



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Plantevernmidler i grunnvann

Forprosjekt automatisert overvåking i faste forsøksfelt

NIBIO RAPPORT | VOL. 3 | NR. 1 | 2017



Roger Roseth
Divisjon Miljø og naturressurser

TITTEL/TITLE

Plantevernmidler i grunnvann. Forprosjekt automatisert overvåking i faste forsøksfelt.

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Roger Roseth

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
25.10.2017	3/1/2017	Åpen	10337	17/00012
ISBN:		ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-01769-1		2464-1162	52	4

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Landbruksdirektoratet: Handlingsplan for bærekraftig bruk av plantevernmidler (2016-2020)

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Johan Kollerud

STIKKORD/KEYWORDS:

Grunnvann plantevernmidler transport nedbryting automatisk overvåking prøvetaking

Groundwater pesticides transport degradation monitoring sampling

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Overvåking av plantevernmidler i grunnvann

Groundwater – pesticide monitoring

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Gjennom et forprosjekt finansiert gjennom «Handlingsplan for bærekraftig bruk av plantevernmidler, 2016 – 2020» har NIBIO utredet og beskrevet mulig framtidig overvåking av plantevernmidler i grunnvann i faste forsøksfelt. Forsøksfeltene har blitt valgt ut for å dekke nødvendig variasjon i naturgitte forhold, ulike produksjoner og driftsforhold samt forskjellig klima. Viktige produksjoner er poteter, grønnsaker, frukt og bær samt grasproduksjon og husdyrhold.

Forsøksfeltene er valgt ut for å representere nasjonale grunnvannsförekomster i områder med intensiv landbruksdrift. Grunnvannsforhold, løsmasser og jordbunnsforhold for de fem lokalitetene som har blitt valgt ut, er for en del godt beskrevet gjennom tidligere undersøkelser.

Det er gjort utprøving og gitt beskrivelser av utstyr for automatisk overvåking av grunnvann og forhold i umettet sone. I tillegg er det beskrevet rutiner for prøvetaking og dokumentasjon av grunnvannskvalitet.



NIBIO

NØRSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Rogaland, Sogn og Fjordane, Vestfold, Hedmark og Trøndelag
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Klepp, Lærdal, Larvik, Våler og Overhalla
STED/LOKALITET: Horpestad, Hauge, Rimstadmoen, Haslemoen og Skogmo

GODKJENT /APPROVED



PER STÅLNACKE

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



ROGER ROSETH



Forord

Etter oppdrag fra Handlingsplan for bærekraftig bruk av plantevernmidler (2016-2020) har NIBIO Miljø og Naturressurser utredet og beskrevet mulig framtidig overvåking av plantevernmidler i grunnvann i faste forsøksfelt. Forsøksfeltene har blitt valgt ut for å dekke nødvendig variasjon i naturgitte forhold, ulike produksjoner og driftsforhold samt forskjellig klima. Viktige produksjoner som dekkes opp er poteter, grønnsaker, frukt og bær samt grasproduksjon og husdyrhold.

Lokale samarbeidspartnere takkes for støtte og hjelp i arbeidet med å finne egnede forsøksfelt samt uvurderlig hjelp under etablering av forsøksfelt på Haslemoen og Rimstadmoen: Våler kommune (Asgeir Rustad), Landbrukskontoret for Våler og Åsnes (Anne Kristine Rossebø), Landbrukskontoret Larvik kommune (Einar Kolstad), gårdbrukere Rimstadmoen (Atle Granstøl, Kjell Anund Rimstad og Ingvar Furulund), NGU (Atle Dagestad), Norsk Landbruksrådgiving (Asbjørn Bjerkan), Landbrukskontoret i Klepp (Bjørn Svela) og Landbrukskontoret i Lærdal (Magnhild Aspevik). Prosjektet har hatt viktige synergier med prosjektet for nasjonal grunnvannsovervåking (iht. Vannrammedirektivet) finansiert av Miljødirektoratet (v/Helga Gunnarsdottir).

I forbindelse med utprøving av aktive prøvetakere for plantevernmidler i grunnvann, henholdsvis TIMFIE og Sorbisense, takkes Ove Jonsson (Laboratoriesjef CFK, SLU) og Hubert de Junge (Sorbisense A/S) for godt samarbeid.

Forsøksfeltene er valgt ut for å representere nasjonale grunnvannsføremønstre i områder med intensiv landbruksdrift. Grunnvannsføremønstre, løsmasser og jordbunnsforhold for de fem lokalitetene som har blitt valgt ut, er for en del godt beskrevet gjennom tidligere undersøkelser.

Beskrivelse av utstyr for automatisk overvåking av grunnvann og forhold i umettet sone samt rutiner for prøvetaking og dokumentasjon av grunnvannskvalitet har vært viktige i prosjektet.

Utredning, beskrivelser og annet arbeid med prosjektet har blitt utført av Roger Roseth i samarbeid med Jens Kværner (begge NIBIO Miljø og naturressurser), og med støtte og hjelp fra nevnte samarbeidspartnere.

Ås, 25.10.17

Roger Roseth

Innhold

1	Innledning.....	7
2	Foreslåtte overvåkingsfelt	9
2.1	Haslemoen i Våler kommune	10
2.1.1	Lokalisering	10
2.1.2	Bilder av lokalitet og etablert grunnvannsbrønn	10
2.1.3	Jordbruksareal – produksjon og driftsforhold.....	12
2.1.4	Geologi og grunnvannsforhold.....	13
2.1.5	Tidligere undersøkelser	14
2.1.6	Meteorologiske data	14
2.2	Rimstadmoen i Larvik kommune	15
2.2.1	Lokalisering	15
2.2.2	Bilder av lokalitet og etablert grunnvannsbrønn	16
2.2.3	Jordbruksareal – produksjon og driftsforhold.....	18
2.2.4	Geologi og grunnvannsforhold.....	18
2.2.5	Meteorologiske data	22
2.3	Horpestad i Klepp kommune	23
2.3.1	Lokalisering	23
2.3.2	Forslag til etablering av grunnvannsbrønn for overvåking	25
2.3.3	Jordbruksareal – produksjon og driftsforhold.....	25
2.3.4	Geologi og grunnvannsforhold.....	26
2.3.5	Tidligere undersøkelser	26
2.3.6	Meteorologiske data	28
2.4	Hauge i Lærdal kommune.....	29
2.4.1	Lokalisering	29
2.4.2	Jordbruksareal – produksjon og driftsforhold.....	30
2.4.3	Geologi og grunnvannsforhold.....	30
2.4.4	Tidligere undersøkelser	31
2.4.5	Meteorologiske data	33
2.5	Skogmo i Overhalla kommune.....	33
2.5.1	Lokalisering	33
2.5.2	Jordbruksareal – produksjon og driftsforhold.....	35
2.5.3	Geologi og grunnvannsforhold.....	35
2.5.4	Tidligere undersøkelser	36
2.5.5	Meteorologiske data	38
3	Utprøving av utstyr for automatisk overvåking	40
3.1	Beskrivelse av utstyr.....	40
3.2	Plassering og vedlikehold	40
3.3	Resultater	40
3.3.1	Haslemoen	40
3.3.2	Rimstadmoen brønn	41
3.3.3	Rimstadmoen kilde	41
4	Resultater vannprøvetaking	43

4.1	Haslemoen.....	43
4.2	Rimstadmoen	43
5	Utprøving av aktive prøvetakere for pesticider	46
5.1	TIMFIE.....	46
5.2	Sorbisense	46
5.3	Foreløpige resultater	46
5.3.1	TIMFIE	46
5.3.2	Sorbisense	47
6	Automatisk målestasjon og forslag til rutiner	49
7	Litteratur.....	51
	Vedlegg.....	53

1 Innledning

I tidligere prosjekter finansiert av «Handlingsplanen» har det blitt utført screening av plantevernmidler i grunnvann i 9 viktige jordbruksområder i Norge. For alle disse områdene var lokalt grunnvann brukt som drikkevann for gårdsbruk og annen spredt bebyggelse.

De innledende undersøkelsene ble gjennomført i perioden 2007 – 2009 (Ludvigsen et al. 2008 samt Rød og Ludvigsen 2010). I løpet av denne perioden ble det analysert 186 grunnvannsprøver fra 30 brønner. Det ble påvist plantevernmidler i 47 % av prøvene og i 25 av brønnene. For 8 % av prøvene ble det påvist konsentrasjoner av plantevernmidler som oversteg anbefalt grenseverdi for drikkevann (0,1 mg/l). Til sammen ble det påvist 21 ulike plantevernmidler og metabolitter.

Undersøkelsene ble videreført i perioden 2010 – 2012 (Roseth 2013). I denne perioden ble det analysert 199 grunnvannsprøver fra 28 brønner. Det ble påvist plantevernmidler i 45 % av prøvene og i 24 av brønnene. For 12 % av prøvene ble det påvist konsentrasjoner som oversteg anbefalt grenseverdi for drikkevann. Midlene som ble påvist i flest prøver var bentazon, atrazin, simazin, metalaksyl, MCPA, BAM og pencycuron. Til sammen ble det påvist 19 ulike plantevernmidler og metabolitter.

Undersøkelsene dokumenterte mange gjenfunn av plantevernmidler i grunnvann brukt til lokal vannforsyning. Prøvetaking av mange brønner ga god sikkerhet for hovedtrekkene i undersøkelsen, selv om det ble gjort lite av supplerende registreringer og karakterisering av grunnvannsforhold for den enkelte brønn.

I Sverige og Finland har det også blitt gjennomført lignende screeningundersøkelser av plantevernmidler i grunnvannsbrønner for vannforsyning i spredt bebyggelse.

I Sverige (Boström et al. 2016) ble det påvist plantevernmidler i konsentrasjoner over grenseverdi for drikkevann i 20 % av prøvene. Prøvene ble tatt ut i jordbruksintensive områder i Skåne, Halland, Västra Götaland, Östergötland og Mälardalen. I vannverk for vannforsyning i de samme områdene ble det påvist konsentrasjoner over grenseverdi for 6 % av prøvene. Midlene som ble påvist i flest prøver var atrazin, atrazindesetyl, BAM og bentazon, dvs. mye av de samme midlene som ble påvist hyppig i våre undersøkelser. Av disse er det bare bentazon som er tillatt brukt i dag. Til sammen ble det påvist 42 ulike midler ved screeningundersøkelsene av grunnvann i Sverige. Ellers har grunnvannsforholdene i Skåne blitt beskrevet i en sammenstilling av Virgin (2012).

I Finland (Juvonen 2016) ble det utført overvåking av en rekke grunnvannslokaliteter fordelt over hele landet i perioden 2007 – 2015. Her ble det påvist rester av plantevernmidler i 50 % av prøvetatte grunnvannsføremønstre. Samlet for hele undersøkelsen ble det påvist 50 ulike plantevernmidler og metabolitter. For 15 grunnvannsføremønstre ble det påvist sum av plantevernmidler som oversteg 0,5 µg/l (grenseverdi drikkevann, sum flere midler).

I en videreføring er det naturlig å etablere overvåkingsfelt med en god beskrivelse og forståelse av lokale grunnvannsforhold. Overvåkingsfeltene må representere de viktigste typene av jordbruksproduksjon i Norge samt ulike drifts- og klimaforhold. For en dynamisk forståelse av tilførsel, nedbrytning og transport av plantevernmidler er det nødvendig å registrere spredetidspunkt og forbruk av plantevernmidler og gjødsel. I tillegg bør overvåkingsfeltene ha en kontinuerlig registrering av nedbør og klimaforhold, samt automatisert overvåking av forholdene i umettet sone og i overflatenært grunnvann.

Overvåkingsfeltene bør etableres for å tilfredsstille et ønske om sammenlignbare nordiske overvåkingsfelt for overvåking av plantevernmidler i grunnvann. Oppbyggingen av forsøksfeltene bør tilnærme seg de danske PLAP-feltene (Lindhardt et al. 2001 og Brüh et al. 2016), som ble etablert for å gi faglig grunnlag for risikovurdering av nye plantevernmidler i forhold til grunnvann. I Danmark har det blitt gjort mange undersøkelser og omfattende prøvetaking av plantevernmidler i grunnvann (Thorling et al. 2011).

Prosjektet beskriver lokal plassering av fem overvåkingsfelt for oppfølging av plantevernmidler i grunnvann i Norge: (1) Haslemoen, Våler kommune, (2) Rimstadmoen, Larvik kommune, (3) Skogmo, Overhalla kommune, (4) Hauge, Lærdal kommune og (5) Horpestad, Klepp kommune.

For hvert overvåkingsfelt er det gitt en beskrivelse av lokale forhold mht. løsmasser, grunnvannsforhold, jordbruksdrift og klimaforhold. Lokal plassering av forsøksfelt er skissert, og har blitt diskutert og vurdert sammen med kompetansepersoner med lokalkunnskap. Det har blitt gitt en detaljert beskrivelse av oppbygging og instrumentering av forsøksfeltene, der innkjøp og installasjon av nødvendig utstyr har blitt kostnadsberegnet.

Det foreslås at nye overvåkingsfelt utvikles gradvis, med etablering av et fullverdig forsøksfelt i 2017, to nye i 2018 og ytterligere to i 2019.

Overvåkingsfeltene etableres som et samarbeid med Miljødirektoratet som skal overvåke grunnvann i regi av vannrammedirektivet på de samme feltene.

Etter oppdrag fra Miljødirektoratet har NIBIO Miljø og naturressurser etablert grunnvannsbrønner i to overvåkingsfelt i 2016, dvs. Haslemoen i Våler kommune og Rimstadmoen i Larvik kommune. Overvåkingsfeltet i Overhalla kommunehar blitt etablert av NGU. Her vil det i tillegg være aktuelt med overvåking av en stor kildehorisont mot Bjøra ved Skogmo. Denne har blitt fulgt opp tidligere gjennom NIBIOs screeningundersøkelser.

I 2017 skal NIBIO etter oppdrag fra Miljødirektoratet etablere overvåkingsbrønner ved Horpestad i Klepp kommune og ved Hauge i Lærdal kommune.

Med finansiering av supplerende instrumentering og oppfølging fra «Handlingsplanen for bærekraftig bruk av plantevernmidler» kan foreslåtte overvåkingsfelt utvikles til å bli fullverdige lokaliteter for overvåking av plantevernmidler i grunnvann etter modell av dansk grunnvannsovervåking (PLAP).

Målsettingen for omsøkt oppfølging av plantevernmidler i grunnvann er:

- Klarlegge risiko for negative effekter av plantevernmidler på vannforsyning fra grunnvann
- Klarlegge risiko for at nye plantevernmidler vaskes ned til grunnvann under norske forhold
- Etablere forsøksfelt som dekker aktuelle driftsformer, regionale forhold og ulike klimaforhold

2 Foreslåtte overvåkingsfelt

Figur 1 viser foreslått plassering av overvåkingsfelt for plantevernmidler i grunnvann. Det foreslås etablert fem felt for å dekke nødvendig variasjon i produksjon, lokale forhold og klima: Haslemoen i Våler kommune, Rimstadmoen i Larvik kommune, Brennmoen/Skogmo i Overhalla kommune, Hauge i Lærdal kommune og Horpestad i Klepp kommune.

Det er lagt opp til en samlokalisering av (1) grunnvannsovervåking i henhold til Vanddirektivet og (2) mer omfattende overvåking av plantevernmidler og fare for nedvasking til grunnvann.

Innledende etablering av grunnvannsbrønner samt uttak og analyse av to vannprøver årlig finansieres av Miljødirektoratet.

Automatisk overvåking av forhold i grunnvann og umettet sone, meteorologisk stasjon, utvidet prøvetaking inkludert passive/aktive prøvetakere omsøkes finansiert av Handlingsplanen/SLF. Alle overvåkingsfelt ligger innenfor nasjonale grunnvannsområder som vist i Vann-Nett (vedlegg I)

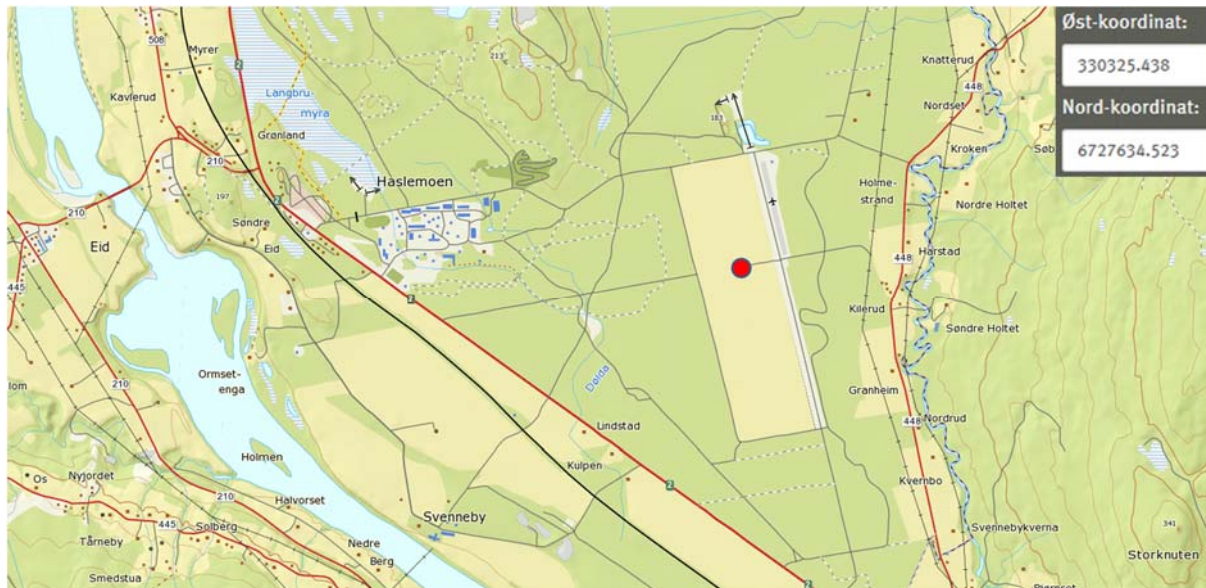


Figur 1. Foreslått plassering av overvåkingsfelt plantevernmidler i grunnvann i Våler, Larvik, Klepp, Lærdal og Overhalla kommuner.

2.1 Haslemoen i Våler kommune

2.1.1 Lokalisering

Grunnvannsbrønnen på Haslemoen i Våler kommune ble etablert av Nordenfjeldske Brønn og Spesialboringer ved Kjell Nyen 16. og 17. juni 2016. Brønnen ble etablert midt i et stort jordbruksareal «flystripa» som eies av Våler kommune, og leies ut til fire gårdbrukere. NIBIO har inngått en avtale med Våler kommune om bruk av feltet. Plassering av grunnvannsbrønn og koordinater er vist i figur 2.



Figur 2. Plassing av ny brønn for overvåking på Haslemoen i Våler kommune.

2.1.2 Bilder av lokalitet og etablert grunnvannsbrønn

Figur 3 viser boreriggen under nedsetting av grunnvannsbrønn. Det ble etablert en 7,5 m dyp brønn med stigerør/brønnfilter med ytre diameter 114 mm. Nederst en bunnseksjon på 0,5 m, deretter brønnfilter (0,5 mm) i nivå 3 - 7 m. Deretter stigerør til nivå 40 cm over bakken. Alt utført i rustfrie og syrefaste materialer. Ved jordoverflaten ble brønnen sikret mot punktinfiltrasjon ned langs brønnrøret gjennom støping av et betongkrage. Over bakken ble brønnrøret sikret med en mindre betongkum.



Figur 3. Plassing av ny grunnvannsbrønn på Haslemoen i Våler kommune.

Figur 4 viser grunnvannsbrønnen på Haslemoen med logger for måling, lagring og innsending av data for automatisk overvåking av vannkvalitet og grunnvannsstand. Figur 5 viser multiparametersensor med trykkcelle for måling av grunnvannsstand samt sensorer for måling av oksygen, redoks, pH, ledningsevne og vanntemperatur. Målinger har blitt utført med intervaller på 30 minutter.



Figur 4. Grunnvannsbrønn på Haslemoen ved prøvetaking i august og november 2016.



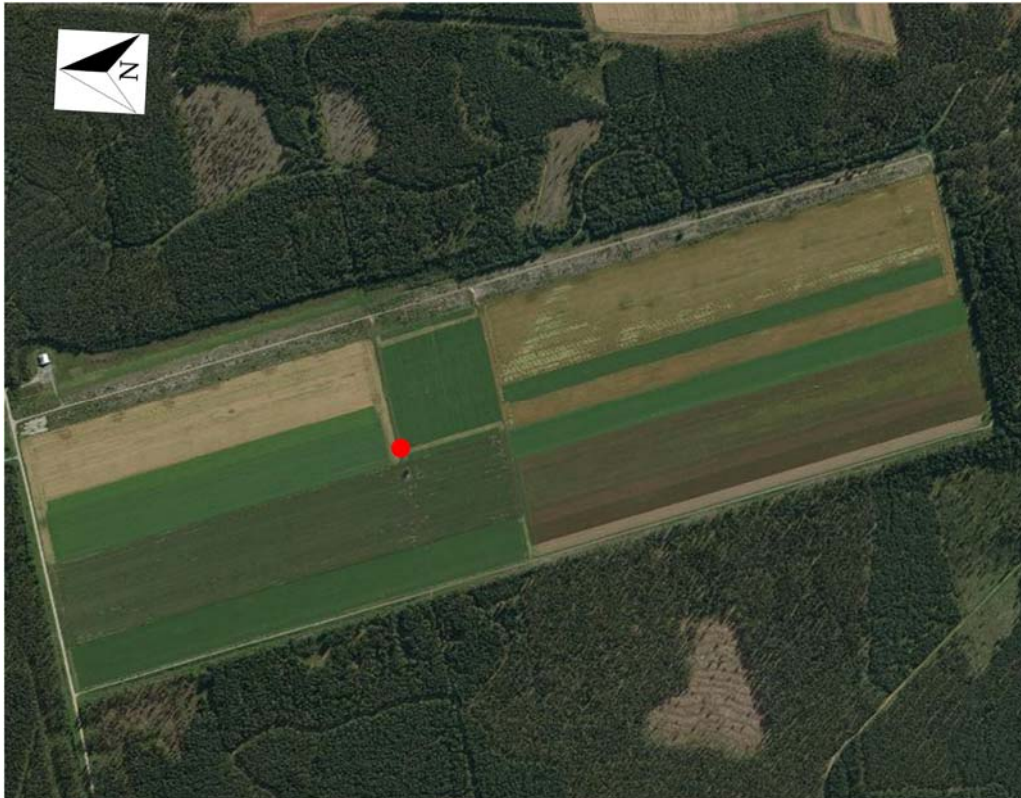
Figur 5. Multiparametersensor (MPS) for måling av grunnvannsstand, vanntemperatur, pH, ledningsevne, oksygen og redoks.

2.1.3 Jordbruksareal – produksjon og driftsforhold

Grunnvannsbrønnen ligger midt på et 800 daa stort jordbruksareal. Jordbruksarealet eies av Våler kommune, og leies ut til 4 gårdbrukere, rundt 200 daa på hver. Leieperioden er 10 år, og ble nylig fornyet (2016 – 2025). Arealet har ensartede løsmasser som i hovedsak består av fin sand med innslag av silt. Dyrkningslaget består av denne fine sanda og mektigheten går minst ned til 10 m. Grunnvannspeilet står 2,5 – 3 m under overflaten.

Jordbruksarealet er selvdrenert, og er ikke grøftet. Løsmassene og grunnvannsforhold tilsier at jorda er tørkesterk og med lite behov for vanning. Jordsmonnskartlegging utført av NIBIO indikerer at jorda kan brukes til dyrking av kravfulle vekster som poteter og grønnsaker. I praksis brukes arealene til vekstskifte mellom poteter og korn (figur 6).

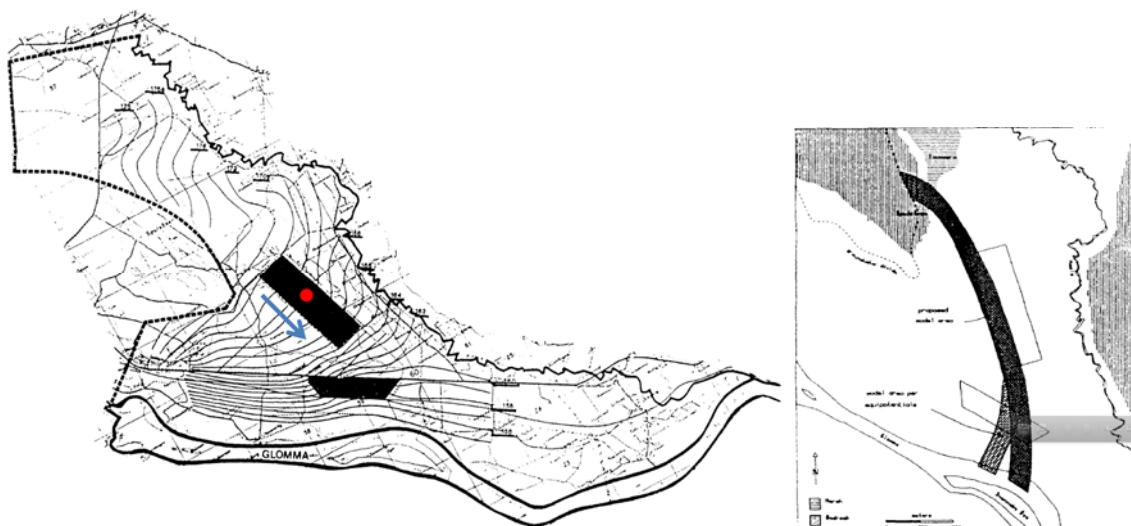
Jordbruksarealene ligger for seg selv uten driftsbygninger eller våningshus i nærheten, noe som gir sikkerhet for at grunnvannet kun vil påvirkes av plantevernmidler og gjødsel tilført som en del av normal driftspraksis, og ikke bli preget av tilførsler fra punktkilder.



Figur 6. Jordbruksarealet brukes i hovedsak til vekstskifte mellom poteter og korn.

2.1.4 Geologi og grunnvannsforhold

Løsmassene avsatt langs Glomma på strekningen Kongsvinger til Elverum er elveavsetninger (NGU løsmassekart, Englund og Haldorsen 1986 samt Haldorsen et al. 1986). Overflatlaget består for en stor del av fin sand med varierende innslag av silt. For det aktuelle jordbruksarealet på Haslemoen er løsmassene relativt homogene, noe som vurderes som en stor fordel ved etablering av forsøksfelt for grunnvann. Fra overflaten og ned dybde rundt 10 m består løsmassene av fin sand. Ved den nye grunnvannsbrønnen ligger grunnvannet normalt 2,5 – 3 m under terrengoverflaten.



Figur 7. Grunnvannskart med trykklinjler og strømningsretning for grunnvann på Haslemoen (fra Englund et al. 1986).

2.1.5 Tidligere undersøkelser

I forbindelse med planlagt oppdyrking av 6000 daa nytt jordbruksareal på dyrkbar jord i skog på Haslemoen har NIBIO utført jordsmonnkartlegging i området (Solbakken 2016). De hydrogeologiske egenskapene til jorda i området har blitt nøye undersøkt og beskrevet (Haldorsen et al. 1986).

Ny overvåkingsbrønn ble satt ned i umiddelbar nærhet til en sandspiss etablert i 1981 (Englund og Haldorsen 1986). For denne sandspissen ble det utført målinger av grunnvannsstand, vannkvalitet og nitratkonsentrasjoner i perioden 1981 til 1987. Undersøkelser av løsmasser og grunnvannsstand i dette profilet ble undersøkt og beskrevet i senere undersøkelser av nydannelse av grunnvann i dette området (Jakobsen et al. 1990). Det har blitt gjort georadarmålinger i flere profiler på Haslemoen, blant annet et profil som omfatter den nye overvåkingslokaliteten (Rønning og Mauring 1991). I tillegg har det blitt utført en rekke hovedoppgaver og masteroppgaver i dette området, med vekt på nitrat i grunnvann, nydannelse av grunnvann og modellering av strømming. I 1994 ble det gjort nye undersøkelser og simuleringer på Haslemoen (Kitterød 1994) som ytterligere har forsterket kunnskapsgrunnlaget rundt løsmasser, grunnvannstrømming og nitratpåvirkning på denne lokaliteten.

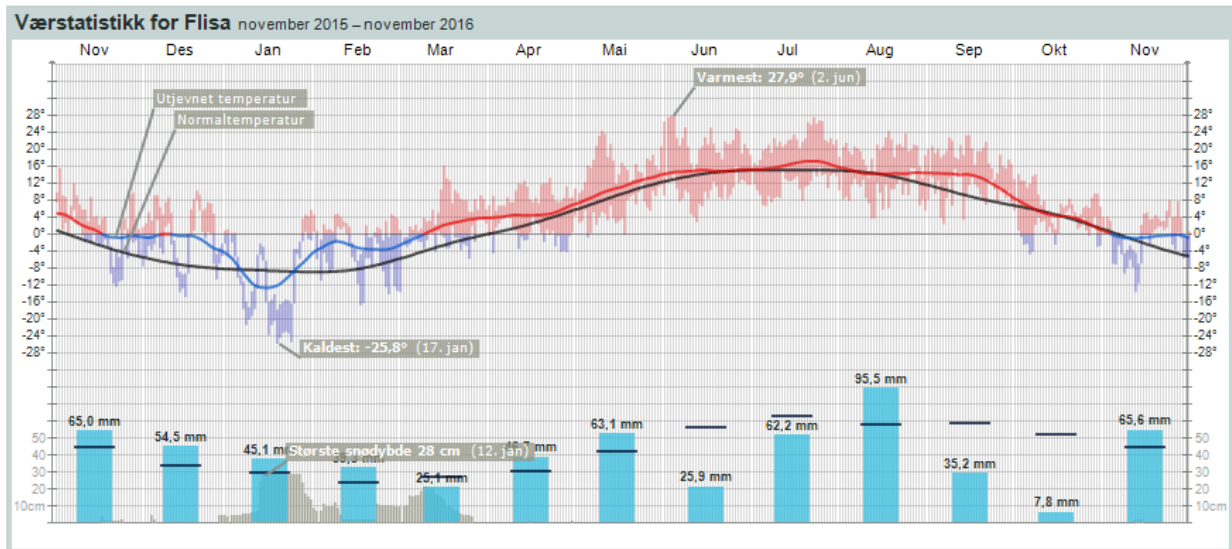
2.1.6 Meteorologiske data

Nærmeste meteorologiske stasjon er Flisa, som ligger rundt 8 km fra Haslemoen. Området har typisk innlandsklima med kalde vintre og snø og varme somre. Tabell 2 viser klimadata for Flisa i perioden fom nov 2015 tom nov 2016. Tabellen viser også normalen for temperatur og nedbør per måned. Figur 8 viser værstatistikk for Flisa for den samme perioden. Nedbørnormal årsnedbør Flisa var 617 mm/år, og normal midlere årstemperatur var 3,3 °C. I den foregående normalperioden (1931-1960) var nedbørnormalen 623 mm/år.

Tabell 1. Klimadata for Flisa (6040) for nov 2015 til nov 2016, samt månedsnormal (1961-1990) for temperatur og nedbør (www.yr.no).

Tabellvisning for temperatur og nedbør per måned

Måneder	Temperatur				Nedbør			Vind	
	Gjennomsnitt	Normal	Varmest	Kaldest	Totalt	Normal	Mest på ett døgn	Gjennomsnitt	Sterkest vind
nov 2016	-0,9°	-2,3°	8,0° 23. nov	-13,6° 11. nov	65,6 mm	53,0 mm	16,6 mm 1. nov	1,9 m/s	7,9 m/s 27. nov
okt 2016	4,3°	4,2°	14,1° 1. okt	-4,7° 5. okt	7,8 mm	62,0 mm	2,5 mm 21. okt	1,7 m/s	5,7 m/s 30. okt
sep 2016	13,7°	8,9°	23,4° 14. sep	2,4° 5. sep	35,2 mm	70,0 mm	11,2 mm 24. sep	1,6 m/s	6,2 m/s 28. sep
aug 2016	14,2°	13,7°	24,4° 17. aug	3,7° 11. aug	95,5 mm	69,0 mm	15,5 mm 30. aug	1,8 m/s	7,6 m/s 8. aug
jul 2016	16,4°	15,1°	27,6° 22. jul	6,6° 5. jul	62,2 mm	75,0 mm	13,1 mm 14. jul	1,6 m/s	7,6 m/s 2. jul
jun 2016	15,5°	14,2°	27,9° 2. jun	2,9° 11. jun	25,9 mm	67,0 mm	7,6 mm 21. jun	2,0 m/s	7,5 m/s 8. jun
mai 2016	11,3°	9,4°	26,5° 31. mai	-0,7° 4. mai	63,1 mm	50,0 mm	15,4 mm 24. mai	2,1 m/s	6,2 m/s 16. mai
apr 2016	4,5°	2,8°	13,3° 21. apr	-4,5° 1. apr	46,7 mm	36,0 mm	14,3 mm 29. apr	2,0 m/s	7,5 m/s 29. apr
mar 2016	2,1°	-2,5°	16,2° 15. mar	-5,8° 24. mar	25,1 mm	32,0 mm	4,9 mm 3. mar	1,9 m/s	7,1 m/s 27. mar
feb 2016	-3,3°	-7,8°	4,8° 7. feb	-16,7° 15. feb	39,3 mm	28,0 mm	8,7 mm 9. feb	1,7 m/s	6,8 m/s 12. feb
jan 2016	-10,2°	-8,6°	5,8° 29. jan	-25,8° 17. jan	45,1 mm	35,0 mm	13,9 mm 11. jan	1,4 m/s	6,9 m/s 29. jan
des 2015	-0,2°	-7,1°	10,4° 20. des	-14,8° 16. des	54,5 mm	40,0 mm	12,1 mm 5. des	1,9 m/s	7,6 m/s 4. des
nov 2015	1,4°	-2,3°	15,6° 2. nov	-12,4° 22. nov	65,0 mm	53,0 mm	13,6 mm 8. nov	1,5 m/s	7,2 m/s 28. nov

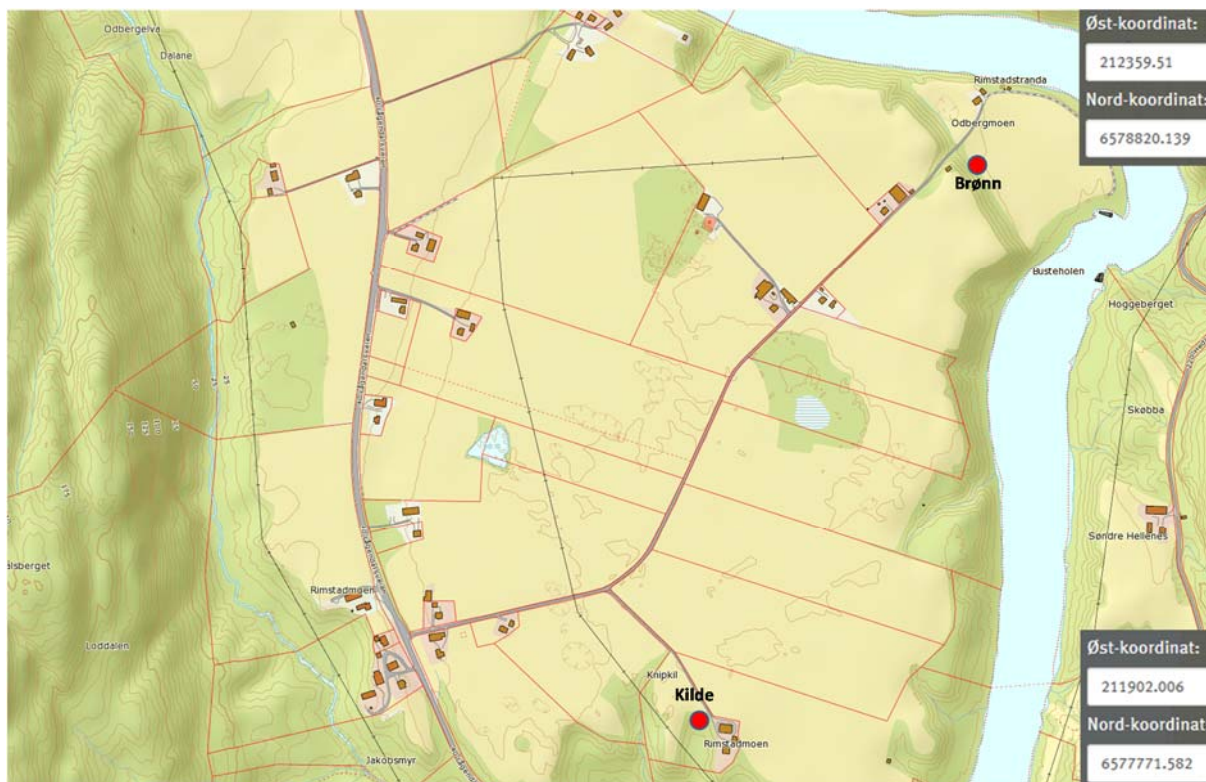


Figur 8. Værstatistikk Flisa (6040) fra nov 2015 til nov 2016 (www.yr.no).

2.2 Rimstadmoen i Larvik kommune

2.2.1 Lokalisering

Rimstadmoen ligger i Lågendalen i Larvik kommune, litt nord for Kvelde. Rimstadmoen et flatt område med mektige sandavsetninger. Området er dominert av intensivt jordbruk, og vanlige produksjoner er poteter, korn og gulrot. Flata det dyrkes på ligger rundt 30 m høyere enn Lågen. I begynnelsen av juli 2016 ble det boret og satt ned en grunnvannsbrønn ved foten av en 20 m skråning nedstrøms dyrkningsflata. Brønnen ble satt ned av Nordenfjeldske Brønn og Spesialboringer ved Kjell Nyen. På Rimstadmoen er det mange grunnvannskilder i ravinene i brattkanten ned mot Lågen. I august 2016 ble det etablert en prøvetakingslokalitet ved en kilde som tidligere har fungert som drikkevannsforsyning for gården ved Knipkil. Plassering av grunnvannsbrønn og prøvetakingslokalitet kilde er vist i figur 9.



Figur 9. Plassing overvåkingsbrønn og prøvetakingslokalitet kilde på Rimstadmoen.

2.2.2 Bilder av lokalitet og etablert grunnvannsbrønn

Brønnboringen på Rimstadmoen ble startet 6. juli 2016. Innledningsvis ble boret 11 m for nedsetting av brønn (figur 10). Boringen viste at det var sandholdige masser ned til 3 m dyp. Videre nedover var det stort innslag av leire med økende dyp. Fra 9 til 11 m beskrives massene som kvikkleire. Ved avslutning av denne innledende boringen satte foringsrøret seg fast i massene. Brønnen ble derfor ikke fullført. Deretter ble det satt ned en grunnvannsbrønn med dybde 3 m, for prøvetaking fra det øverste grunnvannsførende sandlaget.

Brønnen ble etablert i nedkant av en bratt skråning, og ligger 20 m lavere enn jordbruksarealene på toppen (figur 11). Brønnen var 3 m dyp, med bunnseksjon 0,5 m og brønnfilter i dyp 0,5 – 2 m og med 0,5 m stigerør på toppen. Brønnfilter con-slot med 0,2 mm lysåpning og ytre diameter 110 mm. Stigerør og bunnseksjon med ytre diameter 114 mm. Alt i rustfritt stål (SS2333). Brønnen ble satt ned med foringsrør 273 mm og ble gruskastet med filtergrus (kvarssand 0,5 -1,2 mm) både under og opp langs brønnrøret. Brønnen ble tettet med en betongkrage rundt røret ved jordoverflaten. Det ble satt en liten betongkum over brønnrøret for å beskytte brønnen mot direkte forurensning og fysiske påvirkninger. Brønnen antas å tilføres eldre grunnvann dannet fra jordbruksarealene oppstrøms.

Kildelokaliteten ble etablert ved et kildeutspring som tidligere hadde tjent som drikkevannsbrønn for gården Knipkil. Tidligere anvendelse som drikkevannsbrønn indikerte at kildeutspringet sjelden ble tørt og at vannkvaliteten framstod som god. Til forskjell fra mange andre kildeutspring i området, var det ikke jernutfelling i denne kilden. Ved kilden ble det satt ned en prøvetakingsbrønn med lengde 1,8 m, en bunnseksjon på 0,3 m, con slot filter lengde 1 m og på toppen et stigerør på 0,5 m. Prøvetakingsbrønnen var i rustfri utførelse (SS2333), og ble prefabrikkert for NIBIO av Østfold Brønnboring AS (figur 12 og 13).



Figur 10. Innledende boring på Rimstadmoen for avklaring av løsmasser og grunnvannsforhold ned til 11 m dyp.



Figur 11. Grunnvannsbrønn og automatisk overvåking Rimstadmoen.



Figur 12. Prefabrikkert prøvetakingsbrønn kildeutspring: 0,3 m bunnseksjon, 1 m con slot 0,5 mm og 0,5 m stigerør på toppen. Rustfri utførelse.



Figur 13. Multiparametersonde for automatisk overvåking av grunnvann i kilde.

2.2.3 Jordbruksareal – produksjon og driftsforhold

Rimstadmoen har et stort og flatt jordbruksareal dannet av en sandavsetning med 30 m mektighet over Numedalslågen. Samlet jordbruksareal på Rimstadmoen er rundt 1300 daa (figur 14). Jordbruksarealet er selvdrenerende og er ikke grøftet. God solinnstråling og lavt innhold av stein gir gode forhold for krevende produksjoner. Potet og gulrot er vanlige kulturer i vekstskifte med korn. Jorda er noe tørkesvak, og det vannes rutinemessig gjennom gjennom vekstsesongen.

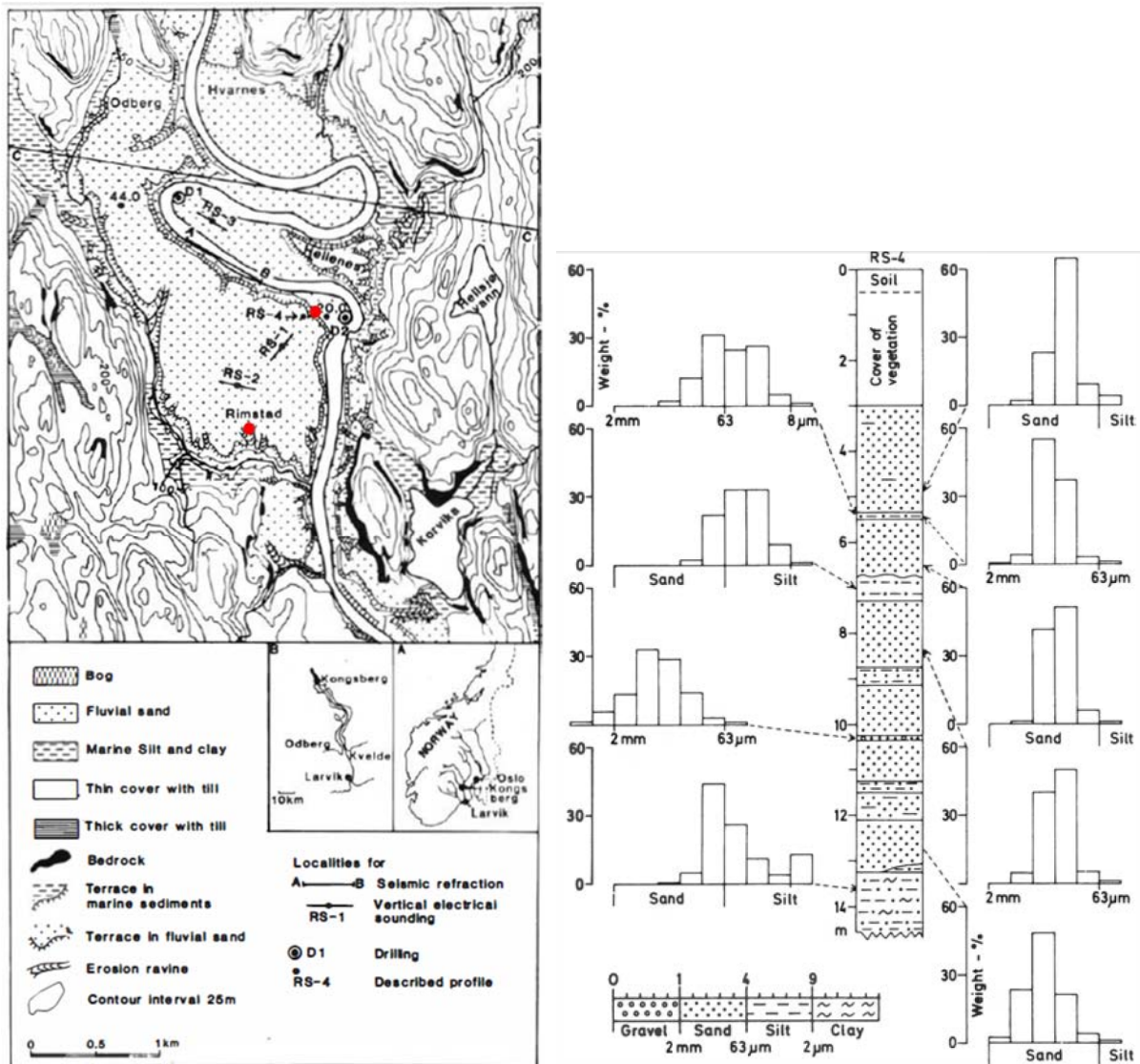
Tidligere ble lokalt grunnvann brukt til vannforsyning for gårder og spredt bebyggelse i dette området. I dag har de fleste kommunal vannforsyning, men noen har fremdeles vannforsyning fra lokal brønn.



Figur 14. Jordbruksarealet brukes i til vekstskifte mellom poteter, gulrøtter og korn.

2.2.4 Geologi og grunnvannsforhold

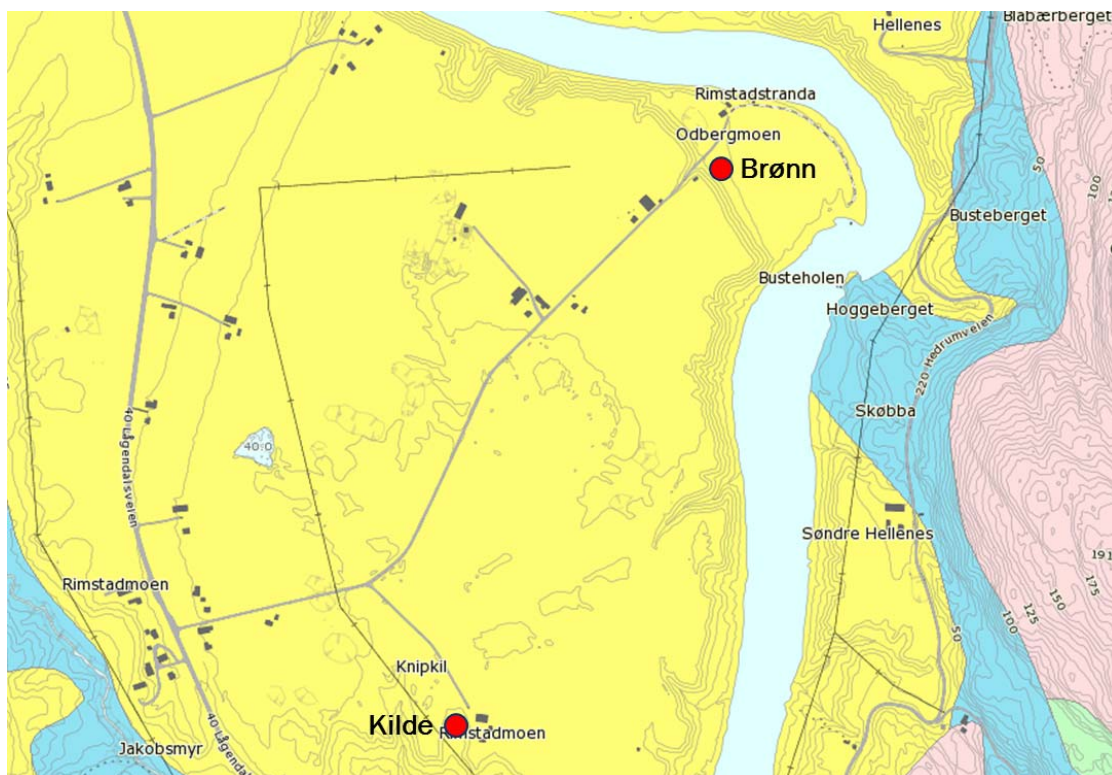
Løsmasseforholdene på Odbergmoen og Rimstadmoen i Lågendalen ble undersøkt tidlig på 1980-tallet (Sørensen et al. 1982). Beskrivelsene danner et viktig grunnlag for forståelsen av grunnvannsdannelse og –strømning i dette området. Tykkelse og lagoppbygging av løsmassene har blitt beskrevet i detalj basert på boringer, løsmasseblotninger og seismikk. Figur 15 viser løsmasser og lagdeling av løsmasser i områdene ved Rimstadmoen. Forekomst av delvis tette lag på ulike dyp skaper kildehorisonter som integrerer grunnvann av ulike alder fra store jordbruksområder. Disse kildehorisontene gir en unik mulighet til å se på transport og tilbakeholdelse/nedbrytning av plantevernmidler og nitrat for grunnvann fra jordbruksarealer med ulike alder.



Figur 15. Viser avsetningene i Odberg området samt lokaliteter for undersøkelser. Beskrevet profil RS-4 ligger i nær etablert grunnvannsbrønn og beskriver lagpakke av løsmasser som danner grunnvann som drenerer til brønnen (fra Sørensen et al. 1982).

I løsmassekartet til NGU er hele området kartlagt som fluviale avsetninger langs Lågen, selv om avsetningene dannelsesmessig ble avsatt i en grunn fjord. Figur 16 viser løsmassekartet, samt lokaliteter for grunnvannsbrønn og kildehorisont.

De fleste av ravinene i området er ustabile og skaper problemer for jordbruksdrift i området. Ved store nedbørshendelser eller snøsmelting utløses det ras og utglidninger i disse områdene (figur 17). For å forebygge ras og utglidninger er det lagt ned flere inntakskummer og rør for å fange inn overflatevann og lede dette til direkte utslipp i Lågen. NGI er i ferd med å gjennomføre et prosjekt for å kartlegge stabiliteten i raviner og omkringliggende områder på Rimstadmoen samt vurdere positive effekter av etablerte systemer for innfangning og bortledning av overflatevann. Kunnskapsutveksling med dette prosjektet vil være positivt for økt kunnskap om de hydrogeologiske forholdene i dette området.



Figur 16. Løsmassekart for Rimstadmoen fra NGUs kartbase (www.ngu.no).



Figur 17. Ras i en ustabil ravineskråning på Rimstadmoen (Foto: Einar Kolstad).

Figur 18 viser naturlig rasskråning dominert av fin sand ikke langt fra ny grunnvannsbrønn. Figur 19 viser en av de mange kildene i ravineskråningene, der det er kildeutspring i ulike høydelag og vannkvaliteter med og uten jernutfelling.



Figur 18. Naturlig rasskråning dominert av fin sand nær ny grunnvannsbrønn.



Figur 19. En av mange kildehorisonter i ravinene ned mot Lågen.

2.2.5 Meteorologiske data

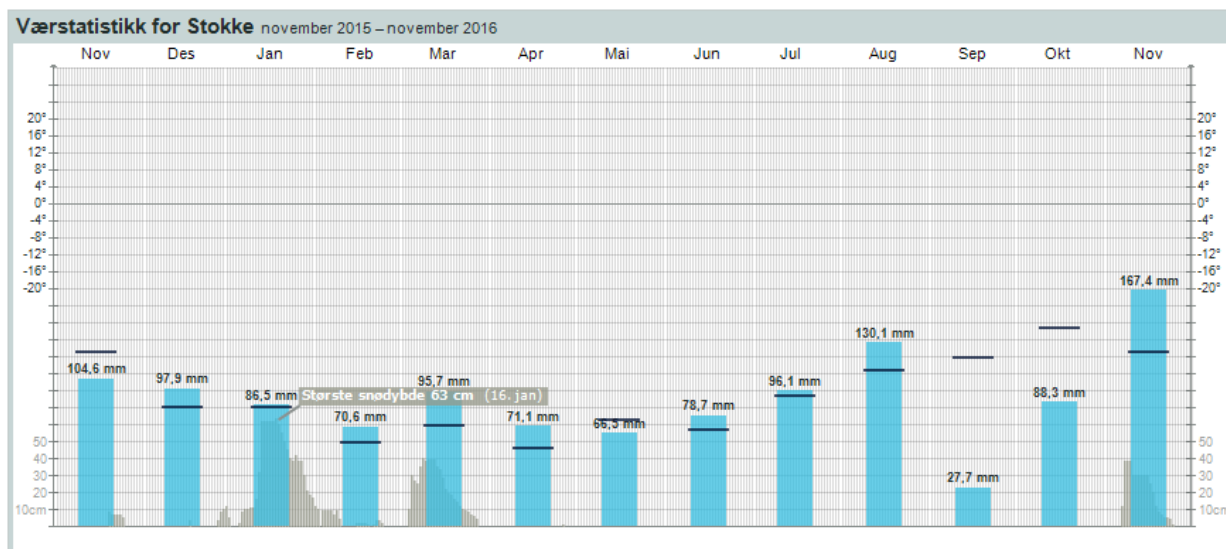
I det følgende presenteres værdata fra stasjonen i Stokke som ligger 15,5 km fra Rimstadmoen (tabell 2 og figur 20). Landbruksmeteorologisk tjeneste (LMT) har en målestasjon ved Kvelde som ligger rundt 5 km fra Rimstadmoen. Denne stasjonen driftes bare gjennom veksts sesongen.

Normal årsnedbør (1961-1990) for Stokke er 1080 mm.

Tabell 2. Nedbørsdata for værstasjonen på Stokke for nov 2015 til nov 2016, samt månedsnormaler (1961-1990) for nedbør (www.yr.no).

Tabellvisning for temperatur og nedbør per måned

Måneder	Nedbør		
	Totalt	Normal	Mest på ett døgn
nov 2016	167,4 mm	123,0 mm	51,1 mm 6. nov
okt 2016	88,3 mm	140,0 mm	17,4 mm 25. okt
sep 2016	27,7 mm	119,0 mm	10,0 mm 28. sep
aug 2016	130,1 mm	110,0 mm	25,3 mm 10. aug
jul 2016	96,1 mm	92,0 mm	17,8 mm 26. jul
jun 2016	78,7 mm	68,0 mm	19,5 mm 21. jun
mai 2016	66,5 mm	75,0 mm	20,6 mm 30. mai
apr 2016	71,1 mm	55,0 mm	25,1 mm 17. apr
mar 2016	95,7 mm	71,0 mm	26,5 mm 3. mar
feb 2016	70,6 mm	59,0 mm	24,1 mm 9. feb
jan 2016	86,5 mm	84,0 mm	21,0 mm 11. jan
des 2015	97,9 mm	84,0 mm	21,7 mm 4. des
nov 2015	104,6 mm	123,0 mm	21,1 mm 7. nov



Figur 20. Nedbørstatistikk for Stokke værstasjon nov 2015 til nov 2016 (www.yr.no).

2.3 Horpestad i Klepp kommune

2.3.1 Lokalisering

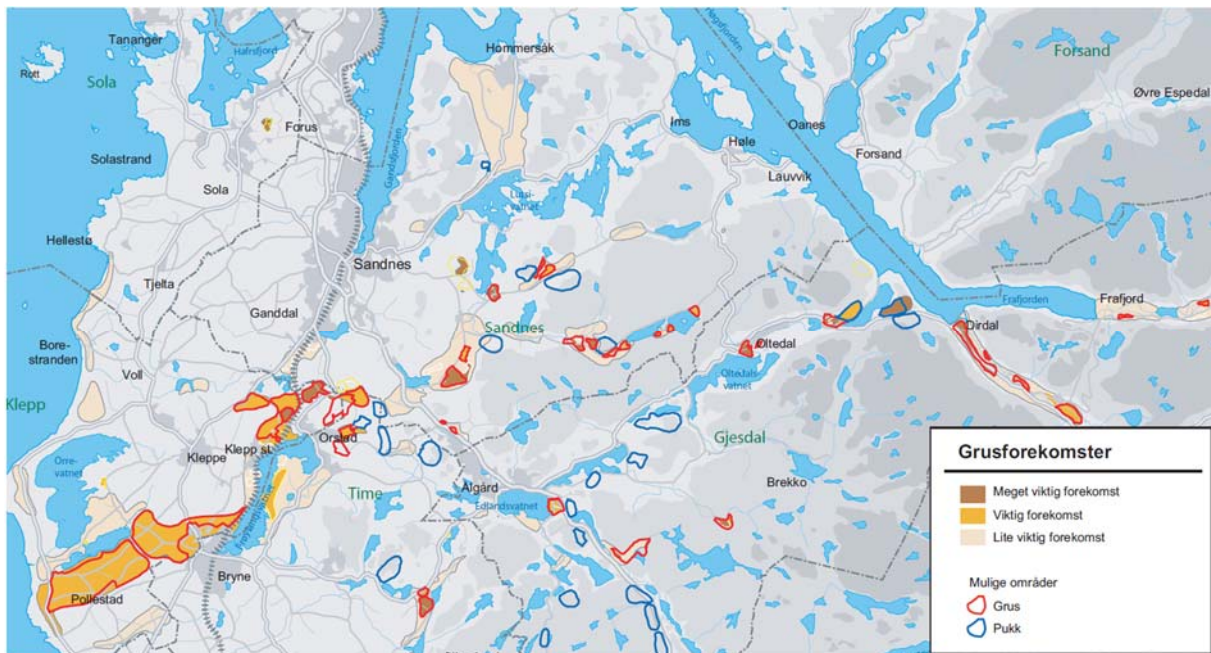
Dette området har ikke blitt besøkt i 2016, men vil bli vurdert i løpet av våren 2017 før etablering av prøvetakingsbrønn.

Foreløpig forslag til lokalitet har blitt valgt etter gjennomgang av tilgjengelig informasjon om grunnvannsområder i Rogaland (Vann-Nett), og NGUs databaser for løsmasser og georessurser. Brønner prøvetatt i tidligere screeningsstudie (Roseth 2013) ligger i nærheten av foreslått lokalitet.

I henhold til Vann-Nett ligger det største og viktigste grunnvannsområdet i Rogaland i et område ved Frøylands- og Horpestadvannet (figur 21). Det samme området er definert som en viktig grusforekomst (figur 22), og er i hovedsak angitt som breelvvavsetning i NGUs løsmassekart (figur 24). Det er flere nedlagte masseuttak for grus og sand i dette området.



Figur 21. Grunnvannsområde rundt Horpestad- og Frøylandsvannet iht. Vann-Nett.

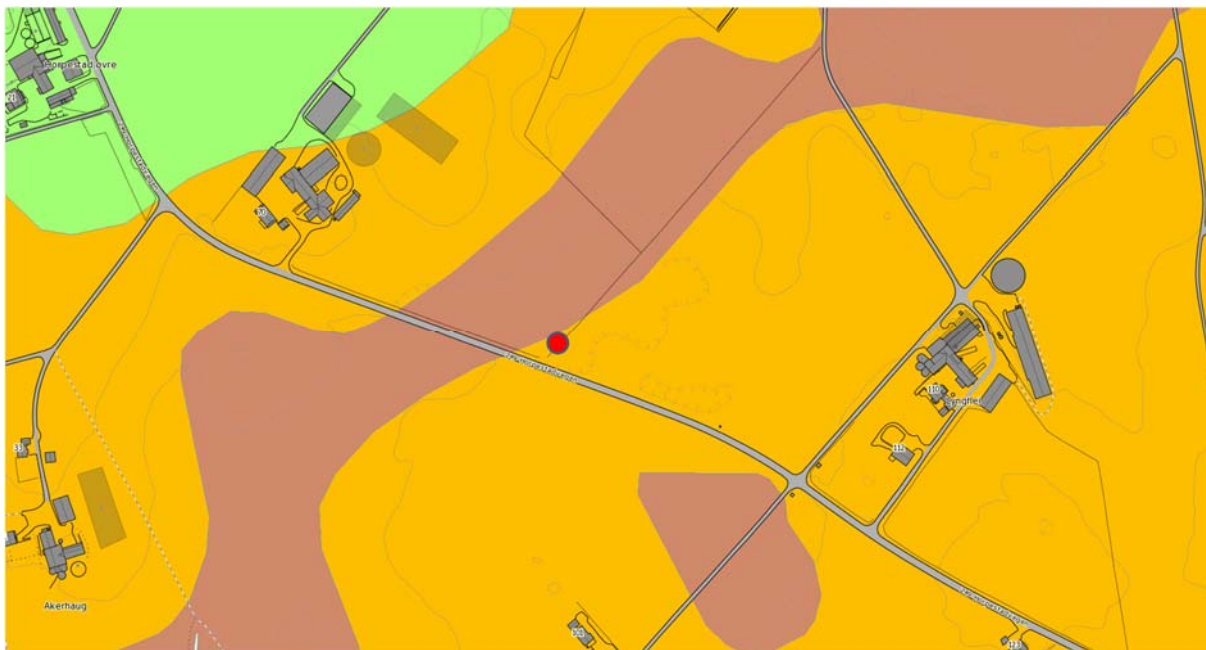


Figur 22. Grusforekomster i Rogaland iht. rapport om georesurser (Rogaland Fylkeskommune 2006).

Plassering av ny grunnvannsbrønn for overvåking er kun skissert, og vil kunne flyttes lokalt etter befaring og samtaler med landbrukskontor og gårdbrukere våren 2017. Foreløpig plassering er vist i figur 23 og 24.



Figur 23. Skissert plassering av overvåkingsbrønn ved Horpestadveien.



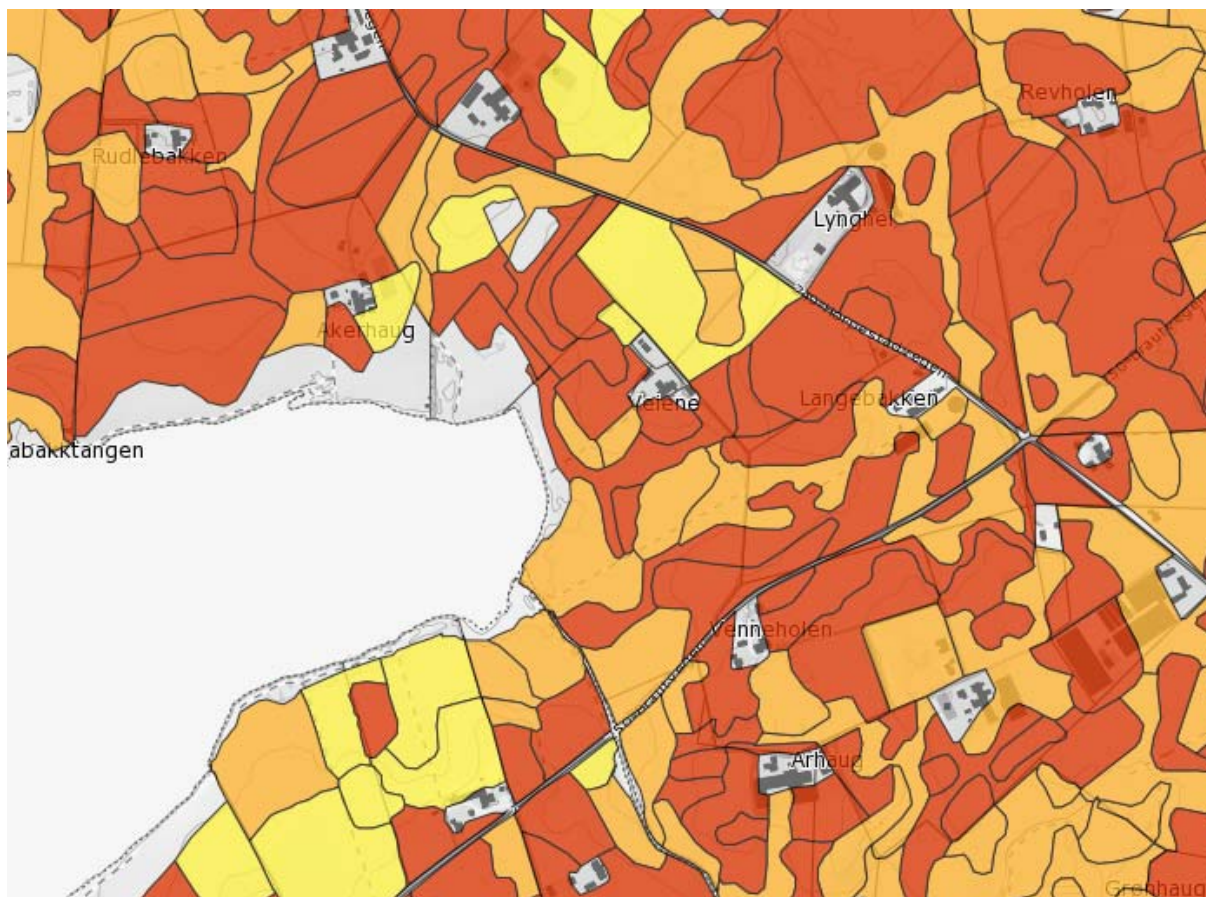
Figur 24. Løsmassekart for området ved skissert lokalitet overvåking. Orange er breelevavsetning og brun er myr.

2.3.2 Forslag til etablering av grunnvannsbrønn for overvåking

Grunnvannsbrønnen etableres i god avstand fra nærmeste gårdstun for å minimere faren for tilførsel av forurensning fra punktkilder. Brønnen etableres i et lavereliggende område med breelevavsetning med entydig fall i terrenget. Dette gir gode forutsetninger for å beskrive lokal grunnvannsstrømning. Grunnvannet bør ikke ligge for dypt under terreng (< 3 m). Overvåkingsbrønnen planlegges satt ned av et lokalt brønnboringsfirma med gode referanser for nedsetting av drikkevannsbrønner i løsmasser (W.B Brønnboring har lokalt kontor i Rogaland, og har erfaring med nedsetting av drikkevannsbrønner i løsmasser). Utforming og kvalitet av brønnen utføres som beskrevet for Haslemoen og Rimstadmoen. Rustfri utforming (SS2333), 110 mm ytre diameter, bunnseksjon 0,5 m, con slot filter i grunnvannssonen og stigerør opp til 0,4 m over terreng. Det støpes betongkrage rundt brønnrøret ved terrengoverflaten for å beskytte mot punktinfiltrasjon langs brønnrøret. Toppen av brønnrøret sikres med en liten betongkum.

2.3.3 Jordbruksareal – produksjon og driftsforhold

I henhold til samtale med Bjørn Svela på Landbrukskontoret i Klepp er det aktuelle området dominert av grasdyrking og husdyrproduksjon. Jordbruksarealene består for en stor del av jord med svært god og god jordkvalitet (figur 25).



Figur 25. Jordkvalitet for jordbruksareal på østsiden av Horpestadvannet. Rød=Svært god, Orange=God og Gul=Middels (fra Kilden, [www.nibio](http://www.nibio.no)).

2.3.4 Geologi og grunnvannsforhold

Fjellgrunnen i området er glimmergneis (Soldal og Jæger 1992). Valgt lokalitet for overvåkingsbrønn ligger nær et dalsøkk og ca. 6 m over normal vannstand i Horpestadvannet. Grunnvannstanden antas å ligge mellom 2 og 4 m under terreng. Grunnvannsstrømningen i området vil være vestover mot Horpestadvannet, og brønnen vil forventningsvis gi oversikt over grunnvann nydannet i et nedbørfelt med grasproduksjon og husdyrhold.

2.3.5 Tidligere undersøkelser

Soldal og Jæger (1992) har beskrevet muligheter for vannforsyning fra grunnvann i Jær-regionen. Klepp kommune og utvalgt område for overvåkingsbrønn er del av et større område der løsmassene er egnet for drikkevannsforsyning fra grunnvann (figur 26). Ulike typer arealbruk som avfallsfyllinger, næringsarealer og landbruk kan imidlertid ha påvirket lokal grunnvannskvalitet.

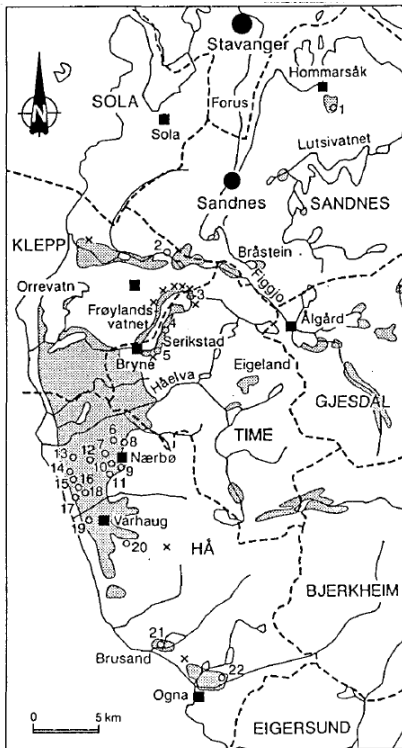
Figur 27 viser områder som antas å ha sand og grusressurser liggende under andre typer løsmasser. Slike områder gir også gode muligheter for utnyttelse av grunnvann til vannforsyning.

TEIKNFORKLARING:

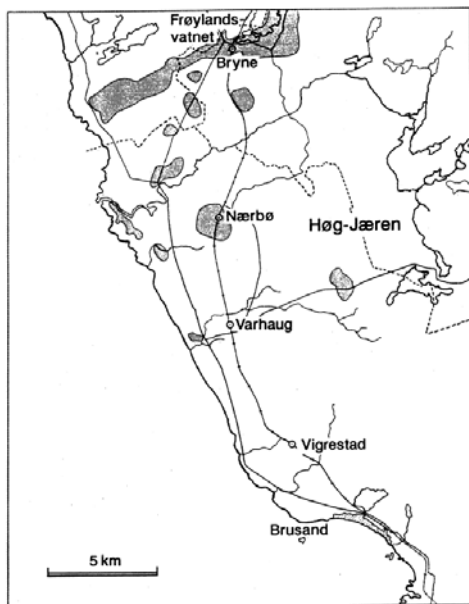
- Boringer
 - x Avfallstyllinger og forureina grunn
- Områder der det kan vera mogeleg å utnytte grunnvatn i lausmassar

BORINGER:

NR	LOKALISERING	AVSETNINGS- TYPE	UNDERSØKELSES- BORINGER	RAPPORT FRA NGU FORBRONN ANLAGT	BRONNDEMSJON	PUMPE-KAPASITET L/MIN	FILTERPLASSERING UNDER TERRENG	GRUNNVANNSTAND I U. TERRENG I M	ANTALL BRONNER TOTALT	ANTALL BRONNER I PRODUKSJON
1	Sandnes Aduserv.	Glasiatl. avset.	▼	6"	10	11,2-12	3,6	1	1	1
2	Skjeveland Fiskeoppdrett- anlegg	Morene	▼	6"	25	9-14	3,6	1	1	1
3	Kverneland fabr.	Glasiatl. delta	▼	5/4"					2	
4	Time kommune	Glasiatl. avset.	▼	5/4"						
5	Time kommune	-----	▼	20"	1500	10-15	1,5	1		
6	Nærbo meieri	-----	▼	10"	385	9-15	4,2	1	1	1
7	Nærbo meieri	-----	▼	10"	1500	6-15	4,8	1	1	1
8	Kvia slakteri, Nærbo		▼	8"	340	9-14	4,6	1	1	1
9	K. Hatteland		▼	4 1/2"	100	14-16		1	1	1
10	H. Birkeland		▼	4 1/2"		15,5		1	1	1
11	Hå komm., Kvia		▼	5"	340	14-21	9,4	1	1	1
12	O. Odemottland		▼	4 1/2"	>100	18	11	1	1	1
13	E. Vigre, Nærbo		▼	4 1/2"	70	17	4,5	1	1	1
14	H. A. Reime, Nærbo		▼	4 1/2"	>100	15,5	5,7	1	1	1
15	H. Otteidal, Nærbo		▼	6"	100	12,5- 13,5	5,2	1	1	1
16	Rogaland Fellessalg destruksjonsant., Grødeland		▼	8"	180	13,5- 17,5	7,8	1	1	1
17	Rogaland Fellessalg destruksjonsant., Grødeland		▼	6"	25	7-9,5		3	3	3
					45	7,5-10				
					60	6-8,5				
18	E. Reime, Grødeland		▼	5"	78	14-17	5,7	1	1	1
19	S. Bratland, Varhaug		▼	4 1/2"	60	25	15	1	1	1
20	P. Haaland, Varhaug		▼	4 1/2"	20	28	17	1	1	1
21	Brusand	Fluviale avset.	▼	5/4"						
22	Ogna	-----	▼	5/4"			1,5	1	1	1



Figur 26. Kart som viser områder der det kan være mulig å utnytte grunnvann i løsmasser i Jær-området (Fra Soldal og Jæger 1992 og etter Østmo 1974).



Figur 27. Kart som viser områder med løsmasser av sand og grus under andre jordarter (Fra Soldal og Jæger 1992 og etter Wangen og Lien 1990).

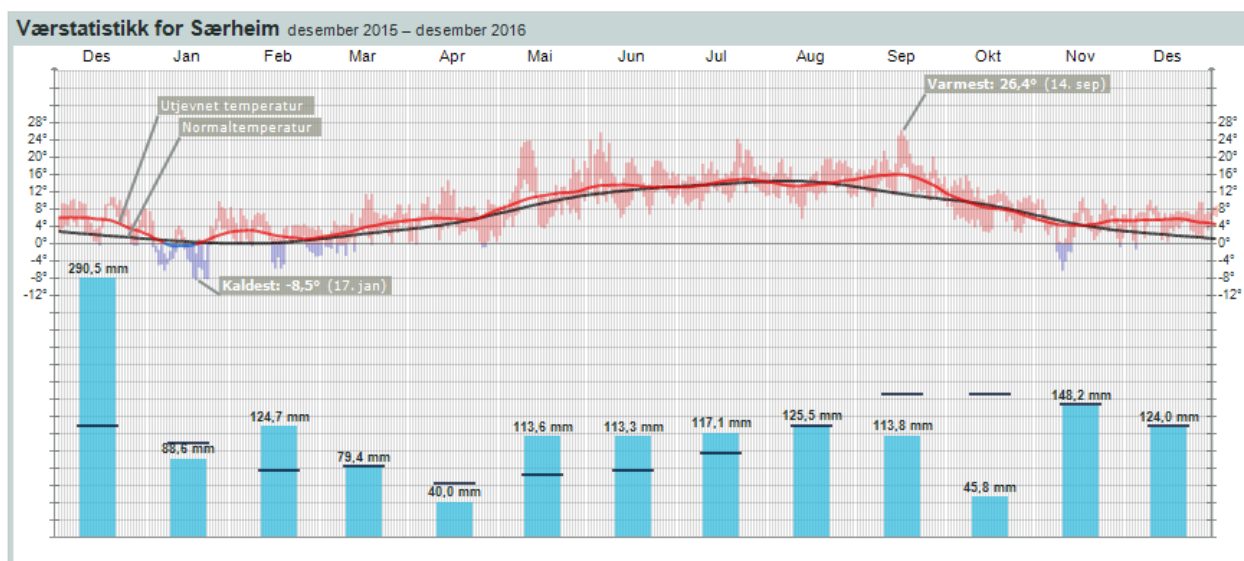
2.3.6 Meteorologiske data

I det følgende presenteres værdata fra stasjonen ved Særheim som ligger rundt 3,5 km fra Horpestad (tabell 3 og figur 28). Normal årsnedbør (1961-1990) for Særheim er 1280 mm.

Tabell 3. Temperatur og nedbør for værstasjonen på Særheim for des 2015 til des 2016, samt månedsnormaler (1961-1990) for nedbør (www.yr.no).

Tabellvisning for temperatur og nedbør per måned

Måneder	Temperatur				Nedbør			Vind	
	Gjennomsnitt	Normal	Varmest	Kaldest	Totalt	Normal	Mest på ett døgn	Gjennomsnitt	Sterkest vind
des 2016	5,8°	2,0°	10,1° 8. des	-1,3° 3. des	124,0 mm	125,0 mm	21,2 mm 24. des	2,7 m/s	12,0 m/s 1. des
nov 2016	4,3°	4,4°	10,7° 15. nov	-6,2° 8. nov	148,2 mm	150,0 mm	32,0 mm 15. nov	2,1 m/s	13,1 m/s 26. nov
okt 2016	8,4°	8,6°	15,9° 6. okt	2,5° 25. okt	45,8 mm	160,0 mm	13,1 mm 2. okt	2,1 m/s	12,2 m/s 28. okt
sep 2016	15,4°	11,5°	26,4° 14. sep	8,4° 4. sep	113,8 mm	160,0 mm	28,6 mm 11. sep	3,6 m/s	15,8 m/s 29. sep
aug 2016	13,8°	14,1°	19,8° 21. aug	5,8° 11. aug	125,5 mm	125,0 mm	16,8 mm 13. aug	3,1 m/s	13,3 m/s 9. aug
jul 2016	14,3°	13,9°	24,3° 20. jul	7,9° 7. jul	117,1 mm	95,0 mm	23,7 mm 28. jul	2,5 m/s	12,3 m/s 21. jul
jun 2016	13,6°	12,5°	25,8° 3. jun	6,0° 10. jun	113,3 mm	75,0 mm	24,3 mm 25. jun	2,4 m/s	10,4 m/s 20. jun
mai 2016	11,5°	9,5°	24,0° 31. mai	3,5° 15. mai	113,6 mm	70,0 mm	32,7 mm 31. mai	3,7 m/s	14,7 m/s 2. mai
apr 2016	5,6°	5,1°	14,7° 12. apr	-0,9° 24. apr	40,0 mm	60,0 mm	16,9 mm 2. apr	4,0 m/s	12,2 m/s 21. apr
mar 2016	3,7°	2,4°	11,6° 17. mar	-2,8° 8. mar	79,4 mm	80,0 mm	23,7 mm 29. mar	4,6 m/s	16,9 m/s 27. mar
feb 2016	1,9°	0,4°	8,2° 1. feb	-5,7° 13. feb	124,7 mm	75,0 mm	23,0 mm 20. feb	4,6 m/s	15,2 m/s 17. feb
jan 2016	0,4°	0,5°	9,9° 25. jan	-8,5° 17. jan	88,6 mm	105,0 mm	22,6 mm 27. jan	5,0 m/s	17,2 m/s 29. jan
des 2015	5,7°	2,0°	10,8° 19. des	-0,5° 15. des	290,5 mm	125,0 mm	57,0 mm 7. des	6,5 m/s	18,8 m/s 30. des



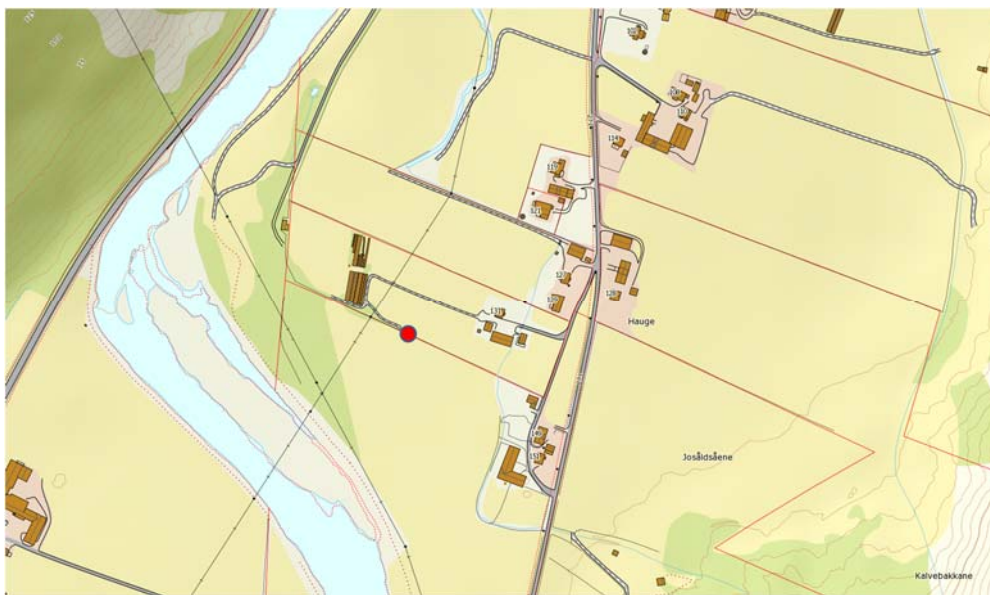
Figur 28. Værstatistikk for Særheim værstasjon des 2015 til des 2016 (www.yr.no).

2.4 Hauge i Lærdal kommune

2.4.1 Lokalisering

Hauge i Lærdalen er en grunnvannslokalitet som har blitt omfattende undersøkt gjennom flere år. Det har blitt utført flere undersøkelser av NGU (Jæger og Danielsen 1999 samt Hilmo og Tønnesen 1997), Hallingdal bergboring (Veslegard 2015), COWI (Soldal 2008) og Høgskolen i Sogn og Fjordane (Seljeset og Hove 2016). Bakgrunnen er at grunnvannet i dette området planlegges som råvann for ny kommunal vannforsyning for Lærdal tettsted med omkringliggende bebyggelse.

Foreslått overvåkingslokalitet (figur 29 og 30) ligger innenfor undersøkt område, men noe lengre fra elva enn området planlagt for ny vannforsyning. Foreløpig er det tatt utgangspunkt i at overvåking skal anlegges i forbindelse med en tidligere inspeksjonsbrønn (brønn 13) som er 12 m dyp, og med normal grunnvannsstand litt over 2 m under terreng. Boreloggen beskriver stein og grus ned til 3,5 m, deretter grus og sand ned til 7,5 m og fin sand fra 7,5 til 12 m dyp. Dette er et foreløpig forslag til plassering av overvåkingsbrønn. Lokaliteten må vurderes å kunne ha nytteverdi også for vurdering av potensiell påvirkning av ny grunnvannsbasert råvannskilde for Lærdal kommune. Et område ved Nedre Eri er vurdert som en alternativ eller supplerende lokalitet.



Figur 29. Skissert plassering av overvåkingsbrønn ved Hauge i Lærdal kommune.



Figur 30. Foto som viser skissert plassering av overvåkingsbrønn ved Hauge i Lærdal.

2.4.2 Jordbruksareal – produksjon og driftsforhold

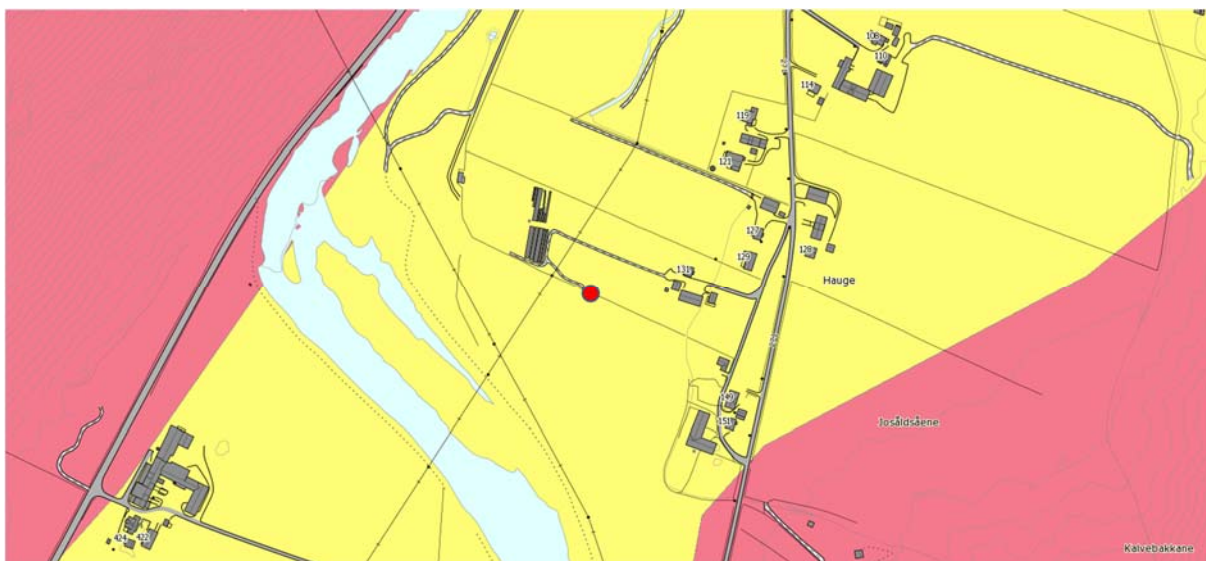
Mye av jordbruksarealet ved Hauge har meget god eller god jordkvalitet (figur 31). Større arealer brukes til intensive kulturer som poteter eller grønnsaker. Arealer med middels jordkvalitet utnyttes til beite.



Figur 31. Jordkvalitet i området rundt Hauge i Lærdal. Rød=Svært god, Orange=God og Gul=Middels (fra Kilden, [www.nibio](http://www.nibio.no)).

2.4.3 Geologi og grunnvannsforhold

I løsmassekart (www.geo.ngu.no) er området kartlagt som elveavsetning (figur 32). Grunnvannet i dalbunnen er for en stor del dominert av Lærdalselva. Med økende avstand til elva blir grunnvannet gradvis mer påvirket av grunnvann og overflatevann fra sideterreng og landbruksområder. I dalbunnen ligger grunnvannet 1,5 – 2,5 m under terreng (Seljeset og Hove 2016).

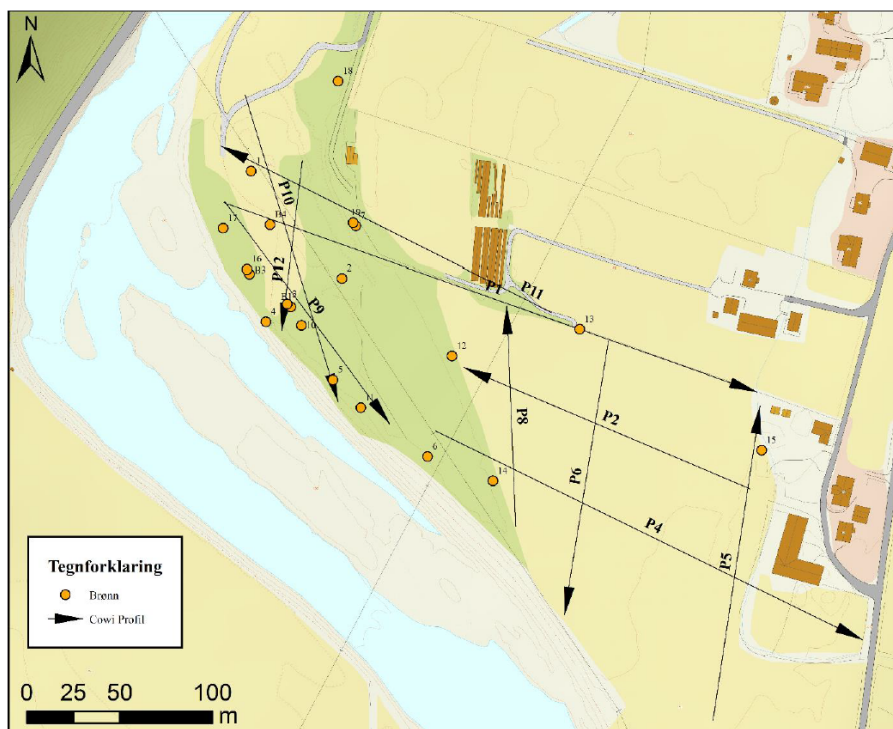


Figur 32. Løsmassekart for området rundt Hauge (fra www.geo.ngu.no).

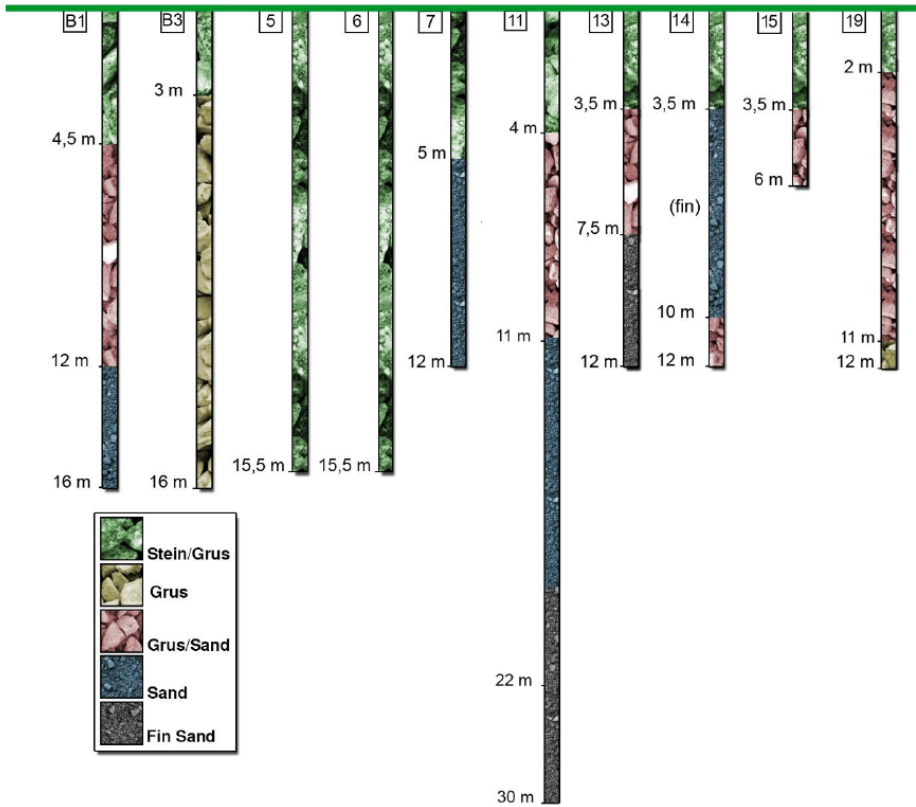
2.4.4 Tidligere undersøkelser

Som nevnt innledningsvis har det blitt gjort flere undersøkelser i dette området, blant av NGU (Jæger og Danielsen 1999 samt Hilmo og Tønnesen 1997), Hallingdal bergboring (Veslegard 2015), COWI (Soldal 2008) og Høgskolen i Sogn og Fjordane (Seljeset og Hove 2016).

Seljeset og Hove (2016) har sammenstilt informasjon fra tidligere undersøkelser, blant annet tidligere brønner og peilerør i området rundt Hauge og borelogger for disse brønnene (figur 33 og 34).

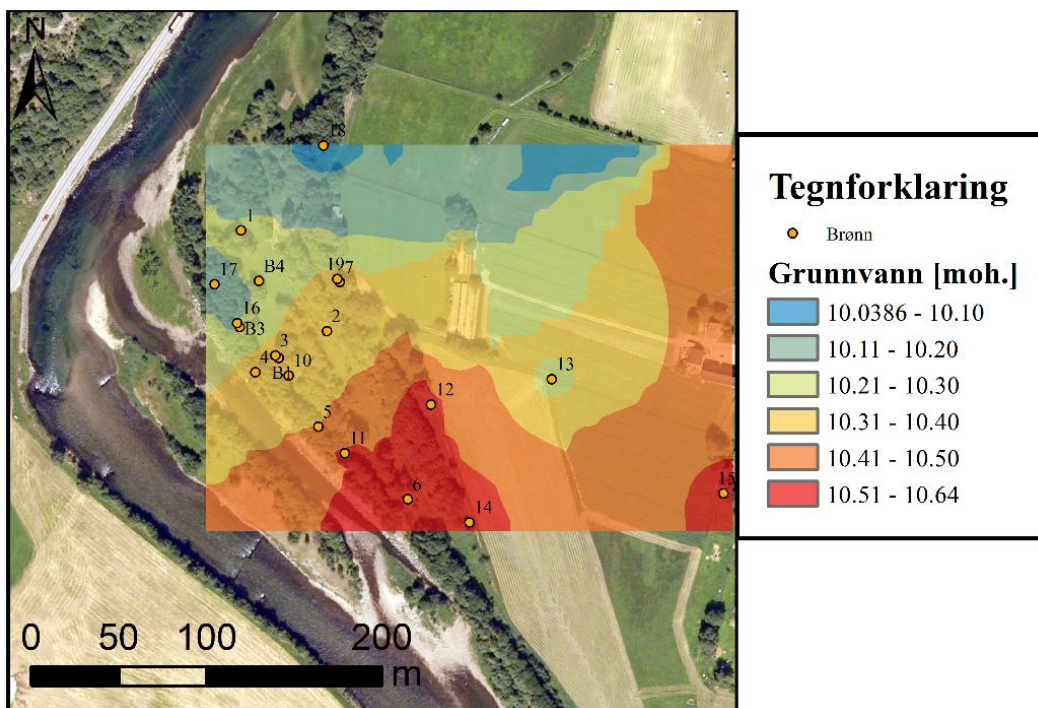


Figur 33. Brønner og peilerør (Hallingdal bergboring) samt georadarprofiler undersøkt av Cowi (fra Seljeset og Hove 2016)



Figur 34. Borelogger fra Hallingdal bergboring (fra Seljeset og Hove 2016).

Figur 35 viser grunnvannets topografiske utberedelse i området rundt Hauge basert på to omganger med peiling av grunnvannstand utført i februar og mars 2016 (Seljeset og Hove 2016).



Figur 35. Grunnvannets topografiske utberedelse basert på to peileomganger i februar og mars 2016 (fra Seljeset og Hove 2016).

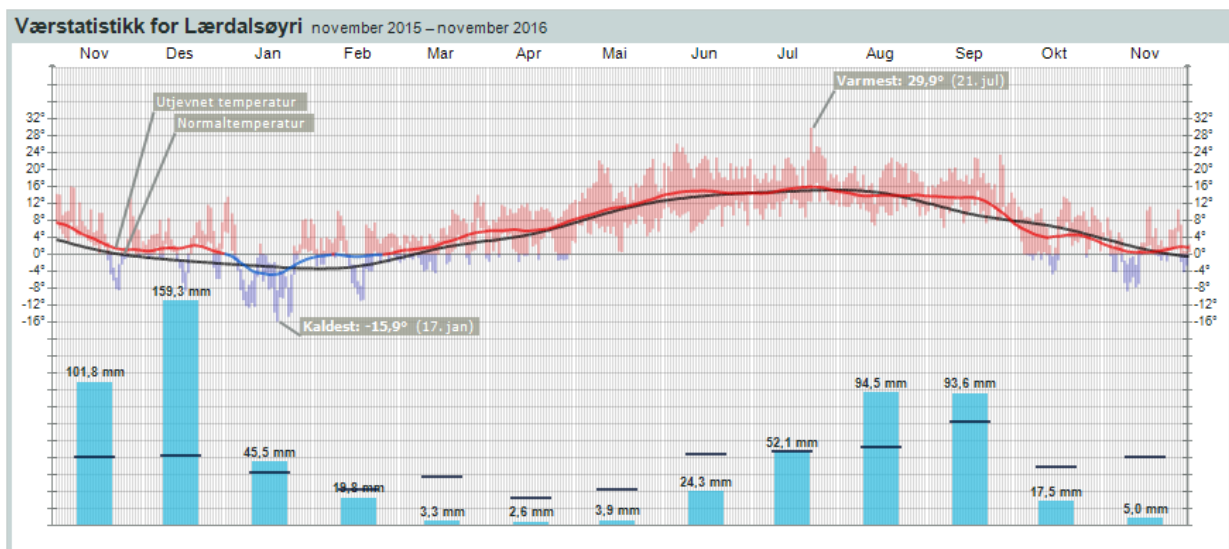
2.4.5 Meteorologiske data

I det følgende presenteres værdata fra stasjonen ved Lærdalsøyri som ligger under 1 km fra Hauge (tabell 4 og figur 36). Normal årsnedbør (1961-1990) for Lærdalsøyri er 508 mm.

Tabell 4. Temperatur og nedbør for værstasjonen Lærdalsøyri for nov 2015 til nov 2016, samt månedsnormaler (1961-1990) for nedbør (www.yr.no).

Tabellvisning for temperatur og nedbør per måned

Måneder	Temperatur				Nedbør		
	Gjennomsnitt	Normal	Varmest	Kaldest	Totalt	Normal	Mest på ett døgn
nov 2016	0,6°	1,2°	11,3° 16. nov	-8,7° 8. nov	5,0 mm	48,0 mm	0,4 mm 1. nov
okt 2016	4,4°	6,1°	13,6° 17. okt	-4,7° 13. okt	17,5 mm	41,0 mm	8,4 mm 1. okt
sep 2016	13,2°	9,6°	23,5° 25. sep	6,3° 5. sep	93,6 mm	73,0 mm	22,0 mm 28. sep
aug 2016	13,9°	14,1°	22,8° 18. aug	6,8° 12. aug	94,5 mm	55,0 mm	20,0 mm 19. aug
jul 2016	15,4°	14,9°	29,9° 21. jul	8,2° 4. jul	52,1 mm	52,0 mm	8,3 mm 11. jul
jun 2016	15,1°	13,8°	26,1° 4. jun	5,1° 9. jun	24,3 mm	50,0 mm	11,6 mm 25. jun
mai 2016	11,4°	10,5°	22,5° 27. mai	0,5° 16. mai	3,9 mm	25,0 mm	0,9 mm 23. mai
apr 2016	5,7°	5,1°	12,9° 30. apr	-1,8° 10. apr	2,6 mm	19,0 mm	0,6 mm 15. apr
mar 2016	3,1°	1,6°	14,0° 27. mar	-4,5° 12. mar	3,3 mm	34,0 mm	2,2 mm 5. mar
feb 2016	-0,1°	-2,5°	10,3° 7. feb	-11,0° 15. feb	19,8 mm	25,0 mm	5,5 mm 2. feb
jan 2016	-3,8°	-2,9°	9,7° 1. jan	-15,9° 17. jan	45,5 mm	37,0 mm	18,2 mm 30. jan
des 2015	2,2°	-1,5°	13,6° 31. des	-8,6° 16. des	159,3 mm	49,0 mm	21,9 mm 11. des
nov 2015	3,7°	1,2°	16,0° 6. nov	-8,5° 23. nov	101,8 mm	48,0 mm	34,6 mm 15. nov



Figur 36. Værstatistikk for Lærdalsøyri værstasjon nov 2015 til nov 2016(www.yr.no).

2.5 Skogmo i Overhalla kommune

2.5.1 Lokalisering

Foreslått overvåkingslokalitet på Skogmo i Overhalla kommune har blitt prøvetatt gjennom flere år gjennom tidligere undersøkelser av plantevernmidler i grunnvann (Roseth 2013, Ludvigsen et al. 2008 samt Rød og Ludvigsen 2010). Praktisk prøvetaking har blitt gjennomført av Asbjørn Bjerkan (Norsk Landbruksrådgiving). Lokaliteten er et stor kilde beliggende i skråningen ned mot elva Bjøra, nær Skogmo tettsted (figur 37 og 38) . Oppstrøms kilden er det store jordbruksarealer med intensiv potet- ,

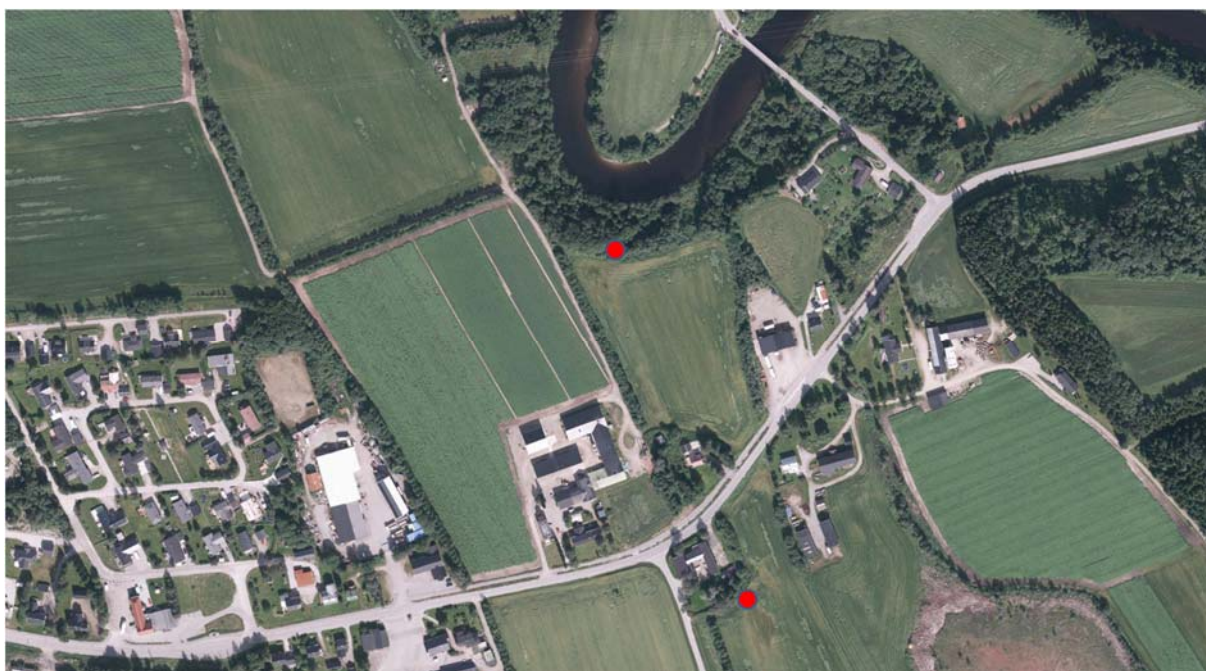
korn-og grønnsakproduksjon. Kilden har tidligere blitt brukt for drikkevannsforsyning for 10 gårdsbruk i området (Asbjørn Bjerkan, pers. medd.). Kilden har også blitt foreslått som ny råvannskilde for Skogmo tettsted og lokalt meieri (Asbjørn Bjerkan pers. medd. og Hilmo 1992).

NIBIO foreslår å bruke denne kilden som overvåkingsfelt i Overhalla. Området er registrert som nasjonalt grunnvannsområde i Vann-Nett.

I forbindelse med nasjonal grunnvannsovervåking har NGU (ved Atle Dagestad) etablert et overvåkingsfelt ved Ranemsletta i Overhalla kommune, med oppfølging av grunnvannsbrønn og kildehorisont. Feltet har blitt fulgt opp over lang tid og vil kunne gi supplerende informasjon om grunnvannskvalitet og –vannstand i det samme området.



Figur 37. Foreslått plassering overvåkingslokalitet grunnvann, Skogmo i Overhalla.



Figur 38. Foreslått plassering overvåkingslokalitet grunnvann, Skogmo i Overhalla.

2.5.2 Jordbruksareal – produksjon og driftsforhold

Mesteparten av jordbruksarealet ved Skogmo har meget god jordkvalitet (figur 39). Arealene benyttes til dyrking av poteter, korn og grønnsaker.



Figur 39. Jordkvalitet i området rundt Skogmo i Overhalla. Rød=Svært god, Orange=God og Gul=Middels (fra Kilden, [www.nibio](http://www.nibio.no)).

2.5.3 Geologi og grunnvannsforhold

Området rundt Skogmo domineres av større elveavsetninger (www.geo.ngu.no), som danner grunnlaget for det rike jordbruket i dette området (figur 40). Løsmassene gir gode forhold for uttak av grunnvann til drikkevann, men grunnvannskvaliteten kan påvirkes av jordbruksdrift. I brattkanten ned mot elva Bjøra er det en rekke kildehorisonter for grunnvann. Kildehorisonten «Storkjella» foreslått som overvåkingslokalitet har tidligere blitt brukt til lokal drikkevannsforsyning.

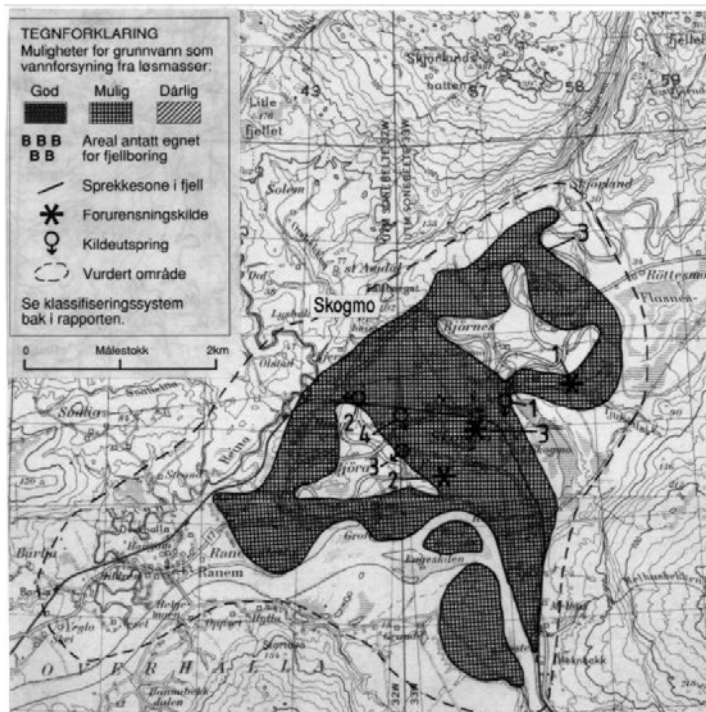


Figur 40. Løsmassekart for området rundt Skogmo (fra www.geo.ngu.no).

2.5.4 Tidligere undersøkelser

Som nevnt tidligere har «Storkjella» blitt prøvetatt gjennom flere år gjennom tidligere undersøkelser av plantevernmidler i grunnvann (Roseth 2013, Ludvigsen et al. 2008 samt Rød og Ludvigsen 2010). Kilden har tidligere blitt brukt for drikkevannsforsyning for 10 gårdsbruk i området (Asbjørn Bjerkan, pers. medd.). Kilden har tidligere blitt foreslått som ny råvannskilde for Skogmo tettsted og lokalt meieri (Asbjørn Bjerkan pers. medd. og Hilmo 1992).

Undersøkelser av løsmasser (Hugdahl, 1986) og grunnvann (Huseby 1975) i området rundt Skogmo har vist at elveterrassene består av ensgradert sand med 10 – 20 m mektighet. I skråningen ut mot Bjøra er det en rekke kilder og kildehorisonter i ulike høydeler. Grunnvannet fra disse kildene har vist god kjemisk kvalitet med unntak av høyt nitratinnhold for enkelte kilder. Hilmo (1992) anbefaler at disse kildene betraktes og forvaltes som en mulig framtidig drikkevannsressurs. Kart som viser muligheter for vannforsyning fra grunnvann i området rundt Skogmo er vist i figur 41.



Figur 41. Skogmo - grunnvann som vannforsyning fra løsmasser(fra Hilmo 1992).

Som en del av landsomfattende nett for grunnvann (LGN) har NGI og NGU etablert et område for grunnvannsoppfølging i Overhalla. LGN-stasjon 33 i Overhalla ved Brennmoen har oppfølging av tre brønner og to kildehorisonter, som vist på kart i figur 42. For en brønn og en kilde har det vært uttak av 2 vannprøver per år for oppfølging av vannkjemi i perioden 1981 – 2005. Den samme brønnen og kilden inngår nå i nasjonal grunnvannsovervåking finansiert av Miljødirektoratet. NVE har løpende registrering av grunnvannsnivå og vanntemperatur på denne LGN-stasjonen. Resultatene fra denne overvåkingen er tilgjengelig på www.senorge og NGUs grunnvannsdatabase Granada. En oversikt over resultater som er tilgjengelig for LGN-stasjon 33 er vist i tabell 5. Tabell 6 viser eldre data for vannkjemi for brønn nr. 3, der det tidvis ble påvist høye nitratkonsentrasjoner.



Figur 42. Kart over LGN-stasjon 33, med tre brønner og tre kilder (fra Granada)

Tabell 5. Oversikt over resultater tilgjengelige for LGN-stasjon 33 (fra Granada).

Obs.punkt	Punkttype	Driftstart år/mnd	Driftstopp år/mnd	Målinger	Målemetode	Målefrekvens
1	Brønn	78/08	90/09	Nivå	Manuell	26/år
2	Brønn	78/08	90/09	Nivå	Manuell	26/år
3	Brønn	78/08	2003/07	Kjemi	Prøver/Automatisk	2/år
78/08		Nivå			Manuell/Automatisk	
78/08		Temp			Manuell/Automatisk	
4	Brønn	2003/10	2005/05	Kjemi	Prøver	
50	Kilde	2005/09	2006/05	Kjemi	Prøver	2/år

Tabell 6. Eldre data for vannkjemi for LNG-stasjon 33, Overhalla (fra Granada)

Vannkvalitetsdata for LGN-stasjon 33 brønn 3, Overhalla, Brennmoen

Til og med 1990 er analysene utført ved NIVAs laboratorium

Fra og med 1991 er analysene utført ved NGUs laboratorium

Dato	Gv-stand	Konduktivitet	Surhetsgrad	Alkalitet	Fargetall	Turbiditet	Cl-	SO42-	NO3-	Ca	Mg	Na	K	Si	Fe	Mn	Al	F-
ååååmmdd	m. under markoverflaten	mS/m	pH	mmol/l	mg/l Pt	FTU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
19790814		9,85	6,04		<5	0,35	13,00	<1	20,81	3,00	2,80	9,50	0,70		0,01	<0,01		
19810808	1,11	8,57	5,77	1,66		0,27	9,60	1,70	17,71	2,71	2,57	7,53	0,58		2,85	0,02	0,012	0,01
19820806	1,43	10,98	5,65	0,20		0,26	11,10	1,50	25,69	4,20	4,67	7,44	0,71		2,94	0,03	0,06	0,05
19830817		8,47	5,74	0,13		0,57	10,30	0,90	0,53	3,17	3,20	5,00	0,78		3,08			0,02
19840827	0,93	10,50	5,55	0,08		0,58	14,00	1,40	2,30	3,46	3,40	7,80	1,03		3,59			<0,01
19850610		9,07	5,69	0,08		0,51	13,30	2,60	17,27	3,04	2,99	7,74	0,81		3,27			0,02
19860619		5,81	6,03	0,09		0,71	7,90	3,40	6,07	1,94	1,67	4,52	0,49		3,22			0,01
19870611		5,07	6,58	0,09		0,30	7,70	2,80	4,21	1,68	1,41	4,53	0,43		3,13			0,02
19880609		10,11	5,54	0,09		0,16	14,80	1,20	17,49	3,84	3,26	6,50	0,69		3,41			0,04
19890907		10,00	5,53	0,17		0,16	11,60	1,10	16,83	3,95	3,16	6,70	0,74		3,64			0,06
19900823		10,26	5,53	0,11		0,38	12,80	2,00	19,71	4,75	3,09	6,10	0,74		3,64			0,06
19910817	1,26	9,39	5,25	0,08			14,40	2,87	20,45	5,18	3,24	6,35	0,20		4,07			0,04
19920618	0,61	8,29	5,32	0,12			13,10	1,34	12,94	4,79	3,01	5,40	0,20		3,27			0,04
19930826	1,43	11,32	5,60	0,05			16,90	2,18	20,03	6,18	3,59	6,84	0,20		4,11			0,04
19940927	1,65	12,20	6,38	0,06	<1,4	0,07	19,70	1,03	33,63	6,70	4,00	7,70	0,72		3,79			<0,02
19950727	0,60	11,10	5,79	0,06	3,70	0,11	14,00	1,24	28,76	6,20	3,50	6,50	0,60		3,41			0,02
19960927	1,58	11,70	5,76	0,09	<1,4	3,20	24,90	1,52	43,90	7,50	4,00	5,90	0,666	4,20	0,0225	0,032		<0,02
19970911	1,14	8,25	5,86	0,11	<1,4	0,21	13,00	1,97	8,51	4,75	2,58	5,45	1,15		4,03	0,05	0,016	<0,02
19980825	1,25	8,34	5,78	0,10	2,40	0,42	10,40	3,10	15,80	4,44	2,31	6,02	0,85		4,03	0,05	0,017	0,03
19990817	1,19	8,68	5,86	0,19	<1,4	6,30	8,60	4,46	15,75	5,31	2,88	5,85	1,25		3,65	0,06	0,065	0,03
20000915	2,19	9,62	5,70	0,25	<1,4	0,73	8,18	5,94	11,06	5,55	3,00	6,72	0,67		5,08	0,02	0,091	<0,02
20010910	2,47	7,30	5,72	0,28	<1,4	0,31	6,72	4,20	4,17	4,71	2,47	4,34	0,78		3,44	0,34	0,153	0,04
20020731		7,17	5,78	0,20	<1,4	0,62	7,51	6,86	2,55	4,11	2,27	4,36	0,87		3,70	<0,01	0,13	0,03
20030618		7,37	5,76	0,26	1,60	1,50	7,24	4,39	1,70	4,54	2,32	4,39	0,63		3,38	<0,01	0,253	<0,02
20030729		8,35	5,86	0,30	<1,4	2,90	9,76	5,17	2,25	5,36	2,79	4,62	0,804	4,44	<0,01	0,0976	<0,02	<0,05
20031009		6,96	6,05	0,31	2,80	0,53	7,18	3,47	1,34	5,08	1,76	4,53	1,31		2,79	<0,01	0,16	0,159
20040604		3,75	5,91	0,09	<1,4	0,13	2,76	6,04	1,17	1,73	0,853	2,81	0,56		2,77	0,0069	0,0233	<0,02
20040810		3,91	6,16	0,09	<1,4	0,28	2,82	6,54	0,86	1,97	0,90	2,94	<0,5		3,09	0,0023	0,019	<0,02
20041101		4,42	6,03	0,10	<1,4	3,30	4,04	6,24	1,08	2,36	1,08	2,82	0,77		3,38	0,0419	0,0193	0,021
20050512	0,05	7,17	5,64	0,21	5,80	0,16	8,69	3,73	2,33	4,15	1,96	4,07	1,03		3,75	0,027	0,155	0,028

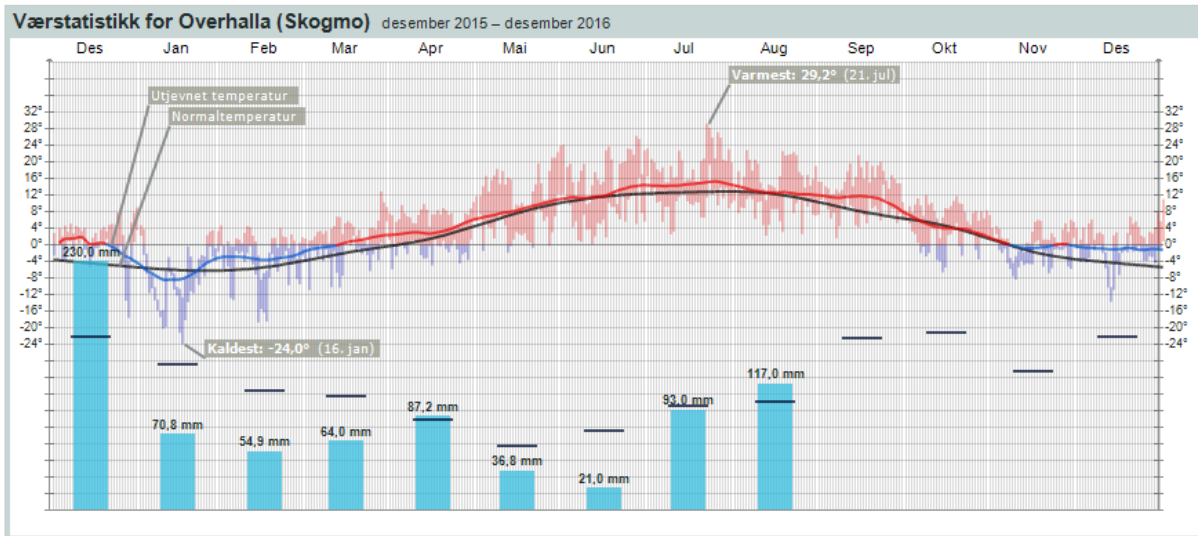
2.5.5 Meteorologiske data

I det følgende presenteres værdata fra LMT-stasjonen ved Skogmo som ligger i umiddelbar nærhet til foreslått overvåkingspunkt (tabell 7 og figur 43). Normal årsnedbør (1961-1990) for Skogmo er 1375 mm. Stasjonen driftes av Asbjørn Bjerkan etter oppdrag fra NIBIO.

Tabell 7. Temperatur og nedbør for LMT-stasjonen Skogmo for nov 2015 til nov 2016, samt månedsnormaler (1961-1990) for nedbør (www.yr.no).

Tabellvisning for temperatur og nedbør per måned

Måneder	Temperatur				Nedbør		
	Gjennomsnitt	Normal	Varmest	Kaldest	Totalt	Normal	Mest på ett døgn
des 2016	-0,6°	-4,5°	11,0° 31. des	-13,7° 12. des		160,0 mm	
nov 2016	-0,5°	-1,6°	6,0° 16. nov	-8,4° 8. nov		129,0 mm	0,0 mm 1. nov
okt 2016	4,1°	4,1°	12,0° 7. okt	-6,6° 13. okt		164,0 mm	0,0 mm 1. okt
sep 2016	11,3°	8,0°	21,6° 13. sep	1,6° 5. sep		159,0 mm	
aug 2016	12,6°	11,9°	22,9° 4. aug	2,2° 11. aug	117,0 mm	100,0 mm	20,8 mm 27. aug
jul 2016	14,7°	12,7°	29,2° 21. jul	2,5° 8. jul	93,0 mm	96,0 mm	22,0 mm 27. jul
jun 2016	12,4°	11,6°	26,3° 26. jun	0,1° 10. jun	21,0 mm	74,0 mm	6,8 mm 9. jun
mai 2016	9,6°	7,8°	24,1° 31. mai	-1,9° 11. mai	36,8 mm	59,0 mm	7,8 mm 13. mai
apr 2016	3,1°	2,0°	11,8° 30. apr	-5,0° 14. apr	87,2 mm	84,0 mm	16,2 mm 22. apr
mar 2016	0,9°	-1,8°	12,9° 27. mar	-10,9° 1. mar	64,0 mm	105,0 mm	20,4 mm 28. mar
feb 2016	-3,3°	-5,2°	4,5° 8. feb	-18,7° 12. feb	54,9 mm	110,0 mm	13,0 mm 4. feb
jan 2016	-6,8°	-6,0°	4,7° 1. jan	-24,0° 16. jan	70,8 mm	135,0 mm	28,6 mm 30. jan
des 2015	0,3°	-4,5°	9,0° 31. des	-17,6° 28. des	230,0 mm	160,0 mm	23,3 mm 1. des



Figur 43. Værstatistikk for LMT-stasjonen på Skogmo for nov 2015 til nov 2016(www.yr.no).

3 Utprøving av utstyr for automatisk overvåking

3.1 Beskrivelse av utstyr

Anvendte multiparametersensorer har vært av typen SEBA MPS-D8 med sensorutrustning for vannhøyde, vanntemperatur, oksygen, redoksforhold, ledningsevne og pH (se figur 5). Innhenting og lagring av data har blitt utført med logger SEBA LogCom (se figur 4), som også har modem for overføring av data til sentral database via GPRS på mobilnettet. På den nettbaserte og passord-beskyttede databasen (Hydrocenter) kan resultatene presenteres som grafer innenfor ønsket tidsspenn og oppløsning. Hydrocenter gir mulighet for nedlasting av data for videre bearbeiding og presentasjon.

3.2 Plassering og vedlikehold

For overvåkingsbrønnen på Haslemoen ble det automatiske overvåkingsutstyret installert og satt i drift 17.08.16. Vedlikehold av sensorer og batteriskift ble utført 16.11.16. Multiparametersensoren ble plassert på 4,5 m dyp, mens grunnvannstanden var rundt 3 m under topp grunnvannsrør.

For overvåkingsbrønnen på Rimstadmoen ble det automatiske overvåkingsutstyret installert og satt i drift 10.08.16. Multiparametersensoren ble plassert på 2 m dyp, mens grunnvannstanden var rundt 1 m under topp grunnvannsrør.

Den 7. september ble utstyret på Rimstadmoen flyttet fra overvåkingsbrønn til brønnrør for overvåking av grunnvannskilde. Samtidig ble det utført vedlikehold av sensorer og batteriskift. Nytt vedlikehold og batteriskift ble utført 10. november.

I utgangspunktet hadde det vært ønskelig med kortere intervaller mellom hvert vedlikehold (14 dager eller tre uker), men i dette tilfellet har vi valgt å prøve ut lengre vedlikeholdsintervaller.

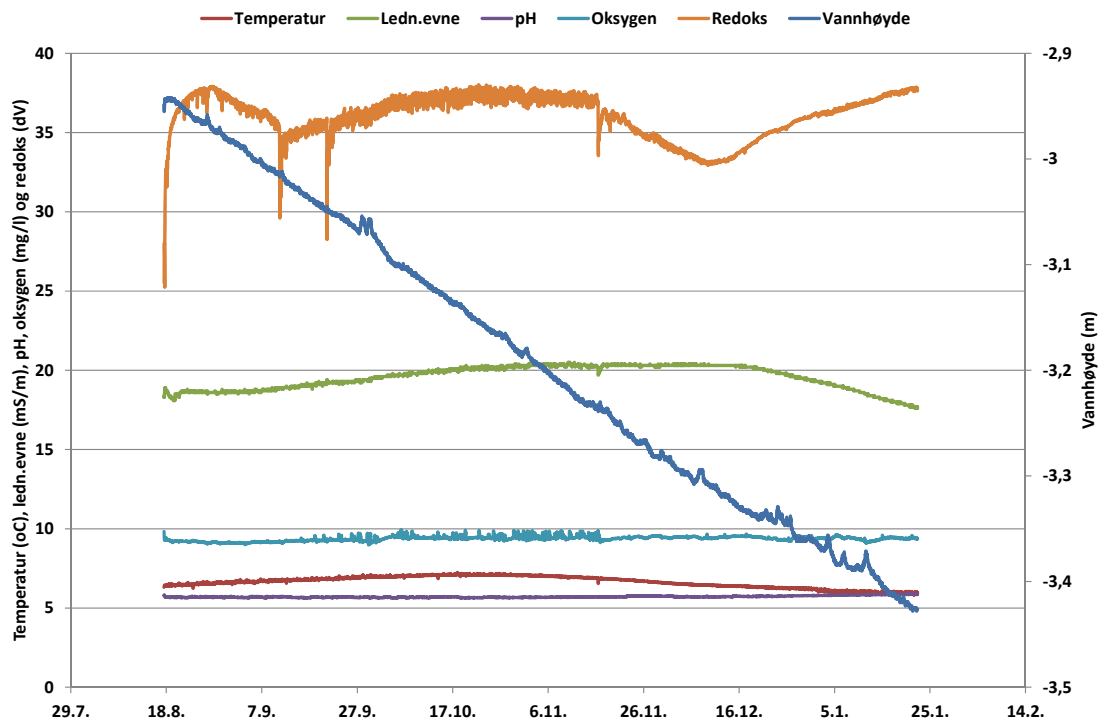
3.3 Resultater

3.3.1 Haslemoen

Figur 44 viser vannhøyde, vanntemperatur, pH, oksygen og redoks for overvåkingsbrønnen på Haslemoen i perioden 17.08.16 til 22.01.17. Gjennom denne perioden har grunnvannsnivået gradvis blitt lavere, til sammen rundt 0,5 m. Grunnvannstemperaturen har variert mellom 6 og 7 grader, med et maksimum i slutten av oktober og foreløpig minimum 22.01.17. pH viste liten variasjon, med målinger som varierte mellom 5,6 og 5,9. Oksygenkonsentrasjonen varierte mellom 9 og 10 mg/l, tilsvarende en metningsgrad mellom 80 og 90 %. Redoksforholdene varierte mellom 300 og 400 mV (vist som dV i figur 44).

Målingene av oksygen (optisk sensor) og redoksforhold viste at det er godt med oksygen i grunnvannet ved overvåkingsbrønnen på Haslemoen.

Grunnvannsnivået i overvåkingsbrønnen ble kontrollmålt manuelt to ganger i forbindelse med uttak av vannprøver. Målt høyde var fra vannstand opp til topp grunnvannsrør. Ved måling 17.08.16 ble vannstanden målt til – 2,95 m. Ved måling 16.11.16 ble vannstanden målt til – 3,24 m.



Figur 44. Automatisk overvåking av grunnvannskvalitet i overvåkingsbrønn på Haslemoen for perioden 17.08.16 – 22.01.17. Redoks er vist i dV.

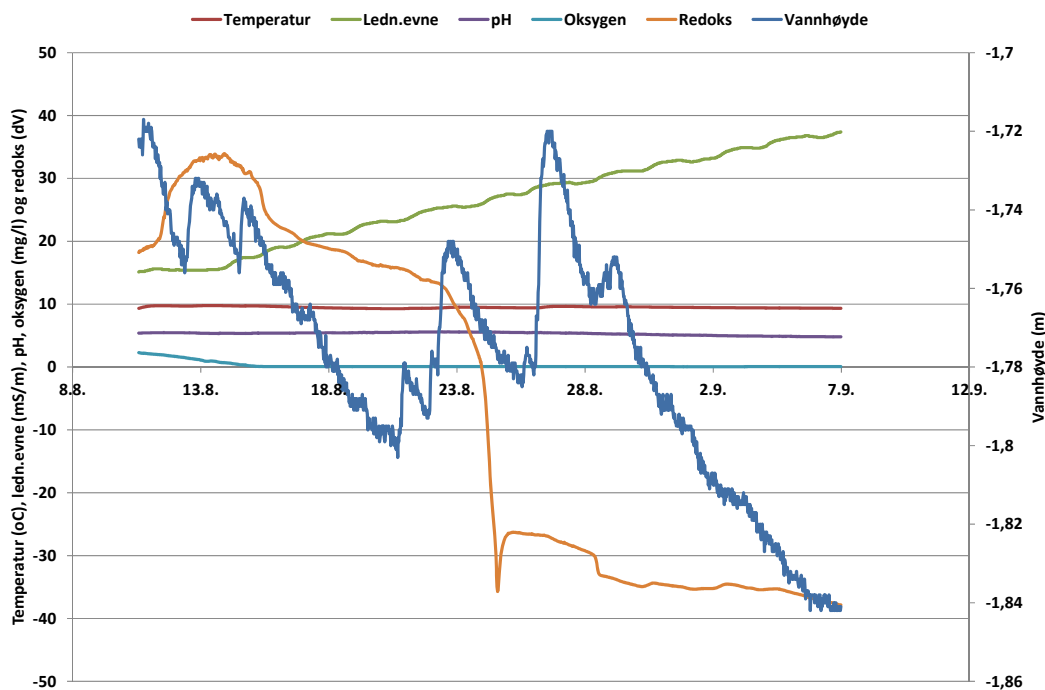
3.3.2 Rimstadmoen brønn

For overvåkingsbrønnen på Rimstadmoen ble det utført automatisk overvåking av grunnvann i perioden 10.08.16 til 07.09.16. Da ble utstyret flyttet til overvåkingslokalitet kildeutspring ved Knipkil.

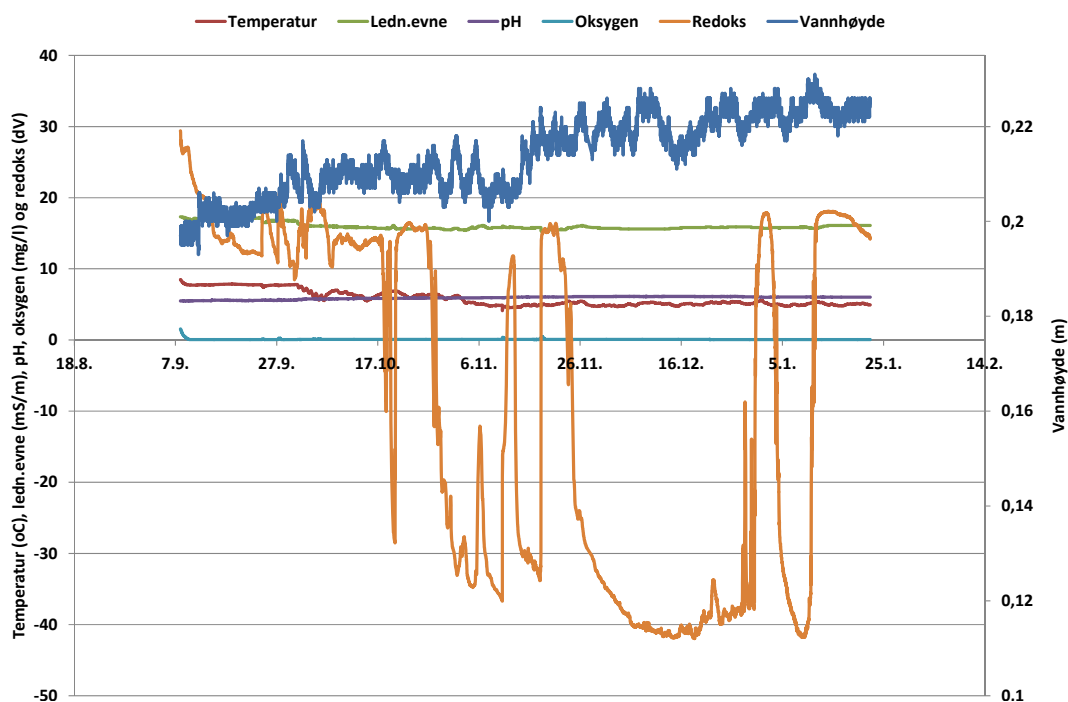
Resultater for automatisk overvåking av grunnvann i overvåkingsbrønnen på Rimstadmoen er vist i figur 45. I måleperioden viste grunnvannet en stabil temperatur på rett i underkant av 10°C. Lednings- evnen steg gjennom måleperioden, fra en startverdi på rundt 15 mS/m til rett under 40 mS/m. Dette vurderes å kunne være en målefeil som følge av utfelling av jern på sonden. For pH ble det målt relativt stabile verdier i intervallet 5,5 til 5,9. For oksygen ble det innledningsvis målt rundt 2 mg/l. I løpet av de fem første dagene falt oksygenverdiene ned mot null og forble lave resten av måle- perioden. Målingene av redoks viser som forventet samsvar med oksygenverdiene. I den siste delen av måleperioden indikerte redoksmålingene sterkt reduserende forhold i grunnvannet. Jernutfellinger på sondene kan ha bidratt til feilmålinger i den siste delen av måleperioden.

3.3.3 Rimstadmoen kilde

For kilden ved Knipkil valgt som overvåkingspunkt på Rimstadmoen ble det utført automatisk overvåking av grunnvann i perioden 08.09.16 til 22.01.17. Vannhøyden i kildeutspringet viste små endringer over måleperioden (figur 46). Over hele perioden steg vannhøyden med rundt 3 cm. I forbindelse med nedbør ble det målt mindre endringer i vannhøyde. For noen av endringene var det klar samvariasjon med vanntemperatur og redoksforhold. Vanntemperaturen var rundt 8°C ved oppstart målinger i september. I januar 2017 var temperaturen sunket til rundt 5°C. Ledningsevnen avtok litt gjennom måleperioden, med målinger rundt 17 mS/m i september og 15 mS/m i januar. pH har vært relativt stabil gjennom hele måleperioden, med 5,8 til 6,1. Oksygenverdiene har ligget nær null gjennom hele måleperioden. Målingene av redoks har vist større variasjon. Innledningsvis ble det målt mellom 10 og 30 dV. Senere ble det målt lavere redoksverdier i kildevannet, men med kortvarige økninger i forbindelse med nedbørshendelser.



Figur 45. Automatisk overvåking av grunnvannskvalitet i overvåkingsbrønn på Rimstadmoen for perioden 10.08.16 – 07.09.16. Redoks er vist i dV.



Figur 46. Automatisk overvåking av grunnvannskvalitet i kildehorisont på Rimstadmoen for perioden 08.09.16 – 22.01.17. Redoks er vist i dV.

Sammenlignes målingene av brønn og kilde, så synes det som kilden viser en større variasjon i vannkvalitet blant annet som følge av nedbør. Dette er som forventet, men gir viktig informasjon i forhold til når vannprøvetaking bør utføres for å beskrive stabile forhold eller perioder med økt avrenning og potensiell utvasking.

4 Resultater vannprøvetaking

4.1 Haslemoen

Resultatene for vannprøvetaking i overvåkingsbrønn på Haslemoen er vist i tabell 8. Det ble påvist høye konsentrasjoner av nitrat. For begge prøvetakingsomganger var konsentrasjonen av nitrat høyere enn vendepunktverdien på 37,5 mg nitrat/l. For prøve tatt 16.11.16 var konsentrasjonen svært nær terskelverdien for nitrat. Det ble analysert for flere vannkjemiske parametere og tabell 8 viser kun de viktigste.

For plantevernmidler foreligger det ikke fullstendige resultater for prøven tatt 16.11.16. Blant annet er det ikke analysert for metribuzin og metabolitter, som viste funn over terskelverdi (grenseverdi drikkevann, Mattilsynet 2017) i prøven tatt 17.08.16.

For prøven 17.08.16 ble det kun påvist en metabolitt av metribuzin, men i en konsentrasjon på 0,11 µg/l, som overstiger terskelverdien for plantevernmidler i grunnvann.

Tabell 8. Analyseresultater for vannprøver tatt ut fra overvåkingsbrønn Haslemoen 17.08.16 og 16.11.16.

Stoffer/Parameter	Terskelverdi	Vendepunktverdi	Haslemoen brønn 17.08.16	Haslemoen brønn 16.11.16
Nitrat (mg/l)	50	37,5	41,2	48,7
Klorid (mg/l)	200	150	8,5	8,5
Sulfat (mg/l)	100	75	24,1	24,8
Ammonium (µg N/l)	500	400	< 5	<0,1
Arsen (µg/l)	10	7,5	<0,20	0,32
Kadmium (µg/l)	5	3,75	0,09	0,13
Bly (µg/l)	10	7,5	<0,20	<0,20
Plantevernmidler				
Fenpropimorph (µg/l)	0,1	0,075	nd	nd
Pyraclotrubin (µg/l)	0,1	0,075	nd	nd
Metalaxyl (µg/l)	0,1	0,075	nd	nd
Metribuzin-DK	0,1	0,075	0,11	0,10
Glyfosat/AMPA (µg/l)	0,1	0,075	nd	nd
IN70941, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	nd	nd
INA 4098, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	nd	nd
Metsulfuron-methyl, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	nd	nd
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0,11	0,1

* Det ble ikke påvist prioriterte organiske forbindelser i noen av brønnene.

4.2 Rimstadmoen

Resultatene for vannprøvetaking 10.08.16 i overvåkingsbrønn og kildehorisont på Rimstadmoen er vist i tabell 9 og 10. Brønnen viste en lav konsentrasjon av nitrat, noe som antas å ha sammenheng med nitratforbruk i grunnvannssonen som følge av at det ikke er oksygen til stede. Slike forhold gir økende konsentrasjoner av ammonium i grunnvannet.

For kildehorisonten med yngre grunnvann og tidvis noe oksygen til stede er nitratverdien noe høyere, men fremdeles godt under vendepunkts- og terskelverdi. Kildehorisonten viste en høyere konsentrasjon av ammonium enn overvåkingsbrønnen. Arsen ble påvist i en konsentrasjon på 9,2 µg/l, noe som overstiger vendepunktsverdien. Lokale forhold med lite oksygen i grunnvannet og stedvis høyt innhold av organisk materiale kan forklare forhøyede konsentrasjoner av arsen.

I prøven fra overvåkingsbrønnen 10.08.16 ble det påvist metalaxyl, men også lavdosemiddel-metabolitten IN70941 (fra lavdosemidlet Rimsulfuron). Metalaxyl er et soppmiddel som har vært i omfattende bruk i mange kulturer og spesielt tørråte i potet. Midlet er vanlig gjenfunnet både i overflatevann og grunnvann. Påvist konsentrasjon overstiger miljøfarlighetsverdien for stoffet (Stenrød et al. 2012).

For kildehorisonten var det gjenfunn av soppmidlet fenpropimorf. Midlet har lav bevegelighet i jord men brytes langsomt ned under kalde forhold (Haneborg 2014). Fenpropimorf er ikke så vanlig å finne i grunnvann, og ble påvist i en konsentrasjon som overstiger miljøfarlighetsverdien for stoffet (Stenrød et al. 2012). Det ble også påvist pyraclostrubin som er et soppmiddel brukt i korn. For pyraclostrubin har VKM (vitenskapskomiteen) vurdert lav sannsynlighet for transport til grunnvann i 2007 (godkjenning), og det har ikke blitt påvist i grunnvann i tidligere norske undersøkelser. I tillegg ble det påvist lavdosemidler og metabolitter av disse, dvs. nedbrytingsproduktene IN70941 (fra lavdosemidlet Rimsulfuron) INA 4098 (fra lavdosemidlet Tribenuron-metyl) og lavdosemidlet Metsulfuron-methyl.

Tabell 9. Analyseresultater for vannprøver fra overvåkingsbrønn og kildehorisont Rimstadmoen 10.08.16.

Stoffer/Parameter	Terskel-verdi	Vende-punktsverdi	Rimstadmoen brønn 10.08.16	Rimstadmoen kilde 10.08.16
Nitrat (mg/l)	50	37,5	4,4	15,5
Klorid (mg/l)	200	150	9,1	7,7
Sulfat (mg/l)	100	75	31,7	36,9
Ammonium (µg N/l)	500	400	5,2	18
Arsen (µg/l)	10	7,5	<0,20	9,2
Kadmium (µg/l)	5	3,75	0,03	0,11
Bly (µg/l)	10	7,5	<0,20	2,6
Plantevernmidler				
Fenpropimorph (µg/l)	0,1	0,075	nd	0,03 (over MF-verdi)
Pyraclostrubin (µg/l)	0,1	0,075	nd	0,01
Metalaxyl (µg/l)	0,1	0,075	0,03 (over MF-verdi)	nd
Metribuzin-DK	0,1	0,075	nd	nd
Imazalil	0,1	0,075	nd	nd
Glyfosat/AMPA (µg/l)	0,1	0,075	nd	nd
IN70941, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,01	0,007
INA 4098, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	nd	0,002
Metsulfuron-methyl, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	nd	0,001
Sum plantevernmidler	0	0,4	0,04	0,05

* Det ble ikke påvist prioriterte organiske forbindelser i noen av brønnene.

For prøvene tatt 10.11.16 viste både brønn og kilde lave konsentrasjoner av nitrat, men forhøyede konsentrasjoner av ammonium. Konsentrasjonene av ammonium var likevel godt under vendepunkts- og terskelverdi. Påvist konsentrasjon av arsen var lavere enn for prøve tatt ut 10.08.16, og oversteg ikke vendepunktsverdien.

Analysen av plantevernmidler viste igjen funn av metalaxyl i overvåkingsbrønn. I kildehorisonten ble påvist metalaxyl og imazalil. Analysene av lavdosemidler, metribuzin og glyfosat/ampa er ikke ferdige.

Metalaxyl ble påvist i konsentrasjoner over MF-verdien på 0,02 µg/l. I kilden ble det også påvist imazalil, som blant annet brukes som beisemiddel mot sopp for settepotet.

Tabell 10. Analyseresultater for vannprøver fra overvåkingsbrønn og kildehorisont Rimstadmoen 10.08.16.

Stoffer/Parameter	Terskelverdi	Vendepunktverdi	Rimstadmoen brønn 10.11.16	Rimstadmoen kilde 10.11.16
Nitrat (mg/l)	50	37,5	8,4	2,9
Klorid (mg/l)	200	150	9,2	8,4
Sulfat (mg/l)	100	75	28,3	31,9
Ammonium (µg N/l)	500	400	100	160
Arsen (µg/l)	10	7,5	<0,20	4,1
Kadmium (µg/l)	5	3,75	0,06	0,07
Bly (µg/l)	10	7,5	<0,20	3,4
Plantevernmidler				
Fenpropimorph (µg/l)	0,1	0,075	nd	nd
Pyraclotrubin (µg/l)	0,1	0,075	nd	nd
Metalaxyl (µg/l)	0,1	0,075	0,02 (over MF)	0,06 (over MF)
Metribuzin-DK	0,1	0,075	?	0,20
Imazalil	0,1	0,075	nd	0,07
Glyfosat/AMPA (µg/l)	0,1	0,075	nd	nd
IN70941, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,013	0,0045
INA 4098, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	nd	0,0029
Metsulfuron-methyl, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	nd	nd
Sum plantevernmidler	0	0,4	0,03	0,34

* Det ble ikke påvist prioriterte organiske forbindelser i noen av brønnene.

5 Utprøving av aktive prøvetakere for pesticider

Resultatene fra tidligere screeningsundersøkelser av plantevernmidler i drikkevannsbrønner har vist at det kan være stor variasjon i midler som blir gjenfunnet i brønnene ved tre prøvetakinger fordelt på vår, sommer og høst. Bruk av aktive prøvetakere som viser en integrert vannkvalitet over et lengre tidsspenn vil kunne gi et riktigere bilde av hvilke plantevernmidler som vaskes ned til lokalt grunnvann. Som en del av prosjektet og i samarbeid med Ove Jonsson (Laboratoriesjef CFK, SLU) og Hubert de Junge (Sorbisense A/S) har NIBIO utført innledende utprøving av to ulike typer av aktive prøvetakere for grunnvann, TIMFIE og Sorbisense (figur 47, 48 og 49).

5.1 TIMFIE

TIMFIE-prøvetakeren er utviklet av Ove Jonsson (SLU, CFK) og konseptet er under utprøving for tidsintegrert prøvetaking av overflatevann og grunnvann. Siden konseptet er under utvikling gis det ikke en detaljert beskrivelse av komponentene som anvendes. Til forskjell fra passive prøvetakere (Chemcatch og Pocis) som baseres på at det skal etableres likevekt, så er TIMFIE en aktiv prøvetaker der vann suges gjennom to SPE-enheter for fast fase ekstraksjon av plantevernmidler. Vakum skapes ved at en stor sprøyte (100 ml) spennes opp vakumposisjon. Ved hjelp av en trykkregulator kan TIMFIE-enheten suge vann gjennom SPE-enhetene over en periode på 7 dager. Plantevernmidlene adsorberer til SPE, kan dermed vurderes som en ukeblandprøve. Etter fast fase adsorpsjon vurderes plantevernmidlene å være langt bedre beskyttet mot nedbrytning og interaksjon med andre stoffer enn i en vannprøve.

Utprøvingen av TIMFIE skjedde ved utsetting av to parallelle enheter i en uke, etterfulgt av to nye parallelle enheter neste uke. Under utprøving ble det tatt vannprøver fra brønnen ved oppstart, etter en uke og etter to uker, for sammenligning med resultater fra TIMFE.

5.2 Sorbisense

Sorbisense er et produkt tilpasset aktiv tidsintegrert prøvetaking av grunnvann, overflatevann og drens vann. Det er et ferdig utviklet kommersielt produkt tilpasset prøvetaking av plantevernmidler, fosfor, nitrat, ammonium og ulike organiske miljøgifter. Prinsippet bygger på at det skapes et undertrykk i et luftvolum som senkes under vann slik at det suges inn vann gjennom en «cartridge» med adsorbent (SPE med redusert strømningsmotstand). Enheten er tilpasset prøvetaking over 1 til 4 uker, og kan dermed skape en representativ blandprøve over en periode på inntil en måned. Under utprøving ble Sorbisense-enheten med cartridge tilpasset plantevernmidler satt ut i to uker parallellt med utprøving av TIMFIE. I Norge selges produkt og analyser av Eurofins Norge, som også bisto med å analysere eksponerte cartridges i Eurofins Omegam i Nederland.

5.3 Foreløpige resultater

Under er det presentert foreløpige resultater fra disse innledende undersøkelsene, men de vil presenteres og diskuteres i et eget notat/rapport når endelige vurderinger og sammenligninger foreligger.

5.3.1 TIMFIE

Resultatene er fortsatt under bearbeiding og vurdering mht. endelige konsentrasjoner, men følgende plantevernmidler ble påvist:

Uke 1: BAM, propamokarb og terbutylazin

Uke 2: Acetamidrid, BAM, propamokarb og terbutylazin. Spor av pyraklostrobin.

Det ble påvist høye konsentrasjoner av BAM og propamokarb, men eksakt konsentrasjon er under vurdering.

5.3.2 Sorbisense

I cartridge eksponert samtidig med TIMFIE-enheter ble det påvist 2-(4-chlorophenoxy)propionic acid 2,6 µg/l, dichlorprop 0,91 µg/l, bentazone 32 µg/l, iodocarb 1,0 µg/l, MCPP (mixed isomers) 1,2 µg/l og monocrotophos 1,2 µg/l.

Det er vanskelig å vurdere disse funnene opp mot funn i TIMFIE, da laboratoriene til dels har hatt ulike søkespektre samt at SPE brukt i TIMFIE vurderes å ikke dekke eller gi usikker deteksjon for noen av disse stoffene. Eurofins Omegam oppgir omfattende søkespektre for cartridges fra Sorbisense, men funn og metoder må vurderes nøyere før metoden kan tas i bruk rutinemessig.



Figur 47. Aktive prøvetakere, TIMFIE og Sorbisense, prøvd ut for grunnvann i en gammel brønn i Råde med stor risiko for tilførsel av plantevernmidler fra dyrka mark.



Figur 48. Montering av prøvetakere i brønnen.



Figur 49. TIMFIE og cartridge Sorbisense etter eksponering.

6 Automatisk målestasjon og forslag til rutiner

Overvåkingsfeltene for grunnvann foreslås automatisert og bygd opp med følgende utstyr:

- Automatisk måleutstyr grunnvann: Vannstand, vanntemperatur, oksygeninnhold, ledningsevne, redoksforhold og pH (som prøvd ut i 2016)
- Automatisk måleutstyr umettet sone: Jordfuktighetsmålere, jordtemperatur og redoksmålere
- Værstasjon: Nedbør, lufttemperatur, vind og solinnstråling
- Jordvæskesugere

Automatisering baseres på utstyr fra Seba Hydrometrie som er NIBIOs utstyrsleverandør for målestasjoner for grunnvann og overflatevann, med nærmere 200 stasjoner i ordinær drift. NIBIO har prøvd ut og hatt i normal drift alle foreslåtte målesonder og metoder for andre bruksområder, som overvåking av grunnvannsstand, vannkvalitet for overflatevann og oppfølging av bevaringsforhold for kulturminner.

I forbindelse med oppfølging og prøvetaking suppleres aktiviteten med:

- Innsamling av informasjon om bruk av plantevernmidler og sprøytetidspunkt
- Uttak av jordprøver fra overflatejord (0-5 cm) og under ploglag (50-60 cm) for analyse av plantevernmidler. I august.
- Fem prøveomganger per sesong med uttak fra grunnvannsbrønn/kilde samt jordvæskesuger
- Utprøving og bruk av aktive prøvetakere for tidsintegreerte prøver
- Uttatte vannprøver og aktive prøvetakere analyseres for plantevernmidler, nitrat, ammonium og evt. nitritt.

Overvåking av grunnvannstand, vanntemperatur, pH, ledningsevne, oksygenforhold og redoks har blitt prøvd ut både på Haslemoen og Rimstadmoen gjennom forprosjektet i 2016 med godt resultat. I forbindelse med kulturminneovervåking samt lysimeterstudier har vi god erfaring med bruk av jordfuktighetsmålere (Trime-pico 32 eller 64 fra IMKO/Eijkelpamp) og redoksmålinger i umettet sone (Ekotek, Mannesfield). For jordvæskesugere har vi erfaring med Prenart (Amundsen og Hartnik 2006), men det kan også være aktuelt med Rhizon. Alternativt prøvetaking med pannelysimeter eller en drensløsning utformet som et langstrakt pannelysimeter.

NIBIO har erfaring med installasjon og bruk av enkle meteorologiske stasjoner fra vår hovedleverandør SEBA Hydrometrie. I praksis vil alle målinger kobles opp mot en logger slik at loggerintervallene kan standardiseres. Data oversendes samlet via GPRS/FTP til en nettbasert database (Hydrosenter). NIBIO drifter en egen versjon av denne databasetjenesten med passordbasert pålogging.

For 2017 har det blitt planlagt og kostnadberegnet full gjennomføring av automatisering og skisserte rutiner for etablering, vedlikehold og prøvetaking for en overvåkingslokalitet. Forslagsvis Rimstadmoen, alternativt Haslemoen. Planlagt investerings-, etablerings- og driftsbudsjett for en automatisert overvåkingsstasjon er vist under, og danner utgangspunkt for søknad om finansiering i 2017 fra Handlingsplanen. Kostnadene er angitt eks. MVA.

Utstyr investering:	250 000
Etableringskostnader, arbeid og div	100 000
Analysekostnader	120 000
Innhenting av informasjon PLVM	25 000
Rapportering og oppsummering	70 000
Totalt	565 000

Litteratur

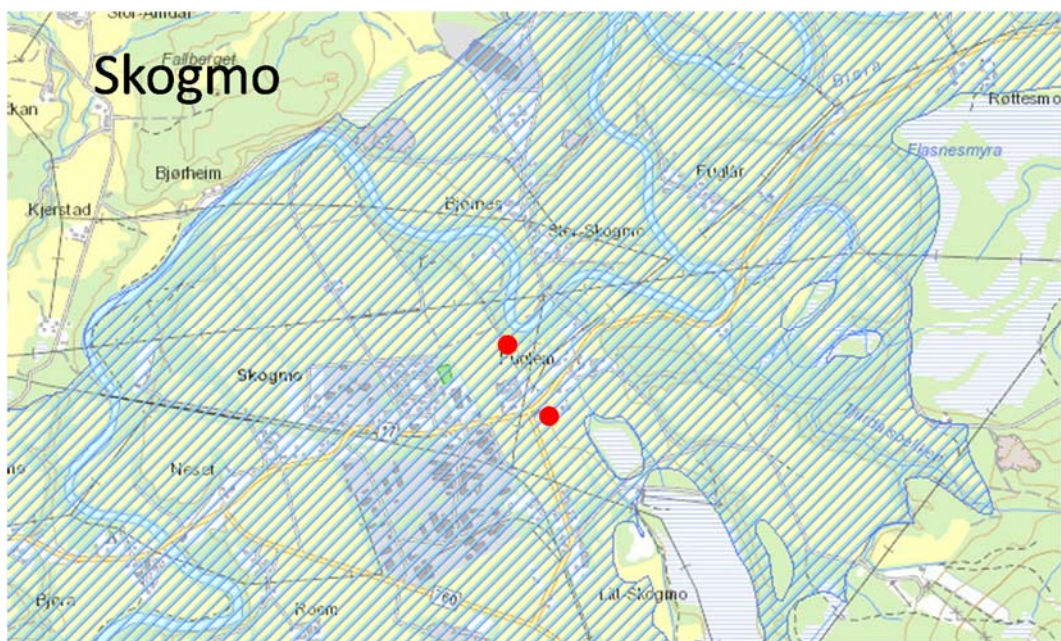
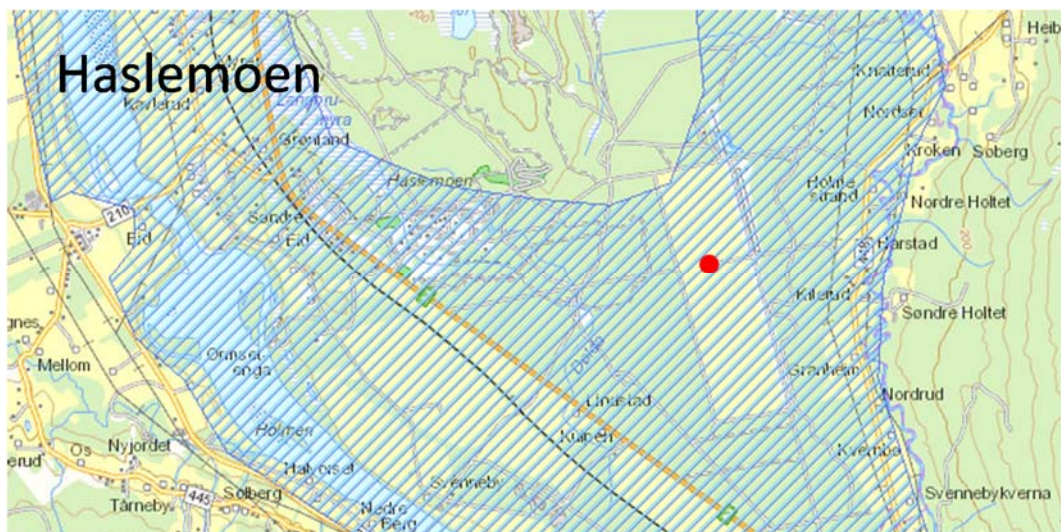
- Amundsen, C. E. og Hartnik, T. 2006. Prøvetaking av jordvæske i umettet sone ved hjelp av jordvæskesugere – Praktisk veiledning. Bioforsk-rapport 02/06. ISBN 82-17-00001-8.
- Asbjørn Bjerkan, Rådgiver NLR. 2017. Personlig meddelelse vedrørende grunnvannskilde ved Skogmo.
- Boström, G., Lindström, B., Gönczi, M. og Kreuger, J. 2016. Nationell screening av bekämpningsmedel i yt- og grundvatten 2015. Sveriges lantbruksuniversitet, Kompetenscentrum för kemiska bekämpningsmedel (CKB). CKB Rapport 2016:1. ISBN 978-91-576-9378-5.
- Boström, G., Lindström, B., Gönczi, M. og Kreuger, J. 2016. Nationell screening av bekämpningsmedel i yt- og grundvatten 2015. Sveriges lantbruksuniversitet, Kompetenscentrum för kemiska bekämpningsmedel (CKB). CKB Rapport 2016:1. ISBN 978-91-576-9378-5.
- Brüsh, W., Rosenbom, A. E., Badawi, N. and Olsen, P. 2016. Monitoring of pesticide leaching from cultivated fields in Denmark. GEUS-publikasjon 35, 2016. http://www.geus.dk/DK/publications/geol-survey-dk-gl-bull/35/Documents/nr35_p17-22.pdf
- Englund, J. O and Haldorsen, S. 1986. Profiles of nitrogen species in a sandsilt aquifer at Haslemoen, Solør, South Norway. *Nordic Hydrology* 17: 295-304.
- Haldorsen, S., Jenssen, P. D. and Samuelsen, J. M. 1986. Hydrogeological properties of the fine sand-coarse silt (koppjord) in Solør, Southeastern Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift* 66: 223-233.
- Hilmo, B. O. 1992. Grunnvann i Overhalla commune. NGU-Rapport 92.203. ISSN 0800-3416. 20 s.
- Hilmo, B. O. og Tønnesen, J. F. 1997. Grunnvannsundersøkelser i nedre Lærdal, Lærdal kommune. Fagrapport Norges Geologiske Undersøkelse. NGU-rapport 97.044.
- Hugdahl, H. 1986. Sand- og gruskartlegging i Overhalla commune. NGU-Rapport 86.051.
- Huseby, S. 1975. Vedrørende grunnvannsmuligheter i Overhalla. NGU-Rapport O-75211.
- Jakobsen, B., Gottschalk, L., Haldorsen, S. and Høstmark, A. K. S. 1990. Groundwater recharge of fluvial deposits at Haslemoen, Solør, southeastern Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift*, Vol. 70: 35-46. ISSN 0029-196X.
- Juvonen, J. 2016. Pesticides in Finnish groundwater. Results from the monitoring of diffuse loads from agriculture to groundwater. Presentation at "Workshop on pesticide fate in soil and water in the northern zone, SLU, September 7-8, 2016". <https://www.slu.se/en/Collaborative-Centres-and-Projects/centre-for-chemical-pesticides-ckb1/areas-of-operation/workshop-on-pesticide-fate-in-soil-and-water-in-the-northern-zone/>
- Jæger, Ø. og Danielsen, E. 1999. Grunnvannsundersøkelser ved Haugsbakken, Lærdal kommune. NGU-rapport 99.029. ISSN 0800-3416.
- Kitterød, N. O. 1994. The Haslemoen project – main results and experiences. NVE-Rapport 11 – 1994.
- Kjær, J., Rosenbom, A. E., Brüsch, W., Juhler, R. K., Gudmundsson, L., Plauborg, F., Grant, R. og Olsen, R. 2011. The Danish Pesticide Leaching Assessment Programme. Monitoring results May 1999-June 2010. Geological Survey of Denmark and Greenland. Report.
- Lindhardt, B., Abildtrup, C., Vosgerau, H., Olsen, P., Torp, S., Iversen, B. V., Jørgensen, J. O., Plauborg, F., Rasmussen, P. and Gravesen, P. 2001. The Danish Pesticide Leaching Assessment Programme. Site Characterization and Monitoring Design. Report Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS): 69 p.

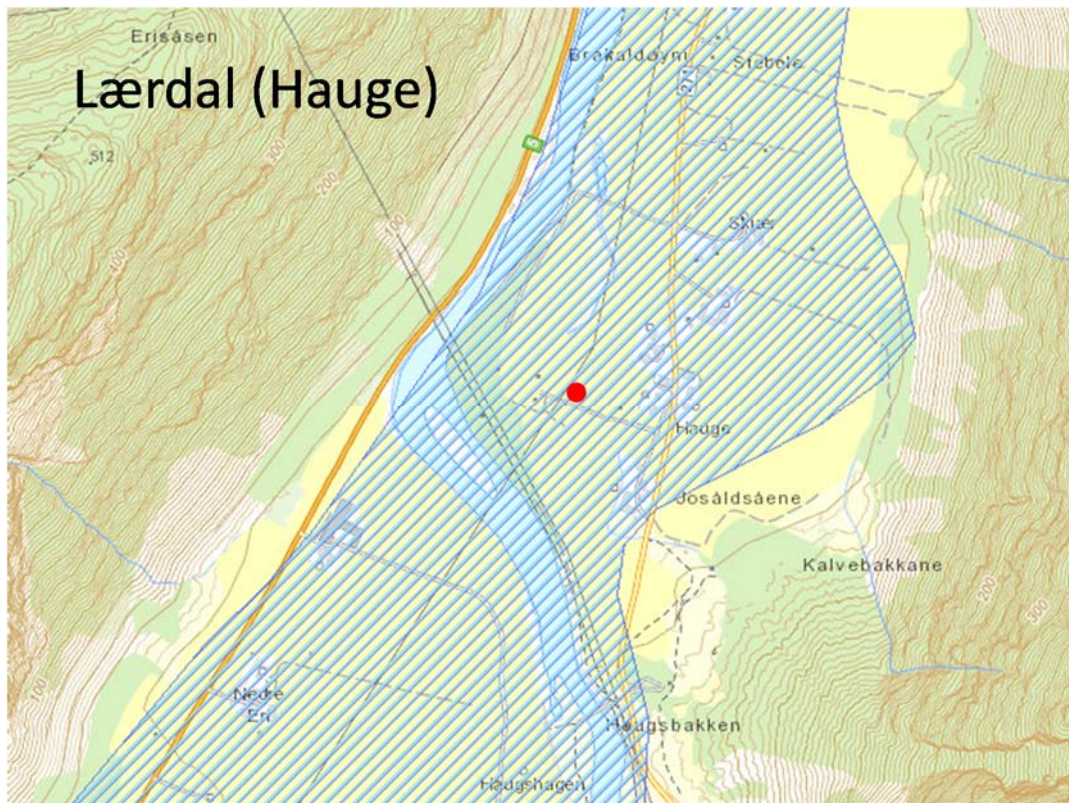
- Ludvigsen, G.H, A. Pengerud, K. Haarstad og J. Kværner. 2008. Pesticider i grunnvann i jordbruksområder. Resultater fra prøvetaking i 2007. Bioforsk Rapport Vol 3, nr 110. 2008. 23 s.
- Mattilsynet 2017. Veileder til drikkevannsforskriften. Publisert 11.01.17, endret 26.01.17.
- Mattilsynet. 2007. Vurdering av plantevernmidlet Signum – boskalid + pyraklostrubin. Vedrørende søknad om godkjenning. <http://www.vkm.no/dav/f0561f18bc.pdf>
- NGU 2007. Nasjonal grunnvannsdatabase – GRANADA. Norges geologiske undersøkelse (NGU).
- Rogaland Fylkeskommune. 2006. Fylkesdelplan for byggeråstoffer på Jæren. 12. desember 2006.
- Roseth, R. 2013. Plantevernmidler i grunnvann i jordbruksområdet. Resultater for prøvetaking i 2010 – 2012. Bioforsk Rapport 8 (46) 2013. ISBN 978-82-17-01072-2. 55 s.
- Roseth, R. 2016. Pesticides in groundwater in Norway. A screening investigation of 28 drinking water wells in agricultural areas (2010-2012). Presentation at "Workshop on pesticide fate in soil and water in the northern zone, SLU, September 7-8, 2016". <https://www.slu.se/en/Collaborative-Centres-and-Projects/centre-for-chemical-pesticides-ckb1/areas-of-operation/workshop-on-pesticide-fate-in-soil-and-water-in-the-northern-zone/>
- Rød, L. M. og Ludvigsen, G. H. 2010. Pesticider i grunnvann i jordbruksområder. Resultater fra prøvetaking i 2009. Bioforsk Rapport 5 (43) 2010.
- Rønning, J. S og Mauring, E. 1991. Georadar og refleksjonsseismiske målinger på Haslemoen. NGU-rapport 91.270. ISSN 0800-3416. 24 s.
- Seljeset, K. K. og Hove, M. F. 2016. Bacheloroppgave. Geofysisk kartlegging av løsmasser ved Hauge, Lærdal. Geologi og Geofare, GE491. 01.06.2016. Høgskulen i Sogn og Fjordane.
- Solbakken, E. 2016. Kartlegging av dyrkingsjord på Haslemoen i Våler kommune, Hedmark. NIBIO rapport 2(89)2016.
- Soldal, O. og Jæger, Ø. 1992. Grunnvann i Jæren-regionen. NGU-Rapport 92.102. ISSN 0800-3416.
- Stenrød, M., Lode, O. og Holen, B. 2012. Plantevernmidler i vann – miljørisiko. Bioforsk Tema nr. 2, 2012.
- Sørensen, R., Grønlie, G. and Jørgensen, P. 1982. Thickness and layering of the Odbergmoen Late Weichselian and Holocene sediments in Lågendalen, southeastern Norway. Norsk Geologisk Tidsskrift, Vol. 62: 7-15. ISSN 0029-196X.
- Thorling, L, Hansen, B., Langtofte, C., Brusch, W., Møller, R. R., Mielby, S. og Højberg, A. L. 2011. Grundvand. Status og udvikling 1989-2010. Teknisk rapport, GEUS 2011. ISBN 978-87-7871-324-7
- Virgin, H. 2012. Grundvattenkvalitet i Skåne län. Utvärdering av regional provtagning av grundvatten 2007-2010. Länsstyrelsen i Skåne län. Länsstyrelsesrapport 2012:12. ISBN 978-91-86533-78-6.
- Wangen, O. P. og Lien, R. 1990. Nærbø. Kvartærgeologisk kart 1212 III. M=1:50 000, NGU
- Østmo, S. R. 1974. Vannressurskart Stavanger, grunnvann. M=1:250 000. NGU.

Vedlegg

- Vedlegg I Overvåkingsfelt og nasjonale grunnvannsområder fra Vann-Nett
- Vedlegg II Borelogg nedsatte brønner Haslemoen og Rimstadmoen
- Vedlegg III Feltoppbygging danske PLAP-felt, permeable jordarter
- Vedlegg IV Sorbisense – aktive prøvetakere for plantevernmidler, nitrat og fosfor

Vedlegg I Overvåkingsfelt og nasjonale grunnvannsområder fra Vann-Nett





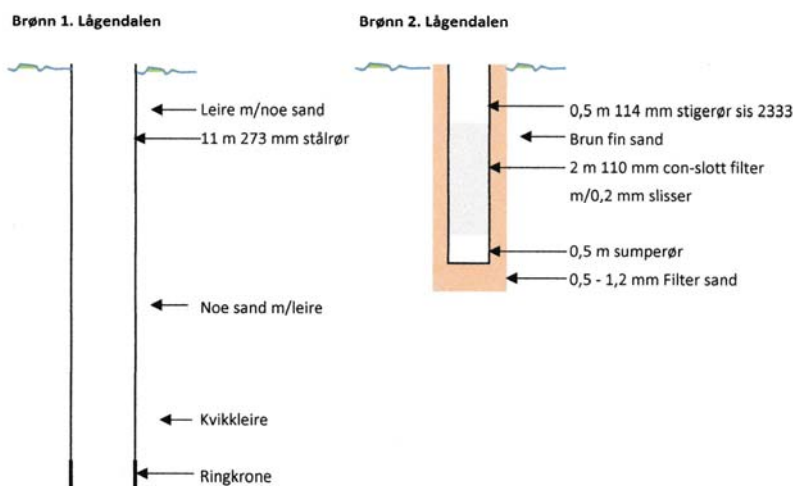
Vedlegg II Borelogg nedsatte brønner Haslemoen og Rimstadmoen

Kjell H. Nyen

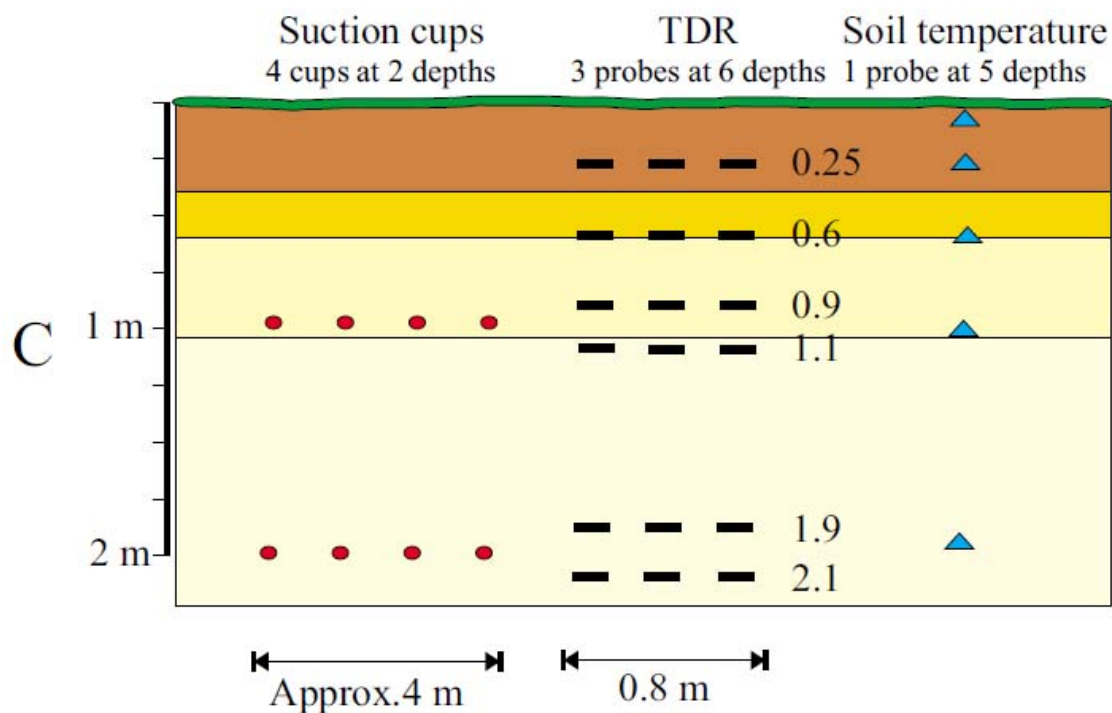
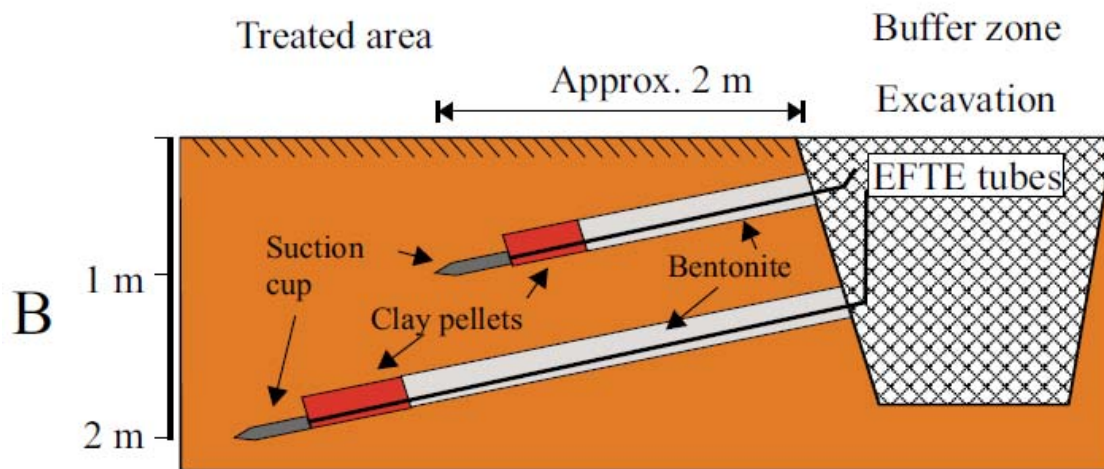
Haukåsen 31
2283 Åsnes Finnskog
Org.nr, 970 564 055
+47 905 75 155

Åsnes Finnskog 12.11.16

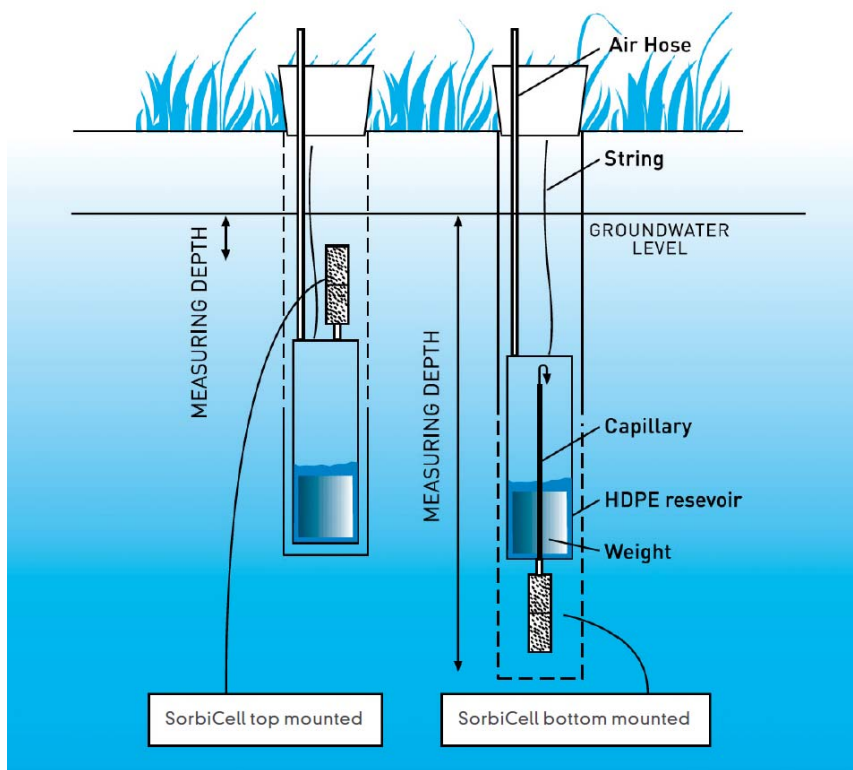
NIBIO, Norsk institutt for bioøkonomi
v/Roger Roseth
Pb 115, NO-1431 Ås



Vedlegg III Feltoppbygging danske PLAP-felt, permeable jordarter



Vedlegg IV Sorbisense – aktive prøvetakere for plantevernmidler, nitrat og fosfor

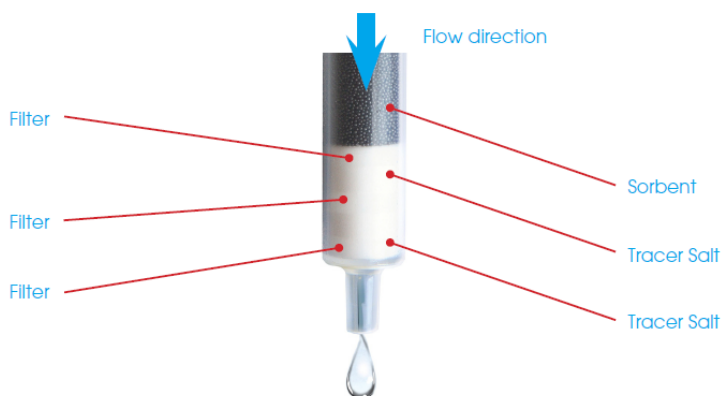


The SorbiCell is an effective patented sampling unit for use in Sorbisense mounting systems.

SorbiCells provide reliable and representative data whilst reducing cost, logistics and time associated with environmental monitoring of groundwater, surface water and drinking water.

The SorbiCell consists of a polypropylene cartridge containing:

- An effective sorbent, designed to adsorb volatile organic substances (VOCs) from water passing the cartridge.
- Environmentally friendly tracer salt that dissolves proportionally with the volume of water passing the cartridge.
- Special filters between sorbent and tracer salt compartments.



When the sampling period is over, the SorbiCell is sent to a laboratory for extraction and analysis. The analysis results give the average concentration of each contaminant (e.g., 10 ug/L of vinyl chloride).

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.