




GEOLOGI FOR SAMFUNNET

SIDEN 1858



**NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE**
· NGU ·

Rapport nr.: 2016.007	ISSN: 0800-3416 (trykt) ISSN: 2387-3515 (online)	Gradering: Åpen	
Tittel: Landsomfattende mark- og grunnvannsnett - årsrapport 2015			
Forfatter: Øystein Jæger, Anna Seither og Pål Gundersen		Oppdragsgiver: Norges geologiske undersøkelse	
Fylke:		Kommune:	
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 28	Pris: 120,- NOK
Feltarbeid utført: mai og juni 2015		Rapportdato: 10.02.2015	Prosjektnr.: 325800
		Ansvarlig: 	
Sammendrag:			
<p>Årsrapporten gir en oversikt over den virksomheten Norges geologiske undersøkelse (NGU) har hatt innenfor Landsomfattende mark- og grunnvannsnett (LGN) i 2015. Grunnvann fra 52 LGN -områder ble prøvetatt i mai og juni 2015. 52 vannprøver (samt 2 blankprøver) er analysert på NGU lab og ved Trondheim analysesenter. I 43 av områdene er grunnvannets kjemi overvåket i 10 år eller lenger. Den lengste sammenhengende måleserien for grunnvannskvalitet i 1 brønn/kilde er i LGN-område 24 Åstadalen der samme grunnvannskilde er overvåket i 31 år.</p> <p>I det videre arbeidet med LGN vil det fra NGU sin side bli lagt vekt på å opprettholde 52 faste måleområder og å følge fastsatte prosedyrer for årlige prøvetakinger av grunnvannet slik at langtids trender i vannets kjemiske sammensetning fortsatt kan avleses.</p>			
Emneord: Hydrogeologi	Grunnvann		Overvåkning
Grunnvannskvalitet	Fagrapport		

INNHold

1. INNLEDNING	5
1.1 Formål / bakgrunn til LGN	5
1.2 Organisering av LGN	5
1.3 Status	5
2. VIRKSOMHET I 2015	9
2.1 Kvalitativ overvåkning	9
2.1.1 Personell	9
2.1.2 Prøvetakingsrunder	9
2.1.3 Stasjonsnett	9
2.2 Kvantitativ overvåkning	9
2.3 Database.....	9
3. RESULTATER	9
3.1 Grunnvannskjemi.....	9
3.2 Økonomi	10
3.2.1 Investeringer	10
3.2.2 Drift	10
3.2.3 Interne tjenester	10
3.2.4 Eksterne tjenester.....	10
3.2.5 Timekostnader	10
4. PLAN FOR 2016 og 2017	11
4.1 Drift	11
4.2 Stasjonsnett	11
4.3 Investeringer	11
5. REFERANSER	12

FIGURER

Figur 1: Prøvetaking av grunnvann i LGN-område 14 Filefjell i Vang kommune våren 2015. Her er grunnvannskvaliteten overvåket i 25 år.

Figur 2: Oversiktskart over de 52 områdene i Landsomfattende grunnvannsnnett (LGN) hvor grunnvannskvaliteten ble overvåket i 2015.

Figur 3: Prøvetaking av grunnvann i LGN-område 39 Øverbygd i Målselv kommune våren 2015. Her er grunnvannskvaliteten overvåket i 36 år.

TABELLER

Tabell 1: Fordeling av prøvetakingssteder for grunnvannskjemi ut fra litologi, type overvåkningspunkt og over/under marin grense (MG).

Tabell 2: Oversikt over aktive LGN - områder for overvåking av kjemi med type akvifer, type brønn/kilde og måleperiode (2014).

Tabell 3: NGUs utgifter til arbeidet med LGN i 2013 og 2014 sammenlignet med 2012.

VEDLEGG

- Feltrapporter

Vedlegg 1: Feltskjema for innfylling av data

Vedlegg 2: Pdf-filer med alle utfylte feltskjema i 2015 (på vedlagte CD)

- Analysedata

Vedlegg 3: Tabell over utvalgte grunnvannskjemiske analysedata 2015 (hele analysetabellen foreligger også som Excel-fil på CD i vedlegg 2)

- Metodebeskrivelser

Vedlegg 4: Protokoll for prøvetaking og feltmålinger

Vedlegg 5: Analysemetoder og deteksjonsgrenser

Vedlegg 6: Kvalitetssikring, lagring og bearbeiding av data

Vedlegg 7: Utvelgelseskriterier for LGN-område

INNLEDNING

1.1 Formål / bakgrunn til LGN

Landsomfattende mark- og grunnvannnett (LGN) ble etablert i 1977 for å fremskaffe data om den naturlige variasjonen i grunnvannets nivå, temperatur og kjemiske kvalitet i ulike områder av landet. Overvåkningsområdene er derfor valgt med tanke på minimal menneskeskapt påvirkning og minimal påvirkning fra vassdrag/overflatevann (vedlegg 7).

EUs rammedirektiv for vann (Vanndirektivet) ble i 2007 innført i norsk lovgivning gjennom Forskrift om rammer for vannforvaltningen (Vannforvaltningsforskriften) (Lovdata 2014). I 2010 ble EUs datterdirektiv for grunnvann innlemmet i forskriften. Her gis det føringer for en helhetlig overvåking av vann som er delt inn i Basisovervåking, Tiltaksorientert overvåking og Problemkartlegging. LGN skal bidra med kvantitative og kvalitative referansedata (bakgrunnsverdier og trender) for grunnvannets naturlige tilstand som en del av Basisovervåkingen.

1.2 Organisering av LGN

LGN har siden starten i 1977 vært et samarbeid mellom Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Norges geologiske undersøkelse (NGU) hvor NVE har ansvaret for innsamling av data om grunnvannstemperatur og grunnvannsnivå. Disse data inngår blant annet i prognoseverktøy for flom, tørke og kraftproduksjon. NGU har ansvaret for overvåking av grunnvannets kjemiske kvalitet og kan, blant annet, bidra med referansedata til basisovervåkingen for EUs rammedirektiv for vann (Vanndirektivet). Samarbeidsavtalen om drifting av LGN, mellom NVE og NGU, ble fornyet i 2015.

1.3 Status

I 2015 ble det tatt prøver for analyse av grunnvannskjemien i 52 overvåkningsområder (figur 2 og tabell 2). Grunnvannstanden ble, pr mars 2014, målt i 75 områder hvorav grunnvannstemperatur også ble målt i 65 områder (Haga 2014). Markvannstilstanden (jordtemperatur, markfuktighet og teledyp) overvåkes i 18 av områdene. I overvåkningsområdene for grunnvannskjemi ble grunnvannet prøvetatt en gang i mai/juni 2015.

Tabell 1 viser fordelingen av LGN prøvetakingssteder for grunnvannskjemi ut fra litologi, type overvåkningspunkt og beliggenhet i forhold til marin grense (MG).

Tabell 1: Fordeling av prøvetakingssteder for grunnvannskjemi ut fra litologi, type overvåkningspunkt og over/under marin grense (MG).

Litologi	Brønner/kilder	Over MG	Under MG
Krystallint berg	8/1	4	5
Karbonater	0/2	-	2
Elveavsetning	3/1	1	3
Breelvsavsetning	11/11	10	12
Morene	6/4	8	2
Vindavsetning	2/0	1	1
Rasavsetning	0/3	1	2

Tabell 2 gir en oversikt over antall år den kjemiske tilstanden har vært overvåket i de enkelte aktive LGN-områdene. I 41 av områdene er måleserien 10 år eller lenger og i 36 av disse områdene er dagens kilde/brønn overvåket i 10 år eller mer.



Figur 1: Prøvetaking av grunnvann i LGN-område 14 Filefjell i Vang kommune våren 2015. Her er grunnvannskvaliteten overvåket i 25 år.

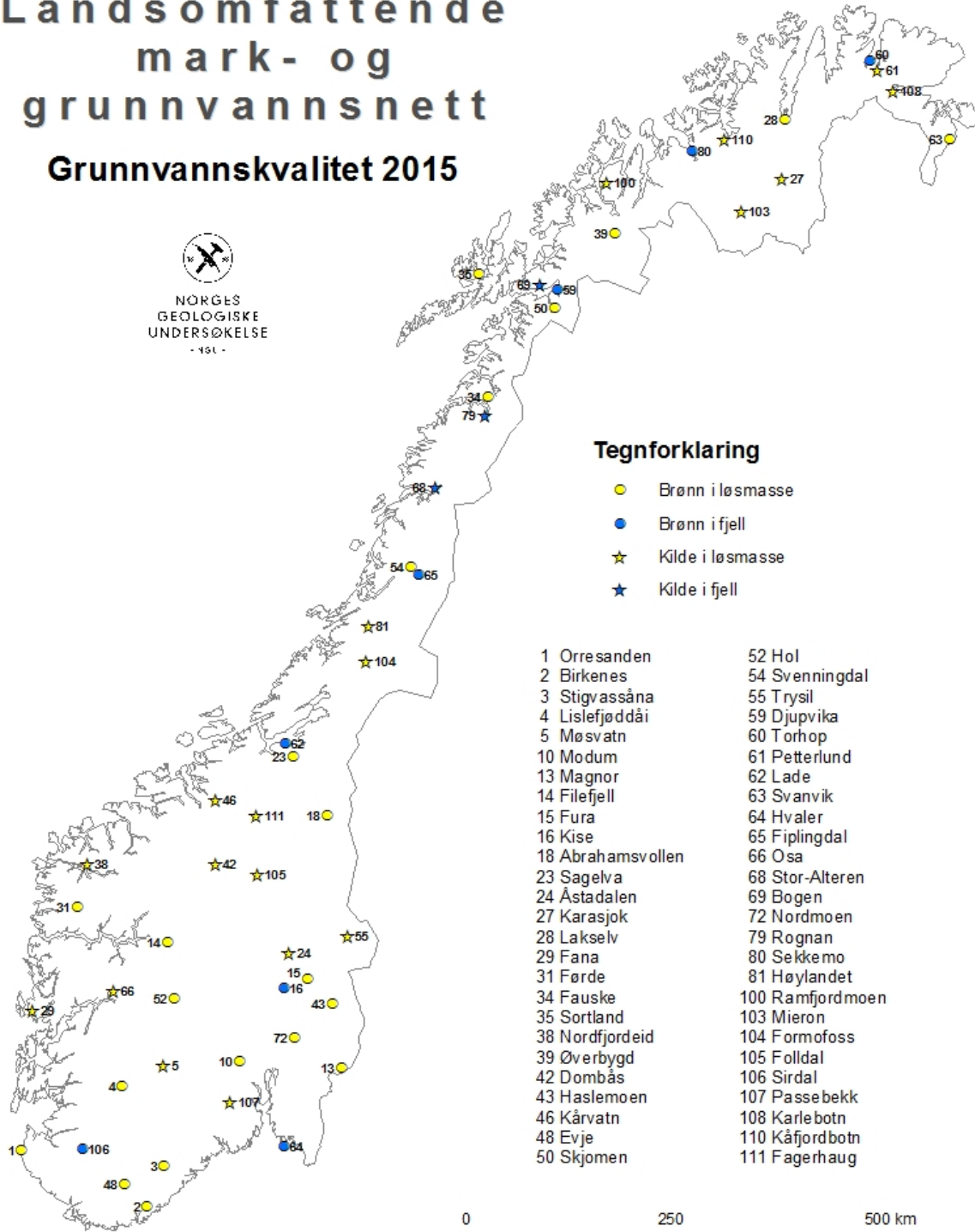
Tabell 2: Oversikt over aktive LGN - områder for overvåking av kjemi med type akvifer, type brønn/kilde og måleperiode (2015).

LGN-område Nr.	LGN-område Navn	Type akvifer	Type brønn/kilde	Antall år overvåket***
1	Orresanden, Jæren	Vindavsetning	Brønn i løsmasse, PEH*	17(11)
2	Birkenes	Breelavsetning	Brønn i løsmasse, stål**	34(13)
3	Stigvassåna, Åmli,	Breelavsetning	Brønn i løsmasse, stål	37(14)
4	Lislefjoddåi, Hovden	Morene	Brønn i løsmasse; PEH	33(9)
5	Groset, Møsvatn	Morene	Kilde i løsmasse	30(29)
10	Modum	Breelavsetning	Brønn i løsmasse, PEH	37(11)
13	Magnor	Breelavsetning	Brønner i løsmasse, stål	23(9)
14	Filefjell	Morene	Brønn i løsmasse, PEH	25(11)
15	Fura, Løten	Morene	Brønn i løsmasse, PEH	25(11)
16	Kise, Nes	Fjell	Brønn i fjell	13(13)
18	Abrahamsvollen, Røros	Morene	Gravd brønn i løsmasse	14(14)
23	Sagelva, Trondheim	Morene	Brønn i løsmasse, PEH	11(11)
24	Åstadalen	Morene	Kilde i løsmasse	31(31)
27	Karasjok	Breelavsetning	Kilde i løsmasse	35(6)
28	Lakselv	Elveavsetning	Brønn i løsmasse; stål	33(16)
29	Fana	Breelavsetning	Kilde i løsmasse	18(11)
31	Moskog, Førde	Breelavsetning	Brønn i løsmasse, PEH	23(11)
34	Fauske	Morene	Brønn i løsmasse, PEH	34(11)
35	Rise, Sortland	Breelavsetning	Brønn i løsmasse, PEH	22(11)
38	Nordfjordeid	Breelavsetning	Kilde i løsmasse	23(23)
39	Øverbygd	Breelavsetning	Brønn i løsmasse, stål	36(16)
42	Dombås	Breelavsetning	Kilde i løsmasse	36(25)
43	Haslemoen	Breelavsetning	Brønn i løsmasse, PEH	34(11)
46	Kårvatn	Skred	Kilde i løsmasse	13(12)
48	Evje	Breelavsetning	Brønn i løsmasse, stål	32(17)
50	Skjomen	Elveavsetning	Brønn i løsmasse, stål	34(16)
52	Hol	Elveavsetning	Brønn i løsmasse, PEH	32(11)
54	Svenningdal	Breelavsetning	Brønn i løsmasse, PEH	33(10)
55	Trysil	Breelavsetning	Kilde i løsmasse	15(15)
59	Djupvika, Narvik	Fjell	Brønn i fjell	13(13)
60	Torhop, Tana,	Fjell	Brønn i fjell	13(10)
61	Petterlund, Tana,	Morene	Kilde i løsmasse	12(11)
62	Lade, Trondheim,	Fjell	Brønn i fjell	13(11)
63	Svanvik	Breelavsetning	Brønn i løsmasse, PEH	13(13)
64	Hvaler	Fjell	Brønn i fjell	10(9)
65	Fiplingdal	Fjell	Brønn i fjell	11(11)
66	Osa	Skred	Kilde i løsmasse	11(11)
68	Stor- Alteren, Rana	Fjell (karst)	Kilde i fjell	11(11)
69	Bogen, Evenes	Fjell	Kilde i fjell	11(11)
72	Nordmoen	Vindavsetning	Brønn i løsmasse, PEH	35(11)
79	Rognan	Fjell (karst)	Kilde i fjell	11(11)
80	Sekkemo, Kvæningen	Fjell	Brønn i fjell	11(11)
81	Høylandet	Breelavsetning	Kilde i løsmasse	10(10)
100	Ramfjordmoen, Tromsø	Breelavsetning	Kilde i løsmasse	9(9)
103	Mieron, Kautokeino	Breelavsetning	Kilde i løsmasse	9(9)
104	Formofoss, Grong	Breelavsetning	Kilde i løsmasse	9(9)
105	Folldal	Breelavsetning	Kilde i løsmasse	9(9)
106	Sirdal	Fjell	Brønner i fjell	9(9)
107	Passebekk	Breelavsetning	Kilde i løsmasse	9(9)
108	Karlebotn	Elveavsetning	Kilde i løsmasse	9(9)
110	Kåfjordbotn	Skred	Kilde i løsmasse	8(8)
111	Fagerhaug	Morene	Kilde i løsmasse	6(5)

*PEH = polyetylen høy densitet **Stål = rustfritt stål ***() antall år overvåking i dagens brønn/kilde

Landsomfattende mark- og grunnvannsnett

Grunnvannskvalitet 2015



Figur 2: Oversiktskart over de 52 områdene i Landsomfattende mark- og grunnvannsnett (LGN) hvor grunnvannskvaliteten ble overvåket i 2015.

1. VIRKSOMHET I 2015

2.1 Kvalitativ overvåkning

2.1.1 Personell

Arbeidet med kvalitativ overvåkning er i 2015 utført av følgende personer ved NGU: Tomm Berg, Pål Gundersen, Anna Seither og Øystein Jæger.

2.1.2 Prøvetakingsrunder

I 2015 ble det gjennomført kun én prøvetakingsrunde i tidsrommet 18. mai – 15. juni. Prøvetakingen omfattet alle de 52 aktive LGN-områdene. Feltskjema for innfylling av feltdata er vist i vedlegg 1 og alle ferdig utfylte feltskjema er vist i vedlegg 2.

2.1.3 Stasjonsnettet

Det er ikke foretatt noen forandringer i stasjonsnettet i 2015.

2.2 Kvantitativ overvåkning

Norges vassdrags og energidirektorat (NVE) har, pr mars 2014, stått for overvåkningen av grunnvannsstand (83 målepunkter fordelt på 73 måleområder). I tillegg måler NVE jordtemperatur, markfuktighet og teledyp i 18 måleområder. En oversikt over dette arbeidet er gitt i egen NVE-rapport (Haga 2014).

2.3 Database

Kvalitetssikring, lagring og bearbeiding av data er beskrevet i vedlegg 6. Dataene er lagret på NGU. Databasen inneholder pr 31.12.2015 analyseresultater fra 2339 vannprøver.

3. RESULTATER

3.1 Grunnvannskjemi

Ved NGU lab ble det utført analyser av til sammen 52 vannprøver (samt 2 blankprøver) fra LGN i løpet av 2015 på følgende parametere: ammonium, syv anioner (Cl^- , Br^- , NO_3^- , NO_2^- , SO_4^{2-} , F^- and PO_4^{3-}) og 37 kationer/metaller (Si, Al, Fe, Ti, Mg, Ca, Na, K, Mn, P, Cu, Zn, Pb, Ni, Co, V, Mo, Cd, Cr, Ba, Sr, Zr, Ag, B, Be, Li, Sc, Ce, La, Y, As, Sb, Rb, Se, Cs, Th, U).

Analysemetodene er dokumentert i vedlegg 5. Fra og med høsten 2012 er alle fysikalske analyser (pH, ledningsevne, turbiditet, fargetall og TOC (Totalt organisk karbon)) utført ved Trondheim Analysesenter.

Resultater av feltmålinger og grunnvannskjemiske analyseverdier fra prøvetakingsrunden i 2015 er gitt i tabellform i vedlegg 3 og på CD i vedlegg 2.

3.2 Økonomi

NGUs kostnader ved driften av LGN er vist i tabell 3.

Tabell 3: NGUs utgifter til arbeidet med LGN i 2015 sammenlignet med 2013 og 2014.

Budsjettpost	Beløp 2013 (NOK)	Beløp 2014 (NOK)	Beløp 2015 (NOK)
Investeringer	0	0	0
Drift (reisekostnader v/prøvetaking)	105 464	97 750	161 796
Interne tjenester (vannanalyser v/NGU)	190 810	142 650	109 790
Eksterne tjenester (vannanalyser)	58 196	27 994	23 746
Timekostnader (inkl. databearbeiding)	578 873	654 970	593 695
Sum	933 343	923 364	889 027

3.2.1 Investeringer

Det er ikke foretatt investeringer i nytt feltutstyr eller utført oppgraderinger av målestasjonene i 2015

3.2.2 Drift

Reisekostnadene ved prøvetakingen ble ca 60 % større i 2015 i forhold til de foregående årene fordi nytt personell i opplæring var med på hele runden.

3.2.3 Interne tjenester

Kostnadene gjelder i hovedsak analyser ved NGU`s laboratorium.

3.2.4 Eksterne tjenester

Kostnadene gjelder fysikalske analyser av vannprøvene ved Trondheim analysesenter.

3.2.5 Timekostnader

Timekostnadene omfatter forberedelser til feltarbeid, prøvetaking, samt bearbeiding av data og rapportering.

4. PLAN FOR 2016 og 2017

4.1 Drift

Det skal innen utgangen av 2016 skrives en rapport som evaluerer NGU`s arbeide med LGN gjennom 39 år.

På grunn av kutt i NGU`s bevilgninger vil det ikke bli samlet inn vannprøver for overvåking av grunnvannskvalitet i 2016. Planen er foreløpig å gjenoppta prøvetakingen 1 - 2 ganger årlig fra og med 2017.

Arbeidet som er gjort for å bedre rutinene for fortløpende publisering av resultatene på internett vil bli videreført slik at den nasjonale grunnvannsdatabasen GRANADA blir oppdatert så snart som mulig etter at analyseresultatene foreligger fra laboratoriet.

Det vil være en prioritert oppgave å vedlikeholde installasjonene slik at hvert LGN - område blir overvåket mest mulig sammenhengende over mange år etter faste rutiner. Bare slik vil det være mulig å avlese trender og forandringer i grunnvannets kjemiske sammensetning over tid.

4.2 Stasjonsnett

Stasjons-/områdenettet har i perioden 2005 -2010 blitt betydelig utvidet og oppgradert. Nettet ser nå ut til å ha funnet sin form når det gjelder å skaffe referansedata for basisovervåking av grunnvannskjemi, og en håper å kunne opprettholde de 52 områdene i framtiden. Bare hvis ytre forhold endres, vil det bli gjort endringer i stasjonsnett. Slike endringer kan være at prøvetakingspunktene blir påvirket av lokal menneskelig aktivitet, at finansieringen av dagens grunnvannsovervåking endres eller at LGN blir en del av et større grunnvannsovervåkningsprogram som skal svare på alle kravene i Vannforvaltningsforskriften.

4.3 Investeringer

Det er ingen planer om større investeringer i nytt utstyr i 2016 og 2017. En må imidlertid ta høyde for en viss utskifting av feltutstyr etter hvert som dette blir nødvendig.



Figur 3: Prøvetaking av grunnvann i LGN-område 39 Øverbygd i Målselv kommune. Her er grunnvannskvaliteten overvåket i 36 år.

5. REFERANSER

Lovdata (2014) Forskrift om rammer for vannforvaltningen.

<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446>

Haga, J. (2014): Landsomfattende mark- og grunnvannsnnett. Drift og formidling 2013. NVE Rapport 25:2014. Norges vassdrags- og energidirektorat.

Jæger, Ø. & Frengstad, B (2015): Landsomfattende mark- og grunnvannsnnett - årsrapport 2013 og 2014. NGU Rapport 2015.004 Norges geologiske undersøkelse.

Landsomfattende grunnvannsnett

LGN-stasjon nummer Navn

Rør-/kildenummer Type

Dato Ankomsttid Avreisetid Kjørt fra Kjøretid (t) Avstand (km)

Vær Lufttemp. (oC)

Utført av

Sone ØV-kordinater NS-kordinater EPE (m) DO (mg/L)

Vannstand fra topp rør (m) Høyde rør over bakken (m) Vannstand under bakken (m) Dybde rør (m)

Kommentarer til stasjonen

Uttaksmetode Pumpetype Pumpetid (min) Volum(L) Kapasitet (L/min)

Vanntemp. (oC) Ledningsevne (uS/cm) pH Snitt alkalitet (mmol/L)

Vannprøve merket Filtrert Surgjort

Kommentarer til vannprøven (lukt, utseende, filter)

Antall bilder Første bildenummer

Spyling av rør, kalibrering og annet vedlikehold

Dato vannprøve levert lab Unikt prøvenummer

Grunnvannskjemiske analysedata

LGN- område	Dato dd.mm.år	LGN nr	Pkt nr	Prøve nr	GV-stand m u.overfl.	Temp _{felt} ° C	pH _{felt} pH	pH _{lab} pH	tAlk _{felt} mmol/l	tAlk _{lab} mmol/l	EC _{felt} µS/cm	EC _{lab} mS/m
Orresanden, Jæren	21.05.2015	1	4	109686	0.32	7.5	7.5	8	2.8	2.7	425	42.7
Birkenes	21.05.2015	2	5	109688	3.05	7.2	5.1	4.9	<0,1	<0,02	74.2	7.2
Åmli	21.05.2015	3	8	109689	3.23	6	5.2	5.4	0.1	0.04	23.3	2.1
Hovden	22.05.2015	4	7	109691		1.9	5.5	6.3	0.2	0.19	27.7	2.8
Møsvatn	23.05.2015	5	50	109692		3.3	5.7	6.5	0.3	0.18	25.4	2.4
Modum	23.05.2015	10	13	109694	1.22	7.3	6.5	6.7	0.25	0.22	41.2	4.3
Magnor	27.05.2015	13	13	109701		5.2	5.5	6.1	<0,1	0.11	43.7	4.4
Filefjell	19.05.2015	14	13	109682	0.44	2.3	5.1	5.9	<0,1	0.06	30.1	3.1
Fura	25.05.2015	15	7	109699	1.87	4.6	4.9	5.3	0.1	0.08	45.5	4.3
Kise	25.05.2015	16	1	109697	6.61	6.1	8.7	8.2	3	2.9	331	32.9
Abrahamsvollen	31.05.2015	18	3	109703	0.26	3.9	5.9	6.1	<0,1	0.06	16.9	1.7
Sagelva	02.06.2015	23	6	109675	0.91	6.3	7.5	7.9	2.9	2.7	286	29.3
Åstadalen	24.05.2015	24	50	109698		2.7	5.8	6.4	0.2	0.16	24.3	2.6
Jergul/Karasjok	13.06.2015	27	51	109671		2.8	6.7	6.6	0.15	0.11	21.1	2.1
Lakselv	12.06.2015	28	4	109666	0.98	2.6	5.5	6.3	0.15	0.13	39.3	4
Fana	20.05.2015	29	50	109685		7.8	6.8	6.9	0.7	0.65	300	29.7
Førde	19.05.2015	31	6	109681	2.87	6.5	5.5	5.7	0.3	0.08	54.6	3.8
Fauske	09.06.2015	34	3	109657	0.66	4.4	6	6.4	0.45	0.31	97	10.2
Sortland	10.06.2015	35	3	109658	0.04	4.8	5.6	6.4	0.25	0.27	90.7	9.4
Nordfjordeid	18.05.2015	38	50	109680		5.8	5.6	5.8	0.2	0.13	53.2	5.3
Øverbygd	11.06.2015	39	4	109662	0.39	1.9	8.5	8.1	0.8	0.74	110.4	10.8
Dombås	18.05.2015	42	50	109679		3.7	6.8	7.4	0.6	0.56	75.6	7.8
Haslemoen	25.05.2015	43	12	109700	1.77	6	5.2	6	<0,1	0.05	15.6	1.6
Kårvatn	03.06.2015	46	50	109676		4.2	6.3	7	0.3	0.28	79.8	8
Evje	22.05.2015	48	4	109690	1.77	6.4	4.8	5.2	0.1	<0,02	25.2	2.4
Skjomen	10.06.2015	50	3	109660	0.53	3.7	5	5.4	0.15	0.04	40.5	3.9
Hol	19.05.2015	52	2	109683	1.48	2.8	6.5	6.8	0.25	0.18	32.7	3.3
Svenningdal	08.06.2015	54	4	109654	4.12		6	6.4	0.4	0.36	72	6.8
Trysil	25.05.2015	55	50	109702		2.1	6.7	7.1	0.5	0.44	50.8	5.1
Djupvika	10.06.2015	59	1	109661	20.04	4.6	7.6	7.9	1.6	1.5	1836.9	18.1
Torhop - Tana	12.06.2015	60	2	109667		4.8	6.8	7.9	2.4	2.4	328	32.6
Petterlund - Tana	12.06.2015	61	50	109668		6	6.2	6.7	0.2	0.19	71.4	6.7
Lade	02.06.2015	62	4	109674	29.44	8	7.6	7.9	5.8	6.2	720	72.2
Svanvik	13.06.2015	63	2	109670	7.34	4.4	6.6	7	0.35	0.27	59	5.8
Hvaler	24.05.2015	64	3	109695		9	5.2	5.8	0.2	0.17	120.3	12
Fiplingdal	08.06.2015	65	1	109653	11.15	4.8	8	8.1	2.6	2.5	264	26.4
Osa	20.05.2015	66	50	109684		6.2	6	6.9	0.2	0.14	27.5	2.8
Stor-Alteren	09.06.2015	68	50	109655		3.9	7.2	7.8	2	1.9	210	21.3
Bogen	10.06.2015	69	50	109659		4.8	7.5	7.9	2.5	2.3	343	35.8
Nordmoen	26.05.2015	72	3	109696	1.59	6	5.7	6.4	0.15	0.13	35.9	4.3
Rognan	09.06.2015	79	50	109656		4.8	7.6	8	2.6	2.7	321	32
Sekkemo	11.06.2015	80	2	109664		5.4	6.8	7.1	1.7	1.5	212	20.9
Høylandet	08.06.2015	81	50	109652		5.7	7.4	7.7	1	0.99	75.8	12.3
Ramfjordmoen	11.06.2015	100	50	109663		3	7.5	7.8	1.7	1.6	187.6	18.6
Mieron	13.06.2015	103	50	109672		1.9	7.3	7.7	1	1	141.4	14.1
Formofoss	08.06.2015	104	51	109651		4.9	6.2	6.7	0.5	0.52	96.9	9.7
Folldal	18.05.2015	105	50	109678		4.3	6.2	6.6	0.2	0.18	34	3.5
Sirdal	21.05.2015	106	1	109687		4.6	8.4	8.2	1.4	1.3	223	22.4
Passebekk	23.05.2015	107	50	109693		5.2	6.8	6.9	0.35	0.37	54.1	5.4
Karlebotn	12.06.2015	108	50	109669		3.6	6.3	7.1	0.4	0.38	62.5	6.3
Kåfjordbotn	11.06.2015	110	50	109665		2.3	7.7	7.9	2.2	2.3	251	25
Fagerhaug	03.06.2015	111	50	109677		3.5	6.4	6.9	0.2	0.14	33.3	3.3
Blank 1	03.06.2015			109673				6		<0.02		0.1
Blank 2	25.05.2015			109704				5.6		<0.02		0.1

Grunnvannskjemiske analysedata

LGN- område	Dato dd.mm.år	DO _{felt} mg/l	Turbiditet FNU	Farge	NH ₄ -N µg/l	F ⁻ mg/l	Cl ⁻ mg/l	Br ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	NO ₂ ⁻ mg/l	PO ₄ ³⁻ mg/l	Anioner mekv/l *
Orresanden, Jæren	21.05.2015	1.1	1.1	164	13	0.12	44.4	<0.1	<0.25	8.99	<0.1	<0.4	4.1
Birkenes	21.05.2015	10.9	0.17	<1	<10	0.17	8.94	<0.1	12.7	3.50	<0.1	<0.4	0.5
Åmli	21.05.2015	7	0.24	<1	<10	0.05	1.80	<0.1	0.809	2.60	<0.1	<0.4	0.1
Hovden	22.05.2015	10.32	1	<1	<10	0.16	1.29	<0.1	<0.25	1.09	<0.1	<0.4	0.2
Møsvatn	23.05.2015	10.6	1.2	2	<10	<0.05	0.625	<0.1	<0.25	1.04	<0.1	<0.4	0.2
Modum	23.05.2015	10.69	0.21	<1	<10	<0.05	1.29	<0.1	<0.25	5.49	<0.1	<0.4	0.3
Magnor	27.05.2015	ikke målt	0.15	<1	<10	0.07	4.63	<0.1	0.289	5.26	<0.1	<0.4	0.3
Filefjell	19.05.2015	8.2	0.54	<1	<10	<0.05	4.31	<0.1	1.65	1.70	<0.1	<0.4	0.2
Fura	25.05.2015	6.07	0.15	<1	<10	<0.05	2.77	<0.1	0.397	7.23	<0.1	<0.4	0.2
Kise	25.05.2015	0.75	1.7	2	352	0.21	2.21	<0.1	2.34	21.3	<0.1	<0.4	3.2
Abrahamsvollen	31.05.2015	6.96	0.34	20	<10	<0.05	2.01	<0.1	0.286	0.626	<0.1	<0.4	0.1
Sagelva	02.06.2015	9.7	1.8	<1	<10	<0.05	6.75	<0.1	<0.25	10.1	<0.1	<0.4	3.0
Åstadalen	24.05.2015	10.91	0.22	5	<10	<0.05	0.750	<0.1	<0.25	2.17	<0.1	<0.4	0.2
Jergul/Karasjok	13.06.2015	12.46	0.82	17	<10	<0.05	0.944	<0.1	0.458	1.28	<0.1	<0.4	0.2
Lakselv	12.06.2015	8.65	31	15	<10	<0.05	4.88	<0.1	1.24	1.68	<0.1	<0.4	0.3
Fana	20.05.2015	11.34	0.47	16	<10	<0.05	61.1	<0.1	2.63	5.56	<0.1	<0.4	2.5
Førde	19.05.2015	1.98	3	26	478	<0.05	6.79	<0.1	0.460	0.683	<0.1	<0.4	0.3
Fauske	09.06.2015	9	44	4	<10	0.05	16.6	<0.1	<0.25	4.23	<0.1	<0.4	0.8
Sortland	10.06.2015	6.1	74	7	<10	<0.05	14.8	<0.1	<0.25	4.32	<0.1	<0.4	0.7
Nordfjordeid	18.05.2015	10.51	0.27	<1	<10	<0.05	7.74	<0.1	3.54	1.14	<0.1	<0.4	0.4
Øverbygd	11.06.2015	9.92	1.8	<1	<10	0.05	8.21	<0.1	<0.25	2.51	<0.1	<0.4	1.0
Dombås	18.05.2015	11.52	0.16	<1	<10	<0.05	0.890	<0.1	0.383	6.70	<0.1	<0.4	0.7
Haslemoen	25.05.2015	12.2	0.2	<1	<10	<0.05	0.955	<0.1	<0.25	1.95	<0.1	<0.4	0.1
Kårvatn	03.06.2015	12.57	0.39	6	<10	<0.05	4.87	<0.1	3.73	9.81	<0.1	<0.4	0.6
Evje	22.05.2015	10.24	0.22	<1	<10	0.09	3.12	<0.1	<0.25	3.44	<0.1	<0.4	0.1
Skjomen	10.06.2015	2.8	1.5	1	<10	0.35	5.79	<0.1	<0.25	3.99	<0.1	<0.4	0.3
Hol	19.05.2015	11.6	0.48	7	<10	0.15	0.862	<0.1	0.666	3.17	<0.1	<0.4	0.3
Svenningdal	08.06.2015	8.32	0.74	2	<10	<0.05	6.83	<0.1	0.544	2.07	<0.1	<0.4	0.6
Trysil	25.05.2015	11.23	0.71	9	<10	<0.05	0.445	<0.1	<0.25	1.89	<0.1	<0.4	0.5
Djupvika	10.06.2015	1.22	6.8	<1	<10	0.22	3.72	<0.1	<0.25	10.8	<0.1	<0.4	1.7
Torhop - Tana	12.06.2015	3.4	0.95	3	15	0.11	11.3	<0.1	<0.25	27.3	<0.1	<0.4	3.0
Petterlund - Tana	12.06.2015	2.96	0.2	17	<10	0.05	11.4	<0.1	<0.25	2.48	<0.1	<0.4	0.5
Lade	02.06.2015	9.4	31	11	<10	0.11	53.5	0.128	0.250	27.4	<0.1	<0.4	8.0
Svanvik	13.06.2015	8.98	0.27	<1	<10	<0.05	4.36	<0.1	0.252	5.43	<0.1	<0.4	0.5
Hvaler	24.05.2015	0.96	1.7	8	<10	0.49	24.8	<0.1	<0.25	4.68	<0.1	<0.4	0.9
Fiplingdal	08.06.2015	0.61	66	<1	<10	0.47	6.58	<0.1	<0.25	4.66	<0.1	<0.4	2.7
Osa	20.05.2015	12.16	0.16	<1	<10	0.12	1.25	<0.1	0.742	2.19	<0.1	<0.4	0.2
Stor-Alteren	09.06.2015	12.5	0.13	1	<10	<0.05	6.03	<0.1	1.38	3.19	<0.1	<0.4	2.1
Bogen	10.06.2015	ikke målt	0.21	1	<10	0.06	6.84	<0.1	<0.25	52.1	<0.1	<0.4	3.1
Nordmoen	26.05.2015	7.57	0.18	<1	<10	<0.05	2.13	<0.1	<0.25	8.29	<0.1	<0.4	0.3
Rognan	09.06.2015	ikke målt	0.14	<1	<10	<0.05	8.15	<0.1	<0.25	20.9	<0.1	<0.4	3.2
Sekkemo	11.06.2015	1.3	2.7	7	18	<0.05	13.0	<0.1	<0.25	8.66	<0.1	<0.4	2.0
Høylandet	08.06.2015	10.81	1	1	<10	<0.05	6.11	<0.1	<0.25	2.23	<0.1	<0.4	1.2
Ramfjordmoen	11.06.2015	13.14	0.15	<1	<10	<0.05	6.95	<0.1	<0.25	2.68	<0.1	<0.4	1.8
Mieron	13.06.2015	12.92	0.16	2	<10	<0.05	0.742	<0.1	<0.25	16.8	<0.1	<0.4	1.2
Formofoss	08.06.2015	12.37	0.2	<1	<10	0.19	10.4	<0.1	0.281	2.49	<0.1	<0.4	0.8
Folldal	18.05.2015	12.02	0.12	2	<10	<0.05	0.932	<0.1	1.94	3.04	<0.1	<0.4	0.3
Sirdal	21.05.2015	ikke målt	0.24	<1	<10	2.30	5.01	<0.1	<0.25	28.8	<0.1	<0.4	1.8
Passebekk	23.05.2015	11.3	0.24	<1	<10	0.14	1.37	<0.1	0.764	3.83	<0.1	<0.4	0.5
Karlebotn	12.06.2015	10.92	0.41	<1	<10	<0.05	3.92	<0.1	0.640	3.47	<0.1	<0.4	0.5
Kåfjordbotn	11.06.2015	13.14	0.55	2	<10	<0.05	9.29	<0.1	0.444	3.36	<0.1	<0.4	2.6
Fagerhaug	03.06.2015	12.19	0.48	13	<10	<0.05	3.30	<0.1	<0.25	1.68	<0.1	<0.4	0.3
Blank 1	03.06.2015		0.12	<1	<10	<0.05	<0.1	<0.1	<0.25	<0.2	<0.1	<0.4	
Blank 2	25.05.2015		0.13	<1	<10	<0.05	<0.1	<0.1	<0.25	<0.2	<0.1	<0.4	

*For å beregne sum av anioner ble konsentrasjoner under deteksjonsgrensen satt til halve deteksjonsgrenseverdien

Grunnvannskjemiske analysedata

LGN- område	Dato dd.mm.år	Mg mg/l	Ca mg/l	Na mg/l	K mg/l	Kationer mekv/l *	** lone- balanse	Ba mg/l	Fe mg/l	Si mg/l	Sr mg/l	Ti mg/l
Orresanden, Jæren	21.05.2015	4.99	44.8	36.7	1.74	4.29	2.73	0.0112	0.0260	3.05	0.311	0.0018
Birkenes	21.05.2015	0.750	0.712	4.56	2.16	0.35	18.28	0.104	0.0031	2.47	0.0086	<0.001
Åmli	21.05.2015	0.204	0.797	1.77	<0.5	0.14	2.14	0.0106	0.0036	3.78	0.0108	<0.001
Hovden	22.05.2015	0.464	3.06	1.21	<0.5	0.25	1.79	0.0095	0.0023	2.71	0.0095	<0.001
Møsvatn	23.05.2015	0.202	3.29	0.907	<0.5	0.23	3.40	0.0043	0.0037	2.46	0.0129	<0.001
Modum	23.05.2015	0.884	3.47	2.04	1.01	0.36	5.59	<0.002	<0.002	5.20	0.0171	<0.001
Magnor	27.05.2015	0.714	2.05	4.14	0.72	0.36	7.97	0.0306	<0.002	4.38	0.0177	<0.001
Filefjell	19.05.2015	0.415	1.86	2.29	0.51	0.24	2.49	0.0182	0.0089	2.20	0.0112	<0.001
Fura	25.05.2015	0.665	2.05	2.89	0.90	0.31	10.30	0.0910	0.0035	2.72	0.0079	<0.001
Kise	25.05.2015	3.43	22.5	39.3	4.97	3.24	0.10	0.0774	<0.002	3.80	1.04	<0.001
Abrahamsvollen	31.05.2015	0.441	1.06	0.992	<0.5	0.14	3.78	0.0063	0.0346	0.927	0.0040	<0.001
Sagelva	02.06.2015	5.90	47.0	3.65	<0.5	3.00	0.24	0.0059	0.0026	2.11	0.273	<0.001
Åstadalen	24.05.2015	0.319	3.06	0.943	<0.5	0.23	4.13	0.0061	0.0067	2.17	0.0115	<0.001
Jergul/Karasjok	13.06.2015	0.445	1.64	1.33	0.51	0.19	8.74	0.0058	0.0063	3.04	0.0090	<0.001
Lakselv	12.06.2015	1.19	1.13	3.59	0.77	0.33	3.59	0.0071	0.0453	3.32	0.0097	0.0018
Fana	20.05.2015	1.35	14.6	36.8	1.85	2.49	0.14	0.0340	0.0419	1.40	0.0771	<0.001
Førde	19.05.2015	0.459	1.08	3.72	0.85	0.28	2.08	0.0177	4.88	1.95	0.0148	0.0029
Fauske	09.06.2015	2.24	6.17	7.59	1.01	0.85	1.11	0.0058	0.0057	1.77	0.0242	<0.001
Sortland	10.06.2015	1.86	5.33	7.42	1.30	0.77	2.32	0.0146	0.0756	1.59	0.0153	<0.001
Nordfjordeid	18.05.2015	0.938	2.50	4.75	0.56	0.42	0.49	0.0104	<0.002	2.53	0.0308	<0.001
Øverbygd	11.06.2015	2.02	13.4	2.99	1.27	1.00	0.27	0.0187	0.0021	3.28	0.0447	<0.001
Dombås	18.05.2015	1.59	10.0	1.48	1.81	0.74	5.05	0.0089	<0.002	4.02	0.0240	<0.001
Haslemoen	25.05.2015	0.356	0.766	1.04	0.52	0.13	10.72	0.0128	<0.002	2.53	0.0079	<0.001
Kårvatn	03.06.2015	1.43	7.63	2.92	2.05	0.68	6.79	0.0148	0.0022	1.86	0.0368	<0.001
Evje	22.05.2015	0.213	0.346	2.14	<0.5	0.13	2.10	0.0080	0.0020	2.17	0.0055	<0.001
Skjomen	10.06.2015	0.577	1.89	2.22	0.72	0.26	0.98	0.0080	0.525	2.35	0.0086	<0.001
Hol	19.05.2015	0.198	4.18	1.45	<0.5	0.29	7.76	0.0049	0.0093	1.35	0.0205	<0.001
Svenningdal	08.06.2015	1.45	6.17	3.56	0.71	0.60	1.23	0.0041	0.0104	1.70	0.0229	<0.001
Trysil	25.05.2015	1.02	7.60	0.684	<0.5	0.50	2.33	0.0031	0.0038	1.84	0.0136	<0.001
Djupvika	10.06.2015	2.68	25.7	4.29	3.56	1.78	1.36	0.0030	0.0029	2.94	0.0952	<0.001
Torhop - Tana	12.06.2015	10.8	9.87	37.9	6.35	3.19	2.46	0.0435	0.566	4.24	0.160	<0.001
Petterlund - Tana	12.06.2015	1.68	2.27	6.51	0.64	0.55	0.78	0.0071	0.0182	3.95	0.0192	<0.001
Lade	02.06.2015	18.6	68.3	51.0	6.13	7.31	4.68	0.158	0.0214	5.78	0.340	<0.001
Svanvik	13.06.2015	0.994	4.93	3.41	0.56	0.49	3.18	<0.002	<0.002	4.03	0.0144	<0.001
Hvaler	24.05.2015	1.41	2.20	16.2	1.22	0.96	1.88	0.0241	0.0482	4.60	0.0200	<0.001
Fiplingdal	08.06.2015	14.7	22.1	9.11	1.73	2.75	0.19	0.0089	0.152	4.73	0.596	<0.001
Osa	20.05.2015	0.254	3.30	0.988	0.51	0.24	6.36	0.0047	<0.002	1.47	0.0145	<0.001
Stor-Alteren	09.06.2015	3.51	33.3	3.86	0.89	2.14	0.27	0.0128	<0.002	0.556	0.108	<0.001
Bogen	10.06.2015	3.66	59.5	4.15	3.85	3.55	6.74	0.0330	0.0027	0.693	0.291	<0.001
Nordmoen	26.05.2015	0.890	3.23	2.42	0.56	0.35	10.19	0.0244	<0.002	4.63	0.0418	<0.001
Rognan	09.06.2015	9.24	46.3	3.95	1.12	3.27	1.49	0.0112	<0.002	1.05	0.214	<0.001
Sekkemo	11.06.2015	3.50	23.8	8.95	2.28	1.92	1.19	0.173	0.202	3.07	0.174	<0.001
Høylandet	08.06.2015	1.48	17.7	4.18	0.73	1.21	0.63	0.0045	<0.002	2.43	0.0489	<0.001
Ramfjordmoen	11.06.2015	2.29	28.5	3.54	1.57	1.80	0.68	0.0349	0.0022	2.97	0.101	<0.001
Mieron	13.06.2015	6.25	15.0	1.67	1.56	1.38	6.04	0.0040	<0.002	3.51	0.0436	<0.001
Formofoss	08.06.2015	2.47	8.59	4.74	1.08	0.87	1.09	0.0086	0.0053	4.15	0.0320	<0.001
Folldal	18.05.2015	0.382	4.30	0.876	<0.5	0.29	3.12	0.229	<0.002	2.29	0.0868	<0.001
Sirdal	21.05.2015	1.29	25.8	16.5	0.58	2.13	8.91	0.0070	<0.002	4.27	0.264	<0.001
Passebekk	23.05.2015	1.02	5.89	2.22	0.72	0.49	2.85	0.0024	0.0026	5.28	0.0220	<0.001
Karlebotn	12.06.2015	1.57	5.29	3.15	0.90	0.55	1.08	0.0105	0.0023	2.57	0.0178	<0.001
Kåfjordbotn	11.06.2015	13.3	25.4	4.35	<0.5	2.56	1.00	0.0906	<0.002	1.24	0.0393	<0.001
Fagerhaug	03.06.2015	0.644	3.00	1.82	<0.5	0.29	6.19	0.0047	0.0068	2.34	0.0112	<0.001
Blank 1	03.06.2015	<0.05	<0.02	<0.05	<0.5			<0.002	<0.002	<0.02	<0.001	<0.001
Blank 2	25.05.2015	<0.05	<0.02	<0.05	<0.5			<0.002	<0.002	<0.02	<0.001	<0.001

* For å beregne sum av kationer ble konsentrasjoner under deteksjonsgrensen satt til halve deteksjonsgrenseverdien

** lonebalanse (%) = $|\frac{\sum \text{kationer} - \sum \text{anioner}}{\sum \text{kationer} + \sum \text{anioner}} \cdot 100|$

Grunnvannskjemiske analysedata

LGN- område	Dato dd.mm.år	Mn mg/l	P mg/l	Y mg/l	Al µg/l	As µg/l	B µg/l	Be µg/l	Cd µg/l	Ce µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cs µg/l
Orresanden, Jæren	21.05.2015	0.0466	<0.05	0.0068	71.5	0.416	24.8	0.018	<0.03	0.963	0.249	0.34	<0.002
Birkenes	21.05.2015	0.128	<0.05	0.0425	1590	<0.05	<5	0.966	0.035	232	0.225	<0.1	0.0423
Åmli	21.05.2015	0.0119	<0.05	0.0066	260	<0.05	<5	0.134	<0.03	17.1	0.480	<0.1	0.0137
Hovden	22.05.2015	0.0012	<0.05	<0.001	43.6	0.061	<5	0.073	<0.03	0.272	0.029	<0.1	0.0295
Møsvatn	23.05.2015	<0.001	<0.05	<0.001	13.6	0.131	<5	0.012	<0.03	0.095	0.027	<0.1	0.0705
Modum	23.05.2015	<0.001	<0.05	<0.001	<2	<0.05	<5	<0.01	<0.03	0.040	0.085	0.19	0.0025
Magnor	27.05.2015	0.0047	<0.05	<0.001	27.5	<0.05	<5	0.074	<0.03	0.468	0.221	<0.1	0.0164
Filefjell	19.05.2015	0.0031	<0.05	<0.001	53.5	<0.05	<5	<0.01	<0.03	0.356	0.167	<0.1	0.0021
Fura	25.05.2015	0.215	<0.05	<0.001	349	<0.05	<5	0.072	0.236	0.859	0.423	<0.1	0.0042
Kise	25.05.2015	0.0091	<0.05	<0.001	2.2	0.087	291	<0.01	<0.03	0.028	0.041	0.10	0.159
Abrahamsvollen	31.05.2015	0.0073	<0.05	<0.001	108	<0.05	<5	<0.01	<0.03	0.997	0.245	0.27	0.0184
Sagelva	02.06.2015	<0.001	<0.05	<0.001	<2	0.100	<5	<0.01	<0.03	0.024	<0.02	<0.1	0.0818
Åstadalen	24.05.2015	0.0020	<0.05	<0.001	38.5	<0.05	<5	0.016	<0.03	0.086	<0.02	<0.1	<0.002
Jergul/Karasjok	13.06.2015	<0.001	<0.05	<0.001	105	<0.05	<5	0.010	<0.03	0.258	0.028	0.15	0.0025
Lakselv	12.06.2015	0.0010	<0.05	<0.001	131	<0.05	<5	<0.01	<0.03	2.67	0.137	0.82	<0.002
Fana	20.05.2015	<0.001	<0.05	<0.001	35.3	0.177	<5	<0.01	<0.03	0.099	0.045	0.11	0.0129
Førde	19.05.2015	0.0310	<0.05	<0.001	150	0.104	<5	0.013	<0.03	3.85	0.339	0.15	0.0335
Fauske	09.06.2015	0.0029	<0.05	<0.001	23.3	0.062	<5	<0.01	<0.03	0.666	0.215	<0.1	0.0291
Sortland	10.06.2015	0.0216	<0.05	<0.001	28.2	<0.05	<5	<0.01	<0.03	0.432	0.303	0.10	<0.002
Nordfjordeid	18.05.2015	0.0134	<0.05	0.0011	140	<0.05	<5	0.016	<0.03	5.85	0.186	<0.1	0.0055
Øverbygd	11.06.2015	<0.001	<0.05	<0.001	6.7	0.437	<5	<0.01	<0.03	<0.01	<0.02	<0.1	<0.002
Dombås	18.05.2015	<0.001	<0.05	<0.001	<2	0.052	<5	<0.01	<0.03	<0.01	<0.02	0.61	<0.002
Haslemoen	25.05.2015	0.0022	<0.05	0.0018	24.9	<0.05	<5	0.024	<0.03	0.546	0.025	<0.1	<0.002
Kårvatn	03.06.2015	<0.001	<0.05	<0.001	31.5	<0.05	<5	<0.01	<0.03	0.016	0.032	<0.1	0.122
Evje	22.05.2015	0.0030	<0.05	0.0049	463	<0.05	<5	0.105	<0.03	9.30	0.411	<0.1	0.0109
Skjomen	10.06.2015	0.0313	<0.05	0.0019	446	<0.05	<5	0.085	<0.03	8.91	3.92	0.18	0.0086
Hol	19.05.2015	<0.001	<0.05	<0.001	25.6	0.052	<5	<0.01	<0.03	0.295	0.040	<0.1	0.0251
Svenningdal	08.06.2015	0.0047	<0.05	<0.001	99.4	0.096	<5	0.023	<0.03	1.73	0.063	0.18	0.0138
Trysil	25.05.2015	<0.001	<0.05	<0.001	18.2	<0.05	<5	<0.01	<0.03	0.054	<0.02	<0.1	0.0027
Djupvika	10.06.2015	<0.001	<0.05	<0.001	2.7	0.426	<5	<0.01	<0.03	0.075	0.024	0.26	0.0136
Torhop - Tana	12.06.2015	0.111	<0.05	<0.001	<2	0.210	32.2	0.019	<0.03	0.015	<0.02	<0.1	0.612
Petterlund - Tana	12.06.2015	<0.001	<0.05	<0.001	21.2	<0.05	<5	<0.01	<0.03	0.058	0.034	0.20	0.0021
Lade	02.06.2015	0.0035	<0.05	<0.001	3.1	1.31	38.6	0.235	<0.03	0.017	0.065	0.59	0.416
Svanvik	13.06.2015	<0.001	<0.05	<0.001	<2	0.051	<5	<0.01	<0.03	0.011	0.082	0.20	0.0227
Hvaler	24.05.2015	0.0667	<0.05	0.0021	434	0.146	10.2	0.382	0.131	5.73	1.37	0.40	0.0055
Fiplingdal	08.06.2015	0.0150	<0.05	<0.001	<2	14.9	15.8	<0.01	<0.03	<0.01	0.034	<0.1	0.472
Osa	20.05.2015	<0.001	<0.05	<0.001	2.9	0.163	<5	<0.01	<0.03	0.036	<0.02	<0.1	0.0024
Stor-Alteren	09.06.2015	<0.001	<0.05	<0.001	<2	<0.05	<5	<0.01	<0.03	0.013	<0.02	<0.1	0.0594
Bogen	10.06.2015	<0.001	<0.05	<0.001	<2	<0.05	8.3	<0.01	<0.03	<0.01	<0.02	<0.1	0.226
Nordmoen	26.05.2015	<0.001	<0.05	<0.001	<2	<0.05	<5	<0.01	0.034	0.012	0.035	0.47	<0.002
Rognan	09.06.2015	<0.001	<0.05	<0.001	<2	<0.05	<5	<0.01	<0.03	<0.01	<0.02	<0.1	0.0229
Sekkemo	11.06.2015	1.45	<0.05	<0.001	5.5	1.46	7.5	0.027	<0.03	0.105	9.55	<0.1	0.300
Høylandet	08.06.2015	<0.001	<0.05	<0.001	<2	<0.05	<5	<0.01	<0.03	0.017	<0.02	0.14	0.0042
Ramfjordmoen	11.06.2015	<0.001	<0.05	<0.001	<2	0.380	<5	<0.01	<0.03	0.033	<0.02	<0.1	<0.002
Mieron	13.06.2015	<0.001	<0.05	<0.001	<2	0.478	<5	<0.01	<0.03	<0.01	<0.02	0.57	<0.002
Formofoss	08.06.2015	<0.001	<0.05	<0.001	8.2	<0.05	<5	0.013	<0.03	0.013	<0.02	0.25	0.0040
Folldal	18.05.2015	<0.001	<0.05	<0.001	26.9	<0.05	<5	<0.01	<0.03	0.056	<0.02	<0.1	0.0022
Sirdal	21.05.2015	0.0012	<0.05	<0.001	<2	0.066	9.0	<0.01	<0.03	0.018	<0.02	<0.1	0.0490
Passebekk	23.05.2015	<0.001	<0.05	<0.001	8.7	0.071	<5	0.013	<0.03	0.034	<0.02	0.28	0.0020
Karlebotn	12.06.2015	<0.001	<0.05	<0.001	<2	<0.05	<5	<0.01	<0.03	<0.01	<0.02	0.19	<0.002
Kåfjordbotn	11.06.2015	<0.001	<0.05	<0.001	<2	0.321	<5	<0.01	<0.03	0.013	0.022	0.18	<0.002
Fagerhaug	03.06.2015	<0.001	<0.05	<0.001	76.1	0.052	<5	<0.01	<0.03	0.131	0.026	0.26	0.0158
Blank 1	03.06.2015	<0.001	<0.05	<0.001	<2	<0.05	<5	<0.01	<0.03	<0.01	<0.02	<0.1	<0.002
Blank 2	25.05.2015	<0.001	<0.05	<0.001	<2	<0.05	<5	<0.01	<0.03	<0.01	<0.02	<0.1	<0.002

Grunnvannskjemiske analysedata

LGN- område	Dato dd.mm.år	Cu µg/l	La µg/l	Li µg/l	Mo µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Rb µg/l	Sb µg/l	Se µg/l	Th µg/l	U µg/l	V µg/l	Zn µg/l
Orresanden, Jæren	21.05.2015	4.62	0.815	<0.5	<0.2	1.06	0.194	<0.05	0.101	<1	0.426	0.334	1.56	2.1
Birkenes	21.05.2015	0.99	280	<0.5	<0.2	1.41	0.524	6.26	0.015	<1	<0.02	0.193	<0.02	14.8
Åmli	21.05.2015	0.55	14.2	<0.5	<0.2	0.45	0.167	1.34	<0.01	<1	<0.02	0.0553	<0.02	9.9
Hovden	22.05.2015	0.18	0.319	<0.5	<0.2	<0.2	<0.05	1.25	0.028	<1	<0.02	0.0453	0.070	5.8
Møsvatn	23.05.2015	5.16	0.130	<0.5	<0.2	<0.2	0.167	0.701	0.024	<1	<0.02	0.0198	0.165	6.2
Modum	23.05.2015	0.22	0.052	<0.5	<0.2	0.42	<0.05	0.366	0.018	<1	<0.02	0.0155	0.139	5.6
Magnor	27.05.2015	0.46	0.642	<0.5	<0.2	1.34	<0.05	2.29	0.011	<1	<0.02	0.0103	0.071	3.8
Filefjell	19.05.2015	0.57	0.478	<0.5	<0.2	0.63	0.147	0.964	0.015	<1	<0.02	0.0061	0.025	6.1
Fura	25.05.2015	0.41	0.720	<0.5	<0.2	2.46	0.168	1.64	0.012	<1	<0.02	0.0365	<0.02	15.7
Kise	25.05.2015	0.38	0.032	84.7	0.32	0.40	<0.05	4.57	0.014	<1	<0.02	0.135	0.039	2.8
Abrahamsvollen	31.05.2015	16.5	0.987	<0.5	<0.2	3.37	1.26	1.29	0.013	<1	0.043	0.0476	0.049	110
Sagelva	02.06.2015	0.21	0.052	<0.5	<0.2	0.29	0.051	0.465	0.025	<1	<0.02	0.469	0.032	4.9
Åstadalen	24.05.2015	0.13	0.187	<0.5	<0.2	<0.2	0.077	0.291	0.013	<1	<0.02	0.122	0.028	2.3
Jergul/Karasjok	13.06.2015	1.00	1.31	<0.5	<0.2	<0.2	<0.05	1.85	0.019	<1	0.076	0.0497	0.194	2.7
Lakselv	12.06.2015	1.32	2.60	<0.5	<0.2	0.53	<0.05	2.52	0.011	<1	0.354	0.135	0.266	2.4
Fana	20.05.2015	3.09	0.232	<0.5	<0.2	0.40	<0.05	2.11	0.147	<1	<0.02	0.0544	0.333	7.4
Førde	19.05.2015	0.25	1.94	<0.5	<0.2	<0.2	0.174	2.11	0.014	<1	0.303	0.114	3.34	2.4
Fauske	09.06.2015	0.49	0.578	<0.5	<0.2	0.87	<0.05	3.19	0.032	<1	0.035	0.221	<0.02	3.0
Sortland	10.06.2015	0.74	0.252	<0.5	<0.2	0.30	<0.05	2.31	0.015	<1	0.022	0.0469	0.158	2.1
Nordfjordeid	18.05.2015	0.40	5.43	<0.5	<0.2	0.38	<0.05	2.17	<0.01	<1	<0.02	0.0457	0.022	3.0
Øverbygd	11.06.2015	<0.1	0.013	1.56	<0.2	<0.2	<0.05	0.126	<0.01	<1	<0.02	0.175	0.667	1.2
Dombås	18.05.2015	0.19	0.080	0.68	0.26	0.67	<0.05	0.569	<0.01	<1	<0.02	0.107	0.075	2.0
Haslemoen	25.05.2015	0.49	1.37	<0.5	<0.2	<0.2	0.137	0.642	<0.01	<1	<0.02	0.0140	<0.02	6.5
Kårvatn	03.06.2015	0.64	0.369	<0.5	0.27	<0.2	<0.05	7.77	<0.01	<1	0.026	0.326	0.085	2.4
Evje	22.05.2015	0.59	4.62	<0.5	<0.2	0.50	0.126	0.760	0.011	<1	<0.02	0.0460	<0.02	7.2
Skjomen	10.06.2015	1.81	8.13	1.54	<0.2	3.46	0.197	4.16	0.021	<1	0.179	0.421	0.140	22.0
Hol	19.05.2015	0.73	1.84	<0.5	1.17	0.26	0.088	1.90	0.046	<1	0.052	0.320	0.044	10.1
Svenningdal	08.06.2015	1.18	1.67	<0.5	<0.2	1.18	0.188	1.20	0.014	<1	0.061	1.23	0.054	30.0
Trysil	25.05.2015	0.18	0.574	<0.5	<0.2	<0.2	0.278	0.300	0.012	<1	<0.02	0.0545	0.021	1.8
Djuvpika	10.06.2015	0.51	0.217	2.41	1.91	0.30	<0.05	0.964	0.078	<1	<0.02	10.7	0.342	1.7
Torhop - Tana	12.06.2015	0.34	0.013	7.70	0.29	<0.2	<0.05	3.90	<0.01	<1	<0.02	0.214	<0.02	5.3
Petterlund - Tana	12.06.2015	0.33	0.083	<0.5	<0.2	0.22	<0.05	0.404	0.020	<1	<0.02	<0.005	0.083	3.5
Lade	02.06.2015	14.1	0.015	10.5	2.39	0.51	<0.05	3.88	0.045	<1	<0.02	4.25	0.693	8.6
Svanvik	13.06.2015	4.37	0.131	<0.5	0.48	1.50	<0.05	1.92	<0.01	<1	<0.02	0.0882	0.225	6.7
Hvaler	24.05.2015	12.6	2.30	3.02	<0.2	3.53	5.54	2.91	0.111	<1	0.147	20.4	0.245	132
Fiplingdal	08.06.2015	<0.1	<0.01	0.84	0.79	<0.2	<0.05	5.00	0.517	<1	<0.02	9.72	<0.02	1.2
Osa	20.05.2015	<0.1	0.433	<0.5	1.58	<0.2	<0.05	0.982	0.013	<1	<0.02	2.55	0.051	2.8
Stor-Alteren	09.06.2015	0.22	0.035	<0.5	<0.2	<0.2	<0.05	2.24	<0.01	<1	<0.02	0.0951	0.022	1.2
Bogen	10.06.2015	0.51	0.014	1.51	0.29	0.22	<0.05	14.4	0.052	1.6	<0.02	0.421	<0.02	3.7
Nordmoen	26.05.2015	0.19	0.016	<0.5	<0.2	1.20	0.064	0.230	0.014	<1	<0.02	0.0060	0.037	8.1
Rognan	09.06.2015	0.15	0.048	0.71	0.33	<0.2	<0.05	2.06	0.014	<1	<0.02	0.678	0.035	4.5
Sekkemo	11.06.2015	2.88	0.047	3.31	0.84	0.94	0.176	1.50	0.017	<1	0.022	0.263	0.023	7.1
Høylandet	08.06.2015	0.17	0.054	0.52	<0.2	<0.2	<0.05	1.80	0.146	<1	<0.02	0.205	0.103	1.6
Ramfjordmoen	11.06.2015	<0.1	0.048	<0.5	<0.2	<0.2	<0.05	0.395	0.010	<1	<0.02	0.0283	0.192	<1
Mieron	13.06.2015	0.24	0.013	<0.5	0.45	<0.2	<0.05	1.18	<0.01	<1	<0.02	1.29	3.97	<1
Formofoss	08.06.2015	<0.1	0.143	<0.5	<0.2	0.48	<0.05	1.83	<0.01	<1	<0.02	0.137	0.023	2.3
Folldal	18.05.2015	0.16	0.251	<0.5	<0.2	<0.2	<0.05	0.617	<0.01	<1	<0.02	0.492	0.067	4.5
Sirdal	21.05.2015	1.32	0.048	5.61	9.43	0.27	0.177	1.64	0.020	<1	<0.02	15.0	0.521	6.1
Passebekk	23.05.2015	0.18	0.163	<0.5	0.98	<0.2	<0.05	0.456	0.022	<1	<0.02	0.163	0.244	3.2
Karlebotn	12.06.2015	0.21	<0.01	<0.5	0.34	<0.2	<0.05	0.630	<0.01	<1	<0.02	0.0218	0.094	<1
Kåfjordbotn	11.06.2015	1.04	0.015	<0.5	0.87	<0.2	<0.05	0.203	0.066	1.0	<0.02	1.09	0.037	<1
Fagerhaug	03.06.2015	0.95	0.580	<0.5	<0.2	0.42	<0.05	1.42	<0.01	<1	0.061	0.0411	0.069	3.6
Blank 1	03.06.2015	<0.1	<0.01	<0.5	<0.2	<0.2	<0.05	<0.05	<0.01	<1	<0.02	<0.005	<0.02	2.4
Blank 2	25.05.2015	0.11	<0.01	<0.5	<0.2	<0.2	<0.05	<0.05	0.011	<1	<0.02	<0.005	<0.02	2.5



Prosjekt 325800

Landsomfattende mark- og grunnvannsnnett, LGN

Protokoll for prøvetaking og feltmålinger

Versjon 1.5: (22.03.2011)

Bygger i hovedsak på:

Banks, D. & Midtgård, Aa. K. (1998) Vannprøvetaking. Dokumentering av felrutiner.

Dokument 4.3.1. Faggruppe for geokjemi og hydrogeologi, NGU.

Bearbeidet av Bjørn Frengstad og Øystein Jæger.

Innhold

1	Dokumentasjon av vannprøvetaking	2
2	Rensing av brønnen	2
2.1	Løsmassebrønner	2
2.2	Fjellbrønner	2
2.3	Kilder	2
3	Prøvetaking	2
3.1	Flasker	2
3.2	Rensing av utstyret	3
3.3	Prøvetaking	3
3.4	Filtrering.....	3
3.5	Konservering.....	4
3.6	ICP-MS Analyse	4
4	Feltemålinger	4
4.1	Temperatur	5
4.2	pH.....	5
4.3	Alkalitet	5
4.4	Ledningsevne.....	6
4.5	Oksygenmetning	6
5	Transport og lagring av prøver	6
6	Ved ankomst på laboratoriet	6

1 Dokumentasjon av vannprøvetaking

Informasjon om prøvetakingspunkt og feltmålinger dokumenteres i standard feltskjema for LGN samt i Standard for stedfestning av lokaliteter og prøver. Kopi av sistnevnte (prøveliste) skal alltid følge prøvene til laboratoriet. Følgende ekstra informasjonen er viktig:

- prøvens utseende (farge, turbiditet)
- prøvens lukt (om det kan merkes)
- avvik fra vanlig filtertype (0.45 µm) eller avvik i antall forbrukte filter
- oppbevaringstemperatur (f.eks. transport i kjølebag)
- avvik fra prøveprotokollen (inkludert problemer undervegs, utstyr som ikke fungerte)

2 Rensing av brønnen

Vann som har stått lenge i kontakt med brønnrør eller foringsrør kan inneholde kjemiske stoffer som er oppløst fra brønnkonstruksjonen. Brønnen skal derfor pumpes før prøvetaking slik at vannet renner klart og man trekker "ferskt" grunnvann.

2.1 Løsmassebrønner

I løsmasseakviferer bør man ideelt pumpe vannet inntil det renner tilsynelatende klart og elektrisk ledningsevne og temperatur er stabile, minimum 15 minutter. Det brukes vanligvis en sugepumpe med slange som føres ned i prøvetakingsbrønnen. Slangen kan tapes fast over brønnrøret for å få bedre sug. I brønner med liten kapasitet eller brønner med stor sugehøyde brukes liten 12 V elektrisk senkpumpe med turtallsregulator. Turtallet reguleres slik at pumpa ikke trekker luft.

2.2 Fjellbrønner

Det er viktig å unngå å prøveta stagnant vann fra brønnen. Det brukes en turtallsstyrt senkpumpe med 60 meter slange. Vann-nivået i brønnen senkes til like over dette nivået og turtallet på pumpa reguleres slik at senkningshøyden er stasjonær. Det pumpes deretter til ledningsevne og temperatur er stabile, minimum 15 minutter, før prøven tas.

2.3 Kilder

Ved prøvetaking av kilder er det ikke behov for å vente før man tar prøven. Prøven bør tas så nært utstrømningspunktet som mulig. Ved lav vannføring kan det være hensiktsmessig å bruke et PEH-rør for å konsentrere vannstrømmen. Man bør passe på å:

- i. ikke trekke inn sediment eller vegetasjon i prøven
- ii. prøveta fortrinnsvis hurtigstrømmende vann
- iii. ikke stå oppstrøms prøvetakingsstedet slik at bunnsediment forstyrres

3 Prøvetaking

3.1 Flasker

Det tas rutinemessig følgende prøver:

- i. 1 x 500 ml prøve (ufiltrert) som analyseres for pH, alkalitet, elektrisk ledningsevne (EC), fargetall og turbiditet.
- ii. 1 x 100 ml prøve (ufiltrert) som analyseres for totalt organisk karbon (TOC). Prøvetas bare på høstrunden.
- iii. 1 x 100 ml prøve (filtrert på 0,45 µm) som analyseres for anioner vha. ionekromatografi (IC).
- iv. 1 x 50 ml prøve (filtrert på 0,45 µm) som analyseres for kationer/metaller vha. ICP-AES og ICP-MS.
- v. 1 x 100 ml prøve (filtrert på 0,45 µm) som analyseres for ammonium vha. spektrofotometer,

Prøvene tas i polyetenflasker. Det brukes alltid nye flasker (evt. godkjente, syrevaskede flasker).

3.2 Rensing av utstyret

Filtrerte prøver tas vha. 0,45 µm Minisart disk-filtre, sammen med en polyeten sprøyte. Filtrene er engangsfiltre, men sprøyten kan brukes om igjen. Det er derfor viktig å skylle sprøyten grundig tre ganger med vannet som skal prøvetas, før man begynner med prøvetakingen.

Flaskene renses i vannet som skal prøvetas. Flasker for analyse (i) og (ii) renses grundig tre ganger med det aktuelle vannet. Flasker for analyser (iii), (iv) og (v) renses *i tillegg* to ganger med vann som er filtrert gjennom 0,45 µm filter.

3.3 Prøvetaking

Prøvene tas vanligvis fra et punkt nærmest mulig pumpen.

Flaskene (i) og (ii) fylles helt opp og lukkes med kork.

De andre flaskene fylles med vann fra sprøyten filtrert gjennom filteret. Pass på at hendene ikke kommer i kontakt med spissen på filteret, sprøyten eller innsiden av flaske/kork. Flaskene lukkes med kork og merkes F (filtrert). Det skal brukes engangshansker ved all berøring av flaske (iv) (prøven for kationer/metaller).

3.4 Filtrering

Prøver som skal analyseres for metaller og kationer skal filtreres gjennom et membranfilter med porestørrelse 0,45 µm for å fjerne partikulært stoff.

Det første vannet som passerer filteret skal ikke tas med i prøveflasken. Filtrering må utføres før konservering med syre (som skjer på laboratoriet etter innlevering av prøven). Dersom filtrering er vanskelig, kan det være nok med 10-20 ml prøve for ICP-AES/ICP-MS analyse. Dersom filtrering ikke er mulig, skal ikke prøven konserveres med syre (med mindre man kan begrunne at prøven ikke inneholder partikulært stoff).

Ved filtrering finnes det flere feilkilder en bør kontrollere:

- filteret kan lekke ut stoff

- adsorpsjon og ionebytte kan skje i filteret
- gjentetting av filteret under filtreringen kan forandre filterets egenskaper (feks. filterstørrelse)

Dersom det er høy konsentrasjon av jern i vannet, eller hvis jern eller assosierte tungmetaller er av stor betydning, bør det også analyseres en prøve med ufiltrert vann ettersom jernutfelling (med samtidig utfelling av tungmetall) kan forekomme i filteret. Her er det eneste tilfelle hvor man KAN surgjøre en ufiltrert prøve (prøven merkes U - ufiltrert).

Prøver for anionanalyser bør også filtreres (men dette er mindre kritisk enn for ICP-analyser).

Filtere er forbruksvarer. Det er akseptabel praksis å benytte ett filter for filterting av alle prøver fra et prøvetakingspunkt (dvs. IC-, ICP-AES/ICP-MS- og ammoniumprøver). Et nytt filter skal alltid benyttes for hvert nytt prøvetakingspunkt eller prøvetakingsdyp.

3.5 Konservering

Fra en vannprøve blir tatt og inntil den analyseres (transport og lagring) kan prøvens kjemiske sammensetning ha blitt forandret. Dette kan delvis forhindres ved å konservere prøven.

Årsakene til forandringene kan skyldes:

- utfelling
- adsorpsjon på prøveflaskens vegger
- adsorpsjon på partikulært materiale i prøven
- biologisk påvirkning

Det brukes HNO_3 til konservering av ICP-AES/ICP-MS prøven etter innlevering på laboratoriet. pH-verdien bør senkes til <2 og som tommelfingerregel tilsettes 5 dråper syre til 50 ml vannprøve. Surgjøringen hindrer utfelling eller adsorpsjon av metall på flaskeveggene.

Ufiltrerte prøver skal ikke surgjøres ettersom syren vil oppløse alle partiklene som er til stede.

Vær obs på at det ikke er lov å transportere konsentrert syre med fly i Norge. Det er derfor akseptabel praksis å tilsette syren til de filtrerte prøvene etter innlevering på laboratoriet. Prøven må imidlertid stå i minst 24 timer før analyse, slik at evt. utfelte / adsorberte metaller blir tatt opp i løsning på nytt.

Prøven til ammoniumanalyse, prøve (v), må konserveres med 40 μl konsentrert svovelsyre så snart som mulig etter prøvetaking. Syren doseres med hjelp av en pipette med engangs pipettespiss.

3.6 ICP-MS Analyse

Prosedyren for prøvetaking for ICP-MS analyser er i utgangspunktet den samme som for ICP-AES, men det stilles enda sterkere krav til renslighet. Det skal benyttes latex-hansker (uten pulver eller glidemiddel) under prøvetaking, og kvaliteten til syren som benyttes til konservering må kunne dokumenteres. Man skal alltid bruke ny syre for surgjøring av ICP-MS prøver.

4 Feltnmålinger

Det stilles samme krav til feltnmålinger som til "ferskt grunnvann", omtalt i seksjon 2.1. Før man tar en endelig avlesning, bør vannet ha en stabil temperatur, tilsvarende akviferens.

Elektrisk ledningsevne og pH bør også være stabile, selv om dette ikke vil være mulig i noen tilfeller hvor man har store naturlige variasjoner i grunnvannsmagasinet.

4.1 Temperatur

Temperatur skal måles i felt. Dette gjøres enten ved termometer eller termofølsom elektrode (installert på de fleste ledningsevne-målere).

4.2 pH

Under transport og lagring kan CO₂ avgasses. Dette kan medføre endringer i både pH og alkalitet, særlig i prøver med lavt ioneinnhold. Derfor bør pH og alkalitet måles i felt.

pH måles vanligvis med elektronisk pH-meter som må kalibreres i felt. Man bruker vanligvis to løsninger, enten pH= 4 og pH= 7 for sure vannprøver, eller pH= 7 og pH = 10 for alkaliske vannprøver. Husk at pH på bufferløsningen varierer med temperaturen. De fleste moderne pH-metre tar automatisk hensyn til dette under kalibreringen. Bufferløsningene skal lages ferskt av laboratoriet før hver feltreise (eller tas fra en ferdig-laget "batch" fra laboratoriet), eller man kan bruke tabletter som løses opp i destillert/avionisert vann i felt.

Kalibreringen bør kontrolleres før hver ny måling. Som minstekrav, bør kalibrering mot bufferløsninger finne sted i begynnelsen av hver feltdag, ved lunsjtid og ved slutten av dagen.

Ved rapportering av pH-målinger, oppgi alltid vanntemperatur.

pH- og temperatur-elektrodenes skylles med destillert/avionisert vann mellom hver ny prøve eller løsning. Ikke mål pH i vannprøvene som skal brukes til senere laboratorieanalyse da spor av konserverings- eller elektrodevæske kan forurense prøven.

pH/temperatur/Eh-målinger bør fortrinnsvis foregå i strømmende vann. Det er lurt å ta med en egen flaske hvor man foretar pH/Eh/temperatur-målinger; vann fra kranen eller pumpe-slengen renner ned i flasken slik at en gjennomstrømning av vann finner sted. Ved måling i kilder, kan målingen foregå direkte i vannet.

4.3 Alkalitet

Alkalitet måles i felt ved hjelp av en titrering med syre. Alkaliteten defineres som den mengden syre (i meq/l) som må tilsettes for å senke pH til en bestemt verdi. Aquamerck 11109 testkit for alkalitet, tillater måling av to typer alkalitet:

- p-alkalitet ved titrering til pH = 8.2 (fenolphthalein indikator). Dette er et grovt mål på karbonationer i løsningen (CO₃²⁻).
- t-alkalitet - titrering til pH = 4.3 (blandet indikator - metylgul-basert). Dette er et grovt mål på bikarbonat pluss karbonat (HCO₃⁻ + CO₃⁻).

Titreringsutstyret har en oppgitt nøyaktighet på ± 0,1 mekv/l.

Det er vanlig praksis å ta tre duplikatmålinger av alkalitet på vannprøven. Disse bør ligge innen 0,2 mekv/l av hverandre. Gjennomsnittet av målingene benyttes.

Dersom man måler alkalitet på meget ionefattig vann, kan man bruke en fortdynnet syreløsning. Syren, som leveres av Aquamerck, har en styrke på 0,1 ekv/l ($100 \text{ mekv/l} = 0,1 \text{ N}$). Laboratoriet kan forberede en løsning 0,02 eq/l ($20 \text{ meq/l} = 20 \text{ N}$) saltsyre (HCl). Om man bruker fortdynnet syre, ganger man den avleste målingen med en faktor på 5.

4.4 Ledningsevne

Ledningsevne måles på samme måte som pH, men det stilles ikke samme krav til feltkalibrering av utstyret. Det stilles også lignende krav til vedlikehold av ledningsevneelektroden. Kontroll av kalibrering foretas av NGUs laboratorium før hver prøvetakingsrunde.

4.5 Oksygenmetning

Oksygeninnholdet i vannet endres når vannet kommer i kontakt med luft. Det er derfor viktig å måle oksygenmetningen i felt straks det er pumpet opp fra brønnen eller kommer ut av kilden.

Oksygenmetningen måles vanligvis i mg/l med elektronisk O_2 – meter som må kalibreres før hver måling. Kalibreringen foretas mot vannmettet luft i et kalibreringskammer.

Når det skal måles oksygenmetning i vann som er pumpet opp fra brønner i fjell eller løsmasser ledes vannet til en målebøtte via en plastslange med utløpet nedsenket i vann for å unngå at luft blandes i vannet før måling. Av samme grunn må målinger i kilder foretas i punktet der vannet kommer fram i dagen.

Ved målinger av oksygenmetningen i vann fra brønner er det viktig å avpasse pumperaten slik at det ikke trekkes luft gjennom pumpa eller brønnfilteret.

Av hensyn til målesonden bør det ikke gjøres målinger i vann som har høy turbiditet.

5 Transport og lagring av prøver

Vannprøvene bør beholdes kjølig i felt. Dette kan oppnås ved:

- i. å lagre dem i kjøleskapet
- ii. å lagre dem i en kjølebag
- iii. å lagre dem utendørs (hvis det er kaldt)

Men prøvene bør ikke fryse. Frysing kan medføre sprekning av emballasjen og endringer i grunnvannskjemi. Forsøk på laboratoriet har påvist at frysing blant annet kan medføre at Si og Fe kan forsvinne fra løsning (f.eks. felles ut), selv fra surgjorte løsninger.

Unngå å transportere prøvene i passasjerdelen av bilen.

6 Ved ankomst på laboratoriet



Ved ankomst på laboratoriet skal prøvene registreres på standard skjema og få et unikt nummer og umiddelbart lagres på et kjølerom. Prøvene for metall-/kationanalyser (ICP-AES/ICP-MS) konserveres med syre.

Fysiske parametere



(data hentet fra Analysesenteret: <https://www.trondheim.kommune.no/moleusikkerhet/>)

Parameter	Referanse-standard	Måleområde	Måleusikkerhet
Partiell og total alkalitet	Intern metode basert på NS-ISO 9963-1	0.02-20	+/- 10%
pH	NS-EN ISO 10523:2012	2-12	+/- 0.4
Elektrisk ledningsevne	NS ISO 7888	0.1 - 19990	+/- 2%
Fargetall	NS-EN 7887, 2011	1-100	+/- 10%
Turbiditet	NS-EN ISO 7027	0.1-4000	<1 +/- 60% >1 +/- 20%

Anioner

 7491 TRONDHEIM Tlf: 73 90 40 00 Telefaks: 73 92 16 20		IC-analyse av anioner VANN Analysekontrakt nr. 2014.0121		 NORSK AKKREDITERING TEST 020			
INSTRUMENT:	Dionex Ionekromatograf ICS-1100						
METODE:	Metodeoppsettet er beskrevet i NGU-SD 3.4: IC-analyse av anioner						
NEDRE BESTEMMELSESGRENSER (LLQ) OG ANALYSEUSIKKERHETER (1 mg/l = 1 ppm):							
	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻ *	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
LLQ, mg/l:	0.05	0.1	0.1	0.1	0.25	0.4	0.2
INFO: laveste måleområde, mg/l	0.05 – 1.0	0.10 – 1.0	0.10 – 1.0	0.10 – 1.0	0.25 – 2.5	0.40 – 4.0	0.20 – 2.0
Usikkerhet (laveste måleområdet)	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %
INFO: høyeste måleområde, mg/l	1.0 - 2.0	1.0 - 8.0	1.0 - 8.0	1.0 - 8.0	2.5 - 20	4.0 - 20	2.0 - 20
Usikkerhet (høyeste måleområde)	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Oppgitte usikkerheter har dekningsfaktor 2 (2 standardavvik), noe som tilsvarer et konfidensintervall på 95 %							
*) NGU-lab er ikke akkreditert for NO ₂ ⁻							
PREISJON:	Det analyseres rutinemessig kontrollprøver som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.						

Kationer og metaller (ICP-AES)

 7491 TRONDHEIM Tlf: 73 90 40 00 Telefaks: 73 92 16 20		ICP-AES ANALYSER VANN ANALYSEKONTRAKTNR. 2014.0121		 NORSK AKKREDITERING TEST 020														
INSTRUMENT:	ICP-AES type Perkin Elmer Optima 4300 Dual View																	
METODE:	Metodeoppsettet er beskrevet i NGU-SD 3.1: ICP-AES -analyse av vann																	
NEDRE BESTEMMELSESGRENSER (LLQ) OG HØYESTE MÅLEOMRÅDE VED VANNANALYSE R																		
(For vannprøver som fortynnes blir deteksjonsgrensene automatisk omregnet) (1 mg/l = 1 ppm)																		
	Si	Al	Fe	Ti	Mg	Ca	Na	K	Mn	P	Cu	Zn	Pb	Ni	Co	V		
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		
LLQ	0.02	0.02	0.002	0.001	0.05	0.02	0.05	0.5	0.001	0.05	0.005	0.002	0.005	0.005	0.001	0.005		
Høyeste målegrense	5	50	50	5	100	100	250	20	5	10	5	5	5	5	5	5		
	Mo	Cd	Cr	Ba	Sr	Zr	Ag	B	Be	Li	Sc	Ce	La	Y	As	Sb	(Se)	(Sn)
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
LLQ	0.005	0.0005	0.002	0.002	0.001	0.002	0.005	0.02	0.001	0.005	0.001	0.02	0.005	0.001	0.01	0.005	0.01	0.01
Høyeste målegrense	5	10	50	5	5	5	1	5	5	5	5	5	5	5	20	5	10	10
ANALYSEUSIKKERHET:						NB! Analyse for Se og Sn leveres kun på forespørsel.												
i) Nedre måleområde (LLQ - 5*LLQ):																		
= 50 rel. %: As, Sb (Se, Sn) = 37.5 rel. %: K, Pb																		
= 25 rel. %: Ag, Al, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, La, Li, Mg, Mo, Mn, Na, Ni, P, Si, Sc, Sr, Ti, V, Y, Zn, Zr																		
ii) Øvre måleområde (> 5*LLQ):																		
= 20 rel. %: As, Sb (Se, Sn) = 15 rel. %: K, Pb																		
= 10 rel. %: Ag, Al, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, La, Li, Mg, Mo, Mn, Na, Ni, P, Si, Sc, Sr, Ti, V, Y, Zn, Zr																		
Oppgitte usikkerheter har dekningsfaktor 2 (2 standardavvik), noe som tilsvarer et konfidensintervall på 95 %																		
NB! I området LLQ - 2*LLQ kan usikkerheten overstige gitt verdi.																		
PREISJON:	Det analyseres rutinemessig kontrollprøver som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.																	

Metaller og sporstoffer med svært lave deteksjonsgrenser (ICP-MS)



7491 TRONDHEIM
Tlf: 73 90 40 00
Telefaks: 73 92 16 20

ICP-MS ANALYSE
VANN
ANALYSEKONTRAKTNR. 2014.0121



INSTRUMENT : Thermo Fischer Scientific "ELEMENT XR"

METODE: Metodeoppsettet er beskrevet i NGU-SD 3.11: ICP-MS -analyse av vann

NEDRE BESTEMMELSESGRENSER VED VANNANALYSE (LLQ)

(For vannprøver som tynnes blir deteksjonsgrensene automatisk omregnet)

Al*	As*	B*	Be*	Cd*	Ce*	Co*	Cr*	La*	Mo*	Ni*	Pb*	Rb*	Sb*	Se*
µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
2	0.05	5	0.01	0.03	0.01	0.02	0.1	0.01	0.2	0.2	0.05	0.05	0.01	1

Cs	Cu	K	Li	Th	U	V	Zn
µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
0.002	0.1	25	0.5	0.02	0.005	0.02	0.2

*) Akkreditering omfatter kun elementene Al, As, B, Be, Cd, Ce, Co, Cr, La, Mo, Ni, Pb, Rb, Sb, Se (1 µg/l = 1 ppb)

ANALYSEUSIKKERHET: i) Nedre måleområde (LLQ-5*LLQ): ± 50 rel. %: B, Cd, Se ± 37.5 rel. %: Al, As, Be, Ce, Co, Cr, La, Mo, Ni, Pb, Rb, Sb
ii) Øvre måleområde (> 5*LLQ): ± 20 rel. %: B, Cd, Se ± 15 rel. %: Al, As, Be, Ce, Co, Cr, La, Mo, Ni, Pb, Rb, Sb

Oppgitte usikkerheter har dekningsfaktor 2 (2 standard avvik), noe som tilsvarer et konfidensintervall på 95 %.

PREISJON: Det analyseres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontroll diagram (X-d iagram). Disse kan forevises om ønskelig.

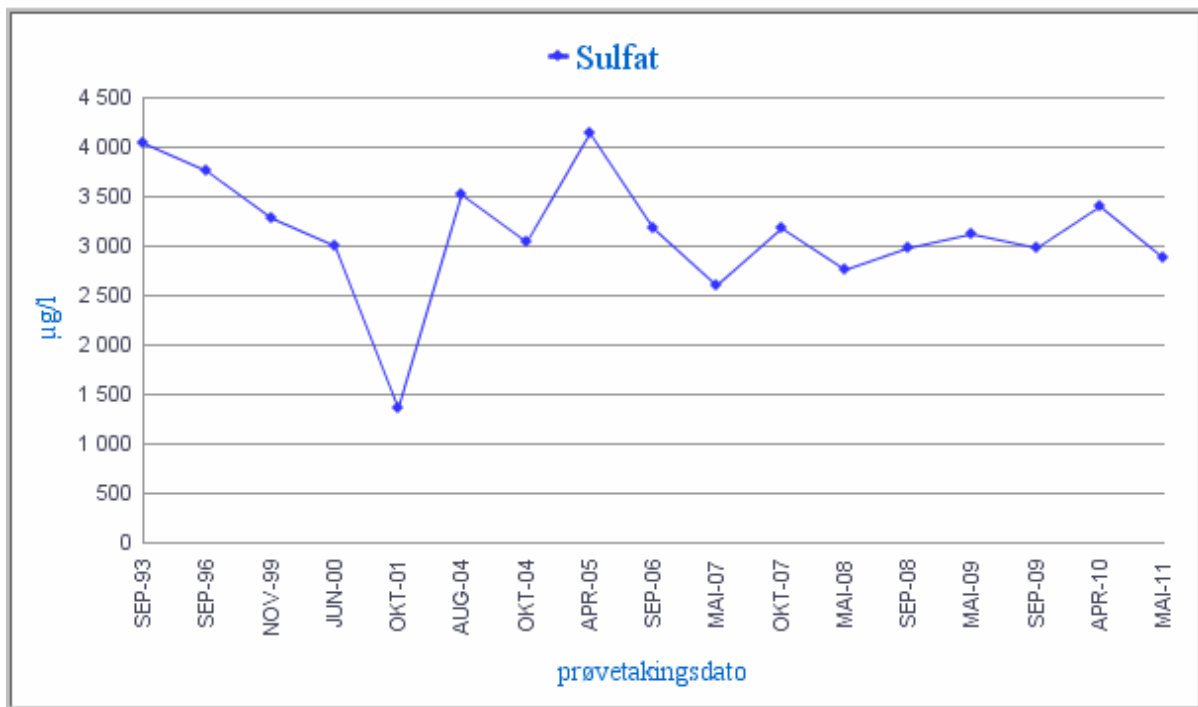
Under prøvetakingsrundene blir data fra feltmålinger samt metadata skrevet inn i et eget feltskjema. Ved hjemkomst lages en prøveliste basert på NGUs unike prøvenummer og på standard for stedfesting av lokaliteter og prøver.

Data og metadata fra feltskjemaene overføres til Excel-fil via en egen applikasjon.

Analysedata fra NGU-lab blir levert som trykte rapporter og som Excel-filer.
NGU lab er akkreditert og har sine egne kvalitetssikringsrutiner.

Dataene sjekkes for store avvik, og ionebalansefeil beregnes.
Dataene formateres/klargjøres i Excel for konvertering til NGUs Oracle database.

Fra Oracle kan dataene hentes inn via den nasjonale grunnvannsdatabase GRANADA (www.ngu.no/kart/granada , velg kart-tema LGN). Tidsseriene for utvalgte parametere vises i tabellform for hver stasjon eller som en kurve for enkeltparametere, se figuren nedenfor.



Variasjoner i sulfatkonsentrasjonen i grunnvann fra LGN-stasjon 24 Åstadalen slik det vises grafisk på Internet (www.ngu.no/kart/granada) .

Utvelgelseskriterier for LGN-stasjoner

Hovedhensikten med landsomfattende grunnvannsnett er

- å fremskaffe kunnskap om regionale og sesongmessige variasjoner i grunnvannets mengde og kvalitet og
- å tolke disse variasjonene på bakgrunn av geologiske, topografiske og klimatiske forhold.

Kriterier for utvelgelse av områder for bakgrunnsobservasjon av grunnvann:

Grunnbetingelser

- Uberørt av lokal menneskeskapt påvirkning
- Uberørt av overflatevann (selvmatende akvifer)
- Representerer en typisk geologisk, geografisk og klimatisk region

Praktiske aspekter

- Tilgjengelighet
- Sikkerhet for hærverk
- Grunneier – arealbrukskonflikter
- Synergieffekter med andre program

Utvelgelseskriterier for observasjon av grunnvannsnivå og grunnvannskvalitet trenger ikke nødvendigvis å være de samme, f.eks. vil grunnvannsnivået ikke påvirkes av veisaltning mens grunnvannsprøver like gjerne kan bli tatt fra en brønn i daglig bruk.

Fordeler med prøvetaking av kilder framfor brønner

- Integreert prøve fra akviferen
- Minimal risiko for forurensning fra brønnmateriale og prøvetakings utstyr (pumper og slanger)
- Minimalt behov for utstyr og erfaring ved prøvetaking

Kilder passer best der en prøvetar åpne akviferer uten altfor reduserende forhold. Erfaring så langt viser at grunnvann fra kildene i LGN generelt har samme hydrokjemiske modenhet som grunnvann fra brønner. For kilder i fjell kan dette skyldes overvekt av kalkbergarter. Utlufting av CO₂ gir høyere pH i løsmassekilder.



NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE
· NGU ·

Norges geologiske undersøkelse
Postboks 6315, Sluppen
7491 Trondheim, Norge

Besøksadresse
Leiv Eirikssons vei 39
7040 Trondheim

Telefon 73 90 40 00
E-post ngu@ngu.no
Nettside www.ngu.no