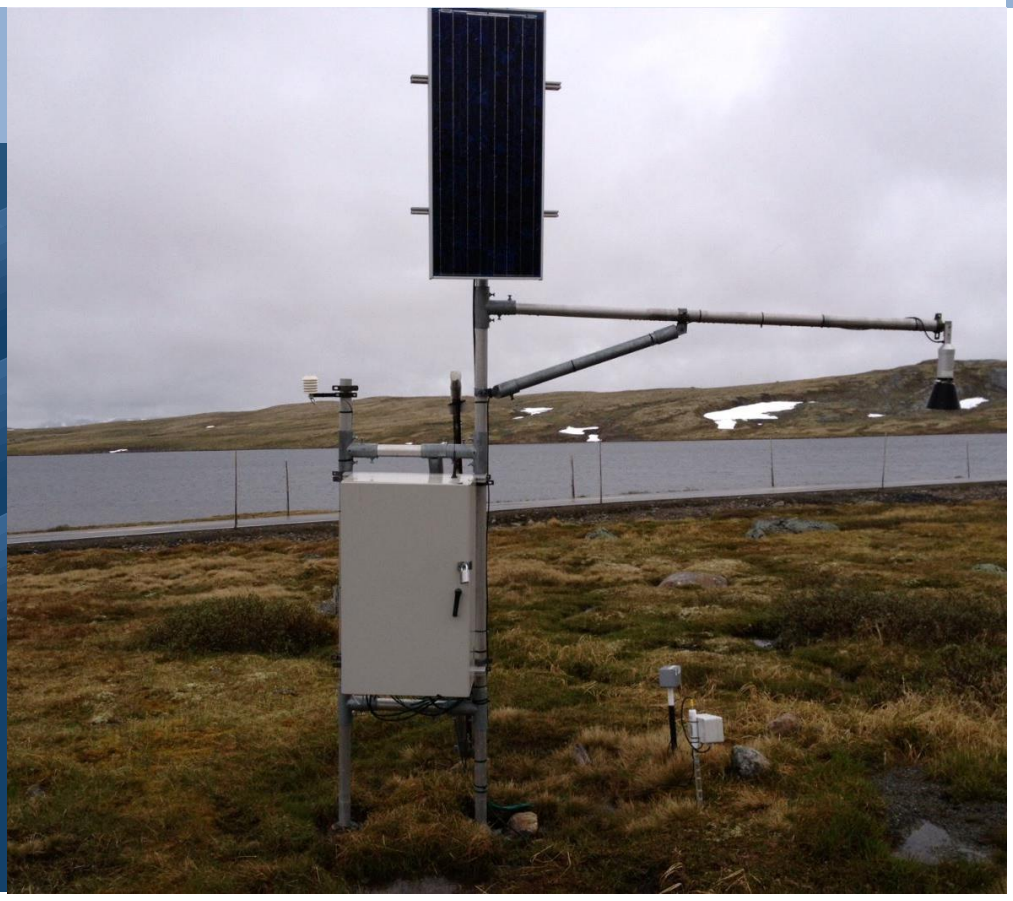
Skurdevikåi tilsigsfelt (015.NDZ)
Mark- og grunnvannsundersøkelser
Tilstandsoversikt 2013 - 2014

6
2015



OPPDRAGSRAPPORT A

Skurdevikåi tilsigsfelt (015.NDZ)
Mark- og grunnvannsundersøkelser

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør:

Forfattere: Silje Marie Vasstein

Trykk: NVEs hustrykkeri
Opplag: 8
Forsidefoto: Skurdevikåi målefelt, sommeren 2013.
ISBN

Sammendrag: Rapporten inneholder en oversikt over målingene som er innsamlet i NVEs database, samt en kort oversikt historikk og stasjonsbeskrivelse. I denne rapporten gis også en analyse av tilstandsoversikt for 2013 - 2014.

Emneord: Grunnvann, snø, teledybde, peilerør, vannkraftverk

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

Mai 2015

Innhold

Forord **2**

1 Innledning **4**

1.1 Historikk og formålet med målinger 4

1.2 Stasjonsbeskrivelse 6

2 Innsamlede data **9**

3 Status for hydrologiske målinger **11**

4 Hydrologisk tilstand 2013-2014 ..... **15**

Referanser **16**

Forord

Hydrologisk avdeling ved NVE har siden 1972, samlet inn, systematisert og kontrollert grunnvanns- snø- og teledybdeobservasjoner ved Skurdevikåi på Hardangervidda. Disse undersøkelsene utføres på oppdrag fra Numedals-Laugens Brugseierforening (NLB).

Rapporten er utarbeidet av avdelingsingeniør Silje Marie Vasstein, ved Hydrologisk avdeling, NVE. I denne rapporten presenteres en analyse av situasjonen for grunn- og markvann for året 2013-2014.

Loggede undersøkelser forutsetter pålitelige og gode manuelle feltobservasjoner, og vi takker derfor observatør Magne Pladsen og Alf Waaler (Numedals-Laugens Brugseierforening) for deres innsats på Skurdevikåi. Vi takker også medarbeidere i NVE som har bidratt med innlegging av data, planlegging, drift og vedlikehold av målestasjonen.

Oslo, april 2015

Morten Johnsrud
Avdelingsdirektør

Morten Nordahl Due
Seksjonssjef

Sammendrag

Rapporten inneholder en oversikt over målingene som er innsamlet i NVEs database, samt stasjonsbeskrivelse og en kort oversikt over historikk. Stasjonen ble oppgradert i 2006 med logger og sensorer for å kunne overvåke grunnvannsstand, grunnvanntemperatur, jordtemperatur, markfuktighet, teledybde, snødybde og snøens vannekvivalent på timebasis. I denne rapporten gis en analyse av tilstanden basert på observasjoner for året 2013-2014.

1 Innledning

1.1 Historikk og formålet med målinger

For å få bedre oversikt over grunnvannets betydning i Skurdevikåi tilsigsfelt, ble det i 1972 satt i gang med de første undersøkelsene av grunnvannsforhold i regi av «Utvalget for tilsigsprognoser». I alt ble det satt seks grunnvannsrør (Rør 1, 2, 3, 4, 5 og 6). I september 1984 foretok Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE) ved Ø. Tilrem og J. Engebak, sammen med observatør G. Maurseth en befaring til Skurdevikåi. Hensikten med befaringen var å vurdere eventuelle innskrenkinger i måleprogrammet ved å sløyfe noen av observasjonene. Ut fra vurdering på stedet og utkjøring av kurver for de enkelte målepunkter, ble det bestemt å nedlegge grunnvannsmålinger i rør 1 og 6, samt vannmerkene VM1 og VM2. Grunnvannsrør 3 og 4 ble nedlagt i 1992.

Skurdevikåi tilsigsfelt ble opprettet i forbindelse med utbygginger av Nore-verkene. Målingene er ment å sikre grunnlagsdata for tilsigsprognoser, flomvarsling og snø-magasinering, samt å klarlegge eventuelle endringer i hydrologiske forhold som følge av regulering. Lange, kvalitetssikrede dataserier er dessuten en forutsetning for å kunne overvåke trender i klimasystemet, og beregne scenarier for et framtidig klima. Grunnvanns- og telemålingene inngår i et pålegg om hydrologiske undersøkelser i Numedalslågen for Numedals-Laugens Brugseierforening (Notat fra NVE, KTV datert 10.06.2003).

Grunnvannsmålingene i rør 2 inngår i det Landsomfattende mark- og grunnvannsnettet (LGN), som drives i et samarbeid mellom Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) og NVE (NGU, 1988; Pedersen et al. 2003; Jæger og Frengstad, 2008; Opdahl og Colleuille, 2010). LGN er et nasjonalt program for både kvantitativ og kvalitativ overvåking av grunnvannet. LGNs stasjoner er lagt til områder antatt å være upåvirket av menneskelige aktiviteter og kan derfor betraktes som referansestasjoner.

Målestasjonen ved Skurdevikåi (Figur 1) er lokalisert i et uberørt område, og er antatt å være representativt for kildeområdene langs Numedalslågen. Data herfra kan derfor anvendes, sammen med andre data, for å klargjøre om hydrologiske endringer i den øvre delen av Numedalslågen skyldes menneskelige aktiviteter (reguleringer, grunnvannsuttak, etc.), eller naturlige klimafluktuasjoner (flom, tørke, frost).

Grunnvann og elvevann

I uregulerte vassdrag som ikke har tilsig fra breer, vil vannføringen avta i perioder uten nedbør eller snøsmelting. I disse periodene sørger grunnvannstilsig for at vannføringen i elver opprettholdes. Ved lave vannføringer er praktisk talt hele vannføringen grunnvannstilsig. Man kan bestemme såkalte resesjonskurver eller tørrværskurver, som beskriver avrenningen fra feltet i slike tørre perioder. Disse kurvene er bestemt av feltets fysiske og geologiske egenskaper og gir gode indikasjoner på akviferens evne til å gi fra seg vann til vassdragene.

Undersøkelser utført i Norge (Gjørsvik O., 1970; Andersen T., 1972; Andersen et al, 1972) viser at grunnvannsavløp kan utgjøre mer enn 80% av vannføringen i små uregulerte vassdrag ved lave vannføringer. I 2005 utviklet Wong og Colleuille (2005) en metode som på bakgrunn av uregulerte daglige vannføringsmålinger estimerer grunnvannsbidrag i det totale avløpet ved automatisk hydrogramseparering. Metoden estimerer grunnvann med lang oppholdstid, det vil si

stabil temperatur og kjemiske karakteristika. Et utvalg av 25 målestasjoner, tilknyttet ulike delprosjekter i programmet «Miljøbasert vannføring», ble analysert for å teste metodens robusthet og anvendbarhet. Resultatet viser at grunnvann kan utgjøre 40 - 100% av det totale avløpet. For de fleste stasjonene utgjør grunnvann mer enn 85% av det totale avløpet i vinterperioden. Selv i snøsmeltings- og flomperioder, er det betydelige mengder grunnvann som strømmer ut i vassdraget, noe som også ble påvist gjennom isotop-analyser (Grip and Rodhe, 1988). Andelen av grunnvann viser seg å være betydelig lavere i bratte Vestlandsvassdrag enn i slakere vassdrag på Østlandet.

Grunnvannstilsig har en viktig rolle som buffer både ved flom og tørke. Avløpstørke kommer senere enn nedbørstørke, på grunn av fyllingsgraden til grunnvannsreservoarene. På samme måte dempes flommen ved at en del vann vil kunne lagres i grunnvannsreservoar. Slike egenskaper er grunnlag for målingene som foretas på Skurdevikåi.

Grunnvann og magasinfylling

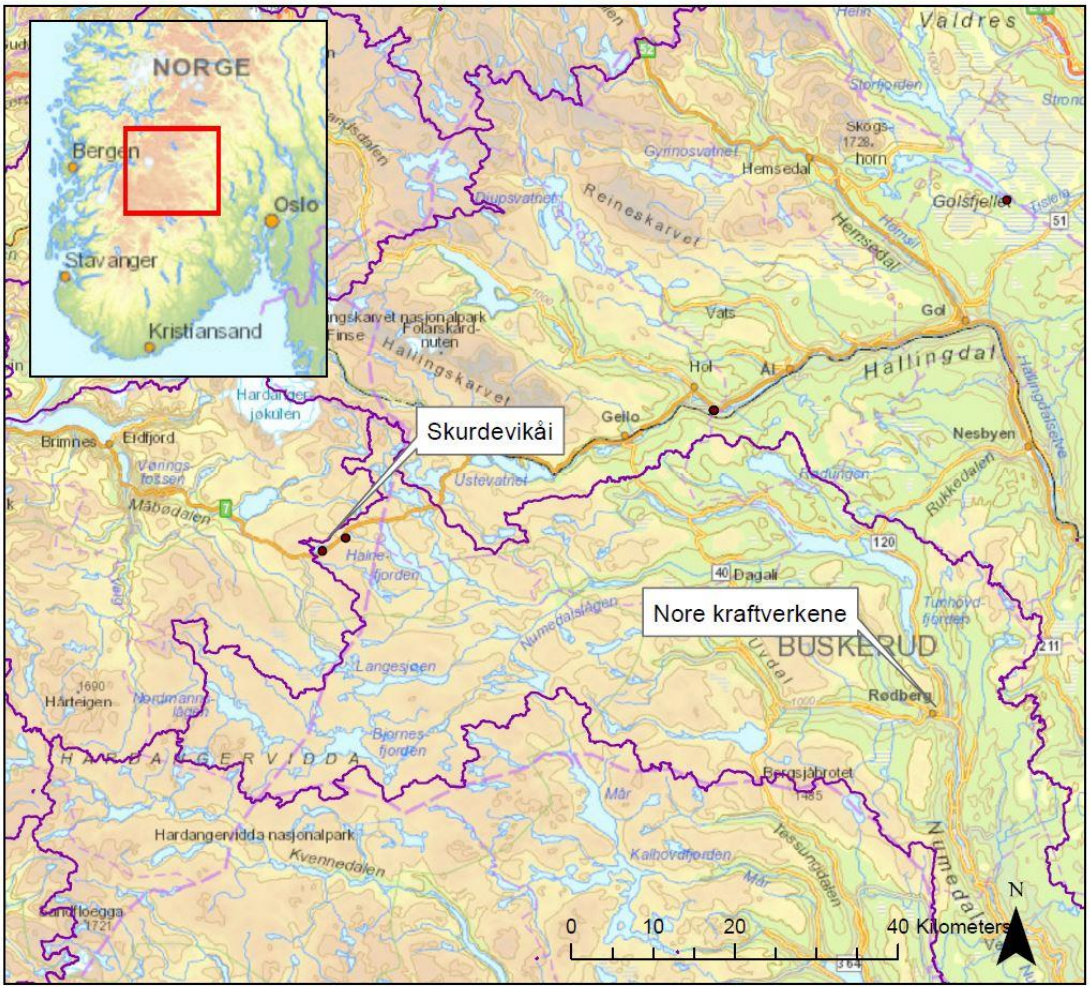
Siden grunnvannstilsig utgjør en så stor del av totalavrenningen, spesielt om vinteren, er forståelsen av viktige prosesser tilknyttet grunnvannsfornyelse av stor betydning for tilsigsprognosering. For å kunne lage gode hydrologiske modeller er det viktig å kjenne og kunne beskrive de prosessene som har størst betydning for grunnvannsdannelse og avrenning. To viktige parametere i avrenningssammenheng er jordas lagerkapasitet for vann og teledybde i jord.

Det hender at tilsiget til kraftmagasiner om våren blir mindre enn forventet ut fra målte snømengder i nedslagsfeltet. En vanlig misforståelse er at vårværet har ført til stor fordampning fra snødekket (Tollan A., 2000). Fordampning fra snøen (sublimasjon) er ofte neglisjerbar, mens nødvendig vannmengde for oppfylling av markvannslageret ofte er undervurdert. Hvor stor del av nedbør/smeltevann som raskt går til grunnvannsfornyelse avhenger av jordas lagerkapasitet for vann. Med begrepet jordas lagerkapasitet for vann menes den nedbørsmengden som kan tilføres før det eventuelt skjer en avrenning til grunnvann.

Jordas lagerkapasitet er størst i sommerhalvåret når vegetasjonens vannforbruk er størst. I høyfjellsområder med moreneavsetninger, registreres også et stort markvannsunderskudd om vinteren. Langvarige perioder med snø og tele gir liten vanninfiltrasjon. Den synkende grunnvannsstanden fører til en økt drenering av vann i markvannsonen og dermed en økning i jordas vannlagringsevne. Magasinering av vann i snø og grunnvann kan være like stor som i reguleringsmagasiner (Killingtveit Å., 2006). Kunnskap om lagerkapasiteten i naturlige magasiner blir derfor viktig for utarbeidingen av prognoser for kraftsituasjonen. Informasjon om tilstand for grunnvann og markvann ble tatt i bruk ved analyse av tørken og kraftsituasjon i løpet av sommeren og høsten 2006 (Johnsen, 2006). I store deler av Norge var det i august 2006 tørrere enn på mange år. Enkelte steder ble det registrert den laveste grunnvannsstanden på 30 år. Selv om det kom kraftig nedbør i september forsvant mye av nedbøren, først for å gjennomfukte tørr jord, og deretter for å fylle opp tørre grunnvannsmagasiner. Dette forklarer at kraftmagasiner fikk mye mindre påfyll enn nedbøren skulle tilsi.

I NVE rapport 12-2008 (Colleuille et al. 2008) er betydningen av grunn- og markvann for tilsig og kraftsituasjon drøftet. To ulike modellverktøy er anvendt i dette arbeidet: den konseptuelle og distribuerte HBV – modellen, og den fysiske baserte vann- og energibalanse-modellen COUP. Markvannets og grunnvannets påvirkning av tilsig til vassdrag og videre til

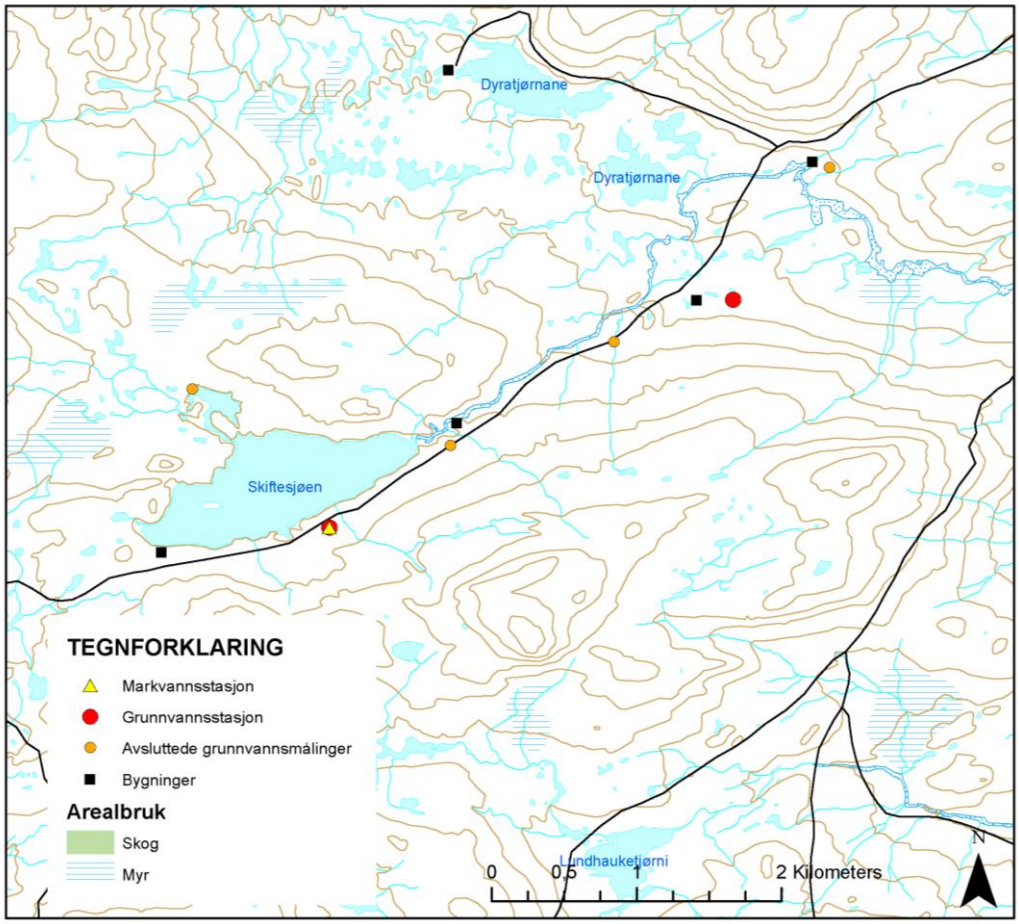
kraftsituasjonen, er illustrert gjennom eksempler fra de tørre årene 1995/96, 2002/03 og 2006. Det er vist i denne rapporten nytteverdien av å kombinere resultater fra observasjoner med HBV og COUP-simuleringer for å analysere ekstreme hydrologiske forhold. COUP-simuleringer kan brukes for å forbedre estimert forventet tilsig ved snøsmelting eller ut fra prognosert nedbørsmengder.



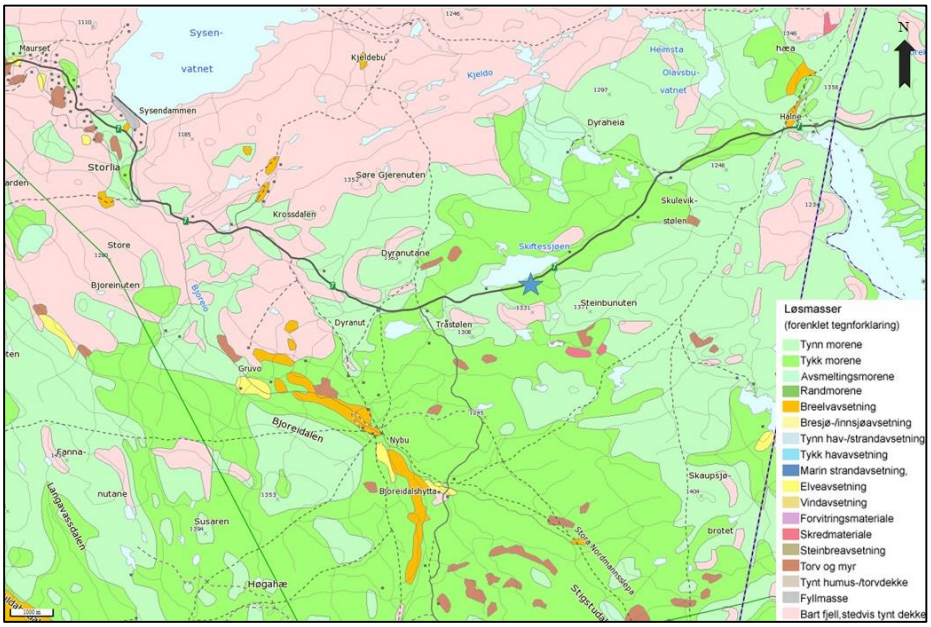
Figur 1: Oversiktskart over Skurdevikåi. De lilla linjene indikerer nedbørsfelt

1.2 Stasjonsbeskrivelse

Feltet ved Skurdevikåi ligger sentralt til på den nordlige del av Hardangervidda (Figur 1), omtrent 40 km fra Eidfjord. Stasjonen ligger ved Skiftesjøen, langs Riksvei 7. Figur 2 viser beliggenhet til aktive og nedlagte observasjonspunkt. Landskapet er et typisk høyfjells morenelandskap (Figur 3). Feltet danner de første tilløp til Numedalslågen, og er av særlig interesse for dette vassdraget. De aktive grunnvannsrørene, rør 2 og 5, ligger øverst i Sleipa nedbørsfelt (vassdragsnr. 015.NDC). Normal årsnedbør for området er 2403 mm og normal årsmiddeltemperatur er -1,8 °C (Normalperiode 1961-1990). Tabell 1 viser en oversikt over nøkkelinformasjon om Skurdevikåi.



Figur 2: Detaljkart over observasjonspunkt ved Skurdevikåi



Figur 3: Kvartærgeologisk kart for området rundt Skurdevikåi (http://geo.ngu.no/kart/losmasse/). Blå stjerne indikerer plassering av stasjon.

Tabell 1: Nøkkelinformasjon om Skurdevikåi

Stasjonsnavn	Skurdevikåi
Vassdragsnavn	Sleipa/Heinelvi/Numedalslågen
Sidenedbørfelt 1. ord.	015.NZ (Heinelvi)
Sidenedbørfelt 2. ord.	015.NDZ (Sleipa)
Høyde	1250 m.o.h. (rør 2)
Kartblad	1415-I
Kommune	Eidfjord
Fylke	Hordaland
Løsmasser/Bergart	Morenemateriale / Fylitt
NVEs tjenesteområde NVEs områdeingeniør	4 Harald Songe
LGN	LGN nr.7 (2 rør)
Oppdragsgiver	Numedals-Laugens Brugseierforening
Observatør	Magne Pladsen og Alf Waaler

Stasjonen ble oppgradert, automatisert og fjernoverført i 2006. En beskrivelse av den nye overvåkingsstasjonen for grunnvann, markvann, snø og tele som inkluderer en presentasjon av måleutstyr og måleprosedyrer er gitt i Colleuille et al. (2006).

NVE har bekostet kjøp av det nødvendige utstyret og etablering av stasjonen. Med hensyn til den eksisterende oppdragsavtalen mellom NVE, Hydrologisk avdeling og Numedals-Laugens Brugseierforening, skal Numedals-Laugens Brugseierforening bekoste drift av de pålagte parameterne i form av utstyrsleie. For å få et så helhetlig bilde av hydrologien som mulig, ønsket Hydrologisk avdeling ved NVE, også å foreta snømålinger på Skurdevikåi. I forbindelse med stasjonsoppgradering i 2006, ble det derfor etablert snødybdemåler og snøpute som måler snøens vannekvivalent. Disse parameterne inngår ikke i pålegget til Numedals-Laugens Brugseierforening.

2 Innsamlede data

En oversikt over alle grunnvannsmålinger som har eksistert ved Skurdevikåi, er presentert i Tabell 2. Omfanget av grunnvannsundersøkelser ble redusert i 1992 og 1997. I dag måles kun grunnvannstand i rør 2, som er instrumentert for å sende inn sanntidsdata. I rør 5 ble manuelle målinger foretatt frem til april 2008. Utenom grunnvannsstand måles også lufttemperatur, jordtemperatur, grunnvannstemperatur, markfuktighet, resistans markfuktighet, snødybde og snøens vannekvivalent på timesbasis (Tabell 3). Det utføres kontrollmålinger et par ganger i året av den nå automatiserte stasjonen. Kontrollmålinger utføres av ansvarlig felthydrolog ved Hydrologisk avdeling i NVE.

Parameterne som logges sammen med type instrumentering fra det nye måleopplegget, er presentert i Tabell 3. For resistansmålinger av markfuktighet ble det i 2010 satt ned 4 nye sensorer med målestart fra 16.06.2010. Sensorene er plassert langs en vertikal stav, ved dybde -5 cm, -15 cm, -30 cm og -45 cm under bakken. To av de gamle resistanssensorene for markfuktighet ved dybde -5 cm og -15 cm under bakken ble beholdt, og logges parallelt.

Dataserien for snødybde presenteres ikke i denne rapporten, på grunn av defekt sensor. Denne skal byttes i 2015.

Tabell 2: Observasjoner av grunnvannsnivå ved Skurdevikåi. Aktive målinger er uthevet. Alle koordinater refererer til UTM-område 32, og er målt inn med GPS 15.06.2002. Rørhøyde over bakken (ROB) og rørlengde er målt 15.06.2002, med unntak av rør 1.

Rør	Serie-ID	Periode	UTM-øst	UTM-nord	ROB (cm)	Rørlengde (cm)	Bredde (cm)
1	15.118.1.2000.1	1972-1979	420094	6695267	140	397	3,2
2	**15.118.2.2000.1**	**1972-dd**	**421119**	**6694336**	**197**	**445**	**3,2**
3	15.118.3.2000.1	1972-1992	6694952	421896	157	360	3,2
4	15.118.4.2000.1	1972-1992	6695692	422954	165	330	3,2
5	15.118.5.2000.1	1972-2008	6696112	423749	193	435	3,2
6	15.118.6.2000.1	1972-1984	6697142	424323	124	460	3,2

Tabell 3: Målestart og instrumenter for aktive parametere ved Skurdevikåi

Parameter	NVEs serie-ID	Målestart	Instrument
Snødybde	15.118.2.2002.1	01.10.1974	Ultralydsensor, SR 50 snødybdesensor
Snøens vannekvivalent	15.118.2.2003.1	16.08.2006	Snøpute (Ø=2 m), AquiStar SDI-12 Pressure & temperatur
Grunnvannsstand	15.118.2.2000.1	05.10.1972	OTT PS1 trykksensor
Grunnvannstemperatur	15.118.2.2015.1	18.07.1993	OTT PS1 temperatursensor
Jordtemperatur (0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 cm dyp under bakken)	15.118.2.2006.1	17.08.2006	PT-100 temperaturvertikalstav, 10 segmenter
Lufttemperatur	15.118.2.17.1	16.08.2006	PT-100
Markfuktighet (10, 20, 30, 40, 60, 100 cm dyp under bakken)	15.118.2.2001.1	17.08.2006	TDR-stav med 6 segmenter, Delta – T PR2
Resistans markfuktighet (5, 15, 30, 45 cm dyp under bakken)	15.118.2.5011.1	17.08.2006	Resistanssensorer, Watermark SDI-12 Interface

3 Status for hydrologiske målinger

Av følgende figurer fremgår status for grunnvanns-, snødybde-, temperatur-, resistans-, teledybde- og markfuktighetsobservasjoner i perioden 2012-2014:

Figur 4: Grunnvannsstand i rør 2 for perioden 2012 - 2014, sammenlignet med middel, største og minste observerte grunnvannstand i perioden 1997-2011;

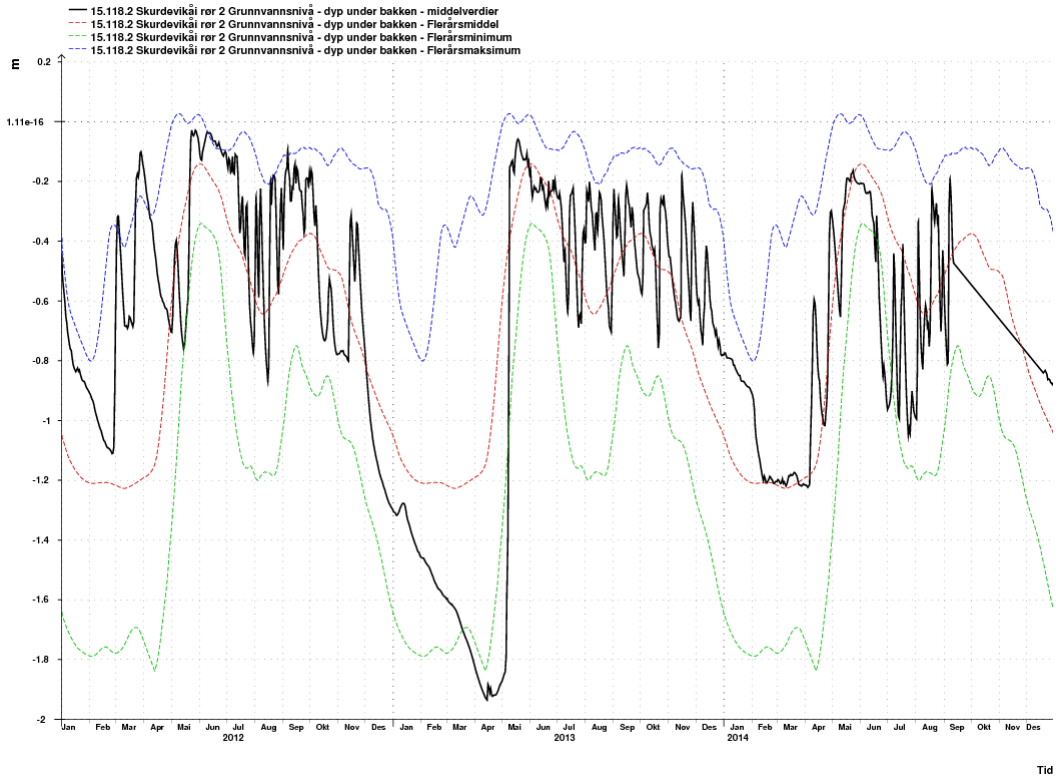
Figur 5: Snøens vannekvivalent i perioden 2012-2014. Sensor for snødybde (ultralydsensor) er defekt og data presenteres ikke.

Figur 6: Luft-, vann- og jordtemperatur ved dybder -10, -20, -30, -40, -50, -60, -70, -80 og -90 cm under bakken i perioden 2012 – 2014;

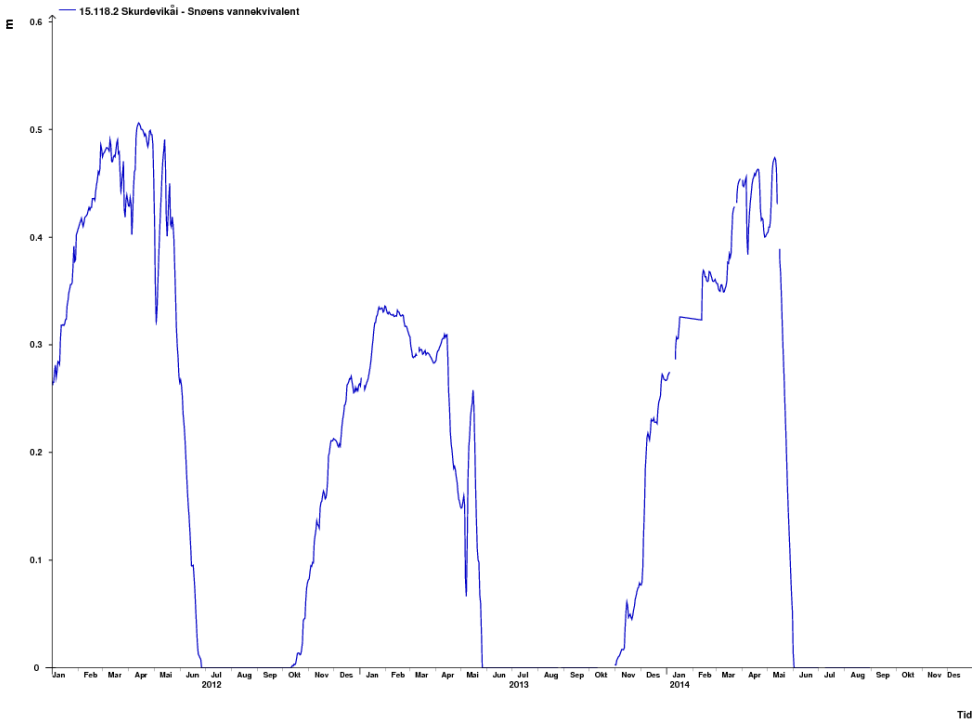
Figur 7: Resistansmålinger ved dybder -5, -15, -30 og -45 cm under bakken i perioden 2012 – 2014. Høye verdier indikerer tele. Om sommeren kan høye resistansverdier indikere tørke;

Figur 8: Teledybde under bakken (m) avledet fra resistansmålinger og jordtemperatur;

Figur 9: Markfuktighet i % for perioden 2012 – 2014. Sensor har ikke fungert siden november 2012. Denne skal byttes i 2015;

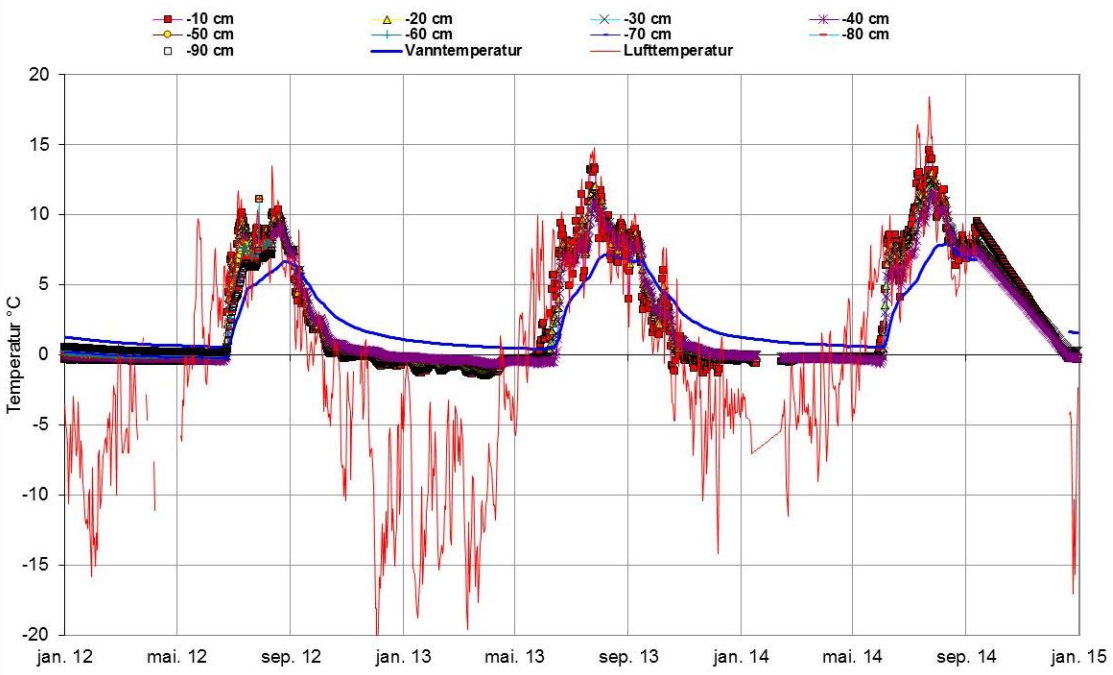


Figur 4: Observert grunnvannsnivå for perioden 2012-2014 (uthevet), sammenlignet med flerårsmiddel, flerårsminimum og flerårsmaksimum[1] for perioden 1997-2011.

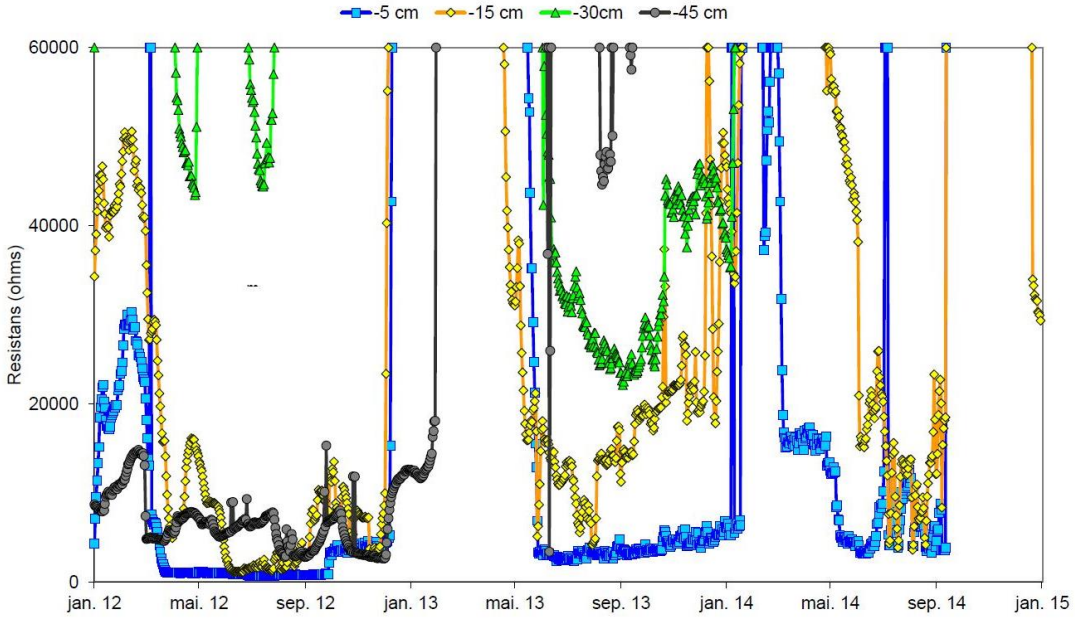


Figur 5: Observerte verdier fra snøpute (snøens vannekvivalent), for perioden 2012-2014. Sensor for snødybde er defekt, og derfor presenteres ikke data. Sensor for snødybde skal byttes i 2015.

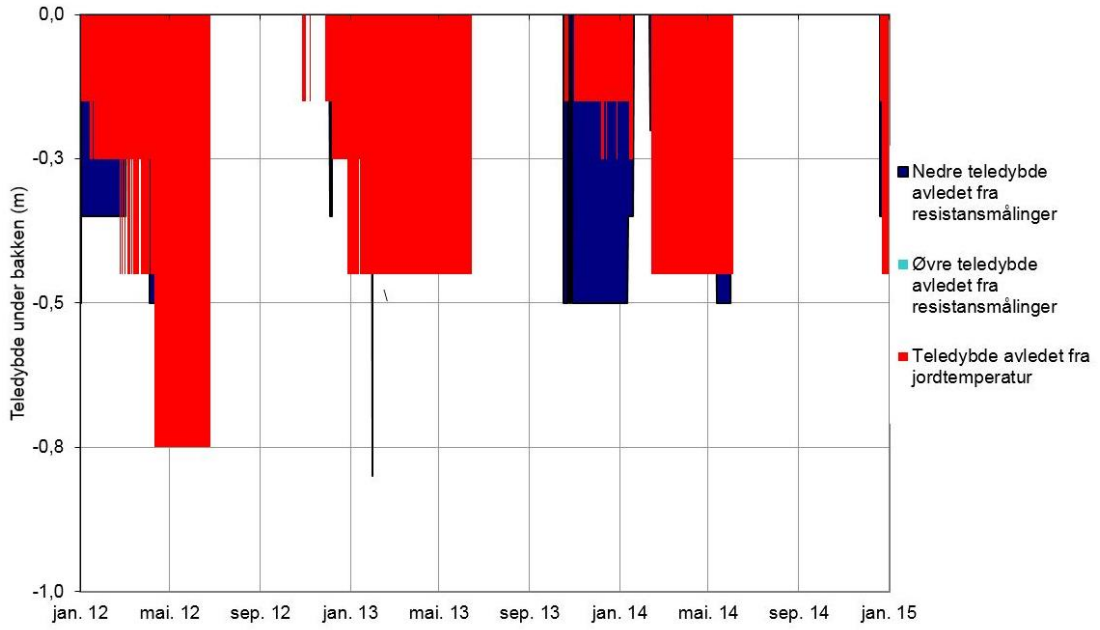
[1] Merk at kurvene for flerårsmiddel, -mimimum og –maksimum er glattet (Gaussmidling – middelverdier – lengde 15 dager) for å bedre plottenes lesbarhet og gi et mer korrekt bilde av normalsituasjonen.



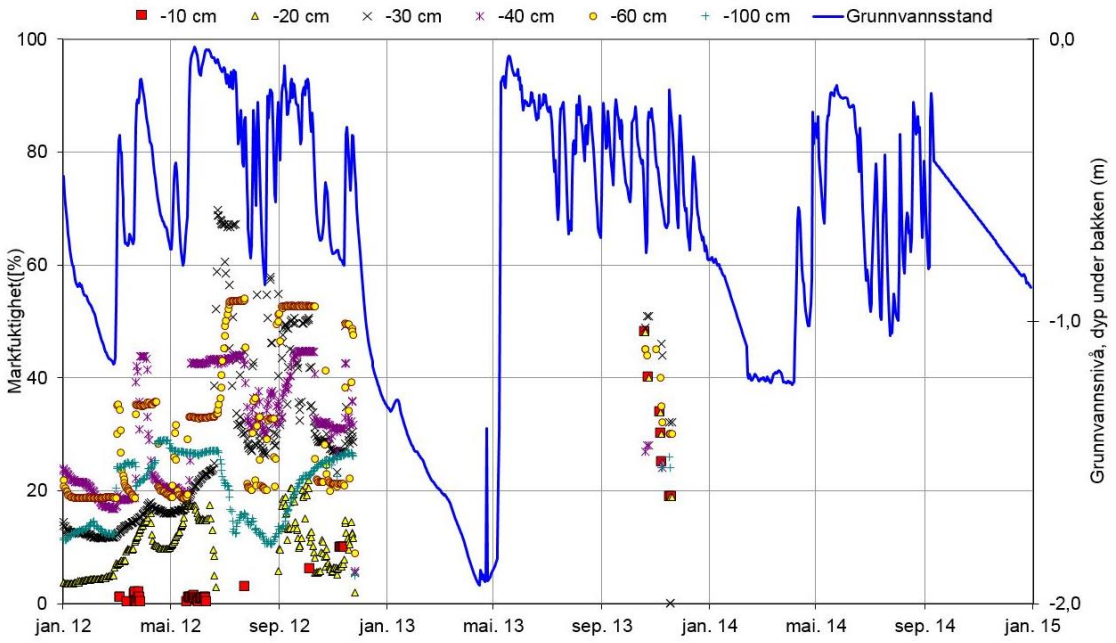
Figur 6: Jord-, vann- og lufttemperatur ved Skurdevikåi for perioden 2012-2014.



Figur 7: Resistansmålinger ved dybde -5, -15, -30 og -45 cm under bakken ved Skurdevikåi. Resistansmålinger er angitt i ohms. Høye verdier indikerer tele. I varmere perioder av året kan høye verdier også indikere tørke.



Figur 8: Teledybde under bakken (m) avledet fra resistansmålinger (blå farge), og fra jordtemperatur (rød farge) for perioden 2012-2014.



Figur 9: Markfuktighet i % og grunnvannsstand for perioden 2012 – 2014. Markfuktighetssensor har ikke fungert siden november 2012. Sensor skal oppgraderes i 2015.

4 Hydrologisk tilstand 2013-2014

Grunnvannsstanden (Figur 4) var under normalen de første månedene (januar-april) av år 2013. Ved begynnelsen av mai 2013 økte grunnvannsstanden til over normalen, og holdt seg i snitt høy gjennom året frem til vinteren 2013 og begynnelsen av 2014. Videre i 2014 var grunnvannstanden lav i vintermånedene, og økte til det normale i juni. Grunnvannstanden frem mot september er preget av en tørr og varm sommer, med nivå under normalen. Fra september har grunnvannsnivået vært rundt normalen, og synkende inn mot det nye året 2015.

Snømålinger (Figur 5) viser at det var mindre snø i 2013 enn i 2014. Mindre snømengde om vinteren i 2013, kan forklare et høyere grunnvannsnivå om vinteren enn i 2014.

Observasjoner av lufttemperatur (Figur 6) viser at det var betraktelig varmere om sommermånedene i 2014 (juli - august) enn i 2013. Dette ga også utslag i de øverste sensorene for jordtemperatur (-10 og -20 cm). Grunnvannstemperaturen har også vært noe høyere i 2014 enn i 2013 (Figur 6).

Høye resistansverdier for hele 2014 (Figur 7), kan indikere at sensorene begynner å svikte. Den vurderer å byttes i 2015. Figur 7 viser at det er typisk i vintermånedene resistansen øker, når det er tele i bakken. Fra Figur 7 kan det se ut til at det var mer tele i bakken i 2014 enn i 2013. Figur 8 viser teledybde avledet fra jordtemperatur (rød farge). Resultater viser at både 2013 og 2014 hadde mindre tele enn i 2012, og at det er i månedene januar-mai det forekommer tele frem til snøsmeltingen starter. For 2013 og 2014 ble det registrert tele allerede i desember ned til dybde -20 cm. Utover vinteren ble det registrert tele ned til omtrent – 45 cm.

Markfuktighetssensoren har ikke fungert siden november 2012. Det har derfor ikke blitt utarbeidet grafer for lagerkapasiteten ved Skurdevikåi for 2013 og 2014. Markfuktighetssensoren skal byttes i 2015. Det kan antas en høyere lagerkapasitet i 2014 enn i 2013, på grunn av en mild og varm sommer.

Referanser

Andersen T., 1972. En undersøkelse av grunnvannsmagasinet i et representativt høyfjellsområde. Hovedfagsoppgave i geofysikk ved Universitet i Oslo.

Andersen T., Gjørsvik O., Ruud L., 1972. Grunnvannsundersøkelser i Aursundfeltet. NVEs rapport 3/72.

Beldring S., Colleuille H., Haugen L.E., Roald L.A. og T. Øverlie, 2005. Climate change impacts on hydrological processes in headwater catchments. Headwater Controll IAHC konferanse. Bergen, juni 2005.

Colleuille H. Møen K og Stenseth I., 2006. Skurdevikåi tilsigsfelt (015.NDZ). Beskrivelse av den nye overvåkingsstasjon for grunnvann, markvann, snø og tele. Tilstandsoversikt 2005-2006. NVEs oppdragsrapport 16.2006.

Colleuille H., 2005. Groset forsøksfelt (016.H5). Grunnvanns- og markvannsundersøkelser. Årsrapport 2004. Inkludert FoU-resultater. Oppdragsrapport 15-2005.

Colleuille H., Holmqvist E., Beldring S. og L.E. Haugen, 2008. Betydning av grunnvanns- og markvannsforhold for tilsig og kraftsituasjon. NVE rapport 12-2008.

Gjørsvik, O., 1970. Grosetbekken. Hydrologisk observasjonsmaterialet for Groset forsøksfelt. Del 2. NVES rapport 2-1970.

Grip H. and Rodhe A., 1988: Vattnets väg från regn till back, Hallgren & Fallgren, Uppsala.

Johnsen T.A. (red.), 2006. Kvartalsrapport for kraftmarkeder, 3. kvartal 2006. NVEs rapport 12-2006.

Jæger Ø. og Frengstad B., 2008. Landsomfattende grunnvannsnett – årsrapport 2007. NGU rapport 2008.028.

Killingtveit Å., 2006. Energiforsyning. Hydrologiens bidrag til usikkerhet og prisvariasjoner. Fagmøte 25. – 26. april 2006. Vannforskning i Norge 2006Sikkerhet, sårbarhet og beredskap. ”VASSBYGGET” - Institutt for vann- og miljøteknikk, NTNU. Norsk Hydrologiråd.

NGU, 1988. Overvåking av grunnvann. Landsomfattende grunnvannsnett (LGN). Rapport 88.046

Opdhal J. og Colleuille H., 2010. Nasjonalt overvåkingsnett for grunnvann og markvann (fysiske parametere). Drift og formidling 2009. NVE rapport 9-2010.

Pedersen T.S., Kirkhusmo L.A. og Kannick H., 2003. Overvåking av grunnvann. Landsomfattende grunnvannsnett (LGN). NVEs rapport 1.2003.

Tollan A., 2000. Vanlige misforståelser i hydrologien. VANN-3-2000.

Wong K.W. og Colleuille H., 2005. Elv og grunnvann. Estimering av grunnvannsbidrag til det totale avløpet ved hydrogramseparering. NVEs Miljøbasert Vannføring rapport 5.2005.

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no