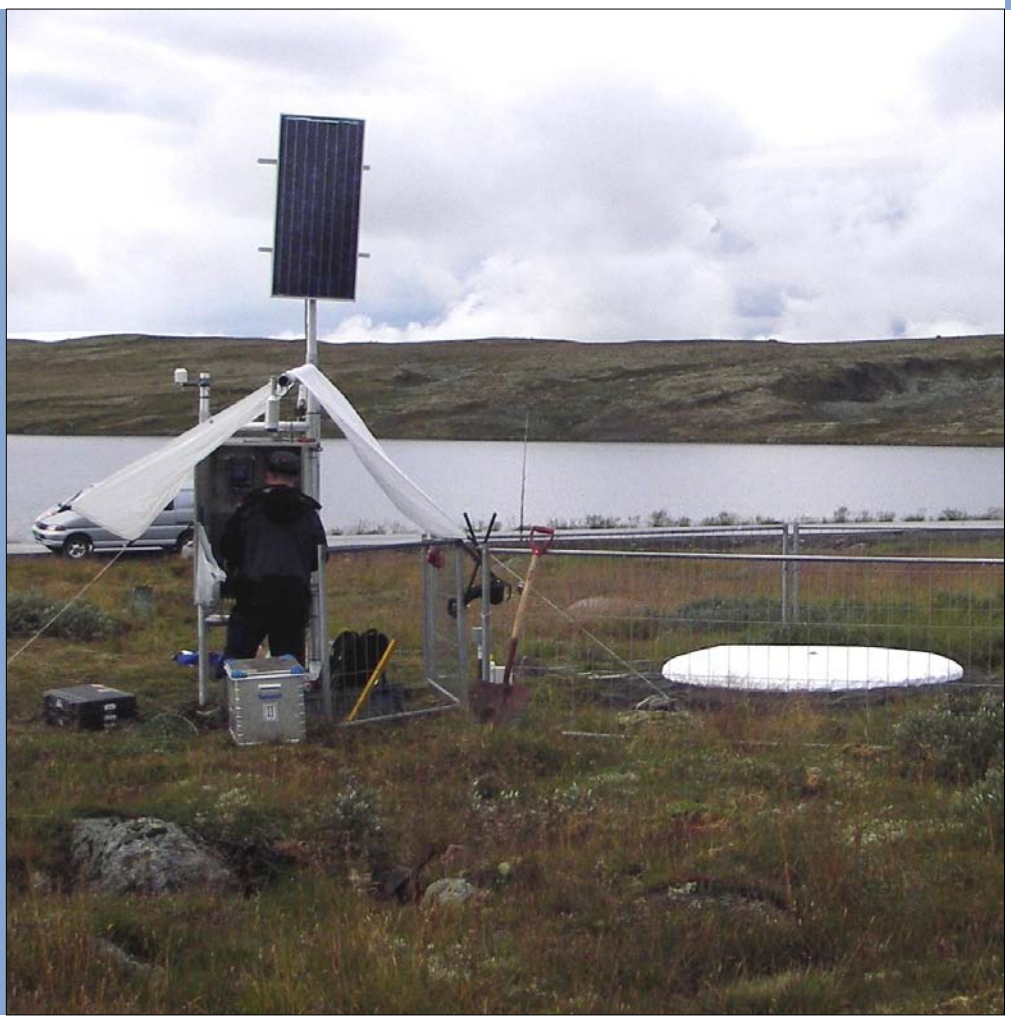
Skurdevikåi tilsigsfelt (015.NDZ)

Beskrivelse av den nye overvåkingsstasjonen for grunnvann, markvann, snø og tele. Tilstandsoversikt 2005-06

Hervé Colleuille
Knut Møen
Ingvill Stenseth

16
2006

OPPDRAGSRAPPORT A



Skurdevikåi tilsigsfelt (015.NDZ)

Beskrivelse av den nye overvåkingsstasjonen for grunnvann, markvann, snø og tele
Tilstandsoversikt 2005-06

Norges vassdrags- og energidirektorat
2006

Oppdragsrapport nr. 16-2006

Skurdevikåi tilsigsfelt (015.NDZ)

Beskrivelse av den nye overvåkingsstasjonen for grunnvann, markvann, snø og tele. Tilstandsoversikt 2005-06.

Oppdragsgiver: Numedals-Laugens Brugseierforening (Statkraft SF Øst-Norge)

Redaktør:

Forfatter: Hervé Colleuille, Knut Møen og Ingvill Stenseth

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 15

Forsidefoto: Montering av stasjonen august 2006. Snøputen sees midt i bilde, inngjerdet av et lavt nettinggjerde. Grunnvannsrøret er bak instrumentskapet vil venstre. Foto: Ingvill Stenseth

ISSN: 1503-0318

Sammendrag: Rapporten inneholder en oversikt over målingene som er innsamlet i NVEs database, samt en kort oversikt over historikk og stasjonsbeskrivelse. I denne rapporten gis også en beskrivelse av den nye overvåkingsstasjonen for grunnvann, markvann, snø og tele, som inkluderer en presentasjon av måleutstyr og måleprosedyrer. Det gis i tillegg en analyse av tilstandsoversikt for det hydrologiske året 2005-2006 og presenteres første resultater fra det automatiske måleopplegget.

Emneord: Grunnvann, snø, teledyp, 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

Desember 2006

Innhold

Forord **4**

Sammendrag **5**

1. Innledning **6**

1.1 Historikk og formålet med målinger 6
1.2 Stasjonsbeskrivelse 10
1.3 Bakgrunn for oppgradering 11

2. Innsamlede data **12**

3. Beskrivelse av det nye måleopplegget **14**

3.1 Snøens vannekvivalent: Snøpute 14
3.2 Snødyp 14
3.3 Jordtemperatur 15
3.4 Markfuktighet og teledyp 15
3.4.1 Delta-Probe 15
3.4.2 Motstandsblokker 15
3.5 Grunnvannsnivå og -temperatur 16
3.6 Logger og kommunikasjonsstyring 16
3.7 Vedlikehold og ettersyn 16

4. Status for hydrologiske målinger **18**

5. Hydrologisk tilstand 2005-06 ..... **24**

Referanser **25**

Forord

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

Etter avtale med NLB ble målestasjonen Skurdevikåi i august 2006 oppgradert, automatisert og fjernoverført. NLB er pålagt grunnvannsundersøkelser og telemålinger på Skurdevikåi, og dette blir nå kontinuerlig registrert og gjort tilgjengelig i NVEs hydrologiske database. For å få et så helhetlig bilde av hydrologien som mulig, ønsket NVE, Hydrologisk avdeling også å foreta snømålinger på Skurdevikåi. I forbindelse med stasjonsoppgraderingen ble det derfor etablert en snøpute og en snødybdemåler som ikke inngår i pålegget til NLB.

Rapporten inneholder en oversikt over målingene som er innsamlet i NVEs database, samt en kort oversikt over historikk og stasjonsbeskrivelse. I denne rapporten gis også en beskrivelse av den nye overvåkingsstasjonen for grunnvann, markvann, snø og tele, som inkluderer en presentasjon av måleutstyr og måleprosedyrer. Det gis i tillegg en analyse av tilstanden for det hydrologiske året 2005-2006, og de første resultatene fra det automatiske måleopplegget presenteres.

Rapporten er utarbeidet av senioringeniør Hervé Colleuille, senioringeniør Knut Møen og avdelingsingeniør Ingvill Stenseth, alle NVE, Hydrologisk avdeling.

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

Oslo, desember 2006

Morten Johnsrud
avdelingsdirektør

Sverre Husebye
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, teledyp, snødyp og snøens vannekvivalent på timebasis.

I denne rapporten gis også en beskrivelse av den nye overvåkingsstasjonen for grunnvann, markvann, snø og tele, som inkluderer en presentasjon av måleutstyr og måleprosedyrer. Det gis i tillegg en analyse av tilstanden for det hydrologiske året 2005-2006, og de første resultatene fra det automatiske måleopplegget presenteres.

1 Innledning

1.1 Historikk og formålet med målinger

For å få bedre oversikt over grunnvannets betydning for tilsiget satte ”Utvalget for tilsigsprognoser” i 1972 i gang de første undersøkelsene av grunnvannsforhold ved Skurdevikåi. I september 1984 foretok NVE (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.

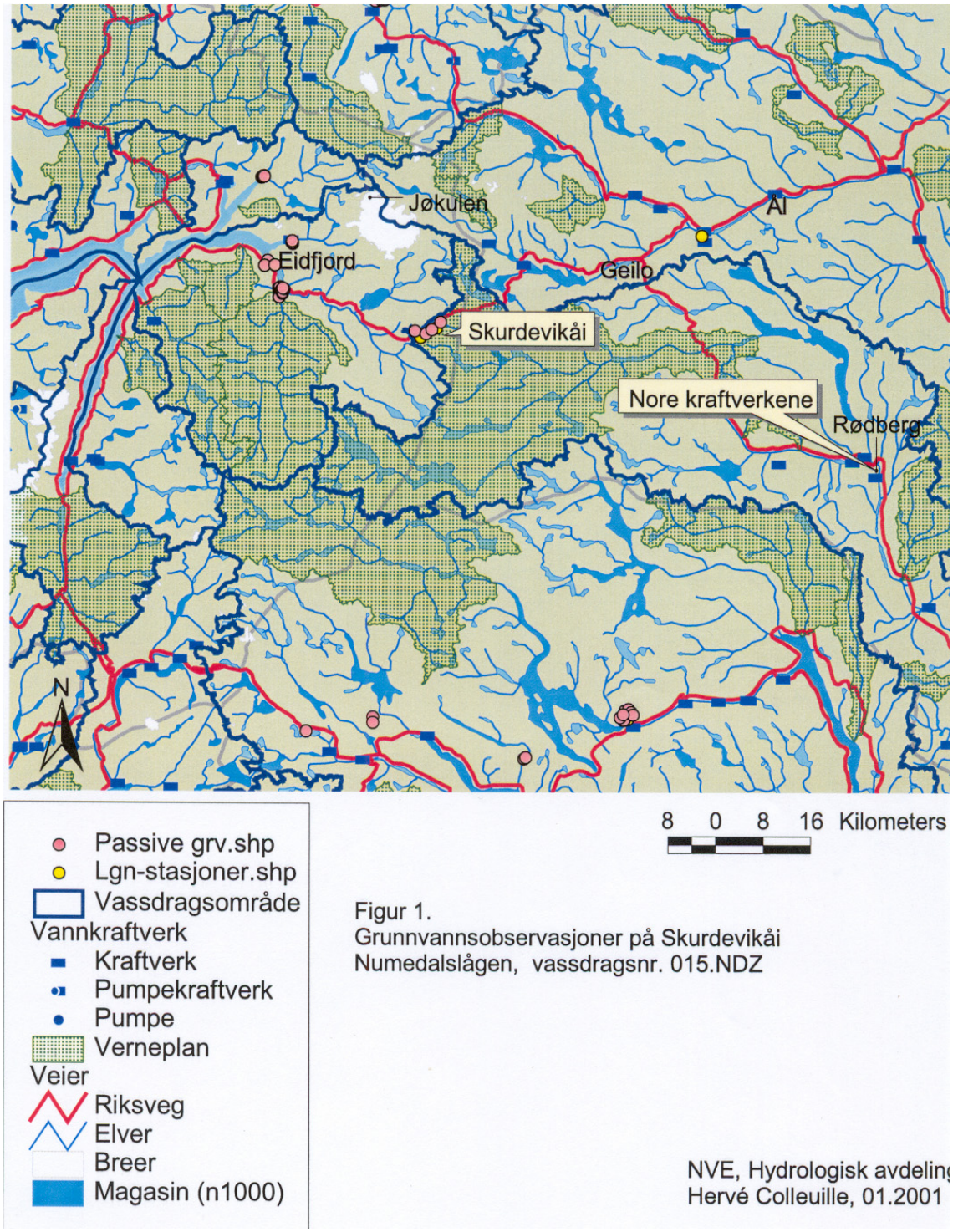
Skurdevikåi tilsigsfelt ble opprettet i forbindelse med utbygginger av Nore-verkene. Målingene er ment å sikre grunnlagsdata for tilsigsprognoser, flomvarsling og snømagasinering, samt å klarlegge eventuelle endringer i hydrologiske forhold som følge av regulering. Lange, kvalitetssikrete dataserier er dessuten en forutsening 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 og 5 inngår i det landsomfattende grunnvannsnettet (LGN), som drives av NGU og NVE (NGU, 1988; Pedersen et al. 2003; Colleuille og Vestersager, 2005; Vestersager og Colleuille, 2006). 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 er lokalisert i et uberørt område, antatt som representativ for kildeområdene for Numedalslågen. Dataene 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. For 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 om akviferens evne til å gi fra seg vann til elven. Frost, tele og snø forandrer nedbørfeltets hydrogeologiske egenskaper, og avrenningen vil derfor ikke foregå på samme måte sommer og vinter. 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. Grunnvannstilsig har en viktig rolle som buffer både ved tørke og flom. Avløpstørke kommer mye senere enn nedbørstørke på grunn av fyllingsgraden til grunnvannsreservoaren. 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.



Figur 1.
Grunnvannsobservasjoner på Skurdevikåi
Numedalslågen, vassdragsnr. 015.NDZ

Passive gv.shp
Lgn-stasjoner.shp
Vannkraftverk
Kraftverk
Pumpekraftverk
Pumpe
Målestasjon
Dam
Regine minsteenheter
Veier
Riksveg
i tunnel
Fylkes-/kommunal vei
i tunnel
Bilferge
Elver
Magasin (n250)
Verneplan

2 0 2 4 Kilometer

Figur 2.
Grunnvannsobservasjoner på Skurdevikåi
Numedalslågen, vassdragsnr. 015.NDZ

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. Det grunnvannet som metoden estimerer er grunnvann med lang oppholdstid, dvs. stabil temperatur og kjemiske karakteristika. Et utvalg av 25 målestasjoner som er tilknyttet ulike delprosjekter i programmet "Miljøbasert vannføring" er 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 snøsmelte- og flomperioder, er det betydelig mengde grunnvann som strømmer ut i vassdraget. Andelen av grunnvann viser seg å være betydelig lavere i Vestlandsvassdrag med skarp topografi enn på Østlandet.

Grunnvann og magasinfylling

Siden grunnvannsavløpet utgjør en så vidt stor del av det totale avløpet, spesielt om vinteren, er en best mulig kjennskap til grunnvannssituasjonen av stor betydning ved prognosering av ventet tilsig. 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 parametrene i avrenningssammenheng er jordas lagerkapasitet for vann og teledybde i jord. Med begrepet jordas lagerkapasitet for vann menes den nedbørsmengden som kan tilføres før det eventuelt skjer en avrenning til grunnvann. Jordas lagerkapasitet (markvannsunderskudd) er ofte størst i sommerhalvåret når vannet forbrukes av vegetasjonen og mengden av nedbøren er mindre enn evapotranspirasjonen. I høye fjellsområder, med morene avsetninger, registreres derimot største lagerkapasitet for vann om vinteren (se f. eks. målinger fra Groset i Telemark: Colleuille, 2005; Beldring et al., 2005). Dette skyldes langvarige perioder med snø og tele, kombinert med lav vanninfiltrasjon og drenering av jordlagene i den øverste delen av jorda. Det hender at tilsiget til kraftmagasiner om våren blir mindre enn ventet ut fra de snømengder som er målt i vinterens løp. Da ligger ofte tanken nær at vårværet har ført til stor fordamping fra snødekket (Tollan A., 2000). Fordampingen av snøen er ofte neglisjerbar og lavere avrenningen skyldes først og fremst påfyllingen av markvanns- og grunnvannsmagasiner ved infiltrasjon av smeltevann.

Magasinering i snø og grunnvann kan være like stor som i reguleringsmagasiner (Å. Killingtveit, 2006) og kunnskap om hva som er lagret i naturlige magasiner blir derfor viktig for å vurdere og å prognosere kraftsituasjonen. Informasjon om tilstand for grunnvann og markvann har blitt tatt i brukt 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.

1.2 Stasjonsbeskrivelse

Feltet ved Skurdevikåi ligger sentralt til på den nordlige del av Hardangervidda (se fig. 1), ca. 40 km fra Eidfjord. Landskapet er et typisk høyfjells morenelandskap. Feltet danner de første tilløp til Numedalslågen og har slik særlig interesse for dette vassdraget. Grunnvannsrørene ligger øverst i Sleipa nedbørfelt (vassdragsnr. 015.NDZ). Stasjonen ligger ved riksvei 7 ved Skiftesjøen. Figur 2 viser beliggenheten av alle peilerør på Skurdevikåi.

Stasjonsnavn	Skurdevikåi
Vassdragsnavn	Numedalslågen (015.Z)
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	2 Frode Kvernhaugen/Kari Svelle[1]
LGN	LGN nr.7 (2 rør)
Oppdragsgiver	Numedals-Laugens Brugseierforening (Statkraft SF Øst-Norge)
Observatør	Magne Pladsen, Braaflaat[2] Nore Kraftverksgruppe 3630 Rødberg

[1] NVE, Hydrologisk avdeling (HH). Roar Sønsterud (NVE) har vært tidligere involvert i etablering og drift av tilsigsfeltet på Skurdevikåi

[2] Magne Plassen overtok etter Arne Bjerke Rodberg i 1996, som selv overtok etter damvokter G. Maurseth i 1986. Alle var ansatt av det Nore Kraftverkene.

1.3 Bakgrunn for oppgradering

Det har de siste årene blitt påpekt ovenfor Numedals-Laugens Brugseierforening at den aktuelle målehyppigheten med manuelle observasjoner fra 1 til 2 ganger pr måned er for lav for å kunne observere raske fluktuasjoner og dermed av for dårlig kvalitet for å kunne utføre statistiske analyser eller kalibrere en hydrologisk modell. I henhold til NVEs forslag til pålegg datert 10.06.2003 stilles det krav til minst ukentlig målinger. Kravet til målehyppighet gjorde at måleopplegget måtte automatiseres og dataene fjernoverføres.

Etter avtale med Numedals-Laugens Brugseierforening (brev datert 18.02.2005) har NVE, Hydrologisk avdeling oppgradert stasjonen i 2006, 1 år senere enn planlagt på grunn av nødvendig saksbehandling i Eidfjord kommune.

Feltarbeid for automatiseringen av stasjonen ble utført 15. og 16. august 2006 av Knut Møen og Ingvill Stenseth. Knut Møen er ansvarlig for teknisk design og oppbygging av målestasjonen i Skurdevikåi.

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

2 Innsamlede data

En oversikt over grunnvannsmålinger i Skurdevikåi er presentert i tabell 1. Omfanget av grunnvannsundersøkelser har blitt redusert i 1992 og 1997, slik at det måles grunnvannstand kun på to målepunkter: rør 2 og 5 (damprør). Det måles også teledyp, snødybde og grunnvanntemperatur (tabell 2). Teleforholdene er registrert med en teledybdemåler av Gandhal type ved rør 2. Observasjoner bør foretas to ganger pr. måned. Målingene utføres manuelt på anviste eksisterende grunnvannsrør. Observasjoner utføres av Magne Pladsen, Numedals-Laugens Brugseierforening (Statkraft Nore). Observasjonsblanketter sendes til NVE månedlig og lagres i NVEs database (Hydra II). Parametrene som måles automatisk i det nye måleopplegget er presentert i tabell 3.

Rør	NVEs serie-ID	Periode	UTM-øst	UTM-nord	R.o.b. (cm)	Rørlengde (cm)	Rørdiam. (cm)
1	15.118.1.2000.1	1972-1987	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-dd**	**6696112**	**423749**	**193**	**435**	**3.2**
6	15.118.6.2000.1	1972-1984	6697142	424323	124	460	3.2

Tabell 1. Grunnvannsnivå-observasjoner på Skurdevikåi. Aktive målinger er uthevet. Alle koordinater refererer til UTM-område 32 og er målt med GPS 15.06.02[3]. Rørhøyde over bakken og rørlengde er målt 15.06.02 unntatt for rør 1.

Siden oppgraderingen av Skurdevikåi ble utsatt til 2006, ble det 27.09.05 satt i gang midlertidig grunnvannslogging. Grunnvannsstand ble registrert på timebasis ved hjelp av en enkel logger. Data var ikke fjernoverført til NVE, men ble tappet ved stasjonsbesøk. Loggeren ble avinstallert og erstattet ved oppgraderingen 16.08.06.

Parameter	NVEs serie-ID	Periode	UTM-øst	UTM-nord	R.o.b. (cm)
Øvre teledyp	15.118.2.2018.1	10.1997-dd	421119	6694336	77
Nedre teledyp	15.118.2.2004.1	10.1974-dd	421119	6694336	77
Snødybde	15.118.2.2002.1	10.1974-dd	421119	6694336	-
Grunnvanns-temperatur i rør 2	15.118.2.2015.1	07.1993-dd	421119	6694336	-

Tabell 2. Andre aktive observasjoner på Skurdevikåi. (Alle koordinater refererer til UTM-område 32 og er målt med GPS 15.06.02). Rørhøyde over bakken (R.o.b). er målt i 2002.

[3] Koordinater for rør 1 er ikke målt med GPS.

Parameter	NVEs serie-ID	Instrument
Grunnvannsstand	15.118.2.2000.1	2 kombinerte trykk- og temperatursensorer Ott PS1
Grunnvanntemperatur	15.118.2.2015.1	
Jordtemperaturer ved 0,10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 cm dyp	15.118.2.2006.1	PT-100 temperatur-vertikalsensor (10 segment)
Markfuktighet ved 5, 15, 28, 35, 54, 63,86 cm dyp	15.118.2.5011.1	Resistanssensorer Watermark
Markfuktighet ved 10, 20, 30,40, 60, 100 cm dyp	15.118.2.2001.1	TDR probe med 6 segmenter PR1 fra *Delta-T Devices*
Snoens vannekvivalent	15.118.2.2003.1	Snøpute (Ø=2m)
Snødyp	15.118.2.2002.1	Ultralydsensor SR10 fra Campbell
Lufttemperatur	15.118.2.17.1	PT-100

Tabell 3. Parametrene målt i det nye opplegget ved rør 2 siden 16. august 2006.

3 Beskrivelse av det nye måleopplegget

Stasjonen er ustyrt med logger og sensorer for å kunne overvåke lufttemperatur, grunnvannsstand, grunnvannstemperatur, jordtemperatur, markfuktighet, teledyp, snødyp og snøens vannekvivalent på timebasis.

En generell beskrivelse av måleutstyr og måleprosedyrer samt informasjon om etablering og vedlikehold av overvåkingsstasjon for grunnvann og markvann er publisert tidligere i NVEs rapport 6.2002 (Colleuille og Gillebo, 2002). Det gis her en kort beskrivelse av utstyr og måleprinsipp av utstyr som er installert på den nye automatiserte stasjonen i Skurdevikåi.

3.1 Snøens vannekvivalent: Snøpute

Snøputene måler vekten av snø dvs. snøens vannekvivalent. Snøputen virker på den måten at snøen som legger seg på puta gir et trykk som presser væske opp i et vertikalt stigerør. Høyden av væskesøylen er direkte proporsjonal med vekten av, eller vannekvivalenten til snølaget på puta. Snøputen som er etablert på Skurdevikåi er sirkulær med 2 meter diameter og fylt med om lag 375 liter vann og teknisk etanol i blandingsforhold 50/50. Væskesøylens høyde måles med to trykkceller senket ned i stigerøret. Det er valgt å bruke to sensorer som en innbyrdes kontroll for å avdekke drifting eller annen teknisk feil.

Snøputa viser fra vinteren begynner hvordan vekten av snølaget utvikler seg fram til kulminasjonstidspunktet og hvordan avsmeltingen skjer om våren. Bruk og vurdering av snøpute er beskrevet av Engeset et al. (2000).

3.2 Snødybde

Snødybde måles med ultralyd. I tillegg til selve nivåmålingen gir sensoren ut en kvalitetsindikator, i praksis en angivelse av ”hardheten” til overflaten som reflekterer lydpulsen. Dette skaleres i loggeren til en verdi i området 0-100 hvor 100 er best.

3.3 Jordtemperatur

For å overvåke temperaturen i jorden er det laget en ”temperatur-vertikal-probe” med 10 PT-100 sensorer plassert med 10 cm avstand ved 0,10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 cm dyp. Sensorene har blitt kalibrert og testet i laboratorium før nedsetting.

3.4 Markfuktighet og teledyp

3.4.1 Delta-Probe

Markfuktighet er målt med *PR1* probe fra *Delta-T Devices*. Måleproben er inndelt i 6 segmenter; 10, 20, 30, 40, 60, 100 cm dyp.

Delta-prober bruker Time Domain Reflectometry (TDR) metoden for måling. TDR er en indirekte metode for å måle markfuktigheten. Metoden bygger på at en sender ut elektromagnetiske bølger langs en overføringslinje i jord og måler hvor lang tid det tar før bølgen reflekteres. Den dielektriske konstanten, som bestemmer de elektromagnetiske bølgenes hastighet, varierer med jordas vanninnhold (se også Colleuille og Gillebo, 2002). Den dielektriske konstanten er 1 for luft, for fast materiale i jord ca. 3-5 og for vann ca. 80 og ca. 3.2 for is. Dermed kan man også utføre målinger i frossen jord for å avgjøre andelen av flytende vann. Metoden er generelt velegnet for beregning av jordas vanninnhold og brukes sammen med jordtemperatur for å vurdere teledyp.

3.4.2 Motstandsblokker

Markfuktighet måles også ved hjelp av 7 ”Watermark” resistansblokker ved 5, 15, 28, 35, 54, 63, 86 cm dyp.

Sensorene består av en keramisk celle der motstanden måles mellom to innebygde elektroder. Vanninnholdet i den keramiske cellen varierer med jordas matrikspotensial på det aktuelle dyp. Ut fra manuelle målinger av jordas matrikspotensial med tensiometer og samtidige målinger av elektrisk motstand, kan cellen kalibreres og resistansmålingene konverteres til matrikspotensial. Vanninnholdet kan estimeres deretter ved å benytte pF-kurver (se Colleuille og Gillebo, 2002).

Frysing av vann i jord vil gi samme effekt som uttørring, og ved faseovergang vil resistansverdiene gjøre betydelige sprang. Dette gjør resistansmålinger til et nyttig redskap for

overvåking av den daglige forandringen med hensyn til tining og frysing i løpet av vinteren (Colleuille et al., 2001). Teledybden kan derfor estimeres fra resistansmålinger i ulike dybder. Resistansmålingene er usikre nær metning og når matrikspotensialet er lavere enn -200 kPa, dvs. når jorda er relativt tørr (Colleuille og Gillebo, 2002).

3.5 Grunnvannsnivå og -temperatur

Målestasjonen måler grunnvannsstand ved bruk av trykksensorer. Det er installert to stk. Ott PS1 prober i grunnvannsrøret (rør 2). Sensorene har integrert temperatursensor som brukes for måling av grunnvannstemperatur. Temperatursensorene er kalibrert i laboratoriet før utsetting og har en nøyaktighet på bedre enn ±0,1°C. Trykksensoren har en nøyaktighet på bedre enn ±0.1% av måleområdet (5 meter). Sensorene har et digital ”SDI-12” grensesnitt.

3.6 Logger og kommunikasjonsstyring

Måleopplegget på Skurdevikåi bruker en Sutron 9210 datalogger. Strømforsyningen er basert på batteri med solcellelading. Dataene overføres daglig til NVE via GSM-nettet. Ustyret er montert direkte i et 70x100x30 stålskap. Antennepisk for GSM er montert gjennom toppen av skapet.

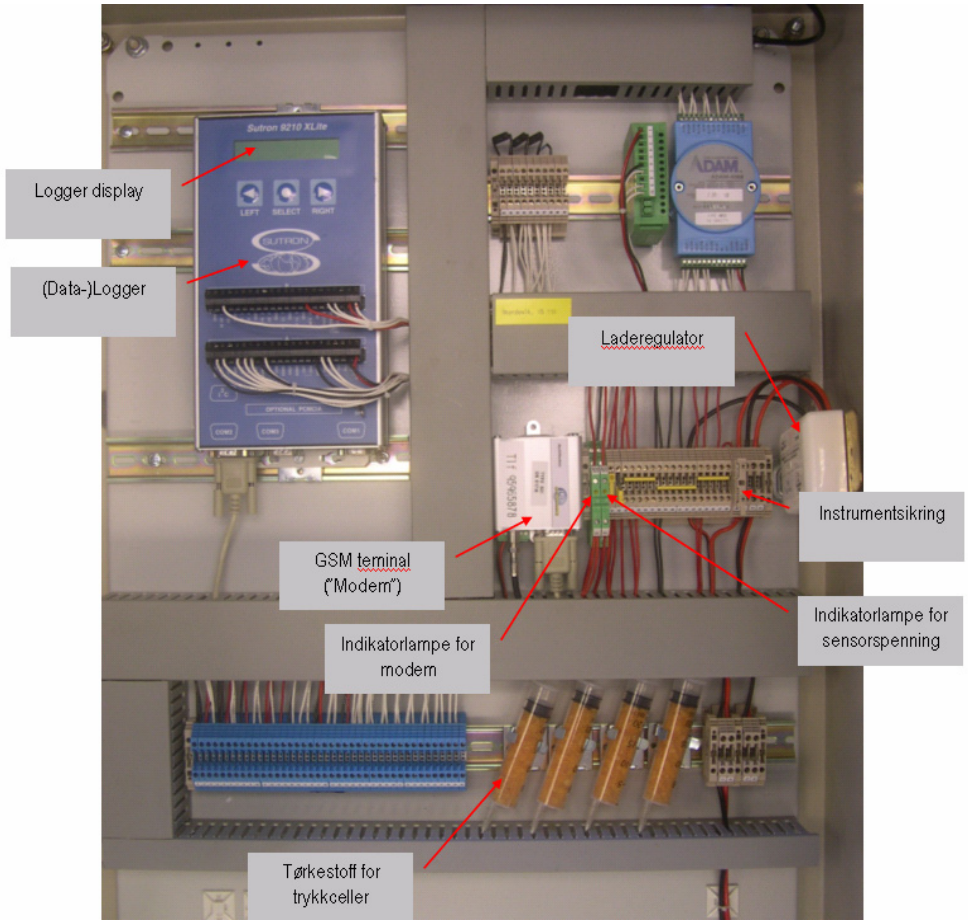
Mer informasjon om dataflyt, datainnsamling og databearbeiding er gitt i Colleuille og Gillebo (2002)

3.7 Vedlikehold og ettersyn

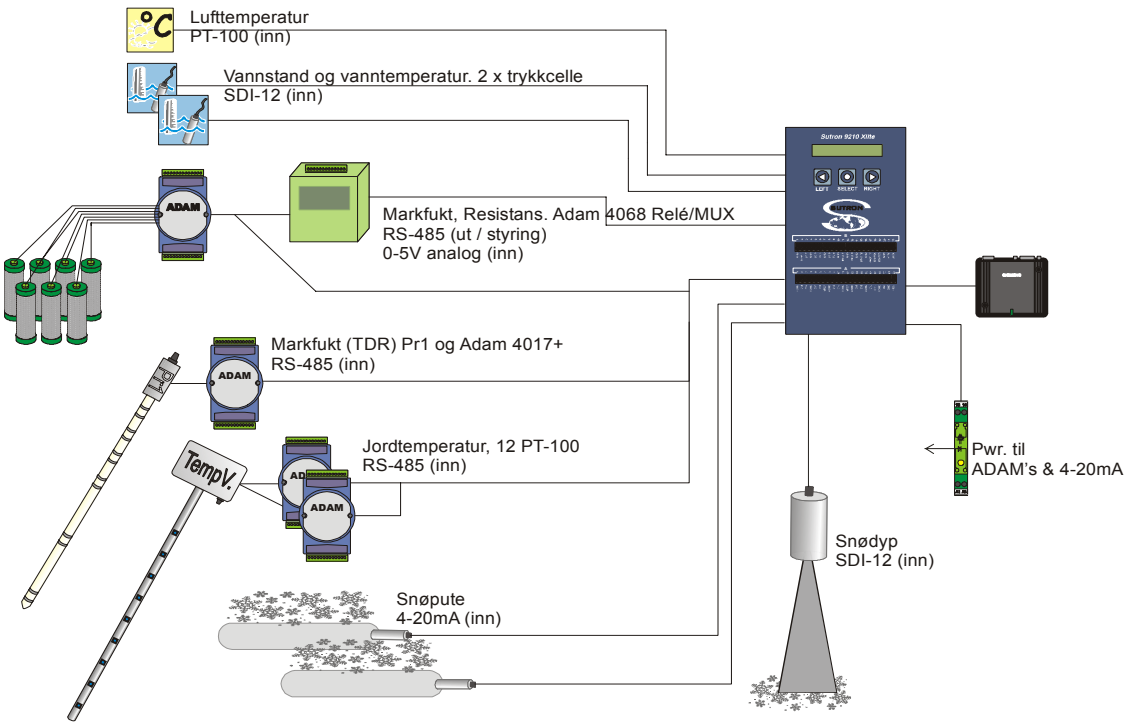
For å hindre inntrengning av fuktighet som kan føre til kondens i atmosfærekompensasjonsslangen til trykkcellene er det montert fire beholdere med tørkestoff i instrumentskapet. Disse skifter farge fra oransje/gul til hvitt når det må skiftes. Dette bør kontrolleres minst en gang pr. år.

Null-punkt for snøputene drifter litt fra år til år pga. fordampning, masse-setninger m.v. Snøputemålingene må derfor kontrolleres og eventuelt korrigeres før første snøfall.

På grunn av mulig fordampning av sprit fra snøputens stigerør bør det helles om lag 1 liter ren teknisk sprit i dette før hver vintersesong.



Figur 3. Utforming av instrumentskap.



Figur 4. Teknisk konsept.

4. Status for hydrologiske målinger

Kurver med data innsamlet i hele måleperioden for alle parametrer er presentert i NVEs årsrapport 2000. Av følgende figurer fremgår status for grunnvanns-, teledybde- og snødybdeobservasjoner i 2005- november 2006:

(5) Grunnvannstanden i perioden 2005-2006 i rør 2 sammenlignet med middel, største og minste observerte grunnvannstand i perioden 1973-2003;

(6) Grunnvannstanden i perioden 2005-2006 i rør 5 sammenlignet med middel, største og minste observerte grunnvannstand i perioden 1973-2003;

(7) Observerte snø- og nedre teledybder i 2004, 2005 og 2006.

(8) Snødyp i perioden 2005-06 (uthevet) sammenlignet med flereårsmiddel (stiplet), største og minste observerte snødyp i perioden 1973-2004 (interpolasjon 100 dager, 1992 og 1993 er ikke tatt med pga manglende data).

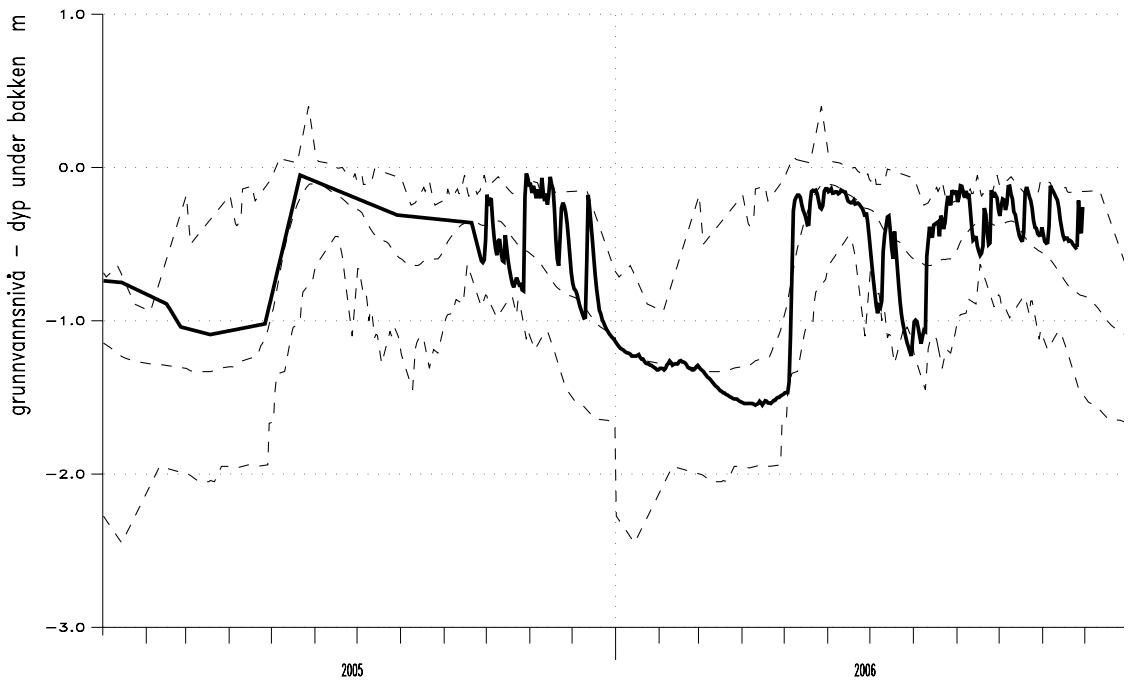
(9) Observerte nedre teledybder i perioden 1974-2006.

(10) Automatisk registrering av snødyp og snøens ekvivalent (stiplet) i perioden september-november 2006.

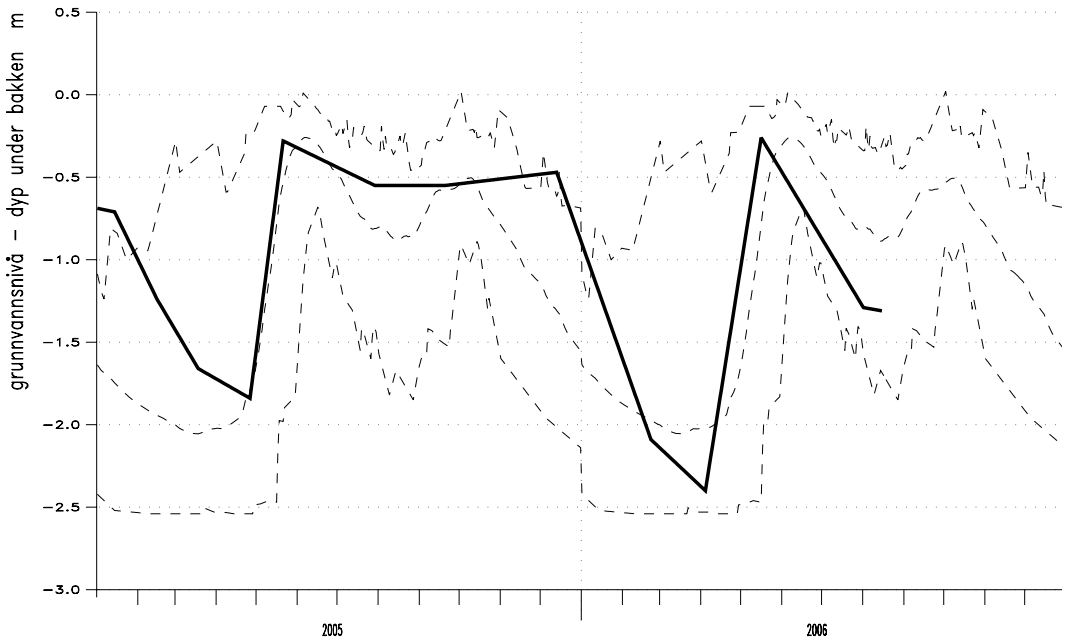
(11) Markfuktighet ved ulike dybder målt med TDR-probe i perioden august-november 2006.

(12) Resistansmålinger ved ulike dybder i perioden august-november 2006.

(13) Lufttemperatur og jordtemperatur ved ulike dybder i perioden august-november 2006.

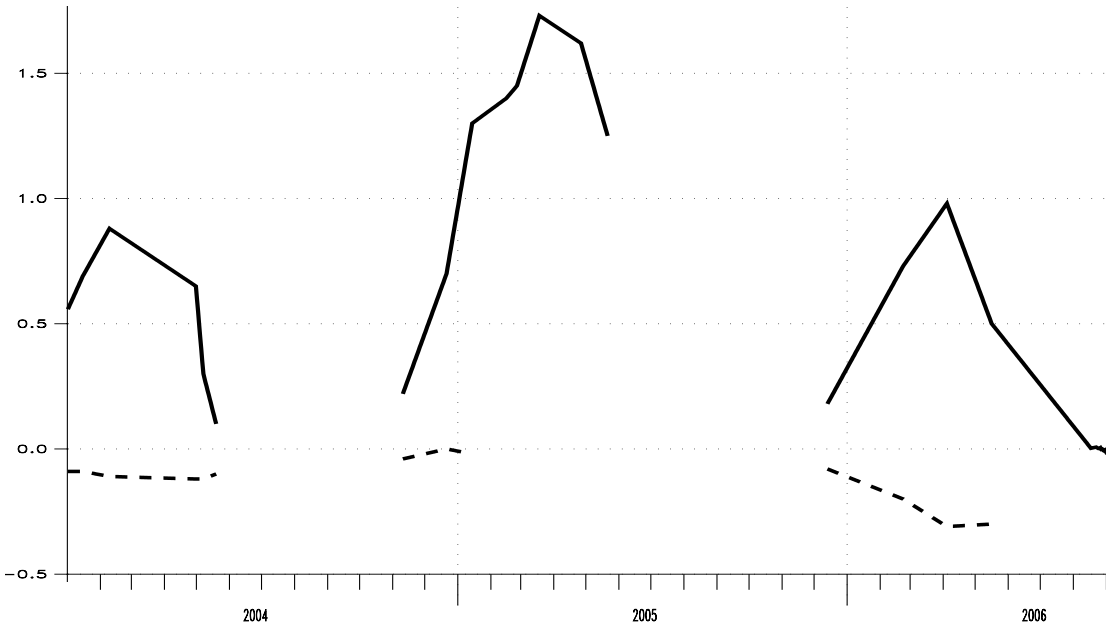


Figur 5. Grunnvannstanden i perioden 2005-2006 i rør 2 (uthevet) sammenlignet med flereårsmiddel (stiplet), største og minste observerte grunnvannstand[4] i perioden 1973-2004 (interpolasjon 100 dager, 1992 og 1993 er ikke tatt med pga manglende data).

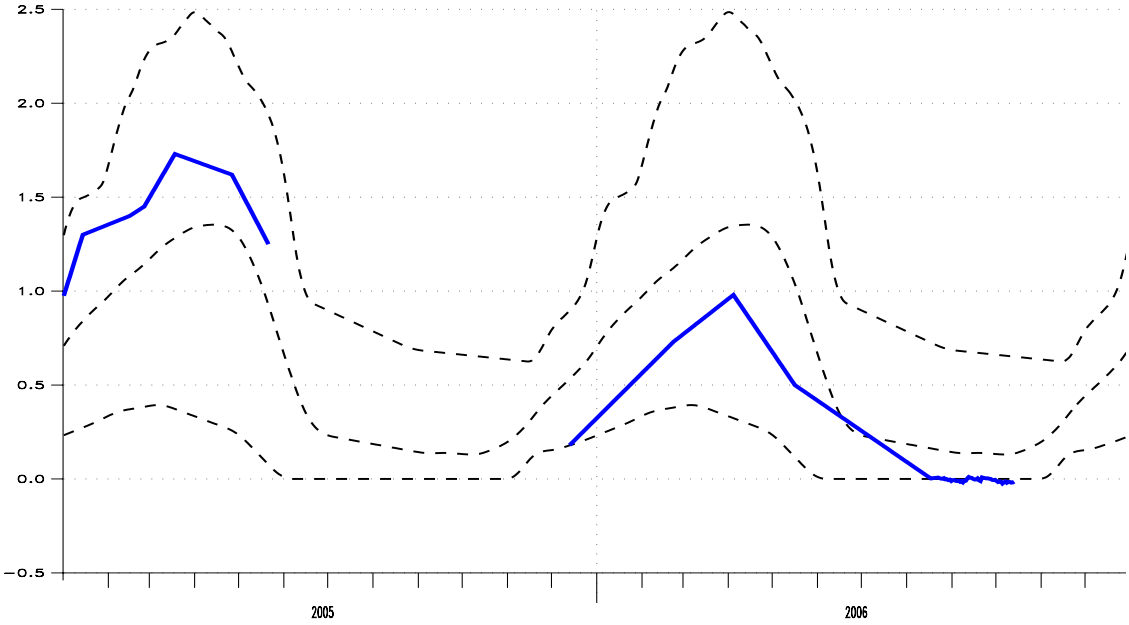


Figur 6. Grunnvannstanden i 2004 i rør 5 (uthevet) sammenlignet med flereårsmiddel (stiplet), største og minste observerte grunnvannstand[5] i perioden 1973-2003 (interpolasjon 200 dager, 1992 og 1993 er ikke tatt med pga manglende data).

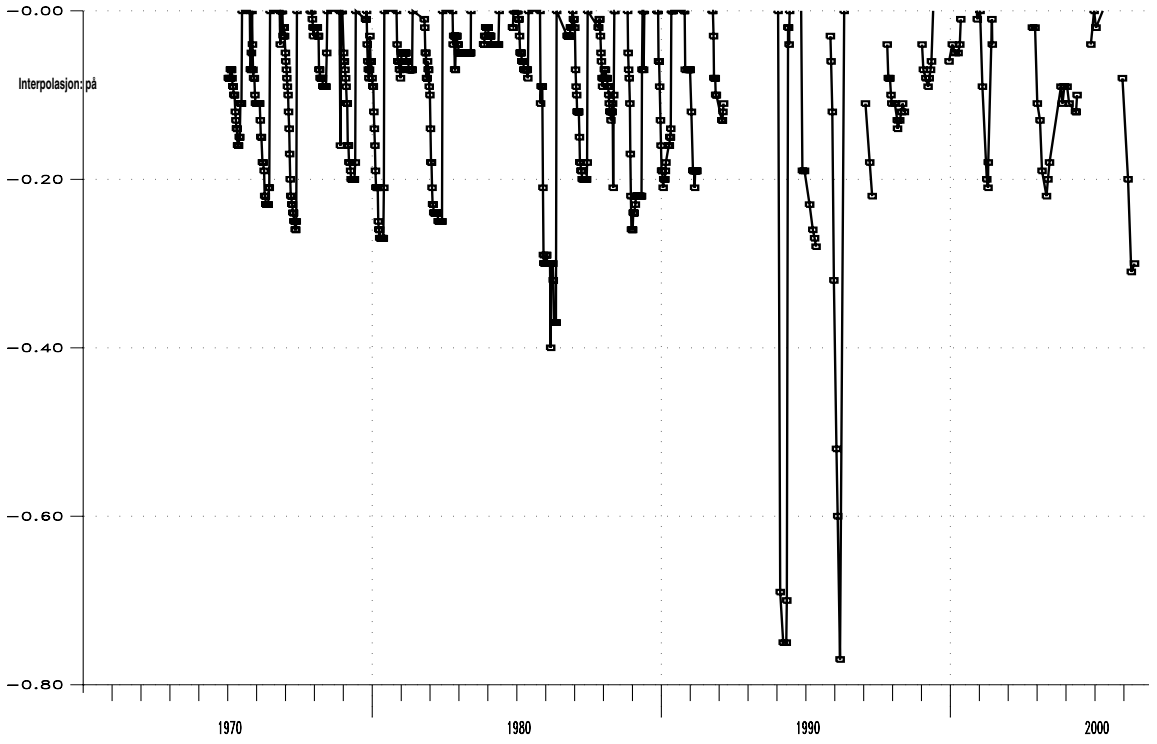
[4] Merk at kurvene for flereårs-middel, -minimum og –maksimum er glattet (Gauss-midling – middelverdier - lengde 15 dager) for å bedre plottenes lesbarheten og gi et mer korrekt bilde av normal-situasjonen.



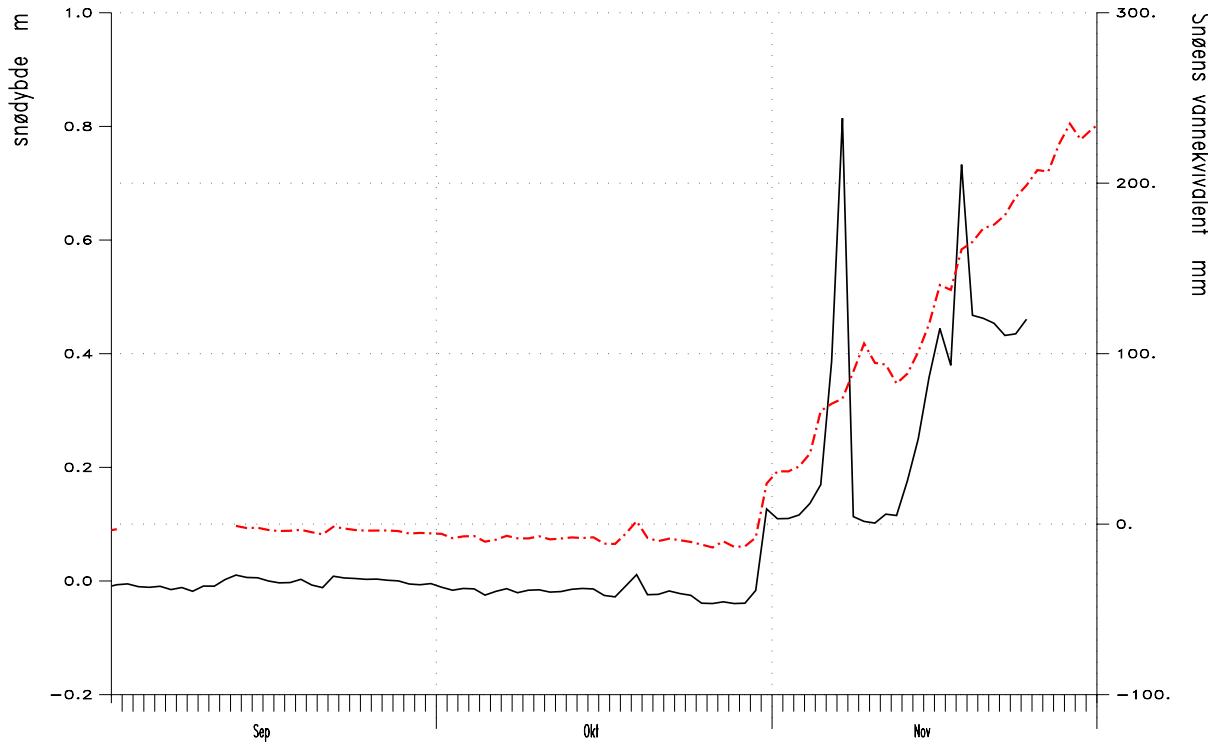
Figur 7. Observerte snø- og nedre teledybder (stiplet) i 2004, 2005 og 2006.Snø- og teledyp er angitt i m.



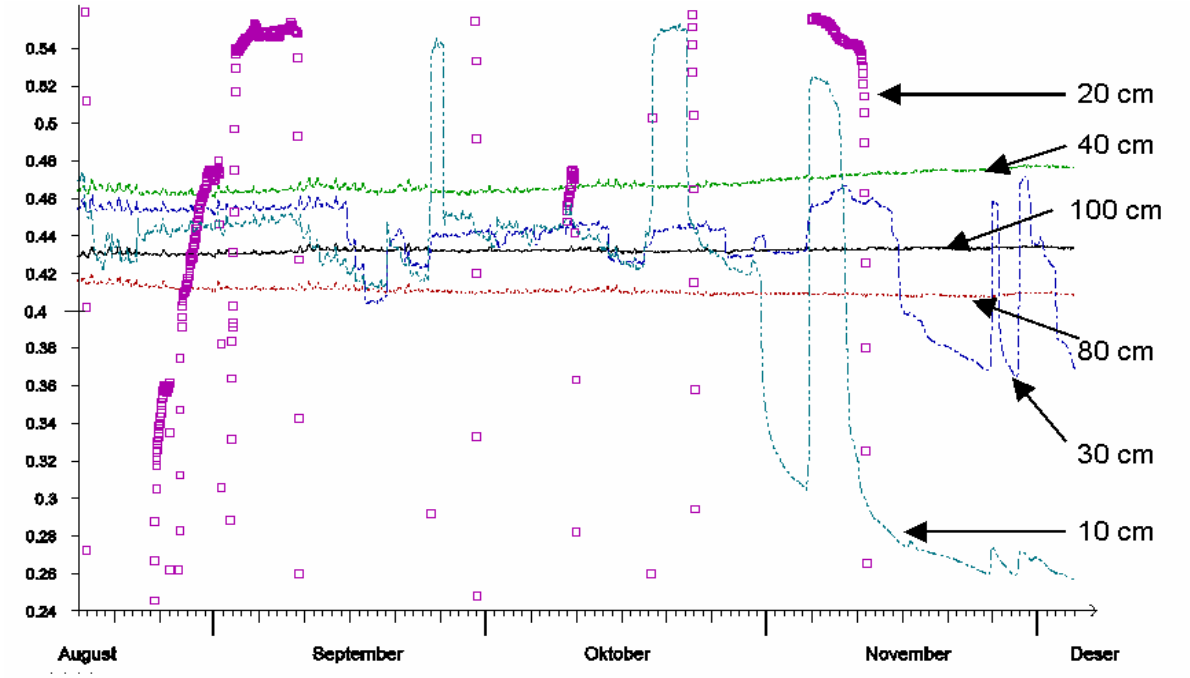
Figur 8. Snødyp i perioden 2005-06 (uthevet) sammenlignet med flereårsmiddel (stiplet), største og minste observerte snødyp i perioden 1973-2004 (interpolasjon 100 dager, 1992 og 1993 er ikke tatt med pga manglende data). Snødyp er angitt i m.



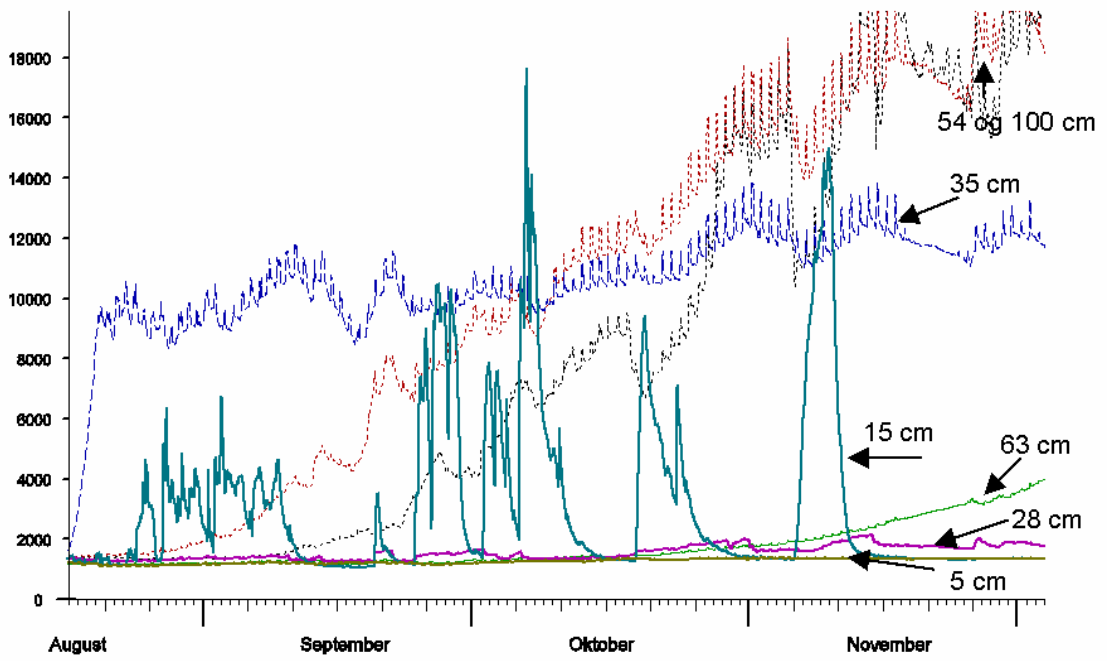
Figur 9. Observerte nedre teledybder i perioden 1974-2006. Teledyp er angitt i m under bakken.



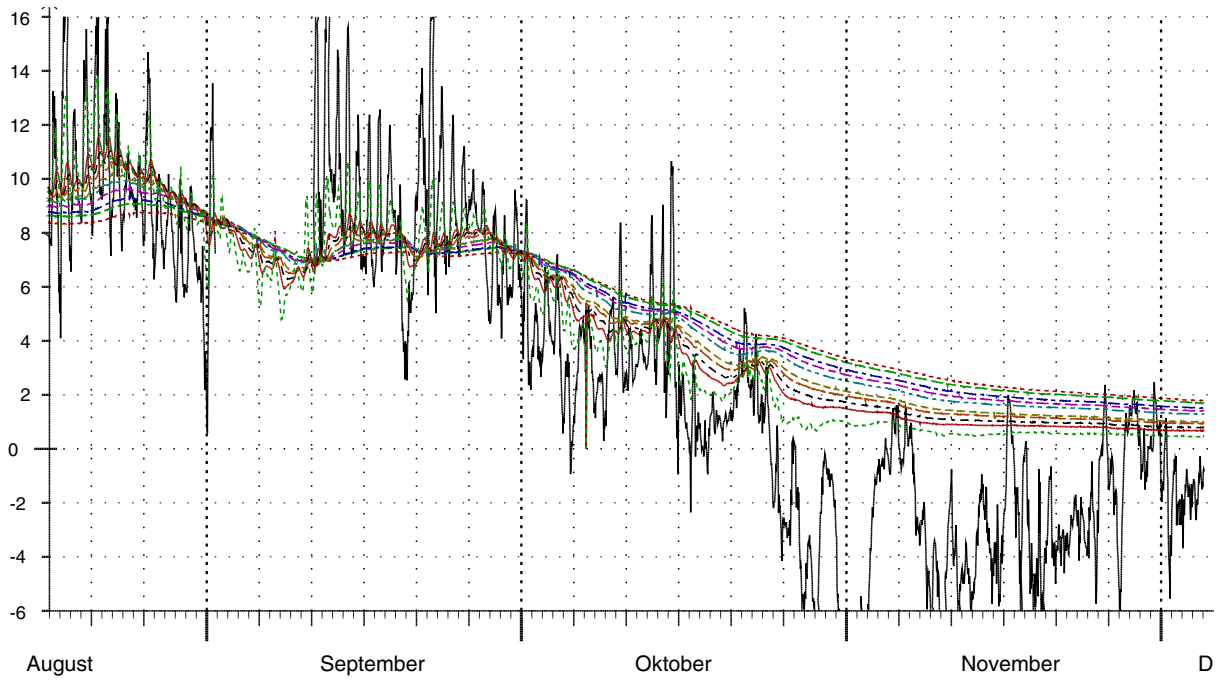
Figur 10. Automatisk registrering av snødyp og snøens ekvivalent (stiplet) i perioden september-november 2006.



Figur 11. Markfuktighet ved ulike dybder målt med TDR-probe i perioden august-november 2006. Markfuktighet er angitt i volum %. Sensoren på 20 cm dyp gir unormale lave verdier i tørre situasjoner som skyldes sannsynligvis at sensoren er ikke i god kontakt med jorda.



Figur 12. Resistansmålinger ved ulike dybder i perioden august-november 2006. Resistansmålinger er angitt i ohms. Resistanssensorer på 35, 54 og 100 cm dyp gir veldig høye verdier som skyldes sannsynligvis en teknisk feil med sensorer.



Figur 13. Lufttemperatur (stiplete kurve) og jordtemperatur ved ulike dybder i perioden august-november 2006. Temperatur er angitt i ¤C.

5. Hydrologisk tilstand 2005-2006

I utgangen av det hydrologiske året 2005-2006 var grunnvannsnivået relativt høyt (november, desember). Grunnvannsnivået var litt lavere enn normalt på slutten av vinteren. Dette skyldtes dypere teledyp enn normalt, som sannsynligvis er en konsekvens av sen snølegging i desember og mindre snø enn normalt.
Lite nedbør (ca. 70 % av normalnedbør i juni og juli), høy temperatur og lite snø sist vinter, har gitt lavere grunnvannsstand enn normalt deler av sommeren 2006. Det ble både i begynnelsen og slutten av juli registrert den laveste grunnvannsstanden på over 30 år.
Situasjonen normaliserte seg midt i august etter at det falt ca. 150 % av normal nedbør. Lite nedbør og høy temperatur i september førte til at grunnvannsnivået igjen nådde lavere nivået enn normalt enkelte uker. I oktober-november var nivået normalt, mens det var høyt i forhold til normalen i slutten av november.
Høyt grunnvannsnivå (figur 5), kombinert med tidlig snølegging (figur 10) og høy markfuktighet (figur 11) førte til at temperatur i jorda holder seg over null grader selv ved lav lufttemperatur (figur 13). I utgangen av desember er det ikke noe tegn av frost i jorda.
Mildt vær førte til flere episoder med snøsmelting og følgende vanninfiltrasjon (figur 5, 10 og 11). Figur 10 og 11 viser, som ved andre høye fjellstasjoner (Groset i Telemark: Colleuille et al., 2005) at markvannsinnhold i den øverste delen av jorda dreneres i løpet av vinteren, noe som kan fører til høy markvannsunderskudd før snøsmeltingen (se også kapitlet 1.1).

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., LE. Haugen, HC. Udnæs og K. Møen, 2001. Infiltrasjonsprosesser i frossen jord på Gardermoen. Analyse av markvann-, grunnvann-, tele- og snøobservasjoner. NVEs oppdragsrappot 8-2001.

Colleuille H. og Gillebo E., 2002. Nasjonalt observasjonsnett for markvann. Etablering og vedlikehold av målestasjoner. Måleprosedyrer. Datautarbeiding og dataformidling. NVEs rapport 6.2002

Colleuille H., 2001. Skurdervikåi tilsigsfelt (015.NDZ). Grunnvannsundersøkelser. Årsrapport 2000. NVEs oppdragsrapport 5.2001.

Colleuille H., 2002. Skurdervikåi tilsigsfelt (015.NDZ). Grunnvannsundersøkelser. Årsrapport 2001. NVEs oppdragsrapport 4.2002.

Colleuille H., 2003. Skurdervikåi tilsigsfelt (015.NDZ). Grunnvannsundersøkelser. Årsrapport 2002. NVEs oppdragsrapport 4.2003.

Colleuille H., 2004. Skurdervikåi tilsigsfelt (015.NDZ). Grunnvannsundersøkelser. Årsrapport 2003. NVEs oppdragsrapport 7.2004.

Colleuille H., 2005. Skurdervikåi tilsigsfelt (015.NDZ). Grunnvannsundersøkelser. Årsrapport 2004. NVEs oppdragsrapport 17.2005.

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

Colleuille H og Vestersager T., 2005. Nasjonalt overvåkingsnett for grunnvann og markvann (fysiske parameter). Driftrapport 2004. Status pr. januar 2005. NVEs rapport 2-2005.

Gjørsvik O., 1970. Grosetbekken. Hydrologisk observasjonsmateriale for Groset forsøksfelt. NVEs rapport 2/70.

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

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

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.

Vestersager T. og Colleuille H., 2006. Nasjonalt overvåkingsnett for grunnvann og markvann (fysiske parameter). Driftrapport 2005. Status pr. mars 2006. NVEs rapport 3-2006.

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.

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

Utgitt i Oppdragsrapportserie A i 2006

Nr. 1 Lars A. Roald, Stein Beldring, Torill Engen Skaugen, Eirik J. Førland and Rasmus Benestad: Climate change impacts on streamflow in Norway (74 s.)

Nr. 2 Nils-Henrik Mørch von der Fehr: Produksjonstilpasningen i kraftmarkedet (s.)

Nr. 3 Lars-Evan Pettersson: Flommen i Arnevikselva vinteren 2006 (10 s.)

Nr. 4 Hans Christian Olsen: Bondhusvatn. Sedimenttilførsel før og etter reguleringen (31 s.)

Nr. 5 Thomas Væringstad: Flomberegning for Emhjellevatnet etter reguleringen (30 s.)

Nr. 6 Randi Pytte Asvall: Altautbyggingen. Vanntemperatur- og isforhold ved bruk av øvre inntak om vinteren (2005 - 06) (30 s.)

Nr. 7 Pål Meland, Terje Stamer Wahl, Asle Tjeldflåt: Forbrukerfleksibilitet i det norske kraftmarkedet (48 s.)

Nr. 8 Beate Sæther: Flomfrekvensanalyse for 137.7 Z Lauvsneselva (23 s.)

Nr. 9 Gaute Lappegard, Stein Beldring and Lars A. Roald (NVE), Torill Engen-Skaugen and Eirik J. Førland (met.no) Projection of future streamflow in glaciated and non-glaciated catchments in Norway (64 s.)

Nr. 10 Støy i små vannkraftverk (45 s.)

Nr. 11 Hervé Colleuille: Filefjell - Kyrkjestølane (073.Z) Grunnvannsundersøkelser Tilstandsoversikt 2005-06

Nr. 12 Hervé Colleuille: Groset forsøksfelt (016.H5) Grunnvanns- og markvannsundersøkelser Tilstandsoversikt 2005-06

Nr. 13 Beate Sæther: Flom- og hydrauliske beregninger ved flytting av deler av elveløpet i Midtbygdavassdraget (36 s.)

Nr. 14 Beate Sæther: Hydrologiske analyser for ulike vannuttak og reguleringer i 178.43Z Blokkelva (30 s.)

Nr. 15 Beate Sæther: Flom- og hydrauliske beregninger ved bygging av ny bru over Gaula ved Singsås (25 s.)

Nr. 16 Hervé Colleuille, Knut Møen, Ingvill Stenseth: Skurdevikåi tilsigsfelt (015.NDZ) Beskrivelse av den nye overvåkingsstasjonen for grunnvann, markvann, snø og tele. Tilstandsoversikt 2005-06 (26 s.)