144	20/02 2016	144	20/03 2016	144
21/01 2016	144	21/02 2016	131	21/03 2016	144
22/01 2016	135	22/02 2016	144	22/03 2016	144
23/01 2016	141	23/02 2016	144	23/03 2016	144
24/01 2016	135	24/02 2016	144	24/03 2016	144
25/01 2016	144	25/02 2016	144	25/03 2016	144
26/01 2016	144	26/02 2016	144	26/03 2016	144
27/01 2016	132	27/02 2016	144	27/03 2016	97
28/01 2016	144	28/02 2016	119	28/03 2016	144
29/01 2016	132	29/02 2016	131	29/03 2016	144
30/01 2016	144	Totalt	3662	30/03 2016	144
31/01 2016	120			31/03 2016	144
Totalt	4263			Totalt	4401

8.5.2 Fokstugu

Tabell 8.5.2: Antall registreringer av 10 min data per dag fra Parsivel ved Fokstugu

Tid	Antall reg. /dag	Tid	Antall reg. /dag	Tid	Antall reg. /dag
01/01 2016	144	01/02 2016	144	97	97
02/01 2016	144	02/02 2016	144	0	0
03/01 2016	132	03/02 2016	144	0	0
04/01 2016	132	04/02 2016	132	0	0
05/01 2016	140	05/02 2016	144	0	0
06/01 2016	144	06/02 2016	138	0	0
07/01 2016	144	07/02 2016	144	0	0
08/01 2016	144	08/02 2016	108	89	89
09/01 2016	144	09/02 2016	73	144	144
10/01 2016	144	10/02 2016	73	144	144
11/01 2016	144	11/02 2016	73	144	144
12/01 2016	131	12/02 2016	133	144	144
13/01 2016	92	13/02 2016	132	144	144
14/01 2016	72	14/02 2016	144	144	144
15/01 2016	107	15/02 2016	132	144	144
16/01 2016	144	16/02 2016	144	144	144
17/01 2016	131	17/02 2016	132	144	144
18/01 2016	144	18/02 2016	144	144	144
19/01 2016	144	19/02 2016	132	14	14
20/01 2016	133	20/02 2016	9	23	23
21/01 2016	131	21/02 2016	72	144	144
22/01 2016	135	22/02 2016	144	144	144
23/01 2016	144	23/02 2016	132	144	144
24/01 2016	131	24/02 2016	144	144	144
25/01 2016	121	25/02 2016	122	144	144
26/01 2016	129	26/02 2016	132	144	144
27/01 2016	131	27/02 2016	144	97	97
28/01 2016	80	28/02 2016	144	144	144
29/01 2016	95	29/02 2016	144	144	144
30/01 2016	144	Totalt	3597	117	117
31/01 2016	144			31/03 2016	144
Totalt	4039			Totalt	3173



Norges miljø- og biovitenskapelig universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway