



# Lappsætra tilsigsfelt (156.DC)

Beskrivelse av den nye overvåkingsstasjonen  
for grunnvann, markvann, snø og tele

Tilstandsoversikt 2006-07

*Hervé Colleuille*

*Panagiotis Dimakis*

*Knut Møen*

12  
2007

O P P D R A G S R A P P O R T A



# **Lappsætra tilsigsfelt (156.DC)**

**Beskrivelse av den nye overvåkingsstasjonen  
for grunnvann, markvann, snø og tele  
Tilstandsoversikt 2006-07**

# **Oppdragsrapport nr. 12-2007**

## **Lappsætra tilsigsfelt (156.DC)**

### **Beskrivelse av den nye overvåkingsstasjonen for grunnvann, markvann, snø og tele. Tilstandsoversikt 2006-07.**

**Oppdragsgiver:** Statkraft SF Nord-Norge

**Redaktør:**

**Forfatter:** Hervé Colleuille, Panagiotis Dimakis og Knut Møen

**Trykk:** NVEs hustrykkeri

**Opplag:** 15

Markvannsstasjon Lappsætra med snøputen. Foto: Jørn Opdal  
juli 2007

**Forsidefoto:**

**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 2006-2007 og presenteres første resultater fra det automatiske måleoppblegget.

**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](http://www.nve.no)

Oktober 2007

# Innhold

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 Innledning .....</b>                          | <b>6</b>  |
| 1.1 Historikk og formålet med målinger.....        | 6         |
| 1.2 Stasjonsbeskrivelse .....                      | 10        |
| 1.3 Bakgrunn for oppgradering .....                | 11        |
| <b>2 Innsamlede data .....</b>                     | <b>11</b> |
| <b>3 Beskrivelse av det nye måleopplegget.....</b> | <b>13</b> |
| 3.1 Snøens vannekvivalent: Snøpute .....           | 13        |
| 3.2 Snødybde .....                                 | 13        |
| 3.3 Jordtemperatur.....                            | 14        |
| 3.4 Markfuktighet.....                             | 14        |
| 3.5 Grunnvannsnivå og -temperatur .....            | 15        |
| 3.6 Logger og kommunikasjonsstyring.....           | 15        |
| 3.7 Vedlikehold og ettersyn.....                   | 15        |
| <b>4 Status for hydrologiske målinger.....</b>     | <b>17</b> |
| <b>5 Hydrologisk tilstand 2006-2007 .....</b>      | <b>24</b> |
| <b>Referanser .....</b>                            | <b>25</b> |

# Forord

NVE, Hydrologisk avdeling, har siden 1972 samlet inn, systematisert og kontrollert grunnvanns-, snø- og teledypobservasjoner på Lappsætra i Nordland. Disse undersøkelsene utføres på oppdrag fra Statkraft SF Region Nord.

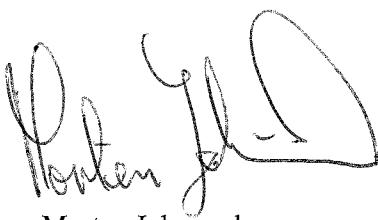
Etter avtale med Statkraft ble målestasjonen Lappsætra i juni-juli 2005 oppgradert, automatisert og fjernoverført. Statkraft er pålagt grunnvanns- og markvannsundersøkelser på Lappsætra, og dette blir nå kontinuerlig registrert og gjort tilgjengelig i NVEs hydrologiske database. For å få et så helhetlig bilde av hydrologien som mulig, ønsket NVE, Hydrologisk avdeling også å foreta snømålinger på Lappsætra. I forbindelse med stasjonsoppgraderingen ble det derfor etablert en snøpute og en snødybdemåler som ikke inngår i pålegget til Statkraft.

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 situasjonen for grunnvann og markvann for det hydrologiske året 2006-2007.

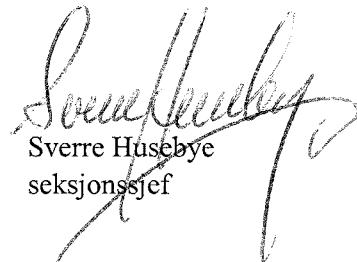
Rapporten er utarbeidet av senioringeniør Hervé Colleuille, senioringeniør Panagiotis Dimakis, og senioringeniør Knut Møen, alle NVE, Hydrologisk avdeling.

Grunnvannsundersøkelser forutsetter pålitelige og gode manuelle feltobservasjoner, og vi takker derfor observatør Frans Aastrøm og sonen Tom Aastrøm (som overtok i 2006) for deres innsats på Lappsætra. Vi takker også medarbeidere i NVE som har bidratt med innlegging av data, planlegging, drift og vedlikehold av den nye målestasjonen.

Oslo, oktober 2007



Morten Johnsrød  
avdelingsdirektør



Sverre Husebye  
sekjonssjef

# **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 2005 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 2006-2007, og de første resultatene fra det automatiske måleoppdraget 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 Lappsætra (Lilleåga).

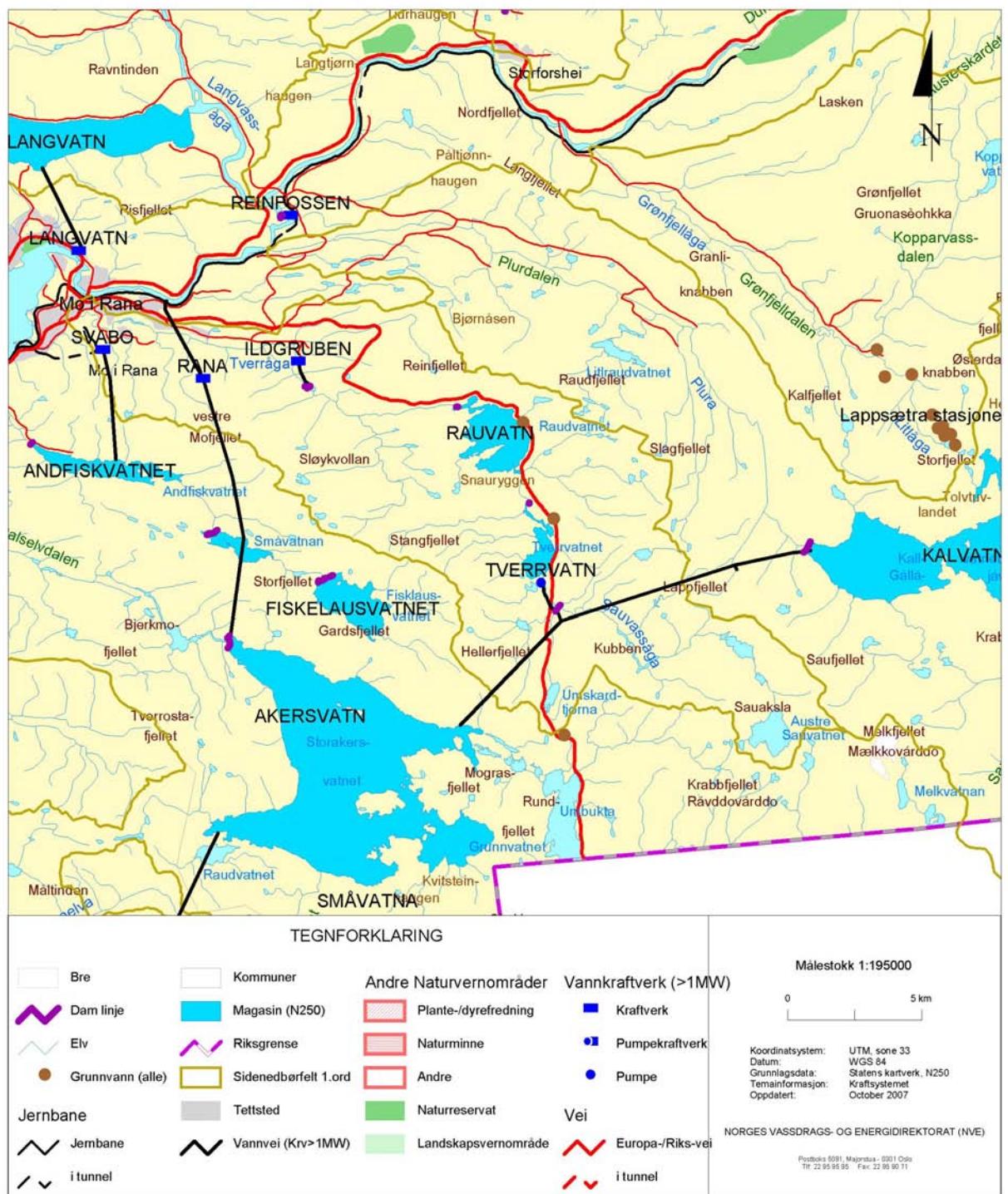
Lappsætra tilsigsfelt ble opprettet i forbindelse med utbyggingen av Rana kraftverkene. Målingene er ment å sikre grunnlagsdata for tilsigsprognoser, flomvarsling og snømagasinering, samt å klarlegge eventuelle endringer i hydrologiske forhold som følge av regulering. Lange, kvalitetssikrete dataserier er dessuten en 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 Lilleåga for Statkraft (Notat fra NVE, KTV 3.7.1989).

Det ble satt i gang grunnvannsobservasjoner på 7 ulike steder, samt snø- og telemålinger fra november 1972. 4 observasjonssteder ble nedlagt i november 1983 (rør 1, 2, 4 og 5). Grunnvannsmålingene i rør 3, 6 og 7 inngår i det landsomfattende grunnvannsnettet (LGN), som drives av NGU og NVE (NGU, 1988; Pedersen et al. 2003; Colleuille og Stenseth, 2007). 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 Lappsætra er lokalisert i et uberørt område, antatt som representativ for kildeområdene for Rana vassdrag. Dataene herfra kan derfor anvendes, sammen med andre data, for å klargjøre om hydrologiske endringer i den øvre delen av Rana skyldes menneskelige aktiviteter (reguleringer, grunnvannsuttak, etc..), eller naturlige klimafluktusjoner (flom, tørke, frost).

### *Grunnvann og ellevann*

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 vannføninger 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 vannføninger. 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 Lappsætra.



**Figur 1. Beliggenheten til Lappsetra felt i Rana vassdrag.**



**Figur 2. Beliggenheten til grunnvannsobservasjoner ved Lappsetra i Grønnfjellåga nedbørfelt.**

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. Denne metoden ble automatisert senere slik at man kan raskt analysere alle egnede vannføringsserier i NVEs database (Dimakis, 2007).

### **Grunnvann og magasinfilling**

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 reguléringsmagasiner (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 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.

## 1.2 Stasjonsbeskrivelse

Feltet ved Lappsætra/Lilleåga ligger sentralt i Rana vassdraget (se fig. 1), ca. 20 km fra Mo i Rana. Landskapet er et typisk høyfjells morenelandskap. Feltet danner de første tilløp til Grønnfjellåga som er en regulert sideelv til Ranaelva og har slik særlig interesse for dette vassdraget. Grunnvannsrørene ligger øverst i Grønnfjellåga nedbørfelt (vassdragsnr.156.DC). Figur 2 viser beliggenheten av alle peilerør i Lappsætra.

Oppgradert stasjon (rør 3) ligger øverst i feltet ved minnemerket om flykningslos Palmer Norløv Andersen arrestert av Gestapo i 1945.

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Stasjonsnavn             | Lappsætra (tidligere Lilleåga)  |
| Vassdragsnavn            | Ranavassdraget 156  |
| Sidenedbørfelt<br>REGINE | Grønnfjellåga 156.DC  |
| Høyde                    | 380 til 560 m o.h.<br>Rør 3 (540 m o.h.)  |
| Kommune                  | Rana  |
| Fylke                    | Nordland  |
| Løsmasser/Bergart        | Morenemateriale/Glimmergneis  |
| NVEs tjenesteområde      | 8   |
| NVEs områdeingeniør      | Moe Viggo (Region Nord) og<br>Kristian Strand (Hydrometri seksjon) <sup>1</sup> |
| LGN                      | LGN nr.25 (3 rør)   |
| Oppdragsgiver            | Statkraft SF  |
| Observatør               | Frank Aastrøm (helt til 2005)<br>Tom Aastrøm (per i dag)                        |

---

<sup>1</sup> Overtatt etter Vibeke Svenne i 2007<sup>1</sup>

## 1.3 Bakgrunn for oppgradering

Etter avtale med Statkraft (brev datert 3.3.2005) har NVE, Hydrologisk avdeling oppgradert stasjonen i 2005. Feltarbeid for automatiseringen av stasjonen ble utført i juni-juli 2005. Knut Møen er ansvarlig for teknisk design og oppbygging av målestasjonen i Lappsætra. NVE har bekostet kjøp av det nødvendige utstyret og etablering av stasjonen. Med hensyn til eksisterende oppdragsavtale mellom NVE, Hydrologisk avdeling og Statkraft SF, skal Statkraft SF 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 mäter snøens vannekvivalent. Disse parametrene inngår ikke i pålegg til Statkraft.

## 2 Innsamlede data

En oversikt over grunnvannsmålinger i Lappsætra er presentert i tabell 1. Omfanget av grunnvannsundersøkelser har blitt redusert i 1983, slik at det måles grunnvannsstand kun på tre målepunkter fra 1984: rør 3, 6 og 7 (damprør). Det måles også teledyp, snødybde og grunnvanntemperatur (tabell 2). Teleforholdene er registrert med en teledybdemåler av Gandhal type ved rør 3. Observasjoner ble foretatt ca. 1 gang pr. uke inntil automatiseringen. Målingene utføres manuelt på anviste eksisterende grunnvannsrør. Observasjoner utføres av Tom Åstrøm. Ut fra 2006 er det avtale med Statkraft at målinger i rør 7 og 6 kunne nedlegges, men at det var nødvendig med kontrollmålinger av grunnvannsstand, snødyp og teledyp.

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.<br>(cm)         | Rørlengde <sup>2</sup><br>(cm) | Rørdiam<br>(cm) |
|----------|------------------------|------------------|---------------|----------------|------------------------|--------------------------------|-----------------|
| 1        | 156.63.1.2000.1        | 1972-1983        | 495338        | 7350432        | 170                    | 400                            | 3               |
| 2        | 156.63.2.2000.1        | 1972-1983        | 495216        | 7350884        | 134                    | 450                            | 3               |
| <b>3</b> | <b>156.63.3.2000.1</b> | <b>1972-dd</b>   | <b>495026</b> | <b>7350958</b> | <b>170<sup>3</sup></b> | <b>575</b>                     | <b>3</b>        |
| 4        | 156.63.4.2000.1        | 1972-1983        | 494734        | 7351103        | 123                    | 550                            | 3               |
| 5        | 156.63.5.2000.1        | 1972-1983        | 494519        | 7351600        | 147                    | 450                            | 3               |
| <b>6</b> | <b>156.63.6.2000.1</b> | <b>1972-2006</b> | <b>493771</b> | <b>7353100</b> | <b>154</b>             | <b>500</b>                     | <b>3</b>        |
| <b>7</b> | <b>156.63.7.2000.1</b> | <b>1972-2006</b> | <b>492765</b> | <b>7353017</b> | <b>173</b>             | <b>500</b>                     | <b>3</b>        |

**Tabell 1. Grunnvannsnivå-observasjoner på Lappsætra. Aktive målinger er uthevet. Koordinater refererer til UTM-område 33. Rørhøyde og koordinater er ikke kontrollert for rør 1, 2, 4 og 5.**

<sup>2</sup> Informasjon om filterdyp finnes i Pedersen et al. (2003).

<sup>3</sup> Kontroll måling TSP 2006

| Parameter                     | NVEs serie-ID    | Periode   | R.o.b.<br>(cm) |
|-------------------------------|------------------|-----------|----------------|
| Nedre teledyp                 | 156.63.10.2004.1 | 1974-1983 | <b>58</b>      |
|                               |                  | 2002-2006 | <b>77</b>      |
| Snødybde                      | 156.63.10.2002.1 | 1974-2006 |                |
| Snødybde                      | 156.63.11.2002.1 | 1980-2006 |                |
| Grunnvanns-temperatur i rør 3 | 156.63.3.2015.1  | 2005-dd   |                |

**Tabell 2. Andre aktive observasjoner på Lappsætra. Telemålen står ved rør 3.**

| Parameter  | NVEs serie-ID     | Instrument   |
|--|-------------------|--|
| Grunnvannsstand<br>Sekundær trykksensor  | 156.63.3.2000.1   | 2 kombinerte trykk- og temperatursensorer<br>Ott PS1           |
|  | 156.63.3.9105.2   |  |
| Grunnvanntemperatur  | 156.63.3.2015.1   |  |
| Jordtemperaturer<br>ved 0,15, 30, 45, 60, 75,<br>90, 105, 120, 135, og 150<br>cm dyp | 156.63.3.2006.1   | PT-100 temperatur-vertikalsensor<br>(10 segment)               |
| Markfuktighet<br>ved 7, 17, 27, 37, 57, 97<br>cm dyp                                 | 156.63.3.2001.1   | TDR probe med 6<br>segmenter<br>PR1 fra <i>Delta-T Devices</i> |
| Snoens vannekvivalent  | 156.63.3.2003.1+2 | Snøpute ( $\varnothing=2\text{m}$ )                            |
| Snødyp   | 156.63.3.2002.1   | Ultralydsensor<br>SR10 fra Campbell                            |
| Lufttemperatur   | 156.63.3.17.1     | PT-100   |

**Tabell 3. Parametrene målt i det nye opplegget ved rør 3 siden august 2005.**

# **3 Beskrivelse av det nye måleopplegget**

Stasjonen er utsyrt 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 Lappsætra.

## **3.1 Snøens vannekvivalent: Snøpute**

Snøputene mäter vekten av snø dvs. snøens vannekvivalent. 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. Snøputen virker på den måten at snøen som legger seg på puta gir et økt væsketrykk inne i puta. Trykkökningen er direkte proporsjonal med vekten av, eller vannekvaliteten til snølaget på puta. Dersom trykket måles i enheten millimeter vannsøyle ( $\text{mmH}_2\text{O}$ ) vil måleverdien direkte uttrykke snøens vannekvivalent.

Trykket måles med to trykkceller koblet direkte til puta. 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 15 cm avstand ved 0, 15, 30, 405, 60, 75, 90, 105, 120, 135, og 150 cm dyp. Sensorene har blitt kalibrert og testet i laboratorium før nedsetting.

### 3.4 Markfuktighet

Markfuktighet er målt med *PR1* probe fra *Delta-T Devices*. Måleproben er inndelt i 6 segmenter: 7, 17, 27, 37, 57, 97 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 bølgernes 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.



## **3.5 Grunnvannsnivå og -temperatur**

Målestasjonen mäter grunnvannsstand ved bruk av trykksensorer. Det er installert to stk. Ott PS1 prober i grunnvannsrøret (rør 3). Sensorene har integrert temperatursensor som brukes for måling av grunnvannstemperatur. Temperatursensorene er kalibrert i laboratoriet før utsetting og har en nøyaktighet på bedre enn  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ . Trykksensoren har en nøyaktighet på bedre enn  $\pm 0,1\%$  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 solcelle-lading. 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)

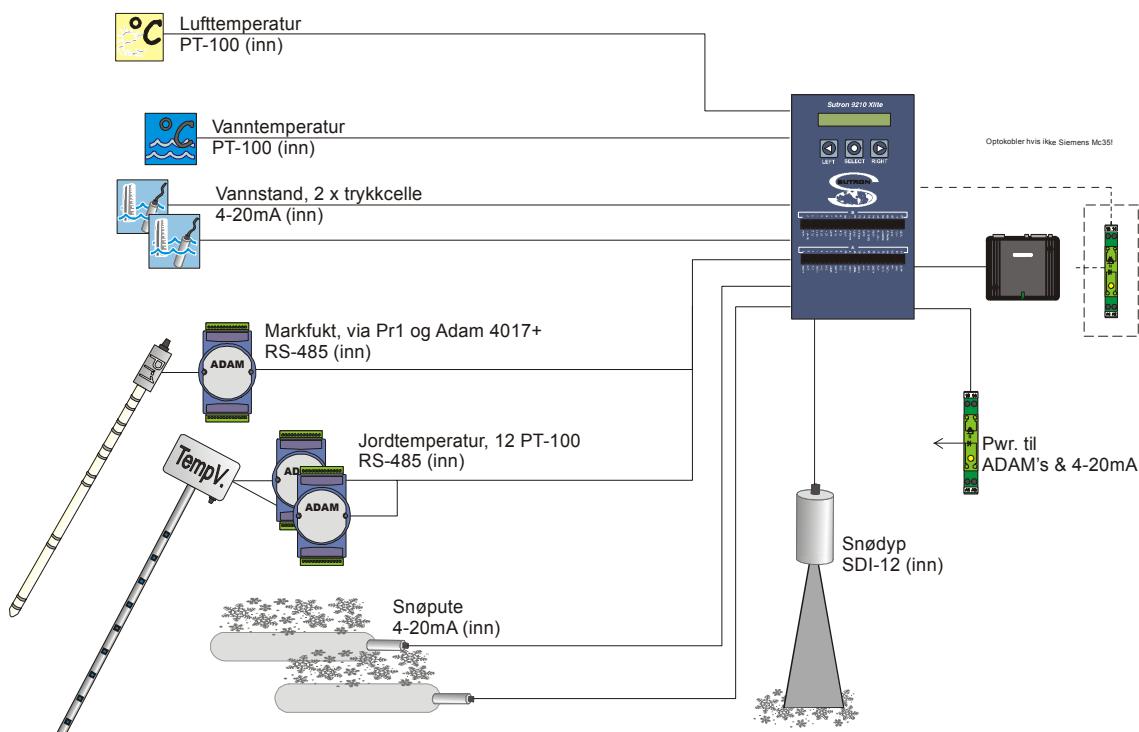
## **3.7 Vedlikehold og ettersyn**

For å hindre inn trenngning av fuktighet som kan føre til kondens i atmosfærekompenasjonslangen 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 massesetninger og materialendringer i puttemembranet. Snøputemålingene må derfor kontrolleres og eventuelt korrigeres før første snøfall.



**Figur 3.** Utforming av instrumentskap.

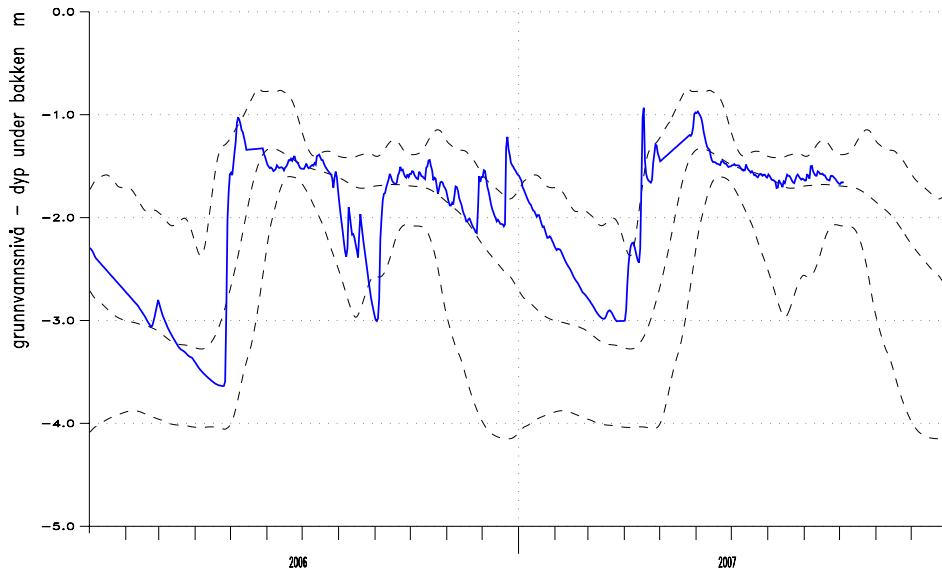


**Figur 4.** Teknisk konsept.

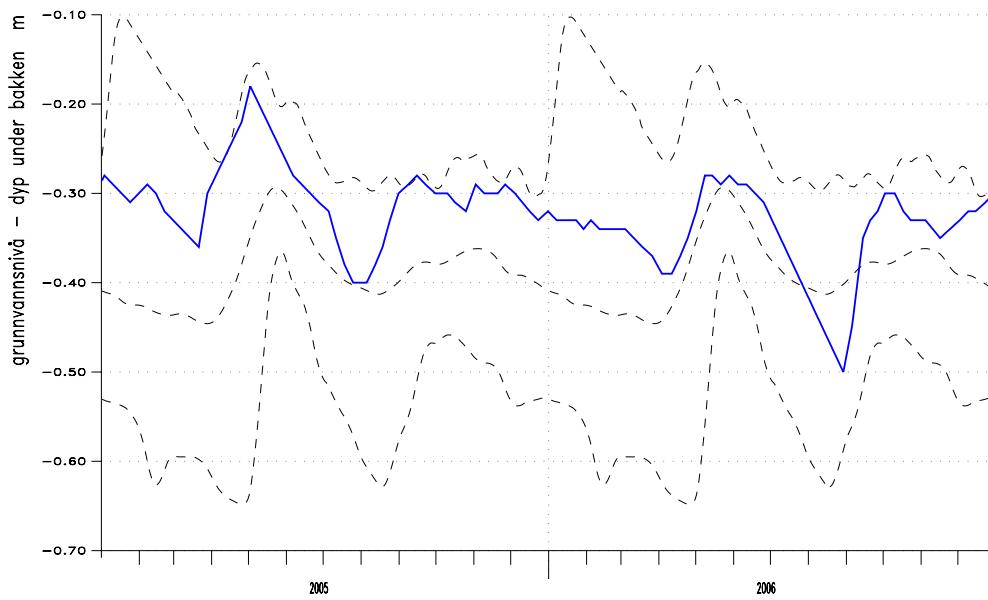
# 4 Status for hydrologiske målinger

Av følgende figurer fremgår status for grunnvanns-, teledybde- og snødybdeobservasjoner i 2005-2007:

- (5) Grunnvannsstanden i perioden 2006-2007 i rør 3 sammenlignet med middel, største og minste observerte grunnvannsstand i perioden 1973-2004;
- (6) Grunnvannsstanden i perioden 2005-2006 i rør 6 sammenlignet med middel, største og minste observerte grunnvannsstand i perioden 1973-2004;
- (7) Grunnvannsstanden i perioden 2005-2006 i rør 7 sammenlignet med middel, største og minste observerte grunnvannsstand i perioden 1973-2004;
- (8) Snødyp og snøens vannekvivalent målt i perioden 2005-07;
- (9) Snødybden i perioden 2005-2006 sammenlignet med flereårsmiddel, største og minste observerte snødybde i perioden 1981-2005;
- (10) Teledybden målt i perioden 2002-2006;
- (11) Grunnvanntemperatur og lufttemperatur målt i perioden 2005-2007;
- (12) Markfuktighet ved ulike dybder målt med TDR-probe i perioden juni 2006 til september 2007;
- (13) Jordtemperatur ved ulike dybder i perioden august-november 2006;
- (14) Grunnvannsstand og beregnet lagerkapasitet for vann (markvannsunderskudd) i perioden 2006-2007;
- (15) Grunnvannsstand målt i rør 1 til 7 i perioden 1972-2007.

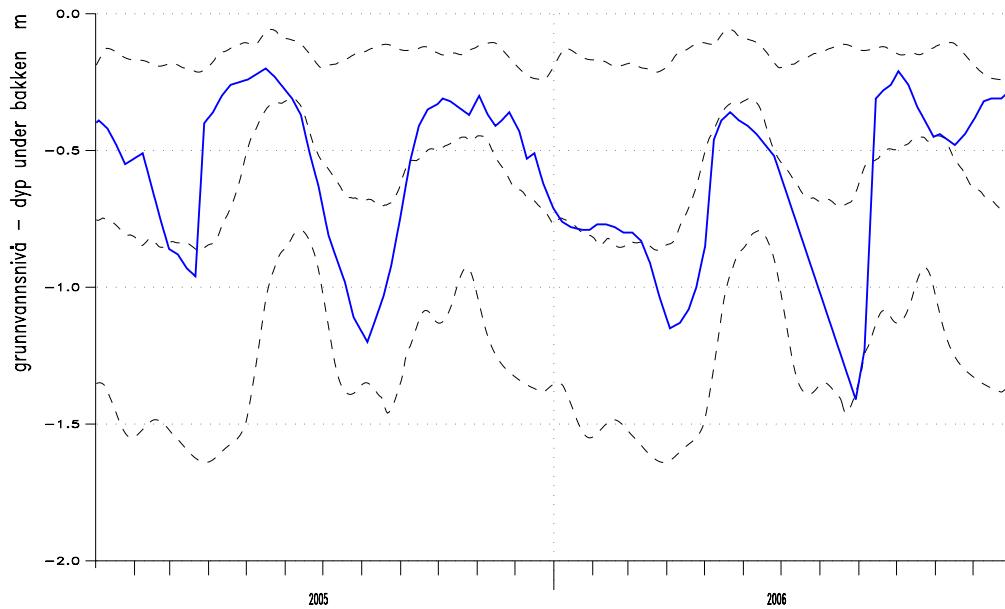


**Figur 5.** Grunnvannsnivået i perioden 2006-2007 i rør 3 (uthevet) sammenlignet med flereårs middel (stiplet), største og minste observerte grunnvannsnivå<sup>4</sup> i perioden 1973-2004 (interpolasjon 100 dager).

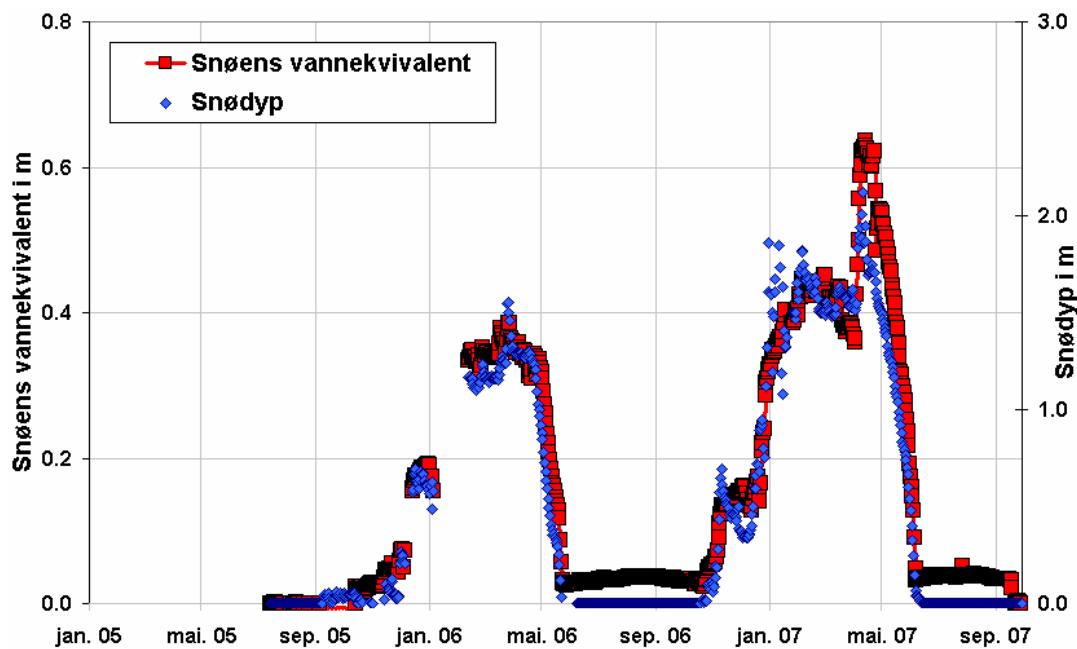


**Figur 6.** Grunnvannsnivået i perioden 2005-2006 i rør 6 (uthevet) sammenlignet med flereårs middel (stiplet), største og minste observerte grunnvannsnivå<sup>5</sup> i perioden 1973-2004 (interpolasjon 100 dager).

<sup>4</sup> 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.

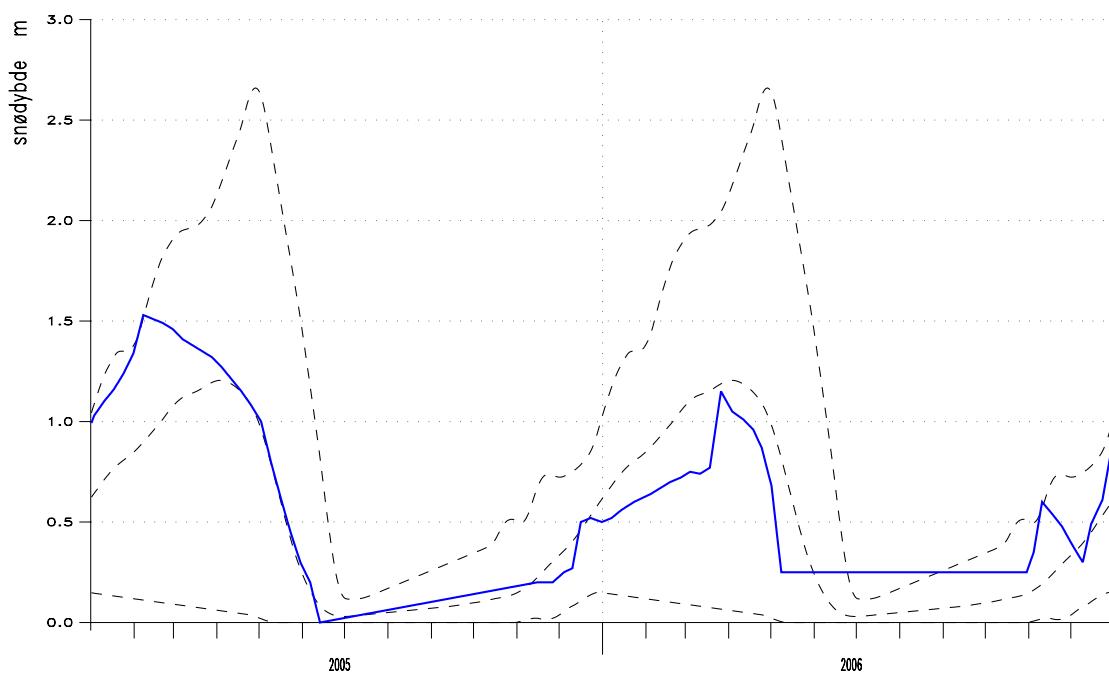


**Figur 7.** Grunnvannsstanden i perioden 2005-2006 i rør 7 (uthevet) sammenlignet med flereårs middel (stiplet), største og minste observerte grunnvannsstand i perioden 1973-2004 (interpolasjon 100 dager).

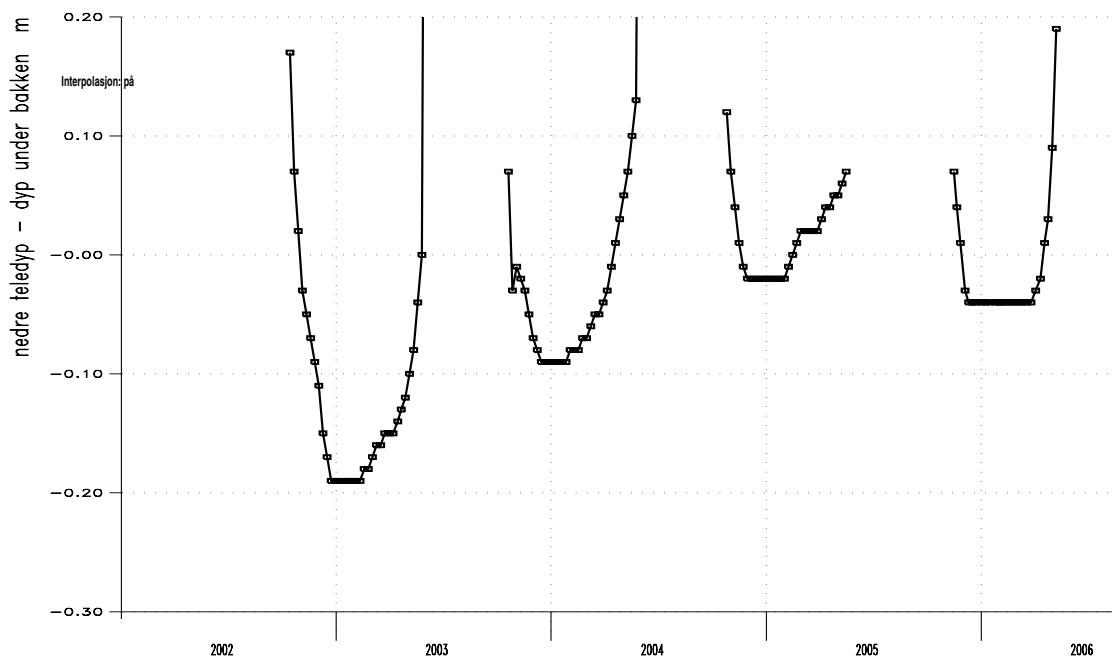


**Figur 8.** Snødyp og snøens vannekvivalent målt i perioden 2005-07.

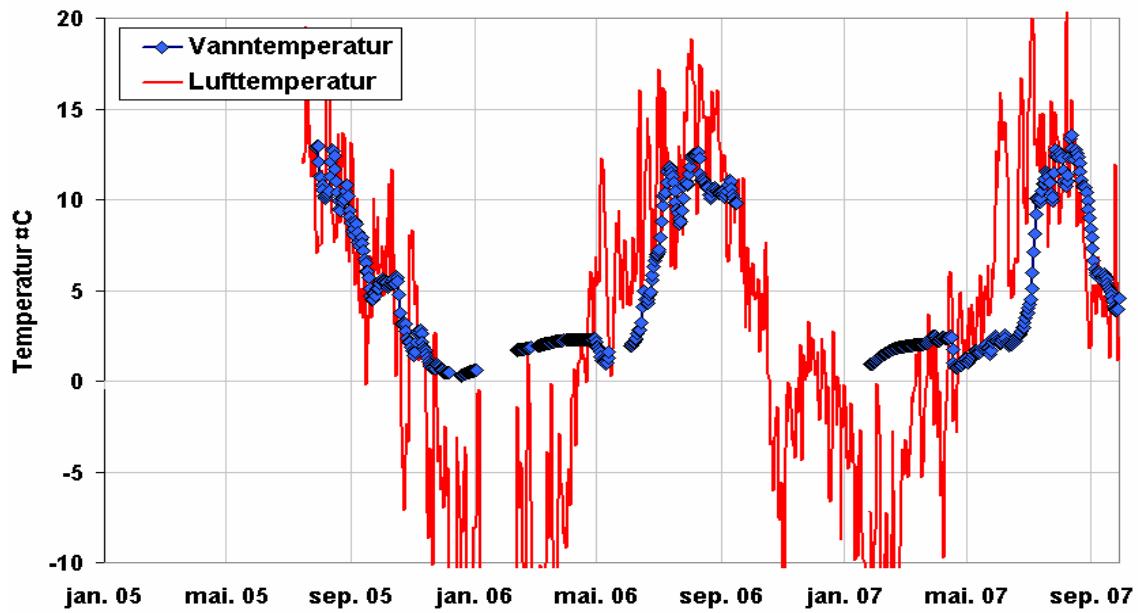
<sup>5</sup> Merk at kurvene for flereårs middel, -minimum og -maksimum er glattet (Gauss-midling – middelverdier – lengde 15 dager) for å bedre plottenes lesbarheten og gi et mer korrekt bilde av normal-situasjonen.



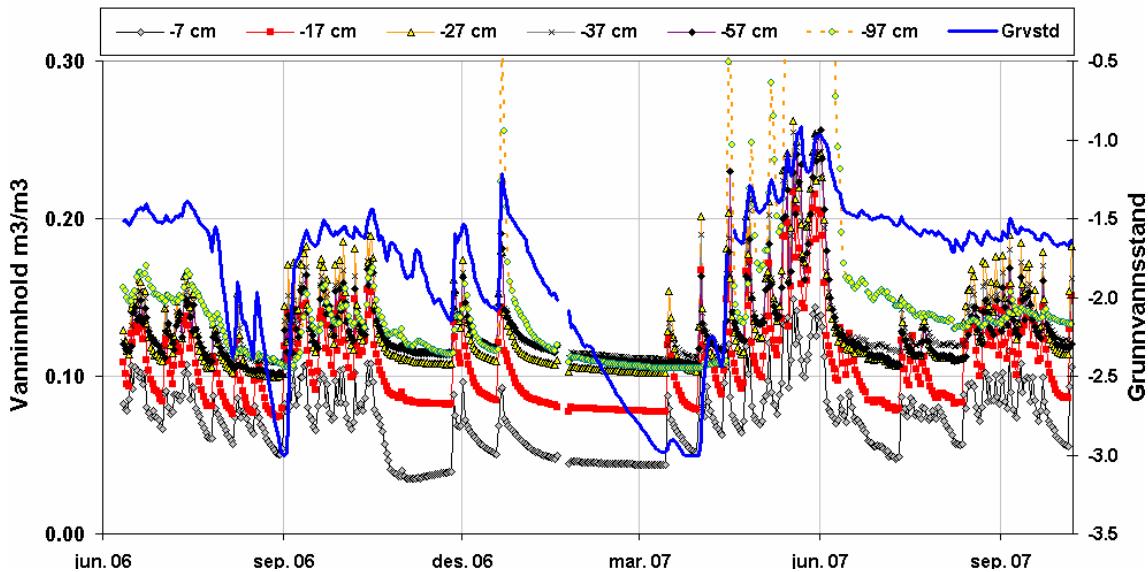
**Figur 9.** Snødybden i perioden 2005-2006 (uthevet) sammenlignet med flereårsmiddel (stiplet), største og minste observerte snødybde i perioden 1981-2005 (interpolasjon 200 dager). Vær oppmerksomt på at pga. interpolasjon er verdiene ikke null om sommeren.



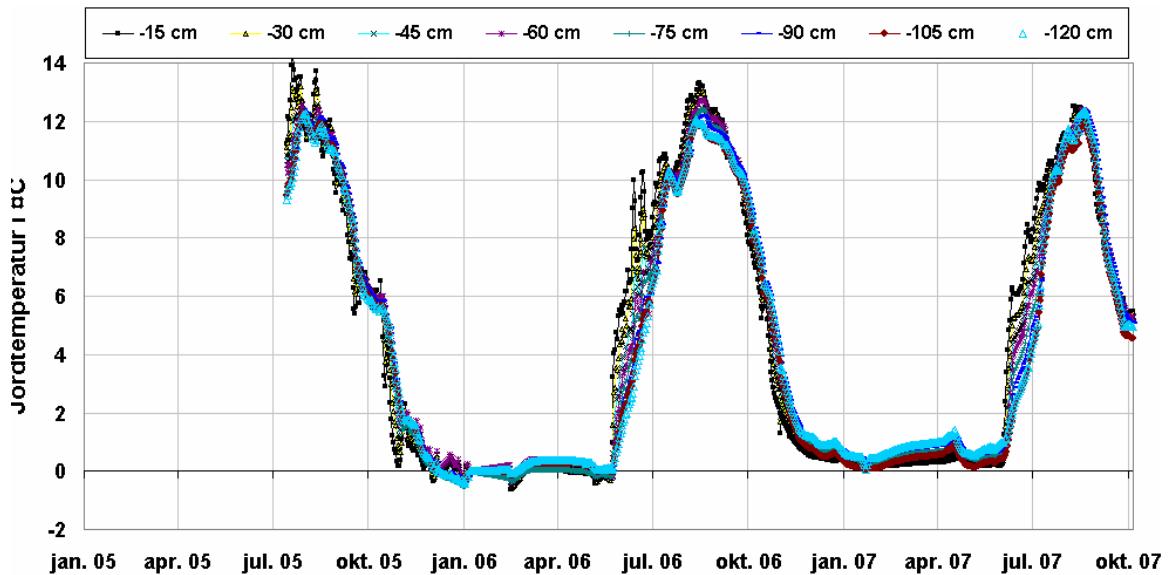
**Figur 10.** Teledybden under bakken målt med telemåleren i perioden 2002-2006.



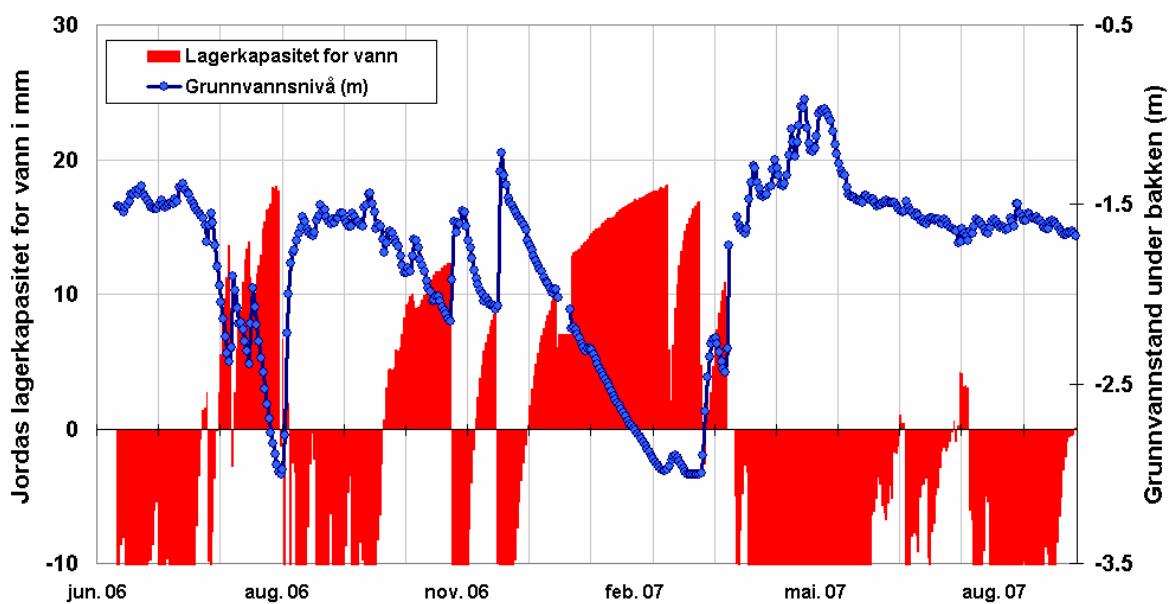
**Figur 11. Grunnvanntemperatur og lufttemperatur målt i perioden 2005-2007.**



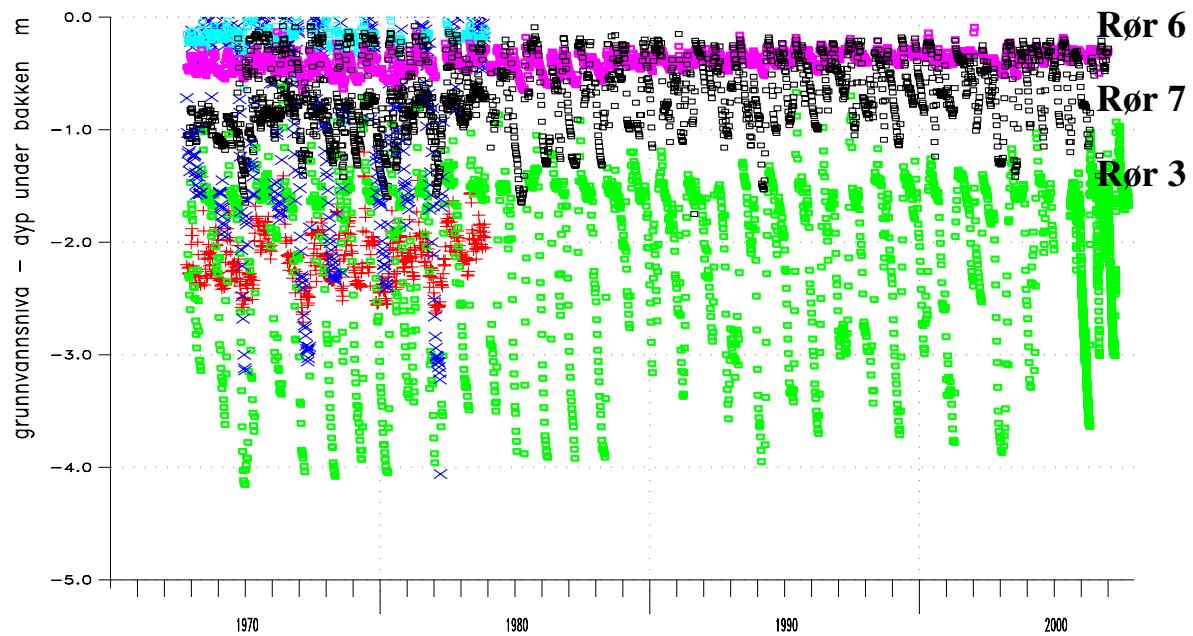
**Figur 12. Markfuktighet ved ulike dybder målt med TDR-probe i perioden juni 2006 til september 2007. Markfuktighet er angitt i volum %.**



**Figur 13.** Jordtemperatur ved ulike dybder i perioden august-november 2006. Temperatur er angitt i  $^{\circ}\text{C}$ .



**Figur 14.** Grunnvannsstand og beregnet lagerkapasitet for vann (markvannsunderskudd) i perioden 2006-2007.



**Figur 15. Grunnvannsstand målt i rør 1 til 7 i perioden 1972-2007.**

## 5 Hydrologisk tilstand 2006-2007

I utgangen av det hydrologiske året 2006-2007 (oktober - november) var grunnvannsnivået relativt høyt (figur 5 og 6), noe som skyldes en nedbørrik høst. I desember-januar nådde grunnvannsstand på korte perioder ekstreme høye nivåer.

Grunnvannsnivået falte deretter i løpet av vinteren og følgende ble jorda litt tørrere med et markvannsunderskudd<sup>6</sup> i den øverste delen av jorda (1m) litt under 20 mm før snøsmeltingen (figur 12 og 14). Jordtemperatur- og markfuktighetsmålinger (figur 12 og 13) viser at det var ikke registrert frost i jorda i løpet av denne vinteren.

Høyere snødyp og snømengder enn normalt (600 mm snøens vannekvivalent) førte igjen til ekstremt høyt grunnvannsnivå i april 2007. Sommeren og høsten 2007 kan betraktes som normalt. Jorda holdet seg relativ vått hele sommeren, mens i 2006 var det en market tørr periode i august-september (se figur 10 og 14).

---

<sup>6</sup> Med begrepet jordas lagerkapasitet for vann menes den nedbørsmengden som kan tilføres før det eventuelt skjer en avrenning til grunnvann/drenesgrøfter. Utgangspunktet for beregningene er jordas vanninnhold ved feltkapasitet. Feltkapasitet er definert som den vannmengden en har i jorda 2-3 dager etter at jorda har vært vannmettet, dvs. når vanntransporten ut av jorda er tilnærmet null. Jordas lagerkapasitet er differensen mellom jordprofilets vanninnhold ved feltkapasitet og beregnet vanninnhold i jorda ut fra TDR-målinger.

# 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 oppdragsrapport 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., 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.
- Colleuille H og Stenseth I., 2007. Nasjonalt overvåkingsnett for grunnvann og markvann (fysiske parameter). Drift og formidling 2006. Status pr. februar 2007. NVEs rapport 2-2007.
- Dimakis P., 2007. Automatisert "BFI" analyser. NVE Hydrologisk månedsoversikt februar 2007.
- Engeset R.V., Sorteberg H.K. og H.C. Udnæs, 2000. Snøpute. NVE Hydrologisk månedsoversikt mars 2000.
- 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.

## **Utgitt i Oppdragsrapportserie A i 2007**

- Nr. 1 Peter Bernhard, Lars Bugge, Per F. Jørgensen (KanEnergi): Biomasse -nok til alle gode formål? (41 s.)
- Nr. 2 Lars-Evan Pettersson, Marit Astrup: Vannføringsstasjoner på Østlandet og Sørlandet (49 s.)
- Nr. 3 Torsten H. Bertelsen, ECON, Ove Skaug Halsos, ECON: Regulering av kraftselskapers tjenesteproduksjon Grensesnittet mellom monopol og konkurranseutsatt virksomhet ( s.)
- Nr. 4 Randi Pytte Asvall: Isproblemer i Barduelva (20 s.)
- Nr. 5 Nils Kristian Orthe, Øystein Godøy, Kjetil Melvold, Steinar Eastwood, Rune Engeset, Thomas Skaugen: An algorithm review for CryoRisk (45 s.)
- Nr. 6 Ingjerd Hadeland: Hydrauliske beregninger ved bygging av ny bru over Glomma ved Askim (002.B) (19 s.)
- Nr. 7 Beate Sæther: Hydrologiske data og analyser av virkninger i Straumvatnet ved økt vannuttak til settefisk. Sørfold kommune, Nordland (33 s.)
- Nr. 8 Ingeborg Kleivane, Beate Sæther: Hydrologiske data til bruk for planlegging av vannuttak og kraftverk. Bresjavassdraget, Lødingen kommune i Nordland (81 s.)
- Nr. 9 Hervé Colleuille: Groset forsøksfelt (016.H5). Grunnvanns- og markvannsundersøkelser. Tilstandsoversikt 2006-07 (27 s.)
- Nr. 10 Hervé Colleuille: Fillefjell - Kyrkjestølane (073.Z). Grunnvannsundersøkelser. Tilstandsoversikt 2006-07 (17 s.)
- Nr. 11 Hervé Colleuille: Skurdevikå tilsgsfelt (015.NDZ). Grunnvanns- og markvannsundersøkelser. Tilstandsoversikt 2006-07 (20 s.)
- Nr. 12 Hervé Colleuille, Panagiotis Dimakis, Knut Møen: Lappsætra tilsgsfelt (256.DC). Beskrivelse av den nye overvåningsstasjonen for grunnvann, markvann, snø og tele. Tilstandsoversikt 2006-07 (26 s.)