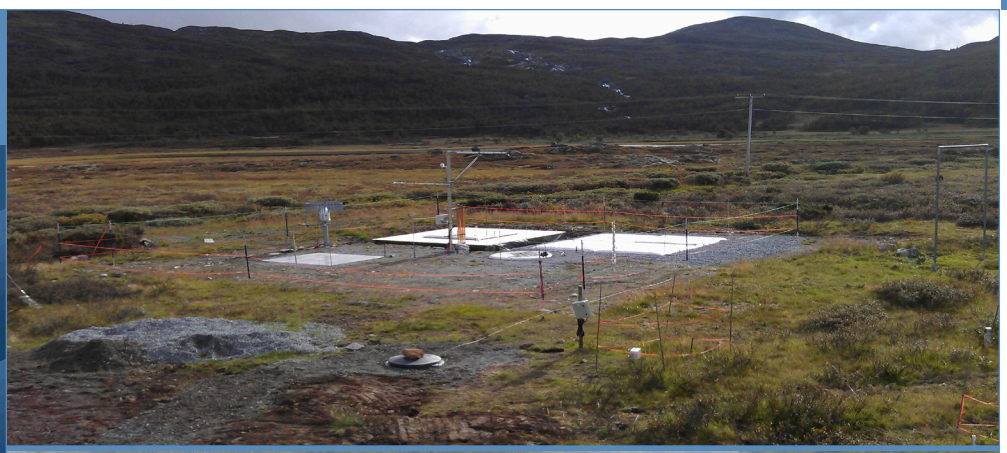
Filefjell og Anestølen forskningsstasjon

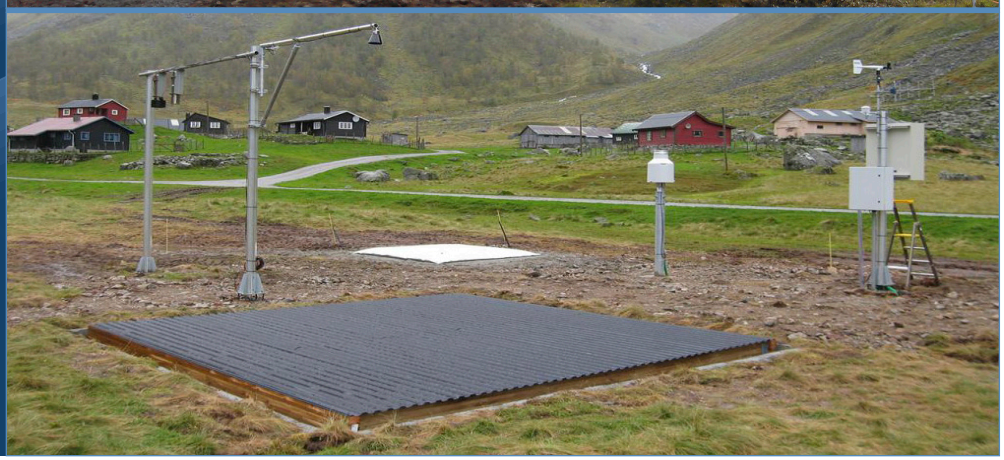
Evaluering av måledata for snø, sesongen 2011/2012

Hilde Landrø Fjeldheim
Emma Barfod

51
2013

RAPPORT





Filefjell og Anestølen

Evaluering av måledata for snø,
sesongen 2011/2012

Norges vassdrags- og energidirektorat
2013

Rapport nr

Filefjell og Anestølen. Evaluering av måledata for snø, sesongen 2011/2012

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfattere: Hilde Landrø Fjeldheim & Emma Barfod

Trykk: NVEs hustrykkeri
Opplag:
Forsidefoto:

ISBN

Sammendrag: Sesongen 2011/2012 har det blitt målt et stort antall snø- og klimaparametre ved snøforskningsstasjonene 73.11 Kyrkjestølane og 77.24 Anestølen. Denne rapporten presenterer og evaluerer data fra de to stasjonene sesongen 2011/2012.

Emneord: Snø, målemetoder snøens vannekvivalent, Filefjell og Anestølen snøforskningstasjon, gammasensor, snøvekt, snøpute, romlig smeltefordeling.

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Juni 2013

Innhold

Forord **5**

Sammendrag **6**

1 Innledning **8**

1.1 Bakgrunn 8

2 Filefjell snøforskningsstasjon **9**

2.1 Informasjon om stasjonen 9

2.1.1 Tekniske oppdateringer ved stasjonen 9

2.1.2 Planlagt massedeponi i nærhet av stasjonen 10

3 Anestølen snøforskningstasjon **11**

3.1 Lokalisering og klima 11

3.2 Nærliggende målestasjoner 11

3.3 Instrumentering 12

3.3.1 Snøvekt (Møen2525) 13

3.3.2 Gammasensor (Campbell Sci. ”GMon”) 13

3.3.3 Firkantet snøpute (NVE2010) 14

3.3.4 Snødypsensor 14

4 Måleresultat Filefjell **15**

4.1 Nedbør og lufttemperatur 15

4.2 Stråling og Albedo 17

4.2.1 Langbølget stråling 17

4.2.2 Kortbølget stråling og albedo 18

4.3 Snøens vannekvivalent (SWE) 19

4.4 Snødyp 20

4.5 Kontrollmålinger 21

4.5.1 Snødyp 21

4.5.2 Tetthetsmålinger 23

4.5.3 Beregning av SWE for kontroll av instrumenter 24

Stor snøvekt ”Møen2525” 24

Snøpute NVE2010 med plate 24

Liten snøvekt 27

4.6 Snøstrekk – snøfordelig langs et 420 m strekk 28

4.6.1 Utvikling gjennom sesongen 28

4.6.2 Romlig smeltefordeling 29

4.7 Vind 29

4.8 Temperaturutvikling i snøpakken 29

4.8.1 Snøtemperaturer ved stor snøvekt 31

4.8.2 Snøtemperaturer over og under snøputene 31

4.8.3 Snøtemperaturer over bakken 32

4.9 Grunnvann 33

4.10 Bilder fra webkamera 33

4.11 Sammenlikning med seNorge.no 33

4.11.1 Nedbør og temperatur 33

4.11.2 SWE og snødyp 34
5 Måleresultat Anestølen 36
5.1 Nedbør og lufttemperatur 36
5.2 Snøens vannekvivalent 37
5.2.1 Sammenligning av gammasensor med/uten blyskjerm 38
5.3 Snødyp 38
5.4 Kontrollmålinger 38
5.4.1 Snødyp 39
5.4.2 Tetthetsmålinger 41
5.4.3 Beregning av SWE for kontroll av instrumenter 42
5.5 Vind 44
5.6 Sammenlikning med seNorge 44
5.6.1 Nedbør og temperatur 44
5.6.2 SWE og snødyp 45
6 Diskusjon 47
6.1 Filefjell 47
6.2 Anestølen 54
7 Konklusjon og oppsummering 56
8 Videre arbeid 57

Forord

Som en del av det interne FoU prosjektet *"Gode snødata"* og det interne FoU-prosjektet *"Testing og evaluering av nye metoder for måling av snøens vannekvivalent (SWE)"* ble snøstasjonen på Filefjell oppgradert til et forskningsfelt for ulike snøparametere høsten 2009. I 2011 kom en tilsvarende stasjon på Anestølen. Feltene er instrumentert med snøputer, snøvekter, gammasensorer, strålingssensorer, bakke- og snøtemperturmålere. Filefjell har også et felt for måling av smelteintensitet i småskala.

Forskningsfeltet på Filefjell har nå vært i drift i fire sesonger og Anestølen i to sesonger. I denne rapporten er data og erfaringer fra sesongen 2011/2012 beskrevet for begge stasjonene. Mengden data fra forskningsfeltene er stor, og vil være gjenstand for flere studier i fremtiden. Alle NVEs data fra forskningsstasjonene er offentlige. Data fra de to forrige sesongene finnes i egen rapport (Stranden og Grønsten 2011).

Takk til Elise Trondsen, Knut Møen, Bjørg Lirhus Ree og Heidi B. Stranden for samarbeid, innspill, tilbakemeldinger og kvalitetskontroll av denne rapporten. Takk også til alle de på hydrologisk avdeling samt Ottar Husum som har vært med og utført feltarbeid på stasjonene sesongen 2011/2012.

Oslo, mai 2013

Morten Johnsrud
avdelingsdirektør

Rune Engeset
seksjonssjef

Sammendrag

Denne rapporten presenterer data fra snøforskningsstasjonene 73.11 Kyrkjestølane på Filefjell og 77.24 Anestølen for vintersesongen 2011/2012. Rapporten bygger på tidligere rapport ”*Filefjell forskningsstasjon Evaluering av måledata for snø, sesongen 2009/2010 og 2010/2011*”, Stranden og Grønsten (2011).

På stasjonene testes nye instrumenter for automatisk måling av snøens vannekvivalent (SWE). Data fra de nye instrumentene sammenlignes med data fra standard snøpute NVE1997, som er det instrumentet NVE har benyttet for automatiske målinger av SWE siden 1997, og manuelle målinger utført gjennom sesongen. Målet er å finne ut om snøputene gir pålitelige data, eller om det er andre instrumenter som fungerer bedre. De nye instrumentene er:

- Passiv Gammasensor fra Campbell Scientific
- Stor snøvekt, ”Møen2525”
- Liten snøvekt “SSG snow scale”
- Større snøputer

På Filefjell var det denne sesongen mer snø enn de to foregående sesongene. Det var gjennomsnittlig høyere lufttemperatur og flere mildværsepisoder gjennom vinteren. Det lå snø på feltet fra ca 24. november til ca 27. mai. Manuelle målinger av snødyp og tetthet ble utført hver 14 dag gjennom sesongen. Snødypmålingene viser at det er variasjoner i snødekket over feltet. Gjennomsnittlig standardavvik på målt snødyp inne på feltet var 13 cm. Fra mars og ut sesongen ble det målt størst snødyp på den delen av feltet hvor NVE1997 snøpute og liten snøvekt ligger.

Stor snøvekt (Møen 2525) ser ut til å ha fungert bra. De manuelle kontrollpunktene er lavere enn hva vekta måler, med et avvik på rundt 20 % i slutten av sesongen. Det er antatt at dette skyldes for lave manuelle kontrollmålinger. Det er over 20 % avvik på kontrollpunkt i slutten av sesongen ved beregning av SWE fra høyest målte snødyp på vekta og høyeste målt tetthet i sjakt vs laveste målte tetthet i sjakt og laveste målt snødyp på vekt. Gjennomsnittlig standardavvik på målt snødyp oppe på vekta var 7 cm.

Den lille snøvekta (SSG snow scale) fikk problemer i etterkant av en mildværsperiode i februar/mars og registrerte for lite snø resten av sesongen. Den sirkulære snøputa (NVE1997) punkterte i løpet av sesongen og data fra denne kan derfor ikke benyttes.

Det ligger fire store snøputer inntil hverandre på bakken på Filefjell (utgjør totalt 5x5m^2). Disse viste nesten det samme, og ser ut til å ha fungert bra. De avviker ikke mye fra kontrollpunktene, men viser alltid litt lavere verdi. Gjennomsnittlig standardavvik på snødypmålinger rundt putene var 5 cm. Putene har store døgnsvingninger i starten av april (opp og ned ca 80mm SWE). Disse døgnsvingningene fulgte lufttemperaturen. Trykket på putene økte når lufttemperaturen gikk ned på natta, og minket når

lufttemperaturen gikk opp på dagen. Det har ikke vært mulig å finne noen teknisk forklaring på dette.

Firkantet snøpute som ligger oppå stor vekt registrerte mindre snø enn de andre instrumentene gjennom hele sesongen. Den fikk problemer med bærende skarelag i slutten av sesongen og klarte ikke å registrere snøen som kom i slutten av sesongen.

På Anestølen var det mye mildvær gjennom hele vinteren. Det lå snø på feltet fra 25. november til 20. mai. Det ble utført fem manuelle målinger av snødyp og tetthet gjennom sesongen. Snødypmålingene viser at det er variasjoner i snødekket over feltet, men at det ikke gjennomsnittlig er mer/mindre snødyp over/under noen av instrumentene. Gjennomsnittlig standardavvik på målt snødyp inne på feltet var 10 cm.

Den store vekta hadde tekniske problemer, men de tre andre instrumentene, gammasensor med og uten blyskjerm og stor snøpute, fungerte bra. Gammasensor med og uten skjerm viste nesten det samme. Hverken gammasensor eller snøpute hadde store avvik fra de manuelle kontrollpunktene. Snøputa på Anestølen hadde døgnsvingninger i april slik som på Filefjell. Dette registreres ikke av gammasensorene. Snøputa registrerer mer snø enn gammasensorene i store deler av sesongen. Forskjellen er størst i den delen av sesongen hvor det er mest snø (over 500mm SWE). Da er differansen oppe i 80mm SWE.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I rapporten ”*Evaluering av NVE sitt snøstasjonsnettverk*”, Ree m.fl. (2011) ble det gjort vurderinger rundt de tekniske løsningene og datakvaliteten ved NVEs snøstasjoner. NVE hadde i 2011 totalt 25 snøstasjoner. Snøstasjonene måler snøens vannekvivalent (SWE) ved bruk av snøputer. Rapporten viser at stasjonene som ligger i klima med milde vintre (sør og vestlandet) ofte gir dårlig data for SWE. Dette er på grunn av at hyppig mildvær og regn skaper mange skarelag i snøpakka. Disse lagene kan gi trykkavlastninger over snøputen. Putene registrert dermed mindre snø enn hva det faktisk er.

I rapporten ”*Filefjell forskningsstasjon Evaluering av måledata for snø, sesongen 2009/2010 og 2010/2011*”, Stranden og Grønsten (2011) forklares bakgrunnen for oppgradering av stasjonen 73.11 Kyrkjestølane, og data fra disse sesongene presenteres. Rapporten er en del av FOU-prosjektene ”Gode snødata” og ”Testing og evaluering av nye målemetoder av snøens vannekvivalent (SWE)”.

Snøstasjonen 77.24 Anestølen (utenfor Sogndal) ble satt opp høsten 2011. Denne ligger i et område hvor det ofte er mildvær på vinteren. Stasjonen gir derfor en mulighet til å teste måleutstyr i denne typen klima.

I denne rapporten vil data fra sesongen 2011/2012 på Filefjell og Anestølen bli presentert og evaluert. Endringer og oppgraderinger som er gjort ved stasjonene vil bli gjennomgått.

2 Filefjell snøforskningsstasjon

2.1 Informasjon om stasjonen

Det vises her til rapport 23/2011 *"Evaluering av måledata for snø, sesongen 2009/2010 og 2010/2011"* kapittel 2 av Stranden og Grønsten for detaljert informasjon om stasjonen.

2.1.1 Tekniske oppdateringer ved stasjonen

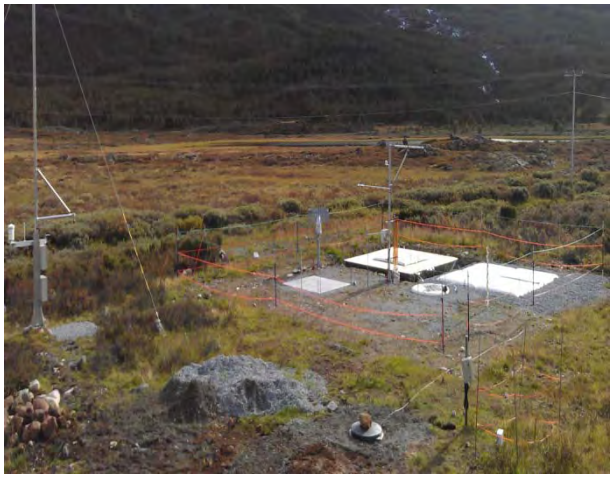
Hytta inne på feltet ble flyttet ca 15 meter nærmere veien i slutten av august 2011. Denne har stått for nært snøfeltet, og har dermed påvirket snøfordelingen. Selve flyttinga av hytta ble gjort av Knut Strand fra Strand Service.

Det ble lagt ned en kum på hyttas gamle plassering, hvor kabler fra feltet er skjøtet, og trekt i rør videre bort til bua. Det er lagt inn stikkontakt i kummen. Firmaet Elektromontasje i Vang ordnet med omlegging av strøm, og hadde kontakt med el-verket. Snøputa NVE1997 ble påfylt med etanol og vann da denne var litt slunken (ca 50 liter vann og 50 liter etanol). Det ble satt opp stigerør til puta som ligger på vekta for å hindre at trykksensoren skulle fryse. Denne har tidligere vært koblet rett på røret til puta, og hadde problemer når det ble kaldt vinteren 2010/2011.

Grunneier ble kontaktet for skriving av ny kontrakt ved utvidet bruk av feltet. Det ble gitt en engangskompensasjon for utvidelse av feltet ved flytting av bua. Kontrakten ligger i doculive, sak 201105373.

Gammasensoren ble tatt ned fra Filefjell og satt opp for testing på Anestølen. Dette etter ønske fra Campell Sci Canada om å få sammenligne gammasensorer med og uten blyskjerm. Sensoren ble satt opp igjen på Filefjell høsten 2012.

Figur 1 Bilde viser flytting av hytta på Filefjell utført av Strand service.



Figur 2 (bilde til venstre) viser feltet etter flytting av hytta. Hytta sto tidligere der hvor kummen med en stein på nå ligger, helt fremst i bildet. Hytta ligger ca 15 meter i retning bildet er tatt i.

Figur 3 (bilde til høyre) viser montering av kummen med trekkerør bort til ny plassering av hytta der gravemaskinen står.

2.1.2 Planlagt massedeponi i nærhet av stasjonen

I forbindelse med ny E16 over Filefjell har Statens vegvesen planer om å lage et massedeponi i nærheten av snøstasjonen (se Figur 5). Deponiet er planlagt å ligge i inntil 4 år, og å bli lagret så bratt som mulig innenfor tilgjengelig areal (se vedlegg 1 for e-postkorrespondanse). De ville ha tilbakemeldinger fra NVE, met.no og NGU på hvordan dette vil påvirke målingene. I vedlegg 1 ligger svarene som ble sendt. Det ble svart at massedeponiet vil påvirke temperaturmålinger, stråling, snø og grunnvannsmålinger. MET mente at det vil være uheldig for de metrologiske målingene, men akseptert forutsatt at det returneres til opprinnelig tilstand. For målinger av grunnvann har NVE og NGU svart at dette er svært uheldig og at deponiet bør plasseres et annet sted.

Figur 4 Figuren er hentet fra MET sin stasjonsklassifiseringsrapport ang eventuelt massedeponi og viser planlagt største mulige område for deponi. Se vedlegg 1.

3 Anestølen snøforskningstasjon

3.1 Lokalisering og klima

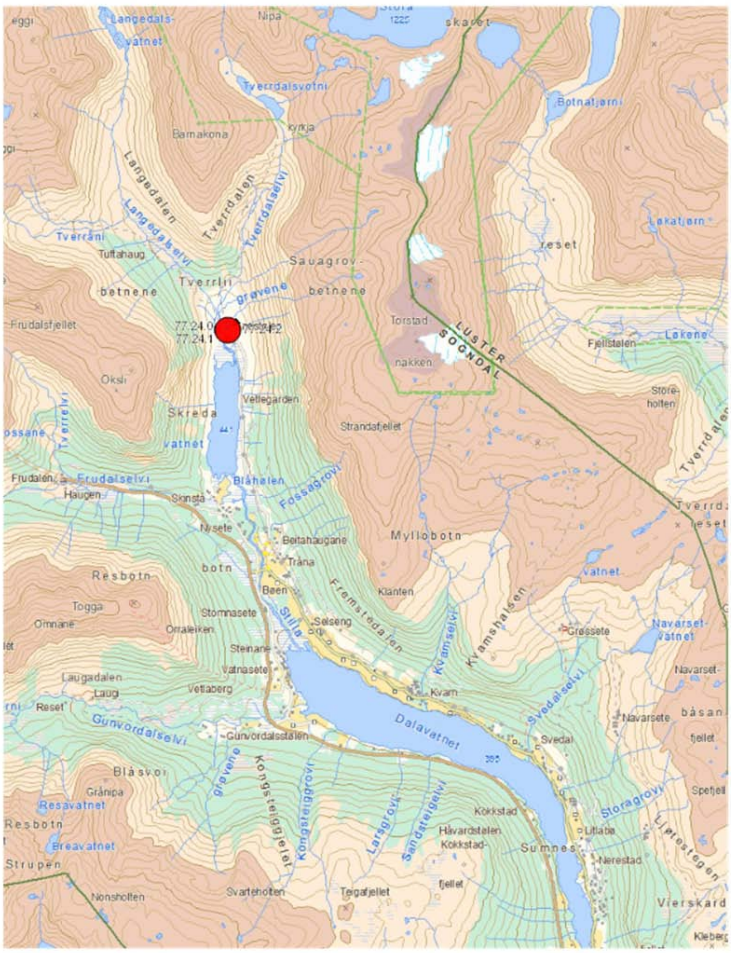
Stasjonen ble satt opp i september 2011 som en forskningsstasjon for løsmasseskred, snø- og snøskred. Anestølen ligger i en dal 20 km nordvest fra Sogndal, rett før Frudalen. Figur 6 viser bilde av stasjonen. Figur 7 viser kart over området. Stasjonen er markert med en rød sirkel. Dalen stasjonen ligger i er en typisk is-erodert u-dal; Anestølsvatnet (441 moh.) og den flate dalbotnen er omkranset av bratte dalsider og høye fjell på hver side: Barnakona (1398 moh.) i nord, Torstadnakken (1585 moh.) i øst og Oksli (1283 moh.) i vest.

Sammenlignet med Filefjell har Anestølen et mer vestlandsklima, med større snømengder og større variasjon i temperatur.

Figur 5 Målestasjon på Anestølen. Foto: Silje Storevik Moe

3.2 Nærliggende målestasjoner

Vannføringsstasjonen 77.3.0 Sogndalsvatn ligger 9 km lenger ned i dalen (sør/øst for stasjonen). Den nærmeste meteorologiske stsjonen til MET er Sogndal-Selseng (421 m oh), som ligger ca 4 km sørøst for Anestølen.



Figur 6: kart over område rundt stasjonen 77.24 Anestølen (rød prikk på kartet) 20 km nordvest for Sogndal.

3.3 Instrumentering

Følgende hydrometeorologiske parameter blir målt ved stasjonen siden oppstart: Lufttemperatur, relativ luftfuktighet, vindhastighet og -retning, nedbør, grunnvannsnivå, grunnvannstemperatur, snødyp, snøtemperatur og snøens vannekvivalent. Figur 8 viser skisse over feltet.

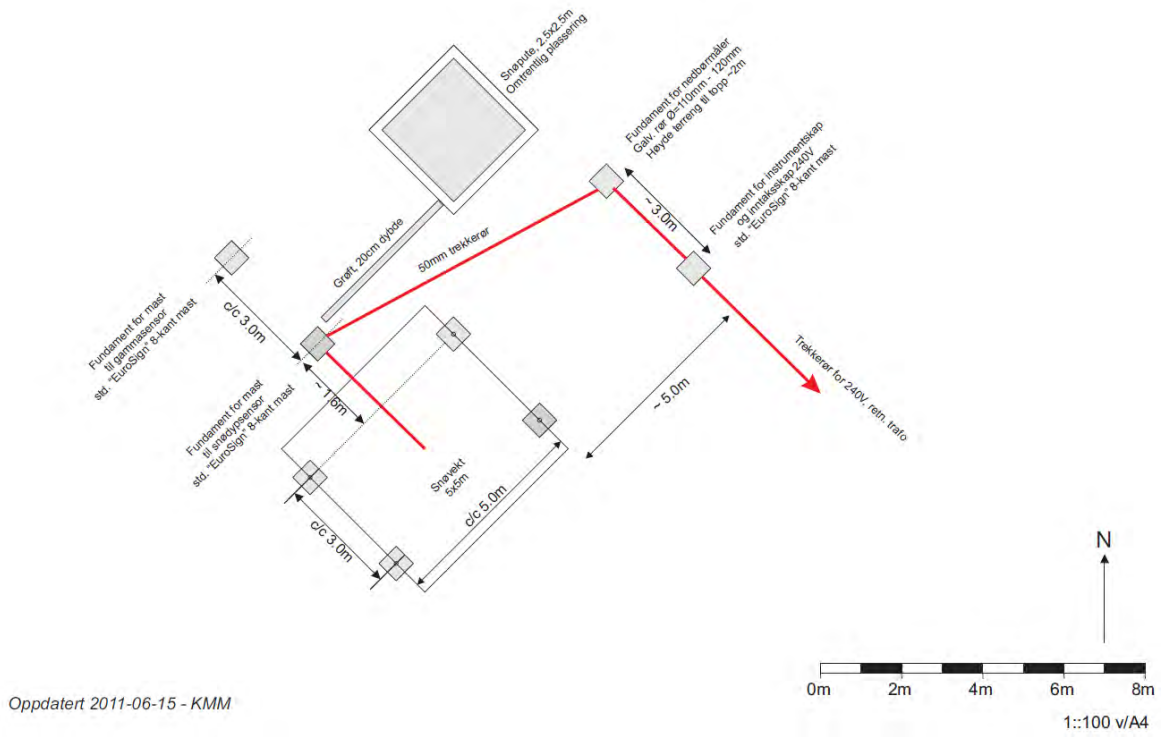
For teknisk beskrivelse av stasjonen, se referanse i hysopp under stasjonen ”Dokumentasjon Anestølen målestasjon”. Webkamera, stråling og temperatursensorer i snøpakka ble satt opp høsten 2012. Det finnes derfor ikke data fra disse instrumentene sesongen 2011/2012.

- **Lufttemperatur og relativ luftfuktighet**: måles av en Campbell CS215 Temp & Humidity sensor. Sensoren er plassert i samme mast som instrumentskapet (se Figur 8)

- **Vindhastighet- og retning**: måles av en RMYoung vindsensor. Vindmåleren står øverst på samme mast som instrumentskapet. Den gir verdier hvert 2.sekund som midles og lagres hvert 10.minutt.

- **Nedbør:** måles av en pluvio nedbørsmåler**.** Denne står på eget fundament (se Figur 8)

- **Grunnvann:** måles fra fire ulike rør ved Anestølen. Rør 1 står nederst ved veien som går forbi stasjonen, rør 2 står midt i bakken sørøst for stasjonen, rør 3 står øverst i bakken sørøst for stasjonen og rør 4 står på hovedstasjonen ved skapet.



Figur 7 Skisse over feltet på Anestølen laget av Knut Møen.

3.3.1 Snøvekt (Møen2525)

Snøvekten ligger fremst i bilde på Figur 6 og lengst sør i Figur 8. Den er laget av en platting på 25m^2 opplagret på 4 veieceller som har 10 tonn som maks kapasitet. Veiecellene er koblet i parallell og måles via et London Electronics Intuitive-L interface. Utgangen av dette er et 0-10V signal. Displayet på Intuitive-L viser totalvekt i kg. Utgangen er skaler 0-5V som 0-25.000kg, dvs at 1000mm vannekvivalent tilsvarer 5VA.

3.3.2 Gammasensor (Campbell Sci. ”GMon”)

Sesongen 2011/2012 var det to gammasensorer på utlån fra Campbell Canada oppmontert på Anestølen. Den ene var montert med blyskjerm og den andre uten. Dette fordi Campbell Canada var interessert i å teste forskjellene mellom disse. Blyskjermen fjerner gammastråler fra andre kilder enn fra bakken under snøen, for eksempel fra trær som også sender ut stråling. Figur 9 viser bilde av de to sensorene. I Figur 8 er fundamentet til gammasensorene markert (nordvest på feltet). Underkant av sensorhodene henger 3,20 m over bakken og sensorene har en senteravstand på 70cm. De har en nøyaktighet på ±15mm fra 0 to 300mm, og ±15 % fra 300 to 600mm SWE. De har en dekningsvinkel på 60° fra sentrum (Campbell Scientific, 2011). Når de henger 3.2 meter over bakken dekker de da en sirkel på ca 100 m^2. Signalbidraget fra denne sirkelen er ikke homogent. Det største bidraget kommer fra område rett under sensoren. Bidraget minker jo lengre ut fra sentrum av sirkelen signalene kommer fra. Beregnet SWE fra gammasensoren gir derfor ikke en gjennomsnittsverdi for SWE over de 100 m^2 den måler.

Figur 8 Figuren viser gammasensorene med og uten bly-skjerm inne på feltet på Anestølen.

3.3.3 Firkantet snøpute (NVE2010)

Snøputen ligger helt bakerst i bilde på Figur 6 (hvit firkant) og lengst nord i Figur 8. Den har et måleareal på 6,25 m^2 (2,5x2,5m), og er fylt med glykol og vann. Den ligger over et sandlag, rett på bakken. Overflaten av puten ligger ca 10 cm over bakkenivå.

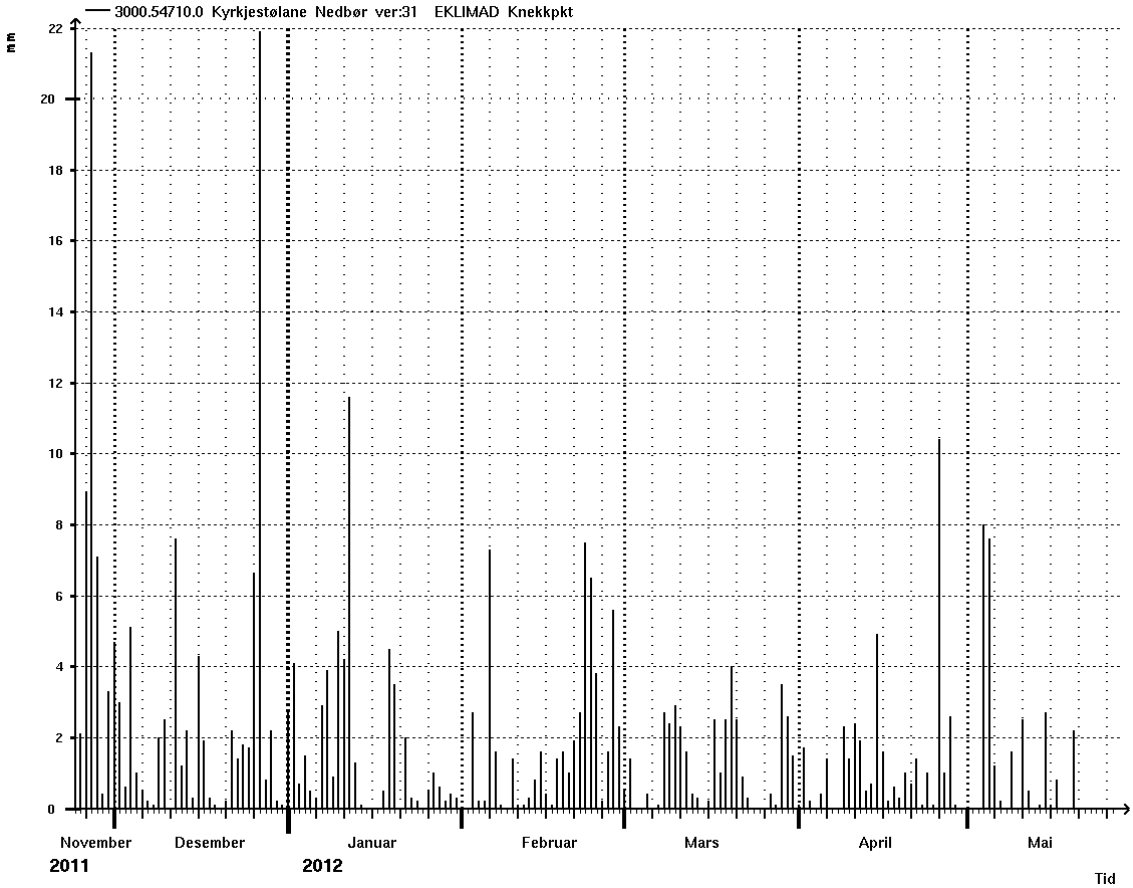
3.3.4 Snødypsensor

Snødyp blir målt av en Campbell SR50AT med innebygd temperaturkorrigering. Denne måler snødypet over Møen2525 vekta.

4 Måleresultat Filefjell

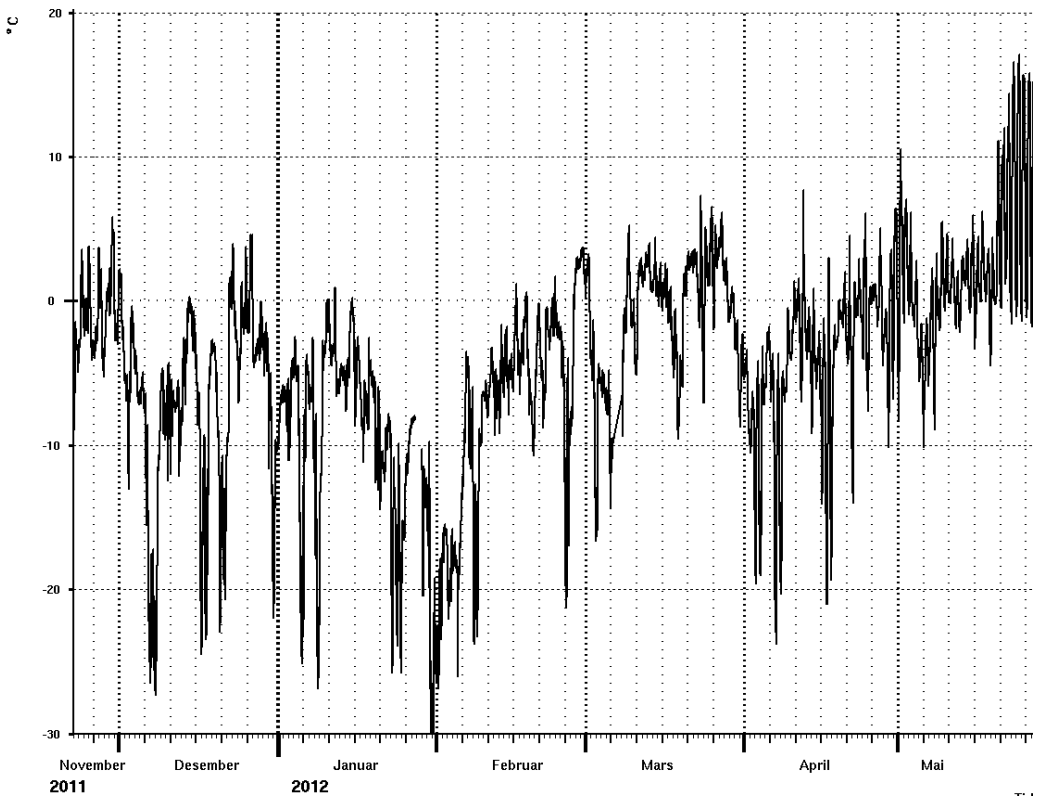
4.1 Nedbør og lufttemperatur

Metrologisk institutt eier og drifter Geonor nedbørsmåleren på Filefjell. NVE får inn data via egen sensor. Figur 10 viser døgndata fra vintersesongen 2011/2012. Det var sammenhengende snø på feltet fra 24. november til 27. mai (se Kapittel 4.3 Snøens vannekvivalent (SWE)). Totalt registrerte nedbørsmåleren 259 mm nedbør ila perioden det lå snø på feltet.



Figur 9 Figuren viser nedbørsdata fra geonor nedbørsmåler på Filefjell i perioden det var snø på feltet.

Figur 11 viser lufttemperaturen i perioden det var snø på feltet. I desember ble det flere dager på rad med minusgrader hele døgnet, men noen dager med plussgrader i siste del av måneden. Det var en kald periode i månedsskifte januar/februar med temperaturer ned i minus 30 °C. Det kom perioder med plussgrader i månedsskifte februar/mars, og senere ut i mars. Så kom det en kald periode i starten av april. I midten av april og ut sesongen var det varmegrader nesten hver dag.



Figur 10 viser lufttemperaturen i grader celsius gjennom vintersesongen 2011/2012 på Filefjell i perioden med snø på feltet, fra 24. november til 27. mai.

Tabell 1 viser døgnmiddeltemperaturverdier på Filefjell fra 1. november til 31. mars sesongene 2009/2010, 2010/2011 og 2011/2012. Data fra 2009/2010 og 2010/2011 er hentet fra Stranden og Grønstens rapport (2011). Tabellen viser at sesongen 2011/2012 gjennomsnittlig var varmere og hadde flere dager med plussgrader. Mye av dette skyldes at november var en varm måned i 2011. Sesongen hadde ikke en lang periode med sammenhengende minusgrader på grunn av noen dager med plussgrader i januar.

Figur 11 viser at det var seks lengre perioder med mildvær (mer enn 2 dager på rad med plussgrader). I de fleste av disse mildværsperiodene ble det også registrert minusgrader. Mildværsperiodene er perioder hvor nedbør kan ha kommet som regn, som kan føre til skarelag i snøen. Tabell 2 viser mildværsperiodene, og millimeter nedbør registrert av nedbørsmåleren i disse periodene.

Tabell 1 viser døgnmiddeltemperaturverdier (gjennomsnitt, maks og min-temperatur) i grader celsius fra november til mars for sesongene 2009/2010, 2010/2011 og 2011/2012. Den viser også hvor lang periode det har vært med sammenhengende minusgrader ved stasjonen.

november – mars	**2009/2010**	**2010/2011**	**2011/2012**
Gjennomsnitt	-11,1	-9,7	-6.2
Maksimum	1,4	1,4	7,2
Minimum	-34,6	-30,8	-26
Lengste sammenhengende periode med minusgrader (antall dager, dato)	111 (26.11-28.3)	140 (1.11-21.3)	32 (15.1-16.2)
Antall dager med plussgrader i perioden november - mars (nedbør: j/n)	6 (j)	1 (j)	59 (j)

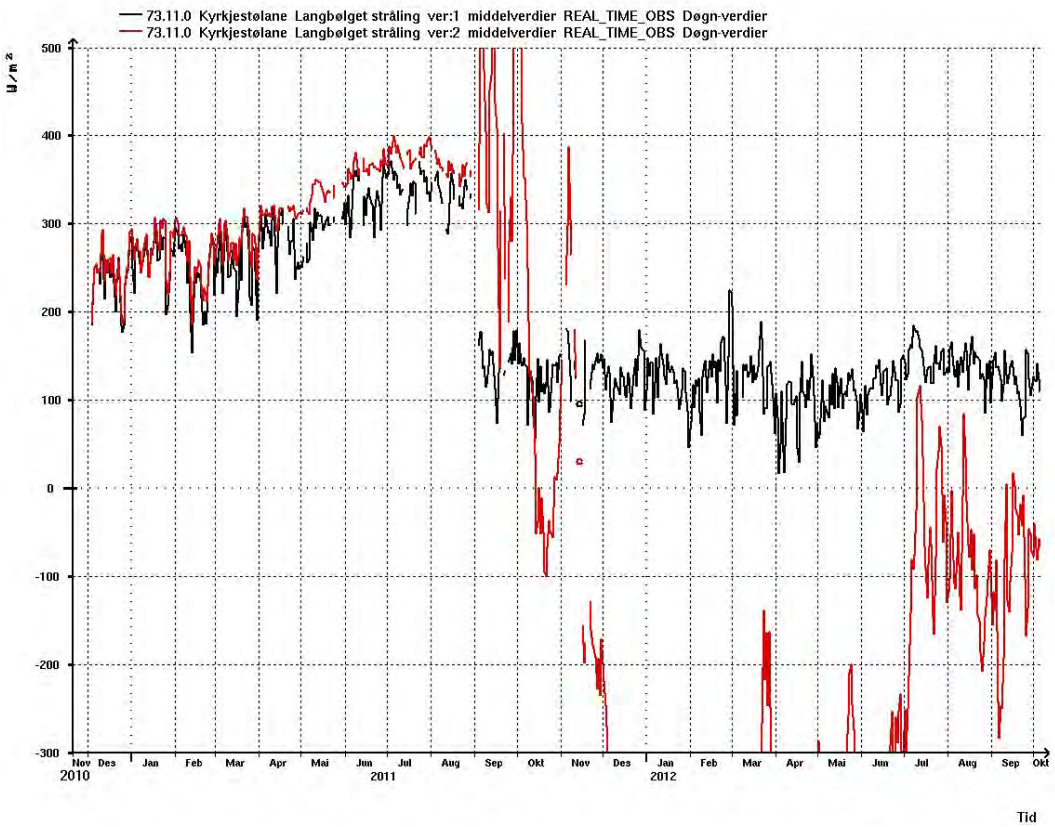
Tabell 2 viser mildværsperioder vintersesongen 2011/2012, og nedbør registrert i disse periodene. Fra 19. april og ut sesongen var det plussgrader nesten hver dag.

Mildværsperioder	mm nedbør	Antall dager
24. november-1. desember	50mm	8
22-26 desember	25mm	5
27. februar-1. mars	7mm	4
9-17 mars	9mm	9
20-29 mars	5mm	9
10-12 april	2mm	2

4.2 Stråling og Albedo

4.2.1 Langbølget stråling

Dataene fra langbølget stråling er ikke brukbare f.o.m. 11.august 2011 da instrumenthytta ble flyttet. Mest sannsynlig er grunnen høye magnetiske verdier i kabelgaten som forstyrrer og gir støy på målingene. Langbølget stråling inn og ut vil derfor ikke bli analysert for sesongen 2011/2012.



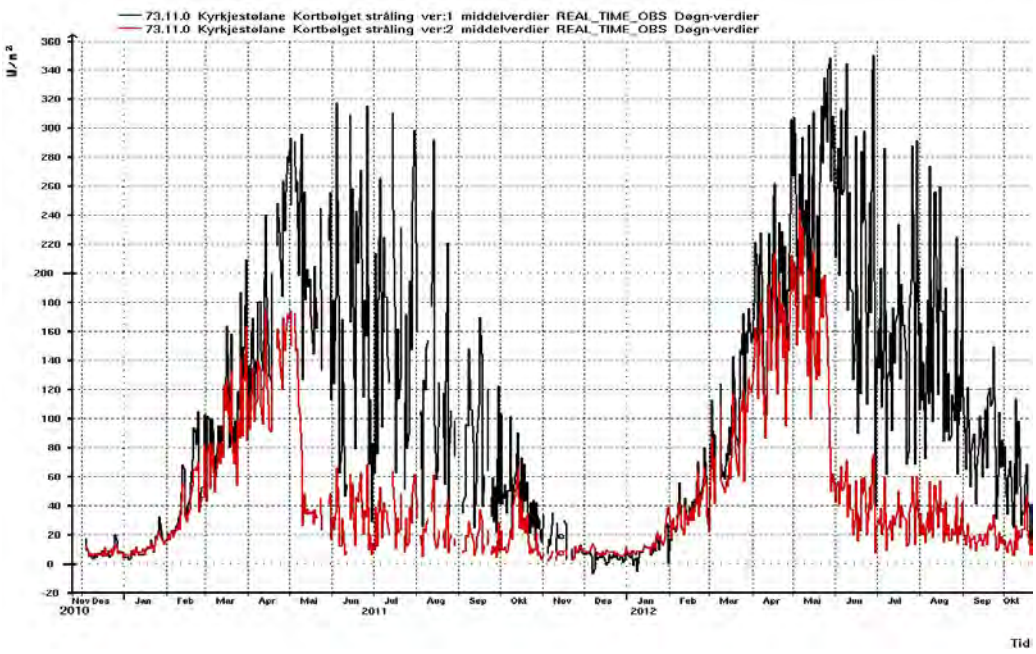
Figur 11 Viser gode data fra sesongen 2010/2011 og ubrukelig data fra sesongen 2011/2012 av langbølget stråling inn og ut.

4.2.2 Kortbølget stråling og albedo

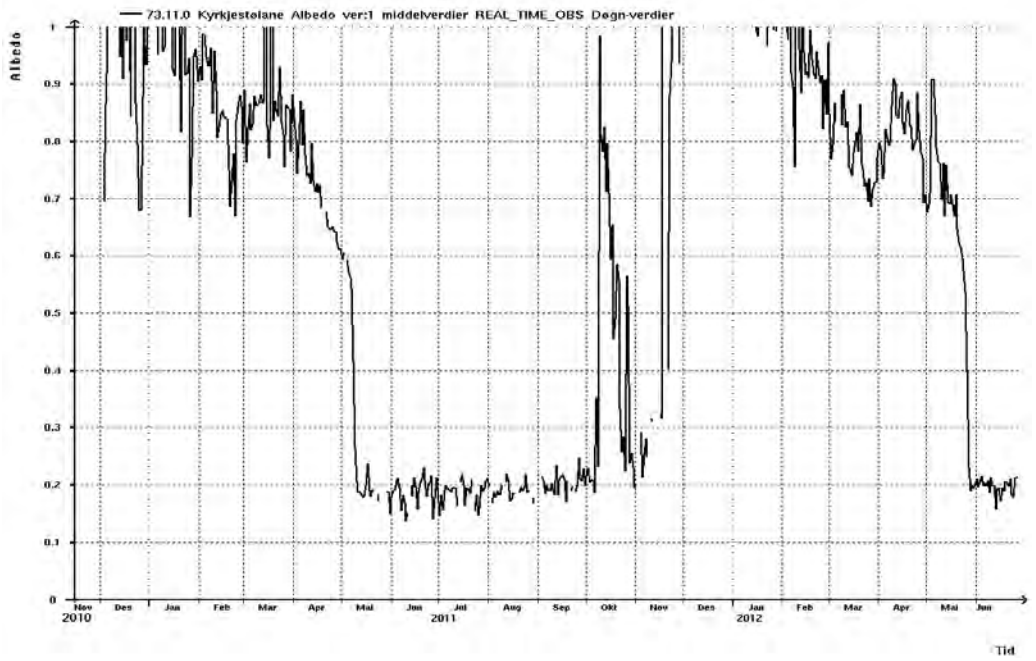
Kortbølget stråling er sammenlignbart med tidligere år. Det er enkelte perioder hvor kortbølget utstråling er større enn kortbølget innstråling.

I figur 13 er både inn- og utgående kortbølget stråling plottet positiv for å kunne sammenligne forskjellene. Sort kurve er innkommende stråling og rød er utgående stråling. Frem til februar er kortbølga innstråling naturlig nok veldig lav, men øker gradvis utover våren. Kortbølga utstråling følger kortbølga innstråling, men avtar når snøen forsvinner.

Figur 14 viser at falbedoen faller kraftig fra rundt 20.mai 2012 til 28. mai 212, fra en verdi på 0,7 W/m^2 til til en verdi på 0,2 W/m^2. . Dette sammenfaller med tidspunkt hvor snøen forsvinner.



Figur 12 Kortbølget stråling inn (sort) og ut (rød) for de to siste sesongene.



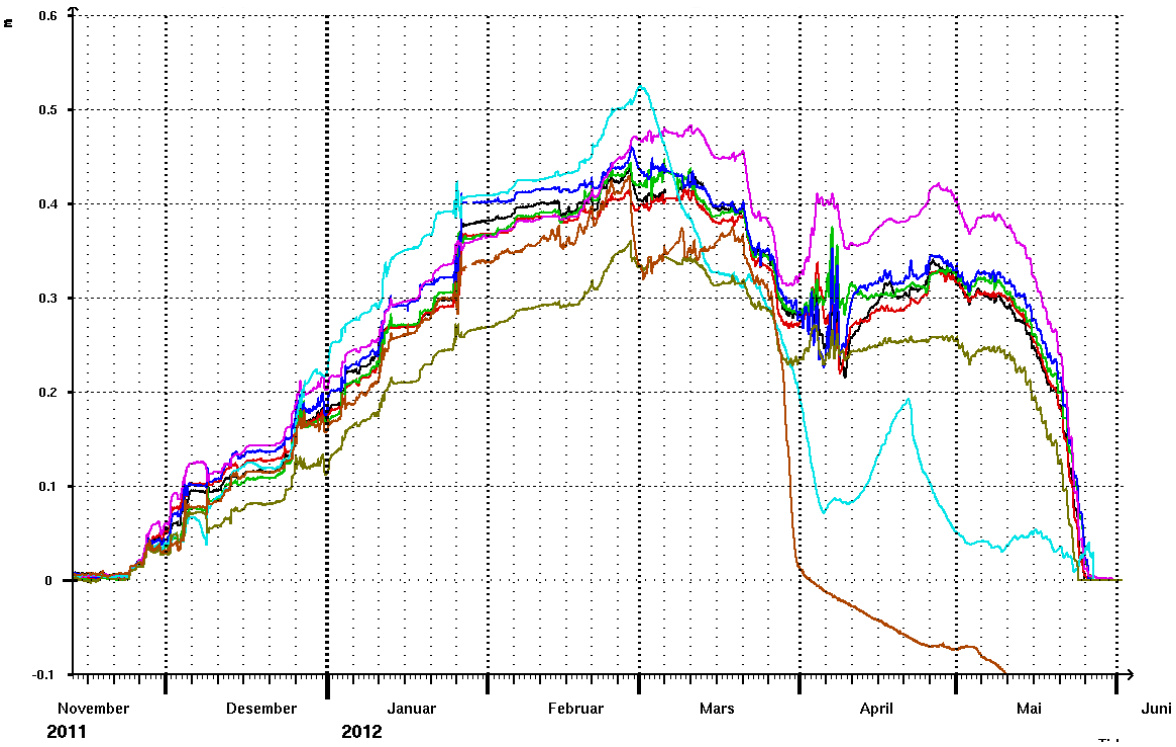
Figur 13 viser albedoverdiene for de to siste sesongene.

4.3 Snøens vannekvivalent (SWE)

Tabell 3 viser en oversikt over instrumentene som måler SWE på Filefjell (tabellen er hentet fra Stranden og Grønstens rapport (2011)). Tabellen viser målearealet til instrumentene, og hvor i hydra2 dataene ligger. For ytterligere informasjon om instrumentene og plassering, se Stranden og Grønsten kap 2.4. Figur 15 viser data fra de 8 måleinstrumentene for SWE sesongen 2011/2012. Figuren viser at det lå snø på feltet fra ca 24. november til ca 27. mai. Dette var en sen start på sesongen sammenlignet med de to foregående sesongene. Sesongen 2009/2010 var det snø på feltet fra ca 5. oktober til ca 25. mai, og sesongen 2010/2011 lå snøen på feltet fra 25. oktober til ca 12. mai. På tross av en sen start var det likevel mer snø ved snømaks sesongen 2011/2012. I 2009/2010 var snømaks ca 350mm, og i 2010/2011 ca 380mm.

Tabell 3 Oversikt over de ulike snømåleinstrumentene samt måleparameter i Hydra 2 på Filefjell snøforskningsstasjon, per oktober 2012. Målestart er gitt i måned og årstall.

Instrument	Parameter	Måle-areal	Utforming/type	Målestart	Hydra 2 (73.11.0.)
NVE1997-snøpute	SWE (m)	**3,14 m^2**	Rund, væskefylt PVC pute, diameter 2 m	9.2009	2003.2
NVE2010-snøpute	SWE (m)	**6,25 m^2**	Kvadratisk, væskefylt PVC-pute, 2,5 m x 2,5 m	9.2009 9.2010	2003.3-6, 2003.9
Møen2525-snøvekt	SWE (m)	**25 m^2**	Kvadratisk vekt i tre, 5 m x 5 m	9.2009	2003.7
SSG-snøvekt	SWE (m)	**1,1 m^2**	Syv aluminiumsplater, SGG snow scale	10.2010	2003.8



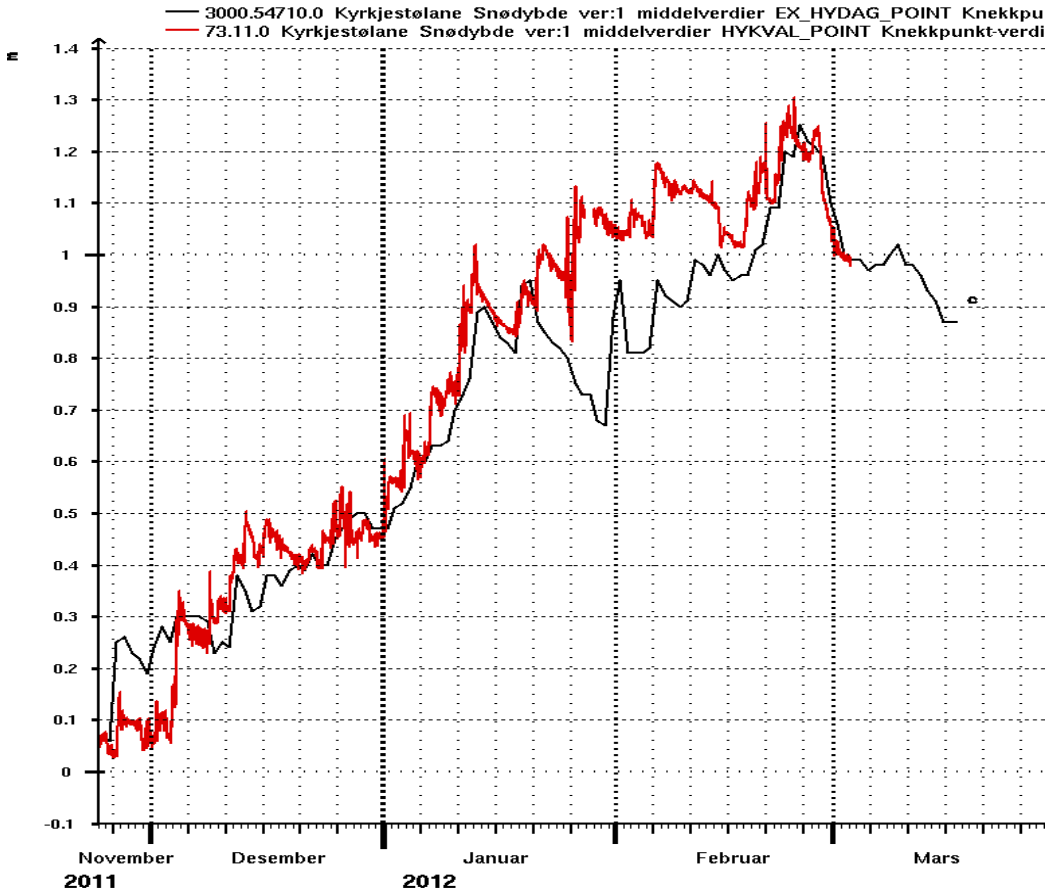
Figur 14 viser SWE i meter fra NVE1997 snøputa (brun linje), de fire NVE 2010 putene på bakken (sort, rød, grønn og blå linje), Møen2525 vekta (rosa linje), NVE2010-pute oppå Møen2525 vekta (mørk grønn linje) og liten-snøvekt (turkis linje).

Kommentarer til Figur 15:

- **NVE1997 snøpute** (brun linje) punkterte i løpet av sesongen. Det er uvisst når og hvordan dette skjedde, men puta viser trykkavlastning fra 28. februar til 1. mars. Den viser ikke samme tendens som de andre instrumentene etter dette.
- **4 NVE2010** (sort, rød, grønn og blå linje) De fire snøputene, plassert ved siden av hverandre på bakken, følger hverandre i grove trekk. Den 26. januar registrerer de en økning på ca 70 mm, mens stor og liten vekt, og snøpute på vekt kun øker ca 20-30 mm. Putene viser minkende verdier i perioden 28. februar til 1. mars. Fra 1. til 9. april viser putene døgn-svingninger. De får høyere trykk på natta når temperaturen går ned og lavere trykk på dagen når temperaturen går opp. Utslagene er på opp mot 80 mm SWE. Firkantpute 2 (rød linje i figur 15) har en finerplate oppå seg for å unngå trykkavlastinger gjennom puten. Figur 15 viser at denne har samme tendens som de andre putene.
- **Stor snøvekt Møen2525** (versjon 7, rosa linje) viser relativt likt som de fire firkantputene på bakken fram til 28. februar. I perioden 28. februar til 1. mars minker ikke verdiene på vekta slik som på putene. Vekta viser mer snø enn de andre instrumentene fra 4. mars og ut resten av sesongen, med snømaks på 482mm den 10. mars. Den viser ikke like store svingningene som NVE2010-putene gjør i perioden 1-9 april.
- **Snøpute NVE2010 oppå Møen2525 snøvekta** (mørk grønn linje) Viser minst snø gjennom hele sesongen. Puta registrer også svingninger i perioden 1-9 april slik som firkantputene på bakken, men utslagene er mindre, ca 20 mm SWE. Puta registrerer ikke samme økende tendens som firkantputene og Møen2525vekta fra 9 -27april.
- **Liten-snøvekt, SSG** (turkis linje) viser mest snø i januar og februar. Observasjoner viser at loggerskapet gir en liten skavl som kan være årsaken. Den viser høyeste registrerte verdi for SWE denne sesongen (1. mars med 524mm). 5-8 desember viser vekta synkende verdier som ikke registreres på noen andre instrumenter (fra 66mm til 37mm). Den kommer opp igjen til samme nivå som de andre putene 9. desember. Fra 2. mars viser vekta minkende verdier, og følger ikke samme utvikling som de andre instrumentene resten av sesongen.

4.4 Snødyp

Figur 16 viser NVEs snødypsensor som måler snødyp over NVE1997 snøputa (rød linje i figur) og MET sin snødypsensor (sort linje) som står i MET sin mast noen meter øst for NVEs snødypsensor. NVEs sensor hadde tekniske problemer i mars. Trolig var det sensor-membranen som var defekt. Det finnes derfor ikke data etter 4. mars. Snødypsensoren til MET har heller ikke data fra medio mars og ut resten av sesongen. Figuren viser at snøen kom 24. november. Sensoren viser snømaks 24. februar med 1.3 meter. Sesongen 2009/2010 ble det målt snømaks den 17. april (0,91m) og 2010/2011 ble det målt 1,0 m den 1. april. Figuren viser at snødypet målt fra NVEs snødypsensor og MET sin snødypsensor ikke oppfører seg helt likt. MET sin sensor har et dropp i slutten av januar som ikke NVEs sensor har.



Figur 15 viser snødypet over NVE1997 puta (rød linje) og snødyp fra MET sin snødypsesensor på Filefjell (sort linje). NVEs sensor hadde tekniske problemer i mars. Det mangler derfor data fra resten av sesongen. Metno mangler også data fra mars og ut sesongen.

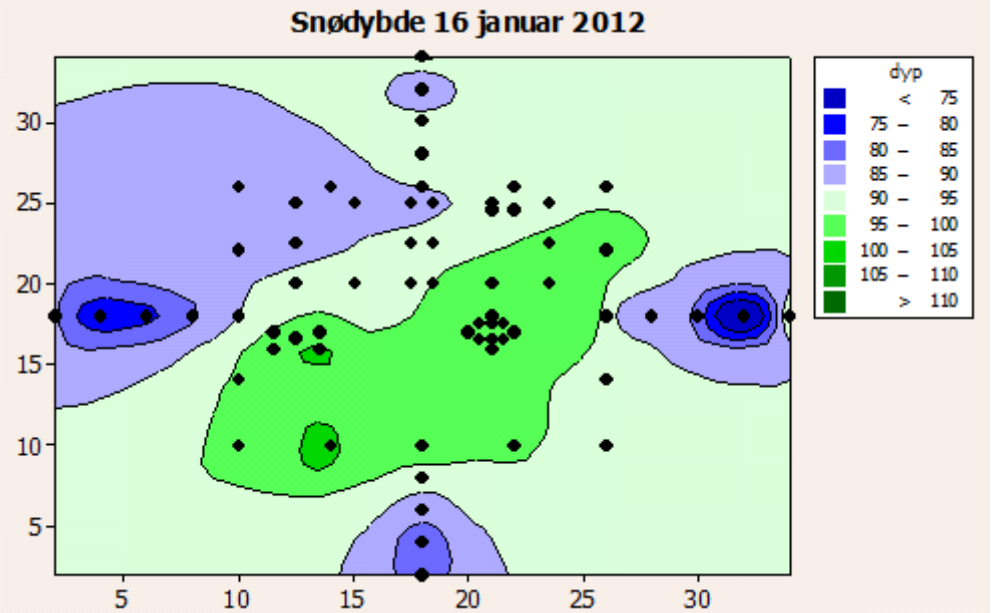
4.5 Kontrollmålinger

Det har blitt gjort manuelle snømålinger ca hver 14 dag gjennom hele vintersesongen 2011/2012 på Filefjell (totalt 10 målinger). Kontrollmålingene ble gjennomført på samme måte som tidligere år, se Stranden og Grønsten (2011), kapittel 3.5 og vedlegg 3 for beskrivelse av måleopplegget.

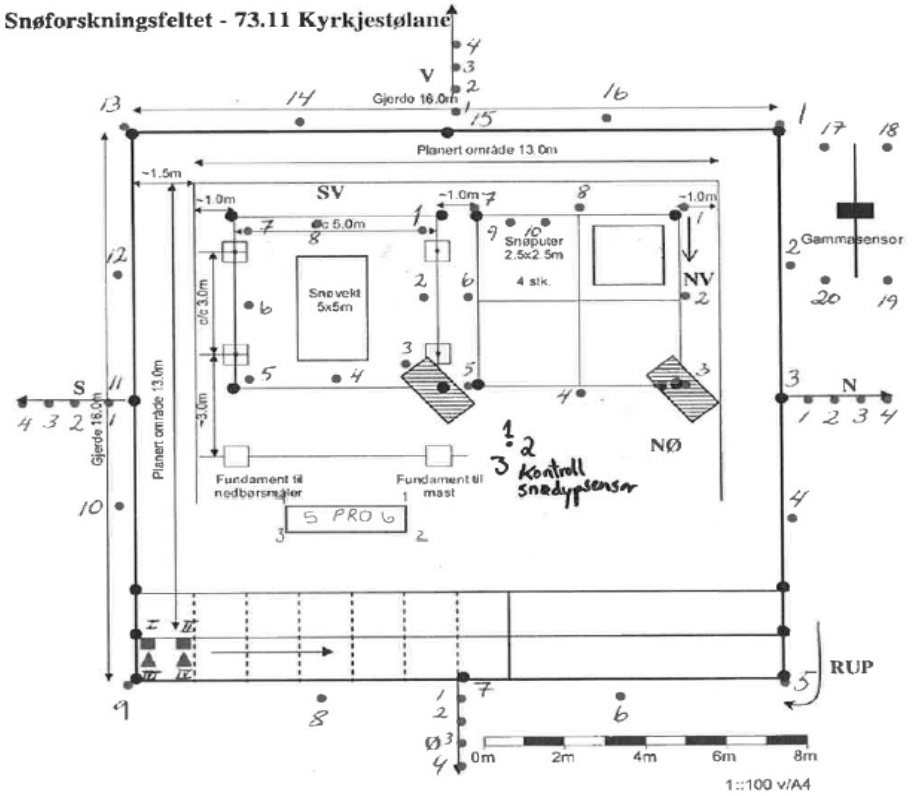
4.5.1 Snødyp

Det har blitt målt snødyp ved totalt 66 punkter inne på/utenfor feltet. Figur 17 viser plott av snødyp inne på feltet den 16. januar. Plottet er laget ved bruk av Minitab Statistical Software (2007). Figur 18 viser kart over hvor på feltet målingene er blitt tatt. I vedlegg 4 finnes tilsvarende plott som Figur 17 for alle snødypmålingene utført denne sesongen. Figur 17 viser at det er mest snø på deler av feltet hvor den lille runde puta og den lille vekta ligger, og på firkantpute 3 denne dagen. Det er minst snø i sør/vestlig del av den store vekta. De andre plottene i vedlegg 4 viser at snøfordelingen endres gjennom sesongen. Ved første februarmåling ligger det mest snø ved firkantputene og den lille runde puta. Ved siste februarmåling lå det mest snø ved stor snøvekt. Resten av sesongen var det mest snø ved den lille runde puta og ved liten snøvekt, og minst snø i sørvestlig del av stor snøvekt.

Tabell 4 viser gjennomsnittlig målt snødyp i centimeter inne på feltet, oppå stor vekt og rundt firkandtputene ved de ulike datoene det ble gjort kontrollmålinger. Den viser også standardavvik på snødyp målt samme dag. Den 1. mars ble det ikke målt snødyp på vekta. Tabellen viser at standardavviket for feltet var 8 cm den 16. januar (se figur 17) og at dette var det laveste standardavviket gjennom sesongen. Tabellen viser også at standardavviket ofte er større over vekta enn rundt snøputene.



Figur 16 viser snødyp målt inne på feltet rundt/på de ulike instrumentene, rundt hele feltet og i de ulike himmelretningene, hvor vest er opp på figuren, sør er ned, nord er til høyre og sør til venstre.



Figur 1. Oversikt over området med planlagte målinger (not to scale). I praksis er avstanden mellom installasjoner og det midlertidige gjerdet ~ 20 cm. ● Måling av snødyp (sondestang/tommestokk), ■ tradisjonell tetthetsprøve, ▲ tetthetsprøve tatt med Federal sampler. ▨ Området til å grave inn til pute, ● oppsatte pinner/staker.

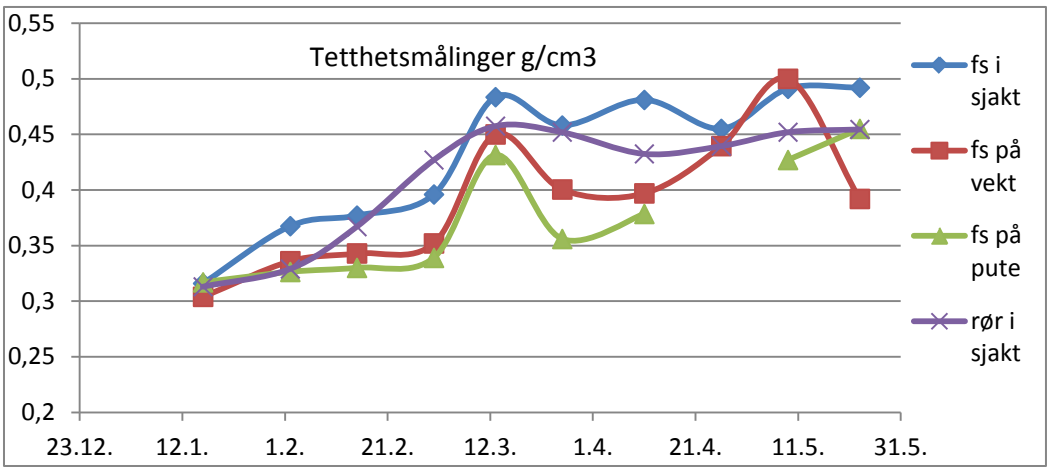
Figur 17 viser en skisse over feltet på Filefjell med innmerket hvor målinger for snødyp er blitt utført (sorte nummererte prikker).

Tabell 4 viser gjennomsnittlig målt snødyp inne på feltet og standardavviket i centimeter ved de ulike datoene det ble gjort målinger. Tabellen viser også gjennomsnitt og standardavvik snødyp oppå vekt (en armlengdes avstand inn på vekta) og rundt snøputene.

Dato	Gjennomsnitt felt [cm]	Stdavvik felt [cm]	Gjennomsnitt storvekt [cm]	Stdavvik storvekt [cm]	Gjennomsnitt pute [cm]	Stdavvik pute [cm]
16.01.2012	92	8	87	3	95	4
02.02.2012	107	11	101	6	119	4
15.02.2012	112	16	137	13	120	6
01.03.2012	107	12			112	7
13.03.2012	96	15	94	6	100	5
26.03.2012	77	12	72	6	82	4
11.04.2012	79	12	74	7	76	5
26.04.2012	79	12	74	5	83	6
09.05.2012	71	13	65	6	76	4
23.05.2012	28	14	21	10	34	6

4.5.2 Tetthetsmålinger

Det har blitt målt tetthet med Federal Sampler (U.S. Federal snow sampler og McCall sampler) fra nå kalt FS, og standard songarør i sjakt på oppmålt område (2 målinger med hver metode). Det har også blitt målt med FS på stor vekta og på firkantpute NVE2010 med plate. Målingene er utført i henhold til NVEs instruks for manuelle snømålinger (se vedlegg D i Ree m.fl. (2011)). Figur 19 viser tetthetsmålingene ved de ulike datoene. Den 26. april ble det ikke tatt tetthetsprøve på pute med plate. Figuren viser at det ofte ble målt lavere tetthet med FS på pute og på vekt (grønn og rød linje). Det ble rapportert om at det var vanskelig å få med seg all snøen ved måling med FS på pute og vekt fordi den nederste snøen kan dette ut når man drar FS opp av snøen når det ikke er jordpropp i bunn som ”forsegler” snøen inne. Måling med FS og rør i sjakt viser at røret stort sett gir lavere tetthet enn FS (blå og lilla linje i figur 19).



Figur 18 Figuren viser manuelle målinger av snøtetthet målt med federal sampler i sjakt (blå linje), med federal sampler oppe på møen2525vekta (rød linje), med federal sampler på pute med plate (grønn linje) og i sjakt med rør (lilla linje).

Tabell 5 viser avvik i prosent mellom tetthetsmålinger tatt med federal sampler (to målinger) i sjakt inne på feltet på Filefjell. Tabellen viser også avviket mellom tetthetsmålinger tatt med rør (to målinger) i samme sjakt, og avviket mellom gjennomsnittlig målt tetthet med FS og gjennomsnittlig målt tetthet med rør.

Dato	%Avvik FS	%Avvik rør	%Avvik FS og rør
16.01.2012	9	1	1
02.02.2012	2	1	10
15.02.2012			3
01.03.2012	2	9	5
13.03.2012	3	2	5
26.03.2012	2	0	1
11.04.2012	0	1	10
26.04.2012	2	1	3
09.05.2012	10	5	8
23.05.2012	2	3	8

Tabell 5 viser avvik i prosent mellom de to tetthetsmålingene tatt i sjakt med FS, to målinger i samme sjakt, og avviket mellom to målinger med rør. Den viser også avviket i prosent mellom FS og rør. Den 15. februar ble det kun tatt en tetthetsmåling med FS og en med rør. Avviket mellom FS-målingene er stort 16. januar og 9. mai. Avviket mellom rør-målingene er størst 1. mars og 9.mai. Avviket mellom FS og rør er størst 2. februar og 11. april.

Siden vi kan anta at tettheten i mange tilfeller blir målt for lav på vekt og pute, er det valgt å benytte tetthetsmålingene fra sjakten til kontroll av instrumentene (se for øvrig kapittel 6.1.).

4.5.3 Beregning av SWE for kontroll av instrumenter

Stor snøvekt ”Møen2525”

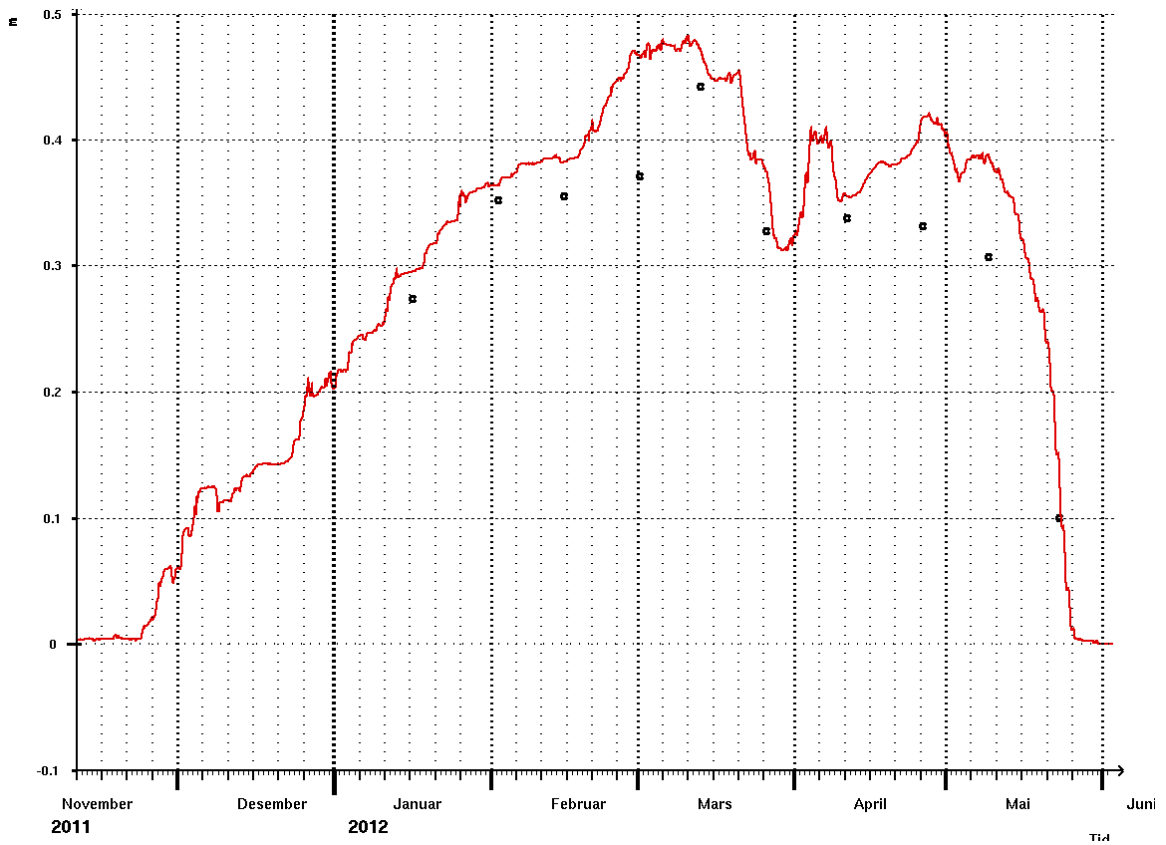
Figur 20 viser data fra stor vekt og manuelt beregnede målinger av SWE (sorte punkter i figuren) fra gjennomsnittlig målt tetthet i sjakt og gjennomsnittlig målt snødyp (8 snødypmålinger) på vekta. Tetthetsmålingene med FS tatt oppe på vekta har ikke blitt benyttet på grunn av usikkerheten knyttet til om all snøen har blitt med ved disse målingene. Kontrollpunktene ligger på parameter 9106, versjon 7 i Hydra2. Alle de manuelle målingene viser lavere vannekvivalent enn hva vekta gjør.

Tabell 6 viser hvor stor forskjellen er mellom kontrollpunkt og verdi fra vekta i millimeter vannekvivalent og i % avvik. Den 1. mars ble det ikke målt snødyp på vekta. Det ble derfor benyttet snødyp fra tetthetsmåling med FS på vekt for denne dagen.

Snøpute NVE2010 med plate

Figur 21 viser data fra firkantpute med plate og manuelle målinger av SWE (sorte punkter) beregnet fra gjennomsnittlig målt tetthet i sjakt og gjennomsnittlig målt snødyp på firkantpute (to målinger). Kontrollpunktene ligger på 73.11.2003, versjon 4 i Hydra2. Figuren viser at kontrollpunktene har høyere verdi enn hva puta viser.

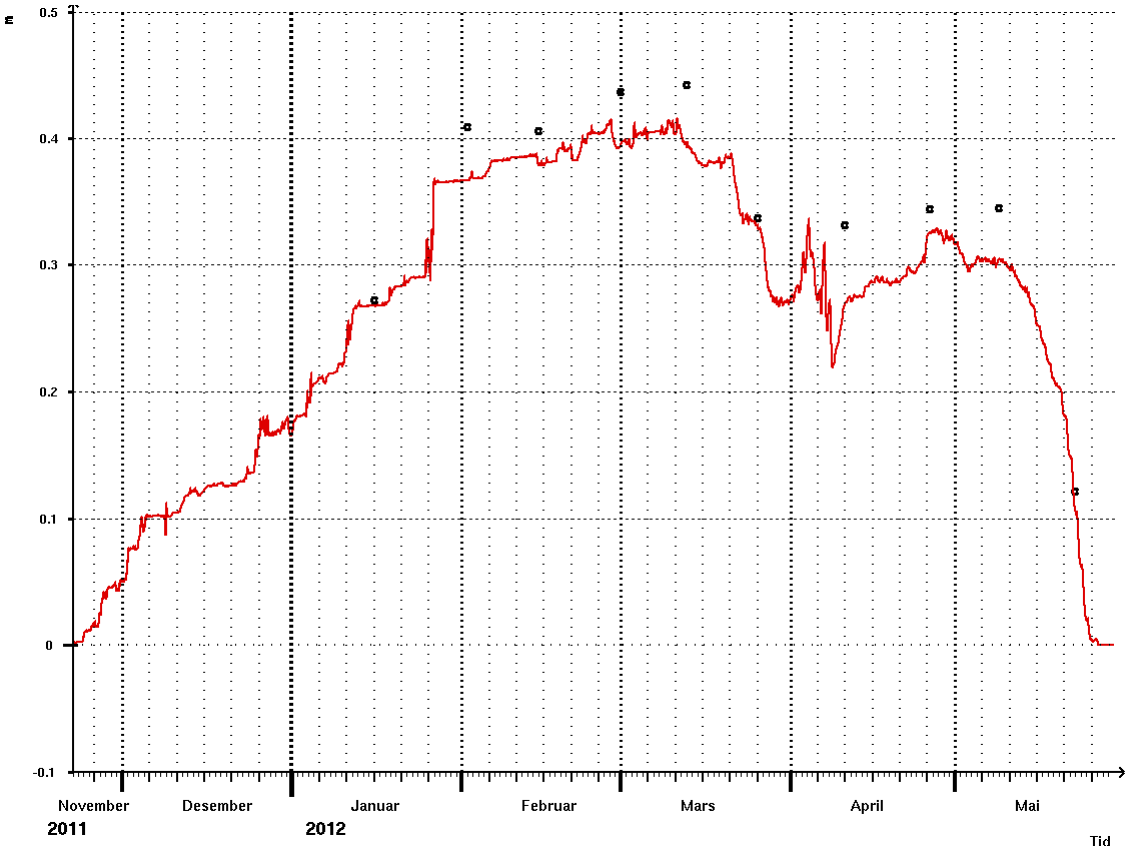
Tabell 7 viser verdiene for kontrollpunktene med tilsvarende verdi for snøputa. Den viser også differansen mellom disse verdiene i millimeter vannekvivalent og prosent avvik. Det største avviket er 11. april hvor det er 18 % avvik mellom kontrollpunkt og snøputeverdi.



Figur 19 viser swe fra stor vekt og manuelle kontrollmålinger beregnet med snitt tetthet målt i sjakt og snitt snødyp målt oppe på vekta.

Tabell 6 viser verdiene for kontrollpunkt og vekt på de ulike datoene, og differansen mellom disse i millimeter SWE og % Avvik.

dato	tid	kontrollpunkt [mm]	vekt [mm]	differanse [mm]	%Avvik
16.jan	13:00	274	296	22	7
02.feb	11:00	352	364	12	3
15.feb	12:00	355	383	28	7
01.mar	12:00	370	466	96	21
13.mar	12:00	442	470	28	6
26.mar	13:00	328	375	47	13
11.apr	12:00	338	355	17	5
26.apr	12:00	331	418	87	21
09.mai	12:00	307	387	81	21
23.mai	12:00	99	127	28	22



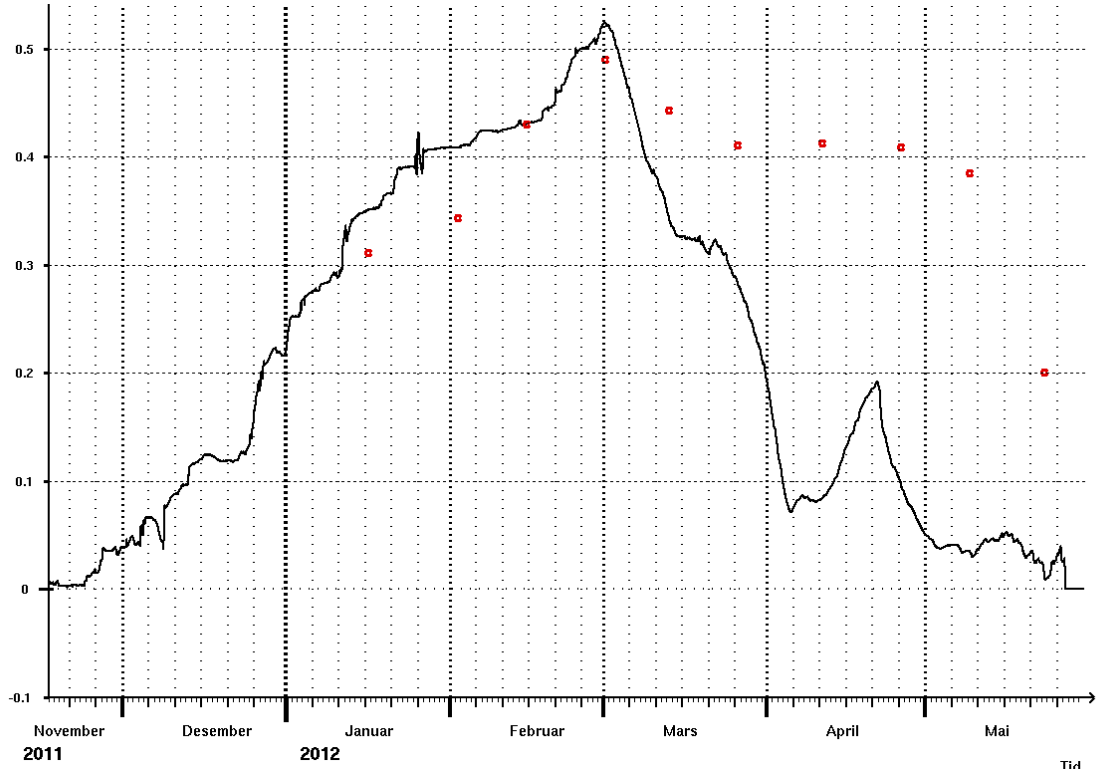
Figur 20 viser SWE fra firkantpute med plate og manuelle kontrollmålinger beregnet med snitt tetthet målt i sjakt og snitt snødyp målt på puta.

Tabell 7 viser verdiene for kontrollpunkt og snøpute med plate på de ulike datoene, og differansen mellom disse i millimeter SWE og prosent avvik.

dato	kontrollpunkt [mm]	snøpute [mm]	differanse [mm]	%Avvik
16.01.2012	272	268	4	2
02.02.2012	409	368	41	10
15.02.2012	406	382	24	6
01.03.2012	436	395	41	9
13.03.2012	442	395	47	11
26.03.2012	337	330	7	2
11.04.2012	331	270	61	18
26.04.2012	344	326	18	5
09.05.2012	345	303	42	12
23.05.2012	121	110	11	9

Liten snøvekt

Figur 22 viser data fra liten vekt og kontrollpunkt beregnet fra snødyp målt oppå vekta og gjennomsnitt av tetthet målt i sjakt. Figuren viser at kontrollpunktene ligger lavere enn vekta i starten av sesongen, men fra starten av mars ligger kontrollpunktene langt over verdiene vekta viser. Tabell 8 viser SWE for kontrollpunkt og tilsvarende verdi fra vekta og differansen mellom disse i millimeter og i prosent. Tabellen viser at avvikene er over 30 % fra 13. mars og ut sesongen.



Figur 21 viser SWE fra den lille vekta og manuelle kontrollmålinger beregnet med snitt tetthet målt i sjakt og snitt snødyp målt over vekta.

Tabell 8 viser verdiene for kontrollpunkt og liten snøpute på datoene hvor det har blitt målt snø manuelt. Tabellen viser også differansen mellom kontrollpunkt og liten vekt i millimeter SWE og prosent avvik.

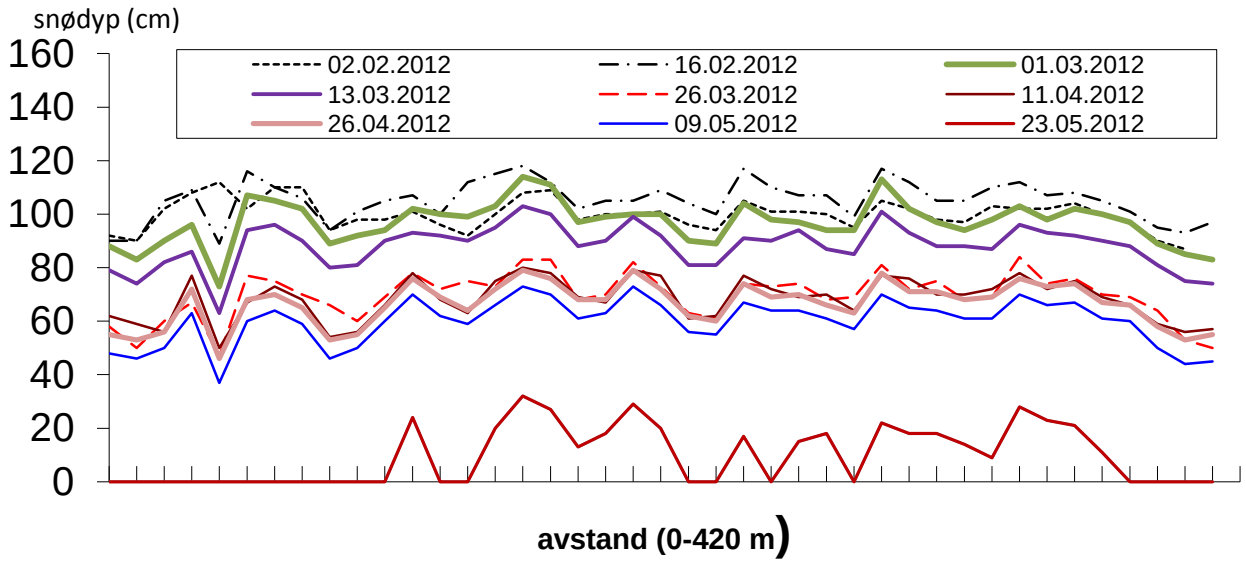
dato	kontrollpunkt[mm]	liten vekt [mm]	differanse [mm]	avvik %
16.01.2012	311	351	-40	11
02.02.2012	344	409	-65	16
15.02.2012	430	431	-1	0
01.03.2012	490	520	-30	6
13.03.2012	521	340	181	35
26.03.2012	410	283	127	31
11.04.2012	413	84	329	80
26.04.2012	409	96	313	77
09.05.2012	384	33	351	91
23.05.2012	200	15	185	93

4.6 Snøstrekk – snøfordelig langs et 420 m strekk

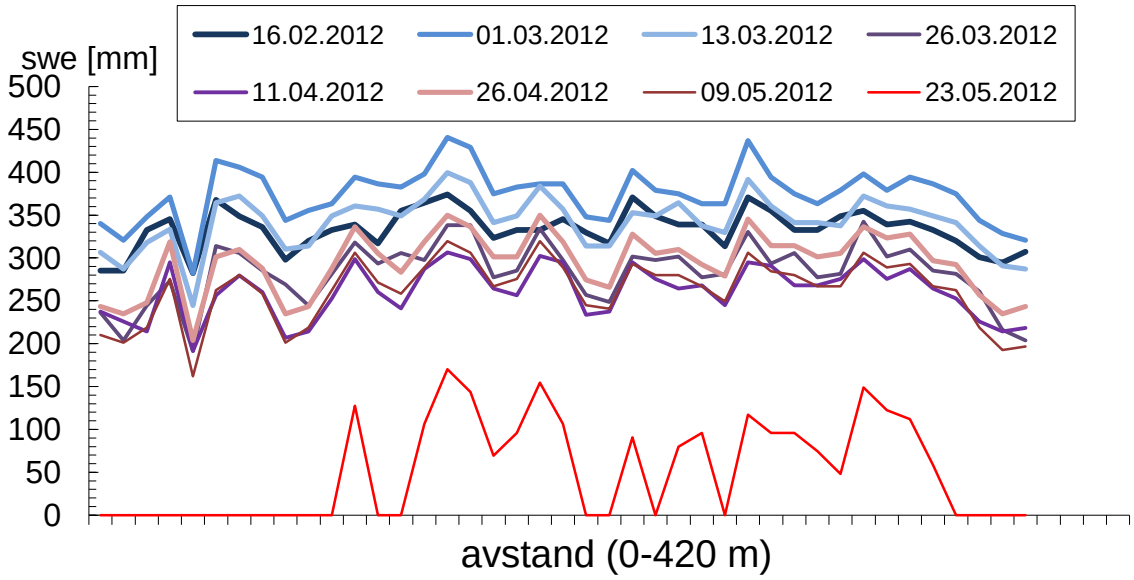
4.6.1 Utvikling gjennom sesongen

Sesongen 2011/2012 ble snøstrekket, referert i Stranden og Grønsten (2011), flyttet grunnet vanskeligheter med å forsere smeltevannselver. Strekket ble flyttet noe nordover og er nå 420 m langt. Snødyp ble målt ved hver bambusstang og tetthet ble målt på hver 10. bambusstang. Gjennomsnittet av tetthetsmålingene danner grunnlaget for beregning av vannekvivalent på måletidspunktet.

Utviklingen i snødyp gjennom sesongene 2011/2012 er vist i Figur 23, mens utviklingen i SWE er vist i Figur 24. I likhet med tidligere år er snømengden relativt konstant gjennom vinteren, men når det begynner å smelte, smelter det fort.



Figur 22 Snødyp langs bambusstrekket sesongen 2011/2012

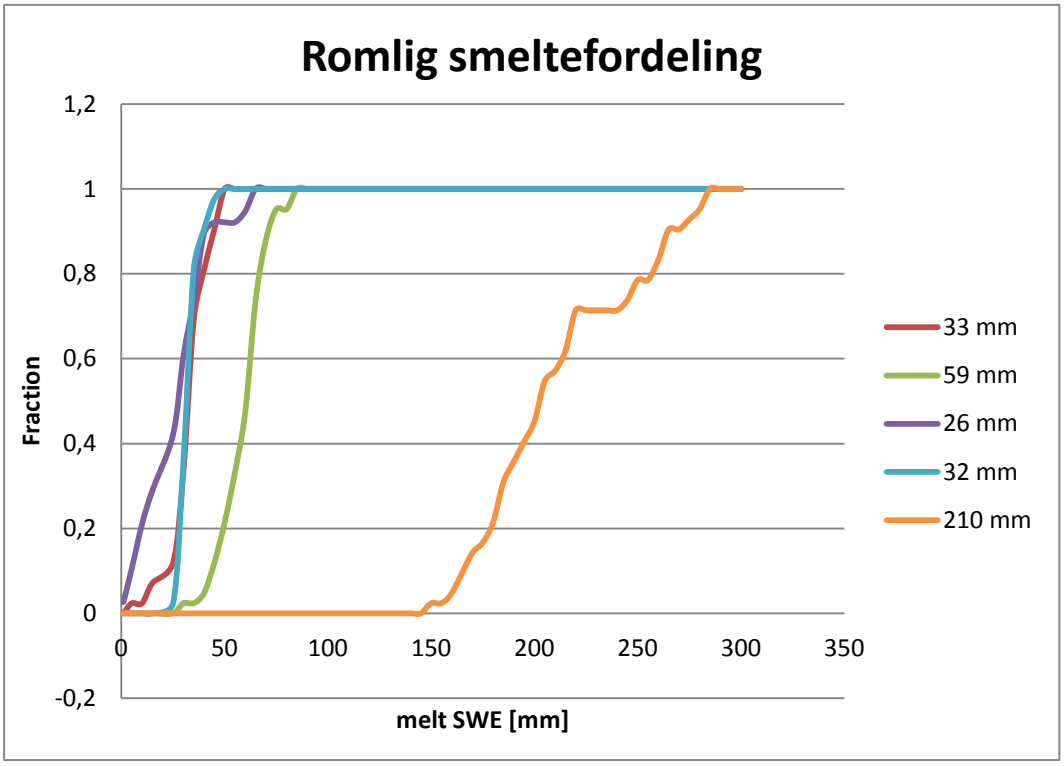


Figur 23 SWE langs bambusstrekket sesongen 2011/2012

4.6.2 Romlig smeltefordeling

Fra de målingene som er presentert i forrige avsnitt, er det beregnet hvor mye snø som smelter mellom to måletidspunkt, på lik linje som de to tidligere sesongene (Stranden og Grønsten, 2011). For 2012 ble det registrert 5 smeltehendelser.

Figur 25 viser den romlige kumulative fordelingsfunksjonen av smeltet snø på Filefjell. Målingen med 210 mm var mellom 9. og 23. mai og var den siste for sesongen.



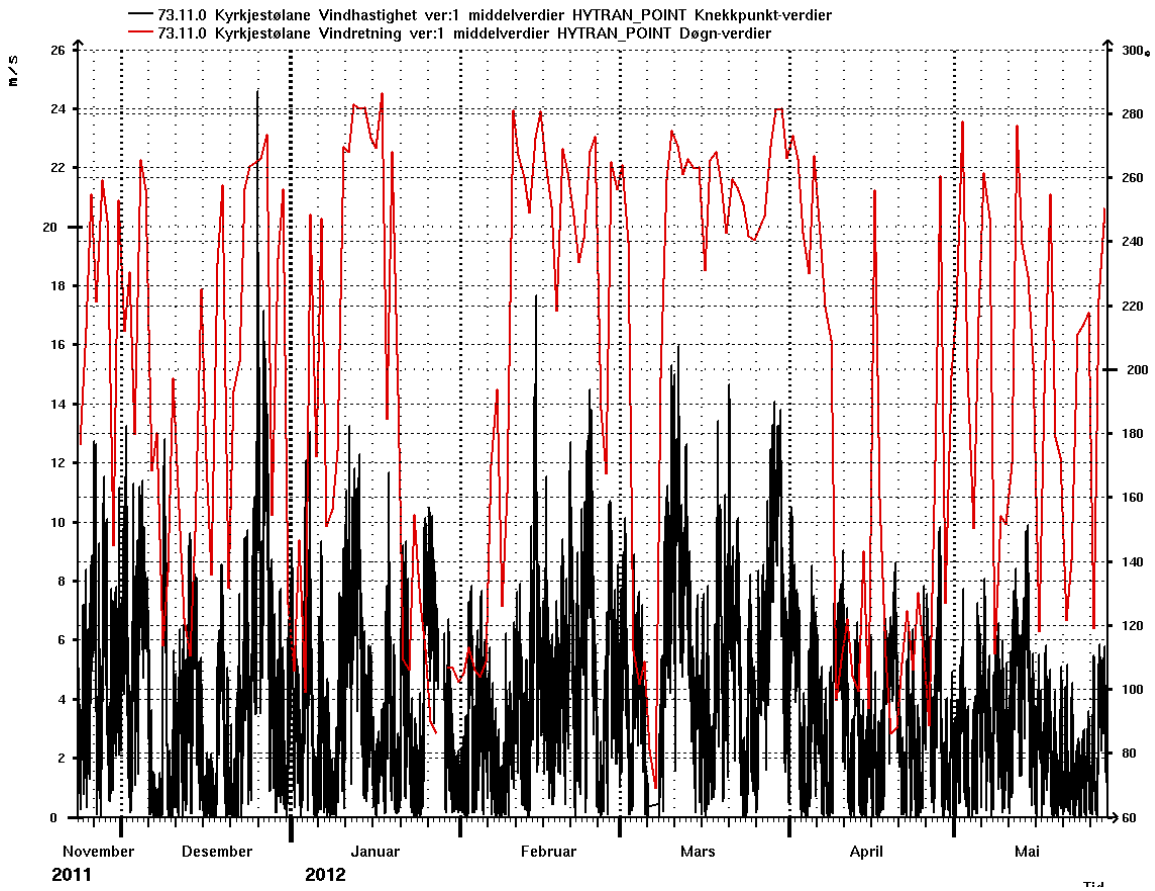
Figur 24 Romlig, kumulativ fordelingsfunksjon av smeltet snø på Filefjell. Legenden i plottet viser romlig middel ved de ulike hendelsene (grafikk: Thomas Skaugen)

4.7 Vind

Det står en vindmåler på hyttetaket på stasjonen ca 4,5m over bakken. Figur 26 viser vindretning (døgnmiddel, rød linje) i grader, hvor 360 er nord, 180 er sør, 90 er øst og 270 er vest. Figuren viser at det som regel er vind i vestlig eller østlig retning. Dette er naturlig siden dalen stasjonen ligger i er vendt i denne retningen. Slutten av januar har østlig vind mens store deler av februar og mars har vindretning fra vest. Figuren viser også vindstyrke i m/s (sort linje). Høyeste målte verdi er 24,6 m/s den 25. desember 2011 med vind fra vest.

4.8 Temperaturutvikling i snøpakken

Det har blitt målt temperatur i snøpakken ulike steder inne på feltet. Tabell 9 viser en oversikt over hvor temperaturen ble målt med Vemca minilog temperaturlogger CS215 fra Campbell Scientific. Disse kombinerer relativ fuktighet og temperatur. De har en måleusikkerhet på ± 0,4 grader.



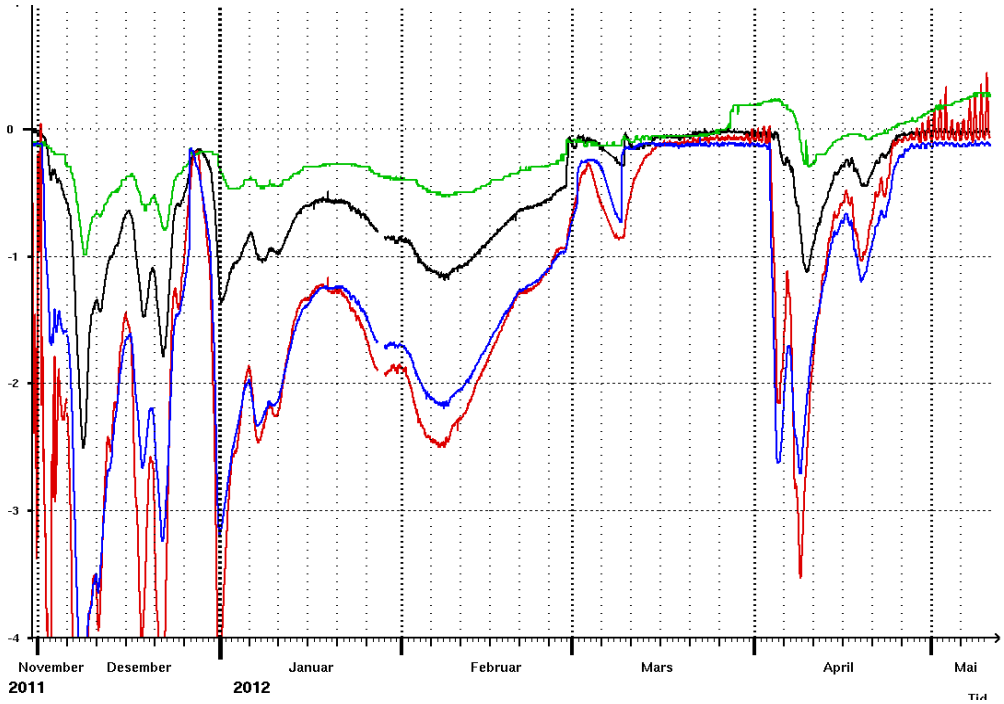
Figur 25 viser vindretning i grader (rød linje) og vindstyrke i m/s (sort linje).

Tabell 9 Plassering av temperatursensorer på Filefjell og versjonsnummer for seriene i hysopp. Data ligger under "generell parameter" på Hydra2.

Over bakken:	**Versjon i hysopp (parameter 9153)**	**Høyde over bakkenivå(cm)/installasjon (cm)**
Snøtemp. – h: 0	Versjon 1.0	0
Snøtemp. – h: 5	Versjon 1.1	5
Snøtemp. – h: 15	Versjon 1.2	15
Snøtemp. – h: 30	Versjon 1.3	30
Snøtemp. – h: 55 Snøtemp. – h: 90	Versjon 1.4 Versjon 1.5	55 90
Over/under måleinstrument:		
Temp under firkantpute3	Versjon 2	0
Temp over firkantpute3	Versjon3	10
Temp over Møen2525, h:0	Versjon 4	0
Temp over Møen2525, h:15	Versjon 5	15
Temp under Møen2525	Versjon 33	0
Temp over pute på Møen2525	Versjon 9	0
Temp under rund pute	Versjon 30	0
Temp over rundpute	Versjon 31	10
Temp over firkantpute4mplate	Versjon 32	10

4.8.1 Snøtemperaturer ved stor snøvekt

Figur 27 viser temperaturen under og over den store vekta (grønn og sort linje), over puta på vekta (blå linje) og i høyde 15cm over vekta (rød linje). Figuren viser at det er varmest under vekta, og kaldere jo lengre opp i snøpakken sensorene ligger. Det er plussgrader under vekta fra 27. mars til 8. april, og fra 25. april og ut sesongen. Alle temperatursensorene viser rundt null grader i perioden 16. mars til 3. april. Så blir det en kald periode, før temperaturen i snøpakka igjen går opp mot null 26. april. Temperatursensoren som ligger oppå puta (blå linje) og sensoren som ligger 15 cm over vekta (rød linje) viser relativt like verdier bortsett fra i mai, da sensoren 15 cm over bakken har større utslag i takt med lufttemperaturen. Det er kaldere under den store vekta enn ved bakken (figur 28) fram til slutten av mars. Resten av sesongen er det varmere under vekta.

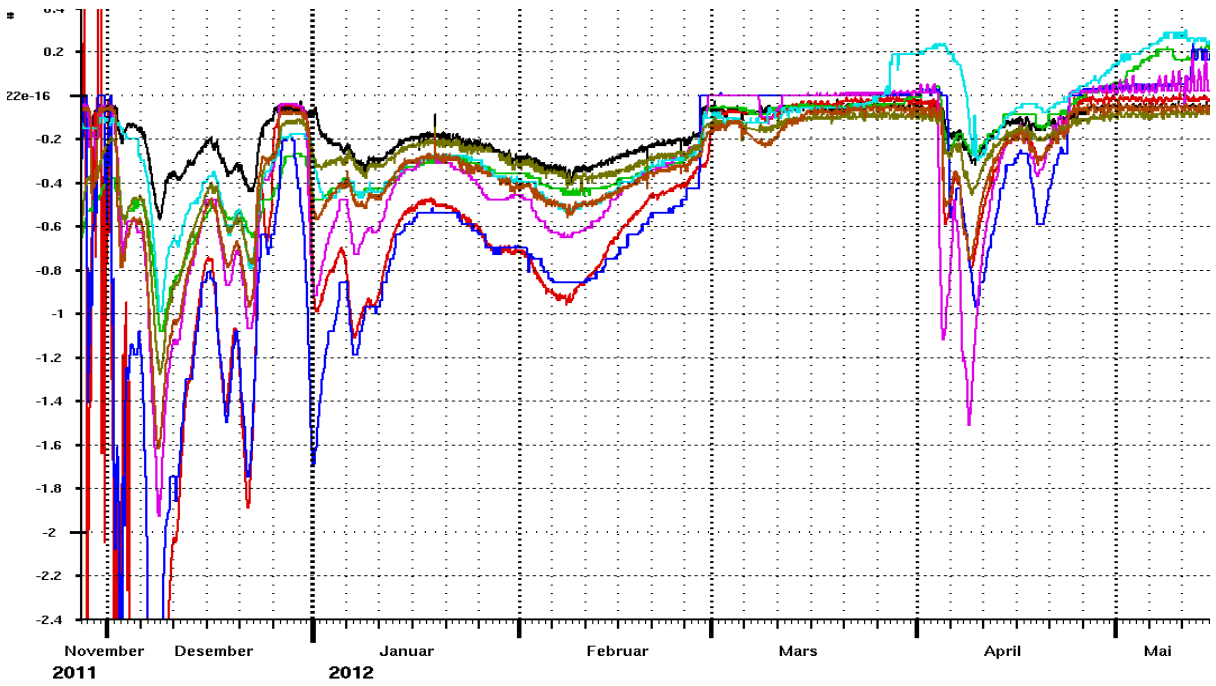


Figur 26 viser temperaturen under den store vekta (grønn linje), oppe på vekta (sort linje), over puta som ligger på vekta (blå linje) og 15cm over vekta (rød linje).

4.8.2 Snøtemperaturer over og under snøputene

Figur 28 viser temperaturen i snøpakka ved bakken (sort linje), 5cm over bakken (rød linje), under og over rund NVE1997 pute (grønn og blå linje), under stor vekt (turkis linje), under og over firkantpute 3 (mørk grønn og brun), over firkantpute med plate (rosa linje).

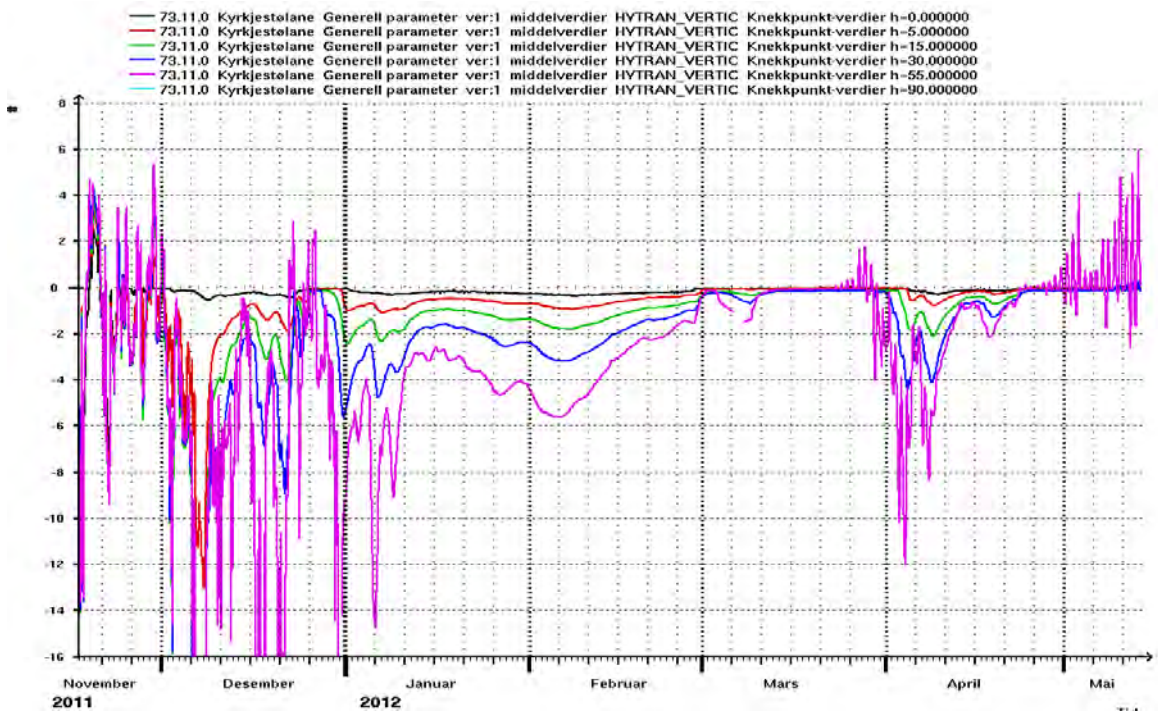
Bakketemperaturen (sort linje) blir aldri kaldere enn -0,6 °C gjennom sesongen. Temperaturen over pute med plate (rosa linje) har større temperatursvingninger enn hva temperatur over pute uten plate har (brun linje). Det kan ha noe med snømengden å gjøre, for Figur 15 viser at det er registrert mindre snø på firkantpute med plate (versjon 4) enn på firkantpute 3 (versjon 6).



Figur 27 viser temperaturen i snøpakka ved bakken (sort linje), 5cm over bakken (rød linje), under rund NVE1997 pute (grønn linje), og over rund pute (blå linje) over Møen2525-vekta (turkis linje), under og over firkantpute 3 (mørk grønn og brun), over firkantpute med plate (rosa linje).

4.8.3 Snøtemperaturer over bakken

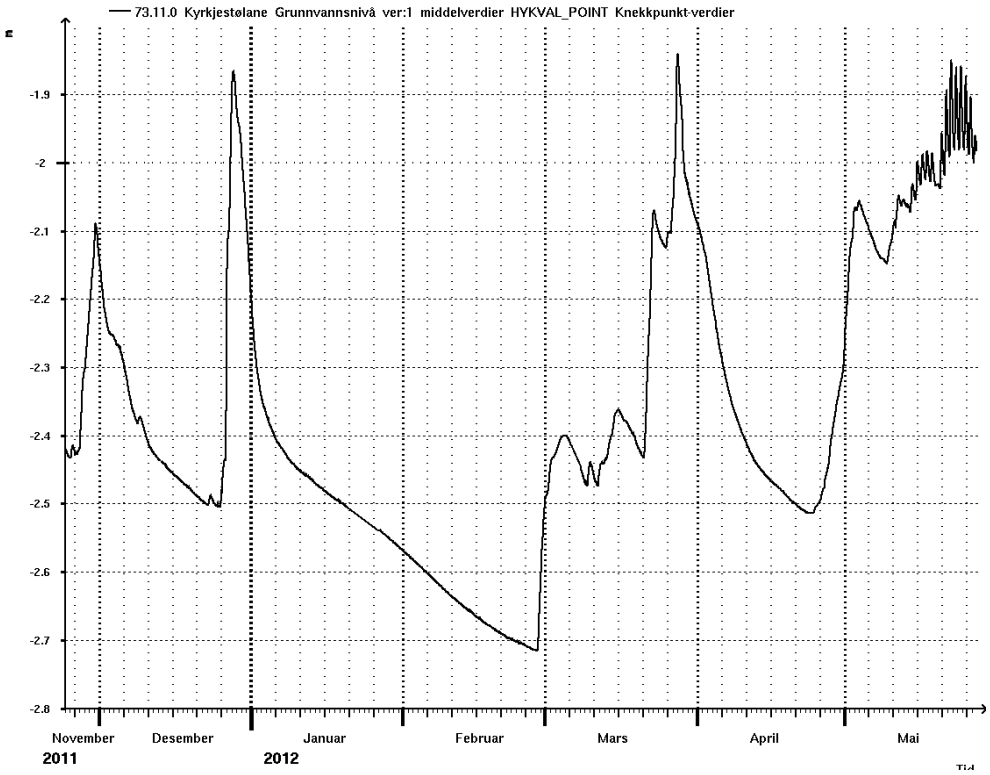
Figur 29 viser temperaturen over bakken i høyde 0, 5, 15, 30 og 55 cm. Sensoren som var montert 90 cm over bakken ble fjernet før denne sesongen. Figuren viser at temperaturen er varmest ved bakken, og kaldere jo lenger opp i snøpakka sensoren ligger hvor de er mer påvirket av lufttemperaturen. Sensoren ved 55cm høyde over bakken viser plussgrader i slutten av november, 22-26 desember, 23-30 mars og fra slutten av april.



Figur 28 viser temperaturen i snøpakken over bakken i høyden 0 (sort), 5 (rød), 15 (grønn), 30 (blå) og 55 (rosa) cm over bakken.

4.9 Grunnvann

Figur 30 viser grunnvannsnivået på Filefjell i perioden det var snø på feltet. Den viser at grunnvannet økte i periodene 27-30 november, 26-28 desember, 28feb-4 mars, 21-22 mars, 27. mars og 25. april til 3. mai. For mer informasjon om grunnvann, se Glad (2013).



Figur 29 viser grunnvannet på Filefjell i perioden det var snø på feltet sesongen 2011/2012.

4.10 Bilder fra webkamera

Webkamera gikk i stykker våren 2012, slik at det ikke eksisterer bilder fra smeltesesongen.

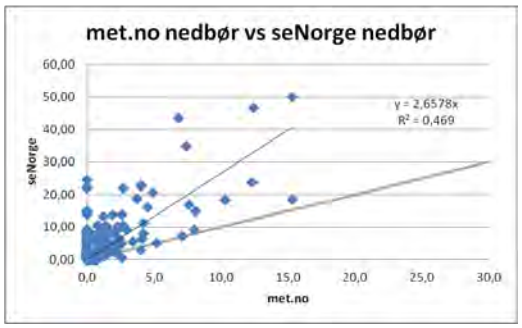
4.11 Sammenlikning med seNorge.no

I seNorge (www.senorge.no) simuleres daglig blant annet nedbør, temperatur, snøens vannekvivalent og snødyp. seNorge består av interpolerte kart over nedbør, temperatur, snø m.m. som dekker hele landet med en oppløsning på 1 x 1 km. I seNorge benyttes observert nedbør og temperatur fra målestasjonene til meteorologisk institutt til å lage kart over nedbør og temperatur, og snøens vannekvivalent og snødyp modelleres ved hjelp av snørutinen i HBV-modellen (se Engeset (2010)).

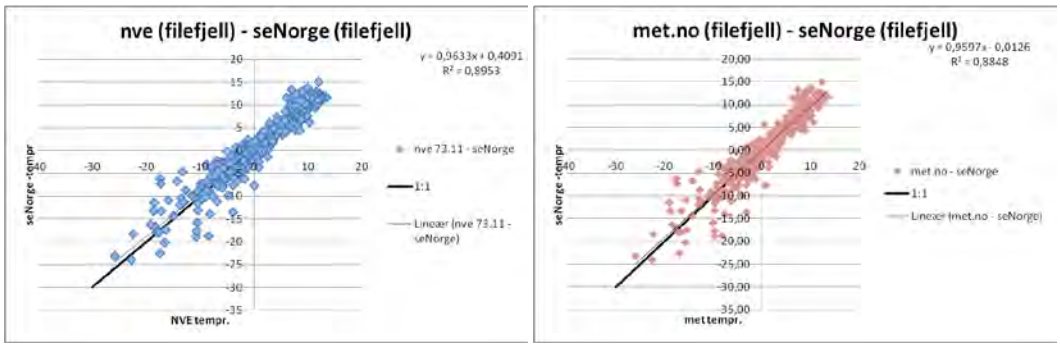
4.11.1 Nedbør og temperatur

Sammenliknet med observert nedbør simuleres det betydelig mer nedbør i seNorge, tidvis dobbelt så mye (Figur 31). Figur 31 viser målinger fra MET. NVE måler nedbør i samme bøtte som MET, og målingene skal derfor være identiske.

Når det gjelder temperatur (Figur 32) er det bedre samsvar mellom seNorge og observasjonene enn når det gjelder nedbør.



Figur 30 sammenhengen mellom observert nedbør ved met.no sin stasjon på Filefjell sesongen 2011/2012 og simulert nedbør i senorge.no. Den sorte linjen viser 1:1 forholdet mellom målt- og simulert nedbør.



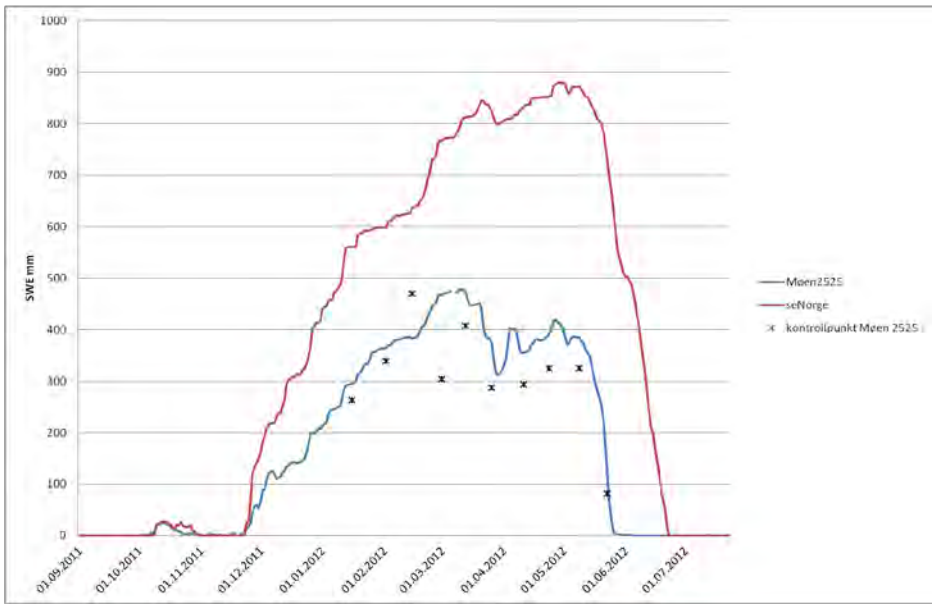
Figur 31 Sammenheng mellom observert temperatur ved henholdsvis MET's og NVEs målestasjon på Filefjell og simulert temperatur i senorge.no

4.11.2 SWE og snødyp

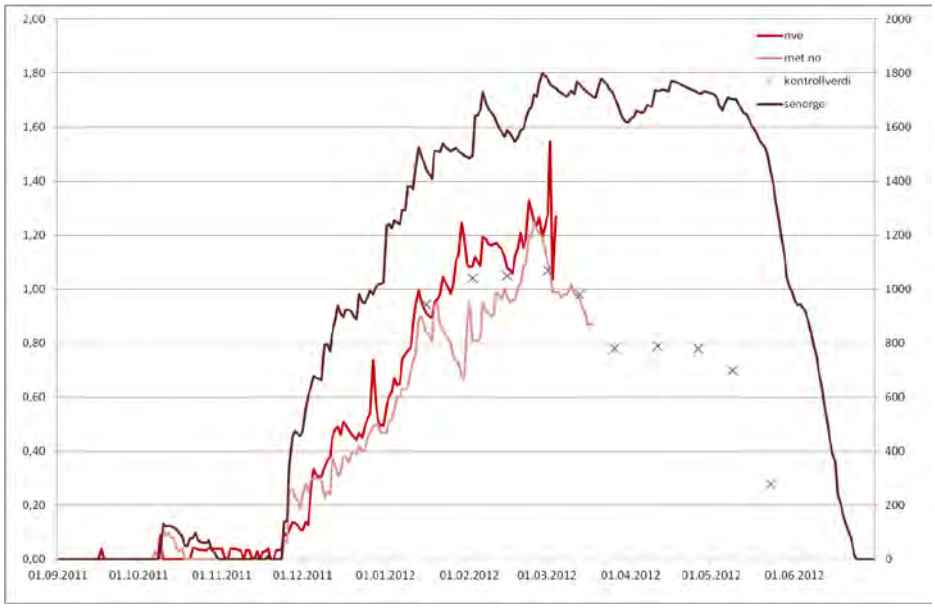
Overestimeringen av nedbør gir direkte utslag i overestimering av snø i seNorge. Gjennom hele sesongen overestimeres SWE i seNorge og ved snømaksimum overestimeres snømengden med 300 mm (Figur 33). Snømaksimum inntreffer også senere i seNorge enn det som observeres på Møen2525. Dette sammenfaller også med tidligere analyser i området (Stranden, 2010).

I følge Stranden (2010) vil seNorge i mange tilfeller være mer riktig dersom snødyp, og ikke SWE, sammenliknes. Dette er også gjeldende for forskingsstasjonen på Filefjell. Snødypet overestimeres i seNorge (se Figur 34), men overestimeringen er mindre sammenliknet med SWE.

Merk at når det gjelder snødyp og SWE er måledøgn (00-24) og senorge-døgnet (06-06) ulike. I nedbør- og temperaturplottene er dette korrigert for, slik at det som vises der er 06-06-data. Det antas at forskyvingen når det gjelder døgn har mindre å si for snøen som akkumuleres gjennom en sesong.



Figur 32 målt SWE (Møen2525) og SWE fra senorge sesongen 2011/2012.



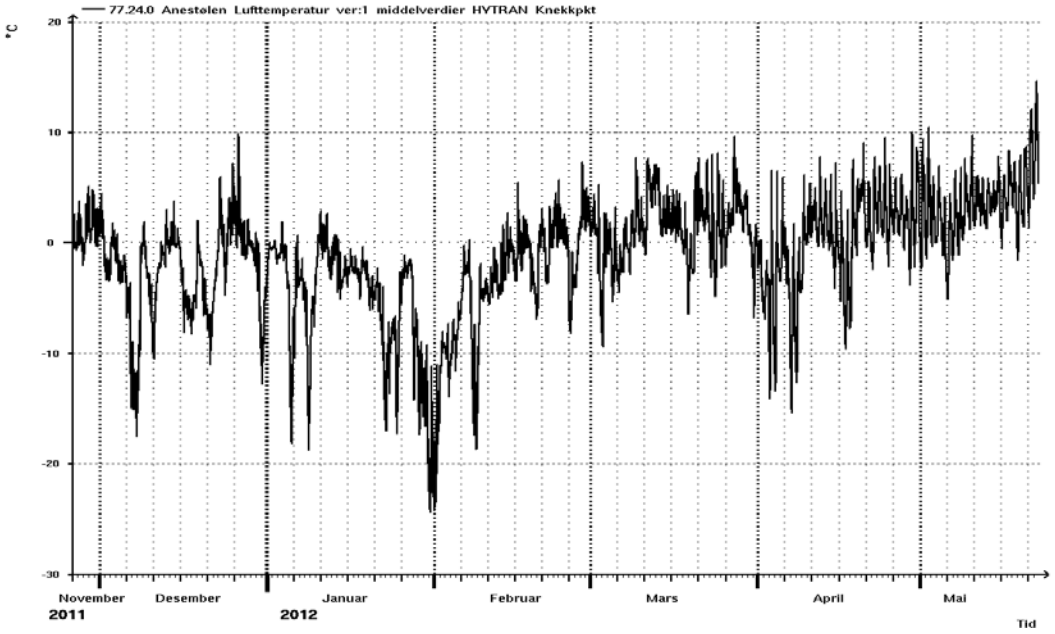
Figur 33 Målt snødyp ved NVEs målestasjon, MET sin målestasjon og estimert snødyp fra senorge sesongen 2011/2012.

5 Måleresultat Anestølen

5.1 Nedbør og lufttemperatur

Nedbør på Anestølen måles av en ott-pluvio. Måleren hadde tekniske feil denne sesongen og data er derfor ikke mulig å bruke. Den ble byttet høsten 2012.

Figur 35 viser lufttemperaturen i perioden det var snø på feltet. Tabell 10 viser gjennomsnittlig døgnmiddeltemperatur for vintersesongen (når det lå snø på feltet, fra 26.november til 22. mai), maksimum og minimum temperatur, lengste periode med sammenhengende minusgrader og antall dager med plussgrader i løpet av sesongen. Sammenlignet med Filefjell har Anestølen mange flere dager med plussgrader på vinteren. Tabell 11 viser mildværsperiodene (mer enn to dager med plussgrader på rad) ila tiden det lå snø på feltet. Totalt er dette 10 perioder. I tillegg var det mange enkeltdager med plussgrader.



Figur 34 viser lufttemperaturen på Anestølen vintersesongen 2011/2012.

Tabell 10 viser lufttemperatur (døgnmiddeltemperaturer) i °C registrert fra 26. november til 22. mai sesongen 2011/2012.

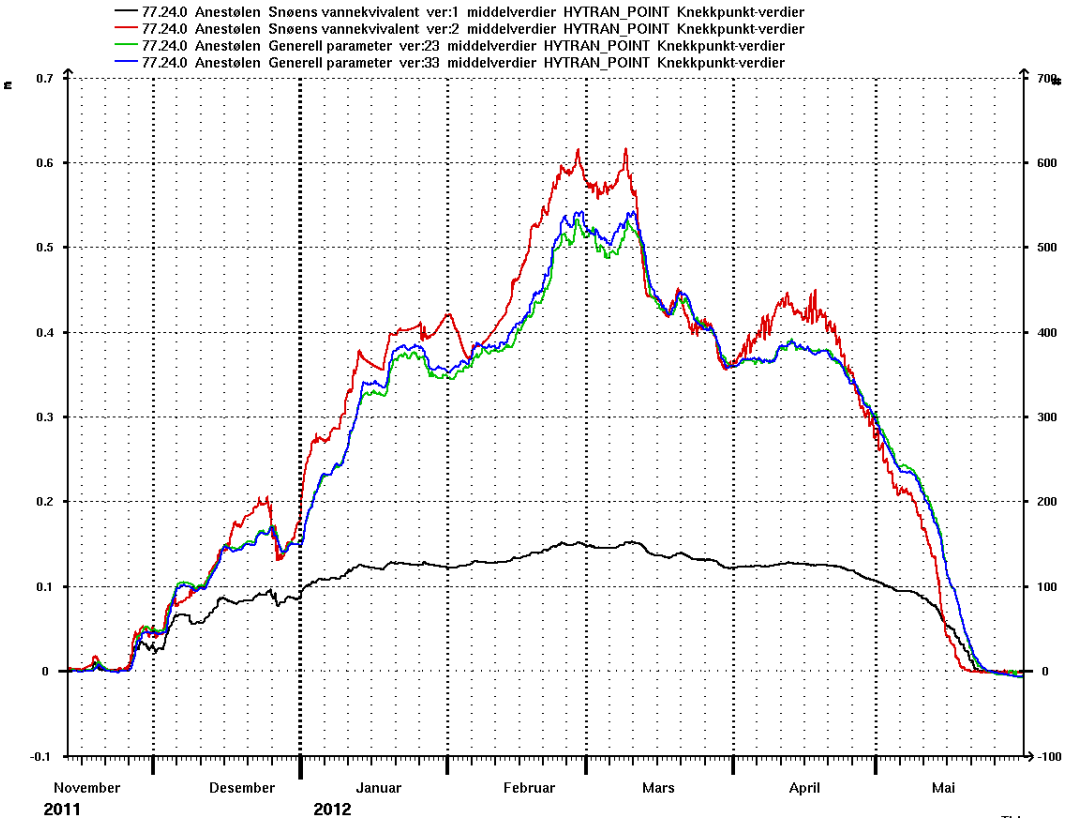
26 november – 22 mai	**2011/2012**
Gjennomsnitt	-2,405
Maksimum	8,84
Minimum	-20,4
Lengste sammenhengende periode med minusgrader (antall dager, dato)	29 (14.1-12.2)
Antall dager med plussgrader i perioden	124

Tabell 11 viser mildværsperioder (mere enn to dager på rad med plussgrader), under vintersesongen 2011/2012 på Anestølen. Det ble registrert minusgrader i alle periodene.

Mildværsperioder	Antall dager
26 november-1 desember	7
13-15 desember	3
23-30 desember	8
10-14 januar	5
13-18 februar	6
20-25 februar	6
27 feb- 5 mars	8
7 – 18 mars	12
20 mars - 1 april	12
30 april – resten av sesongen	23

5.2 Snøens vannekvivalent

Figur 36 viser snøens vannekvivalent fra de fire ulike instrumentene som målte SWE på Anestølen denne sesongen. På grunn av teknisk monteringsfeil viser data fra Møen2525-vekta alt for lave verdier. Vekta har blitt utbedret før sesongen 2012/2013.

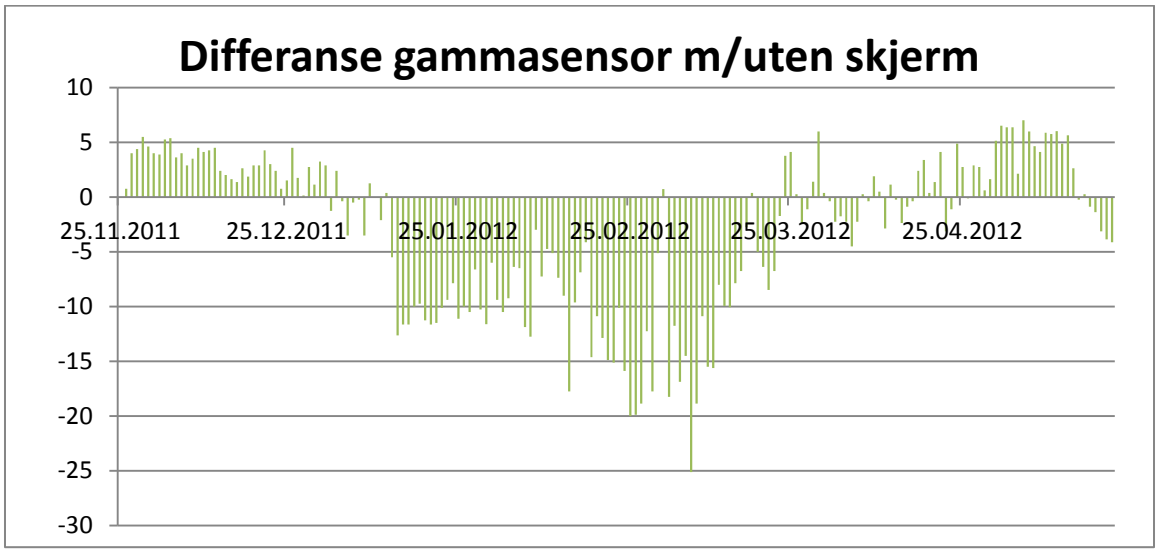


Figur 35 viser snøens vannekvivalent i millimeter målt av snøpute (rød linje), gammasensor med blyskjerm (grønn linje) og gammasensor uten blyskjerm (blå linje). Den viser også verdier fra Møen2525 vekta som hadde tekniske problemer denne sesongen og dermed viser alt for lite.

Figur 36 viser at det lå sammenhengende snø på feltet fra ca 25. november til 22. mai. Snøputa (rød linje) og de to gammasensorene (blå linje uten skjerm og grønn linje med skjerm) viser nesten samme tendens gjennom sesongen. Snøputa måler mer snø enn det gammasensorene gjør i store deler av sesongen, og noe mindre under smeltingen. Høyeste registrerte verdi denne vinteren er 618mm vannekvivalent (målt av snøputa den 29. februar og 11. mars).

5.2.1 Sammenligning av gammasensor med/uten blyskjerm

På Anestølane vinteren 2011/2012 ble det testet gammasensor med og uten blyskjerm. Gammasensorene har en måleusikkerhet på ±15mm fra 0 til 300mm og ±15 % fra 300 til 600mm (Campbell, 2011). Figur 37 viser differansen mellom gammasensor med og uten skjerm. Det er kun i en periode rundt månedsskifte februar/mars at differansen er større enn 15mm. Total snømengde var da over 400mm. Størst differanse ble målt 7. mars (25mm forskjell). Dette utgjør likevel kun 5 % forskjell mellom målingene.



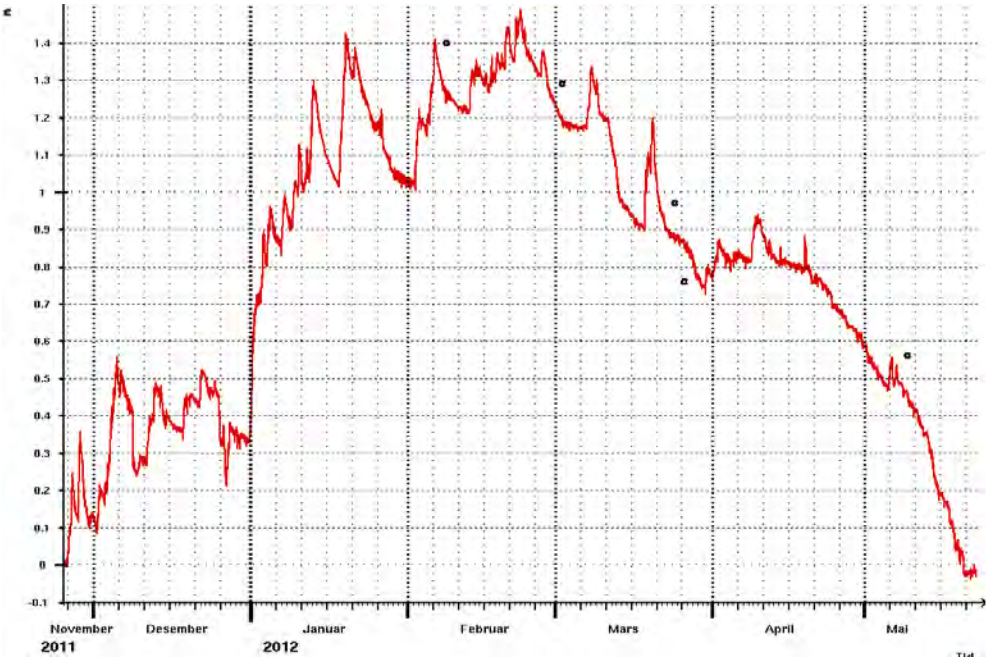
Figur 36 viser differansen mellom målt SWE fra gammasensor med blyskjerm og gammasensor uten blyskjerm i millimeter gjennom vintersesongen 2011/2012 på Anestølane. I starten av sesongen måler sensor med skjerm mest, mens fra januar av er det sensor uten skjerm som måler mest SWE.

5.3 Snødyp

Figur 38 viser snødyp over Møen2525-vekta målt av Campbell snødypsensor. Snømaks var på 1,49 meter den 23. februar. Figuren viser at det var snø under sensoren fra 25. november til 20. mai. Det kom mye snø i løpet av januar. Snødypet sank fra mars av og ut sesongen. Figuren viser også kontrollpunkt målt av observatøren (sorte prikker i figuren). Kontrollpunktene er snittet av fire målinger av snødypet oppe på vekta.

5.4 Kontrollmålinger

Observatør Ottar Husum har gjort 5 kontrollmålinger gjennom sesongen på Anestølen.

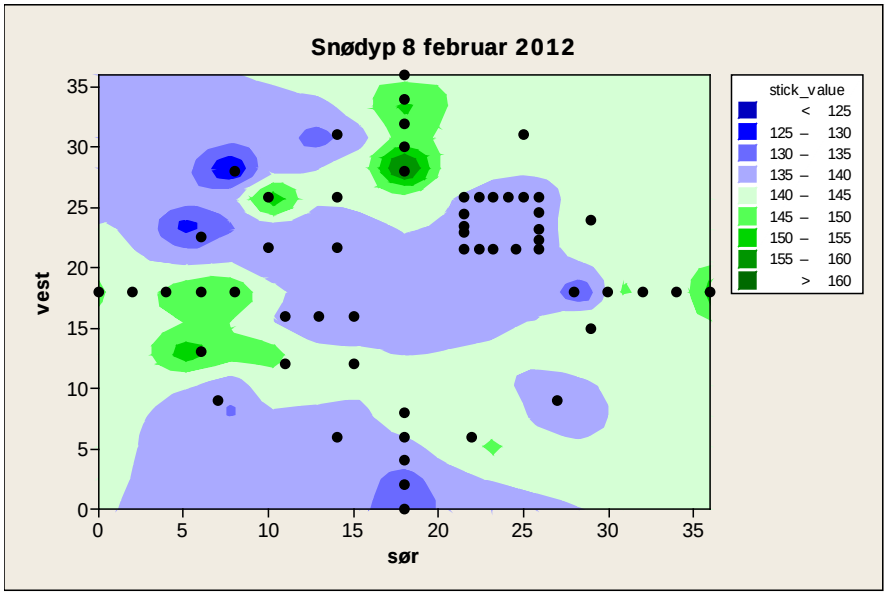


Figur 37 viser snødyp i meter oppe på Møen2525-vekta. Figuren viser også snødyp målt av observatøren, sorte prikker i figuren, oppe på vekta (gjennomsnittet av fire målinger).

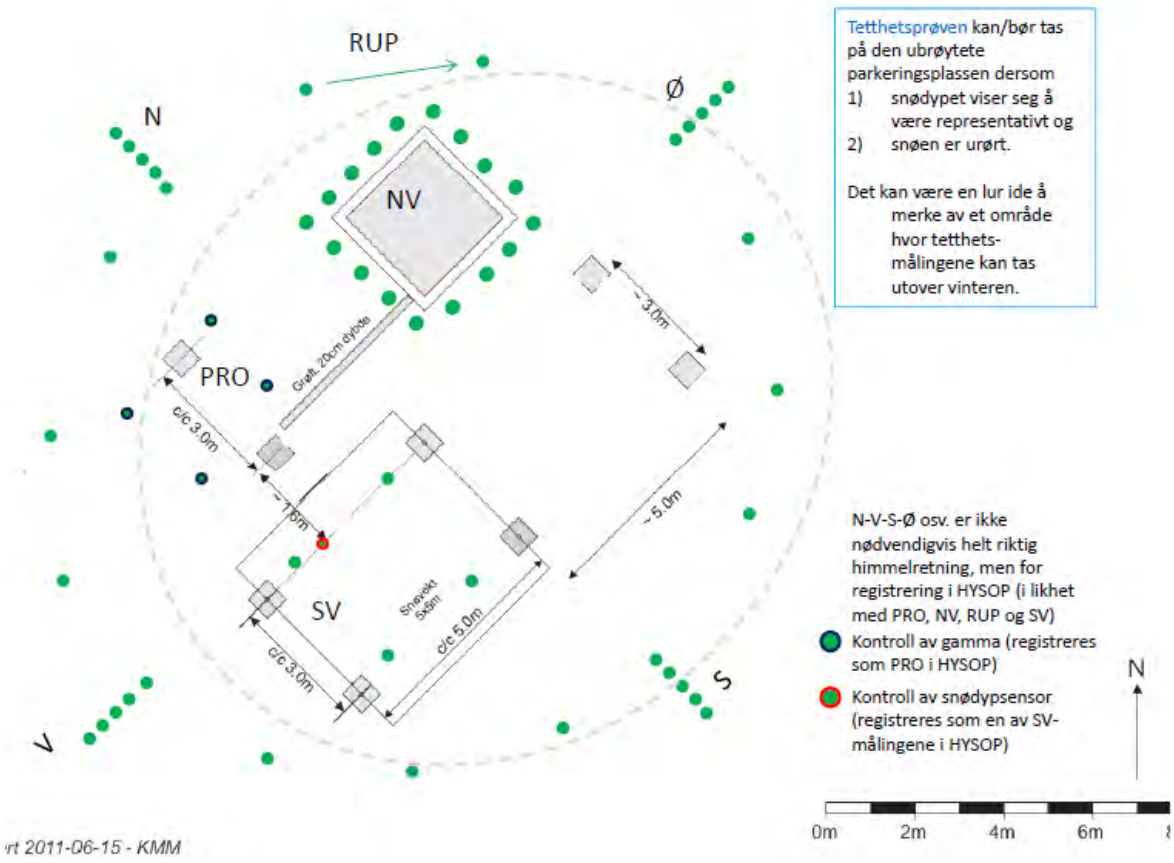
5.4.1 Snødyp

Figur 39 viser plott av snødyp på Anestølen 8. februar 2012. Plottet er laget ved bruk av Minitab Statistical Software (2007). De sorte prikkene er steder hvor snødyp har blitt målt. Figur 40 viser skisse over hvor på feltet observatøren har målt snødyp. Merk at N, S, Ø, V, NV og SV i figur 39 og 40 ikke er reele himmelretninger, siden det ikke er fysisk mulig å måle rett på himmelretningene i felt. For at systemet med kontrollmålinger skal være gjenkjennbart fra forskningsstasjon til forskningsstasjon, er det likevel valgt å gi snøstrekkene betegnelse etter ”himmelretninger”, slik som på Filefjell. Se for øvrig nordpil i figur 40.

Figur 39 viser at det 8. februar ble målt snødyp rundt snøputa fra 135 til 140cm. Rundt gammasensorene varierte snødypet fra 135 til 150cm. Det er laget tilsvarende plott for de andre datoene det ble gjort kontrollmålinger på Anestølen. Disse ligger i vedlegg 6. De viser at det ikke er noe klart mønster i at det ligger mer snø på noen av instrumentene gjennom sesongen, men at snødypet varierer rundt/over instrumentene. Tabell 12 viser gjennomsnittlig målt snødyp på feltet og standardavviket ved datoene observatøren har gjort målinger. Tabellen viser også gjennomsnitt og standardavvik i snødyp målt oppå vekta, rundt snøputa og under gammasensorene. Tabellen viser at det ikke er store forskjeller i snødyp over de ulike instrumentene. Tabellen viser at standardavvik på snødyp under/over instrumentene ligger mellom 5 og 10 cm, og at standardavviket er størst under gammasensorene.



Figur 38 viser plott over snødyp på Anestølen 8. februar 2012. De sorte prikkene er steder hvor snødyp har blitt målt. Merk at "sør" og "vest" på aksene i virkeligheten er sørøst og sørvest (slik som figur 40).



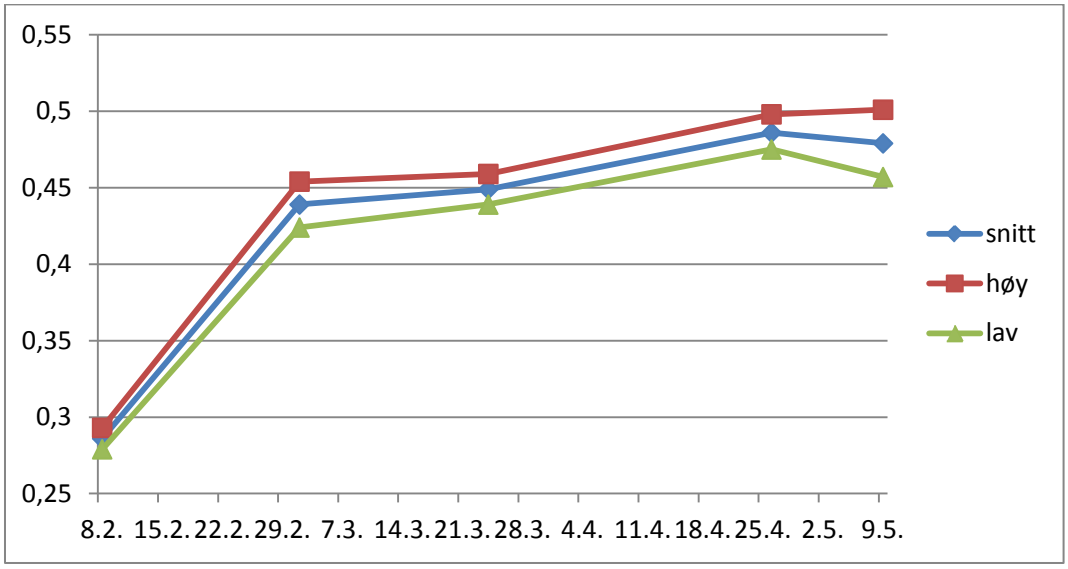
Figur 39 viser måleplan for kontrollmålinger på Anestølen. Grønne prikker er hvor det skal tas snødypmålinger.

Tabell 12 viser gjenomsnitt målt snødyp for hele feltet og standardavviket ved de ulike datoene det ble målt snødyp på Anestølen. Den viser også gjenomsnittet og standardavviket på vekta, rundt putene og under gammasensoren.

Dato	Gjennom - snitt felt [cm]	Stdavvik felt [cm]	Gjennom -snitt vekt [cm]	Stdavvik vekt [cm]	Gjennom-snitt pute [cm]	Stdavvik pute [cm]	Gjennom-snitt gamma [cm]	Std-avvik gamma [cm]
08.02.2012	141	9	140	6	139	5	139	10
02.03.2012	134	8	129	4	132	7	130	8
24.03.2012	103	11	97	5	98	7	99	9
26.04.2012	82	12	76	5	77	5	78	10
09.05.2012	58	9	56	6	55	5	52	6

5.4.2 Tetthetsmålinger

Observatøren har tatt to tetthetsprøver i sjakt på avmerket område med 25cm songarør. Figur 41 og Tabell 13 viser de to tetthetsmålingene benevnt som ”høy” og ”lav” i Figur 41 og snittet av disse (blå linje i figuren). Tabell 13 viser verdiene, og avviket mellom de to målingene i prosent. Avviket er størst 9. mai på 9 %.



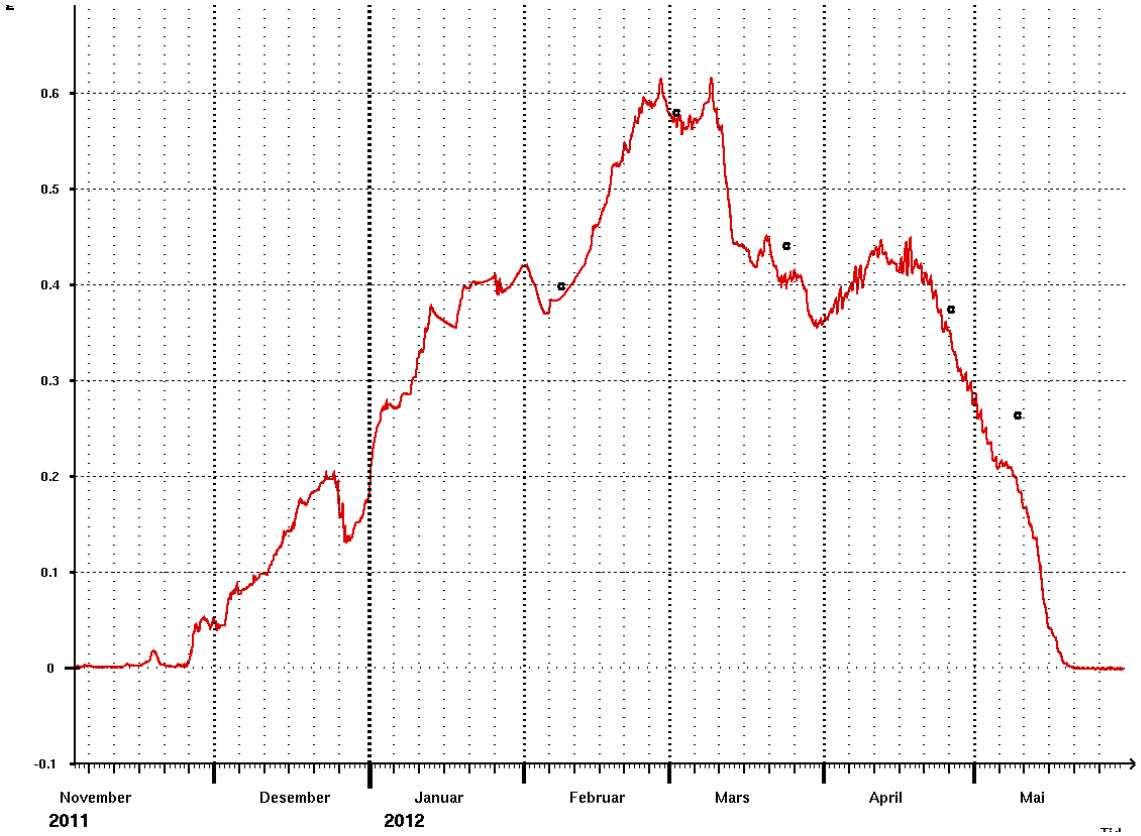
Figur 40 viser tetthetsmålingene i g/cm^3 til observatøren på Anestølen. Blå linje er snittet av to tetthetsmålinger (høy og lav i figuren).

Tabell 13 viser snittet av to tetthetsmålinger i g/cm^3. Den viser også de to målingene (høy og lav i tabellen) og avviket mellom disse i prosent.

dato	snitt	høy	lav	% avvik
08.02.2012	0,286	0,293	0,279	5
02.03.2012	0,439	0,454	0,424	7
24.03.2012	0,449	0,459	0,439	4
26.04.2012	0,486	0,498	0,475	5
09.05.2012	0,479	0,501	0,457	9

5.4.3 Beregning av SWE for kontroll av instrumenter

Figur 42 viser SWE fra snøputa og kontrollmålingene (sorte prikker) beregnet fra snittet av de to tetthetsmålingene observatøren har tatt og snødyp målt rundt puta (NV i Figur 42). Figuren viser at kontrollpunktene stemmer bra med hva puta viser, men at de alltid ligger litt over putas verdi. Tabell 14 viser differansen mellom verdiene puta gir og beregnet kontrollpunkt i millimeter swe og i prosent. Differansen er størst ved det siste kontrollpunktet tatt 9. mai.

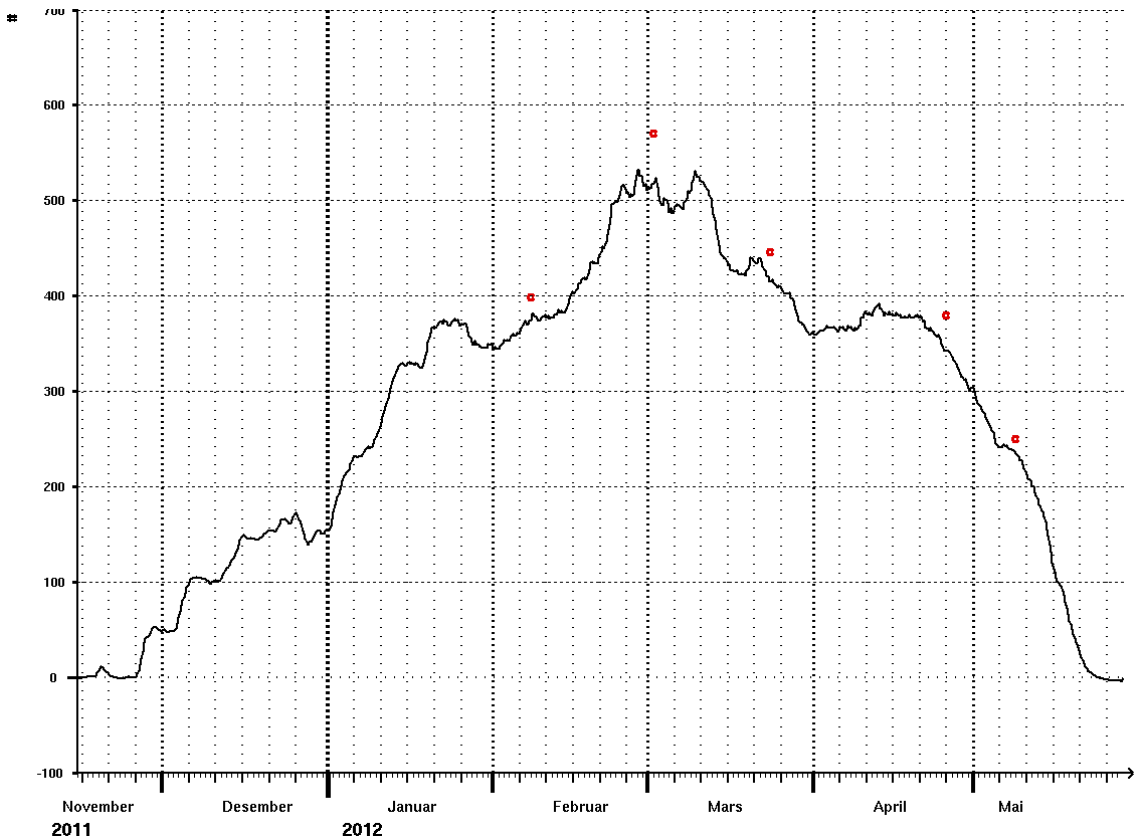


Figur 41 viser swe i meter fra snøputa på Anestølen (rød linje) og kontrollpunkt (sorte prikker) beregnet fra snitt av to tetthetsmålinger og gjennomsnittet av snødyp rundt puta.

Tabell 14 viser swe i millimeter fra kontrollpunkt og snøputa på de datoene hvor observatøren har gjort målinger. Tabellen viser at differansen er størst 9 mai.

Dato	Kontrollpunkt	Snøpute	Differanse	% Avvik
08.feb	397,5	388	9,5	2,39
02.mar	579,5	565	14,5	2,50
24.mar	440	401	39	8,86
26.apr	374,2	341	33,2	8,87
09.mai	263,5	190	73,5	27,89

Figur 43 viser målt SWE fra gammasensor med skjerm og beregnet SWE fra gjennomsnittet av de to tetthetsmålingene observatøren har gjort, og gjennomsnittet av snødyp målt under gammasensorene (4 målinger, PRO i Figur 40). Tabell 14 viser differansen mellom verdiene puta gir og beregnet kontrollpunkt i millimeter swe og i prosent. Det er ikke over 10 % avvik mellom kontrollpunktene og verdier fra gammasensor. Alle kontrollpunktene ligger høyere enn gammasensoren.



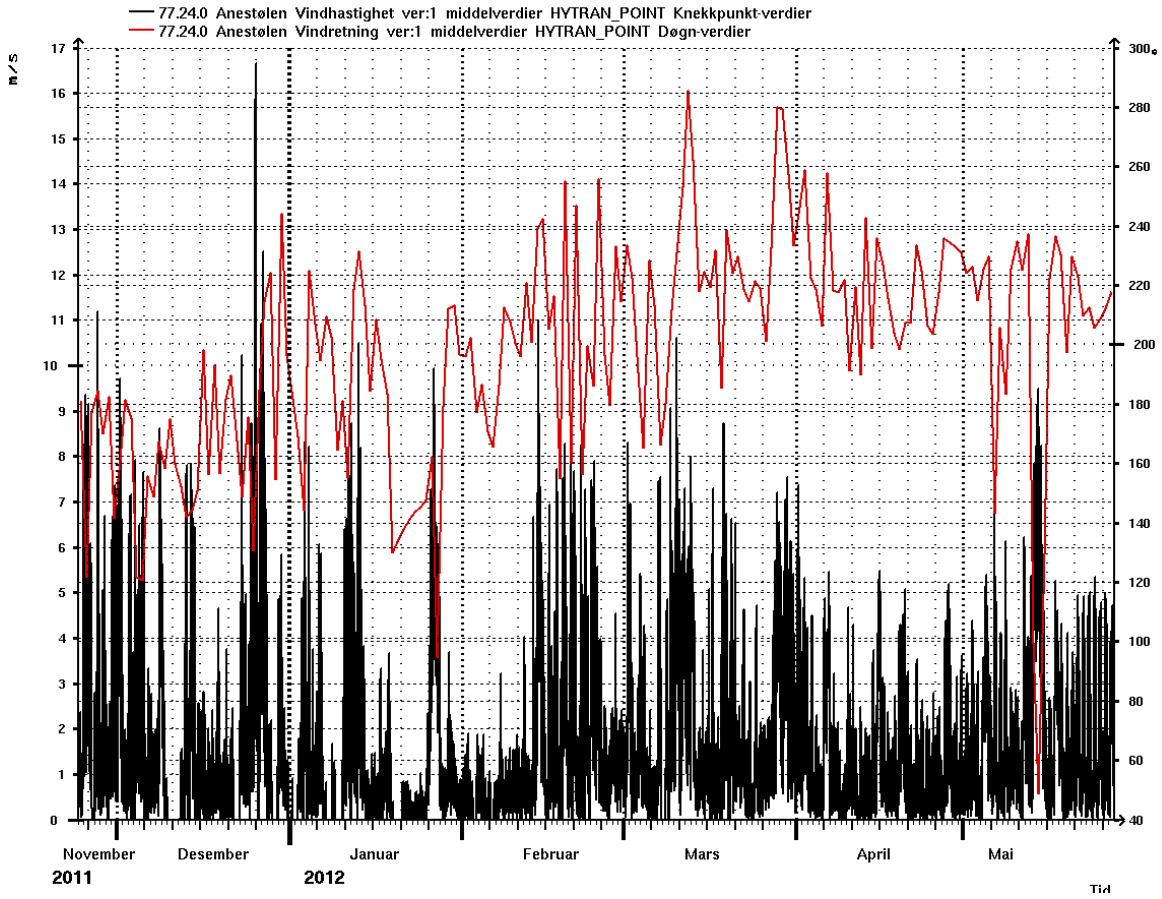
Figur 42 viser data fra gammasensoren med skjerm i millimeter, og kontrollpunkt beregnet fra gjennomsnitt av målt snødyp under sensoren og snittet av to tetthetsmålinger.

Tabell 15 viser SWE i millimeter fra kontrollpunkt og gammasensor med skjerm på de datoene hvor observatøren har gjort målinger. Tabellen viser også differansen i millimeter og prosent. Differansen er størst 2. mars og 26. april.

Dato	Tid	Kontrollpunkt [mm]	Gammasensor [mm]	Differanse [mm]	% Avvik
08.02.2012	11:30	398	374	24	6,03
02.03.2012	11:30	570	518	52	9,12
24.03.2012	11:30	445	415	30	6,74
26.04.2012	11:30	379	342	37	9,76
09.05.2012	14:30	240	235	5	2,08

5.5 **Vind**

Figur 44 viser vindhastighet (middel av 10 minutter, sort linje i figur) gjennom vintersesongen 2011/2012 på Anestølen. Høyeste målte vindhastighet var 25. desember med 16.6m/s. Figuren viser også vindretning (rød linje i figuren), hvor 360 er nord, 180 er sør, 90 er øst og 270 er vest. Figuren viser at det stort sett er vind fra sør-vest. Vindretningen ser ut til å dreie mer mot vest ila sesongen.



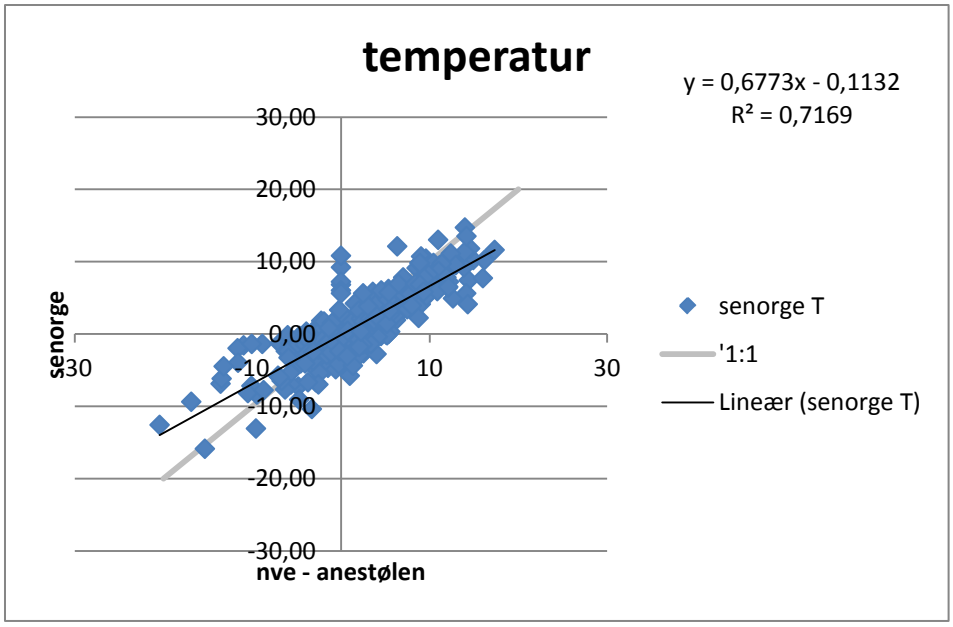
Figur 43 viser vindhastighet (sort linje) og vindretning (rød linje) gjennom vintersesongen 2011/2012 på Anestølen.

5.6 **Sammenlikning med seNorge**

5.6.1 Nedbør og temperatur

Nedbørmåleren på Anestølen hadde tekniske feil denne sesongen, og data kan derfor ikke benyttes i analyser.

Figur 45 viser samsvaret mellom målt temperatur og simulert temperatur (senorge) for Anestølen. Figuren viser et dårligere samsvar enn det som var tilfellet for Filefjell (Figur 32), og det virker som om senorge.no simulerer for høyere temperaturer når det er kaldt, og for lave temperaturer når det er varmt.

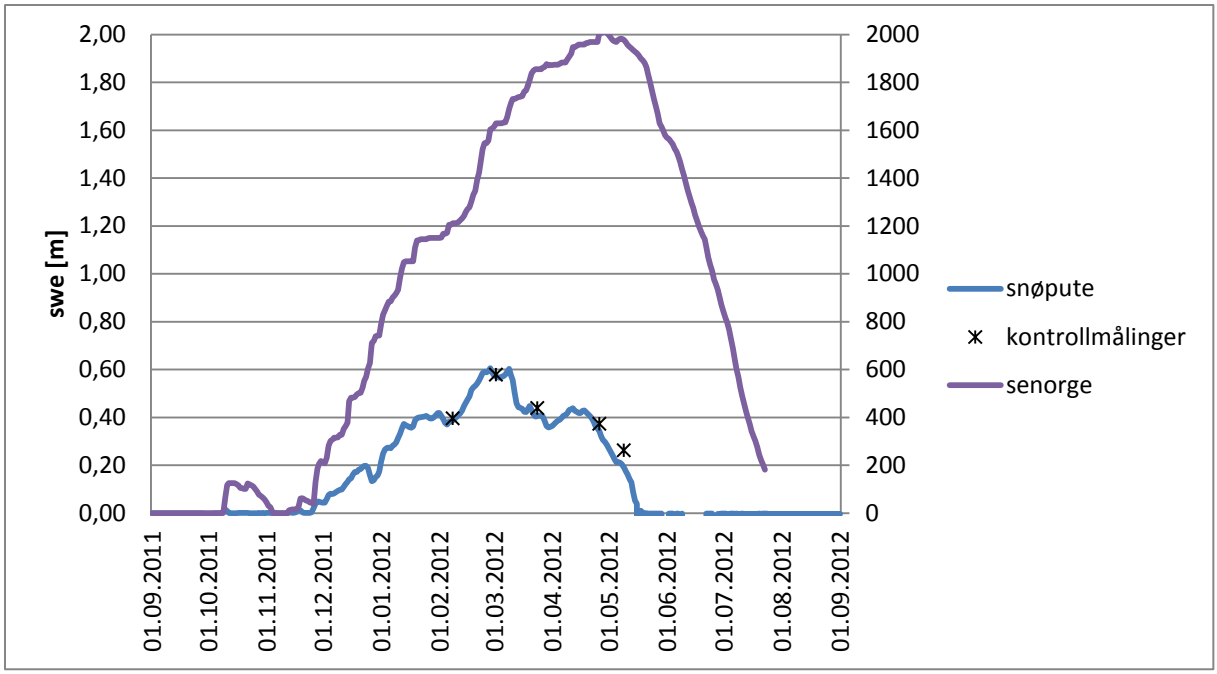


Figur 44 Sammenheng mellom observert temperatur ved NVE sin målestasjon på Anestølen og simulert temperatur i senorge.

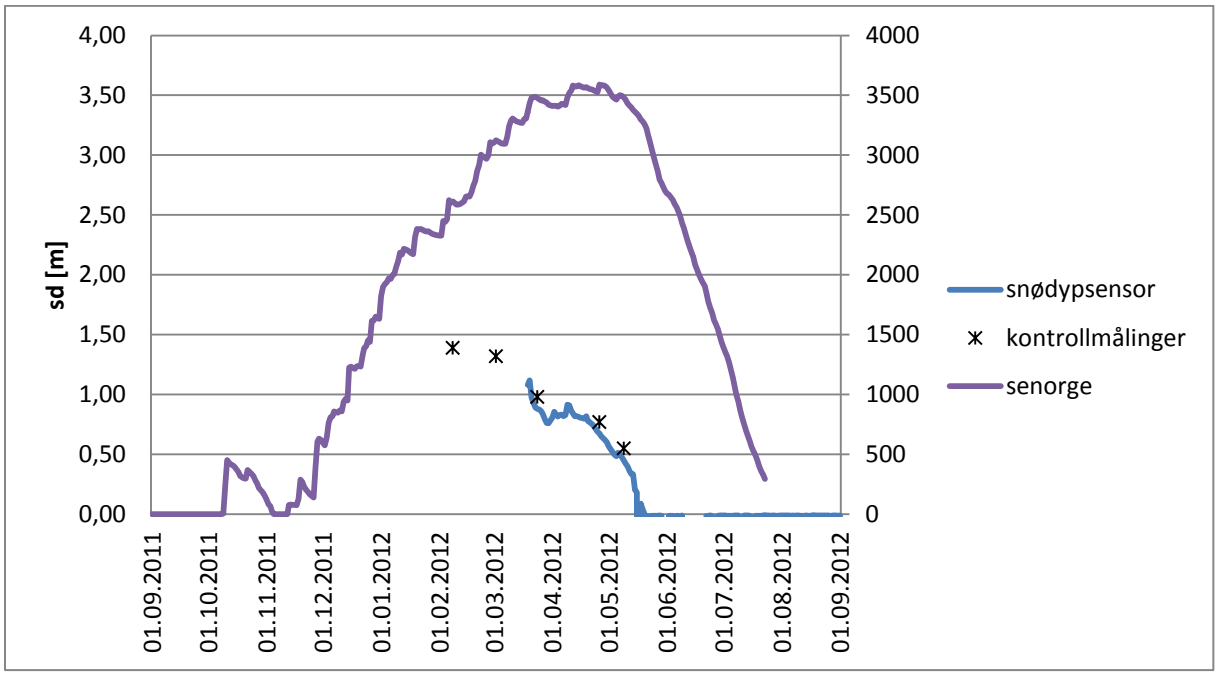
5.6.2 SWE og snødyp

I likhet med både SWE og snødyp på Filefjell, overestimeres snømengdene i senorge på Anestølen (Figur 46 og Figur 47). Snømaksimum inntreffer også senere i senorge enn i virkeligheten, og det er om lag to måneders forskjell mellom målt snømaksimum (i slutten av februar) og simulert snømaksimum (i slutten av april). Ved simulert snømaksimum (29. april) viser senorge at det er om lag 2000 mm SWE/ 3,5 m snødyp, mens det på same tidspunkt (29. april) måles 298 mm SWE/ 68 cm snødyp. Det kan selvsagt ha sammenheng med at temperaturen (Figur 45) simuleres for kald ved temperaturer over 0°C, slik at snøen i senorge, i tilegg til at nedbøren trolig er overestimert, smelter saktere enn det som er reelt.

I følge Stranden (2010) vil senorge i mange tilfeller være mer riktig dersom snødyp, og ikke SWE, sammenliknes. Dette er også gjeldende for forskingsstasjonen på Anestølen. Merk at når det gjelder snødyp og SWE er måledøgn (00-24) og senorge-døgnet (06-06) ulike. I temperaturplottene er dette korrigert for, slik at det som vises der er 06-06-data. Det antas at forskyvingen når det gjelder døgn har mindre å si for snøen som akkumuleres gjennom en sesong.



Figur 45 målt SWE ved snøpute og simulert SWE fra senorge sesongen 2011/2012.



Figur 46 målt snødyp og simulert snødyp fra senorge, sesongen 2011/2012.

6 Diskusjon

Det har blitt samlet inn data fra 12 ulike instrumenter som måler SWE denne sesongen på Filefjell og Anestølen. I tillegg har det blitt utført manuelle målinger av snødyp og tetthet. Målet har vært å finne ut om snøputer, som NVE benytter i sitt stasjonsnettverk, gir gode nok data, eller om snøvekt eller gammasensor fungerer bedre.

De manuelle målingene av SWE har ment å være en kontroll av de automatiske data. Snødypmålingene gir mulighet til å se på den romlige fordelingen av snøen på feltet og over de ulike måleinstrumentene. Disse kan dermed bekrefte/avkrefte om en forskjell i målt SWE over ulike instrumenter kommer av ulikt snødyp. I NVEs snøstasjonsnettverk (19 stasjoner) er det normal prosedyre at manuelle snømålinger blir gjennomført av lokale observatører en gang i måneden gjennom vinteren og annen hver uke under smeltesesongen. Manuelle målinger av SWE er avhengig av nøyaktighet, og det er mange potensielle feilkilder (Ree 2011). En sammenligning av kontrollpunkt og data fra instrumentene på snøforskningsstasjonene vil også kunne gi informasjon om nytteverdien av kontrollmålinger fra observatører i det øvrige stasjonsnettverket.

6.1 Filefjell

Nedbør: geonor nedbørsmåler på Filefjell registrerte 259 mm nedbør i løpet av tiden det var snø på feltet. Dette er mye mindre enn det snøputene og snøvektene på feltet registrerte. Det er dermed tydelig at nedbørsmåleren ikke klarer å fange opp all snøen som kommer.

Snødyp: var ikke likt fordelt over feltet. Gjennomsnittlig standardavvik på manuelt målt snødyp inne på feltet var 13cm (se Tabell 4). Det er derfor naturlig at instrumentene gir ulike verdier for SWE. Fra mars av viser plott i vedlegg 4 at det måles størst snødyp over den lille sommervekta, og over den lille runde snøputa. Dette stemmer ikke med data fra instrumentene, hvor stor snøvekt måler mest snø fra mars av. Trykkavlastninger på liten snøvekt og liten snøpute kan være årsaken til dette. Snødypet varierte også over instrumentene og standardavviket på målt snødyp var større på den store vekta enn rundt snøputene på bakken. Gjennomsnittsverdien for snødypet på vekta er dermed noe usikker, som igjen gir mer usikre kontrollpunkt for vekta. At det ligger en snøpute oppå vekta er trolig noe av årsaken til større variasjon i snødyp her.

Snøtetthet: Bruk av FS på vekt og på pute med plate ga usikkerheter i om all snøen ble med opp i FS. Dette fordi man ikke har mulighet til å få med en jordpropp nederst (dette er en fordel for å sikre seg at all snøen er med opp). Disse tetthetsmålingene ble derfor ikke benyttet ved beregning av kontrollpunkt for instrumentene.

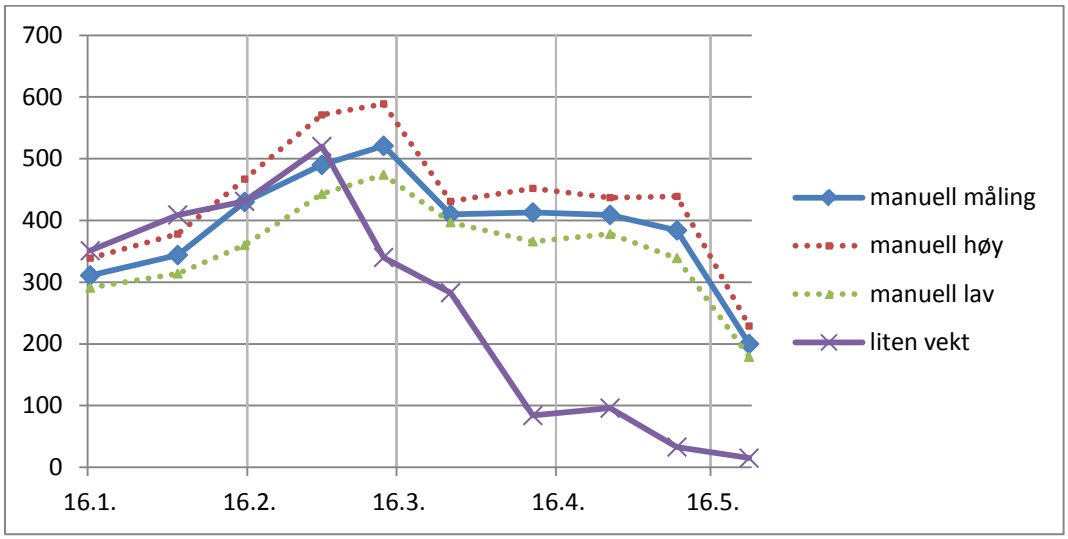
Det ble utført to tetthetsmålinger med FS og to med rør i samme sjakt inne på feltet. Snittet av disse ble benyttet til beregning av kontrollpunkt for de ulike instrumentene, i tillegg til gjennomsnittlig målt snødyp over instrumentene. Man antar da at snøtettheten er lik over feltet. Man antar også at gjennomsnittet av målt snødyp over instrumentene gir et godt estimat for snødypet over/under instrumentet.

Det antas at tettheten i snøen er lik for de fire tetthetsmålingene tatt nede i sjakta på samme dag. Differansen mellom disse målingene representerer derfor måleusikkerheten i manuelle målinger av snøtetthet. Figur 45 viser at det som regel ble målt en høyere tetthet i sjakt ved bruk av FS enn ved bruk av rør. Ved tetthetsmåling med FS bør man være nøye med å bruke riktig ytre dyp. På Filefjell starter skala på FS etter den sagtakkete enden. Man må derfor legge til 2,5cm på avlest dyp hvis man ikke har fått med en jordpropp nederst. Tabell 5 viser at et avvik på 10 % ikke er uvanlig ved manuelle

målinger av snøtetthet med FS og rør. Avvik rundt 10 % mellom kontrollpunkt og SWE fra instrumentene kan derfor forklares i usikkerheten rundt manuell tetthetsmåling. I tillegg kommer usikkerheten om man har fått riktig gjennomsnittlig snødyp for instrumentet. Denne usikkerheten øker ved stort standardavvik i snødypmålingene. For å få et godt kontrollpunkt av SWE for kontroll av instrumentene er man avhengig av å få et godt mål på snødypet over/under instrumentet, og at tettheten er lik over/under instrumentet og der man gjør tetthetsmålingen.

Liten snøvekt "SSG snow scale"

Kapittel 4.3 viser data fra alle SWE- instrumentene på Filefjell. Den viser at den lille snøvekta måler mye mindre snø enn de andre instrumentene fra starten av mars og ut sesongen. Figur 45 viser SWE fra den lille vekta (lilla linje) og manuelle kontrollpunkt beregnet fra gjennomsnittlig målt snødyp på vekta og gjennomsnittlig målt tetthet i sjakt (blå linje i figuren). Figuren viser også hva kontrollpunktene ville vist ved å benytte høyeste (rød linje) eller laveste (grønn linje) verdi for snødyp og tetthet. Figuren viser dermed noe av usikkerheten i kontrollpunktene. Det er klart at vekta viser for lite snø fra mars av og ut resten av sesongen. Dette kommer i etterkant av en mildværsepisode hvor temperaturen i snøpakka har vært opp mot null grader, og det har blitt kaldt igjen. Årsaken kan være frysing av smeltevann mellom aluminiumsplatene i selve konstruksjonen (mellom veieplaten og omliggende plater). En annen forklaring kan være trykkavlastninger i snøen. Måleplaten på vekten har et areal på 1,1m^2, og med en snøpakke på 500mm vil trolig horisontale bindinger i snøen kunne redusere trykket ned på puta. Ut fra data denne sesongen er det tydelig at vekta ikke fungerer tilstrekkelig for å måle SWE under slike forhold.



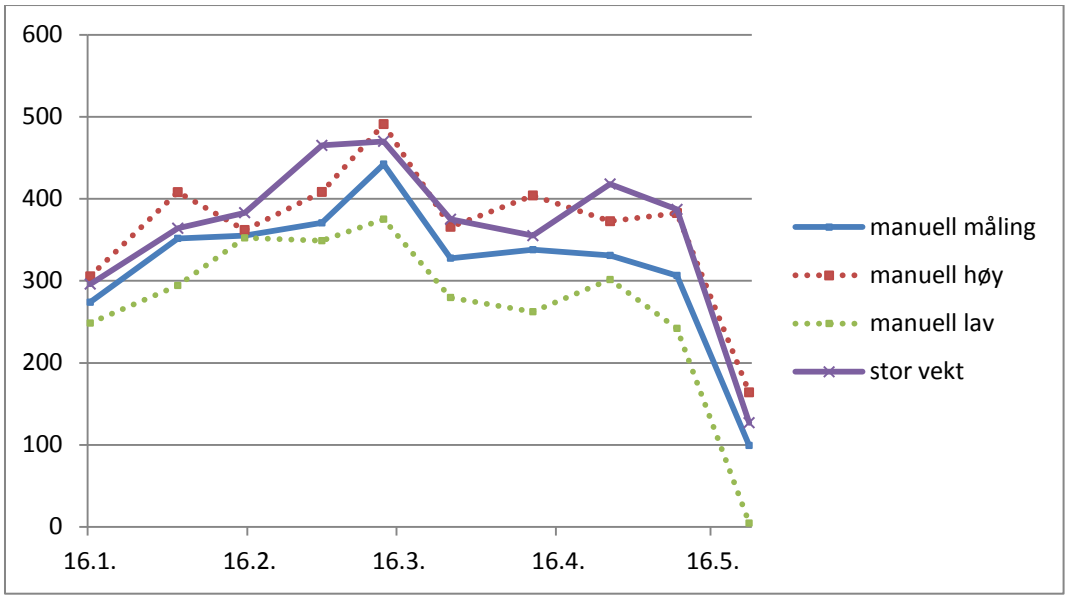
Figur 47 viser SWE i millimeter ved de datoene hvor det ble gjort kontrollmålinger på Filefjell sesongen 2011/2012. SWE fra den lille vekta på filefjell (lilla linje) og manuelt målte kontrollpunkt av SWE. Blå linje er beregnet fra gjennomsnittlig målt snødyp på vekt og snittet av tetthet i sjakt. Rød linje er beregnet fra høyeste målt snødyp og høyeste målt tetthet i sjakt. Grønn linje er beregnet fra laveste målt snødyp og laveste målt tetthet i sjakt.

Snøpute NVE1997

Den lille runde snøputa punkterte i løpet av sesongen. Årsaken til dette er ikke kjent, og heller ikke når dette skjedde. Data fra puta er derfor usikre. Den ser likevel ut til å ha fungert bra fram til tredje mildværsperiode 28. februar (avsnitt 4.3). Fra 28. februar til 1. mars synker trykket på puta ca 110mm. Resten av sesongen viser puta for lave verdier. Fra sesongen 2012/2013 er denne puten fjernet.

Stor snøvekt

Vekta ser ut til å ha fungert bra gjennom sesongen. Den viser nesten like verdier som de fire firkantputene NVE2010 fram til starten av mars (se avsnitt 4.3). Fra mars og ut sesongen har vekta høyere verdi enn snøputene. Dette stemmer ikke med snødypmålingene over feltet, hvor det ble registrert mindre snødyp i området hvor vekta ligger (se kap 4.5.1). Figur 19 kap 4.3 viser at kontrollpunktene ligger noe lavere enn hva vekta viser gjennom hele sesongen. Avviket er under 10 % i januar og februar. Så øker avviket 1. mars (men på denne dagen ble det kun målt ett snødyp på vekta), og fra 26. april og ut resten av sesongen. Figur 46 viser SWE fra den store vekta (lilla linje) og manuelle kontrollpunkt beregnet fra gjennomsnittlig målt snødyp på vekta og gjennomsnittlig målt tetthet i sjakt (blå linje i figuren). Den viser også hva kontrollpunktet ville vist ved å benytte høyeste (rød linje) eller laveste (grønn linje) verdien for snødyp og tetthet. Verdiene til vekta havner innenfor usikkerheten ved alle kontrollpunktene bortsett fra 15. februar, 1. mars og 26. april. Den 15. februar er det 7 % avvik mellom kontrollpunkt og vekt, så dette er ikke et stort avvik. 1 mars er det 21 % avvik. Det ble rapportert om at det var vanskelig å få med all snøen i målingen på grunn av stor fuktighet i snøen. Dette kan være en forklaring på avviket. De neste kontrollpunktene ligger ikke over manuell høy i Figur 46. Dette er en periode hvor vekta viser mer snø enn hva firkantputene gjør. At disse kontrollpunktene ikke ligger mye lavere enn hva vekta viser tyder på at vekta viser riktig SWE. Den 26. april er det også et avvik på 21 % mellom kontrollpunkt og vekt. Denne datoen er det kun 3 % avvik mellom utførte tetthetsmålinger. Det er likevel vanskelig å se for seg hvordan vekta skulle overestimere SWE. Det virker mer sannsynlig at de manuelle målingene registrerer for lite snø, eller at tettheten i snøen oppå vekta faktisk er større enn den er i sjakta. Det kan også tenkes at det snødypet som måles ute på vektkanten ikke er representativt for snødypet lenger inne på vekta.



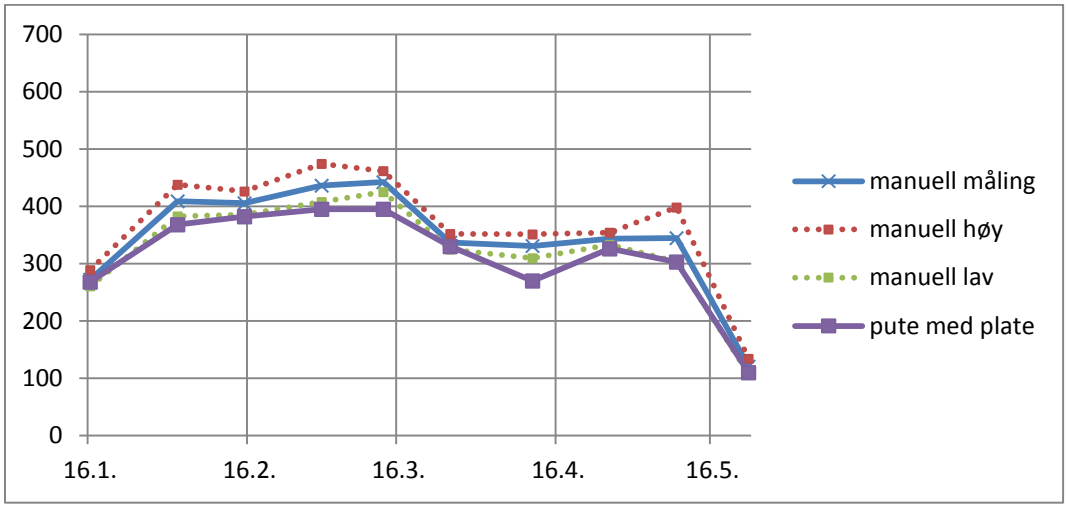
Figur 48 viser SWE i millimeter ved de datoene hvor det ble gjort kontrollmålinger på Filefjell sesongen 2011/2012. Figuren viser data fra stor snøvekt (lilla linje) på de datoene hvor det er blitt gjort manuelle kontrollmålinger. Den viser også verdien for beregning av SWE ut fra manuelt målt snødyp på vekt (snitt av 8 målinger) og tetthetsmåling i sjakt.

Fire snøputer NVE2010

De fire firkantputene plassert på bakken inntil hverandre ser også ut til å ha fungert bra denne vinteren. De oppfører seg stort sett likt, og fram til mars viser de omtrent det samme som stor vekt. Figur 21 i kap 4.5.3 viser at kontrollpunktene ligger noe høyere enn det puta med plate på viser. Figur 47 viser SWE fra snøputa med plate (lilla linje) på de datoene hvor det har blitt gjennomført kontrollmålinger.

Figuren viser også manuelle kontrollpunkt beregnet fra gjennomsnittlig målt snødyp på puta og gjennomsnitt tetthet i sjakt (blå linje i figuren). Den viser i tillegg hva kontrollpunktet ville vist ved å benytte høyeste (rød linje) eller laveste (grønn linje) verdien for snødyp og tetthet. Figuren viser at puta har lik eller noe lavere verdi enn manuell lav i Figur 47. Dette kan tyde på at snøputa underestimerer SWE noe.

Tabell 7 i kap 4.5.3 viser at avviket er under 10 % ved 7 av punktene. Det er over 10 % den 2. februar, 13. mars, 11. april og 9. mai. Det er vanskelig å finne noe logikk i hvorfor avviket skulle være større på akkurat disse datoene. Det største avviket er 18 %. Sammenlignet med gammasensoren som har en måleusikkerhet på 15 % fra 300-600SWE er ikke 18% et stort avvik, men det virker systematisk at snøputene underestimerer SWE.

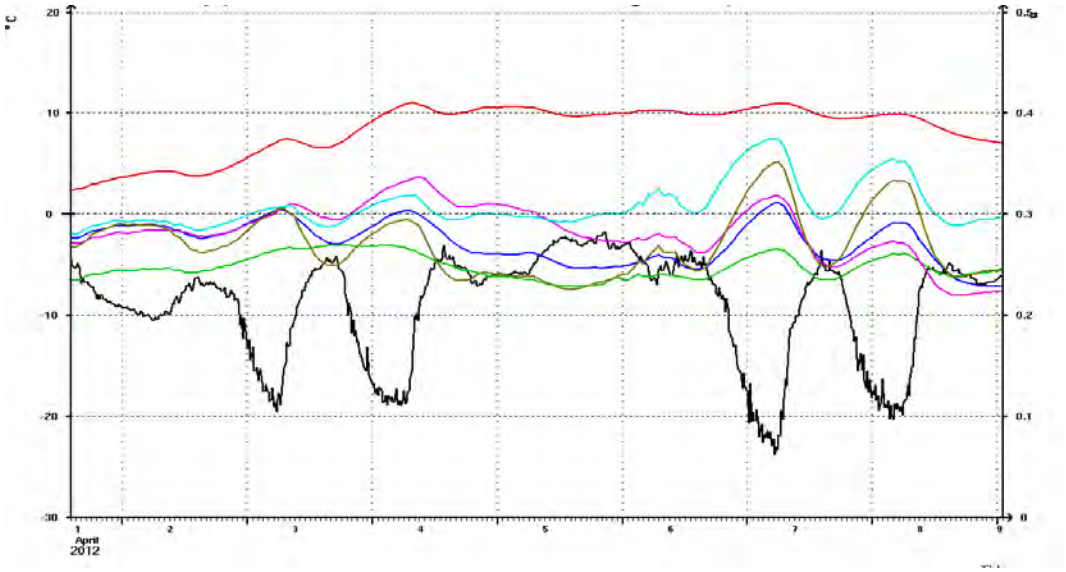


Figur 49 viser data fra snøpute med plate (lilla linje) på de datoene hvor det er blitt gjort manuelle kontrollmålinger. Den viser også verdien for beregning av SWE ut fra manuelt målt snødyp på pute (snitt av 2 målinger) og tetthetsmåling i sjakt

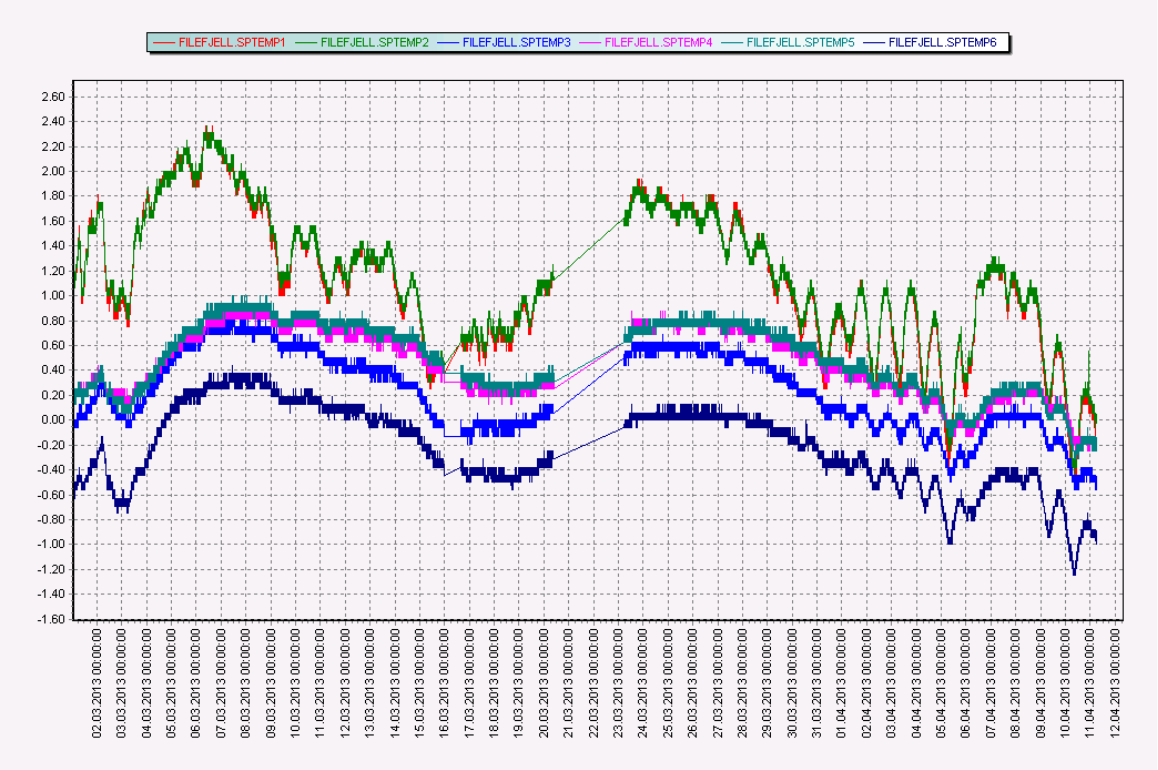
Putene får noen merkelige utslag fra 2-9 april, hvor trykket øker og minker i takt med lufttemperaturen. Når lufttemperaturen går ned, går trykket på putene opp, og når temperaturen går opp, går trykket på putene ned. Figur 48 viser dette. Firkantputene viser svingninger på opp mot 80mm (turkis, beige, rosa og blå linje i figuren). Sort linje er lufttemperaturen som går fra -20 °C på natta til ca -5 °C på dagen. Rød linje i figuren er stor vekt som bare så vidt viser antydning til disse svingningene (opp/ned ca 10mm). Grønn linje er puta på vekta. Denne har svakere utslag enn de andre putene, men gir likevel svingninger på 20mm fra 6-8 april.

Figur 49 viser temperaturen i stigerøret trykksensorene til snøputene står i. Rundt stigerørene er det kveilet en varmeledning for å hindre at temperaturen blir for lav. Grønn og rød linje i figuren er temperaturen i stigerøret til puta som ligger oppa vekta. Blå, rosa, turkis og lilla linje er de ulike firkantputene (1-4). Figuren viser at temperaturen i stigerørene for den aktuelle perioden ligger mellom +1,20 °C og -1,20 °C. Figuren viser også at det er varmest ved stigerøret til pute på vekt, og at alle temperaturene blir påvirket av lufttemperaturen. Det ligger mindre snø ved stigerørene enn over resten av feltet. Ved temperatursensorene i snøpakka på resten av feltet er det kun den som er plassert 55 cm over bakken som reagerer på svingninger i lufttemperaturen i denne perioden. Trykksensorene er kalibrert ned til 0 °C. Data fra putene på bakken er derfor noe usikker for den perioden hvor temperaturen i stigerørene har vært under null grader. Fra 5-7 april er temperaturen i stigerøret til alle de fire firkantputene så vidt under null grader. I perioden 1. til 5. april ligger temperaturen over null grader i stigerørene til pute 2 og 3. Figur 49 viser at disse trykksensorene likevel registrerer svingninger (rosa og beige linje), og at trykksensorene som står i stigerør hvor temperaturen er så vidt under null grader ikke ser ut til å oppføre seg noe annerledes.

Det antas derfor at trykksensorene registrerer riktig trykk. Forklaringen på svingningene ser ut til å være at dette er reelle trykkendringer i snøpakken over putene når temperaturen endrer seg, og at dette ikke tekniske feil. Trykksensorene vil likevel bli byttet ut før neste sesong, slik at disse er kalibrert for temperaturer under null grader.



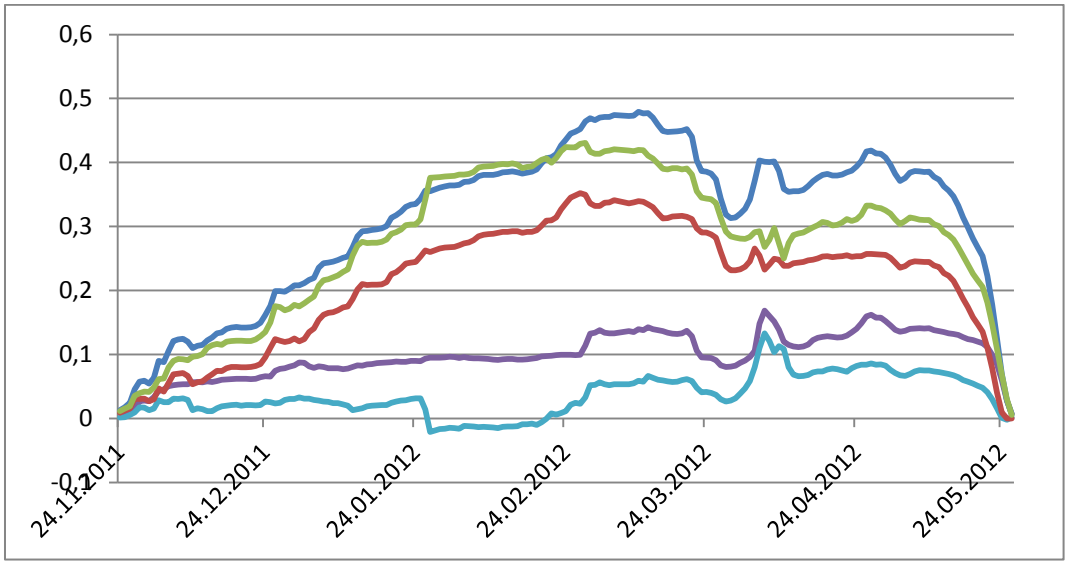
Figur 50 viser lufttemperaturen (sort linje i figuren) på filefjell i perioden 1-8april 2012 sammen med registrert swe i meter for Møen2525 vekta (rød linje i figuren), pute på vekt (grønn linje), firkantpute 1 (versjon 3, blå linje), 2 (versjon 4, rosa linje) 3 (versjon 6 beige linje) og 4 (versjon 5, turkis linje).



Figur 51 viser temperaturen registrert av trykksensorene til snøputene (pute på vekt og de fire firkantputene) i stigerør fra 2. mars til 12. april. Grønn og rød linje i figuren er temperaturen i stigerøret til puta som ligger oppa vekta. Blå, rosa, turkis og lilla linje er de ulike firkantputene (1 til 4).

Snøpute oppå stor vekt

Snøputa som er plassert oppå stor vekt skulle man anta at kom til å vise de samme verdiene som den store vekta siden de måler deler av den samme snøen. Snøputa viser derimot betydelig mindre snø enn alle de andre instrumentene gjennom store deler av sesongen (se Figur 15 i kapittel 4.3). Unntaket er helt i starten av sesongen, og i perioden 1-9 april, når putene opplever svingninger. Figur 50 viser data fra stor vekt (mørk-blå linje), snittet av data fra de fire firkantputene (grønn linje) og data fra pute oppå vekt (rød linje) i meter vannekvivalent. Figuren viser også differansen mellom stor vekt og snøpute oppå vekt (lilla linje), og differansen mellom stor vekt og snittet av de fire firkantputene (lys blå linje i figuren).

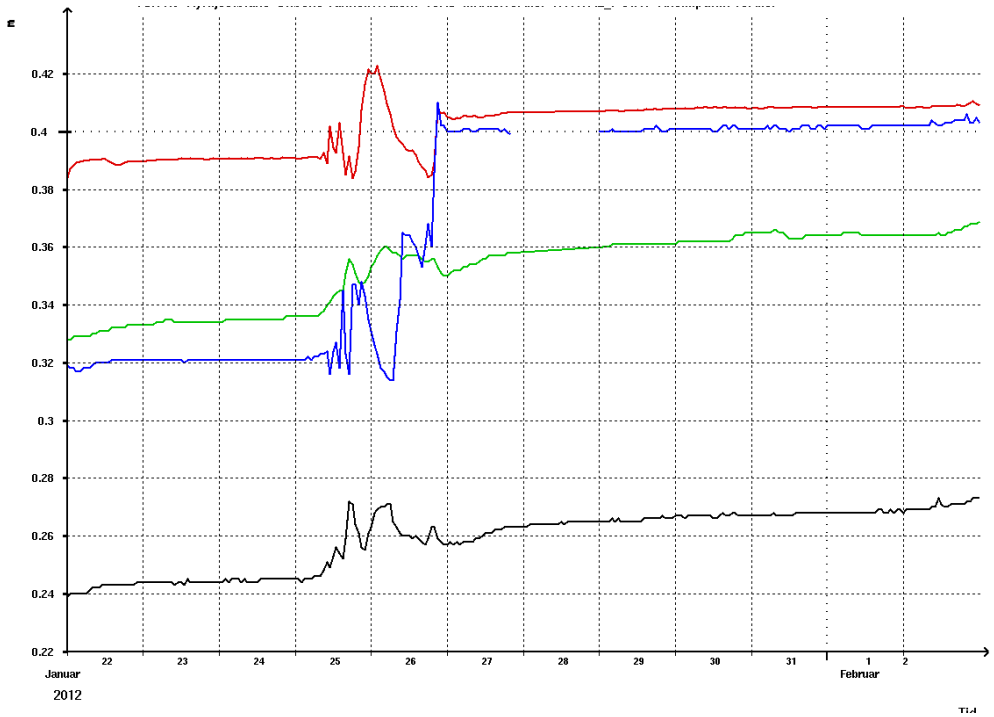


Figur 52 viser SWE i meter fra Møen2525-vekta (mørk-blå linje), snittet av SWE fra de fire firkantputene (grønn linje) og SWE fra puta som ligger oppå vekta(rød linje). Figuren viser også differansen mellom Møen2525-vekta og snøputa oppå vekta (lilla linje i figuren), og differansen Møen2525-vekt og snittet av de fire firkantputene (lys blå linje i figuren).

Figur 50 viser at differansen mellom pute på vekt og stor vekt (lilla linje i Figur 50) er over 100 mm i store deler av sesongen. I starten av sesongen skylles differanse at snøen legger seg senere oppe på puta siden denne ligger høyere i terrenget (10cm høyere enn overflate vekt). Dette forklarer likevel ikke at differansen er så stor gjennom hele sesongen. 100 mm SWE tilsvarer ca 30 cm snø på Filefjell denne sesongen i januar/februar og starten av mars (ut fra manuelt beregnet snøtetthet). 100mm tilsvarer ca 20cm fra slutten av mars, og i april og mai. De manuelle snødypmålingene viser at snødypet varierer opp mot 20 cm over den store vekta, og at det ligger minst snø i sør/vestlig del av vekta. Snødypet er målt lengst ut på vekta hvor det er lettest å komme til når man går rundt vekta, og snøputa ligger midt oppe på vekta (se vedlegg 3). Snødypet oppå puta er ikke målt, men det er ikke sannsynlig at det skal ligge 100mm mindre snø der. Puta bør testes når snøen smelter for å se hvordan den reagerer ved trykkpålastning for å utelate at dette ikke er en teknisk feil. Hvis dette ikke er tilfellet viser sesongens data fra puta et klart eksempel på at snøputen underestimerer SWE på grunn av trykkavlastninger i snøpakken.

Differansen mellom snittet av de fire firkantputene på bakken og stor vekt (lys blå linje i Figur 50) holder seg stabil fram til 26. januar. Da minker differansen fordi putene registrerer en større trykkøkning enn hva vekta gjør. Figur 51 viser denne hendelsen. Rød linje er den lille vekta som øker ca 25mm, blå linje er en av firkantputene som øker ca 80mm (alle de fire firkantputene på bakken viste det samme), grønn linje er den store vekta som øker ca 20mm og sort linje er pute på vekt som øker ca 20mm. Nedbørmåleren registrerte ikke nedbør denne dagen, og det var minusgrader i lufta. Det blåste ca 7 m/s fra øst. Et snøfall denne dagen kan dermed ha blåst slik at snøen hindres i å falle ned i nedbørsbøtten. Snødypsensoren minker først ca 12 cm, med noen svingninger, før den øker 20 cm

(opp 10 cm fra utgangspunktet). Dette kan være et eksempel på hvordan vinden påvirker snøfordelingen slik at denne blir ulikt fordelt over feltet. En annen forklaring er at trykkavlastninger i snøen ”slipper” akkurat denne dagen, og at denne har vært størst over de fire firkantputene. Man vil da kunne anta at i forkant av denne hendelsen viser putene for lav verdi. Det at snødypsensoren øker 10 cm tyder derimot på at det snør denne dagen.



Figur 53 viser swe fra en av de fire putene som ligger sammen (blå linje), Møen2525-vekta (grønn linje), puta oppå Møen2525 (sort linje) og den lille vekta (rød linje) i slutten av juanuar. Den 25 og 26 januar øker trykket ved alle instrumentene, men putene som ligger på bakken øker mest.

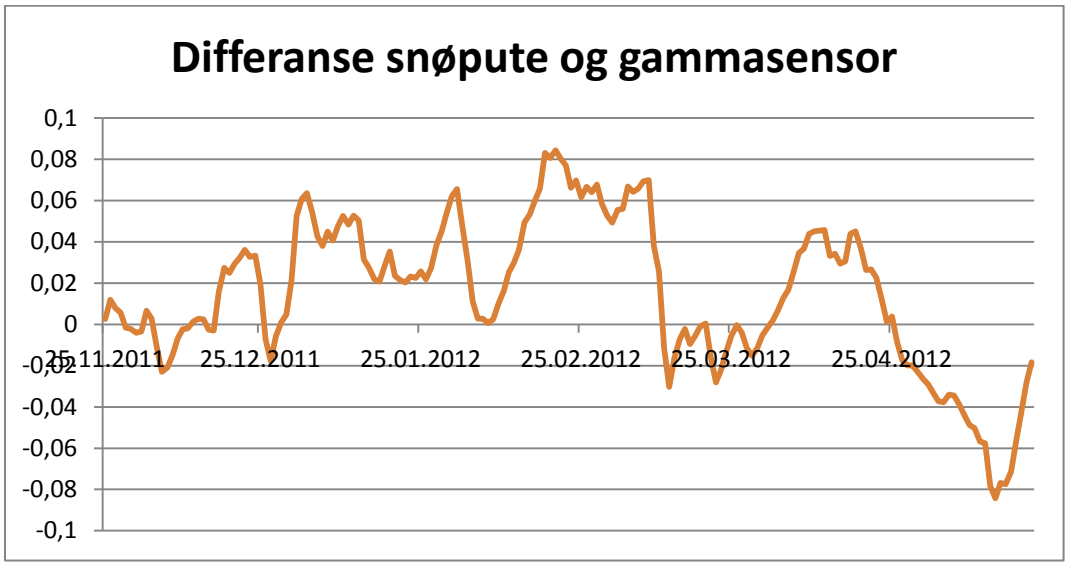
Figur 50 viser at i mildværsperioden fra 27. februar til 1. mars øker differansen med ca 30mm vannekvivalent både mellom vekt og pute på vekt og mellom vekt og snitt firkantpute. Dette er fordi vekta går ca 20mm opp mens putene går ca 10mm ned. Lufttemperaturen ligger på 2 plussgrader i perioden. Alle temperaturene i snøpakka ligger fra 0 til -0,2 grader. Nedbørsmåleren registrerer ca 9mm nedbør fra 27 feb. til 1. mars. Både snødypsensoren til MET og NVE går ned ca 20 cm. Det kan derfor antas at nedbøren har falt som regn, og ikke snø. Det ble gjort en kontrollmåling den 1. mars. Det ble da registrert våt snø i snøpakka. Siden dette skjer i en mildværsperiode er det lite sannsynlig at putene får trykkavlastning. Grunnvannet øker i perioden 28. februar til 4. mars. Det er tydelig at snøpakken smelter, og at putene derfor viser korrekt oppførsel. Vekta viser derimot økt trykk, og det ser det ut til at snøen oppå vekta ikke begynner å smelte før ved neste mildværsperiode, selv om snøen oppe på pute på vekt smelter. Det er naturlig at drenering av vann gjennom snøpakken ikke er homogen over feltet, men merkelig at snøpute på vekt viser minkende verdier mens vekta viser økende verdier.

Figur 50 viser at differansen går noe ned i neste mildværeperiode, hvor snøen smelter, fra 12-29 mars. Så øker differansen igjen fra 30. mars til 4. april. I denne siste perioden gikk lufttemperaturen ned på minus, og snømengden på den store vekten gikk opp ca 80mm. I denne perioden er det plussgrader under vekta, mens det er 0 °C eller lavere ved de øvrige instrumentene (Figur 27). Det er dermed tydelig at temperaturforholdene er annerledes under vekta enn rundt de andre instrumentene og over

bakken. Nedbørsmåleren registrerer ca 5mm nedbør i denne perioden. Differansen mellom vekta og firkantputene er nesten stabil etter dette og ut sesongen. Differansen mellom vekta og pute på vekt øker og minker i takt med snømengden på vekta. Puta på vekta registrerer nesten ingen pålagring 9-27 april. Den ser dermed ut til å være preget av bærelag i snøen.

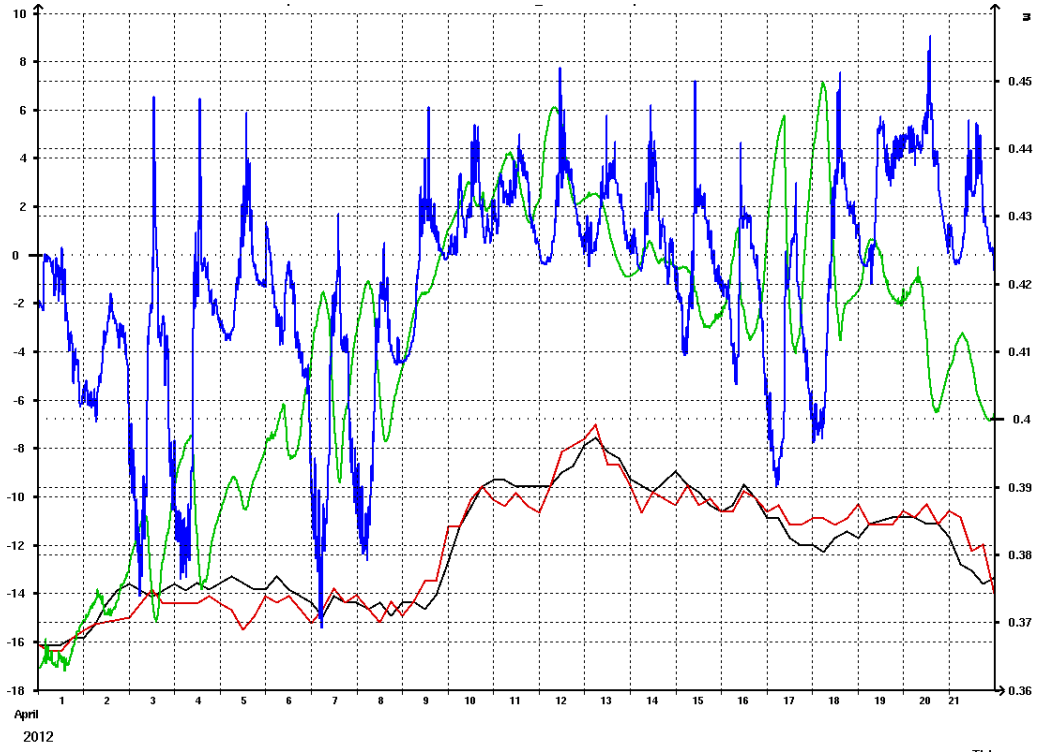
6.2 Anestølen

Anestølen har hatt en varmere gjennomsnittstemperatur enn Filefjell gjennom vinteren. Det har vært flere dager med mildvær og mere snø, opp mot 600mm. Gammasensorene og snøputa har i grove trekk vist samme tendens gjennom sesongen, selv om snøputa viser mer snø i store deler av vinteren. Tabell 12 og vedlegg 6 viser at det gjennomsnittlig ikke blir målt mindre snødyp under gammasensorene. Tabell 12 viser at standardavviket på snødyp under gammasensorene ligger mellom 6 og 10 cm. 10 cm utgjør ca 45mm SWE på Anestølen i mars. Figur 52 viser døgndifferansen mellom snøputa og gjennomsnittet av de to gammasensorene. Den største differansen er på 80mm og er registrert 18-21 februar (under snømaksimum, puta viser mest) og 15-16 mai (under smeltinga, gammasensorene viser mest). 18 til 21. februar er differansen ca 15 %. Dette er innenfor feilmarginen til gammasensoren når det er over 300mm snø. En forklaring kan være at gammasensoren underestimerer noe ved så mye snø som det var i denne perioden (over 400mm SWE). Dette virker mer sannsynlig enn at det er snøputa som overestimerer. En annen forklaring er at det faktisk er mindre snø under gammasensorene, og at manuelle snødypmålinger under sensorene ikke fanger opp dette. I perioden 15-16 mai er det smelting. Det er ofte store forskjeller inne på feltet i slike perioder og dermed også naturlig å kunne få en stor differanse i SWE.



Figur 54 viser døgndifferansen mellom snøputen og gjennomsnittsverdi av de to gammasensorene i meter vannekvivalent. Når differansen er positiv gir snøputa høyest verdi, mens når differansen er negativ viser gammasensor høyest verdi.

I likhet med data fra snøputene på Filefjell viser snøputa på Anestølen svingninger i april som svinger i motsatt retning av lufttemperaturen. Gammasensorene registrerer ikke dette, men data herfra gir kun snittverdier av SWE midlet over 6 timer, og det kunne derfor være vanskeligere å oppdage slike døgnvariasjoner på disse dataene. Snødypsensoren registrerer ikke slike svingninger. Figur 53 viser snøputas svingninger i april (grønn linje) og lufttemperaturen (blå linje). SWE varierer fra rundt 410mm til rundt 440mm, høyeste verdi på morgenen når det er kaldt (-6 °C) og laveste verdi når temperaturen er høy (+2 °C). Figuren viser også SWE fra gammasensorene (sort og rød linje). Figuren viser at de ikke registrer svingninger. Trykksensoren i snøputa er kalibrert for minusgrader.



Figur 55 viser målt SWE fra snøputa (grønn linje) og gammasensorene (rød og sort linje) og lufttemperaturen (blå linje) i april. SWE fra puta går opp på morgenen når det er kaldt, og faller ila dagen når det blir varmere (opp og ned 40mm på det meste). Gammasensorene viser ikke slike døgnsvigninger.

7 Konklusjon og oppsummering

På Filefjell har data fra denne sesongen vist at den lille vekta fra Sommer Mess-Systemtechnik ikke har fungert tilstrekkelig. I etterkant av mildvær, og en ny periode med kulde og mer snø viser den alt for lave verdier for SWE. Den lille NVE1997 har vært lekk, så data fra denne er ikke pålitelige. Den viser likevel en svakhet ved bruk av snøputer; det kan gå hull på dem.

De fire firkantputene NVE2010 som ligger ved siden av hverandre følger hverandre godt gjennom hele sesongen. Det er ingen store forskjeller på data fra puta som har en plate oppå seg og de andre putene denne sesongen. De viser lavere verdi enn kontrollpunktene. Avviket er under 10 % ved 7 av 10 målinger. Dette kan likevel tyde på at snøputene underestimerer SWE noe. Putene viser svingninger på døgnbasis i starten av april. På det meste opp og ned 80mm ila et døgn. Svingningene i trykk på putene følger lufttemperatursvigningene (-5 °C på dagen og -20 °C på natta) og i motsatt retning. Det samme fenomenet oppstod på snøputa på Anestølen i april. Dette ble ikke registret av gammasensorene, og i mye mindre grad av stor snøvekt på Filefjell. Det er vanskelig å forklare dette, og det har ikke vært mulig å finne noen teknisk forklaring så langt. Dette er en klar svakhet med bruk av snøpute. Det viser likevel interessante prosesser i snøpakken. Denne sesongen har dette fenomenet kun oppstått i korte perioder, så det påvirker ikke mye av data fra sesongen.

Snøputa oppe på Møen2525 vekta viser mindre snø enn de andre instrumentene gjennom hele sesongen. Den klarer ikke å registrere snøen som kom i etterkant av mildværsperioden i månedsskifte mars/april. Det kan dermed se ut til at snøpute NVE2010 ikke fungerer godt nok for måling av SWE i etterkant av mildværsperioder som denne.

Stor vekt-Møen2525 ser ut til å ha fungert bra gjennom denne sesongen på Filefjell. Den viser ikke tegn til smelting i mildværsperioden før 1. mars, når det er tydelig at snøen smelter andre steder på feltet, også oppe på puta som ligger på vekta. Det kan være lokale forskjeller i smeltingen over feltet, og at smeltingen starter senere oppe på vekta. Dette forklarer likevel ikke hvorfor puta på vekta registrer en nedgang mens vekta viser en økning av SWE. Vekta viser høyere verdier enn hva kontrollpunktene viser. Det er vanskelig å forstå hvordan vekta skal overestimere snøpakken, og hvorfor evt tettheten faktisk skulle være mye høyere over vekta enn i sjakta hvor de manuelle tetthetsmålingene utføres. Det er dermed lettere å tro at det er kontrollmålingene som underestimerer SWE. Dette kan komme av at gjennomsnittlig målt snødyp ute på kanten gir et for lavt estimat av faktisk gjennomsnittlig snødyp på vekta.

Gammasensorene på Anestølen har fungert bra. De har en lav differanse seg i mellom. Snøputa måler mer snø enn gammasensorene i store deler av sesongen, og på det meste er det 80mm forskjell. Differanser opp mot 40mm kan forklares i ulikt snødyp under gammasensorene og på puta. Standardavvik på opp mot 10 cm er målt under gammasensorene, og det kan være at gjennomsnittet ikke er representativt og at det faktisk ligger mindre snø der. I perioder hvor differansen mellom pute og gamma er opp mot 80mm er SWE over 500mm. Differansen utgjør ikke mer enn 15 % forskjell. Dette er innenfor måleusikkerheten til gammasensorene. Det kan hende at gammasensorene underestimerer snøpakka ved slike snømengder, og at snøputa viser mer riktige verdier i perioden hvor SWE er over 500mm. Dette er derimot for lite data til å kunne bekrefte/avkrefte dette. Kontrollpunktene for snøputa stemte bra med verdier fra puta. Unntaket er den siste målingen i mai, hvor avviket er på 28 %. Dette kan komme av lokale forskjeller i tetthet inne på feltet ved snøsmeltinga. Avvik mellom kontrollpunkt og gammasensorer er aldri større enn 10 %.

Sammenligning av manuelle tetthetsmålinger på Filefjell viser at disse har en usikkerhet på opp mot 10 %. Federal sampler ser ut til å gi høyere verdi enn måling med songarør. Store variasjoner i snødyp

over/under instrumentene gir stor usikkerhet i beregningen av et gjennomsnitt og der igjen stor usikkerhet i kontrollmålingene.

Ut fra denne sesongens data ser det ut til at snøvekt fungerer bra så lenge de er riktig montert. Snøputene på Filefjell ser ut til å underestimere SWE, og det kan hende at også gammasensorene gjør det ved store snømengder. Det trengs imidlertid mer data fra snømålinger over 400mm SWE for å bekrefte/avkrefte dette. Den lille vekta fungerte ikke i etterkant av mildværsperioder denne sesongen.

8 Videre arbeid

For sesongen 2012/2013 vil det stå en gammasensor på Filefjell og en på Anestølen. Dette vil gi bedre muligheter for videre testing av gammasensoren på to ulike områder. Det hadde vært nyttig å få mer data fra gammasensoren på SWE over 400mm. Dette er mest sannsynlig å få på Anestølen. Hvis det kommer så mye snø er det nyttig med hyppigere kontrollmålinger i en slik periode. Vekta på Anestølen vil bli utbedret slik at vi får data fra stor snøvekt ved begge stasjonene. Trykksensorene på Filefjell bør byttes til noen som er kalibrert for minusgrader. Kontrollprogrammet vil fortsette denne sesongen på Filefjell slik som de foregående sesongene. Observatøren på Anestølen fortsetter også som tidligere. Det er viktig at kontrollmålingene blir utført nøyaktig, og så likt som mulig fra gang til gang. Ved tetthetsmålinger med FS er det viktig at det blir benyttet korrekt snødyp (legge til 2,5 cm på ytre dyp hvis det ikke er med jordpropp opp). Det vil bli skrevet en lignende rapport i etterkant av sesongen 2012/2013. I tillegg er målet å komme med en rapport som gir endelige konklusjoner på grunnlag av data fra alle årene.

Referanser

Campbell Scientific (2011): Instruction Manual GMON3 Snow Water Equivalency Sensor, Campbell Scientific (Canada) corp.

Engeset, R (2010): Hvordan lages vær- og snødata for seNorge.no?, se www.nve.no/snokart

Glad, P. A. (2013). Filefjell – Kyrkjestølane (073.Z). Grunnvanns- og markvannsundersøkelser. Tilstandsoversikt 2011-12. *Norges vassdrags og energidirektorat*. Oppdragsrapport A 2/2013.

Hydrologisk avdeling sin kvalitetshåndbok – **HydWiki** (intranett)

Minitab® Statistical Software (2007), Version 15. Minitab Inc., PA, USA. www.minitab.com

Møen, K. Teknisk dokumentasjon Anestølen målestasjon (77.24). 2011.

Ree, B. L., H. Landrø, E. Trondsen, K. M. Møen (2011). Evaluering av NVE sitt snøstasjonsnettverk. *Norges Vassdrags- og energidirektorat*, rapport 4, 2011.

Stranden, H. B. (2010). Evaluering av seNorge: data versjon 1.1., *NVE* dokument 4/2010 (36 s.)

Stranden, H. B., H. A. Grønsten (2011). Filefjell forskningsstasjon Evaluering av måledata for snø, sesongen 2009/2010 og 2010/2011. *Norges Vassdrags- og energidirektorat*, rapport 23, 201.

Yr.no /MET

Vedlegg

Vedlegg 1: Korrespondanse massedeponi
Vedlegg 2: Filefjell måleplan 2012

Vedlegg 3: Utvikling av snødyp Filefjell 2011/2012

Vedlegg 4: Utvikling av snødyp Anestølen 2011/2012

Vedlegg 1

Korrespondanse massedeponi

Fra: Nina Elisabeth Larsgård [nina.e.larsgard@met.no]
Sendt: 8. mai 2012 12:07
Til: Landrø Hilde
Emne: Fwd: Værstasjon på Filefjell

Hei
Jeg fikk kontaktinformasjonen din fra Tone Huseby. Hun sa du hadde jobbet med værstasjonen på Filefjell.

Jeg ble kontaktet av SVV (se mail under) om værstasjonen på Filefjell. SVV planlegger å bruke et område i nærheten av stasjonen til massedeponering og ønsket en tilbakemelding på hva vi mente om dette. Siden dere også har utstyr på denne plasseringen ville jeg høre hva dere syntes også og gjerne samordne et svar til SVV fra både NVE og met.no.

Vi på met.no holder på å innføre klassifisering av våre stasjoner på grunnlag av anbefalinger fra WMO. Dette er helt i startfasen og alle detaljer om hvordan vi skal gjøre dette er ikke klart enda. Jeg har likevel forsøkt å lage en klassifisering av stasjonen for å objektivt kunne vurdere effekten av dette massedeponiet på stasjonen. Vedlagt er rapporten jeg har skrevet på dette.

Ut fra det jeg kan se så vil massedeponiet kunne påvirke temperaturmålingene og strålingsmålngene noe, mens vind og nedbørmålingene vil ikke påvirkes av denne endringen. Så lenge området returneres tilbake til så nær opprinnelig tilstand når lagringen av masse er ferdig. met.no ønsker at denne stasjonen beholder så høy klassifisering som mulig siden dette er en viktig stasjon i stasjonsnettet og er tenkt brukt som referansestasjon i skredprosjektet.

Håper du eller noen andre hos NVE kan se litt på hva masselagringen har å si for deres målinger på Filefjell og gi meg beskjed om hva dere mener om dette. Så kan jeg sende et samlet svar tilbake til Iren i SVV.

Nina Elisabeth Larsgård
Seksjon for observasjonskvalitet
Avdeling for stasjonsnett
Met.no

tlf: 22 96 32 27
epost:nina.larsgard@met.no
----- Forwarded Message -----

Fra: "Meisterplass Iren Helene" <iren.meisterplass@vegvesen.no>
Til: ninael@met.no
Sendt: 3. mai 2012 13:15:19
Emne: VS: Værstasjon på Filefjell

Hei
Ber om stadfesting på at Nina Larsgård hjå Meteorologisk institutt har motteke denne eposten.

Vi treng areal til midlertidig lagring av masser på Filefjell, i samband med at vi skal bygge ny E16 over fjellet. Massane kan bli lagra i inntil 4 år og vert lagt opp så bratt som mogeleg på tilgjengeleg areal. På vedlagde kartutsnitt (1:2000 i A3) vises reguleringsplanen på flyfoto. Alt areal innanfor reguleringsplan kan nyttast til midlertidig lagring. Vi vurdere også å utvide lagringsområde slik raust område viser.

Når veganlegget er avslutta vert områda nytta til masselagring rydda. Det vart fastlagt saman med kommunen om det skal være LNF-område eller parkering.
Vi ber om tilbakemelding frå Meteorologisk institutt på kva verknad dette kan ha på dykkar værstasjon i området.

Venleg helsing
Iren Meisterplass
Planseksjonen, Statens vegvesen
Telefon 57 65 57 23 / 992 18 372

Fra: Nina Elisabeth Larsgård [mailto:nina.e.larsgard@met.no]
Sendt: 22. mai 2012 09:48
Til: Meisterplass Iren Helene
Kopi: Bjørn Frengstad; Stranden Heidi Bache
Emne: Re: Værstasjon på Filefjell

Hei
På Filefjell har både NVE og NGU målestasjoner i tillegg til met.no sin værstasjon. Vi har fått tilbakemeldinger fra begge to når det gjelder den midlertidige lagringen av masse på Filefjell.

Konklusjonen i uttalelsene fra NVE, NGU og met.no er at deponiet vil kunne påvirke temperaturmålinger, strålingsmålinger, snømålinger og grunnvannsmålinger, mens nedbørmålinger og vindmålinger vil være relativt upåvirket. Målingene ved Filefjell brukes som referansestasjon i snøskredprosjektet og er tett knyttet til forskningsaktiviteter.

For de meteorologiske målingene legger NVE og met.no seg på samme linje: Det et uheldig at lagringen skjer i dette området, men vi aksepterer deponiet forutsatt at området returneres tilbake til så nær opprinnelig tilstand som mulig etter anleggsperioden. Det bør også tilstrebes at deponiet legges så langt unna målingene som mulig.

For de hydrologiske målingene (hovedsakelig grunnvann) er NVE og NGU enige i at det er svært uheldig hvis deponiet legges her uten grundige undersøkelser av grunn- og markvannsforholdene. Helst bør deponiet plasseres et annet sted dersom det er praktisk/økonomisk mulig.

Vedlagt denne mailen er svaret jeg har fått fra både NVE og NGU med kontaktpersoner hvis du trenger det. I tillegg har jeg lagt ved min egen rapport om stasjonen på Filefjell og grunnvannsundersøkelsen fra NVE som ekstra informasjon. met.no sin rapport er basert på en klassifisering av værstasjoner basert på anbefalinger fra WMO. Dette er helt i startfasen og alle detaljer om hvordan vi skal gjøre dette er ikke klart enda. Jeg har likevel forsøkt å lage en klassifisering av stasjonen for å objektive kunne vurdere effekten av dette massedeponiet.

Nina Elisabeth Larsgård
Seksjon for observasjonskvalitet
Avdeling for stasjonsnett
Met.no
tlf: 22 96 32 27
epost:nina.larsgard@met.no

Vedlegg 2

Internt notat – Måleopplegg 73.11 Kyrkjestølane, 2011/201

Sammendrag:

Måleopplegget for kontrollmålinger ved stasjon 73.11 Kyrkjestølane vinteren 2010 og 2011 foreslås videreført til vinteren 2012 med mindre endringer. Stasjonen har nå blitt en snøforskningsstasjon og data fra stasjonen benyttes i flere ulike fagmiljøer. Kontrollmålingene er tenkt finansiert gjennom forvaltningsmidler og noe FOU-midler.

I dette notatet beskrives måleopplegget for kontrollmålinger av snø ved stasjon 73.11 Kyrkjestølane vinteren 2012. I Tabell 1 er det gitt et forslag til måleplan som angir tidspunkt, hva slags kontrollmåling og hvem som skal utføre målingene. Måleplanen er satt opp med en person i reserve, for å sikre kontinuerlige målinger. I Tabell 2 er det vist en oversikt over de snørelaterte målingene som skal utføres ved hvert besøk. I Tabell 3 er det gitt en sjekkliste for utstyr som det er behov for ved hver type måling, samt for de andre standard sjekkpunktene ved stasjonen.

Ved **bambuspinnene** måles snødyp som avstand fra toppen av de fargede tape-bitene (gulgrønn; 0,5 m, rød: 1m og gul: 1,5 m). Det er 41 pinner og de er i utgangspunktet nummeret. Prøv å estimert riktig snømengde dersom dett danner seg en depresjon rundt bambuskjeppen. Tetthet måles i starten og slutten av strekket + 3-4 steder underveis. NB! Les instruksjon ang. måling med federal sampler i HydWiki! Målinger under < 1m kan foretas med fedreal sampler forutsatt at snøen helles over i en pose før den veies. Målingene rapporteres til HRB.

NB!!! For å kunne sammenlikne vanlige tetthetsmålinger og tetthetsmålinger tatt med federal sampler: vær vennlig å ta minst 2 prøver med federal sampler i samme sjakt som de vanlige tetthetsmålingene

---

Utkast til måleplan for vinteren 2012

I **Tabell 1** er det gitt et forslag til måleplan for våren 2012 som inkluderer tidspunkt, hva slags kontrollmåling og hvem som kan utføre målingene. Det er ønskelig at personell fra de ulike seksjonene og fagmiljøene (snø, snøskred, is) blandes for å sikre best mulig kompetanse, og bidra til kompetanseoverføring på tvers av fagmiljøene.

I **Tabell 2** er det vist en oversikt over de snørelaterte målingene som skal utføres ved hvert besøk. Med dette måleopplegget skal det altså utføres (minst) 56 **snødybdemålinger** (stikk) og 6 **tetthetsmålinger** for hvert besøk. Se **Fig. 1** for skisse over målestasjonen med inntegnede målepunkt. Kodene for hver ”gruppe” snømåling skal benyttes i rapporteringen (RUP, NØ, NV osv.)., se for øvrig også **”Kontrollmålinger 73.11 Kyrkjestølane våren 2012”.**

Målingene leveres til Heidi (HRB) etter utført måling.

Tabell 1: Forslag til måleplan for våren 2011. Målingene forestas fortrinnsvis onsdager. HB/HS bilen er i utgangspunktet reservert.

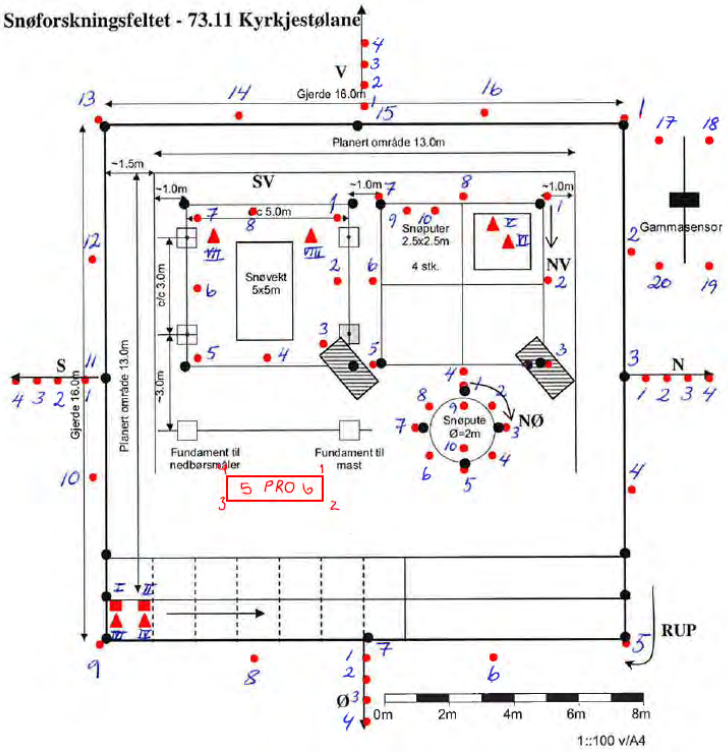
Nr	Når	Hva	Budsjett*	Hvem (reserve)	Reserve
	Uke 50	Kontrollmåling, ismåling, snøskred		KMU + RAEK	MALA
1	Uke 3	Kontrollmåling + ismåling	**3310X**	KMU + HASO	KMU
2	Uke 5	Kontrollmåling+ ismåling	**3310X**	HASO + FRK	HRB + MALA
3	Uke 7	Kontrollmåling + ismåling	**306H49**	RAEK + KMU	SOHW
4	Uke 9	Kontrollmåling + ismåling	**302 H60**	THS + NKO	HRB
5	Uke 11	Kontrollmåling + ismåling + bambuspinner NB! Trenger BIL!	**3310X**	TUS + HRB	IKL
7	Uke 13	Kontrollmåling + ismåling + bambuspinner NB! Trenger BIL!	**Snøskred?**	ELTR + HASO	MALA, THS
8	Uke 15	Kontrollmåling + (ismåling) + bambuspinner	**3310X**	TUS+ KMU	HRB
9	Uke 17	Kontrollmåling + ismåling + bambuspinner	**3310X**	HRB + *IKL*	*ELTR*
10	Uke 18	Kontrollmåling + (ismåling) + bambuspinner	**302 H49**	THS + TUS	KMU
11	Uke 19	Kontrollmåling + ismåling + bambuspinner	**302H60**	HRB + RAEK	TUS
12	Uke 20	Kontrollmåling + (ismåling) + bambuspinner	**3310X**	SOHW + THS	HASO
13	Uke 21	Kontrollmåling + ismåling + bambuspinner	**302 H60**	HRB + THS	NKO

* 3310X – Forvaltning, 302H60 (HRB), 302 H49 (RAEK) (evt. 3310I) , snøskred (KMU)

Tabell 2: Oversikt over pålagte målinger. – se for øvrig også "Kontrollmålinger 73.11 Kyrkjestølane våren 2012"

Kontrollmålinger	Sted	Antall målinger	Kode[1]
Snødybde	Rundt gjerdet (utenfor, ca. hver 2. meter)	4*4 = 16	RUP
	Rundt etanolputen (den runde)	8	NØ
	Rundt firkantputene (ca. hver hele meter)	4*2 = 8	NV
	I hver himmelretning (N, Ø, S, V)	4*4 =16	N, Ø, S, V
	På vekten, Møen 2525	8	SV
	Totalt antall stikk	**56**	
Snøtetthet - tradisjonell	På avmerket område	2 prøver	
Snøtetthet- Federal sampler[2]	To på avmerket område i samme grop som tradisjonelle målinger + to på snøvekten	4 prøver	
	Total antall snøtetthetsprøver	**6**	
Oppgraving[2]	Snøvekt og snøputer	Se etter islag.	

[1] Koder som brukes ved innlegging av data i Hysopp.
[2] følg instruksjoner. Ved avvik, tas flere prøver.
[3] mot slutten av sesongen, eller ved problemer med data fra de automatiske målemetodene, kan putene graves opp.



Figur 1. Oversikt over området med planlagte målinger (not to scale). I praksis er avstanden mellom installasjoner og det midlertidige gjerdet ~ 20 cm. ● Måling av snødyp (sondestang/tommestokk), ■ tradisjonell tetthetsprøve, ▲ tetthetsprøve tatt med Federal sampler. ▨ Området til å grave inn til pute, ● oppsatte pinner/staker.

Huskeliste for målinger på Filefjell 2012.

Forskningsfeltet for snø:

Ta bilde av stasjonen

- Snødybde rundt og inne på feltet (RUP, N, Ø, S, V, SV, NV, NØ, PRO). En armlengde inn på SV og NV. Se figuren for nummerering/merking. Bruk sondestangen som ligger i hytta, evt. 2 m tommestokk.
- Snøtetthet – 2 prøver m/standard rør + 2 Federal (FD) på anmerket prøvested (husk å flytte tauklemmen forbi benyttet målested og mot nord etter endt måling)
- Snøtetthet 4-pute: Mellom NV sitt stikk 8 og 1 (altså den snøputen som er lengst vekk fra masta) skal det tas FD (2 hvis like, 3 hvis ikke). Disse tas ca 20, 30 og 40 cm fra kanten av snøputen og 10 * ”besøksnummer” cm fra stikk 1 i retning stikk 8. Fyll snøen tilbake i hullet.
  MERK: Det er BARE denne snøputen som har ”lokk”, altså bare her det kan tas FD-prøve!
- Snøtetthet snøvekt: Tilsvarende som for snøputer, gå ut fra SV stikk 1 retning 8, 7 retning 6 og 5 retning 4. 2 FD-prøver hvert sted hvis like, 3 hvis ulike. Fyll snø tilbake.

NB: Federal: Registrer ytre snødybde på røret, noter indre snødybde og anslå tapt snø (cm) nederst i røret når røret er tatt opp! **MERK:** hvis avviket på FD-prøvene er stort, ta en tredje prøve.

- Beskrivelse av snøprofil (bakken = 0).
  Benytt: Knyttneve, 4 fingre, 1 finger, blyant, kniv, is.
  Snøtypebeskrivelse også (nysnø, omvandlet nysnø, avrundet snø, kantkorn, begerkrystaller, smelteomvandlet snø, fjærformede krystaller (rim), is el. skarelag.
- Sjekk at strålingsmålerene (3stk) er fri for snø (selvsagt viktigst for den som peker oppover).

(Grunnvannsrør - om dere har lyst og tid…):

- Peile grunnvannstand med klukkelodd (ligger i hytta), noter dybden.)

Bambuspinner:

- Mål høyde fra snøoverflate til første tape (til topp av tapen!) på bambuspinnen (m/tommestokk), noter farge på tape.
- Ta snøtetthetsmåling ved første pinne, deretter ved hver 10. pinne + siste pinne (2 x FD, eller 1 x standard rør ved mye vind). Bambus stikkene er fra 2012 sesongen flyttet nærmere forskningsfeltet og første bambuspinne er nesten borte ved hytten øst for forskningsfeltet. Pinnene er merket med nummer**. Noter nummeret!**

Istykkelse Otrøvatn:

- Mål snødybde og ta en snøtetthetsmåling (m/standard rør).
- Noter evt. overvannshøyde, og evt. vannhøyde over isen etter at hullet er boret.
- Mål istykkelse med staven + noter tykkelse av sørpeis og stålis
-

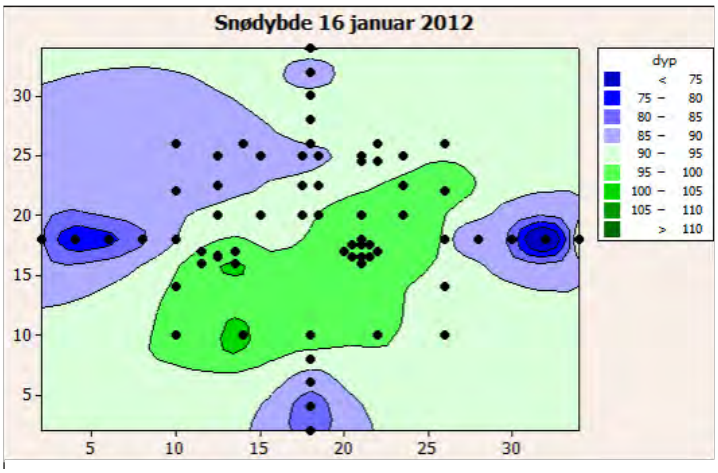
Målestart øverst i venstre hjørne, se figur 1, gå deretter med klokken (også i figur 1). * Mål en armlengdes avstand inn på vekten. ** En sondestang-avstand (2 m) mellom hvert punkt. ^mål ca 5 cm inn på vekten (i hvert hjørne) samt 2 stikk en armlengdes avstand inn på vekten.

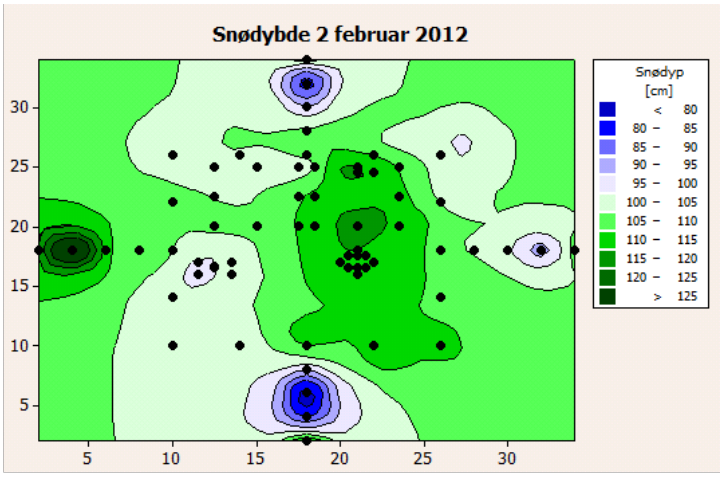
Dato ……..Kontrollorer/Sign:…….

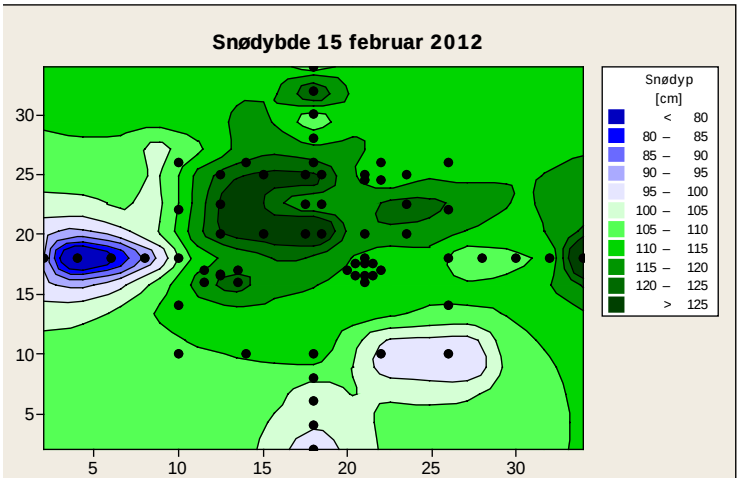
Stikk/Sted [cm]	Utenfor gjerdet RUP	Rund pute NØ	Firekant-puter NV*	Snøvekt SV*	N**	Ø**	S**	V**	Liten vekt PRO^
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									

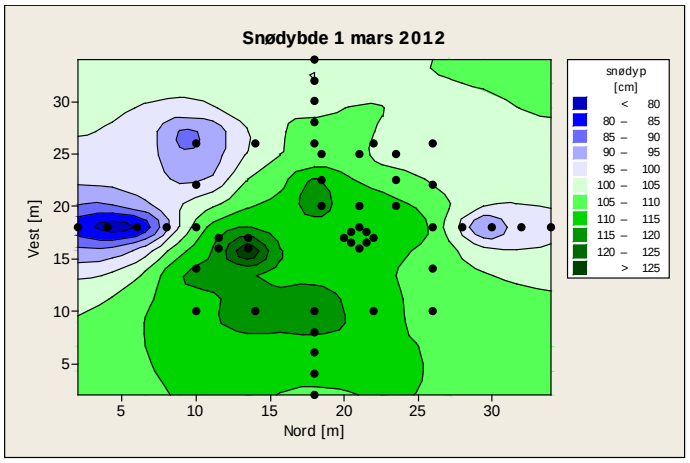
Vedlegg 3

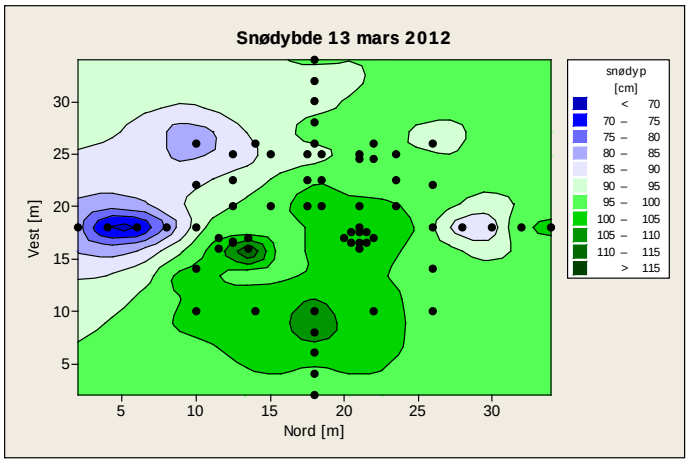
Plott av snødypmålinger på Filefjell sesongen 2011/2012. Merk at legenden i plottet varierer fra plott til plott.

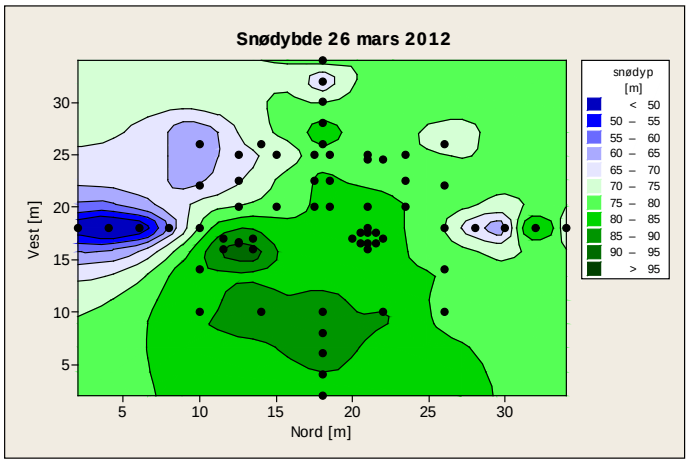


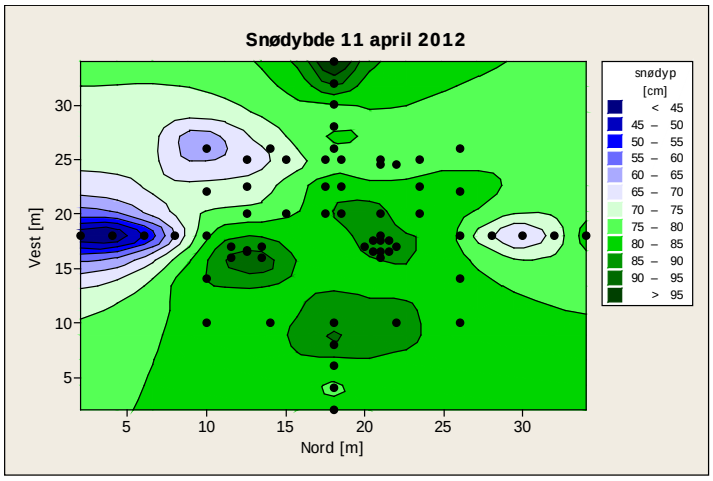


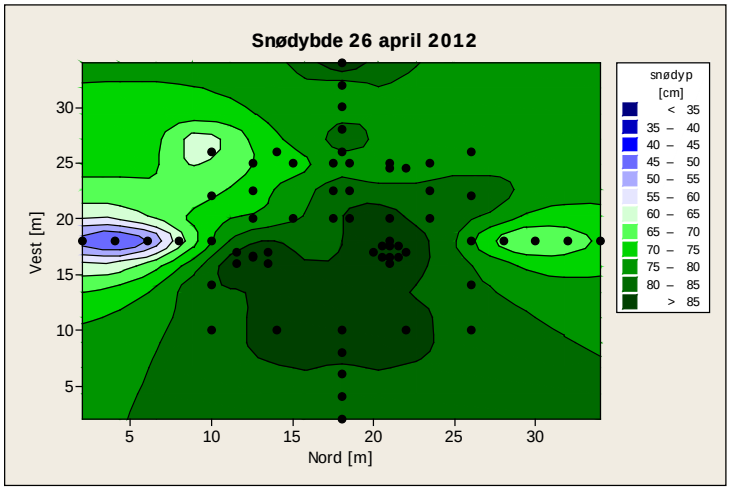


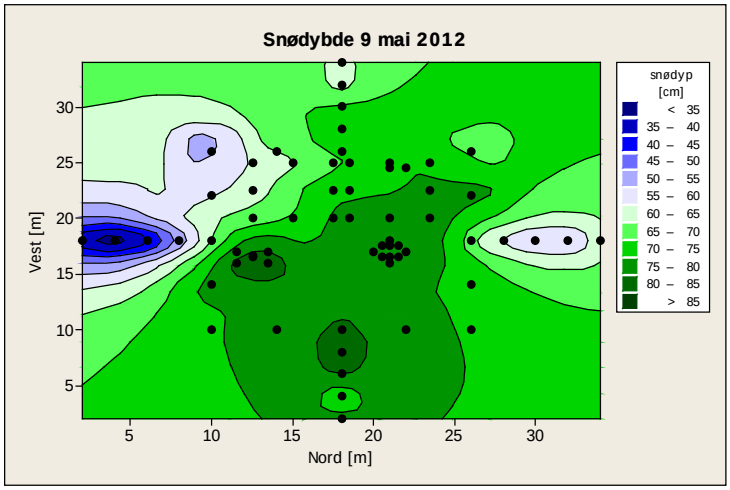

Snødybde 1 mars 2012
Vest [m]
Nord [m]
snødyp
[cm]
< 80
80 – 85
85 – 90
90 – 95
95 – 100
100 – 105
105 – 110
110 – 115
115 – 120
120 – 125
> 125

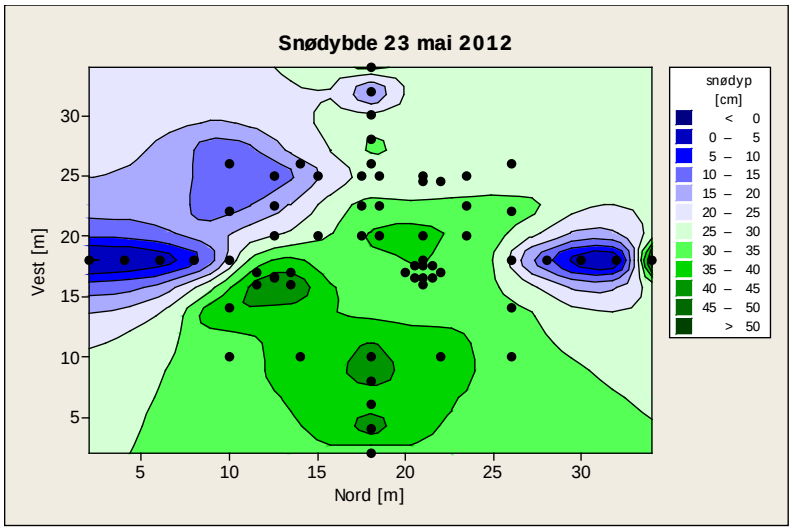

Snødybde 13 mars 2012
Vest [m]
Nord [m]
snødyp
[cm]
< 70
70 – 75
75 – 80
80 – 85
85 – 90
90 – 95
95 – 100
100 – 105
105 – 110
110 – 115
> 115


Snødybde 26 mars 2012
Vest [m]
Nord [m]
snødyp
[m]
< 50
50 – 55
55 – 60
60 – 65
65 – 70
70 – 75
75 – 80
80 – 85
85 – 90
90 – 95
> 95


Snødybde 11 april 2012
Vest [m]
Nord [m]
snødyp
[cm]
< 45
45 – 50
50 – 55
55 – 60
60 – 65
65 – 70
70 – 75
75 – 80
80 – 85
85 – 90
90 – 95
> 95

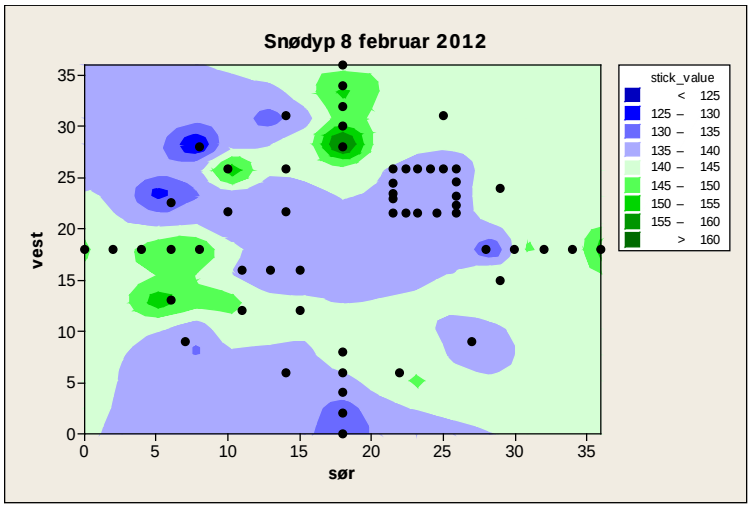

Snødybde 26 april 2012
Vest [m]
Nord [m]
snødyp
[cm]
< 35
35 – 40
40 – 45
45 – 50
50 – 55
55 – 60
60 – 65
65 – 70
70 – 75
75 – 80
80 – 85
> 85

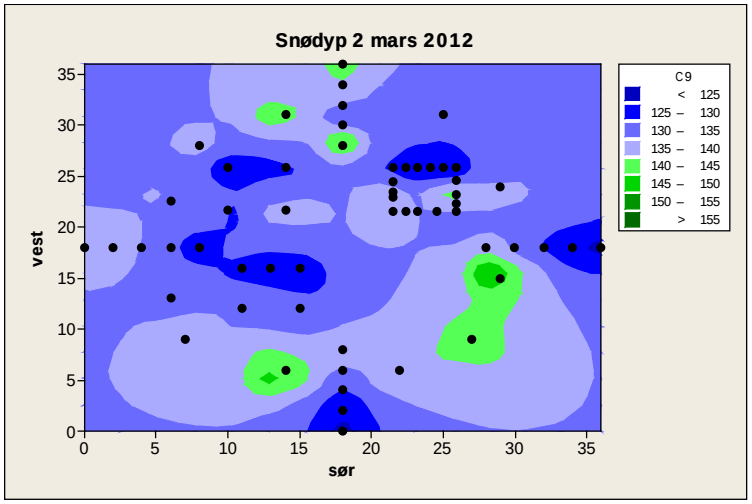

Snødybde 9 mai 2012
Vest [m]
Nord [m]
snødyp
[cm]
< 35
35 – 40
40 – 45
45 – 50
50 – 55
55 – 60
60 – 65
65 – 70
70 – 75
75 – 80
80 – 85
> 85

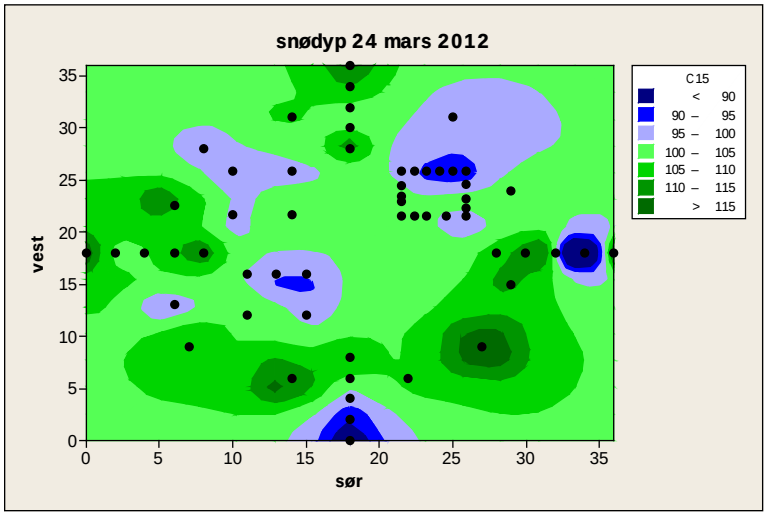

Snødybde 23 mai 2012
Vest [m]
Nord [m]
snødyp
[cm]
< 0
0 – 5
5 – 10
10 – 15
15 – 20
20 – 25
25 – 30
30 – 35
35 – 40
40 – 45
45 – 50
> 50

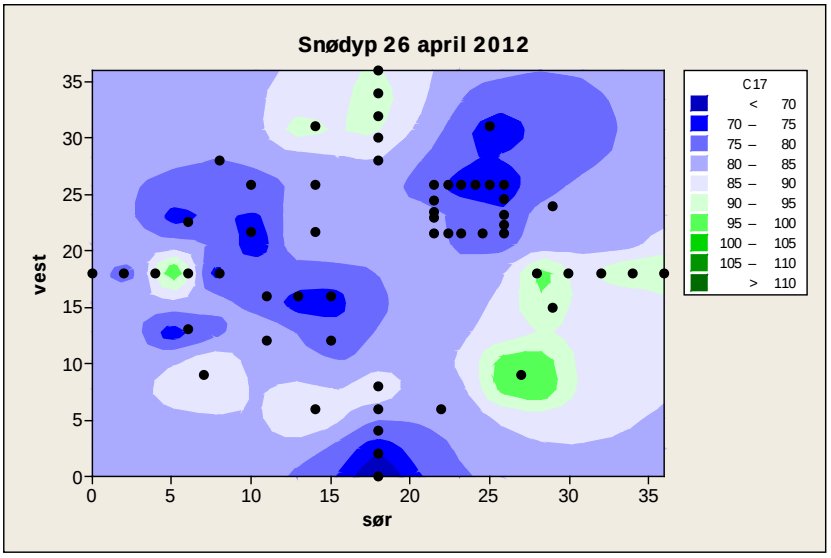
Vedlegg 4

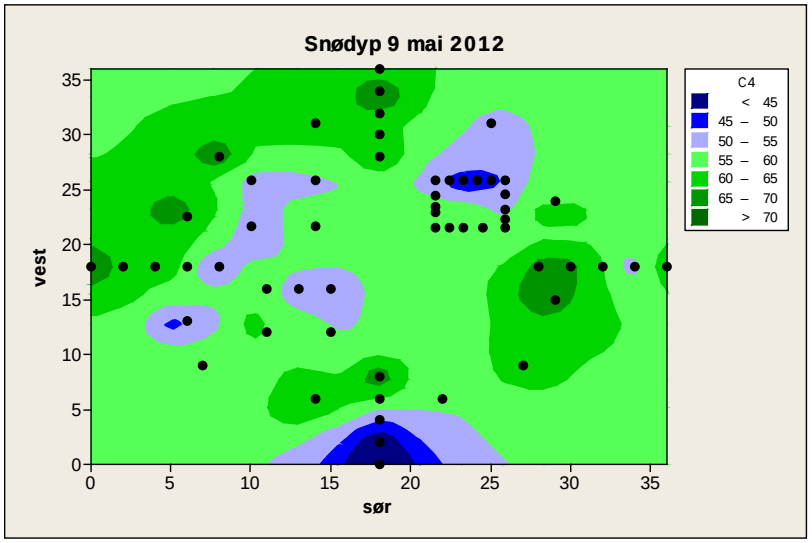
Plott av snødypmålinger på Anestølen sesongen 2011/2012. Merk at legenden i plottet varierer fra plott til plott.








Snødyp 26 april 2012
vest
sør
0
5
10
15
20
25
30
35
C17
< 70
70 – 75
75 – 80
80 – 85
85 – 90
90 – 95
95 – 100
100 – 105
105 – 110
> 110


Snødyp 9 mai 2012
vest
sør
0
5
10
15
20
25
30
35
C4
< 45
45 – 50
50 – 55
55 – 60
60 – 65
65 – 70
> 70

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i Rapportserien i 2013

Nr. 1 Roller i det nasjonale arbeidet med håndtering av naturfarer for tre samarbeidende direktorat
Nr. 2 Norwegian Hydrological Reference Dataset for Climate Change Studies. Anne K. Fleig (Ed.)
Nr. 3 Anlegging av regnbed. En billedkavalkade over 4 anlagte regnbed
Nr. 4 Faresonekart skred Odda kommune
Nr. 5 Faresonekart skred Årdal kommune
Nr. 6 Sammenfatning av planlagte investeringer i sentral- og regionalnettet for perioden 2012-2021
Nr. 7 Vandringshindere i Gaula, Namsen og Stjørdalselva
Nr. 8 Kvartalsrapport for kraftmarknaden. Ellen Skaansar (red.)
Nr. 9 Energibruk i kontorbygg – trender og drivere
Nr. 10 Flomsonekart Delprosjekt Levanger. Kjartan Orvedal, Julio Pereira
Nr. 11 Årsrapport for tilsyn 2012
Nr. 12 Report from field trip, Ethiopia. Preparation for ADCP testing (14-21.08.2012)
Nr. 13 Vindkraft - produksjon i 2012
Nr. 14 Statistikk over nettleie i regional- og distribusjonsnettet 2013. Inger Sætrang
Nr. 15 Klimatilpasning i energiforsyningen- status 2012. Hvor står vi nå?
Nr. 16 Energy consumption 2012. Household energy consumption
Nr. 17 Bioenergipotensialet i industrielt avfall
Nr. 18 Utvikling i nøkkeltall for strømnettselskapene
Nr. 19 NVEs årsmelding
Nr. 20 Oversikt over vedtak og utvalgte saker. Tariffer og vilkår for overføring av kraft i 2012
Nr. 21 Naturfareprosjektet: Delprosjekt Kvikkleire. Utstrekning og utløpsdistanse for kvikkleireskred basert på katalog over skredhendelser i Norge
Nr. 22 Naturfareprosjektet: Delprosjekt Kvikkleire. Forebyggende kartlegging mot skred langs strandsonen i Norge Oppsummering av erfaring og anbefalinger
Nr. 23 Naturfareprosjektet: Delprosjekt Kvikkleire. Nasjonal database for grunnundersøkelser (NADAG) – forundersøkelse
Nr. 24 Flom og skred i Troms juli 2012. Inger Karin Engen, Graziella Devoli, Knut A. Hoseth, Lars-Evan Pettersson
Nr. 25 Capacity Building in Hydrological Services. ADCP and Pressure Sensor Training Ministry of Water and Energy, Ethiopia 20th – 28th February 2013
Nr. 26 Naturfareprosjektet: Delprosjekt Kvikkleire. Vurdering av kartleggingsgrunnlaget for kvikkleire i strandsonen
Nr. 27 Kvartalsrapport for kraftmarknaden. Ellen Skaansar (red.)
Nr. 28 Flomberegninger for Fedaelva, Kvinesdal kommune, Vest-Agder (025.3A1) Per Alve Glad
Nr. 29 Beregning av energitilsig basert på HBV-modeller. Erik Holmquist
Nr. 30 De ustabile fjellsidene i Stampa – Flåm, Aurland kommune Sammenstilling, scenario, risiko og anbefalinger. Lars Harald Blikra
Nr. 31 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 4 Overvåking og varsling Overvåking ved akutte skredhendelser
Nr. 32 Landsomfattende mark- og grunnvannsnett. Drift og formidling 2012. Jonatan Haga
Nr. 33 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire. Saltdiffusjon som grunnforsterking i kvikkleire
Nr. 34 Kostnadseffektivitet i distribusjonsnettet – En studie av referentene i kostnadsnormmodellen
Nr. 35 The unstable phyllitic rocks in Stampa – Flåm, western Norway Compilation, scenarios, risk and recommendations. Lars Harald Blikra
Nr. 36 Flaumsonekart Delprosjekt Årdal i Sogn. Siss-May Edvardsen, Camilla Roald
Nr. 37 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire. Skånsomme installasjonsmetoder for kalksementpeler og bruk av slurry
Nr. 38 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire. Karakterisering av historiske kvikkleireskred og input parametere for Q-BING
Nr. 39 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire. Natural Hazards project: Work Package 6 - Quick clay Characterization of historical quick clay landslides and input parameters for Q-Bing

Rapportserien i 2013 forts.

Nr. 40 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire. Skred ved Døla i Vefsn. Undersøkelse av materialegenskaper

Nr. 41 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire. State-of-the-art: Blokkprøver

Nr. 42 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire. Innspill til "Nasjonal grunnboringsdatabase (NGD) – forundersøkelse"

Nr. 43 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire. Styrkeøkning av rekonsolidert kvikkleire etter skred

Nr. 44 Driften av kraftsystemet 2012. Karstein Brekke (red.)

Nr. 45 Ny forskrift om energimerking av energirelaterte produkter (energimerkeforskriften for produkter) Oppsummering av høringsuttalelser og endelig forskriftstekst

Nr. 46 Natural Hazards project: Work Package 6 - Quick clay. Back-analyses of run-out for Norwegian quick-clay landslides

Nr. 47 Årsrapport for utførte sikrings- og miljøtiltak 2012. Beskrivelse av utførte anlegg

Nr. 48 Norges hydrologiske stasjonsnett. Ann-Live Øye Leine, Elise Trondsen, Lars-Evan Pettersson

Nr. 49 Vannkraftkonsesjoner som kan revideres innen 2022. Nasjonal gjennomgang og forslag til prioritering

Nr. 50 Endring i avregningsforskriften – AMS. Oppsummering av høringsuttalelser og endelig forskriftstekst

Nr. 51 Filefjell og Anestølen forskningsstasjon. Evaluering av måledata for snø, sesongen 2011/2012 Hilde Landrø Fjeldheim, Emma Barfod

Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no