



Filefjell - Kyrkjestølane (073.Z)

Grunnvannsundersøkelser

Årsrapport 2004

Status pr. august 2005

Hervé Colleuille

16
2005



OPPDRA GSRAPPORT A

Filefjell - Kyrkjestølane (073.Z)

Grunnvannsundersøkelser

Årsrapport 2004. Status pr. august 2005

Norges vassdrags- og energidirektorat

2005

Oppdragsrapport nr. 17-2005

Filefjell - Kyrkjestølane (073.Z)

Grunnvannsundersøkelser

Årsrapport 2004. Status pr. august 2005

Oppdragsgiver: Østfold Energi Produksjon As

Redaktør:

Forfatter: Hervé Colleuille

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 10

Forsidefoto: Observasjonsbrønn på Filefjell (Foto: Hervé Colleuille 07.2005)

ISSN: 1503-0318

Sammendrag: Rapporten inneholder en oversikt over målingene som er innsamlet i NVEs database, samt en kort oversikt over historikk og stasjonsbeskrivelse.

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

September 2005

Innhold

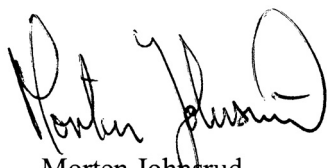
Forord	4
Sammendrag	5
1. Innledning	6
1.1 Historikk og formålet med målinger	6
1.2. Stasjonsbeskrivelse	9
2. Innsamlede data	10
3. Status for grunnvannsmålinger	12
Referanser	15
Vedlegg 1: Estimering av grunnvannsbidrag	16

Forord

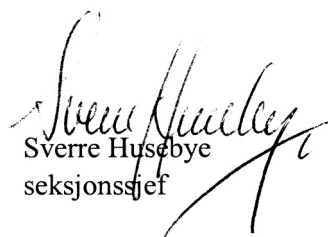
NVE, Hydrologisk avdeling, samler inn observasjoner av grunnvann- og snøens vannekvivalent på Filefjell ved Kyrkjestølane. Disse observasjonene systematiseres og kontrolleres. Grunnvannsundersøkelsene utføres på oppdrag fra Østfold Energi Produksjon AS – Borgund Kraftverk.

Rapporten er utarbeidet av senioringeniør Hervé Colleuille, Hydrologisk avdeling. Forsker Wai Kwok Wong har bistått med estimeringen av grunnvannsbidrag ved histogramseparering.

Oslo, september 2005



Morten Johnsrud
avdelingsdirektør



Sverre Husøy
seksjonssjef

Sammendrag

Rapporten inneholder en oversikt over målingene som er innsamlet i NVEs database, samt en kort oversikt over historikk og stasjonsbeskrivelse.

Det måles i dag på Kyrkjestølane grunnvannstand i et rør, samt nedbør, lufttemperatur, vindhastighet, vindretning og snøens vannekvivalent (snøpute). Fra mai 2005 måles det også grunnvannstemperatur.

Målinger på Kyrkjestølane logges i dag kontinuerlig hver time og fjernoverføres direkte til NVE. Figurer viser kurver med årets innsamlede data.

Det er også i denne rapporten estimert grunnvannsbidrag til det totale avløpet i Sula og Frostdalen ved histogramseparering for perioden 1994-2004 (vedlegg).

1. Innledning

1.1 Historikk og formålet med målinger

Filefjell forsøksfelt ble etablert i forbindelse med Den Internationale Hydrologiske Dekade, 1965-74. Den norske dekadekomiteen valgte ut Filefjell som et representativt felt, typisk for norske høyfjell. Første grunnvannsmålinger er fra 1969. En del av grunnvannsmålingene inngikk fra 1977 i det landsomfattende grunnvannsnettet (LGN), som drives av NGU og NVE. LGN er et nasjonalt program for overvåking av grunnvannet, kvantitativt og kvalitativt. LGNs stasjoner er lagt til områder antatt å være upåvirket av menneskelige aktiviteter og kan derfor betraktes som referansestasjoner. Alle observasjoner ble avsluttet i 1988. NGU foretok kjemianalyser av grunnvannet i rør 7 fra 1978 til oktober 1991 (ca. 2 ganger pr. år). Kjemianalyser er lagret i NGUs database og grunnvannstand i NVEs database (NGU, 1988; Pedersen et al., 2003; Colleuille og Vestersager, 2005). Fra 1993 ble det etablert en ny målestasjon ("Kyrkjestølane")¹ med automatisk registrering av grunnvannstand. Det foreligger imidlertid ikke noe data før 1996 pga. ulike tekniske problemer.

Disse grunnvannsobservasjonene utføres mht å tilfredsstille de hydrologiske undersøkelser som kreves i pålegg gitt av NVE i 1993 (brev fra NVE 4996/93 HH/SKR/SKR, 20.10.1993) til Østfold Energi Produksjon AS. Målingene er ment å sikre grunnlagsdata for tilsigsprognoser, flomvarsling og snømagasinerings, samt å klarlegge eventuelt endringer i hydrologiske forhold som følge av regulering. Klima- og snømålingene (snøpute) er foreløpig ikke pålagt og utføres ikke som oppdrag for Østfold Energi Produksjon AS.

Målestasjonen ved Kyrkjestølane er lokalisert i et uberørt område, antatt som representativ for kildeområdene for Lærdal vassdraget. Dataene herfra kan derfor anvendes, sammen med andre data, for å klargjøre om hydrologiske endringer i den øvre delen av Lærdal vassdraget skyldes menneskelige aktiviteter (reguleringer, grunnvannsuttak, etc.), eller naturlige klimafluktasjoner (flom, tørke, frost).

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, noe som er vesentlig for vannkvalitet, vanntemperatur og ferskvannsorganismer.

Man kan bestemme såkalte resesjonskurver eller tørrværskurver som beskriver avrenningen fra feltet i slike tørre perioder. Disse kurverne 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

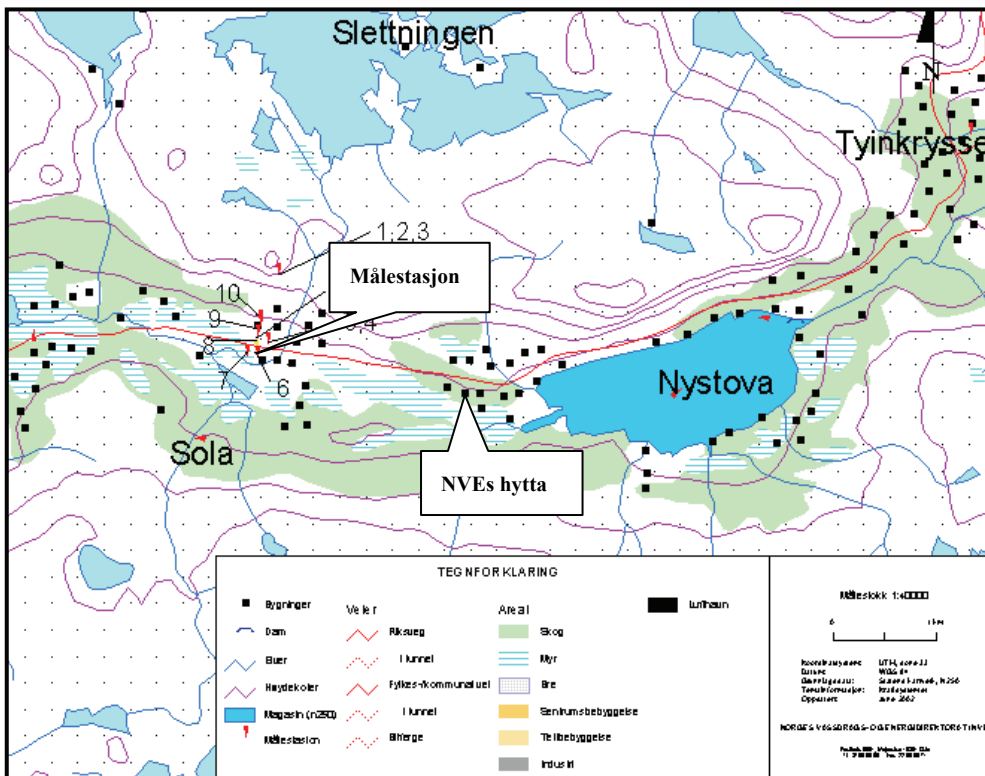
¹ Stasjonen er etablert i det gamle 2" grunnvannsrøret 12 like ved snøputen hvor grunnvannsmålinger ble registrert med en limnigraf mellom 1979 og 1986 (fluvial avsetning, R.ob.: 1.40 m, rørdyp: 6 m). Dataene er lagret i NVEs database som versjon 6 (73.52.6).

egenskaper, og avrenningen vil derfor ikke foregå på samme måte sommer og vinter. Undersøkelser utført på Filefjell (Andersen, 1972) viser at grunnvannsavløp utgjør mer enn 60 % av sommer-vannføringen i Sula, Frostdalen og Valdresdalen. Grunnvannstilsig har en viktig rolle som buffer både ved tørke og flom. Avløpstørke kommer mye senere enn nedbørstørke pga. fyllingsgraden til grunnvannreservoaren. På samme måte dempes flommen ved at en del vann vil kunne lagres i grunnvannreservoar. Slike egenskaper er grunnlag for målingene som foretas på Filefjell.

I 2005 utviklet Wong og Colleuille (2005) en metode som på bakgrunn av uregulerte daglige vannføringsmålinger estimerer ved automatisk hydrogramseparering grunnvannsbidrag i det totale avløpet. 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. Resultater 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. Et estimat av grunnvannsbidrag for Sula og Frostdalen er presentert i vedlegg 1.



Figur 1. Grunnvannsobservasjoner på Filefjell, Kyrkjestølane i Lærdal vassdraget.



Figur 2. Grunnvannsobservasjoner på Filefjell, Kyrkjestølane.

1.2. Stasjonsbeskrivelse

Filefjell ligger på vestsiden av hovedvannskillet i sentral-Norge. Feltet har avløp til Lærdal innerst i Sognefjorden, og vannsystemene i feltet danner den nordøstre delen av Lærdalsvassdraget. Forsøksfeltet ligger øverst i nedbørfeltet til Lærdalsvassdraget (vassdragsnr. 073.Z) mot vannskillet til Drammensvassdraget (fig.1).

Stasjonen ligger i høyfjellsterreng mellom Valdres og Lærdal og høyden strekker seg fra 915 til 1814 m o.h. Innsjøene utgjør 9 %, mens 5 % av feltet består av myr, 4 % av bjørkeskog, 48 % av lyng og kjerr og ca. 34 % av bart fjell (Andersen, 1972). Skoggrensa for bjørk i området er 1250 m o.h. Forsøksfeltet må karakteriseres å være uten fast bosetning, men det er flere fritidsboliger og noen sætrer i drift. Riksvei 16 går gjennom feltet. Forsøksfeltet er ikke påvirket av reguleringen, selv om vassdraget er regulert nedstrøms. Figur 2 viser beliggenheten til alle peilerør ved Kyrkjestølane. De fleste rørene er nå fjernet.

Geologisk er Filefjellet skilt i to deler av den sentrale Smeddalen som krysser feltet fra øst til sørvest. Løsavsetningene er konsentrert i Smeddalen og de nederste deler av sidedalene. Løsavsetningene består vesentlig av morenemateriale (Andersen, 1972).

I følge NGU (1988) står rørene 5, 6, 7 og 12 i breelvavsetning og rørene 8, 9 og 10 i morenematerialer. De fleste rørene ble fjernet i 2001.

Stasjonsnavn	Kyrkjestølen /Kyrkjestølane
Vassdragsnavn	Lærdal
Vassdragsnummer	073.Z
Høyde	950-990 m.o.h. – ca. 950 m. o.h. ved målesstasjon
Kartblad	1517 II
Kommune	Vang
Fylke	Oppland - Sogn og Fjordane
Løsmasstype	Breelvaavsetning og moremateriale
Bergart	Gneis
NVEs tjenesteområde	5
NVEs områdeingeniør	Bent Christen Braskerud, HH ²
Pr. 09.2005	Leif Bogetveit, RV ³
LGN	1969- LGNs nummer 14
Oppdragsgiver	Østfold Energi Produksjon AS – Borgund Kraftverk Postboks 26 6888 Steinklepp

² NVE, Hydrologisk avdeling, Oslo

³ NVEs regionkontor Vest, Førde

2. Innsamlede data

En oversikt over innsamlede data er gitt i tabell 1 og 2. Det er innsamlet en mengde data fra Filefjell. Det er flere forskjellige institusjoner som står bak innsamlingen, noe som har medført at mange data i dag ikke inngår i noe enhetlig system og en del av disse dataene er ikke lagt inn i noen database (Kårstein H, 1997). Innsamling av grunnvannsdata ved Kyrkjestølane er siden 1993 foretatt ved hjelp av automatisk logger og trykksensor innkjøpt av Borgund Kraftverk. Målestasjonen ble etablert 04 september 1993. Pga tekniske problemer med loggeren er det registrert kun noen få enkeltpunkt til og med 11.1996 i NVEs database. Det ble derfor installert en ny datalogger (Sutron 8210) med direkte fjernoverføring til NVE. Observasjonene registreres først av en Aanderra logger⁴ som overføres automatisk med radio til Sutron loggeren som står i NVEs hytta Varden (500 meter fra Nystuen Hotell), ca. 2 km fra målestasjonen. Fjernoverføring utføres automatisk hver dag pr. telefon.

Det utføres nå kun grunnvannsmålinger i et rør med logger og trykksensor (figur 2). Fra mai 2005 måles det også grunnvannstemperatur i det samme røret. I tillegg samles i NVEs database klimadata og snøens vannekvivalent (snøpute).

Parameter	Databases arkiv	Periode	UTM-øst	UTM-nord
Snødybde	73.52.6.2002.1	03.1979-06.1980	452229	6782942
Teledyp ⁵	73.52.6.2004.1	12.78-05.83	452229	6782942
Nedbør	73.11.0.0.1	10.1998-dd	452219	6782992
Vindretning	73.11.0.14.1	09.1998-dd	452219	6782992
Vindhastighet	73.11.0.15.1	09.1998-dd	452219	6782992
Lufttemperatur	73.11.0.17.1	21.02.1995-dd	452219	6782992
Snøens vannekvivalent	73.11.0.2003.1 73.11.0.2003.2	10.1967-09.1998 02.09.1998-dd	452219	6782992

Tabell 1. Andre observasjoner registrert i NVEs database (Alle koordinater refererer til UTM-område 32). Koordinatene målt i 2001 med GPS er gitt i NVEs rapport 5.2002.

⁴ Unit 3010 med 12 kanaler.

⁵ Telemåler ble etablert ved rør 6 i 1978 på 951 m.oh.

Rør	Databases arkiv	Periode	UTM- øst	UTM- nord	R.o.b. ⁶ (cm)	Rør- diam (cm)	Rør- lengde (m)
Kyrkjestølane (rør 12: se fotnote 1)	73.11.0.2000.1	09.1993-dd data med god kvalitet kun fra 11.1996	452278	6782941	1.41	5.0⁷	5.91
Kyrkjestølane	73.11.0.2015.1	05.2005-dd	452278	6782941	1.41	5.0	5.91
1-Kyrkjestølen	73.52.1.2000.1	08.1969-09.1974	452369	6783748	0.5	?	1.0
2-Kyrkjestølen	73.52.2.2000.1	08.1969-09.1974	452369	6783749	?	?	?
3-Kyrkjestølen	73.52.3.2000.1	08.1969-09.1974	452369	6783750	?	?	?
4-Kyrkjestølen	73.52.4.2000.1	08.1969-09.1974	452319	6783072	?	?	?
5-Kyrkjestølen Fluvialavsetning	73.52.5.2000.1	08.1969-09.1974 12.1977-08.1988	452340	6783022	1.1	3.0 ⁸	2.95
6-Kyrkjestølen Fluvialavsetning	73.52.6.2000.1 73.52.6.2000.2	08.1969-09.1974 12.1977-08.1988 03.1979-09.1986	452266	6782956	1.2	3.0	2.38
7-Kyrkjestølen Fluvial/organisk avsetning	73.52.7.2000.1 <u>73.52.7.2015</u>	08.1969-09.1974 12.1977-08.1988 03.1979-08.1988	452208	6783122	1.35	3.0	4.97 <i>grv.tem peratur</i>
8-Kyrkjestølen Org. avsetning	73.52.8.2000.1	08.1969-09.1974 12.1977-05.1985	452220	6783145	1.15	3.0	3.0
9-Kyrkjestølen Abl. morene	73.52.9.2000.1	08.1969-09.1974 12.1977-05.1985	452240	6783223	1.4	3.0	3.83
10-Kyrkjestølen Abl. morene	73.52.10.2000. 1	08.1969-09.1974 12.1977-06.1983	452240	6783280	1.2	3.0	2.97

Tabell 2. Grunnvannsnivå-observasjoner på Filefjell-Kyrkjestølane. Aktive målinger er uthevet (Alle koordinater refererer til UTM-område 32 og er oppdatert se tabell 3).

⁶ Rørhøyde over bakken

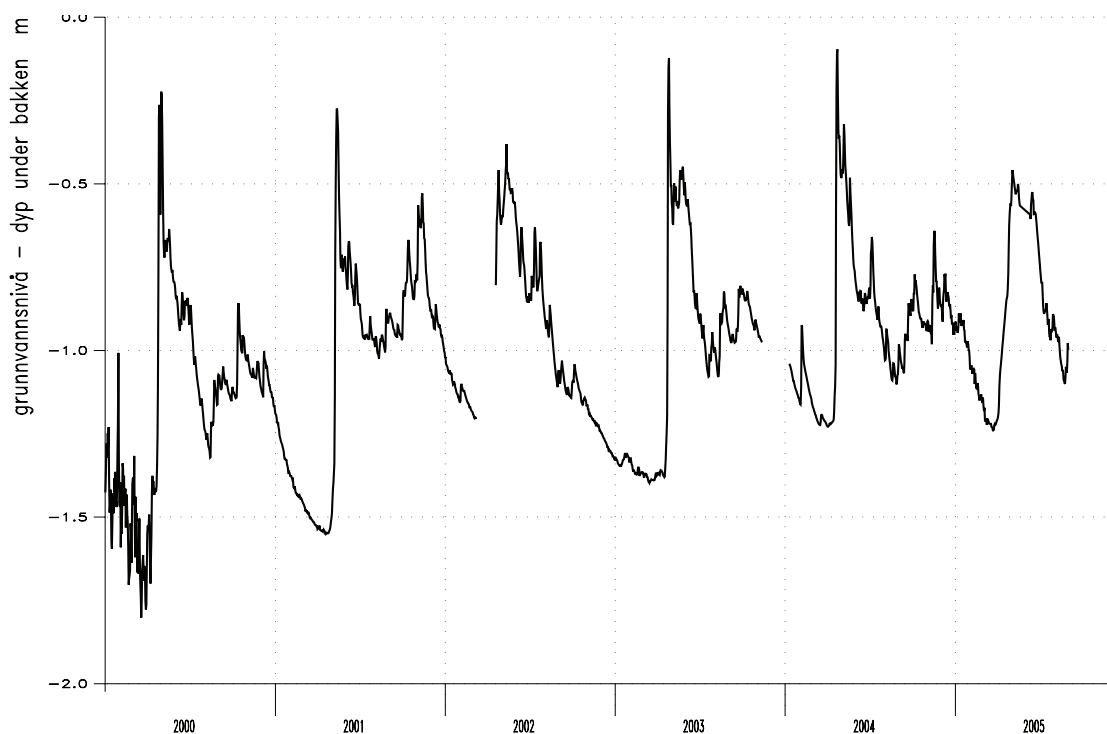
⁷ 2" rør

⁸ 5/4" rør

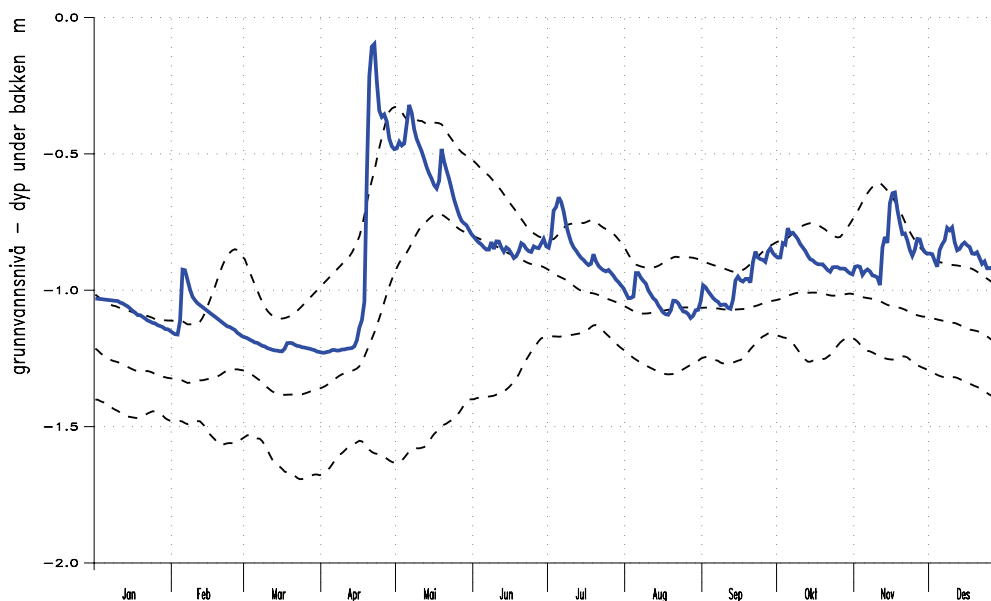
3. Status for grunnvannsmålinger

Kurver med data innsamlet i hele måleperiode for alle parameter er presentert i NVEs årsrapport 2000. Av følgende figurer fremgår status for grunnvanns-, og snøekvivalentobservasjoner i 2000 til 08.2005:

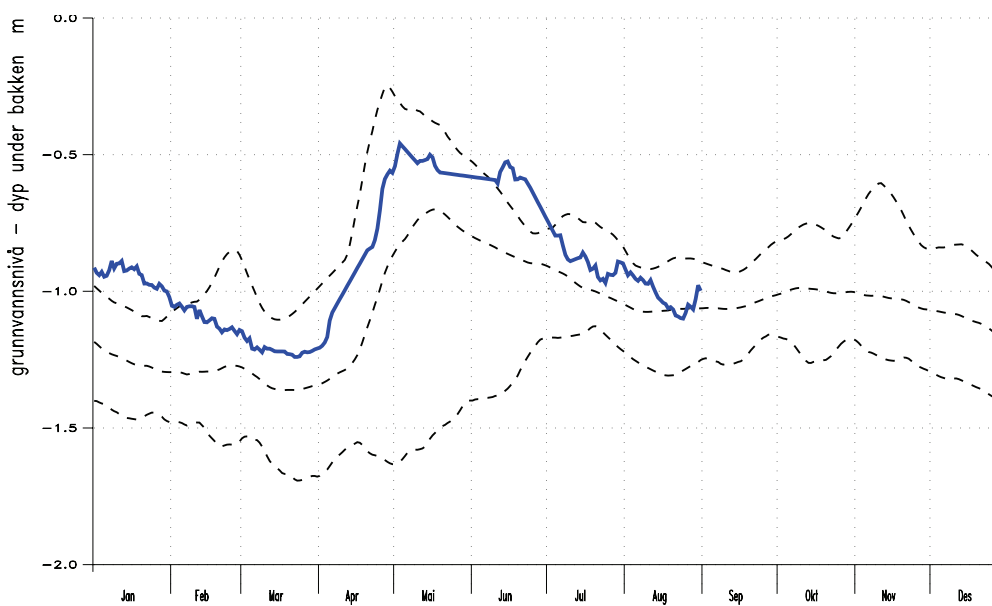
- (3) Observert grunnvannsstand i rør-Kyrkjestølane i perioden 2000-2005;
- (4, 5) Grunnvannsstand i 2004 og 2005 sammenlignet med middel, største og minste observerte grunnvannsstand i perioden 1997-2002 i rør-Kyrkjestølane;
- (6) Observert grunnvannsstand og snøens vannekvivalent i 2004-2005.



Figur 3. Observerte grunnvannsstand i rør-Kyrkjestølane i perioden 2000-08.2005;

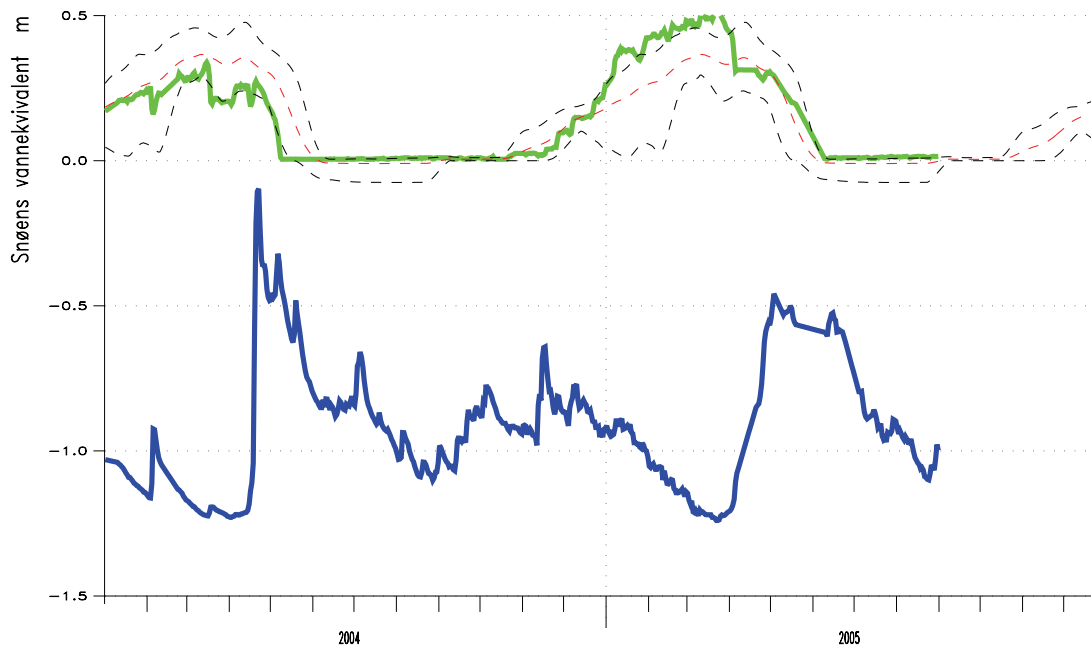


Figur 4. Grunnvannsstand i 2004 (uthevet) sammenlignet med flereårsmiddel største og minste observerte grunnvannsstand (stiplet)⁹, for perioden 1997-2003 i rør-Kyrkjestølane (interpolasjon på 100 dager);



Figur 5. Grunnvannsstand i 2005 (uthevet) sammenlignet med flereårsmiddel største og minste observerte grunnvannsstand (stiplet), for perioden 1997-2004 i rør-Kyrkjestølane (interpolasjon på 100 dager);

⁹ Merk at kurvene for flereårs-middel, -minimum og -maksimum er glattet (Gauss-midling, middelveier, lengde 15 dager) for å bedre plottenes lesbarheten og gi et mer korrekt bilde av normal-situasjonen.



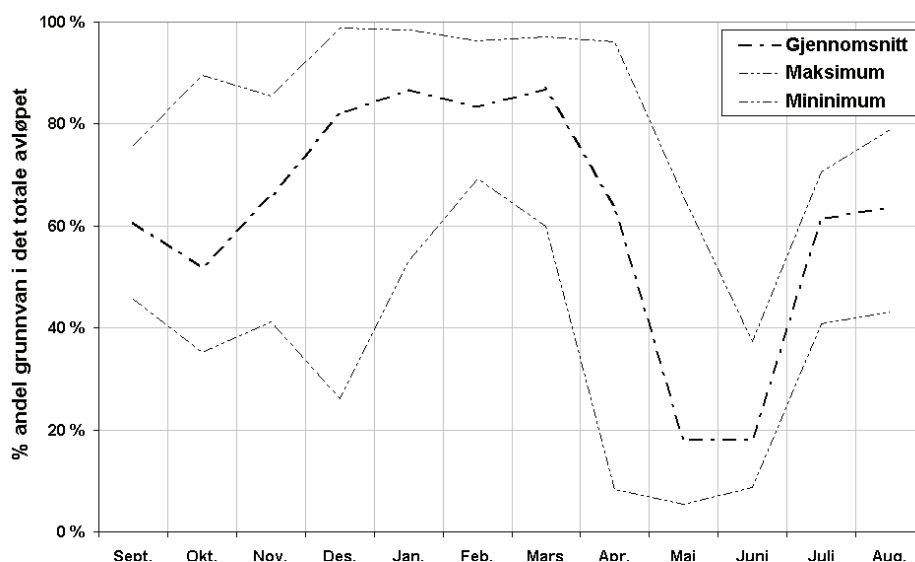
Figur 6. Sammenhengen mellom grunnvannsstand og snøens vannekvivalent målt i perioden 2004-2005. Snøens vannekvivalent er sammenlignet med flereårsmiddel, største og minste observerte snøens vannekvivalent (stiplet) for perioden 1999-2003.

Referanser

- Andersen T., 1972. En undersøkelse av grunnvannsmagasinet i et representativt høyfjellsområde. Hovedfagsoppgave i geofysikk ved Universitet i Oslo. Våren 1972.
- Colleuille H., 2001. Filefjell – Kyrkjestølane (073.Z). Grunnvannsundersøkelser. Årsrapport 2000. NVEs oppdragsrapport 4.2001.
- Colleuille H., 2002. Filefjell – Kyrkjestølane (073.Z). Grunnvannsundersøkelser. Årsrapport 2001. NVEs oppdragsrapport 5.2002.
- Colleuille H., 2003. Filefjell – Kyrkjestølane (073.Z). Grunnvannsundersøkelser. Årsrapport 2002. NVEs oppdragsrapport 6.2003.
- Colleuille H., 2004. Filefjell – Kyrkjestølane (073.Z). Grunnvannsundersøkelser. Årsrapport 2003. NVEs oppdragsrapport 5.2004.
- Colleuille H og Vestersager T., 2005. Nasjonalt overvåkingsnett for grunnvann og markvann (fysiske parameter). Driftrapport 2004. Status pr. januar 2005. NVEs rapport 2-2005.
- Kårstein H., 1997. Forsøksfelt drevet av Hydrologisk avdeling. NVEs notat nr. 02.
- NGU, 1988. Overvåking av grunnvann. Landsomfattende grunnvannsnett (LGN). Trondheim 1988.
- Pedersen T.S., Kirkhusmo L.A. og Kannick H., 2003. Overvåking av grunnvann. Landsomfattende grunnvannsnett (LGN). NVEs rapport 1.2003.
- 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.

Vedlegg 1: Estimering av grunnvannsbidrag

Grunnvannsbidrag til det totale avløpet er her beregnet på bakgrunn av uregulerte daglige vannføringsmålinger ut fra metode beskrevet i Wong og Colleuille (2005). Metoden forutsetter at avløpet kan dekomponeres i to ulike deler, den raske overflateavrenning og den langsomme utstrømning av vann fra ulike lagringsmagasiner, ofte kalt basisstrømning (base flow). Metoden bruker kvalitetskontrollerte vannføringsserier som inngangsdata og beregner daglige estimater for basisstrømning. Disse døgnverdiene danner grunnlaget for utarbeidelse av månedlig statistikk. Det grunnvannet som metoden estimerer er grunnvann med lang oppholdstid, dvs. med stabil temperatur og kjemiske karakteristika. Grunnlagsdata som er benyttet i dette arbeidet er vannføringsmålinger i Sula¹⁰ og Frostdalen¹¹ i perioden 09.1994-08.2004. Figur 1 viser estimerte flereårsmiddel, største og minste grunnvannsbidrag i det totale avløpet ved Sula. Figuren viser at estimert grunnvannsbidrag i Sula er generelt høyt gjennom hele vinteren med en andel på 80 % i gjennomsnitt. Om våren (april-juni) faller grunnvannsandelen til sitt laveste, mellom 10 og 40 %. Det er fordi mesteparten av flomvannet består av smeltevann (direkte snøsmelting + grunnvann med veldig kort oppholdstid (<2 uker)). Grunnvannsbidraget estimert i Frostdalen gir litt lavere grunnvannbidrag i gjennomsnitt om vinteren (60 %). Variasjoner mellom årene gjenspeiler klimatiske variasjoner (episoder med snøsmelting), men også at en stor prosentdel av arealet er dekket av bart fjell og tette materialer, noe som gir raske responser og ustabil vannregime.



Figur 1. Estimerte flereårsmiddel, største og minste grunnvannsbidrag ved Sula målestasjon i perioden 1994-2004.

¹⁰ Stasjonsnummer: 73-27 (feltareal: 30.4 km³)

¹¹ Stasjonsnummer: 73-21 (feltareal: 25.7 km³)

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

Utgitt i Oppdragsrapportserie A i 2005

- Nr.1 Olav Isachsen, Per F. Jørgensen, Lars Bugge, Peter Bernhard: Grønne sertifikater og biobrensel (s.)
- Nr.2 Lars Sigurd Eri, Kjelforeningen – Norsk Energi : Sertifikatberettiget elkraftproduksjon basert på spillenergi fra industri (s.)
- Nr.3 Rune V. Engeset: Undersøkelser ved Blåmannsisen 2004 (18 s.)
- Nr.4 Eli Alfnes, Elin Langsholt, Thomas Skaugen and Hans-Christian Udnæs: Updating snow reservoir in hydrological models from satellite-observed snow covered areas (47 s.)
- Nr.5 Ånund Sigurd Kvambekk, Åge Brabrand: Bruk av Akerselva til oppvarming/nedkjøling av Avantors bygningsmasser i Nydalen (14 s.)
- Nr.6 Hans-Christian Udnæs: Real time demonstration of satellite-observed snow covered area in the HBV model Spring 2004 (12 s.)
- Nr.7 Roger Sværd: Overføring av Røvatn til Hjertvatn i Forsåvassdraget, Ballangen kommune. Virkninger på vannstands- og vannføringsforhold (83 s.)
- Nr. 8 Ragnar Moholt, Odd Gregersen, Kjell Karlsrud: Program for økt sikkerhet mot leirskred Risiko for kvikkleireskred på Bragernes, Drammen kommune. Stabilitetsanalyser – forslag til sikringstiltak
- Nr. 9 Ragnar Moholt, Odd Gregersen: Program for økt sikkerhet mot leirskred Risiko for kvikkleireskred på Bragernes, Drammen kommune. Grunnundersøkelser – datarapport
- Nr. 10 Ånund Sigurd Kvambekk: Vannføring i Suldalslågen i perioden 10. april til 30. juni Vannføringslipp for å oppnå vanntemperaturer nær uregulerte forhold (15 s.)
- Nr. 11 Hans Christian Olsen: Sedimentavsetningene i Eidsvann (34 s.)
- Nr. 12 Odd Gregersen: Program for økt sikkerhet mot leirskred. Risiko for kvikkleireskred langs Liervassdraget. Stabilitetsanalyser - forslag til tiltak
- Nr. 13 Odd Gregersen: Program for økt sikkerhet mot leirskred. Risiko for kvikkleireskred langs Liervassdraget - Lier kommune. Grunnundersøkelser - datarapport
- Nr. 14 Eli Alfnes, Liss M. Andressen: Time series of snow distribution. An analysis of snow distribution data from three areas in southern Norway 2002-2004 (44 s.)
- Nr. 15 Hervé Colleuille: Groset forsøksfelt (016.H5). Grunnvanns- og markvannsundersøkelse. Årsrapport 2004. Status pr. august 2005 (41 s.)
- Nr. 16 Hervé Colleuille: Filefjell - Kyrkjestølane (073.Z) Grunnvannsundersøkelser - Årsrapport 2004 Status pr. august 2005 (15 s.)