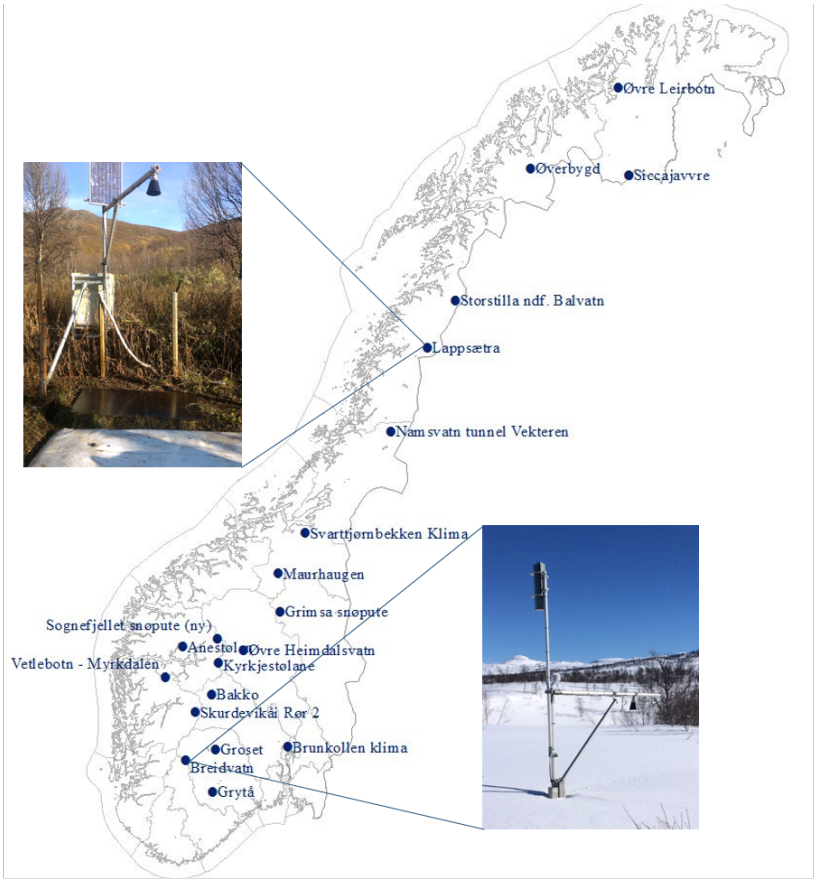
Anbefalingar for NVE sine automatiske snøstasjonar

Heidi Bache Stranden og Bjørg Lirhus Ree

64
2016



RAPPORT

Rapport nr 64-2016
Anbefalingar for NVE sine automatiske snøstasjonar

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør:

Forfattarar: Heidi Bache Stranden og Bjørg Lirhus Ree

Trykk: NVEs hustrykkeri
Opplag: 15
Forsidefoto: Foto: AVAT/NVE og HRB/NVE
ISBN 978-82-410-1517-5
ISSN 1501-2832

Samandrag: I denne rapporten gis det anbefalingar for korleis NVE sitt nettverk av automatiske snøstasjonar bør sjå ut i framtida. Rapporten tek framfor seg kvar og ein av stasjonane og skildrar nåverande instrumentering og kva instrumentering som er ynskeleg i framtida. Det kan fortsatt nyttast snøputer på dei stasjonane kor det har vist seg å fungere godt, men på dei andre stasjonen lyt ein erstatte snøputa med til dømes gammasensor eller snøvekt. På nokre stasjonar kan det òg vere tilstrekkeleg å berre måle snødjup i framtida.

Emneord, nynorsk: snø, snøpute, snøvekt, snøstasjonar, stasjonsnett, gammasensor, anbefalingar, snømålingar

Emneord, bokmål: snø, snøpute, snøvekt, snøstasjoner, stasjonsnett, gammasensor, anbefalinger, snømålinger

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

august 2016

Innhald

Forord **4**

Samandrag **5**

1 Innleiing **6**

1.1 Definisjonar 6
1.2 Generelle føringar 7

2 Anbefaling for enkeltstasjonar **9**

2.1 Austlandet 9
2.36 Øvre Heimdalsvatn 9
2.373 Grimsa 9
8.5 Brunkollen 11
12.142 Bakko 12
15.118.2 Skurdevikåi 13
16.232.14 Groset 14
2.2 Sørlandet 15
19.78 Grytå 15
21.127 Breidvatn 15
2.3 Vestlandet 17
62.42 Vetlebotn – ny stasjon frå 2016 17
73.11 Kyrkjestølane 18
75.93 Sognefjellet – snøpute 19
77.24 Anestølen 20
2.4 Midt-Noreg 21
121.2 Maurhaugen 21
123.93 Svarttjørnbekken 22
139.4 Namsvatn 23
2.5 Nord-Noreg 23
156.63.3 Lappsætra 23
164.12 Storstilla ndf. Balvatn 24
196.47.2 Øverbygd 24
212.23 Siccajavvre 25
213.7 Øvre Leirbotn 25
2.6 Svalbard 25
400.13 Ny-Ålesund 25

3 Konklusjon og oppsummering **27**

4 Referansar **30**

VEDLEGG **32**

Forord

NVE har per i dag eit nettverk av 20 stasjonar der snøen sin vassekvivalent vert målt automatisk. Dei ulike målemetodane har vore gjenstand for fleire analysar dei siste åra, og rapporten «*Recommendations for automatic measurements of snow water equivalent in NVE*» (Stranden m.fl., 2015) gjev anbefalingar på kva type sensor som kan anbefalast under ulike tilhøve. Denne rapporten er òg ein oppfylgjar til rapporten *«Evaluering av NVE sitt snøstasjonsnettverk»* (Ree m.fl., 2010), og hensikta med denne rapporten er å gje ei spesifikk tilråding på kva forbetringar og instrumentering som bør stå på kvar enkelt av stasjonane i NVE sitt stasjonsnett for automatiske snømålingar. Vi er svært takknemlige for den jobben dei ulike observatørane gjer når dei kontrollmåler snømengda på stasjonane våre. Utan gode kontrollmålingar hadde det vore vanskeleg å anbefale ei type sensor framfor ein anna, og den operasjonelle bruken av data frå stasjonane hadde vore hefta med ei større uvisse.

Vi ynsker også å takke Ronny Løland og Elise Trondsen for at dei kvalitetssikra rapporten før den gikk i trykken.

Oslo, august 2016

Morten Johnsrud

Avdelingsdirektør

Rune Engeset

Seksjonssjef

Samandrag

Denne rapporten gjev ei oversikt over kva instrument som bør nyttast på dei ulike målestasjonane for snø i NVE sin stasjonsnett. Rapporten er såleis ei konkretisering av anbefalingsrapporten til Stranden m. fl. (2015) og ein oppfølging til Ree m.fl (2011). Ein *snøstasjon* hjå NVE er ein stasjon der *snøen sin vassekvivalent* og/eller *snødjup* vert målt automatisk og data sendt i sanntid til NVE. Snøen sin vassekvivalent kan registrerast ved blant anna ei *snøpute*, ei *snøvekt* eller ein *gammasensor*. Hjå NVE vert snødjup stort sett registrert med ultralydsensor.

Denne rapporten tek for seg stasjonane enkeltvis og gjev spesifikke anbefalingar for kvar enkelt stasjon. Vi har tatt omsyn til dei fordelane, nytteverdien, ulempene og utfordringane som er knytt til dei ulike instrumenta.

For mange av stasjonane vil ei snøpute framleis vere eit eigna instrument for å måle snøens vassekvivalent. Dette gjeld til dømes snøstasjonen på Bakko, Sognefjellet, Groset og dei fleste snøstasjonane i Nord-Noreg. For nokre andre stasjoner slik som til dømes Brunkollen og Svarttjørnbekken, er det ikkje heilt optimalt med ei snøpute, men det kan, frå eit kost-nytte perspektiv, framleis vera aktuelt å nytta snøpute. Stasjonen på Skurdevikåi er ein av stasjonane det har vore vanskeleg å anbefale noko spesielt vassekvivalentinstrument, då alle dei ulike instrumenta har fordeler og ulemper på stasjonen. Kanskje kan det òg vere slik at berre ei snødjupsensor er ei god nok løysning her.

Det er allereie vurdert som tilstrekkeleg å berre måle snødjup på ei av stasjonane (Øvre Heimdalsvatn), men det er andre stasjonar der det òg bør vurderast om det er tilstrekkeleg å berre måle snødjup. Dette gjeld til dømes nemnte stasjon på Skurdevikåi og i Ny-Ålesund.

På forskingsstasjonane våre, Kyrkjestølane, Anestølen og Svarttjørnbekken, vert snøens vassekvivalent målt med mange ulike instrument. På sikt er det truleg aktuelt å bygge ned desse stasjonane til eit instrument som måler snøens vassekvivalent i tillegg til snødjup.

Det er planlagt og synfara for ein ny stasjon på Vetlebotn i Myrkdalen utanfor Voss og denne vil verta operasjonell frå hausten 2016. Det er framleis ynskeleg å få re-etablert ein stasjon aust i Finnmark. Det er også ynskjeleg å etablere ein vassekvivalentstasjon i Møre og Romsdal, og då gjerne i samlokalisering med andre avdelingar i NVE sine interesser (til dømes fjellskred-seksjonen).

På mange av snøstasjonane vert det tatt regelmessige kontrollmålingar. Dei gjev eit verdifult og viktig bilete av snøtilhøva på stasjonen. Behovet for kontrollmålingar er slått fast i fleire stasjonsnettrapportar dei seinare åra (Petterson, 2003 (red.), Skaugen 2010 (red.) og Ree m.fl., 2011). På nokre av dei stasjonane der det i dag ikkje vert utført regelmessige kontrollmålingar er det ynskjeleg å få utført fleire kontrollmålingar og gjerne også få på plass ein stadeigen observatør.

Snødata vert i dag nytta av fleire fagmiljø i NVE, til dømes i hydrologisk modellering, i varslingstenesta for flaum-, jordskredfare og i snøskredvarslinga. Det er eit ynskje frå desse fagmiljøa at det på fleire stasjonar enn i dag vert gjort målingar av hydrologiske- og meteorologiske parametrar, som stråling, vind, luftfuktighet og snøoverflatetemperatur.

1 Innleiing

NVE sitt stasjonsnett av automatiske snøstasjonar, heretter kalla *snøstasjonsnett* eller berre *snøstasjonar*, har vore gjenstand for fleire studiar og analysar dei seinare åra. Til dømes evaluerte Ree m.fl (2011) stasjonsnettet og gav ei grundig kvalitetsskildring av dei ulike stasjonane og data frå dei. Stranden og Grønsten (2011), Fjeldheim og Barfod (2013) og Stranden og Ree (2014) har skildra tilhøva ved dei to forskingsstasjonane; på Filefjell (73.11 Kyrkjestølane) og i Sogn (77.24 Anestølen). Stranden m.fl. (2014) skildra forholda ved ein stasjon med gammasensor utanfor NVE sitt stasjonsnett, mens alle erfaringane NVE har hatt dei siste åra er samla og forsøkt konkretisert i Stranden m. fl (2015).

Det er tidlegare også gjort vurderingar av korleis NVE sitt nettverk av automatiske snømålingar burde sjå ut. Både Skaugen (red., 2010), Leine m.fl (2013) og Tollan (red., 2004) skildrar NVE sitt hydrologiske stasjonsnett, og gjev blant anna anbefalingar om korleis snøstasjonsnettet burde sjå ut. I åra 1998 – 2006 vart også NVE sitt snøstasjonsnett skildra i fleire rapportar, til dømes Engeset (red., 2000), Seierstad (2006), Sorteberg (1998), Sorteberg (2001).

I denne rapporten tek vi omsyn til anbefalingane og føringane frå Stranden m.fl (2015) og gjer ei spesifikk vurdering av korleis NVE sitt snøstasjonsnett (Figur 1) bør vere i framtida. Rapporten vert såleis ei syntese av evalueringa som vart gjort i 2011 (Ree m. fl, 2011) og dei anbefalingane som er gitt i Stranden m.fl (2015). Rapporten tek også omsyn til dei andre rapportane som er nemnt over. Denne rapporten tek berre før seg NVE sine eigne stasjonar, og skildrar ikkje tilhøvet ved kraftselskapa og regulantane sitt snøstasjonsnettverk. Tilhøva ved stasjoner i NVE sitt nettverk som allereie er lagt ned er også utelatt. I NVE sitt nettverk av urbanstasjonar er det fem snøsmeltekar som registrerar intensiteten av snøsmeltinga. Dei er heller ikkje omtala her, og ein lyt sjå til Dalen m.fl. (2016) for ein grundigare omtale av dei.

Kapittel 1 i denne rapporten skildrar føringane som er nytta i den vidare analysen, mens dei ulike stasjonane er skildra i kapittel 2. Kapittel 3 gjev ei oppsummering og ein konklusjon. Ein tabell som summerer dei ulike anbefalingane er gitt i vedlegg 1.

Vedlegg 2 og 3 gjev ein oversikt over kva som bør gjerast på kort- og lang sikt (vedlegg 2) og ein oversikt over kva dette vil koste dei næraste åra (vedlegg 3). Til hjelp under planlegginga og andre avgjersler kan tabellen som viser dei estimerte kostnadane for kvart enkelt instrument i vedlegg 4 vere til hjelp.

1.1 Definisjonar

Med ein *snøstasjon* meiner vi ein stasjon der snøen sin vassekvivalent vert målt automatisk ved hjelp av snøputer, snøvekt eller ein gammasensor. Stasjonane som er skildra er vist på kartet i Figur 1.

Snøens vassekvivalent er det volumet vatn snøen utgjer når den smelter, og ein kan rekne ut snøens vassekvivalent frå anten å kombinere målingar av snødjup og snøens tettleik, eller ved hjelp av ulike sensorar som måler trykk eller vekt. Nokre typar sensorar, som til dømes ein gammastrålingsmålar (heretter kalla «gammasensor») måler vassekvivalenten indirekte ved å sjå på dempinga av strålinga gjennom snøen.

1.2 Generelle føringar

Stranden m.fl. (2015) skildrar dei ulike instrumenttypane som vert nytta hjå NVE; snøputer, snøvekt og gammasensor, då helst i kombinasjon med ein snødjupsensor. Dei ulike instrumenttypane har ulike fordeler og ulemper, og vi viser til Stranden m.fl. (2015) for meir informasjon.

Føringar vi har lagt til grunn i denne rapporten er som følger.

1. Der ei *snøpute* har fungert godt er det inga grunn til å ikkje fortsette med snøpute.
2. Der ein ser at ei *snøpute* ikkje er optimalt bør anna instrumentering setjast opp.

   Unntak 1): der kor ei NVE1997-pute fylt med etanol ikkje har fungert optimalt, kan ein vurdera å montera ei NVE2010-pute med glykol. Erfaring viser at NVE 2010 puter fylt med glykol fungerer betre enn små NVE1997- puter med etanol (Ree m.fl., 2011, Stranden og Grønsten, 2011 og Stranden m.fl. 2015). Store puter er mindre påverka av lagdeling i snøen enn små puter.

   Unntak 2): På enkelte stasjonar kan det vere aktuelt å fortsetja med ei snøpute instrumentering ut frå ei kost-nytte vurdering. Installasjonskostnadane ved gammasensor og snøvekt er større enn ved snøpute. Mange av lokalitetane har ikkje tilgang til fast straum for gammasensor, eller dei ligg for utilgjengeleg til at snøvekt kan monterast. Det kan difor vera aktuelt å ha ei snøpute sjølv om ein kan tenkja seg at anna instrumentering ville fungera betre.
3. *Gammasensoren*, CS725 frå Campbell Sci., er dyr, men relativt enkel å montere. Sensoren krev derimot faststraum, alternativt vindmølle og solcellepanel.
4. Ein lyt i hovudsak ikkje plassere ut *gammasensorar* der snømengda kan verte større enn 600 mm.
5. *Gammasensoren* er god i vekslande klima.
6. *Gammasensoren* krev vedlikehald hjå Campbell i Canada kvart 7. år.
7. *Snøvekta, Møen2525*, krev omfattande grunnarbeid og er omtrent like dyr som gammasensoren. Men det er ein robust installasjon og den kan for eksempel ikkje punkterast slik som ei snøpute.
8. *Snøvekta* bør nyttast der ein reknar med store snømengder (meir snø enn 600 mm).
9. *Snøvekta* krev ikkje innsending til kalibrering kvart 7. år slik som gammasensoren. Snøvekta må òg kalibrerast, men dette kan skje på staden med bruk av pallekarmar med vatn eller tilsvarande.
10. *Snødjupsensor* skal vera temperaturkorrigert. Det kan vera aktuelt å bruka snødjupsensorar basert på ultralyd eller laser.
11. I skog kan ofte ei s*nøpute* fungera bra. I skogen er snøputa mindre påverka av vind og fokksnø enn ei snøpute på fjellet, og erfaring tilseier også at lagdelinga i snøpakken er mindre markant i skogsområder enn på snaufjellet. I skogen kan det òg vere vanskelig å få ei gammasensor til å fungera tilstrekkeleg sidan registreringane kan verta påverka av stråling frå trea. Blyskjerm må nyttast på ein eventuell gammasensor i skogsområder.

Figur 1. Kart som viser NVE sitt nettverk av snøstasjonar.

2 Anbefaling for enkeltstasjonar

Anbefalingene er sortert etter stasjonsnummer. Stasjonane er òg vist på kart i Figur 1. For ei oppsummering av instrumenteringa, sjå vedlegg 1. Om det der gjort store endringar på stasjonen sidan Ree m.fl. (2011) er det omtala her, for dei andre stasjonane vises det til Ree m.fl. (2011).

2.1 Austlandet

2.36 Øvre Heimdalsvatn

Stasjonen vart etablert som følgje av anbefalingar i Tollan (red., 2004) og Petterson (red., 2003). Det var òg eit ynske frå varslingstenesta for flaum hjå NVE å få etablert ein stasjon som kunne skildra snøtilhøva i eit sentralt høgfjellsområde på Austlandet. Stasjonen er eit ledd i samarbeidet med UiO, der John E. Brittain er involvert frå NVE. Det vert målt fleire andre hydrologiske variablar i nærleiken til stasjonen, til dømes vassføring, nedbør og temperatur.

Snøstasjonen gjev informasjon om snøtilhøva i Sør-Jotunheimen/Valdres og den ligg 1088 moh.

Det har i fleire år vore vanskelig å få ei snøpute til å fungere tilstrekkeleg på stasjonen. Hyppige islag, mykje vind og sporadisk streng kulde er ikkje optimalt klima for ei snøpute. Inntil vidare er det difor bestemt at stasjonen berre skal ha snødjupsensor.

Om det kjem eit særskilt ynskje frå varslingstenesta for flaum og jordskred i NVE eller som eit ledd i eit utvida samarbeide med UiO, kan det vere aktuelt å etablera eit instrument for måling av snøens vassekvivalent. Snøpute har vore nytta tidlegare, men vi vil anbefale gammasensor som framtidig instrumentering, gitt at vindmølle kombinert med solcellepanel kan gi instrumentet tilstrekkeleg med straum. Snøvekt er ikkje aktuelt då ein fyrst må gå eit stykke til fots, for deretter å ta båt over vatnet for å kome til stasjonen. Snøpute er heller ikkje anbefalt då det har vist seg utfordrande å få gode data frå ei snøpute på denne stasjonen. Det er usikkert kor mykje vassekvivalent ein kan venta å finne på stasjonen i eit «normal-år», men snøkarta i www.senorge.no tyder på at «normal» snømengde kan vere mellom 250 og 500 mm. Snødjupet har vore mellom 1,2 og 2 m dei seinaste åra (åra frå 2010 til 2013 har ikkje snødjupdata).

Observatør: Stasjonen har ikkje stadeigen observatør, men John E. Brittain i NVE tek målingar når han er der.

Instrumentering per 1.8.2016: Snødjupsensor (Sommer USH-8)

Anbefalt vidare instrumentering: Snødjupsensor med temperaturkorrigering.

2.373 Grimsa

Stasjonen vart etablert som følgje av anbefalingar i Tollan (red., 2004). Puta gjev informasjon om snøtilhøva i Rondane og lågfjellsområde på indre deler av austlandet og ligg 800 moh.

Hausten 2015 vart det montert ei ny NVE2010-snøpute med størrelse 3,1 x 3,1 m (Figur 2). Puta er fylt med 1425 liter glykol/vatn. Størrelsen til puta vart til ved ein tilfeldighet, og det er ikkje vurdert å auka til tilsvarande storleik på andre puter/stasjonar. Per 1. februar 2016 er det framleis en snødjupsensor utan temperaturkorrigering, Campbell SR50A, på stasjonen.

Sjølv om klima og området den ligg i tilseier at ei snøpute kan fungere, har ikkje datakvaliteten frå 2007 til 2015 vore optimal. Kontrollmålingane har òg vist seg å variere mykje frå det snøputa registrerar, og det er difor ekstra utfordrande å kontrollere data. Dei mange åra med dropp og sprang i data kan skuldast at det frå 2007 til 2015 var ei NVE1997 pute med etanol på stasjonen. Ree m.fl. (2011) viser til at dropp og sprang og dårlege data lettare oppstår ved bruk av ei NVE1997-pute, og vi trur at datakvaliteten vil verte betre med den nye NVE2010-puta.

Det er førebels ikkje rekna statistikk på verken gjennomsnittleg snømengde eller maksimal snømengde sidan det har vært nokre utfordringar med datakvaliteten frå snøputa. Blant anna er det store sprang i data ved snømaksimum kvart år. Det kan anten vere at snømengda fram til spranget er underestimert og at spranget såleis syner den korrekte verdien ved at det til dømes er skarelag som brister. Det kan også vere at spranga ikkje er korrekte og berre eit resultat av nokre spenningar eller liknande i snøen. I 2013, som i fylgje snøkarta på www.senorge.no var eit «normal-år», kan snømaksimum difor være alt mellom 120 mm til 185 mm.

Observatør: Stasjonen har stadeigen observatør, Egil Holen (tlf.: 482 69 514)

Instrumentering per 1.8.2016: Ei stor (3,1 x 3,1 m) NVE2010-snøpute og SR50A Campbell snødjupsensor (Figur 2).

Anbefalt vidare instrumentering: Snøpute NVE2010 og snødjupsensor med temperaturkorrigering. Snødjupsensoren har ein del støy og må skiftast til ein med temperaturkorrigering.

Figur 2. Hausten 2015 vart det montert ei ny stor NVE2010-pute på Grimsa. Merk at puta vart fylt med meir væske etter at biletet ble tatt. Foto: RSOL/NVE

8.5 Brunkollen

Snøputa på Brunkollen vart oppretta i 1983. Dataserien frå denne stasjonen er difor lang nok til å til dømes verta brukt i klimastudiar. Stasjonen gjev data som skildrar snøtilhøva i bynære område rundt Oslo og ligg 370 moh.. Den kan gje verdifull informasjon om snøtilhøva for eksempel i år med mykje snø og potensiell flaumfare frå Oslomarka. Stasjonen vert også sporadisk nytta til studieturar frå UiO. I eit «normal-år» er det kring 200 mm vassekvivalent på stasjonen, men nokre sesongar tidleg på 1990-talet var det registrert meir enn 400 mm vassekvivalent.

Ut i frå blant anna klimaet puta ligg i skulle ein tru at dette er ein stasjon der ei snøpute ikkje ville fungere godt nok. Erfaring viser likefullt at puta har gitt gode i data i 75 % av alle åra med data (9 av åra sidan 1983 har ikkje data), og at frå ei kost-nytte vurdering kan ei snøpute framleis kan vere eit tilstrekkelig godt instrument her.

Stranden m. fl. (2015) hevdar at snøputer kan fungera i skogsområder, noko som data frå denne stasjonen også viser. Det som like fullt må gjerast i nær framtid på stasjonen er å fella det store furutreet, samt nokre av grantrea rundt stasjonen. Per i dag er det nesten som greinene frå dei ulike trea veks saman over stasjonen (Figur 3). Dette vil sjølvsagt påverke snøtilhøva på puta, og dersom data frå puta skal nyttast i til dømes klimaendringsstudiar må ein ha i bakhovudet at redusert snømengde ved puta kan skuldast at trea vert større år for år….

Snødjupsensoren er ikkje temperaturkorrigert og har mykje støy. Då stasjonen på Brunkollen stadig vert nytta i hydrologiske analyser og –modellering er det viktig å få skifta denne sensoren til ein temperaturkorrigert sensor.

Observatør: Stasjonen har ikkje eigen observatør. Det bør setjast opp ein plan over stasjonsbesøk utført av personell frå M29, slik at også denne stasjonen blir kontrollmålt, nullstilt m.m.

Instrumentering per 1.8.2016: Snøpute NVE2010 og SR50A Campbell snødjupsensor.

Figur 3. Stasjonen på Brunkollen (markert med gul stjerne) er i ferd med å gro att. Ein lyt felle nokre av dei store trea så snart som mogeleg. Foto: www.norgeskart.no

Anbefalt vidare instrumentering: Snøpute NVE2010 og snødjupsensor med temperaturkorrigering. Snødjupsensoren må skiftast før vinteren 2016/2017, og det må på plass ein plan for kontrollmålingar og stasjonsbesøk. Det store furutreet ved stasjonen, i tillegg til fleire grantre må fellast. Grunneigaren må kontaktast for å få gjort dette.

12.142 Bakko

Stasjonen ligg 1020 moh. og skildrar snøtilhøva i vestlege deler av Hallingdal. God datakvalitet gjennom fleire år gjer at den er ein god indikator på snømengde og flaumfare i regionen. Det er i gjennomsnitt 400 mm vassekvivalent ved snømaksimum, men i 2008 vart det registert heile 745 mm vassekvivalent i slutten av april.

Stasjonen på Bakko vart oppretta i 1998 og snøputa har i dei fleste åra gitt tilstrekkeleg god datakvalitet. Det vart difor avgjort at snøpute var eigna som vidare instrumentering. Stasjonen vart oppgradert i hausten 2015 med ei NVE2010 pute. Den gamle NVE1997 puta hadde eit lokk av finer for å beskytte puta mot avlastning (Ree m.fl., 2011). Dette lokket er også lagt på den nye puta (Figur 4), truleg av «gamal vane».

Observatør: Stasjonen har stadeigen observatør, Alf Waaler (tlf.: 97598287)

Instrumentering per 1.8.2016: Ny snøpute NVE2010 og snødjupsensor Sommer USH-8

Anbefalt vidare instrumentering: Snøpute NVE2010 og snødjupsensor med temperaturkorrigering.

Figur 4. Stasjonen på Bakko fekk ny NVE2010 snøpute hausten 2010. Foto: haso/NVE

15.118.2 Skurdevikåi

Stasjonen ved Skiftesjøen på Hardangervidda vart etablert etter ynskje i Pettersson (red., 2003) og skildrar snøtilhøva i området kring Hardangervidda nord. Den ligg på 1250 moh og er representativ for fleire stader i regionen. Snøstasjonen er lokalisert i nærleiken av målingar av mark- og grunnvatn. Målingane av mark- og grunnvatn er pålagt regulanten i området, mens snømålingane ikkje er pålagte. Det har vore nokre utfordringar knytt til målingar av grunnvatn sidan røyret står i ei myr, og såleis ikkje er så representativt for området rundt (Wang, 2016). Det har difor vore vurdert å leggja ned målingane av grunnvatn. Like fullt oppretthaldast målingane av grunnvatn inntil vidare då dei er viktige med tanke på miljøovervaking; dei har ein lang tidserie og at dei viser god variasjon gjennom året (Wang, 2016). Det er òg under vurdering kor vidt ein skal halde fram med markvassmålingane, og stasjonen krev i tilfelle ei oppgradering av mark- og grunnvassinstrumenta. Ein lyt sjå om oppgradering av desse instrumenta kan skje samstundes med ei eventuell oppgradering av snøinstrumenta.

Som eit resultat av at snøputa vart påverka av snøbrøytinga frå RV 7 over Hardangervidda, vart puta flytta nokre hundre meter lenger vekk frå dei andre instrumenta hausten 2007. Når ein ser på data frå puta er det, uansett flytting eller ei, tydeleg at dette er ein stad kor det ikkje er optimalt å måle snøen sin vassekvivalent ved hjelp av snøpute. Til det er det altfor mykje vind, observerte islag og sporadiske kuldeperiodar og det resulterer i mykje sprang og hopp i data som gjør det vanskeleg å nytte data frå puta. Per dags dato er det ei gamal NVE1997 pute fylt med etanol som er på stasjonen og det *kan* vere at ei NVE2010 pute med glykol ville fungert betre. På grunn av dårleg kvalitet på data er det ikkje rekna ut statistikk på målingane, men det har vore målt over 700 mm vassekvivalent med stor truverdighet i to av årene sidan 2006 (2008 og 2015).

Det er vanskelig å gje klare anbefalingar for kva slags sensor som bør nyttast på Skurdevikåi. Ei NVE2010-pute med glykol *kan* gi betre resultat enn den gamle NVE1997 puta sidan den nyare typen snøpute (NVE2010) generelt har vist seg å fungere langt betre enn NVE1997-puta (Ree m.fl., 2011, Stranden og Grønsten, 2011 og Stranden m.fl. 2015). Likefullt er klimaet på Skurdevikåi prega av mykje vind og sporadisk strenge kuldeperiodar, som generelt gjør det utfordrande å få ei snøpute til å fungere tilstrekkeleg.

Stasjonen har per i dag ikkje faststraum. Dette gjer det meir utfordrande å nytta ein gammasensor, men erfaringar frå blant anna forskingsstasjonen på Filefjell (73.11 Kyrkjestølane, Stranden og Grønsten, 2011) og frå Nepal (Møen, 2016) viser at det er mogeleg å få nok straum om ein kombinerer vindmølle og solcellepanel. Dersom stasjonen skal ha gammasensor bør denne setjast om lag like langt frå vegen som dagens snøpute ligg for å unngå påverknad av snøbrøyting etc. Snødjupsensoren bør i så fall flyttast til same mast. Utfordringar knytt til avstanden til loggerskap, koplingar og dei andre variablane som vert målt på stasjonen (mark- og grunnvatn) må takast omsyn til.

Snøvekt er eit anna alternativ til gammasensor og snøpute. Då stasjonen har utfordringar knytt til vindtransport av snø, og skare- og islag kan det vere at ei vekt ikkje er ideelt (likefullt betre enn ei pute når det gjeld å takle is- og skarelag i snøpakka).

Stasjonen ligg høgt og på ein lokalitet kor det er kan vere ynskeleg å ha målingar av andre klimaparametrar med tanke på både modellering av snø og vatn.

Observatør: Stasjonen har stadeigen observatør, Alf Waaler (tlf.: 97598287)

Instrumentering per 1.8.2016: Snøpute NVE1997 med etanol (frå 2007). Sommer USH-8 snødjupsensor.

Anbefalt vidare instrumentering: Gammasensor er truleg den beste instrumenteringa på denne lokalitet; gitt tilstrekkeleg bakgrunnsstrålinga då snømengda er i grenseland av kva gammasensoren klarer å måle. Ein lyt samkjøre ei eventuell oppgradering av måleinstrument for snøens vassekvivalent med ei eventuell oppgradering av mark- og grunnvassinstrumenta. Det kan òg vere at berre ei snødjupsensor med temperaturkorrigering er godt nok på denne stasjonen.

16.232.14 Groset

Snøputa på Groset ligg 990 moh. og gjev informasjon om snøforholda i strategiske snøområde sør og aust på Hardangervidda. Data frå puta skildrar faren for stor vårflaum i Skiensvassdraget, men kan òg, på grunn av den lange dataserien, vere en indikator på snøtilhøva andre stader på Austlandet. I eit «normal-år» er det kring 300 mm vassekvivalent ved stasjonen, men det har nokre få gongar vert registert meir enn 400 mm vassekvivalent ved stasjonen. Groset er av snøputene som har lengst dataserie (etablert i 1967) og er såleis verdifull til bruk i studiar av alt frå tekniske stasjonsspesifikasjonar til vassbalanse- og klimaendrings-studiar. Snøstasjonen ligg i tilknyting til målingar av avløp, mark- og grunnvann.

Snøputa vart pålagt Øst-Telemarken Brukseierforening i 2001. Pålegget er endeleg, men dei er ikkje pålagt kontrollmålingar. På tross av pålegget er det NVE som eig snøputa og mykje av instrumenteringa rundt. ØTB har ei eigen ScanMatic loggar og måler blant anna temperatur, vind og nedbør.

Det har ikkje vore fast observatør på stasjonen, men Hydro/ØTB gjer snømålingar i nærleiken ein gong i månaden. Ved hovudmålinga tek dei òg målingar av snødjup nokre meter innafor gjerdet, og den målinga kan med fordel nyttas til kvalitetskontroll av data frå puta. Regelmessige kontrollmålingar er viktig for å kunne oppdage feil og ujamne registreringar, noko som igjen vil gjere data frå stasjonen endå meir egna for til dømes klimaendringsstudiar. Frå og med hausten 2016 vil dei sende inn resultat frå denne målinga.

Den temperaturkorrigerte snødjupsensoren fungerer per i dag tilstrekkeleg, men erfaring frå andre stasjonar med tilsvarande sensor produsert i same år er at sensoren eller membranen treng å skiftast ofte. Bjørn Mathisen i Hydro hevder at vaierane som sensoren henger i lett iser ned og drar snødypsensoren nedover gjennom vinteren. Ein bør forlenge galgen sensoren heng til dømes bort til gjerdet for å unngå dette.

Stasjonen har ei lang tidsserie som bør vidareførast og det bør vere eit mål å ha så god kvalitet som mogeleg på data slik at den kan nyttast i til dømes klimaendringsstudiar. Sidan stasjonen eigentleg er pålagt ein regulant, er det viktig å ha ein god dialog med regulanten for å sjå til at kvaliteten på registreringane framleis innehar ein høg kvalitet.

Observatør: Ingen per i dag, men Hydro (ved Bjørn Mathisen, tlf. 48255911) skal sende inn ein snømåling i året.

Instrumentering per 1.8.2016: Snøpute NVE2010 og SR50AT Campbell snødjupsensor.

Anbefalt vidare instrumentering: Snøpute NVE2010 og snødjupsensor med temperaturkorrigering.

2.2 Sørlandet

19.78 Grytå

Snøputa på Grytå er meint å skildre snøtilhøva i «halvhøge», men tidvis snørike områder i indre deler av Telemark. Puta på Grytå erstatta puta på Fjalestad i 2006. Fjalestad-puta låg nokre hundre meter lågare og var langt meir utsett for mildvêr igjennom vinteren enn det puta på Grytå er. I gjennomsnitt har det vore mellom 200 og 300 mm vassekvivalent ved stasjonen kvart år, men i 2014 vart det registrert heile 600 mm.

Grytå ligg 636 meter over havet i eit klima som kan gi «snøpute-traume», men den har, tross alt, klart å måle nesten 600 mm med truverdige data. Andre sesongar har vært noko meir dropp og sprang i data. Det har også vore utfordringar knytt til dataoverføringa frå stasjonen. Det er ikkje mobildekning i området, så dataoverføring skjer via satellitt. Nytt modem frå 2016 forventar å betre dataoverføringa. Instrumenta for måling snø står i tilknyting til ein avløpsstasjon med felles loggar og modem.

Dersom stasjonen hadde hatt faststraum hadde gammasensor vore anbefalt instrumentering. Ei snøvekt verkar noko omstendeleg å plassere på stasjonen, men er eit alternativt dersom ein ser at snøputa ikkje gjev gode nok data. Per i dag er det ei NVE1997-pute fylt med glykol på stasjonen, og ei større pute (NVE2010) med glykol vil truleg gje meir truverdige data. Stasjonen er blant dei stasjonane kor det kan vere aktuelt å framleis ha ein snøpute, sjølv om den år om anna ikkje gjev truverdige data. For Grytå sin del kan ein også vurdere om det er tilstrekkeleg å berre måle snødjup.

Observatør: Ingen per i dag.

Instrumentering per 1.8.2016: Snøpute NVE1997 fylt med glykol og SR50 Campbell snødjupsensor.

Anbefalt vidare instrumentering: Ut i frå ei kost-nytte vurdering gjev ei snøpute tilstrekkeleg gode data. Det kan vurderast å berre måle snødjup, og snødjupsensoren har mykje støy og bør oppgraderast til ein sensor med temperaturkorrigering. Ein bør få re-etablert ei avtale med ein observatør i området.

21.127 Breidvatn

Stasjonen ligg 860 moh. og er viktig for å gje eit bilete av snøtilhøva i til dømes øvre del av Otra. Data frå stasjonen var eksempelvis viktige under ekstremvêret Synne hausten 2015 og for å ha oversikt over snøsmeltinga og potensiell flaumfare under den langvarige snøsmeltinga våren 2015. Der stasjonen ligg er det nok mest påverka av vêr frå vest eller sørvest, men ein skal ikkje langt mot aust og sør før sør- og austavêret er dominerande.

Hausten 2014 vart det re-etablert instrumentering for snøens vassekvivalent på Breidvatn med ein gammasensor CS725 frå Campbell. Fram til 2011 var det ei snøpute på stasjonen, men den gav sjeldan gode data. Stasjonen var eit «skrekkens eksempel» på kor dårleg data ei snøpute kan gi, og me trur det skuldast klimatiske faktorar som gjev stor lagdeling av snøpakken.

Stasjonen er godt eigna for gammasensor all den tid vi kan hente fast-straum av Agder Energi. Det er ganske låg naturlig bakgrunnsstråling i området, så gammasensoren har truleg ei øvre grense på ~500 mm vassekvivalent. I Stranden m. fl (2014) er ei av konklusjonane at ein gammasensor framleis kan vere eit godt instrument dersom ein har gode manuelle observasjonar i den perioden der det er meir snø enn det sensoren klarer å måle. I snørike år er ein difor avhengige at det vert tatt regelmessige kontrollmålingar av snøens djup og -vassekvivalent ved stasjonen. Sidan snøputa hadde problem med å fungera skikkeleg og sidan gammasensoren bare har vore på staden i nokre få sesongar, er det ikkje laga statistikk som syner kva snømengde ein kan forvente i et «normal-år». Like fullt er det mykje som tydar på at 2016 var et år kor snømengda var omtrent på det jamne, og det er derfor truleg at «normal» snømengde er kring 400-500 mm vassekvivalent.

Det er temperaturkorrigert snødjupsensor på stasjonen.

Observatør: Vinteren 2016 vart ein stadeigen observatør lært opp (Ragnhild Bjåen, tlf. 971 55 908).

Instrumentering per 1.8.2016: Gammasensor CS725 frå Campbell og SR50AT Campbell snødjupsensor (Figur 5).

Anbefalt vidare instrumentering: Gammasensor og snødjupsensor med temperatur-korrigering. Ein er avhengig av observatør for å kunne få eit godt bilete av snøtilhøva når det vert meir enn ~500 mm vassekvivalent.

Figur 5. Snøstasjonen på 21.127 Breidvatn. Gammasensoren heng på venstre side av masta, mens snødjupsensoren heng på galgen til høgre. Bilete er tatt mot nordaust. Foto: HRB/NVE

2.3 Vestlandet

62.42 Vetlebotn – ny stasjon frå 2016

Ein snøstasjon i tilknyting til MET sin stasjon i Myrkdalen-Vetlebotn (stasjonsnummer MET: 51990) skal etablerast i 2016. Synfaringar er allereie utført, og etablering av stasjonen er avklart med blant anna kommunen, involverte grunneigarar og MET. Stasjonen er planlagt intrumentert med ei snøvekt Møen2525 og temperaturkorrigert snødjupsensor, samt sensorar som registrerar vind, stråling og snøoverflatetemperatur. Vetlebotn ligg 700 moh. og formålet med stasjonen er å få ei oversikt over snøtilhøva i nedbørrike vestlandsområder. Tilgang til ein stasjon i nesten same området gjennom eit tidlegare samarbeidsprosjekt med Statkraft (Stranden m.fl., 2014), viste at kunnskap om snøtilhøva i nedbørrike områder på Vestlandet er svært viktig for å skildre til dømes flaumfara på Vestlandet. Det gjaldt særskilt under den langvarige snøsmeltinga etter den snørike vinteren 2014/2015. Leine m.fl. (2013) stadfestar også nytta av ein slik stasjon på Vestlandet (sitat):

«*Resultatene fra snøforskningsstasjonene har vist at gammastrålingsmålere og store snøvekter fungerer godt, også i områder hvor snøputer ikke fungerer. Det bør prioriteres bygging av flere nye stasjoner med denne typen instrumentering i områder på Vestlandet hvor det i dag ikke gjøres automatiske snømålinger*.»

Vi trur at ei snøvekt er det beste instrumentet for å måle snømengdene på denne stasjonen. Myrkdalen og Vetlebotn går for å vere snørike stader, og vinteren 2015 vart det målt opp mot 3 m snø ved MET sin snødjupsensor, mens det vinteren 2016 vart registrert 2,3 m snø på det meste. Dette utgjer 800-1200 mm vassekvivalent, og er langt over det som kan registrerast med ein gammasensor. Sidan snøvekt førebels berre et nytta på Filefjell, med maks 500 mm vassekvivalent og på Anestølen med kring 400 mm vassekvivalent på det meste, er ei etablering av ei snøvekt i Vetlebotn også eit godt høve til å sjå på korleis snøvekta taklar store snømengder i eit klima der ein kan forventa lagdeling i snøpakken. Basert på dei erfaringane vi har frå snøputer på Vestlandet (Stranden m.fl., 2014, Ree m.fl., 2011) er ikkje ei snøpute eit optimalt instrument på denne stasjonen.

Figur 6. MET sin stasjon på Vetlebotn. Snøvekta er tenkt plassert til høgre for masta midt i bilete. Foto: BLI/NVE

MET stasjonen i Vetlebotn vart etablert i forbindelse med snøskredvarslinga, og for at stasjonen også skal vere verdifull for andre snøfaglige miljø i NVE er det eit ynske at det samstundes vert montert sensorar som kan måle stråling, vind og snøoverflatetemperatur. Sistnemnte er blant anna ein verdifull parameter for snøskredvarslinga, mens dei to første parametrane er verdifulle i blant anna hydrologisk modellering.

Observatør: Observatørar i skisenteret er aktuelle som stadeigne observatørar.

Instrumentering per 1.8.2016: Ingen. MET måler nedbør, relativ luftfuktighet, snødjup og temperatur (Figur 6). På stasjonen Myrkdalen-Ondrahaugen (850 moh.) måler MET vind.

Anbefalt vidare instrumentering: snøvekt Møen2525, snødjupsensor med temperaturkorrigering, stråling og vind, samt snøoverflatetemperatursensor.

73.11 Kyrkjestølane

I 2009 vart stasjonen på Kyrkjestølane oppgradert til forskingsfelt på snø, og etter dette har snøen blitt målt ved hjelp av mange ulike instrument på stasjonen. Målingane ved stasjonen gir informasjon om snøtilhøva i høgfjellet, og data frå stasjonen vert nyttas årleg for å skildra vårflaumpotensialet. Det har òg vore gjort målingar av til dømes snøsmelteintensitet på stasjonen noko som er viktig i til dømes varslinga av vårflaum og i hydrologisk modellering. I eit «normal-år» er det kring 300 mm snø der, og stasjonen vert stort sett snøfri i løpet av mai.

Det har vore nytta både ulike snøputer, ulike snøvekter, gammasensor og manuelle målingar for å måle snøtilhøva på stasjonen. Data frå stasjonen er skildra i mange ulike rapportar, til dømes Stranden og Grønsten (2001), Fjeldheim og Barfod (2013) og Stranden og Ree (2014). Stasjonen vart oppretta i 1967 i forbindelse med den Internasjonale Hydrologisk Dekade, som var ei tidsavgrensa auke i satsinga på hydrologisk forsking. Sidan stasjonen har eksistert så lenge, er data frå stasjonen veleigna i til dømes klimaendringsstudiar. Data frå stasjonen har gitt oss verdifull kunnskap om ulike intrumentar og korleis ein kan måle snøen automatisk på best mogeleg måte. Stasjonen ligg på vêrskillet mellom aust og vest, og sjølv om det ofte er stabile vintrar i den høgda (950 moh), er ikkje islag og skarelag over snøputene eit heilt ukjent fenomen.

Vassføringsstasjonen 73.27 Sula ligg berre 1 km unna og MET har ein meteorologisk stasjon med måling av snødjup, temperatur vind og nedbør få meter frå stasjonen vår.

I fleire år har Statens Vegvesen nytta området mellom stasjonen og vegen til massedeponi i forbindelse med bygging av ny E 16 i tunell frå Tyin til Kyrkjestølane. Både MET og NVE fikk uttale seg i forkant (sjå vedlegg 1 i Fjeldheim og Barfod, 2013), og vi trur ikkje deponiet påverkar målingane vesentleg. Unntaket er snøtilhøva langs «bambus-strekket».

Data frå forskingsstasjonen vert nytta av fleire ulike fagmiljø, både ekstern og internt og målingar av både snø- og klimavariable på stasjonen bør vidareførast. Data frå stasjonen er tidelegare nytta i energibalansemodellering (sjå til dømes Skaugen and Saloranta, 2015), ismodellering (Ekker, 2016), modellering av snøsmelting (Skaugen and Weltzien, 2016, Skaugen and Randen, 2013) og fleire masteroppgåver (Weltzien, 2015 og Tvedalen, 2015).

Det er likevel ikkje naudsynt med meir enn ein installasjon for måling av snøens vassekvivalent. Bortsett frå gammasensoren er ikkje dei andre vassekvivalentinstrumenta særleg flyttbare, så vi anbefaler at dei får stå til levetida er nådd.

Gammasensoren kan relativt enkelt flyttast til ein anna stad, og sidan den har vore i drift sidan 2010 vil det vere mest aktuelt å flytta denne samstundes med at den er inne til vedlikehald hjå Campbell (som skal skje kvart sjuande år).

Både MET og NVE måler både nedbør, temperatur, vind og snødjup ved stasjonen. Om dette kan samkøyrast i større grad kan vere mogeleg, men data frå MET sin snødjupsensor er noko meir påverka av vind, slik at NVE sin sensor har ein betre plassering. Nedbør vert registrert i same bøtte, og om NVE sin sensor fell frå, er det tilstrekkeleg med MET sin nedbørsensor.

Dei manuelle snømålingane langs det 420 meter lange snøstrekket («bambus-strekket») bør avsluttast i si noverande form etter sesongen 2015/2016. Per i dag manglar fleire punkt langs strekket, og det må gjerast fleire utbetringar om målingane skal halde fram. Vegarbeid i området påverkar målingane, og vi anbefaler at målingane langs strekket avsluttast, men at dei kan tas opp igjen når vegarbeidet vert avslutta hausten 2017. Målingane har blant anna vorte nytta i hydrologisk modellering, sjå Skaugen and Weltzien (2016), Skaugen and Randen (2013) og Weltzien (2015).

Observatør: Det er stadeigen observatør på stasjonen (Leif Øyvind Solemsli, tlf. 92219444) som per i dag også er observatør for snøskredvarslinga og isvarslinga.

Instrumentering per 1.8.2016: Forskingsfelt. Blant anna fem snøputer, snøvekt Møen2525, gammasensor CS725 frå Campbell og snødjupsensor SR50AT frå Campbell. I tillegg vert det målt snødjup og vassekvivalent manuelt langs eit 420 m langt strekk. Stasjonen har også instrument for måling av grunnvasstand og markvassinnhald og diverse klimaparameter, deriblant stråling og vind.

Anbefalt vidare instrumentering: Klimaparameter (stråling, vind, nedbør og temperatur), ein vassekvivalent sensor (truleg snøvekt) og temperaturkorrigert snødjupsensor. Frå dei som driv med snøskredvarsling og hydrologisk modellering er det også eit ynskje om ein sensor som måler snøoverflatetemperatur. Stasjonen har faststraum og det gjer stasjonen veleigna for testing av snødjupsensor med laser frå f.eks. JenOptik. Snøvekta bør kalibrerast med jamne mellomrom for å sjekke at den viser korrekt (bør skje i 2016).

75.93 Sognefjellet – snøpute

75.93 Sognefjellet snøpute tok over for 2.382 Sognefjellshytta i 2010. Den gamle snøputa låg rett sør for parkeringsplass vest for Sognefjellshytta, medan den nye puta ligg på andre sida av Sognefjellsvegen nordaust for Sognefjellshytta. Stasjonen vart flytta ca. 220 m. Puta ligg i høgfjellsterreng, 1440 moh og gjev eit verdifult bilete av snøtilhøva i høgfjellet under smeltesesongen. Blant anna var data frå puta verdifull under snøsmeltinga sommaren 2015. Truleg er det i snitt kring 600 mm snø der i eit «normal-år», men puta har berre vore i drift i seks sesongar på denne stasjonen, så anslaget er noko usikkert. I 2012 og 2015, som var snørike år, vart det målt opp mot 900- 1000 mm vassekvivalent på snøputa.

Lom fjellstyre har i mange år tatt verdifulle og pålitelege kontrollmålingar på stasjonen. Det er takka vere kontrollmålingane at vi kan stadfeste at snøputa har registrert så mykje snø som 1000 mm med stor truverdighet. Observatørkontrakta vart fornya vinteren 2016.

All den tid ei snøpute gjev data med høveleg god kvalitet kan ein fortsetja å ha snøpute på stasjonen.

Data frå snødjupsensoren blir blant anna nytta i snøskredvarslinga, og MET sin stasjon ved Sognefjellshytta skal etter planen få ei GeoNor nedbør-bøtte sommaren 2016 (Orset, 2016). MET sin stasjon er tilknytt faststraum, og det kan vere mogeleg å få knytt NVE stasjonen opp på straumnettet om det er behov for det (Orset, 2016).

Stasjonen står høgt til fjells og det hadde difor vore særdeles nyttig for både snøskredvarslinga og generelt i hydrologisk modellering å ha sensorar for måling av snøoverflatetemperatur og stråling på staden. Pr i dag har stasjonen berre ein «*Frog- loggar*», og dersom ein skal leggja til mange fleire parameter må ein vurdera å skifta loggar. Eit alternativ er å kopla dei mot MET sin loggar ved Sognefjellshytta.

Observatør: Lom Fjellsttyre, ved Odd Repp (tlf.: 91697613)

Instrumentering per 1.8.2016: Snøpute NVE2010 og SR50AT Campbell snødjupsensor.

Anbefalt vidare instrumentering: Snøpute NVE2010 og snødjupsensor med temperaturkorrigering Sensorar som måler stråling og snøoverflatetemperatur.

77.24 Anestølen

77.24 Anestølen er eit av tre forskingsfelt på snø. I tillegg er stasjonen på Anestølen ein viktig stasjon i snøskredvarslinga og i jordskredforskinga. Stasjonen vart oppretta i 2011, og har gitt oss verdifull erfaring med tanke på korleis det mest optimale instrumentet for måling av snøens vassekvivalent bør sjå ut. Data frå stasjonen skildrar snøtilhøva i låglandet (450 moh.) og resultata har vore viktig for å sjå korleis dei ulike instrumenta oppfører seg i eit relativt mildt og ustabilt vestlandsklima. Data frå stasjonen er også viktig for å skildre til dømes flaumfara i år med mykje snø, slik som sesongen 2014/2015. I gjennomsnitt har det vore mellom 400 og 500 mm vassekvivalent i stasjonen alle de åra stasjonen har vore i drift. Maksimalt har det vore registert mellom 600 og 700 mm vassekvivalent. Sjå til dømes Fjeldheim og Barfod (2013) og Stranden og Ree (2014) for meir informasjon om stasjonen.

Snøvekta på Anestølen har eit toppdekke av tette bølgjeblekkplater. Desse er ikkje permeable, og blant anna Johnsen m fl. (2015) hevdar at det er ein stor fordel om vekta er permeabel. Når overflata på snøvekta er permeabel blir mikroklima kring vekta meir lik det som er i terrenget rundt.

Observatør: Det er stadeigen observatør til stasjonen (Ottar Husum, tlf.: 959 65 616). Vinterstid kan det vere rasfarleg i området, og kontrollmålingane vert ikkje tatt like ofte som ved andre stasjonar.

Instrumentering per 1.8.2016: Forskingsfelt. Blant anna ei NVE2010 snøpute, snøvekt Møen2525, gammasensor CS725 frå Campbell, SR50AT Campbell snødjupsensor og diverse klimaparameter (relativ luftfuktighet, lufttrykk, vind, nedbør og lufttemperatur). I området er det og målingar av grunnvasstand og markvassinnhald

Anbefalt vidare instrumentering: Klimaparameterar (relativ luftfuktighet, lufttrykk, vind, nedbør og lufttemperatur), ei vassekvivalent sensor (truleg snøvekt) og temperaturkorrigert snødjupsensor. Stasjonen har faststraum og det gjer stasjonen veleigna for testing av snødjupsensor med laser frå til dømes JenOptik. Toppdekket på snøvekta bør gjerast permeabelt.

2.4 Midt-Noreg

121.2 Maurhaugen

Stasjonen på Maurhaugen vart etablert i 1999 og ligg på 660 moh. 10 km nordaust for Oppdal i nedbørfeltet til Driva. Det er usikkert kor representativ stasjonen er for området rundt. Dei siste tre vintrane har det vore lite snø i regionen (< 100 mm på snøputa) og data frå stasjonen har då ikkje vore så interessante i forhold til f.eks. flaumvarsling. I gjennomsnitt er det ikkje meir enn 170 mm snø ved snømaksimum. Dette kan anten skuldas snøfattige vintre, at puta ikkje er særskilt representativ for området rundt eller ein kombinasjon av desse. Snøkarta på www.senorge.no viser at det har vore fleire snøfattige vintre dei seinare åra, men vinteren 2007/2008 er til dømes en vinter med mykje snø i karta, mens data frå snøputa ikkje tyder på ein like snørik vinter. Stasjonen ligg sørvendt til, og det har vist seg at dei sørvendte liene på Oppdal fortare vert snøfrie enn områda rundt.

Fram til 2015 har det vore ei NVE1997-pute på stasjonen. Hausten 2015 vart denne puta bytta ut med ei NVE2010 pute (Figur 7). Det vart òg satt opp USH-8 snødjupsensor frå Sommer.

Ut frå ei kost- nytte – vurdering har ein vald å fortsetja med snøpute på denne lokaliteten. Ein antek også at ei NVE2010 pute med glykol gjev data av betre kvalitet enn ei NVE1997 pute med etanol (Ree m.fl. 2011). Klimatisk er gammasensor kanskje det best eigna instrumentet her, men då det ikkje er faststraum frå stasjonen har ikkje dette vorte vurdert som aktuelt.

Stasjonen skildrar snøtilhøva i Drivas nedbørfelt, og er per i dag den einaste stasjonen som skildrar snøtilhøva langs eit vassdrag som renn ut i Møre og Romsdal. Også Driva har vist seg å vere flaumutsett når det er store vårflaumar på Austlandet, og eit bilete av snøtilhøva i Drivas nedbørfelt er difor verdifullt. Data frå stasjonen kan også gje eit bilete av kor mykje snø det ligg omtrent i same høgde i Orkla og Gaulas nedbørfelt, men det er generelt vesentleg tørrare på 600 moh ved Oppdal enn på 600 moh lenger nord.

Figur 7. Stasjonen på Maurhaugen etter oppgraderinga november 2015. Foto: BLI/NVE

Observatør: Per i dag er det ikkje stadeigen observatør på stasjonen, og tilsyn og kontroll-målingar vert gjort av felthydrologar i området.

Instrumentering per 1.8.2016: Snøpute NVE2010 og Sommer USH-8.

Anbefalt vidare instrumentering: Snøpute NVE2010 og snødjupsensor med temperatur-korrigering. Det er ynskjeleg å få observatør til stasjonen.

123.93 Svarttjørnbekken

Sidan 1970 har det vorte målt snø med snøpute på denne lokaliteten, og dei fyrste målingane av hydrologien i feltet byrja under den Internasjonale Hydrologiske Dekade (1965-1974). Data frå stasjonen er difor veleigna til bruk i studiar av klimaendringar og endring i snøtilhøva over tid. Like fullt har ikkje data frå stasjonen vore så interessant dei seinare åra på grunn av lite snø i området.

I eit endra klima er det venta at vinterflaumar vil opptre oftare og då vil det vere endå meir viktig med snøstasjoner som fortel noko om snøtilhøva gjennom vinteren. Under flaumen i Trøndelag januar 2006 var det dessverre ingen av instrumenta som fungerte tilstrekkeleg, men om dei hadde det kunne ein ha rekna på til dømes smelteratar og graddagsfaktorar, slik det vert gjort i Mørk (1990) og Mørk (1989). Om det i framtida vil oppstå nye kraftige smeltehendingar midtvinters er det være naudsynt å ha stasjoner og instrument som kan skildre snø- og flaumtilhøva.

Det har vore nytta ulike typar snøputer på stasjonen, og stasjonen er drifta som eit samarbeidsprosjekt med NTNU. Per i dag er det framleis fleire ulike snøputer på stasjonen , og den store, gamle NTNU-puta av neopren med metall-hatt som vart installert for over 40 år sidan er framleis i drift. Berre flottøren er skifta ut med ein Orpheus mini. Sjå Ree m.fl. (2011) for utfyllande informasjon om stasjonen. I arkivet hjå NVE ligg det også ulike skildringar av snøtilhøva i nedbørfeltet kring stasjonen. Tilhøva i Sagelva forsøksfelt, som denne stasjonen er ein del av, er òg skildra i fleire NTNU-rapportar. I 2015 vart det gjort en stor jobb med å oppgradere instrumentskapet og koplingane på stasjonen.

Stasjonen ligg på 285 moh. og klimaet vekslar mellom kyst og innlandsklima, noko som kan gjera det utfordrande å måle snø med snøpute. Alle dei noverande snøputene er fylt med etanol og Ree m.fl. (2011) har vist at etanol kan reagera med putemembranen. Det kan difor vere at puter fylt med glykol (NVE2010-standard) vil gi betre data. Sidan stasjonen ligg i et utsatt klima med tanke på til dømes mildvêr, er det likevel truleg at gammasensor ville vore det beste instrumentet på stasjonen. Ein bør ha ein dialog med NTNU ved endringar på stasjonen. Firkantputene med etanol som i dag står på stasjonen har stått der sidan 2006 og deira levetid går difor mot slutten. De siste åra har data frå dei ulike putene vore alt frå relativt samstemte (til dømes sesongen 2015/2016) til heilt ulike (til dømes 2014/2015). Frå eit kost-nytte perspektiv kan ei NVE2010-snøpute vera tilstrekkeleg, men da må ein og rekne med at datakvaliteten er litt ymse år om anna.

Snøens vassekvivalent har blitt målt på stasjonen sidan 1970 og dataserien er såleis verdifull i til dømes klimaendringsstudiar. NTNU har nytta og nyttar data frå stasjonen i fleire studiar , og som nemnt ovanfor kan data frå stasjonen vere nyttig i flaumsituasjonar.

Observatør: Per i dag er det ikkje stadeigen observatør på stasjonen, og tilsyn og kontroll-målingar vert gjort av felthydrologar i området og NTNU ved Knut Alfredsen (tlf.: 93205201, knut.alfredsen@bygg.ntnu.no).

Instrumentering per 1.8.2016: Stor neopren pute med metall-hatt, ei snøpute NVE1997, fire firkantputer fylt med etanol, SR50AT Campbell snødjupsensor, nedbør, lufttemperatur, luftfuktigheit, vind, kortbølga og landbølga stråling.

Anbefalt vidare instrumentering: Eit instrument for måling av snøens vassekvivalent. Gammasensor er truleg best, men ut i frå eit kost-nytte tilhøve kan likevel ei NVE2010-snøpute vere aktuelt. Snødjupsensor med temperaturkorrigering.

139.4 Namsvatn

Snøputa på Namsvatn har vore i drift sidan 1997. Stasjonen ligg 460 moh. og gjev et bilete av snøtilhøva i nedbørfeltet til Namsen. Det er i gjennomsnitt rundt 400 mm snø ved snømaksimum. Stasjonen ligg i et klima som er relativt stabilt om vinteren, men enkelte periodar med mildvêr kan førekoma. Stasjonen har hatt snøpute i all si levetid, fyrst ei NVE1997 pute med etanol frå 1997 til 2012 og NVE2010 pute med glykol frå hausten 2012.

Det har vore ein del tekniske problem med stasjonen (Ree m. fl. 2011). Det er fleire hopp og dropp i data også etter 2012, men både vi og regulanten i området (NTE, Bjøru, 2016) antek at ei snøpute (type NVE2010) gjev data med høveleg bra kvalitet også i framtida. Om det viser seg at data frå snøputa ikkje vert gode nok bør ein vurdere til dømes snøvekt. Det er bilveg fram til stasjonen så transport av materiale bør ikkje by på problem. Tilgang til faststraum på stasjonen gjer også at gammasensor er eit alternativ.

For å få eit betre bilete av snøtilhøva på stasjonen og for å ha betre grunnlag for å avgjere kva instrumenttype som bør nyttas i framtida, bør ein lage eit opplegg for regelmessige kontrollmålingar på stasjonen. Dette kan vera ein stadeigen observatør som tek nokre målingar i løpet av sesongen, eller at ein felthydrolog legg turen innom ein eller to gonger i løpet av vinteren.

Den temperaturkorrigerte snødjupsensoren gjev per i dag ikkje data av god kvalitet og bør bytast/ eventuelt skifta membran. Merk at det her trengst veldig lang kabel frå snødjupsensoren og inn i lukehuset til NTE kor sjølve loggarskapet er montert.

Observatør: Per i dag er det ingen som tar regelmessige kontrollmålingar på stasjonen.

Instrumentering per 1.8.2016: Snøpute NVE2010 og SR50AT Campbell snødjupsensor.

Anbefalt vidare instrumentering: Snøpute NVE2010 og snødjupsensor med temperaturkorrigering. Snøvekt eller gammasensor kan vurderast dersom puta ikkje gjev gode nok resultat. Ein bør ta fleire kontrollmålingar på stasjonen, ikkje minst til bruk i vurderinga på kva slags instrument ein bør nytte i framtida.

2.5 Nord-Noreg

156.63.3 Lappsætra

Lappsætra ligg 540 moh. og skildrar snøtilhøva i dei halvhøge områda i indre Nordland. Snøstasjonen på Lappsætra vart oppretta i 2005 (etter anbefalingar i Tollan (red., 2004), men det har vorte målt andre hydrologiske variablar, til dømes grunnvasstand, i området sidan 1972. Stasjonen er ein referansestasjon for mark- og grunnvassmålingar. Nokon av målingane på stasjonen er pålagt regulanten i området, til dømes mark- og grunnvassmålingane. Snømålingane er ikkje pålagte. Det er inga fast observatør på stasjonen. I åra frå 2005-2016 har det i gjennomsnitt vore kring 500 mm vassekvivalent ved snømaksimum.

Stasjonen har fungert tilstrekkeleg og anbefalast vidareført med snøpute.

Observatør: Per i dag er det ingen som tar regelmessige kontrollmålingar på stasjonen, men felthydrolog er innom for kontrollmåling i løpet av vinteren.

Instrumentering per 1.8.2016: Snøpute NVE2010 og SR50AT Campbell snødjupsensor.

Anbefalt vidare instrumentering: Snøpute NVE2010 og snødjupsensor med temperaturkorrigering.

164.12 Storstilla ndf. Balvatn

Stasjonen skildrar snøtilhøva i 500-600 meters høgde i indre deler av Nordland. Dette er eit område kor dei ulike hydrologiske modellane NVE nyttar i varslingstenesta er veldig usamde (til dømes HBV-modellfelt Junkerdalselv), og data frå snøputa gjev ei viktig pekepinn på kva modell som er mest riktig.

Sidan 1997 har det stort sett vore målt kring 300-400 mm vassekvivalent ved snømaksimum, men i 2000 vart det registrert heile 940 mm vassekvivalent ved snømaksimum. Det er mykje høgare enn kontrollmålingane, men samstundes stadfester modelverdiane frå www.senorge.no og snødjupmålingane til MET frå stasjoner i nærleiken at det var mykje snø denne vinteren.

Stasjonen har fungert tilstrekkeleg og anbefalast vidareført med snøpute. Det er framleis ei NVE1997-pute på stasjonen. Denne bør skiftast til NVE2010 ved fyrste høve.

Observatør: Per i dag er det ingen som tar regelmessige kontrollmålingar på stasjonen, men felthydrolog er innom for kontrollmåling i løpet av vinteren.

Instrumentering per 1.8.2016: Snøpute NVE1997 og Sommer USH-8 snødjupsensor.

Anbefalt vidare instrumentering: Snøpute NVE2010 og snødjupsensor med temperaturkorrigering.

196.47.2 Øverbygd

Stasjonen på Øverbygd vart oppretta i 2003 etter ynskje i Petterson (red., 2003) og Tollan (red., 2004). Den erstatta stasjonen i Tamokdalen. Det er òg målingar av grunnvasstand på stasjonen. Data frå stasjonen seier noko om snøtilhøva i området kring Målselv og Bardu, men det er truleg mindre snø ved stasjonen enn det det til dømes var på den gamle stasjonen i Tamokdalen. Stasjonen ligg lågt, berre 83 moh, og vert naturleg nok snøfri tidlegare enn fjellområda rundt. I gjennomsnitt er det mellom 150 og 200 mm snø der ved snømaksimum i april.

Stasjonen har fungert tilstrekkeleg og anbefalast vidareført med snøpute og snødjupsensor med temperaturkorrigering.

Observatør: Vinteren 2016 blei Aadne Olsrud (tlf.: 48174700) lært opp til å bli stadeigen observatør. Olsrud er også observatør for snøskredvarslinga og pleier å ha god oversikt over snøtilhøva i regionen.

Instrumentering per 1.8.2016: Snøpute NVE2010 og SR50AT Campbell snødjupsensor

Anbefalt vidare instrumentering: Snøpute NVE2010 og snødjupsensor med temperaturkorrigering

212.23 Siccajavvre

Snøputa på Siccajavvre ligg heilt sør på Finnmarksvidda, ca. 385 moh, og skildrar snøtilhøva på Finnmarksvidda. I Pettersson (red., 2003) er det kommentert at puta vert tidligare snøfri enn områda rundt. Putas plassering er difor ikkje heilt optimal. Likevel er stasjonen på Siccajavvre den einaste som er igjen av dei snøstasjonane vi hadde på Finnmarksvidda etter at snømålingane på Masi måtte avsluttast i 2013. Den bør difor vidareførast.

Stasjonen vart oppgradert frå NVE1997-pute til NVE2010-pute i 2010. Stasjonen har fungert tilstrekkeleg og anbefalast vidareført med snøpute. Festa til den temperaturkorrigerte snødjupsensoren, Campbell SR50AT vart «stramma opp» hausten 2015 og ein fekk litt mindre støy på data vinteren etter.

Observatør: Stasjonen har ikkje stadeigen observatør. Anders Bjordal/NVE og felthydrolog i område tek 1-2 kontrollmåling i året.

Instrumentering per 1.8.2016: Snøpute NVE2010 og SR50AT Campbell snødjupsensor.

Anbefalt vidare instrumentering: Snøpute NVE2010 og snødjupsensor med temperaturkorrigering

213.7 Øvre Leirbotn

Stasjonen ligg nord for Leirbotnvatnet i nærleiken til vassføringsstasjonen 213.2 Leirbotnvatn. Data frå desse to nærliggande stasjonane er blant anna nytta i snøsmeltestudiar, til dømes i Langsholt m.fl. (2015). Stasjonen ligg 190 moh. og skildrar snømengdene i ytre deler av Finnmark. Stasjonen har stort sett hatt data av god kvalitet, sjølv med ei NVE1997-pute. NVE1997-puta vart punktert hausten 2015, og i 2016 er det planlagt å sette ut ei ny NVE2010-pute med glykol. Snødjupsensoren har veldig mykje støy og må skiftast til ein med temperaturkorrigering.

Observatør: Stasjonen har ikkje stadeigen observatør. Anders Bjordal/NVE tek 1-2 kontrollmåling i året.

Instrumentering per 1.8.2016: Snøpute NVE1997 (som ikkje virka) og SR50A Campbell snødjupsensor.

Anbefalt vidare instrumentering: Snøpute NVE2010 og snødjupsensor med temperaturkorrigering

2.6 Svalbard

400.13 Ny-Ålesund

Snøputa vart oppretta i 2010 som følgje av at NVE ynskte å ha eit måleprogram som dekka dei hydrologiske parametrane som inngår i vass- og energibalansen på Svalbard (Huseby og

Skaugen, 2009). Hydrologiske data frå Svalbard var etterspurd av fleire, både eksternt og internt, hovudsakleg knytt til klimaforsking.

Snøputa ligg i eit flatt område, med berre låg vegetasjon. Puta er vindutsett og data bærer preg av det. I tillegg har det vore mykje is i snøpakka dei siste årene som har ført til avlastning på puta. Det er mykje støy, hopp og dropp i data, så det er berre i 2014 at data frå stasjonen er nokolunde truverdige. I følgje den tidlegare stadeigne observatøren, Sanja Fosstrøm frå Norsk Polarinstitutt er verken NVE si snøpute eller MET sin snødjupsensor (27 meter unna) representativt for snømengdene i område sidan dei begge målar for lite snø.

Instrumenteringa på denne stasjonen bør revurderast. Det er faststraum ved stasjonen og klimatisk kan ein anta at ein gammasensor vil fungere mykje betre. Førebels har ein ikkje kjennskap til bakgrunnsstråling ved stasjonen. Eit lyt difor ta omsyn til både bakgrunnsstråling og dei økonomiske kostnadene når ein vurderer snøstasjonen si framtid. Om det framleis er ynskjeleg med automatiske målingar av snøens vassekvivalent på Svalbard/Ny-Ålesund er truleg gammasensor best eigna måleinstrument, gitt tilstrekkeleg bakgrunnsstråling. Eit anna alternativ er å berre måle snødjup automatisk og komplettere med manuelle målingar.

Data frå stasjonen er etterspurd i ulike forskingsprosjekt.

Instrumentering per 1.8.2016: Snøpute NVE2010.

Anbefalt vidare instrumentering: Ei kost- nytte vurdering må liggja til grunn for framtidig instrumentering på Ny-Ålesund. Dersom ein ynskjer å fortsetja med automatiske målingar av snø på Svalbard er gammasensor truleg den best eigna instrumenteringa.

3 Konklusjon og oppsummering

Kva vi syns om målenettet i si heilhet:

I kapittel 2 blei status til alle våre automatiske stasjonar for måling av snøens vassekvivalent gjennomgått. Det vart òg gitt anbefalingar for kva instrument ein ynskjer å ha på stasjonane i framtida. Som nemnt i kapittel 2 er det ingen stasjonar kor nedlegging vert anbefalt, med eit mogeleg unntak av stasjonen i Ny-Ålesund. For denne stasjonen må det tas omsyn til eit overordna ynske om å måle hydrologien på Svalbard i vurderinga av framtidig instrumentering av stasjonen.

Sidan 2010 er fleire stasjoner i stasjonsnettet lagt ned som følgje av konklusjonane i Ree m.fl. (2011). Dette var i hovudsak stasjonar som sjeldan gav gode verdiar, og som låg på stader der det klimatisk var utfordrande å måle snøen sin vassekvivalent ved bruk av snøputer. Sidan 2010 er stasjonsnettet difor redusert med totalt 4 stasjonar (Stasjonane på Duge, Reimegrend, Grasdalen og Fokstua vart lagt ned). Den femte stasjonen som vart lagt ned vart re-etablert med gammasensor hausten 2014 (Breidvatn). No består stasjonsnettet av stasjoner kor alle i stor grad er etablert som følgje av eit ynske frå ulike stasjonsnett-rapportar, spesifikke ynske frå NVE sine varslingstenester eller som ledd i eksterne samarbeid. Per i dag ynsker vi ikkje å legge ned fleire stasjonar, men ein kan vurdera å berre måla snødjup på enkelte av stasjonane om måling av vassekvivalent krev for store ressursar. Dette gjeld til dømes stasjonen på Øvre Heimdalsvatn (kor det allereie berre er ein snødjupsensor). Andre stasjoner der ein lyt sjå om måling av snødjup gjev tilstrekkelig med informasjon er til dømes Grytå, Ny-Ålesund og Skurdevikåi.

I Leine m.fl. (2013) vart det ytra eit ynske om å prioritere 4 nye automatstasjonar for snø i perioden 2013-2020; i høgare områder i Hordaland (Pri 1), Rogaland (Pri 1), Møre og Romsdal (Pri 2), og Sogn og Fjordane (Pri 2). Desse er meint å erstatte stasjonane som vart lagt ned etter 2010. Det bør vurderast om nokre av stasjonane kan dekke fleire områder. Til dømes kan den planlagde stasjonen i Vetlebotn dekke både Hordaland og Sogn og Fjordane, mens den re-etablerte stasjonen på Breidvatn kan, under gitte tilhøve, skildre snøtilhøva i deler av Rogaland.

I Møre og Romsdal kan det vere ynskeleg å til dømes samarbeide med fjellskredseksjonen i NVE om å sette opp ein vassekvivalentsensor på, eller i nærleiken av, den mykje omtala fjellknausen «Mannen». På «Mannen» har MET allereie ein snødjupsensor, og det vert registrert mange ulike variablar knytt opp mot overvakinga av fjellet. Erfaringar frå fleire av stasjonane NVE har hatt på Vestlandet (Grasdalen, Reimegrend) viser at det av og til kan vere vanskelig å få ein snøpute til å fungere tilstrekkeleg i Vestlandsklima. Vi vil difor anbefala gammasensor som instrumentering på «Mannen» og at ei eventuell nyetablering vert gjort i samarbeid med fjellskredseksjonen.

Nokre år tilbake var det stadfesta at snøstasjonen Masi i Finnmark skulle flyttast til Karasjok eller Tana bru da flaumvarslingstenesta hadde et ynske om betre informasjon om snøtilhøva i Tanavassdraget. Etableringa stoppa, av uvisse årsakar, opp. Det er framleis et ynske om ei stasjon aust i Finnmark, og saka bør tas opp at. Då stasjonen vart planlagt for nokre år sidan vart den planlagt med snøpute. Ein lyt likevel sjå om det er høve til å ha gammasensor i staden både for å unngå eventuell problematikk med avlastning og islag, og for å testa ut gammasensoren på en stad med «passe mykje» snø i Nord-Noreg. Ulempa med gammasensoren er at den er ganske straumkravande. Dersom det er mest aktuelt å re-etablere snøstasjonen på den allereie

eksisterande mark- og grunnvass-stasjonen 234.26 Karasjok eller 234.29 Grønnbakken ved Tana bru bør ein ta omsyn til at disse stasjonane ikkje er tilknytt straumnettet. Bruk av solcellepanel som straumforsyning i Nord-Noreg kan også by på nokre utfordringar….

Kva med type snødjupsensor?

Per i dag består snøstasjonsnettet vårt av stasjonar med instrumentar som måler snøens vassekvivalent (snøputer, snøvekt og gammasensor) og ulike instrument som måler snødjup. Data frå snødjupsensoren må temperaturkorrigerast, då ultralydbølgene som måler snødjupet varierer med lufttemperaturen. På eldre sensorar som ikkje er temperaturkorrigert direkte (slik som Campbell SR50 og Campbell SR50A) må ein korrigere snødjupet mot temperatur i loggaren eller i etterkant. I den mest brukte loggartypen vår (Logosens) kan ikkje snødjupet korrigerast direkte i loggaren, og temperaturkorrigeringa må skje på databasen. Dette krev tid og kompetanse, slik at det i hovudsak er anbefalt å nytte sensorar med temperaturkorrigering når dei gamle sensorane vert skiftast ut.

Sjølv ikkje dei nye temperaturkorrigerte sensorane til Campbell er særleg driftssikre, og dårleg membran gjev dei kort levetid. Dei temperaturkorrigerte sensorane har i gjennomsnitt fungert i 2 år før me har måtta reparert eller skifta dei ut. Campbell produserer også ein snødjupsensor med kraftigare membran som skal vere meir egna i maritime og røffare omgjevnadar. Per i dag har vi ein slik sensor i Nepal, men den har berre gått sidan hausten 2015, og det er difor vanskeleg å si noko om fordelane og ulempene ved denne sensoren framfor den ordinære snødjupsensoren. På nokre av stasjonane i stasjonsnettet vårt har vi snødjupsensor frå Sommer (type Sommer USH-8). Førebels har vi ikkje hatt sensorane frå Sommer lenge nok til at vi kan seie at dei har lengre levetid enn Campbell sine. Erfaringane frå sesongane med Sommer visar samstundes at Sommer sine sensorar gjer noko meir drop og sprang i verdiane og ein del støy.

At sensorane til Campbell har kort levetid er også stadfesta av Statens Vegvesen (Orset 2016). Statens Vegvesen har difor byrja å bruke lasersensorar frå Jenoptik (SHM30) på fleire av sine stasjonar. Ulempa med sistnemnte sensor er at den krev faststraum, men det kan være aktuelt å teste den type sensor ut på stasjoner der vi har faststraum, til dømes Kyrkjestølane (Filefjell), Breidvatn og Anestølen. Vi kjenner også til at det går ann å bruke stasjonære radarsensorar til å måle snødjup, og eit lyt i så fall sjå til Tsjekkia for å høyre kva erfaringar dei har med ein slik type sensor.

Kva slags snødjupsensor som er framtida er per no uviss, men vi anbefaler vidare testing av Sommer sin sensor, og at tilsvarenda sensor som Vegvesenet no byrjar å bruke (Jenoptik, SHM30) vert testast ut på ein eller fleire av våre stasjonar.

Auka satsing på kontrollmålingar

I fleire rapporter er viktigheita av kontrollmålingar stadfesta, til dømes Petterson (red., 2003), Skaugen (red., 2010) og Ree m.fl. (2011). Ree m.fl. (2011) anbefaler òg at det vert lagt meir arbeid i å skaffe observatør der det ikkje fins, mens Petterson (red., 2003) og Skaugen (red., 2010) poengterer at kontrollmålingar er viktig for å oppdage og forstå kvifor det vert feil i målingane. Unøyaktig og lite representative kontrollmålingar kan likevel skapa stor forvirring. Og i mange tilfelle kan det vera like sannsynleg at det er kontrollmålinga som er feil som at dei automatiske målingane er feil. For at kontrollmålingar skal kunne nyttast til å validera data frå ei snøputa må målingane utførast nøyaktig på ein representativ plass for dei automatiske snømålingane og snødjupet ein legg til grunn må samsvaret med snødjupet på snøputa/vekta.

Når det gjeld stasjonar med gammastrålingssensorar er kontrollmålingar viktig for å få eit bilete på snømengda på stader der det er låg bakgrunnsstråling eller, slik det vert konkludert i Stranden m.fl. (2014), på stader der det er meir snø enn gammasensoren klarer å måle.

Anna instrumentering

Målingar av til dømes stråling, snøoverflatetemperatur og vind er etterspurd blant dei som driv med snøskredvarsling og blant dei som driv med hydrologisk modellering, både eksternt (MET, NILU med fleire) og internt (sjå blant anna Skaugen and Saloranta, 2015 og Tvedalen, 2015). Ein lyt difor arbeide for å få montert slike sensorar på fleire av snøstasjonane i NVE sitt målenettverk. Ved stasjonane der det allereie vert målt markvatn og grunnvatn står det *Sutron*-loggarar, og desse er kompatible med slike sensorar. Dette gjeld til dømes stasjonane på Filefjell, Skurdevikåi, Øverbygd og Lappsætra. I tillegg hadde det vore nyttig å fått måling av stråling og snøoverflatetemperatur på Sognefjellet, men i og med at det berre er ein *Frog-loggar* her, kan det vere nokre utfordringar med å få anna instrumentering på stasjonen pr. i dag. Loggaren må eventuelt oppgraderast eller ein kan knyta dei ynskte instrumenta til MET sin stasjon på Sognefjellshytta. På den nyetablerte stasjonen i Vetlebotn skal det plasserast ut strålings- og snøoverflatetemperatursensorar.

4 Referansar

Dalen E., B. Lirhus Ree, A. Vatne og F. Wenger (2016): NVE sitt urbanstasjonsnettverk, NVE rapport 50/2016.

Ekker, R. (2016): personlig kommentar/e-post. 23.5.2016

Engeset, R. red. (2000): NOSIT-utvikling av NVEs operasjonelle snøinformasjonstjeneste. *Norges Vassdrags- og energidirektorat* dokument 1, 2000.

Bjøru, A. (2016). Personleg kommentar

Fjeldheim H. L og E. Barfod (2013): Filefjell og Anestølen forskningsstasjon. Evaluering av måledata for snø sesongen 2011/2012, NVE rapport 51/2013

Huseby, S. og Skaugen T. (2009): NVEs hydrologiske aktiviteter på Svalbard policy 09mar09. Internt notat.

Johnson J.B, A. B Gelvin, P. Duvoy, G. l. Schaefer, G. Poole and G. D. Horton (2015): Performance characteristic of a new electronic snow water equivalent sensor in different climates. *Hydrol. Process*. **29**, 1418-1433 (2015)

Langsholt E., I Haddeland, T. Skaugen, S. Beldring, E. Holmqvist, H. B. Stranden (2015): Forbedring av flomvarslingas verktøy, Rapport fra FOU-prosjektet 81057, 2011-2014, NVE rapport 50/2015

Leine A-L. Ø., E. Trondsen og L.-E. Pettersson (2013): Norges hydrologiske stasjonsnett, NVE rapport 48/2013

Møen K. M. (2016). Personleg kommentar, per e-post.

Mørk G. (1989): Effektiv nedbør og snøsmeltebidrag i noen store flomepisoder. NHL-Rapport STF60 A89058, ISBN 82-595-5590-5

Mørk G. (1990): Bidrag til flom fra regn og smelting. NHL-Rapport STF60 A90013. ISBN: 82-595-5584-0

Orset K. I. (2016). Personleg kommentar, per e-post.

Pettersson, L.-E (red.) (2003): Norges hydrologiske stasjonsnett, NVE rapport 7/2003

Ree, B. L., H. Landrø, E. Trondsen, K. M. Møen (2011). Evaluering av NVE sitt snøstasjonsnettverk. NVE rapport **4**/2011.

Seierstad J. (2006): Prioritering av stasjonsnett for snøputer; lokalitet, metoder og instrumenter, Intern notat under snømappa 2006.

Skaugen T. (red) (2010): Norges hydrologiske stasjonsnett - analyse og strategi, NVE rapport 7/2010

Skaugen, T. and Weltzien, I. H (2016).: A model for the spatial distribution of snow water equivalent parameterised from the spatial variability of precipitation, The Cryosphere Discuss., doi:10.5194/tc-2016-43, in review, 2016.

Skaugen, T. and F. Randen (2013). Modeling the spatial distribution of snow water equivalent, taking into account changes in snow covered area. Annals of Glaciology 54(62) 2013 doi:10.3189/2013AoG62A162

Skaugen, T. and T. Saloranta (2015). Simplified energy-balance snowmelt modelling, NVE-rapport 31-2015.

Sorteberg, K. H. (1998). NVEs snøputer vinteren 1997-98. *Norges Vassdrags- og energidirektorat* Rapport 27, 1998.

Sorteberg, K. H. (2001). Operasjonell snøinformasjon. NVE rapport 2/2001

Stranden H. B., B.L. Ree og K. M. Møen (2014): Måling av snø ved hjelp av gammasensor, 41 sider. *NVE Oppdrags*r*apport* A 10 -2014.

Stranden H.B. og H. A. Grønsten (2011): Filefjell snøforskningsstasjon. Evaluering av måledata for snø, sesongene 2009/2010 og 2010/2011, NVE rapport 23/2011

Stranden H. B. og B. L Ree (2014): Filefjell og Anestølen forskningsstasjon. Evaluering av måledata for snø sesongen 2012/2014, NVE rapport 73/2014

Tvedalen A. K. (2015): Snow melt. Evaluation of an energy balance model, Master Thesis, Department of Geosciences, UiO.

Wang. T. C. (2016), e-post korrespondanse, 20.05.2016

Weltzien, I.H, (2015). Parsimonious snow modelling for application in hydrological models Calibration free methods for estimating spatial distribution and melt of snow. Msc. Thesis, Institute of Geosciences, University of Oslo, Norway

VEDLEGG

1) Instrumentering ved snøstasjonane per 1.8.2016 og anbefalt framtidig instrumentering
2) Plan for oppgradering – kort –mellomlang og langsikt
3) Kostnader ved etablering av dei ulike stasjonstypane

VEDLEGG 1:

Instrumentering ved snøstasjonane per 1.8.2016 og anbefalt framtidig instrumentering.

Stasjoner som har lange tidsseriar og av den grunn er viktige for klimaforskinga er markert med ***feit kursiv skrift***. Stasjonar der dagens instrumenteringa er ok er ikkje markert på nokon spesiell måte. Den gule bakgrunnsfargen indikerer stasjonar kor det trengs mindre endringar/oppgraderingar, som til dømes byte av snødjupsensor, byte membran i snødjupsensor, felling av tre m.m. Dei stasjonane som har fått turkis bakgrunnsfarge er stasjoner kor det på sikt trengs større forbetringar som til dømes bytte av vassekvivalent sensor eller etablering av ny stasjon. Stort sett er det ikkje naudsynt å skifte vassekvivalentsensor før sensoren som står der ikkje fungerer lengre, til dømes om snøputa punkterer.

Stasjons nummer	Stasjonsnamn	Moh.	Instrumentering 1.8.2016	Anbefalt vidare instrumentering
002.036.0	Øvre Heimdalsvatn	1088	Snødjupsensor Sommer USH-8	Dagens instrumentering er som anbefalt[1]
002.373.0	Grimsa	800	Snøpute NVE2010 og SR50A Campbell snødjupsensor	Dagens vassekvivalentsensor er som anbefalt. Skifta til snødjupsensor m/temp korrigering
008.005.0	Brunkollen klima	370	Snøpute NVE2010 og SR50A Campbell snødjupsensor	Dagens vassekvivalentsensor er som anbefalt . Skifte til snødjupsensor m/temp korrigering. Det må fellast tre rundt stasjonen.
012.142.0	Bakko	1020	Snøpute NVE2010 og Sommer USH-8 snødjupsensor	Dagens instrumentering er som anbefalt
015.118.2	Skurdevikåi	1250	Snøpute NVE1997 med etanol (frå 2007) og Sommer USH-8 snødjupsensor	Snødjupsensor m/temp. korrigering. Vurdere å endre instrumentering for snøens vassekvivalent ved oppgradering [2].

[1] Om det er naudsynt med automatisk måling av vassekvivalent er truleg gammasensor det beste instrumentet, gitt at denne vil fungera med solceller og vindmølle
[2] Anbefalt instrumentering er truleg gammasensor. Stasjonen har ikkje faststrøm så teknisk løysing for solcelle og vindmølle må på plass. Bakgrunnsstrålinga bør kontrollmålast på førehand. Ei lyt også sjå om det kan vere tilstrekkeleg å berre måla snødjup på denne stasjonen.

		Moh.	Instrumentering 1.8.2016	Anbefalt vidare instrumentering
016.232.14	***Groset***	***990***	***Snøpute NVE2010 og SR50AT Campbell snødjupsensor***	***Dagens instrumentering er som anbefalt.***
019.078.0	Grytå	645	Snøpute NVE1997 m/glykol og SR50 Campbell snødjupsensor	Snøpute NVE2010 og snødjupsensor m/temp korrigering.
021.127.0	Breidvatn	890	Gammasensor og SR50AT Campbell snødjupsensor	Dagens instrumentering er som anbefalt.
62.42 **(NY)**	Vetlebotn	700	MET: nedbør, temperatur, snødjup og vind	Nyetablering av Snøvekt Møen2525 og snødjupsensor m/temp korrigering. Klimaparameter.
073.011.0	***Kyrkjestølane***	***960***	***5 stk. snøpute NVE2010, snøvekt Møen2525, gammasensor og SR50AT Campbell snødjupsensor***	***Dagens instrumentering av vassekvivalent- og snødjupsensorar er per no som anbefalt[3]. Klimaparameter. Måling av snøoverflatetemperatur***
075.093.0	Sognefjellet - snøpute	1440	Snøpute NVE2010 og SR50AT Campbell snødjupsensor	Dagens instrumentering av vassekvivalent- og snødjupsensorar er som anbefalt. Klimaparameter. Måling av snøoverflatetemperatur
077.024.0	Anestølen	443	Snøpute NVE2010, snøvekt Møen2525, gammasensor og SR50AT Campbell snødjupsensor.	Dagens instrumentering er som anbefalt. [4]
121.002.0	Maurhaugen – Oppdal	660	Snøpute NVE2010, og snødjupsensor Sommer USH-8	Dagens instrumentering er som anbefalt.

[3] Med tida kan stasjonen byggas ned til snøvekt og ei temperaturkorrigert snødjupsensor.
[4] Med tida kan stasjonen byggas ned til anten ei permeabel snøvekt eller ei gammasensor, samt ein snødjupsensor.

		Moh.	Instrumentering 1.8.2016	Anbefalt vidare instrumentering
123.093.0	***Svarttjørnbekken***		***1 gamal flottørpute, 4 stk. NVE 2010 snøputer, 1 stk. NVE1997 pute, SR50AT Campbell snødjupsensor***	***Snøpute NVE2010 eller gammasensor, og snødjupsensor m/temp korrigering***
139.004.0	Namsvatn Tunnell Vekteren	460	Snøpute NVE2010 og SR50AT Campbell snødjupsensor	Dagens vassekvivalentsensor er som anbefalt, men snødjupsensoren treng å byttas.
156.063.3	Lappsætra	540	Snøpute NVE2010 og SR50AT Campbell snødjupsensor	Dagens instrumentering er som anbefalt.
164.012.0	Storstilla ndf. Balvatn	565	Snøpute NVE1997 og snødjupsensor Sommer USH-8.	Snøpute NVE2010. Dagens snødjupsensor er som anbefalt.
196.047.2.	Øverbygd	85	Snøpute NVE2010 og SR50AT Campbell snødjupsensor	Dagens instrumentering er som anbefalt
212.023.0	Siccajavvre	385	Snøpute NVE2010 og SR50AT Campbell snødjupsensor	Dagens instrumentering er som anbefalt
213.007.0	Øvre Leirbotn	190	Snøpute NVE1997 SR50A Campbell snødjupsensor	Snøpute NVE2010 og snødjupsensor m/temp korrigering
400.013.0	Ny Ålesund	46	Snøpute NVE2010	Gammasensor [5]
	Aust i Finnmark		**RE-ETABLERING**	Vassekvivalentsensor og snødjupsensor m/temp korrigering
NY	**Mannen**	**1294**	MET: nedbør, temperatur, snødjup og vind	Gammasensor.

[5] Dersom ein framleis ynsker å fortsetja med automatiske målingar av snø på Svalbard er gammasensor truleg den best eigna instrumenteringa.

VEDLEGG 2:
Plan over kva som bør gjerast på stasjonane dei kommande åra:

		Aksjon - kort sikt (2016)	**mellomlang sikt (2017)**	**lang sikt (2018-2020)**
002.036.0	Øvre Heimdalsvatn			
002.373.0	Grimsa	bytte snødjupsensor		
008.005.0	Brunkollen klima	bytte snødjupsensor	ta fleire kontrollmålingar, hugge trær	
012.142.0	Bakko			
015.118.2	Skurdevikåi		Ta vekk snøputa. Vurdere om det er tilstrekkeleg å måle snødjup på stasjonen, alternativet er gammasensor.	Eventuelt bytte SWE sensor til gammasensor
016.232.14	Groset	Få inn kontrollmålingane som Hydro tar ved stasjonen,		
019.078.0	Grytå		Skifte snødjupsensor.	Skifte vassekvivalent-instrument.
021.127.0	Breidvatn			
62.42.2	Vetlebotn	Etablere stasjon		
073.011.0	Kyrkjestølane	-Sette ut sensor for måling av snøoverflatetemperatur -Rydde vekk bambus-kjeppane -Kalibrere snøvekta.	Gammasensoren sendes inn til kalibrering hjå Campbell i 2017.	Re-etablere «bambus-strekket»
075.093.0	Sognefjellet - snøpute			

		Aksjon - kort sikt (2016)	mellomlang sikt (2017)	lang sikt (2018-2020)
077.024.0	Anestølen	Gjera toppdekket på vekta permeabelt. Kalibrering av snøvekta.		
121.002.0	Maurhaugen – Oppdal			
123.093.0	Svarttjørnbekken		Bygge ned stasjonen til ein vassekvivalent sensor (og ein snødjupsensor) når levetida til dagens vassekvivalent sensorar er nådd.	
139.004.0	Namsvatn Tunnell Vekteren	Ny snødjupsensor, eventuelt berre skifte membran.		
156.063.3	Lappsætra			
164.012.0	Storstilla ndf. Balvatn		Bytte til NVE2010 pute når putas levetid er nådd.	
196.047.2.	Øverbygd			
212.023.0	Siccajavvre	Noko støy på sensor. Må følgjast med på og eventuelt skiftast.		
213.007.0	Øvre Leirbotn	Punktert. Bytte til NVE2010 pute sommaren 2016 og skifte til temperaturkorrigert snødjupsensor.		
400.013.0	Ny Ålesund	Uviss		
	Mannen			Vurdera å etablera stasjon. Sette opp gammasensor
	Aust i Finnmark		Re-etablere ei stasjon.	

VEDLEGG 3: Estimerte kostnader for etablering av snøstasjoner

	Grunnkostnad[6]	Feltkostnader[7]	Sensorkostnad	Totalkostnad	Estimert levetid
Snøpute NVE2010	70 000 kr	25 000 kr	35 000 kr	130 000 kr	5-8 år
Snøvekt Møen 2525	70 000 kr	95000 kr	55000 kr	220 000 kr	10 år
Gammasensor Campbell sensor CS725	70 000 kr	25000 kr	170000 kr	265 000 kr	7 år [8]

Estimerte kostnader er utan mva.

[6] Grunnkostnaden inkluderer snødjupsensor på galge, temperatursensor, instrumentskap, datalogger og modem, solcellepanel eller faststraumtilkopling og batteri.
[7] Feltkostnader inkluderer arbeid som utføres i felt, til dømes behov for gravemaskin, fundamentering og eventuell betongstøp
[8] Sensoren må inn til vedlikehald hjå Campbell kvart sjuande år. Kor lang tid sensoren lever etter vedlikehaldet er enno ikkje testa ut.

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no