



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
- NGU -

NGU rapport 2016.039

Landsomfattende mark- og grunnvannsnnett (LGN)

Fortid og framtid etter 39
års drift





Rapport nr.: 2016.039	ISSN: 0800-3416 (trykt) ISSN: 2387-3515 (online)	Gradering: Åpen	
Tittel: Landsomfattende mark- og grunnvannsnett (LGN) – Fortid og framtid etter 39 års drift			
Forfattere: Anna Seither, Pål Gundersen, Øystein Jæger og Ola Magne Sæther		Oppdragsgiver: NGU	
Fylke:		Kommune:	
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 158	Pris: 250 kr
		Kartbilag:	
Feltarbeid utført: 1977 - 2015	Rapportdato: 01.02.2017	Prosjektnr.: 325800	Ansvarlig:
Sammendrag: Arbeidet med Landsomfattende mark- og grunnvannsnett, LGN, har siden oppstarten i 1977 vært et samarbeid mellom Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Norges geologiske undersøkelse (NGU). Grunnvannsføremønstre spredt over hele Norge overvåkes gjennom dette samarbeidet. NVE overvåker grunnvannsstand og grunnvannstemperaturer, mens NGU overvåker grunnvannskvaliteten. Denne rapporten oppsummerer NGUs aktivitet gjennom 39 år, og gir anbefalinger til videreutvikling og forbedringer. Det er så langt utført kjemiske analyser av 2239 vannprøver. Rapporten viser eksempler på trender, variasjoner og nivåer i grunnvannets kjemi. Det anbefales at man tar i bruk bedre statistikk-programvare, og lokalitetene kan også med fordel karakteriseres og kategoriseres bedre. Totalt kan dette gi grunnlag for å utarbeide mer detaljert statistikk og grafikk angående vannkvaliteten i ulike typer norsk grunnvann. Rapporten foreslår også tiltak for å tilgjengeliggjøre og brukertilpasse materialet ytterligere. Det anbefales å ta i bruk automatiske loggere for ledningsevne, temperatur og vannstand på utvalgte LGN-stasjoner. Prøvetakingen bør, som tidligere, legges langs faste kjøreruter og til fastlagte tider. For å overvåke trender/endringer i grunnvannets kjemi er det ønskelig med flere målinger pr. år, og det anbefales som et minimum at man gjenopptar årlige rutiner med én prøvetakingsrunde på våren og én prøvetaking om høsten. Norsk grunnvann er generelt av god kvalitet og nokså lite påvirket av menneskelig aktivitet. Det er generelt ionefattig og er på kationsiden dominert av <i>kalsium</i> , dernest <i>natrium/kalium</i> mens det inneholder relativt lite <i>magnesium</i> . Av anioner er <i>karbonatsystemet</i> (vanligvis HCO_3^-) dominerende, mens <i>sulfatisk-kloridiske</i> anioner som ventet ofte er mer framtrødende ut mot kysten. Det er funnet en tydelig nedgang i konsentrasjonen av sulfat på enkelte målestasjoner. Dette er antakelig en følge av en vesentlig reduksjon av sur nedbør i områdene rundt målestasjonene. EUs rammedirektiv for vann er innført i norsk lovgivning gjennom Vannforvaltningsforskriften. Her gis det føringer for overvåking av overflatevann og grunnvann. LGN gir referansedata/bakgrunnsdata for overvåking av belastede grunnvannsføremønstre. Det er ønskelig at alle data om grunnvannskjemi, inkludert data fra LGN, på sikt samles i en nasjonal database.			
Emneord:	Hydrogeologi	Grunnvann	
Overvåking	Vannkvalitet	Fagrapport	

Innholdsfortegnelse

1. Innledning og bakgrunn	1
1.1 Formål med LGN	1
1.2 Utvelgelseskriterier for LGN-stasjoner	2
1.3 Organisering og status av LGN	2
2. Metoder	4
2.1 Brønnbytte, prøvetaking og vannanalyse 1977-2015	4
2.1.1 Overvåkingsstasjoner.....	4
2.1.2 Kvantitativ overvåking	4
2.1.3 Prøvetaking og in-situ målinger	4
2.1.4 Vannanalyser	5
2.2 Kvalitetssikring, lagring og bearbeiding av data	5
2.2.1 Beregning av HCO_3^- konsentrasjon	5
2.2.2 Ionebalanse	6
2.3 Dataanalyse.....	6
2.3.1 Romlig interpolasjon av pH.....	6
2.3.2 Boxplot	7
2.3.3 Piper diagram.....	7
2.3.4 Indikasjon av kildebergart	8
2.3.5 Tidsserier	9
3. Resultater.....	11
3.1 Romlig interpolasjon av pH.....	11
3.2 Boxplot	13
3.3 Bestemmelse av grunnvannstyper med Piper diagram	13
3.4 Tidsserier for enkeltstasjoner.....	18
3.5 Generell tidsutvikling	21
3.5.1 Tidsvariasjon, vannstand og temperatur	21
3.5.2 Tidsvariasjon, vannkjemiske parametere.....	23
3.6 Kritisk gjennomgang av LGN og anbefalinger videre	26
3.6.1 Målinger i felt versus målinger på laboratoriet.....	26
3.6.2 Prøvetakingsfrekvens og -tidspunkter	28
3.6.3 Prøvetaking	30
3.6.4 Prøvelokaliteter.....	31
3.6.5 Analytiske metoder.....	31
3.6.6 Karakterisering og kategorisering av lokalitetene	31
3.6.7 Arbeidsdeling, samarbeid og ansvarsområder	31
4. Veien videre	32
4.1 Tilpasning til brukerbehov.....	32
4.2 Data, statistikk og figurbehandling.....	32
4.2.1 Utvidet bruk av statistiske metoder	32
4.3 Faglige prioriteringer.....	33

4.3.1	LGN og forurensinger	33
4.3.2	LGN og klima.....	34
4.3.3	Grunnvannsovervåking i Fennoskandia og prosjekt "INFORM"	34
5.	Konklusjoner	36
5.1	LGN-data: trender, nivåer, variasjon og kategorier.....	36
5.2	Oppsummering av foreslåtte metodiske tiltak	37
6.	Referanseliste	38
	Vedlegg	39
	Vedlegg 1: Protokoll for prøvetaking og feltmålinger.....	40
	Vedlegg 2: Feltskjema	46
	Vedlegg 3: Analysemetoder.....	47
	Vedlegg 4: Analysedata.....	49
	Vedlegg 5: Boxplot.....	65
	Vedlegg 6: Indikasjon av kildebergart.....	85
	Vedlegg 7: Tidsserier.....	89
	Vedlegg 8: LGN avtale med NVE.....	147
	Vedlegg 9: Piper diagrammer	150
	Vedlegg 10: Berggrunnsgeologisk kart og vanntyper	153
	Vedlegg 11: Kart fra grunnvannsovervåking i Fennoskandia	154

1. Innledning og bakgrunn

Landsomfattende mark- og grunnvannnett (LGN) har bestått i 39 år som et samarbeid mellom Norges geologiske undersøkelse (NGU) og Norges vassdrags- og energiverk (NVE). NVE har ansvaret for overvåking av grunnvannsnivå og temperatur, mens NGU er ansvarlig for å overvåke grunnvannets kjemiske kvalitet. Stasjonene er plassert med god geografisk spredning og overvåkingsnettet har gradvis blitt utvidet over tid. Mange grunnvannsbrønner og grunnvannskilder har nå blitt overvåket over flere tiår og 2339 vannprøver har blitt analysert.

Samarbeidsavtalen om LGN mellom NGU og NVE ble sist fornyet i april 2015, og prosjektet skal ifølge avtalen evalueres neste gang i 2019. Ut over dette skal det arrangeres samarbeidsmøter hvert år. Per dags dato er Anne Fleig ved NVE og Øystein Jæger ved NGU kontaktpersoner for LGN.

Hovedformål med foreliggende rapport er å

- gi en oversikt over utviklingen i arbeidet med LGN siden oppstarten.
- gi et innblikk i variasjoner av grunnvannskjemien og mulige tidstrender
- vurdere dagens organisering av LGN
- gi anbefalinger for veien videre

1.1 Formål med LGN

Grunnvann bør som alle naturressurser forvaltes kunnskapsbasert og bærekraftig. Dette innebærer bruk og beskyttelse med mål om å bevare grunnvannsressursenes volum og kvalitet i nåtid og for framtidige generasjoner. Grunnvann har avgjørende betydning som drikkevannskilde, til bevaring av kulturminner og for å sikre undergrunnens stabilitet i forhold til setningsskader og skred. Grunnvann og markvann har også stor betydning for biologisk mangfold og naturtyper. Myr- og våtmarksområder er eksempler på naturtyper som er spesielt avhengig av grunnvannsnivå. Tilsig av grunnvann sikrer også minstevannføring i vassdrag i perioder uten nedbør, men også når nedbøren faller som snø. I framtida vil det trolig bli økt press på grunnvannsressursene.

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. Overvåkingsområdene er derfor valgt med tanke på minimal menneskeskapt påvirkning fra lokale kilder og også minst mulig påvirkning fra vassdrag og overflatevann. LGNs primære oppgave har således vært å samle referansedata vedrørende grunnvannsforhold, og tilgjengeliggjøre disse for bruk i forskning, undervisning, forvaltning (f.eks. arealplanlegging) med mer. I henhold til den nyeste samarbeidsavtalen fra april 2015 er det en målsetning at LGN i framtida også skal være en viktig referanse for overvåking av potensielt *påvirkede* grunnvannsforekomster.

LGN data er benyttet i en rekke prosjekter. På 80-tallet inngikk tre av observasjonsområdene (Birkenes, Åmli, Evje) i det statlige programmet for overvåking av langtransportert forurensning, administrert av Statens forurensningstilsyn, SFT (i dag Klima- og forurensningsdirektorat). Det er publisert mange rapporter (nyeste: Jæger & Frengstad, 2014) og en vitenskapelig publikasjon (Caritat, 1995) som omhandler virkning av sur nedbør på grunnvannets kjemiske kvalitet basert på LGN data.

EUs rammedirektiv for vann (Vanndirektivet) ble i 2007 innført i norsk lovgivning gjennom Forskrift om rammer for vannforvaltningen (Vannforvaltningsforskriften). I 2010 ble også EUs datterdirektiv for grunnvann innlemmet i denne 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*.

I samarbeidet om LGN med NVE har NGU spesielt ansvar for:

- Innsamling og analyse av data vedrørende grunnvannskvalitet
- Lagring, bearbeiding og kvalitetssikring av data om grunnvannskvalitet

- Presentasjon og tilgjengeliggjøring av data om grunnvannskvalitet
- Formidling av LGN-data via Nasjonal database for grunnvann (GRANADA)

1.2 Utvelgelseskriterier for LGN-stasjoner

Som nevnt i forrige kapittel ble LGN etablert for å fremskaffe data om den naturlige variasjonen i grunnvannets nivå, temperatur og kjemiske kvalitet. Kriteriene for utvelgelse av områder og stasjoner oppfyller dermed følgende grunnbetingelser:

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

Praktiske aspekter som tilgjengelighet, sikkerhet mot hærverk, relasjon til grunneier og synergieffekter med andre program har påvirket utvelgelsen ytterligere. NVE har også valgt ut beliggenheten av mange stasjoner med tanke på modellering og varsling av tørke og flom.

Utvelgelseskriterier for overvåking av grunnvannsnivå og grunnvannskvalitet trenger ikke nødvendigvis å være sammenfallende. Grunnvannsnivået blir f.eks. ikke påvirket av veisaltning slik som vannkjemien kan bli. Grunnvannsprøver for måling av grunnvannskvalitet kan på den annen side like gjerne tas fra brønner i daglig bruk, men i dette tilfellet vil nivåmålingene være påvirket.

Prøvetaking og overvåking av grunnvann fra kilder kan ha noen fordeler framfor målinger av grunnvann i brønner:

- man får en integrert prøve fra akviferen;
- det er minimal risiko for forurensning fra brønnmateriale og prøvetakingsutstyr (pumper og slanger);
- det er minimalt behov for utstyr og erfaring ved prøvetaking;
- vanntemperatur kan måles direkte og blir dermed ikke påvirket av selve pumpingen

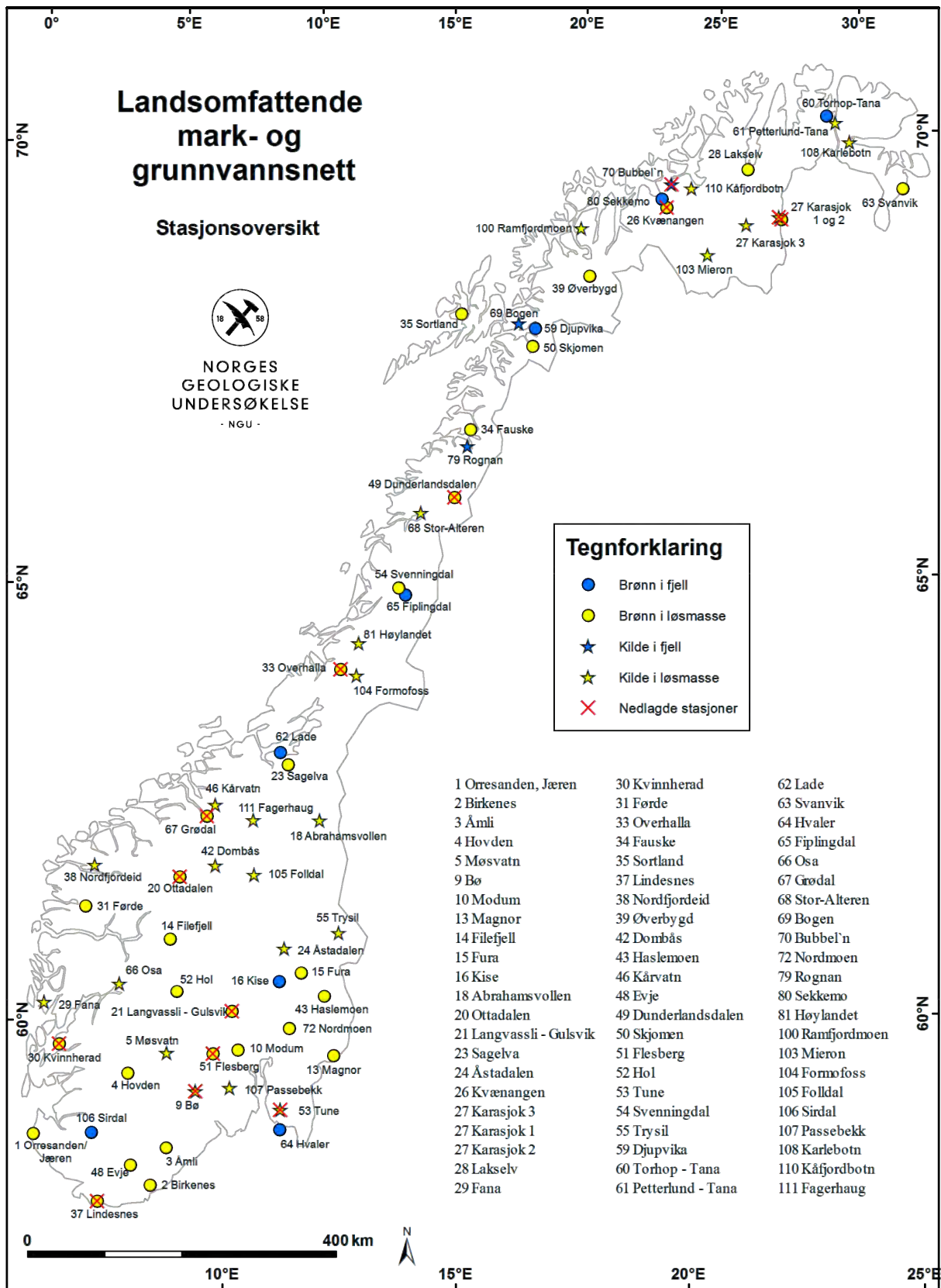
Erfaring så langt viser at grunnvann fra kildene i LGN-nettverket generelt har samme hydrokjemiske modenhet som grunnvann fra brønnene.

1.3 Organisering og status av LGN

Arbeidet med LGN har altså allerede fra starten i 1977 vært et samarbeid mellom Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Norges geologiske undersøkelse (NGU). NVE har hatt ansvaret for innsamling av data om grunnvannets temperatur og nivå. Disse data inngår blant annet i prognoseverktøy for flom, tørke og kraftproduksjon. NGU har hatt ansvaret for overvåking av grunnvannets *kjemiske* kvalitet og kan, blant annet, bidra med referansedata til basisovervåkingen for EUs rammedirektiv for vann (Vanndirektivet). Samarbeidsavtalen (se vedlegg 8) om drifting av LGN, mellom NVE og NGU, ble fornyet i 2015.

Fra starten ble det valgt lokaliteter som er egnet både for overvåking av vannkjemi og av grunnvannsnivå. Fra 2003 har overvåkingsbehovene for NVE og NGU gradvis endret seg, noe som har gjenspeilt seg i etableringen av nye stasjoner. Ved NGU er kjemisk prøvetaking i fokus og de fleste nye stasjonene som NGU inkluderte i prøvetakingsrundene etter år 2003 er grunnvannskilder. Samtidig ble gamle jernbrønner byttet ut med PEH-brønner for å unngå metallforurensning av grunnvannet som prøvetas (se kapittel 2.1.1). NGUs stasjonsnett for overvåking av grunnvannets kjemiske kvalitet har siden 2005 blitt betydelig utvidet og oppgradert. Dette har forbedret den geografisk spredningen av observasjonsområdene.

Kartet i Figur 1 viser alle LGN stasjoner som per i dag blir overvåket av NGU (52 områder), eller som har blitt overvåket tidligere.



Figur 1: Oversiktskart over LGN-stasjonene hvor vannkvaliteten blir eller har blitt overvåket av NGU .

2. Metoder

2.1 **Brønnbytte, prøvetaking og vannanalyse 1977-2015**

Som nevnt i innledningen ble LGN opprettet for snart 40 år siden og for flere av stasjonene eksisterer det nesten fullstendige dataserier fra 1977 fram til i dag. I løpet av disse årene er det gjort noen nødvendige endringer i stasjonsnettet, bl.a. som følge av arealbruksendringer. I 2003 ble også prøvetakingsopplegget evaluert og justert. Frengstad et al. (2006) beskriver oppgraderingene i detalj.

2.1.1 Overvåkingsstasjoner

Da overvåkingsnettverket ble etablert, ble vannprøvene tatt fra grunnvannskilder og/eller sandspisser i løsmasser. Sandspissene var laget av et galvaniserte jernrør med slisser og messingfilter på utsiden. Et uslisset jernrør førte videre opp til overflaten (Jæger et al. 2006).

Ved en vurdering av vannkjemien i 1987 ble det påvist unormalt høye konsentrasjoner av sink i mange av vannprøvene. Det ble konstatert at sink ble utløst fra sandspissene, noe som bidro betydelig til summen av kationer i vannprøvene (Henriksen et al. 1998). Graden av kontaminering var avhengig av kontakttiden mellom vann og brønnmaterialet, og i brønner med høy kapasitet kunne 15 minutters pumping før prøvetaking være tilstrekkelig til å få en tilfredsstillende vannprøve. I brønner med lav kapasitet kunne imidlertid vannet ha vært i kontakt med brønnspissen i flere uker, og dette har utvilsomt påvirket noen av målingene fra denne tiden (Jæger et al. 2006).

Med økende interesse rundt vannkjemien og nye analyseinstrumenter som tillot analyser med veldig lave deteksjonsgrenser ble brønnrør av jern etter hvert vurdert til å være lite egnet for overvåking av grunnvann. Jernbrønnene ble derfor fra år 2000 byttet ut én etter én med brønner av rustfritt stål eller PEH (**polyetylen - high density**), alternativt med nærliggende kilder. Kilder har blitt foretrukket for overvåking av grunnvannskvalitet ved etablering av nye LGN-stasjoner i årene etter 2005.

2.1.2 Kvantitativ overvåking

Norges vassdrags og energidirektorat (NVE) har pr. mars 2014 stått for overvåkingen av grunnvannstand (83 målepunkter fordelt på 73 måleområder). I tillegg måler NVE jordtemperatur, markfuktighet og teledyp i 18 måleområder. Samtlige NVE-stasjoner har i løpet av årene blitt utstyrt med loggere for måling av trykk (vannstand) og temperatur. De fleste stasjonene har automatisk overføring av data. En status over dette arbeidet er gitt i egen NVE-rapport (Haga 2014).

2.1.3 Prøvetaking og in-situ målinger

Ved oppstart av LGN ble grunnvannet prøvetatt 1-3 ganger pr. år, noen steder så mye som 16 ganger pr. år. Dette har blant annet sammenheng med behov innen andre prosjekter, som for eksempel "Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør" i regi av Klima- og forurensingsdirektoratet (tidligere Statens forurensingstilsyn). Fram til 2003 ble de fleste stasjonene betjent av lokale observatører.

I årene 2005 til 2009 og i 2012 har NGU prøvetatt to ganger i året – én prøvetakingsrunde på våren for å se effekten av snøsmeltingen og én prøvetakingsrunde på høsten når situasjonen har vært mer stabil. På grunn av budsjettkutt ble prøvetakingen etter 2012 redusert til kun én runde på våren.

De reviderte prøvetakingsrutinene fra 2011 (versjon 1.5) er gjengitt i vedlegg 1. Dokumentet spesifiserer blant annet prosedyrene for prøvetakingen, herunder feltmålingene og pumpetider før prøvetaking. Disse rutinene har bidratt betydelig til at det fra og med 2003 er tatt gode, representative vannprøver. Målinger og observasjoner i felt blir registrert i et standard feltskjema (vedlegg 2) som digitaliseres etter fullført feltarbeid.

Det er noe usikkerhet knyttet til hvordan prøvene ble tatt før disse rutinene kom på plass. Vi vet ikke sikkert om alle operatører var like nøye med pumpetid og renslighet i omgang med prøvetakingsutstyret og flaskene. Vi vet derimot at prøvene *ikke* ble filtrert i felt. Før 2003 tok man 0.5 L flasker med råvann som senere ble filtrert og konserverte på laboratoriet. Dette kan ha påvirket analyseresultatene til en viss grad.

2.1.4 Vannanalyser

Fra 1990 ble vannprøvene analysert på NIVA lab. Fra 1991 har prøvene blitt analysert på NGU lab.

Vannanalysene har hittil omfattet følgende fysiske parametre: alkalitet, pH, elektrisk ledningsevne, fargetall og turbiditet. Anionene blir kvantifisert med ionekromatografi (IC) og kationene med ICP-AES. Fra 2005 ble prøvene i tillegg analysert for kationer med ICP-MS.

Fra og med 2013 er alle fysikalske analyser utført ved Analysesenteret i Trondheim.

En oversikt over analysemetoder og deteksjonsgrenser er gjengitt i vedlegg 3.

2.2 Kvalitetssikring, lagring og bearbeiding av data

Under prøvetakingsrundene blir data fra feltmålingene 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 feltskjema 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.

Data sjekkes for store avvik, og ionebalansefeil beregnes og vurderes. Deretter formateres/klargjøres de i Excel for konvertering til NGUs Oracle database. Fra Oracle kan de deretter hentes inn via den nasjonale grunnvannsdatenbanken GRANADA (www.ngu.no/kart/granada) under kart-tema LGN. Tidsseriene for utvalgte parametere vises i tabellform for hver stasjon eller som kurver for enkeltparametere.

For å kunne bruke LGN-data i ulike statistiske analyser, er konsentrasjoner under deteksjonsgrensen satt til halve verdien. I forbindelse med foreliggende rapport, som omhandler alle analysedata siden oppstart av LGN, har det vært nødvendig med flere justeringer.

Tidsseriene er, som beskrevet over, veldig heterogene for de forskjellige stasjonene; brønnrørene har bestått av ulike materialer og prøvetakings- og analysemetoder har variert over tid. Dette lar seg håndtere når tidsseriene vises i sin helhet. Men om alle data tas med vil det ved beregning av gjennomsnittskonsentrasjoner og figurer (som for eksempel boksplo) kunne føre til feil vektning av dataseriene fra de ulike årene. Dette er problematisk. For å få mer sammenlignbare datasett ble seriene trimmet før figurbehandling slik at de bare inneholdt data fra perioden 2010-2015 eller bare data fra enkelte måneder. Data fra stasjoner med ekstremt korte serier ble fjernet fra datasettet. En tabellarisk oversikt over stasjonene med median, gjennomsnitt og standardavvik for årene 2010-2015 er gitt i vedlegg 4.

Både NGUs og NVEs historiske datasett inneholder en del feil som det bør ryddes opp i. Åpenbare feil som følge av kalibreringer av loggere o.l. og uteliggere bør fjernes fra rådatafilene slik at de samme feilene ikke dukker opp igjen hver gang datamaterialet skal bearbeides og oppdateres. For dette finnes i dag ingen faste rutiner.

2.2.1 Beregning av HCO_3^- konsentrasjon

Alkalinitet er et mål for bufferkapasiteten i vann, altså evnen til å motstå pH-endringer. I de fleste naturlige overflatevann og grunnvannsforekomster dannes vannets alkalinitet i hovedsak gjennom utløsning av karbonatmineraler. Denne reaksjonene er igjen avhengig av tilført CO_2 fra atmosfæren eller

bakteriell aktivitet i umettet sone. To specier i karbonatsystemet (HCO_3^- og CO_3^{2-}) bidrar til alkalinitet i vannet. De relative proporsjonene er avhengig av pH og temperatur. Ved nøytral pH dominerer HCO_3^- .

En omtrentlig beregning av HCO_3^- kan derfor gjøres ved hjelp av den totale alkaliniteten $t\text{Alk}$ ($K_{S\ 4.3}$ = syrekapasitet til pH 4.3) og molekylmassen til HCO_3^- .

$$t\text{Alk} \approx [\text{HCO}_3^-] \left[\frac{\text{mmol}}{\text{l}} \right]$$

$$\text{Molekylmasse } M(\text{HCO}_3^-) = 61.02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$[\text{HCO}_3^-] \text{ angitt i } \frac{\text{mg}}{\text{l}} \approx t\text{Alk} * 61.02$$

Resultatene er vist i tabell i vedlegg 4, side 6.

2.2.2 Ionebalanse

I alt naturlig vann vil det være like mye positiv ladning (fra kationer) som negativ ladning (fra anioner). Ionebalansen beskriver om de analysene en har gjort for hovedanioner og -kationer er i overensstemmelse med denne naturgitte loven.

For hver vannprøve analysert i tidsperioden 2010-2015 ble det beregnet ionebalanse etter ligningene vist nedenfor. Når forskjellen er <5% regnes det som tilfredsstillende. Avvik kan for eksempel skyldes den forenklete beregningen av HCO_3^- basert på alkalinitet. Alternativt kan diverse andre ioner, som ikke inngikk i de beskrevne formlene, spille en uvanlig viktig rolle enkelte steder.

$$\Sigma \text{ anioner } \left(\frac{\text{mekv}}{\text{L}} \right) = \frac{[\text{HCO}_3^-] \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{61 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} * 1 + \frac{[\text{Cl}^-] \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{35.5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} * 1 + \frac{[\text{NO}_3^-] \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{62 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} * 1 + \frac{[\text{SO}_4^{2-}] \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{96 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} * 2$$

$$\Sigma \text{ kationer } \left(\frac{\text{mekv}}{\text{L}} \right) = \frac{[\text{Ca}^{2+}] \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{40.08 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} * 2 + \frac{[\text{Mg}^{2+}] \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{24.31 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} * 2 + \frac{[\text{Na}^+] \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{23 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} * 1 + \frac{[\text{K}^+] \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{39.1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} * 1$$

$$\text{Ionebalanse} = \left| \frac{\Sigma \text{ kationer} - \Sigma \text{ anioner}}{\Sigma \text{ kationer} + \Sigma \text{ anioner}} \right| * 100$$

For foreliggende rapport ble det beregnet gjennomsnitt og medianverdi for ionebalanse-avvikene av hver lokalitet. Resultatene er vist i tabell i vedlegg 4, side 3.

2.3 Dataanalyse

2.3.1 Romlig interpolasjon av pH

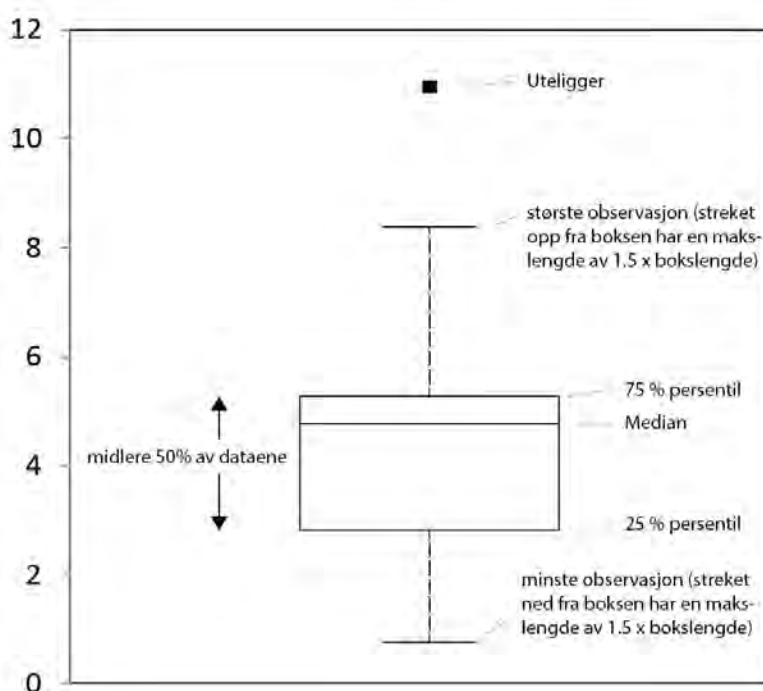
LGN-stasjonene har god geografisk spredning over hele Norge og mange av lokalitetene har blitt overvåket over lang tid. Dataene gir dermed et godt overblikk over vannkjemien til norsk grunnvann. Medianverdier av hele tidsserier er interpolert i ArcGIS med metoden IDW (Inverse Distance Weighing). Datapunktene har en god spredning, men man skal ha i bakhodet at det tross alt er få punkter (66 stasjoner) som inngår i interpolasjonen. Den angitte normalverdien for hvor mange omkringliggende punkter som skal inkluderes i IDW er 12, men for dette er data-tettheten av LGN-stasjoner ikke høy nok. Kartet som vises i kapittel 3.1 baseres på en interpolasjon av bare 3 andre punkter.

2.3.2 Boxplot

Et boxplot gir mulighet til å få et raskt overblikk over variasjonen i datasettet og dens grunnleggende statistiske egenskaper median, nedre kvartil, øvre kvartil, minimum og maksimum. Derfor ble utvalgte parametere og elementer fra stasjoner som fortsatt overvåkes i dag sammenstilt og presentert i boxplot. For å unngå vektning av eldre data, der prøvetakingsfrekvensen var mye høyere enn i dag, ble det bare brukt data fra 2010-2015. IBM SPSS Statistics 24 ble benyttet for å lage figurene.

Et boxplot viser dataene fra en stasjon på en kompakt måte, uten at informasjonen om skjevhet eller uteliggere går tapt. Boxplot gjør det lett å sammenligne data fra forskjellige stasjoner med hverandre. Som vist i Figur 2 består et boxplot av en boks og en strek oppover og en strek nedover. Boksen inneholder 50% av observasjonene; fra 25% persentilen til 75% persentilen. I boksen markerer en horisontal strek medianverdien. Streken oppover og nedover har en maksimal lengde av 1.5 ganger bokslengden (interkvartil område). Verdier som ligger utenfor dette området kalles uteliggere og markeres individuelt.

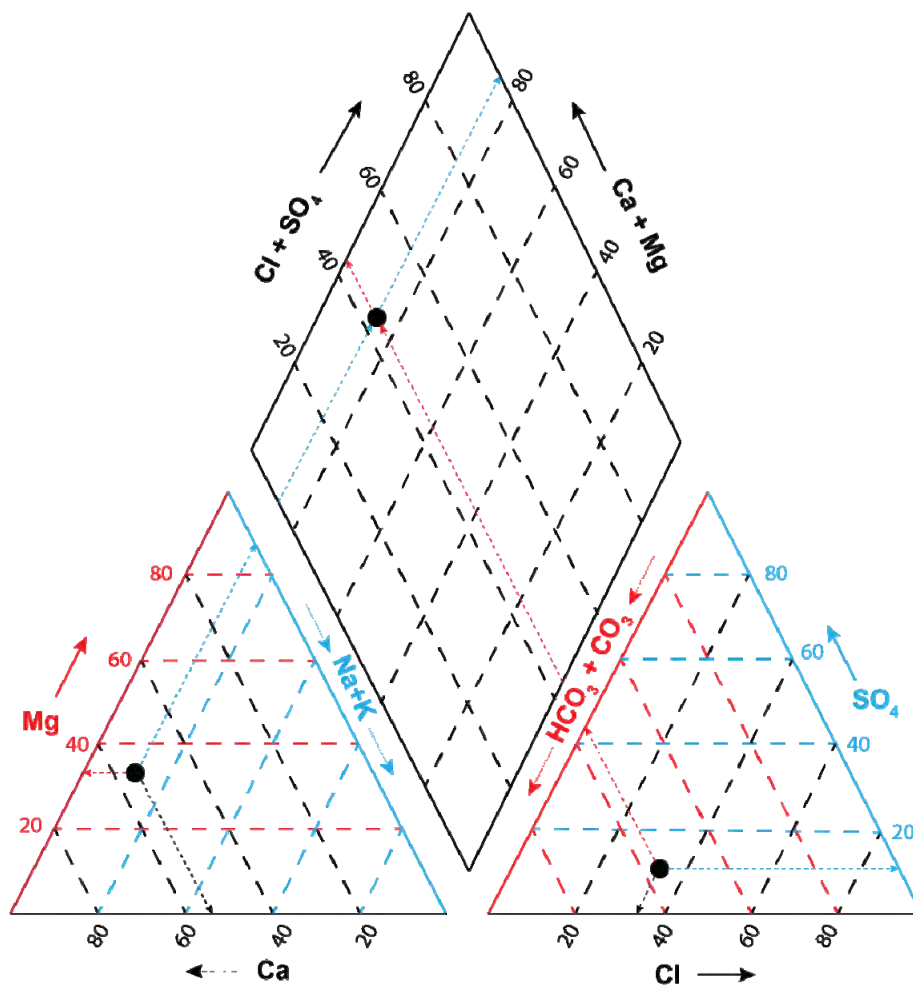
Resultater er vist vedlegg 5.



Figur 2: Statistisk informasjon beskrevet i boxplot.

2.3.3 Piper diagram

Piperdiagrammer ble utviklet av Piper (1944). Det er i dag en vanlig grafisk metode som brukes internasjonalt for å visualisere sammensetningen av hovedanioner og -kationer i vann på en forenklet måte. Diagrammet er en kombinasjon av en anion trekant, en kation trekant og en rombe som inneholder både anioner og kationer. Romben og de to trekantene kan brukes for karakterisering av vann typer. Ionekonsentrasjoner angitt i mg/l blir gjort om til ekvivalenskonsentrasjon i mmol/l. Konsentrasjonene av anioner og kationer blir deretter gjort om til ekvivalens-prosent, altså sett i forhold til 100 % anioner eller kationer. Figur 3 viser oppbyggingen av et piper plot og gir et eksempel på hvordan en vannprøve av en gitt sammensetting plotter som tre punkter i diagrammet.



Figur 3: Eksempel på Piper diagram. For å tydeliggjøre hvilke støttelinjer som tilhører de forskjellige aksene er linjene fargesatt. Kationene i denne vannprøven er dominert av kalsium ($\approx 55\text{ekv}\%$), magnesium ($\approx 33\text{ekv}\%$) og natrium + kalium ($\approx 12\text{ekv}\%$). Anionene er dominert av bikarbonat + karbonat ($\approx 56\text{ekv}\%$), klorid ($\approx 33\text{ekv}\%$) og sulfat ($\approx 11\text{ekv}\%$).

Piper diagrammer kan brukes til å kategorisere en prøve innen en bestemt vanntype, og vurdere om vannkjemien i hovedsak er bestemt av nedbør, utløsning av mineraler, ulike ionebytteprosesser eller en blanding av disse. Piper diagrammene i rapporten er laget ved hjelp av programvaren AquaChem. Totalmengden av hovedioner legges ikke til grunn under klassifiseringen, bare den prosentvise sammensetningen.

Resultatene vises i kapittel 3.3.

2.3.4 Indikasjon av kildebergart

Grunnvannets kjemiske sammensetning er hovedsakelig bestemt av ioner som løses ut når nedbøren infiltrerer i jordsmonnet og i fjellsprekker, av sjøsalter og av eventuell forurensning transportert i nedbøren. Den kjemiske sammensetningen av grunnvann er, på grunn av lang kontakttid, derfor i større grad enn for overflatevann bestemt av egenskapene til undergrunnen.

Hounslow (1995) har utviklet metoden "Source-rock deduction". Denne metoden gir indikasjoner på hvilke prosesser og mineraler som har vært med å forme sammensetningen av en vannprøve. Metoden er nyttig både for å kontrollere analysene og for å indikere kildebergart, der denne ikke er kjent fra før. Framgangsmåten baserer seg på en analyse av massebalansene. I følge Hounslow (1995) skal man være forsiktig med å anvende denne metoden for vann med en pH lavere enn 5-6. Vann fra lokalitet Birkenes har en median pH verdi under 5 og sju lokaliteter har en median pH verdi mellom 5 og 5.9. Alle andre lokaliteter er imidlertid innenfor grensene og vannkjemien anses som egnet for å gjennomføre metoden.

- Trinn 1: Konsentrasjoner angitt i mg/l konverteres til mekv/l (milliekvivalenter per liter). Dette gjør konsentrasjonene for de ulike forbindelsene lettere å sammenligne med hverandre. Silisium, som eksisterer som nøytralt kompleks, konverteres til mmol/l.
- Trinn 2: Beregn ionebalansen.
- Trinn 3: Sammenlign klorid og natrium. De relative forholdene indikerer om sammensetningen av vannet er dominert av nedbør, oppløsning av mineraler som halitt (natriumklorid) eller albitt (natriumfeltspat), ionebyttereaksjoner, analysefeil eller påvirkning av sjøvann.
- Trinn 4: Sammenlign sulfat og kalsium. De relative forholdene indikerer om sammensetningen er dominert av dannelsesprosessene: oppløsning av gips eller karbonat, pyritt oksidasjon, ionebyttereaksjoner eller utfelling av CaCO_3 .
- Trinn 5: Sammenlign bikarbonat og silisium. De relative forholdene indikerer om vannet er mest påvirket av karbonat- eller silikatforvitring.
- Trinn 6: Sammenlign silisium med Na^+ , K^+ og Cl^- . Natrium i større konsentrasjoner enn klorid antas å stamme fra albitt-forvitring eller ionebyttereaksjoner. Kalium antas å komme fra forvitring av biotitt. Dersom andre Fe-Mg inneholdende mineraler er tilstede finnes det betydelig mer silisium enn natrium + kalium.
- Trinn 7: Sammenlign magnesium og kalsium. De relative forholdene indikerer om vannet er påvirket av dolomitt forvitring, granitt forvitring, Fe-Mg inneholdende mineraler osv.

Som en del av arbeidet med denne rapporten har bergartene ved selve målestasjonene blitt identifisert v.h.a. NGUs berggrunnskart (se vedlegg 4, side 2). Det er så langt ikke gjort noen grundigere karakterisering av nedbørsfeltene til LGN-stasjonene, men tabellen som viser resultatene for kildebergartsanalysen i vedlegg 6 gir et grunnlag for videre arbeid.

2.3.5 Tidsserier

En av de viktigste begrunnelsene for å opprette og drifte LGN er å avdekke og å beskrive tidstrender. Slike trender kan f.eks. være tidsforskyvinger fra nedbør til endringer i grunnvannkjemi, årstidstrender eller langsiktige endringer som følge av klimaendringer eller sur nedbør. I kapittel 3 er det vist eksempler på slike viktige tidstrender. I kapittel 5 er det gitt anbefalinger om tilrettelegging for ytterligere publisering og bruk av LGN-data.

2.3.5.1 Tidsserier for enkeltstasjoner

Figurene i kapittel 3.4 viser vannkjemiens variasjon over tid for noen av stasjonene (pH, ledningsevne, hovedanionene SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- og hovedkationene Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ og K^+). For pH og ledningsevne er det brukt målinger fra laboratoriet, selv om feltmålinger også finnes i datamaterialet. NVE har automatiske loggere for temperatur og vannstand ved mange av stasjonene. Med mindre annet er oppgitt er det data fra NGU som blir gjengitt i kapittel 3.

Ved mange stasjoner ble det opprinnelig benyttet brønner med brønnrør og sandspisser av jern for prøvetaking av grunnvannet. Som nevnt ble disse brønner etter hvert byttet ut med nye, nærliggende brønner med materialer i rustfritt stål eller PEH. I tidsseriene for enkeltstasjonene ble alle tilgjengelige data brukt, selv om vannet har blitt prøvetatt fra ulike brønner. Overgangen fra en type brønn til en annen type brønn er markert og diskutert i kapittel 3

Tidsseriene er vist i vedlegg 7. Serier for noen utvalgte LGN-stasjoner er også diskutert i kapittel 3.4.

2.3.5.2 Generelle tidsserier

En sentral del av LGN-prosjektet er å overvåke og avdekke eventuelle megatrender i enkelte regioner eller norsk grunnvannskjemi generelt. Hvis man skal kunne gjøre dette må et større antall stasjoner samlet sett vise en tydelig trend over tid. For å synliggjøre eventuelle slike trender har vi innledningsvis standardisert ("z-score") eller normalisert alle enkeltmålingene i datasettet.

I likning 2 nedenfor beskrives matematisk z-score, men følgende eksempel gjør verdien enklere å forstå:

"Z-score". Ta et tenkt eksempel fra LGN-stasjon Birkenes: Hvis vi antar at gjennomsnittlig $[Ca^{2+}]$ over tid er **10 mg/L** og standardavvik er **2 mg/L** for denne stasjonen:

*En måling i mai 2008 på 16 mg/L vil da få Z-score 3 fordi den ligger 3 standardavvik over gjennomsnitt
En måling i mai 2014 på 8 mg/L vil da få Z-score -1 fordi den ligger 1 standardavvik under gjennomsnitt
En måling i mai 2011 på 10 mg/L vil da få Z-score 0 fordi den ligger nøyaktig på gjennomsnittet*

Jo lengre fra null, desto mer ekstremt i forhold til gjennomsnitt for lokaliteten.

Videre har vi tatt *gjennomsnitt* for enkeltlokalitetenes Z-score, slik at de representerer flere eller alle LGN-stasjoner. Disse er plottet for hvert år i et boxplot (se figurene i kapittel 3.5.2). Disse nye gjennomsnittene er vist som en strek inne i boksene. Hvis denne streken ligger høyere enn null vil altså majoriteten av LGN-data for de utvalgte LGN-lokalitetene, for dette året ligge over gjennomsnittet på lang sikt.

Hvis plottene over tid viser en klar økning eller nedgang kan det bety at *grunnvannet i Norge, eller i denne type grunnvannsføremster, er i endring*. Plottene i kapittelet viser altså noen mulige langtidstrender, men man kan ikke se av figurene om det er snakk om en signifikant utvikling. Statistiske metoder for å avdekke trender i norsk grunnvanns kjemi, temperatur og vannstand er diskutert videre i kapittel 4.2.

LGN er prøvetatt på ulike årstider gjennom tidene. Når på året målingene er foretatt vil selvsagt også påvirke hvilket gjennomsnitt en får for et år. Vi har derfor under databehandling for de generelle langtidstrendene valgt å *kun* bruke målinger for mai. Alternativt april eller juni hvis det ikke finnes data fra mai. Nedenfor beskrives hvordan de standardiserte verdiene er beregnet.

Trender i grunnvannstand og -temperatur (NVEs data):

Grunnvannets vannstand og vanntemperaturer (se kapittel 3.5.1) ble normalisert ved hjelp av formelen:

- (1) Normalisert verdi = Målt enkeltverdi - gjennomsnitt for lokaliteten,
(for denne parameteren, for alle LGN prøvetakinger)

Formelen gir hvor mange °C (eller meter) en enkeltverdi ligger fra LGN-stasjonens gjennomsnittlige temperatur (eller vannstand).

Trender i vannkjemi (NGUs data):

For å få oversikt over generelle trender for vannkjemi (kapittel 3.5.2) ble dataene for hver av stasjonene standardisert.

Vannkemiske data ble standardisert v.h.a. formelen

$$(2) \text{ "Z-score" } = \frac{\text{Målt verdi} - \text{median for lokalitet}}{\text{standardavvik for lokalitet}}$$

Z-score representerer en enkelt måleverdis avvik fra tidsgjennomsnittet for lokaliteten, målt i antall standardavvik den avviker fra dette gjennomsnittet. Standardavviket er regnet fra samme tidsserie. Z-score gjør det enklere å se generelle trender da alle lokaliteter får samme gjennomsnitt (0) og kan legges inn i samme figur.

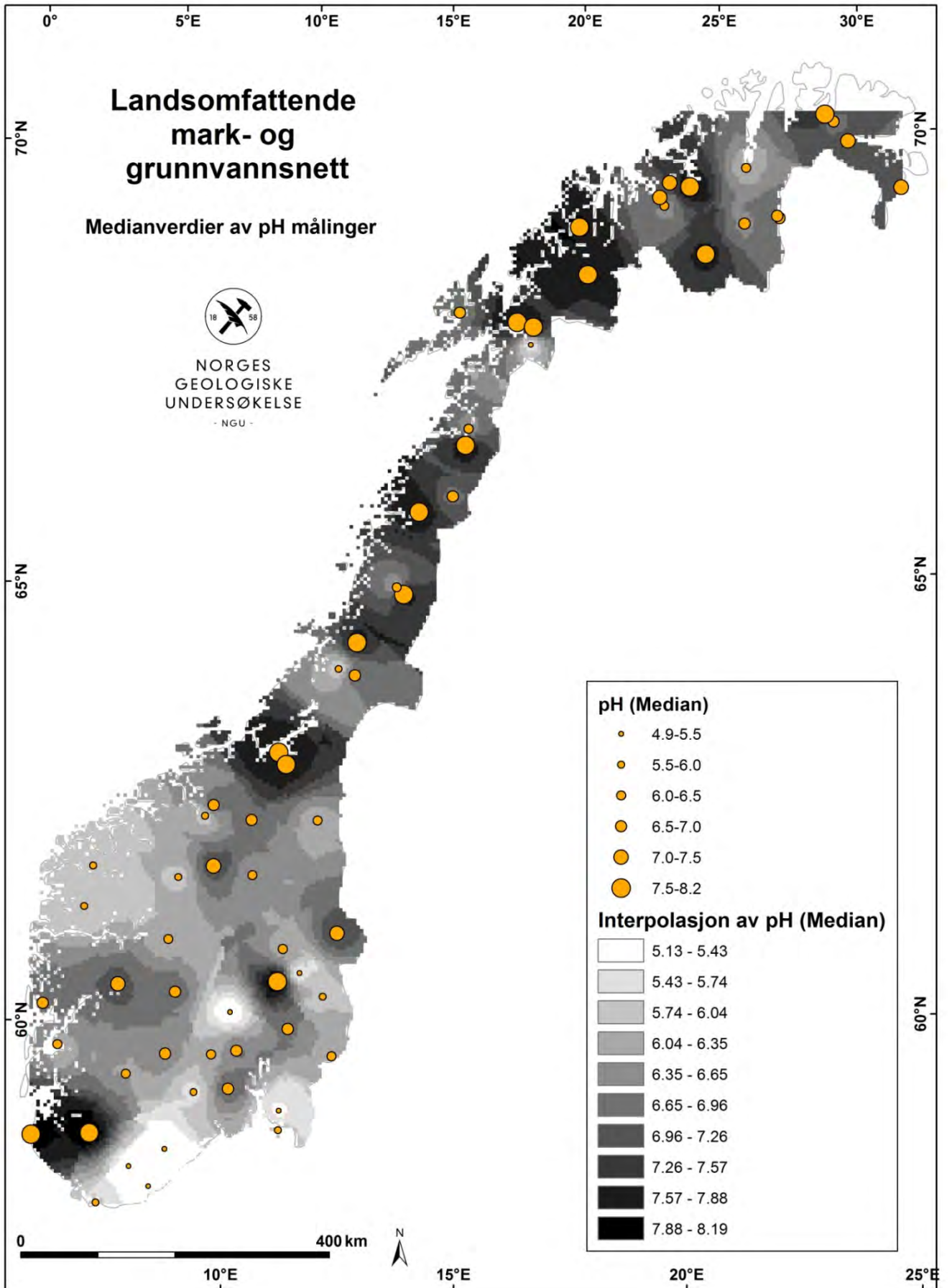
I mange av figurene blir alle lokalitetens Z-score for ett og samme år satt inn i et boxplot (se kapittel 3.5.2). Der det er få verdier over deteksjonsgrensen for en parameter (mindre enn 5) har alle verdiene for denne lokaliteten blitt utelatt.

("Z-score" er satt i anførselstegn da det vanligvis benyttes aritmetisk gjennomsnitt i stedet for median i formelen, uten at dette har noen større praktisk betydning).

3. Resultater

3.1 Romlig interpolasjon av pH

I Figur 4 vises resultatet av kartinterpolasjonen som er beskrevet i kapittel 2.3.1. Datasettet er av god geografisk spredning, men har forholdsvis lav tetthet av målepunkter. Variasjon og usikkerhet i områdene mellom målepunktene vil følgelig være store. Likevel viser kartet tydelig at grunnvannet i Sør-Norge har lavere pH enn i nordligere deler av landet. Årsaken til dette er trolig sammensatt. I sørlige deler av landet finnes mye sure bergarter som granitt og gneis som sørger for en lav bufferkapasitet i grunnvannet. Dette ser ut til å være tilfelle på regional skala for vestre gneisregion og grunnfjellsområdene på Sørlandet og nord/øst for Østfold. På Sørlandet er pH i grunnvannet svært lav og det er mulig at tidligere tiders nedfall av sur nedbør gjennom flere tiår kan ha redusert jordsmonnets, og dermed grunnvannets, bufferevne. LGN-stasjon Orresanden / Jæren i sørvest har derimot grunnvann med høy pH. Det antas at det finnes skjellsand i undergrunnen, som bidrar til at bufferkapasiteten i grunnvannet her er god.

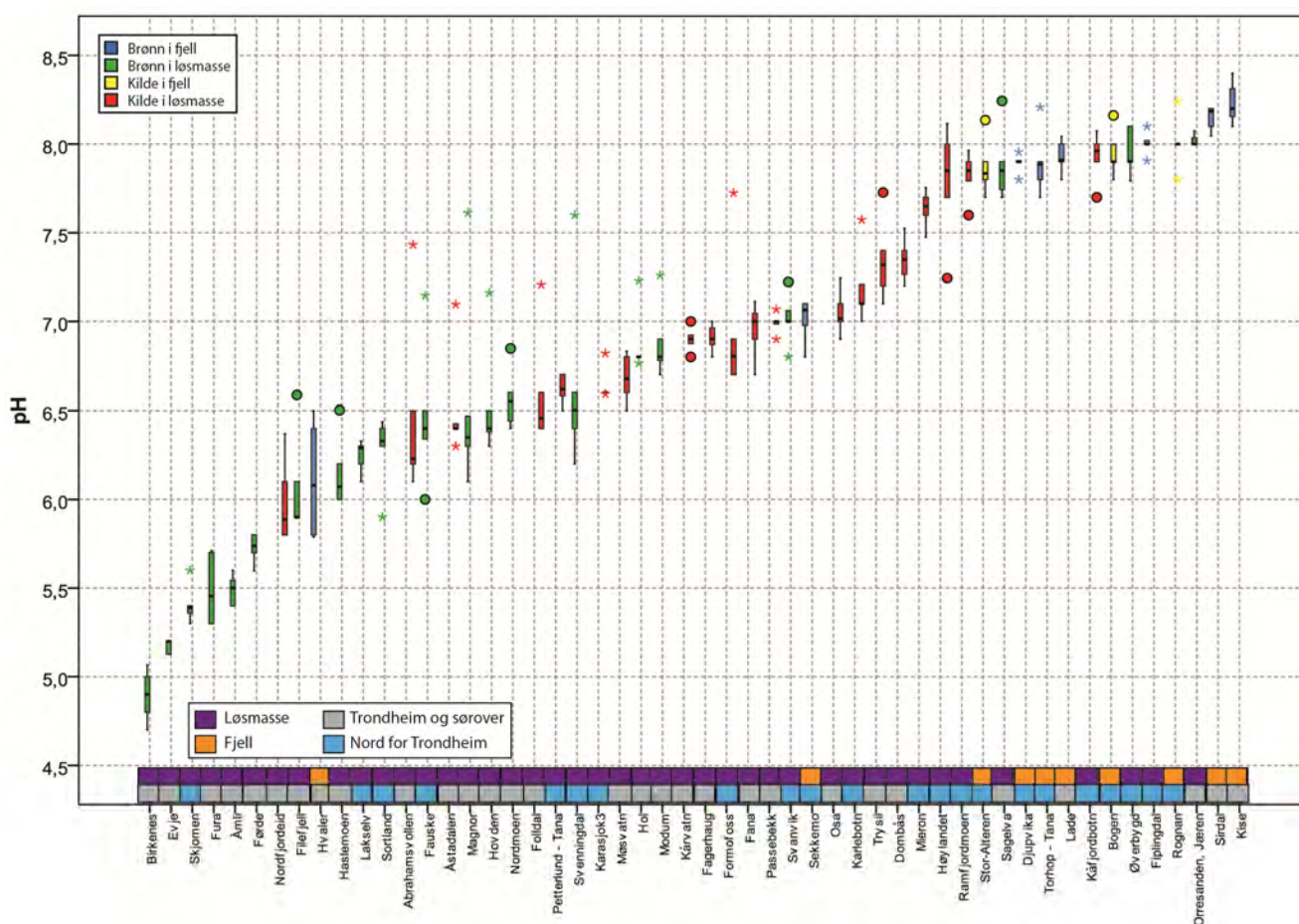


Figur 4: Romlig interpolasjon av pH i Norges grunnvann basert på data fra LGN-stasjonene.

3.2 Boxplot

Figur 5 viser hvilke pH-nivåer man kan forvente seg i innen ulike kategorier grunnvann i Norge, presentert som boxplot. Den indikerer også hvilken spredning/variasjon en vil kunne finne mellom ulike lokaliteter og hvor mye de vil variere innenfor en og samme lokalitet. Figuren skiller også mellom lokaliteter i fjell- og løsmasseakviferer mellom sørlige og nordlige lokaliteter. Figuren viser at pH-verdien har en tendens å være lavere i sørlige deler av landet enn lengre nord. Grunnvann fra fjell har generelt sett en høyere pH enn grunnvann fra løsmasseakviferer. Boxplot for pH, ledningsevne, alkalitet, hovedkationer, hovedanioner og utvalgte kationer forøvrig er lagt til vedlegg 5.

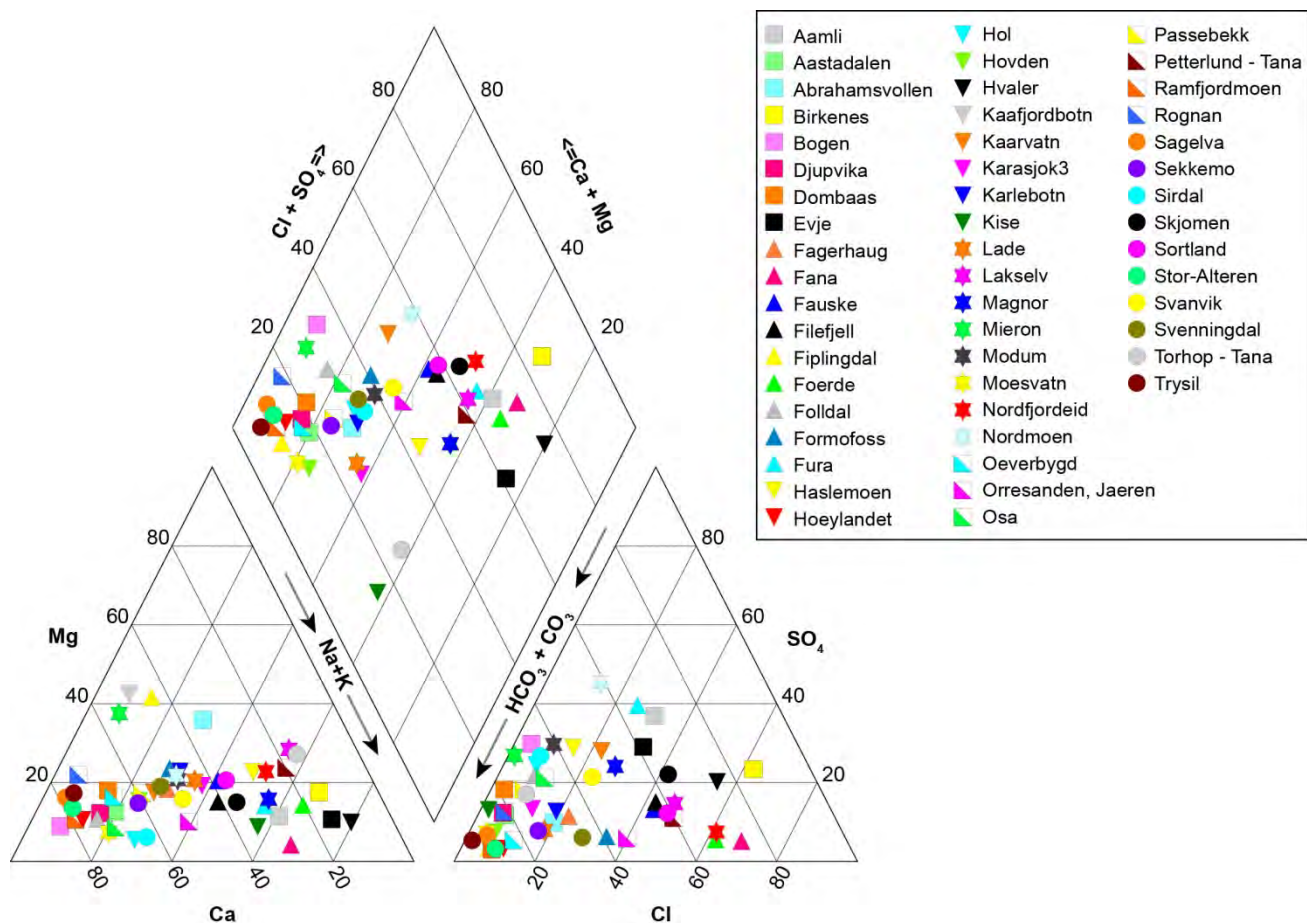
Grunnvannsprøver fra fjell (Bogen, Djupvika, Hvaler, Kise, Lade, Rognan, Sekkemo, Sirdal, Stor-Alteren, Torhop-Tana) viser ikke bare høyere pH, men generelt sett også betydelig høyere medianverdier for alkalitet, ledningsevne og de fleste hoved- og sporelementer enn grunnvannsprøver fra løsmasseakviferer (se vedlegg 5). For aluminium og kobber er det imidlertid løsmassestasjonene som har de høyeste konsentrasjonene. Dette skyldes trolig at pH i grunnvann er lavere i løsmasser, noe som slår spesielt mye ut for løseligheten av aluminium og kobber.



Figur 5: Boxplot som viser pH i grunnvann på LGN-stasjonene i perioden 2010-2015.

3.3 Bestemmelse av grunnvannstyper med Piper diagram

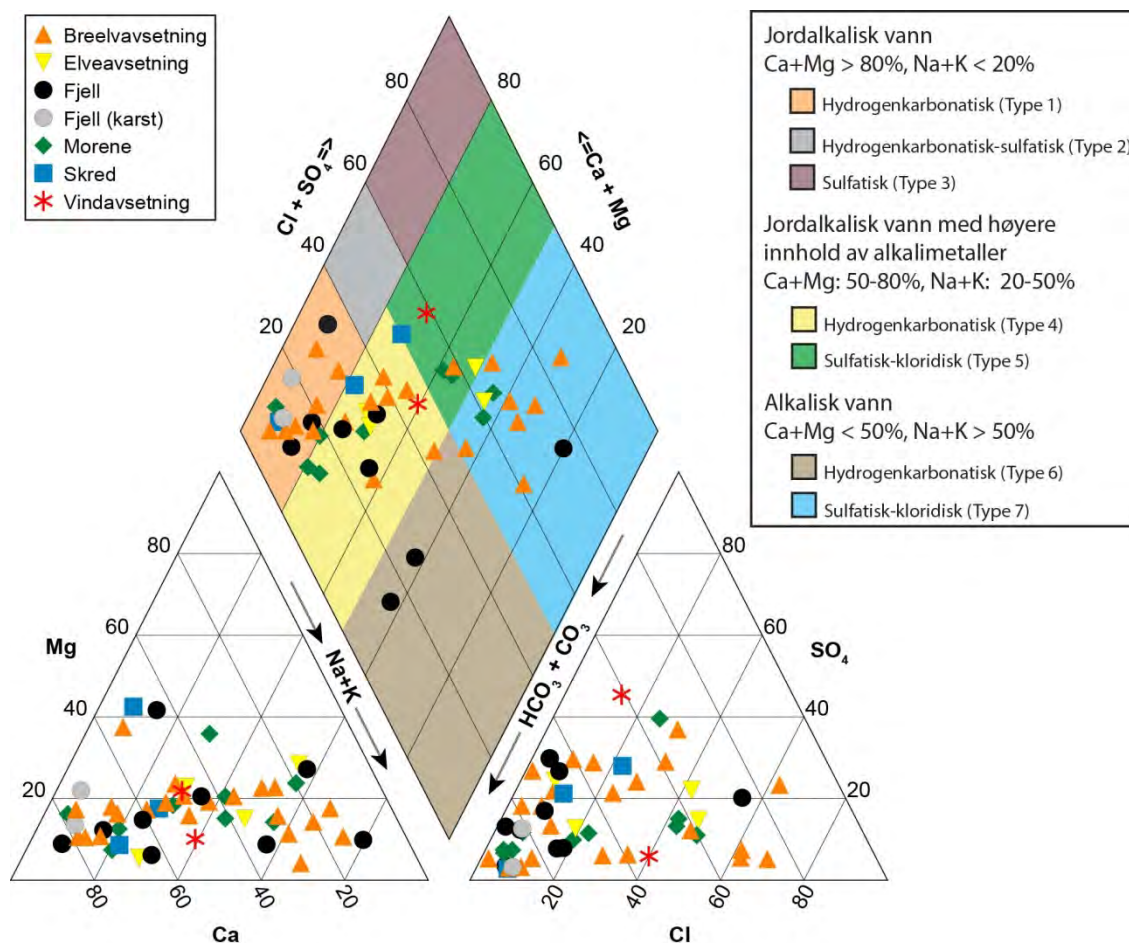
Figur 6 viser sammensetningen av hovedioner i grunnvannet for hver LGN-lokalitet. For kationene er det kalsium eller natrium+kalium som dominerer. Magnesium-andelen er lav i nesten alle prøver. For anionene er det hydrogenkarbonat og i noen tilfeller klorid som dominerer. Sulfat-andelen er gjennomgående lav.



Figur 6: Piper diagram som gir en oversikt over den kjemiske sammensetningen av grunnvannet ved alle lokaliteter. Medianverdiene fra perioden 2010-2015 utgjør datagrunnlaget for diagrammet.

Figur 7 viser samme datasett som Figur 6, men denne gangen gjenspeiler symbolene akvifertypen for de individuelle lokalitetene. Fargesettingen i romben (ovenfor trekantene) viser i tillegg klassifiseringen av vann typer etter Furtak & Langguth (1967). Vann typene deles grovt sett inn i **jordalkaliske vann**, som domineres av kalsium+magnesium, **alkaliske vann**, som domineres av natrium+kalium, og **jordalkaliske-alkaliske vann** som er en mellomting av de to. I LGN-datasettet er de fleste vannprøver av typen jordalkalisk-alkalisk. Resterende vannprøver er omtrent likt fordelt mellom de andre to typene. Som vist i tegnforklaringen i Figur 7 splittes disse typene videre opp etter andeler av anionene hydrogenkarbonat, sulfat og klorid.

En stor versjon av Figur 6 og Figur 7 vises i vedlegg 9. Vann typene for hver lokalitet er i tillegg presentert i tabell i vedlegg 4, side 3.



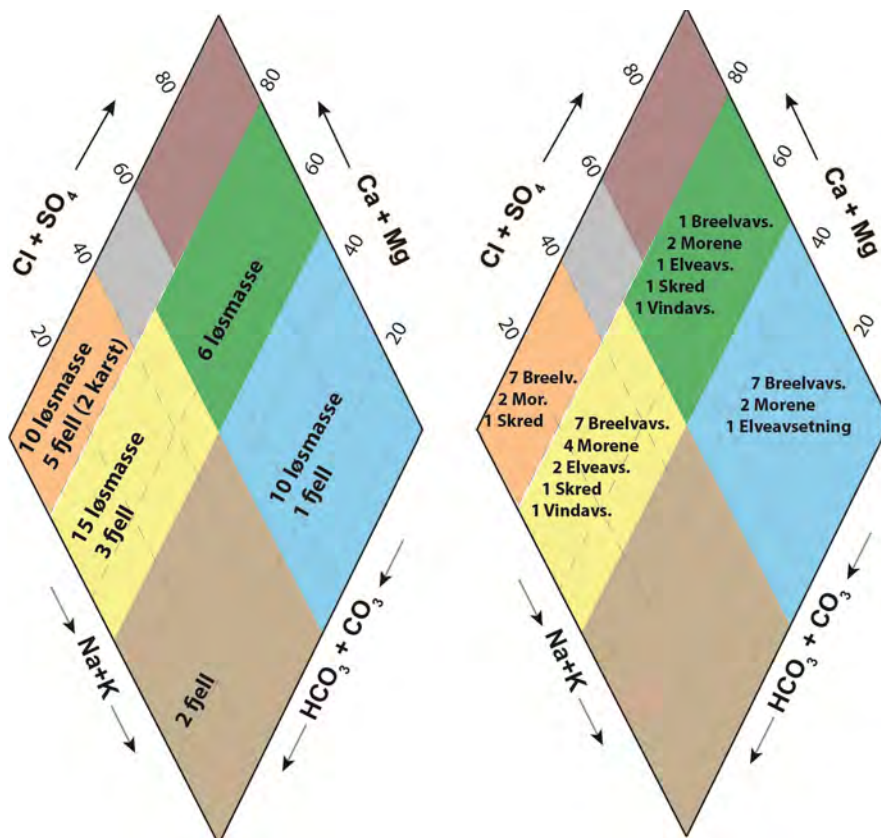
Figur 7: Piper diagram som viser akvifertypene av lokalitetene. Romben er fargesatt for å vise klassifiseringen av vanntyper etter Furtak & Langguth (1967). Medianverdiene fra perioden 2010-2015 utgjør datagrunnlaget for diagrammet.

For å tydeliggjøre forskjellene mellom hyppigheten av vanntyper for de eksisterende akvifertypene enda mer, vises dataene i romben (fra Figur 7) på en mer kompakt måte i Figur 8.

Fjell: For vann fra fjell er type 1 (jordalkalisk-hydrogenkarbonatisk) den mest vanlige vanntypen. Dette er vanligvis "ungt" vann og resultat av en aktiv og relativt rask nydannelse av grunnvann. Den nest mest vanlige vanntypen for vann fra fjell er type 4 (jordalkalisk-alkalisk-hydrogenkarbonatisk). I dette vannet er andelen av natrium, kalium og løste karbonater høy. To vannprøver tilhører vanntype 6 (alkalisk-hydrogenkarbonatisk) og en vannprøve tilhører vanntype 7 (alkalisk-sulfatisk-kloridisk). Den siste er trolig salint påvirket. Ingen av grunnvannsvannprøvene fra fjell-akviferer kan beskrives som type 2, 3, eller 5 (se tegnforklaring i figur 7).

Løsmasser: For vann fra løsmasser er type 4 (jordalkalisk-alkalisk-hydrogenkarbonatisk) den mest vanlige vanntypen i datasettet. Denne vanntypen dannes ofte i områder med krystallinske bergarter, der det løses natrium, kalium og karbonater. Denne vanntypen kan også dannes når vann fra type 1 (jordalkalisk-hydrogenkarbonatisk) blandes med type 7 (alkalisk-sulfatisk-kloridisk). Vanntype 1 og 7 er nest hyppigst for vannprøver fra løsmasse-akviferer. Som nevnt i avsnittet ovenfor tyder vanntype 1 på at grunnvann er ungt/nydannet og at dette gjenspeiles i vannkjemien. Type 7 har høye nivåer av natrium + kalium og klorid + sulfat, og anses som salint. Dette har vanligvis geogene eller marine årsaker. I noen tilfeller kan også veisaltning føre til lignende resultater.

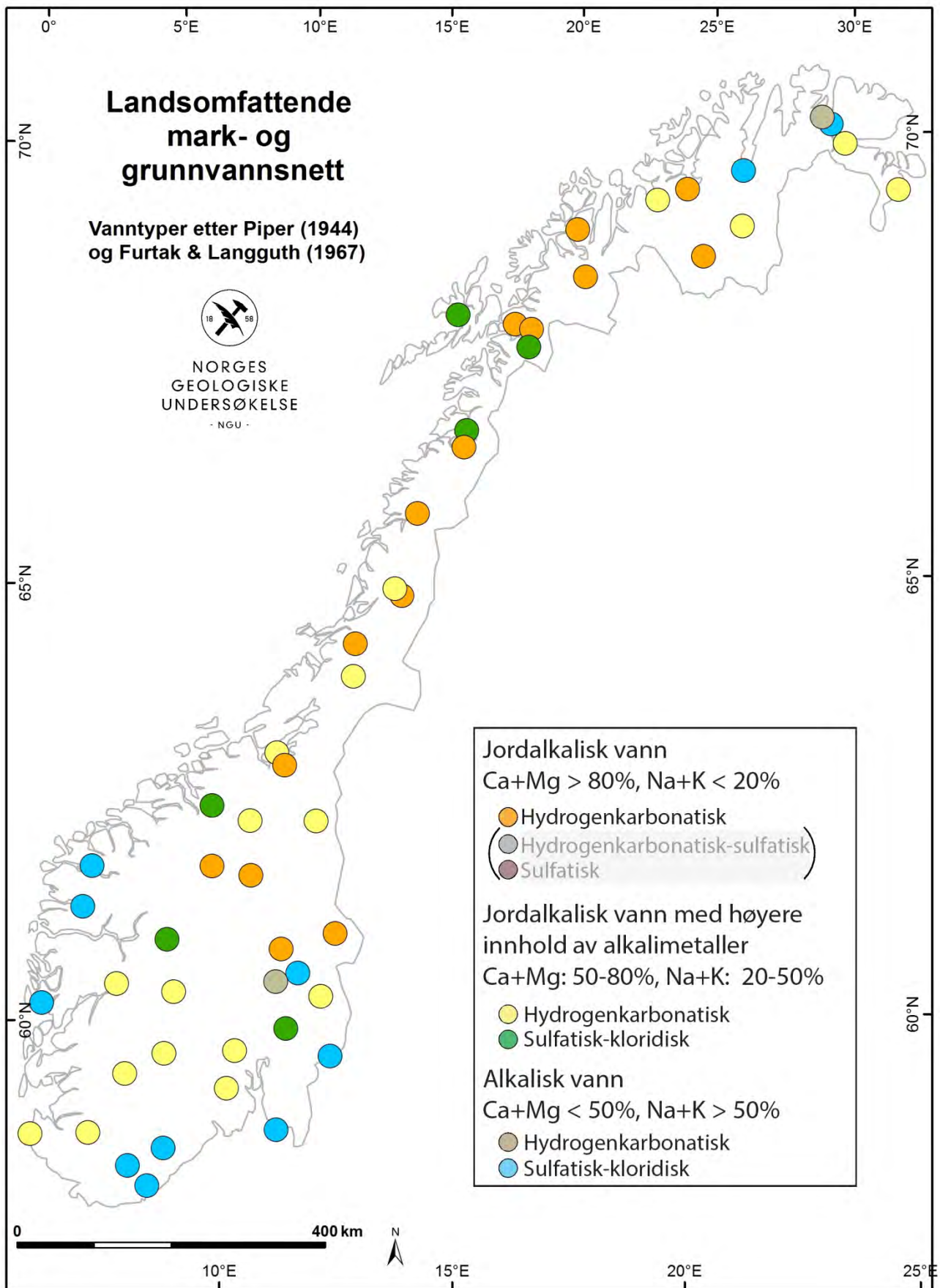
De øvrige vannprøvene tilhører vanntype 5 (jordalkalisk-alkalisk-sulfatisk-kloridisk). Denne vanntypen kan ha utviklet seg gradvis fra vanntype 1 eller 4. Den høyere mineraliseringen er oftest geogent betinget men kan eventuelt være en følge av nærliggende jordbruk eller bosetning. Ingen av vannprøvene fra løsmasse-akviferene kan beskrives som vanntype 2, 3, eller 6 (se tegnforklaring i figur 7).



Figur 8: Rombene viser et utsnitt fra Piper-diagrammet. Romben på venstre siden sammenfatter fordelingen av vann fra fjell og løsmasse i de forskjellige vanntypene beskrevet av Furtak & Langguth (1967). Romben på høyre siden belyser nærmere hvordan de ulike løsmasseakviferene er representert blant vanntypene.

På kartet i Figur 9 vises vanntypene for alle LGN-stasjoner som fortsatt overvåkes i dag. Det kommer tydelig frem at de fleste stasjoner av type 7 (alkalisk-sulfatisk-kloridisk), som har saline tendenser, ligger nært kysten. Det er dermed sannsynlig at det høye saltinnholdet skyldes marin påvirkning. Grunnvann fra LGN-stasjonene Fura og Magnor i Hedmark tilhører også vanntype 7. Ingen av disse ligger nært kysten. Ved Fura er trolig denne sammensetningen et resultat av veisaltning i nærheten av stasjonen. I området ved Magnor finnes tykke marine avsetninger, noe som trolig påvirker ionesammensetningen i grunnvannet ved denne stasjonen.

Åstadalen i Hedmark er den sørligste LGN-stasjonen der vannet er av type 1 (jordalkalisk-hydrogenkarbonatisk). Sør for denne stasjonen har vannet en høyere andel av alkali-elementer (natrium, kalium). Det er ingen entydig forklaring på dette, men det er sannsynlig at berggrunnen spiller en rolle. Samme kart som i Figur 9, men med berggrunnskart (1:3 mill) i bakgrunnen vises i vedlegg 10.



Figur 9: Kartet viser vanntypene (etter Furtak & Langguth, 1967) for alle LGN-stasjoner som fortsatt overvåkes i dag.

3.4 Tidsserier for enkeltstasjoner

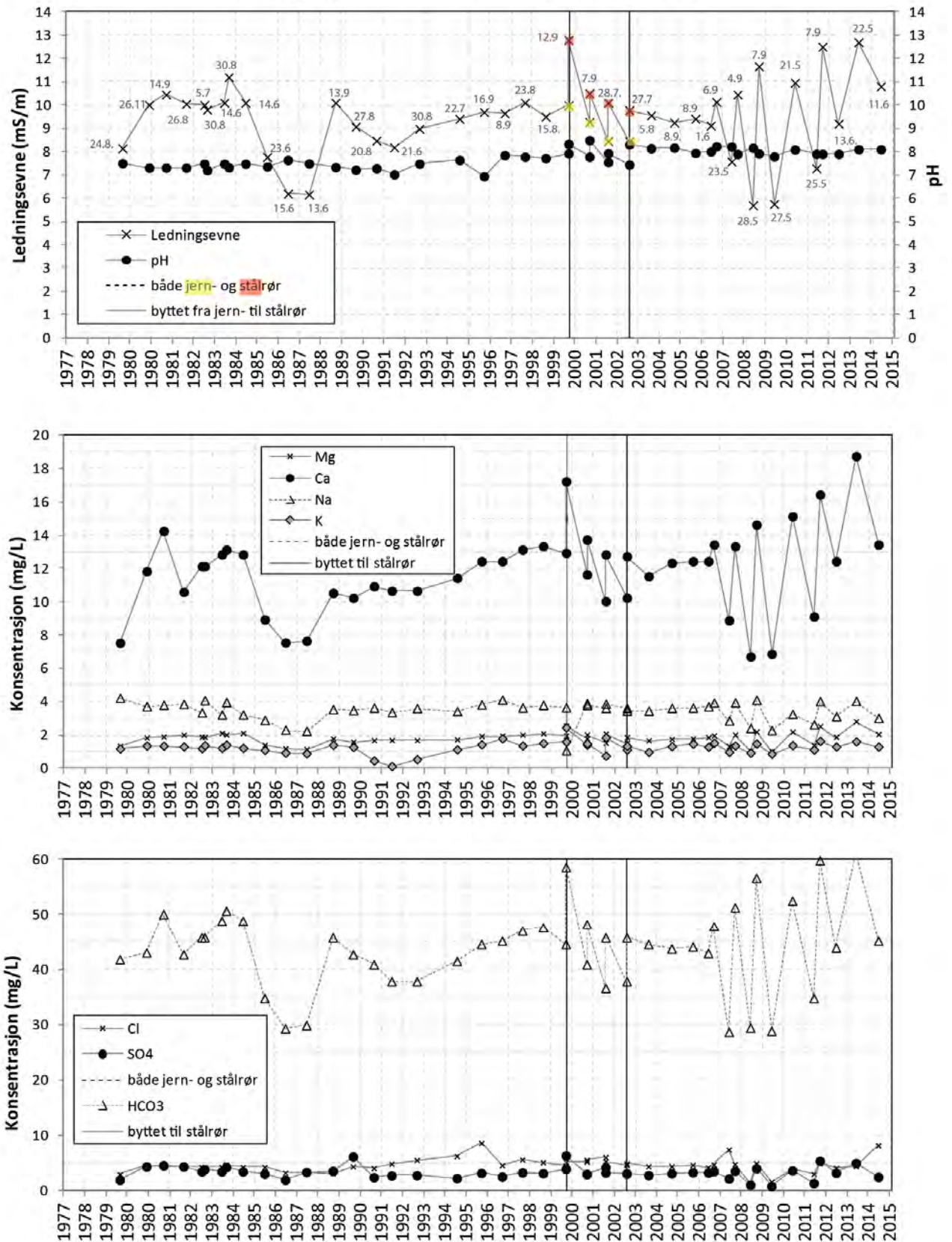
Tidsseriene for ledningsevne, pH, hovedanioner og hovedkationer for alle LGN-stasjoner som fortsatt er i drift er framstilt i vedlegg 7. Tidsseriene viser en interessant utvikling og dynamikk for flere stasjoner. Forslag til ytterligere databearbeiding og publisering av resultater er gitt i kapittel 4.2.

I Figur 10 vises tidsseriene for LGN-stasjon 39, Øverbygd i Troms. Grunnvannsforekomsten ligger i en brelvavsetning og overvåkingen av grunnvannet ved denne stasjonen startet i en jernbrønn i 1979. Prøvetakingen foregikk tidligere stort sett om sommeren og da tidligst i midten av juni. Dette gjelder forøvrig for alle prøvene fra i Nord-Norge fram til 2005. I 2000 ble jernbrønnen erstattet med en stålbrønn, men prøvetakingen fra jernbrønnen fortsatte parallelt i 4 år før den ble faset ut. I overgangsperioden har grunnvannet i den nye stålbrønnen hatt tydelig høyere ledningsevne og litt høyere pH enn vannet fra den gamle jernbrønnen. Dette fenomenet ser vi også for flere stasjoner, bl.a. Evje, Åmli og Skjomen. Den mest nærliggende forklaringen er at stålbrønnene på disse tidspunktene er nye og at sand- og grusfilteret rundt brønnene ikke har blitt stabile ennå.

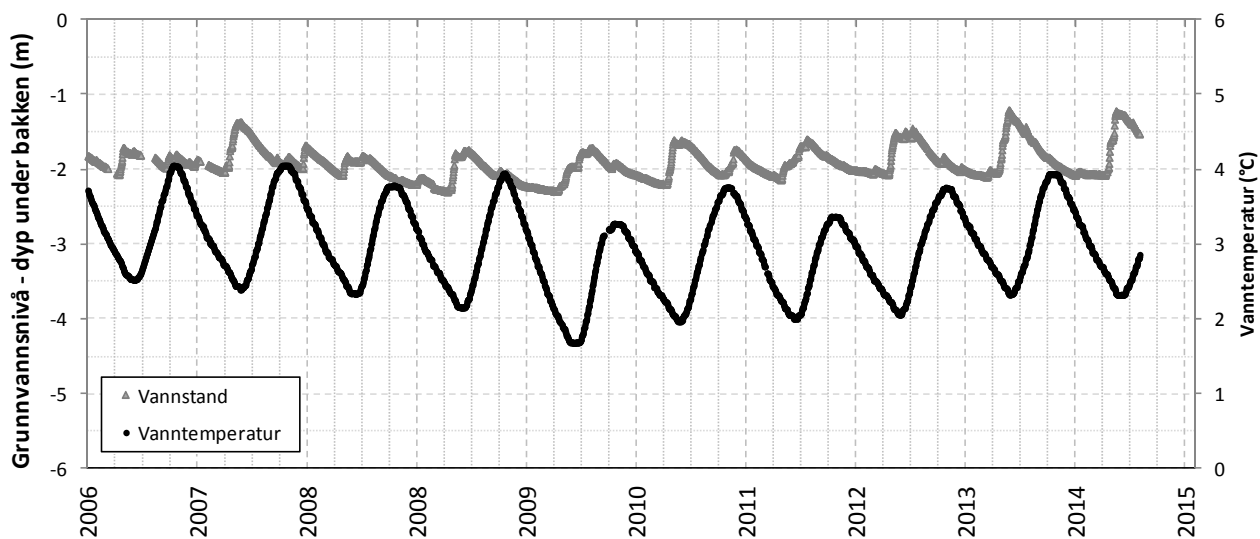
Det mest iøynefallende med tidsseriene for Øverbygd er de store sesongvariasjonene for ledningsevne, kalsium og bikarbonat mellom 2007 og 2015. Magnesium, natrium, kalium og sulfat følger den samme dynamikken, men med mindre tydelige utslag. For pH og klorid kan det derimot ikke identifiseres et tilsvarende mønster. Stasjonen er lokalisert i Indre Troms der det er sen snøsmelting. Grunnvannspeilet ligger bare 1-2 m under bakken (se Figur 11) og vannkjemien er derfor lett påvirket av nedbørshendelser og snøsmelting. Episoder med nedbør og snøsmelting kan forøvrig gi en fortynnende effekt og et mer ionefattig grunnvann.

Figur 11 viser data for vanntemperatur og vannstand i Øverbygd, målt av NVE i egen brønn ca 60 meter fra NGUs brønn. Dataene viser tydelige svingninger i vanntemperaturen og vannstand gjennom året.

Øverbygd - stålbrønn i løsmasse (Breelavsetning)

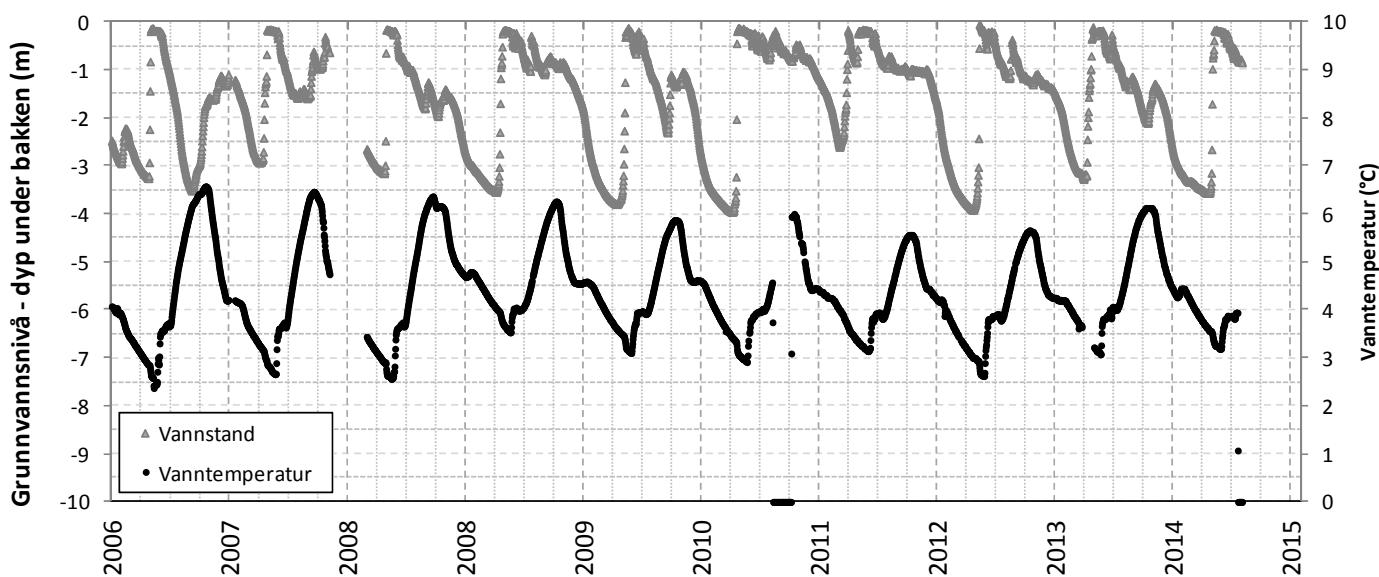


Figur 10: Tidsserie for pH, ledningsevne, hovedkationer og hovedanioner målt i vannprøver fra Øverbygd. Ved oppstart av LGN-stasjonen ble det prøvetatt fra en brønn med jernør. Etter installasjon av stålbrønn i 2000 ble begge brønnene prøvetatt i 4 år. I 2004 ble det endelig byttet til stålbrønn. Tallene ved siden av datapunktene i øverste diagram angir prøvetakingsdato.



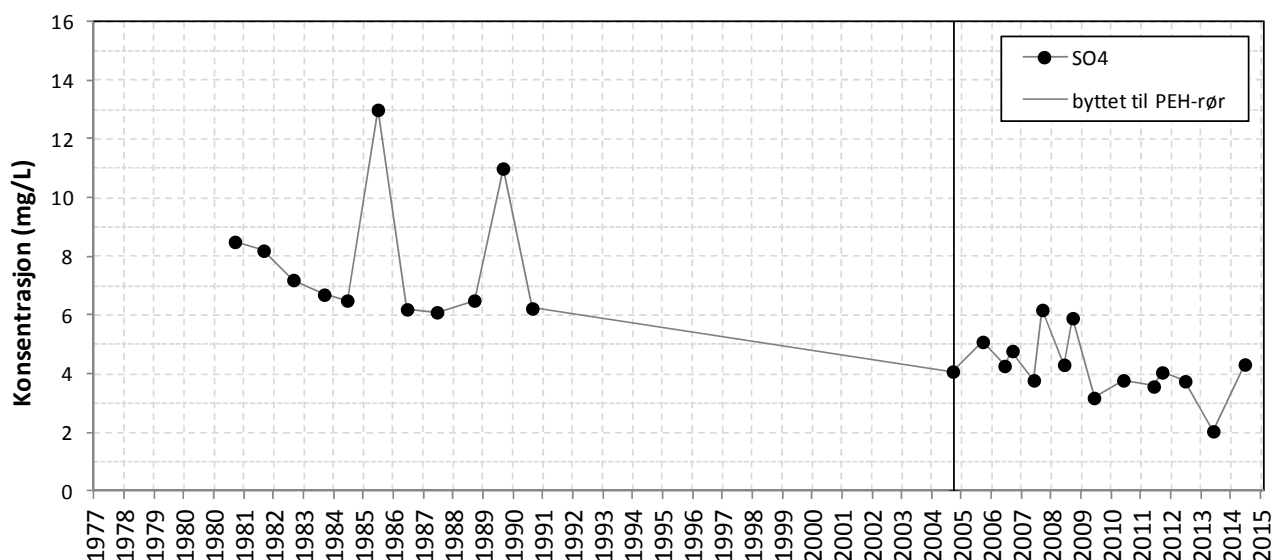
Figur 11: Tidsserie for vanntemperatur og dybde til grunnvann på LGN-stasjon Øverbygd i Troms fylke (data fra NVE).

NVEs måleserier for vanntemperatur og vannstand viser de årlige variasjonene og tidsrommene for snøsmelting ved de enkelte stasjonene. Figur 12 viser data fra Abrahamsvollen, og effekten av snøsmeltingen vises tydelig i begynnelsen av andre kvartal hvert år. Ikke alle tidsseriene (se vedlegg 7) har like tydelige svingninger, men den samme tendensen er synlig i tidsseriene fra mange av lokalitetene. På dette grunnlaget kan det anbefales å legge prøvetakingsrunden enten på sensommeren (august/september) eller på vinteren (januar/februar). På denne måten vil en unngå prøvetaking av grunnvannet i perioder med snøsmelting og høst-stormer og dermed få mer sammenlignbare kjemidata fra år til år.



Figur 12. Temperatur- og vannstandsdata fra LGN-stasjon Abrahamsvollen i Røros kommune (data fra NVE).

Ved enkelte målestasjoner (f. eks. Fana, Filefjell, Hovden, Laksely, Orresanden, Sortland, Åstadalen) er det detektert en nedgang i konsentrasjonen av sulfat i størrelsesorden 20-50%. Dette er antakelig en følge av en vesentlig reduksjon i sur nedbør i områdene rundt målestasjonene. Figur 13 viser som eksempel utviklingen av sulfatkonsentrasjon i grunnvann ved Sortland. For visualisering av lokaliteter med lignende utvikling henvises til vedlegg 7, der tidsseriene for alle LGN-stasjoner er presentert.



Figur 13: Utvikling av sulfatkonsentrasjon i grunnvann ved lokalitet Sortland.

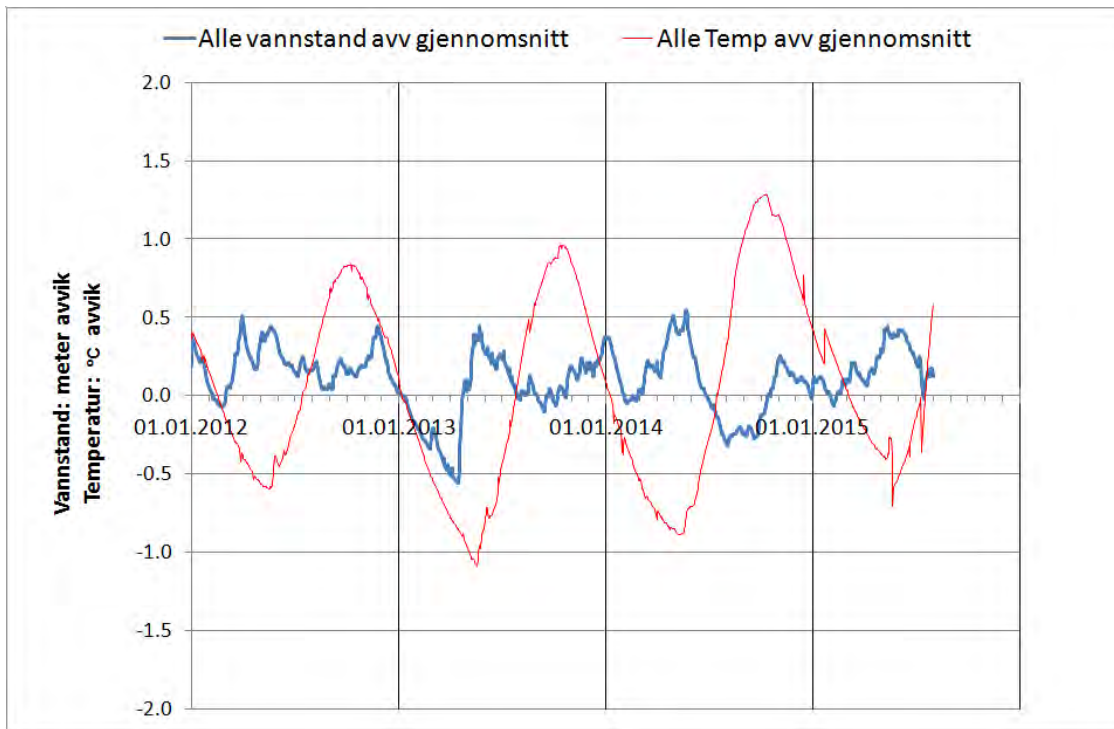
På noen av stasjonene er det ønskelig å installere instrumenter for logging av ledningsevne, trykk (vannstand) og temperatur i grunnvannet. Ledningsevнемålinger vil gi mer informasjon over den nære fortiden til det vannet man prøvetar. Effekten av forfynningsprosesser eller anriking gjennom fordampning vil for eksempel bli lettere å forstå ved tilgang på loggedata. Instrumentering anbefales spesielt for kjemisk relativt stabile steder som Øverbygd, Bogen og Hol.

3.5 Generell tidsutvikling

I dette kapitlet er data fra måleparametrene (pH, ledningsevner osv.) blitt normaliserte. Se teori og beregninger i kapittel 2.3.5.2. Det er deretter beregnet gjennomsnittet av de normaliserte målingene for alle eller et større antall sammenlignbare LGN-stasjoner. Hensikten har vært å utvikle en metodikk som kan avdekke eventuelle overordnede tidstrender i materialet. Det er først og fremst snakk om endringer over år/tiår, men også generelle årstidsvariasjoner. Nedenfor vises eksempler på trender over tid. Det er angitt anbefalinger for ytterligere databearbeiding av denne type resultater i kapittel 4.2.

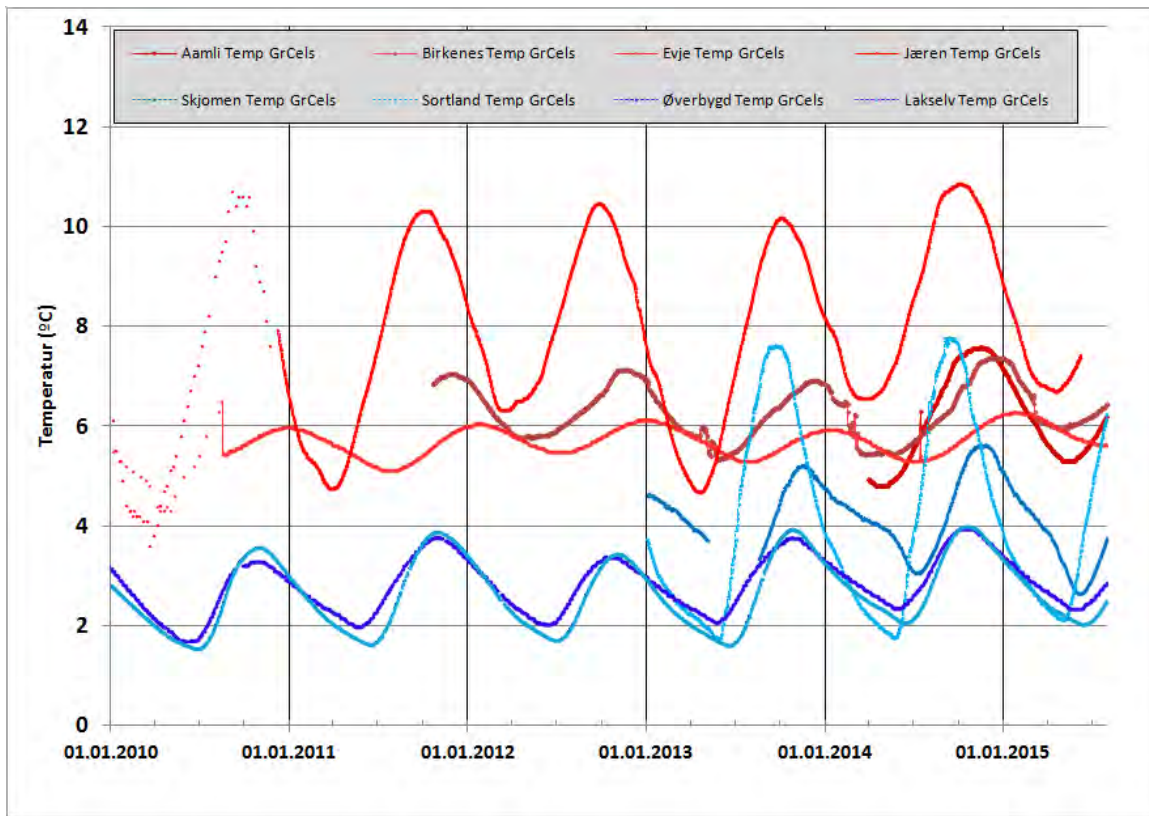
3.5.1 Tidsvariasjon, vannstand og temperatur

I det følgende beskrives noen mulige trender for grunnvannsnivåer og grunnvannstemperaturer (se kapittel 2.3.5.2 om metoden). Disse er basert på LGN-data fra NVE.



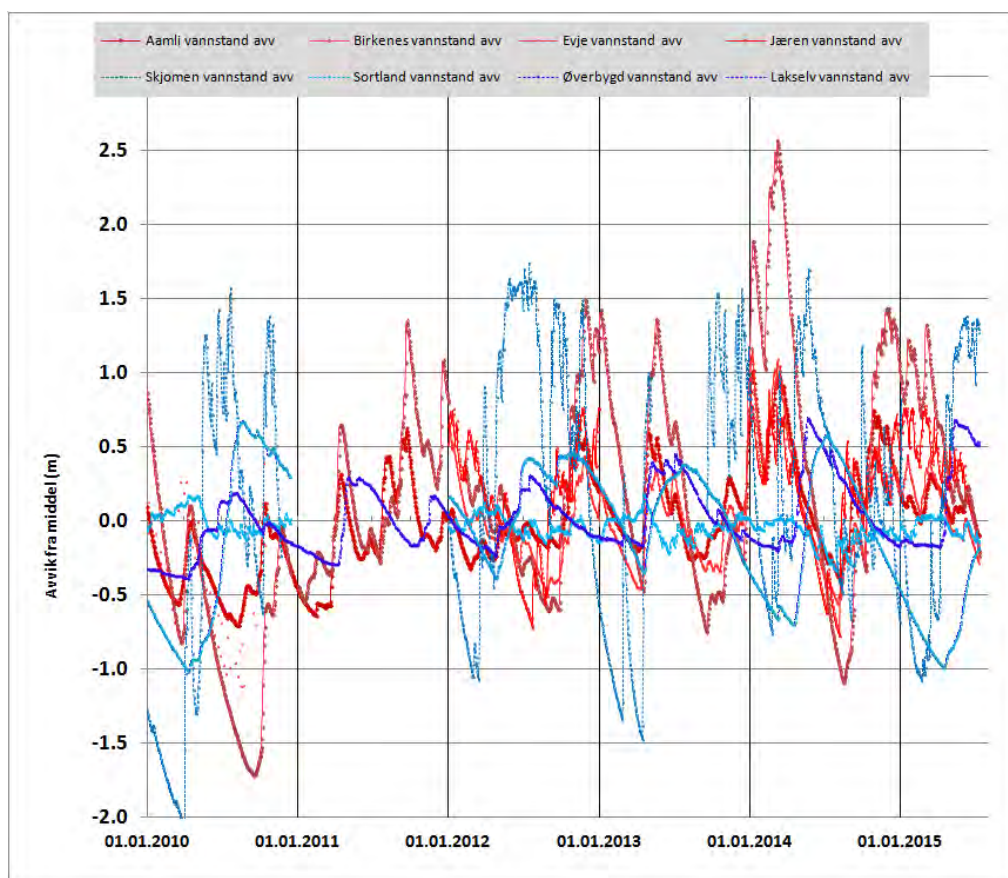
Figur 14: Sesongvariasjon for lokalitetenes gjennomsnittlige vannstand (meter) og temperatur (°C).

Som det framgår av Figur 14 vil temperaturen variere innenfor +/- 1 °C fra gjennomsnittet i løpet av et år, med maksimum i oktober og minimum i mai. Liknende trend er imidlertid vanskelig å finne like tydelig for vannstand. Figur 15 og Figur 16 illustrerer årstidsvariasjonene i mer detalj.



Figur 15: Temperatur i grunnvann i løsmasser for fire av de nordligst lokalitetene i Norge (blå grafer) og for fire av de sørligste (røde grafer).

Figur 15 viser et godt eksempel på at LGN-data kan vise viktige overordnede trender og nivåer. Innenfor figuren ses f.eks. at temperaturspennet fra høyeste til laveste temperatur kan være svært forskjellig ved de ulike lokalitetene, at grunnvannet er betydelig kaldere i nord enn i sør og at temperaturmaksimum på lokalitetene kan innfinne seg med flere måneders forskyvning også innenfor en og samme landsdel.



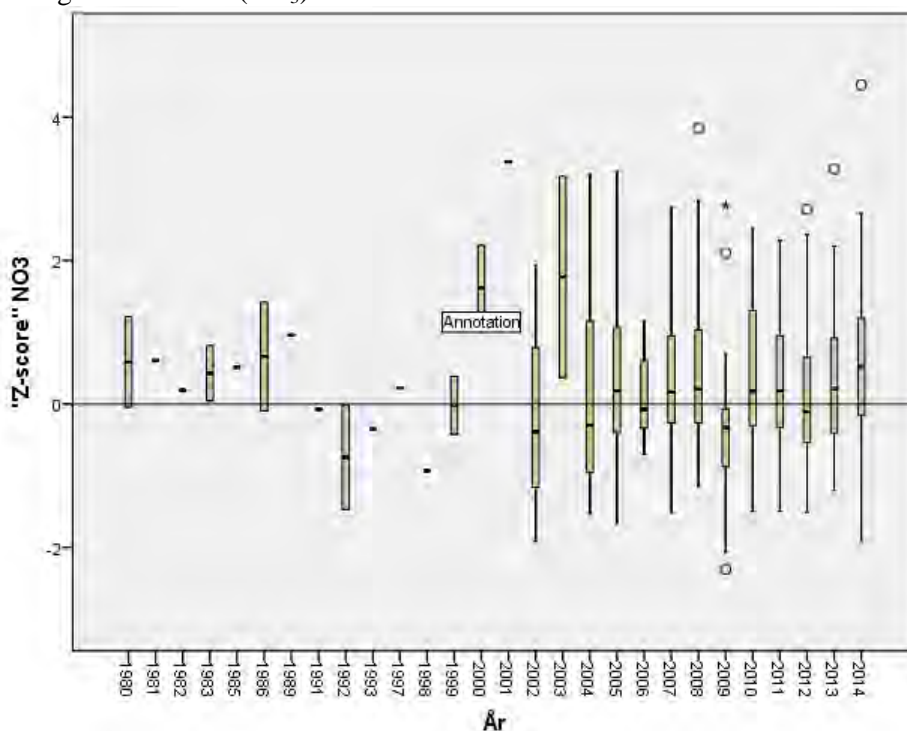
Figur 16: Vannstand, avvik fra middele i løsmassebrønner; for fire av de nordligst lokalitetene i Norge (blå grafer) og for fire av de sørligste (røde grafer)

Figur 16 viser at variasjonene i vannstand er langt mindre forutsigbare og langt mindre like fra år til år enn for grunnvannets temperatur (Figur 15). Den illustrerer noen eksempler på hvor mye grunnvannsstanden i Norge normalt vil kunne forventes å variere gjennom et år, og hvor forskjellig variasjonen vil være i ulike deler av landet. For mer inngående analyser av grunnvannsstand i Norge viser vi til NVEs nettsider om grunnvann og markvann (<https://www.nve.no/hydrologi/grunn-og-markvann/>).

3.5.2 Tidsvariasjon, vannkjemiske parametere

I det følgende beskrives noen generelle tidstrender basert på "Z-score" (se kapittel 2.3.5.2). Alle prøver i dette materialet er tatt i mai (alternativt april eller juni der prøver fra mai ikke finnes). Alle prøver tatt i løsmassebrønner med foringsrør av jern er fjernet fra dette datamaterialet.

Næringsalter: Nitrat (NO₃)



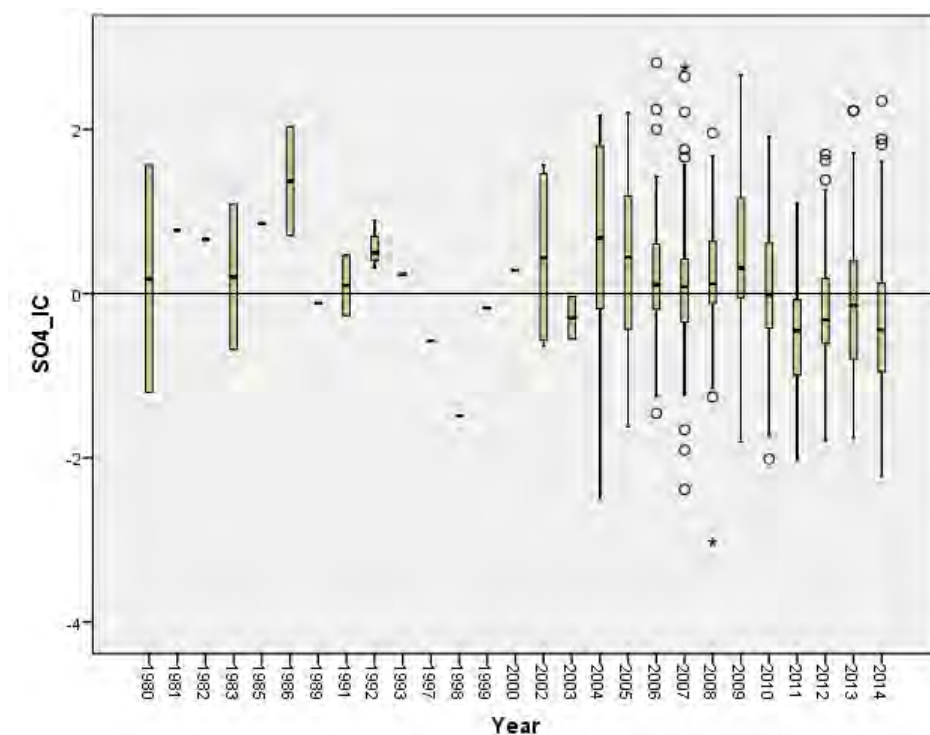
Figur 17: Boxplot som inneholder nitrat "Z-score" for alle lokaliteter som har 5 eller flere målinger over deteksjonsgrensen.

Som det framgår av Figur 17 viser nitratverdiene betydelige variasjoner fra år til år. Dette er trolig en naturlig følge av at også vær og generell sesongutvikling på vårparten varierer fra år til år.

Man ser også at det oftest vil finnes Z-score både langt over og langt under normalen *innen ett og samme år* (altså innen en boxplot-søyle). For de fleste år vil det med andre ord være slik at man finner analyseverdier av grunnvannet fra LGN-stasjonene både over og under normalen. Dette vil være en like naturlig følge av at vær og sesong utvikler seg forskjellig fra sted til sted i Norge. Skal man kunne fange opp eventuelle *reelle* langtidstrender i vannkjemi innen et slikt datasett med så store variasjoner trenger man følgelig svært mye data som tas opp kontinuerlig over tid. Figurene bør også kategoriseres slik at det er mulig å lage ulike figurer for nord/sør/midt, løsmasse/fjell, grunnvannstyper inndelt etter Piper-diagram osv.

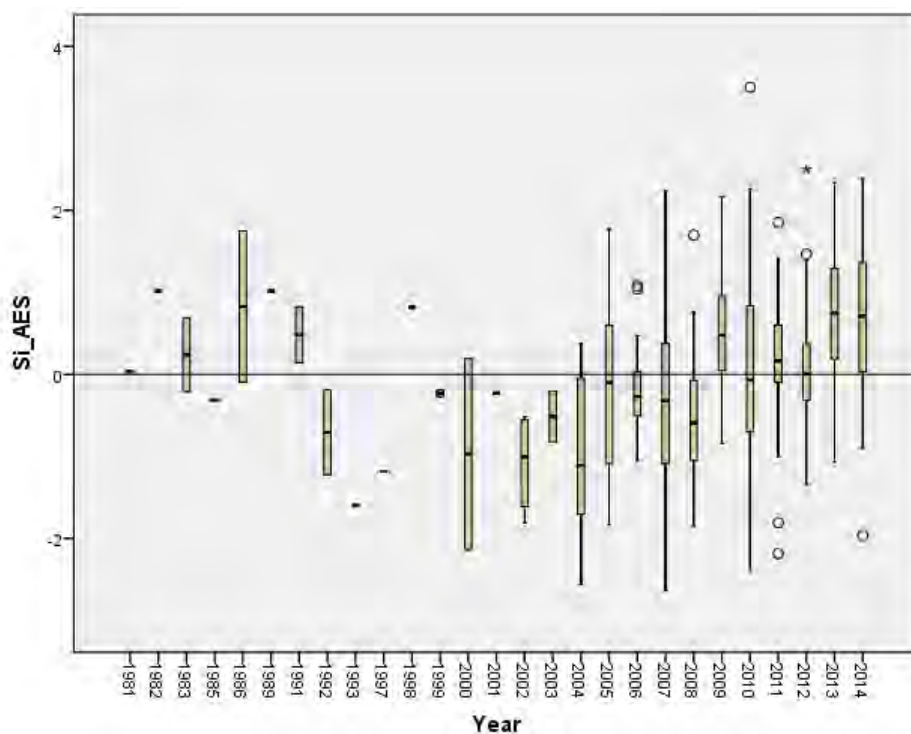
Som det fremgår av Figur 17 er det så langt ingen klar tidsutvikling for nitrat i det totale LGN-materialet, men gjennom LGN har man kommet langt i å etablere kunnskap om naturlige nivåer og deres variasjon i denne og i mange av de tidsseriene som i det følgende blir presentert. Dersom norsk grunnvannskjemi begynner å endre seg vil dette være et svært viktig, nødvendig og enestående materiale for å kunne fange opp dette. LGN-stasjoner som er godt kartlagt i forhold til variasjoner og naturlige langtidsnivåer vil da utgjøre én av mange viktige kunnskapsbrikker som bør være vel etablert når endringer i norsk grunnvann eventuelt inntreffer.

I det følgende diskuterer vi noen mulige trender som bør følges opp videre.



Figur 18: "Z-score" eller tidstrend for sulfat i norske LGN-data.

Som beskrevet i 3.4 (Tidsserier for enkeltstasjoner) viser enkelte stasjoner en tydelig nedgang i sulfat-konsentrasjonen. Det kan synes som mulig trend at konsentrasjonen av sulfat i norsk grunnvann de siste årene har gått ned generelt (se **Feil! Fant ikke referanseilden.**). Dette kan være en sen-effekt av at langtransportert forurensning fra kontinentet har vært på tilbakegang i mange tiår. Temaet er nærmere beskrevet i Frengstad *et al.* 2014.

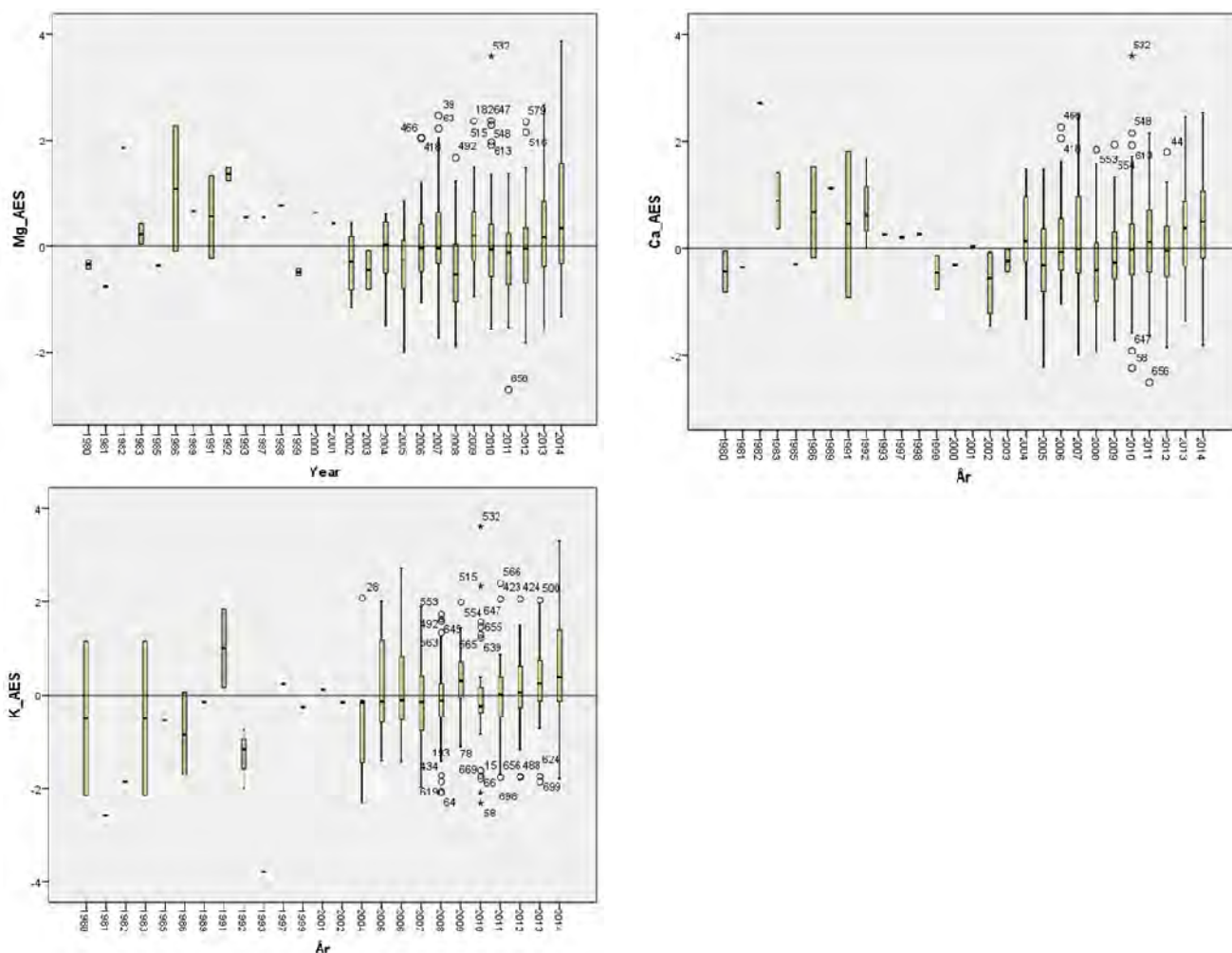


Figur 19: Boxplot som viser årlig gjennomsnittlig Z-verdi for silisium for alle LGN-stasjoner fra 1981 fram til 2014.

Silisium i filtrert grunnvann (se Figur 19) vil trolig først og fremst opptre i en dissociert form av kiseltsyre (H_4SiO_4). Etter 2004 tenderer silisiumkonsentrasjonene til å stige i norsk grunnvann. En plausibel forklaring ville være hvis grunnvannstemperaturen og/eller CO_2 -innholdet i grunnvann har steget og/eller at pH har sunket. Dette kan ha gitt økt forvitring og frigiving av kiseltsyre fra f.eks. feltspat eller andre silikater.

Utviklingen er ikke forsøkt bevist statistisk, men er en av flere problemstillinger som bør følges opp i årene som kommer.

Det er også verdt å merke seg at Z-score for Magnesium, Kalsium og Kalium viser en mulig utvikling mot høyere verdier de siste årene (se Figur 20).



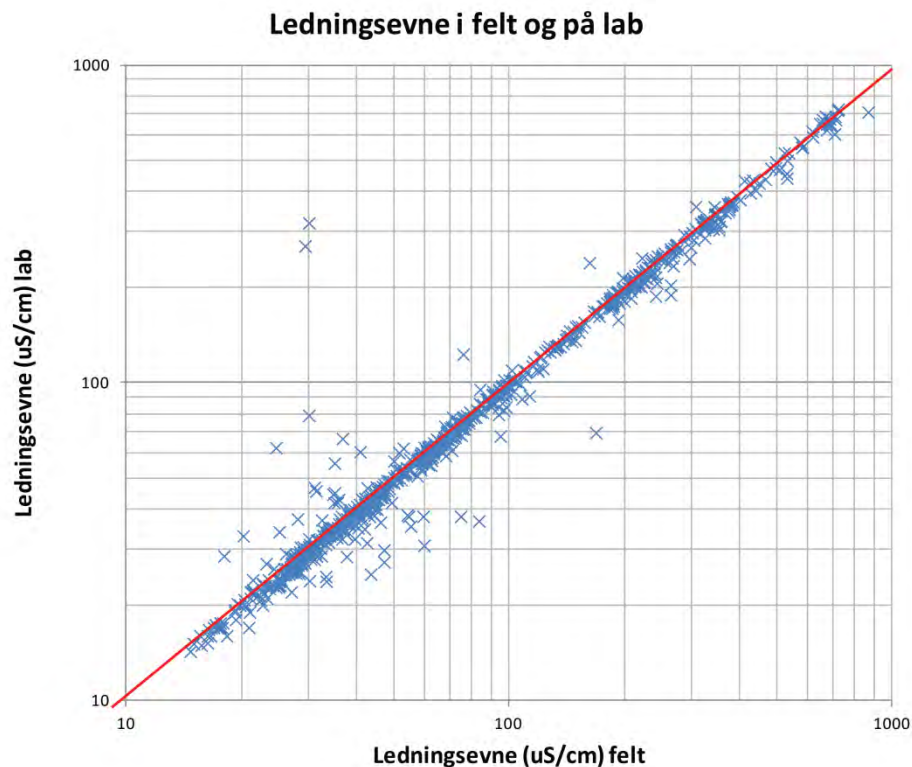
Figur 20: Boxplot som viser årlige gjennomsnittlig Z-verdi for alle LGN-stasjoner fra 1990 fram til 2014. Magnesium (topp venstre), kalsium (topp høyre) og kalium (nederst).

Denne type visualisering av trender bør lages for flere av parametrene i materialet og følges opp med statistiske analyser som kan avsløre eventuelle signifikante endringer i norsk grunnvannskjemi. Tilsvarende metodikk og figurer bør utarbeides for regioner av landet og andre inndelinger av stasjonene som beskrevet i kapittel 3.6.6. Dette arbeidet vil kreve en god del databearbeiding kombinert med tilgang til bedre programvare for databearbeiding, figurbehandling og statistisk analyse og vil igjen kunne kombineres med visualisering i GIS og eventuelt med forskning på årsakssammenhenger og mekanismer.

3.6 Kritisk gjennomgang av LGN og anbefalinger videre

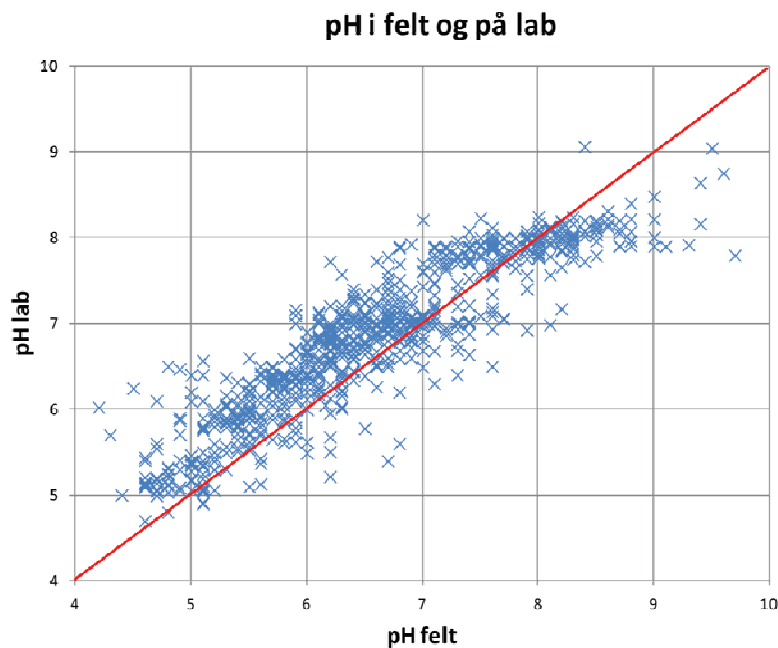
3.6.1 Målinger i felt versus målinger på laboratoriet

En sammenlikning av ledningsevne målt under feltarbeid og senere på lab i Figur 21 avslører at de aller fleste parallellprøvene er svært like. Noen uteliggere kan imidlertid med fordel fjernes fra datamaterialet.



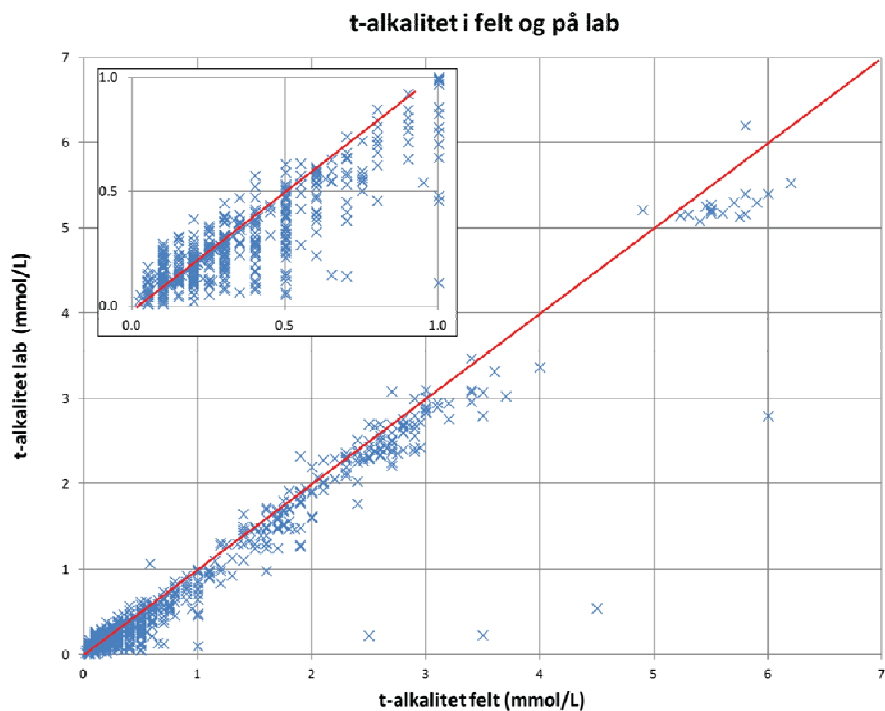
Figur 21: Sammenlikning av ledningsevne målt under feltarbeid med senere målinger på laboratorium.

For labanalysene ligger pH generelt markant høyere enn pH målt ved prøvetaking i felt. Dette kan være forårsaket av at surt eller nøytralt grunnvann overmettet av CO_2 har fått luftet ut denne sure gassen før labanalyse. Tilsvarende logikk vil kunne forklare at prøvene med svært høy pH i felt ligger noe høyere enn pH på samme prøve i lab. Ved høy pH forskyves likevektene i karbonatsystemet slik at svært lite løst CO_2 vil finnes i grunnvannet, og prøver som ikke måles umiddelbart vil derfor kunne trekke til seg surt CO_2 fra lufta. Det kan det se ut som at pH-målingene bør evalueres nærmere, både med hensyn på prøvelagring og utstyr/metode.



Figur 22: Sammenlikning av pH målt under feltarbeid med senere målinger på lab

Alkalitet er i teorien ikke følsom for opptak/utgassing av CO_2 fra vannprøver. Dette *kan* forklare et betydelig bedre samsvar mellom målingene i felt og på lab for denne parameteren enn for pH. For t-alkalitet er det imidlertid ikke etablert noen kvantifiseringsgrense, noe som medfører at målinger lavere enn 1 mmol/L (forstørret øverst til venstre i Figur 23) framstår som nokså unøyaktige.



Figur 23: Sammenlikning av t-alkalitet målt under feltarbeid med senere målinger på lab.

3.6.2 Prøvetakingsfrekvens og -tidspunkter

LGN-prøvetakingen har gjennom årene vært utført med ulik frekvens, på ulike tidspunkt av året og noen av stasjonene har av ulike grunner blitt nedlagt (se kapittel 2.1.3 og 3.6.4). Dette reduserer mulighetene for hvilken statistikk man kan kjøre og dermed muligheten til å avdekke eventuelle langtids trender.

Slike trender var et viktig argument for å opprette LGN-samarbeidet. Det er derfor viktig å beholde faste prøvetakingssteder og ha faste rutiner for vannprøvetakingen i mange år framover.

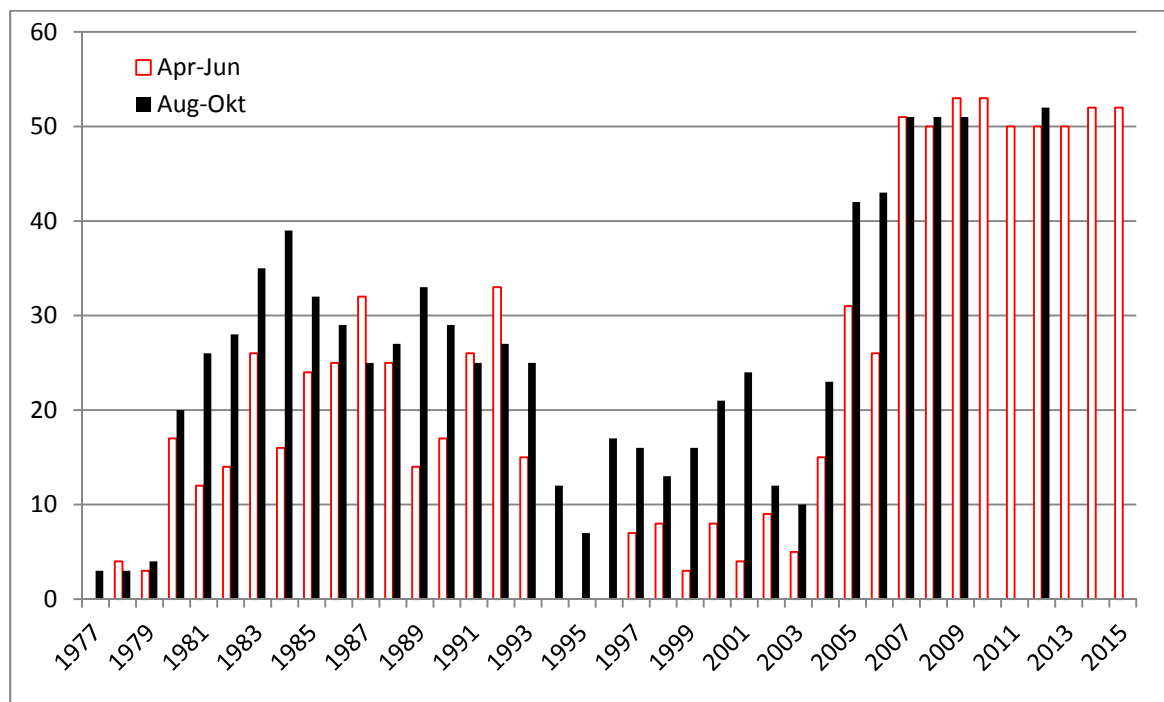
Tabell 1 viser hvordan prøvetakingen fordeler seg for ulike måneder (se månedsnummer) siden oppstart i 1977. Som det framgår er de fleste prøver historisk sett tatt enten i april-juni (totalt 880) eller i august-oktober (totalt 871).

Tabell 1: Antall LGN-stasjoner prøvetatt per år for ulike månedsnummer.

År	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Totalt
1977									1	2			3
1978			1	1	1	2			2	1			8
1979			6	2	1		1	2	2		9		23
1980		3	7	1	10	6	3	1	4	15	7	3	60
1981	2	5	10	3	6	3	3	7	10	9	7	2	67
1982	3	3	17	4	3	7	6	9	7	12	4	3	78
1983	4	3	6	10	7	9	2	12	10	13	5	3	84
1984	3	9	11	6	5	5	7	11	6	22	4	3	92
1985	4	8	16	4	2	18	4	4	10	18	3	4	95
1986	5	13	11	5	4	16	5	4	9	16	4	5	97
1987	4	9	15	10	5	17	7	7	7	11	4	4	100
1988	4	10	7	6	4	15	5	5	13	9	4	3	85
1989	3	10	7	6	4	4	4	6	14	13	6	4	81
1990	4	4	11	7	4	6	4	15	5	9	10	4	83
1991	4	3	6	16	5	5	4	15	3	7	4	1	73
1992	4	4	4	15	4	14	4	6	12	9	4	4	84
1993	4	4	9	4	4	7	3	8	15	2	1		61
1994			5					4	4	4			17
1995			5				9			7			21
1996		2	4						8	9			23
1997				6		1			8	8			23
1998					6	2	1	6	7			2	24
1999			6	3				8	8		2		27
2000				6	1	1		1	11	9			29
2001			5	1	1	2	1		21	3			34
2002			1	9			11			12			33
2003			16			5	14			10	4	1	50
2004	1	1	2	10	2	3	3	11	1	11	1	1	47
2005	1	1		23	6	2	1	2	40		1		77
2006					26				43				69
2007				2	38	11			43	8			102
2008				9	36	5			51				101
2009				11	32	10		5	44	2			104
2010				17	28	8							53
2011				1	49								50
2012				2	48				52				102
2013					23	27							50
2014				10	42								52
2015					26	26							52
Totalt	50	92	188	210	433	237	102	149	471	251	84	47	2314

Figur 24 oppsummerer antall prøver tatt innenfor de to intervallene april-juni og august-oktober: *Prøvetaking i april-juni* vil videreføre tidsseriene fra de siste seks års omfattende prøvetaking og analyseprogram, inkludert data fra ICP-MS. Ulempen er at målingene trolig vil variere fra år til år fordi man da kan treffe snøsmeltingen, og den varierer i tid fra år til år.

Prøvetaking i august-oktober vil ivareta ønsket om å videreføre dataseriene fra før 2005 noe bedre. Trolig vil også svingningene variere mindre fra år til år enn tilfellet vil være for vårprøvene. Vi har bare én prøvetakingsrunde gjennomført om høsten i løpet av de siste seks årene (i 2012) og av de eldre stasjonene er noen uansett nedlagt slik at dataseriene ikke lar seg videreføre.



Figur 24: Antall LGN-prøver tatt vår og høst fra 1977 til dd.

Det finnes med andre ord gode argumenter for å fortsette prøvetaking og analyser både vår og høst. De store variasjonene fra år til år gjør det også svært vanskelig å fastslå tidstrender uten at man har et stort antall prøver og analyser å støtte statistikken på. Det anbefales derfor å fortsette med prøvetaking to ganger pr år og i enda større grad enn før benytte fastsatte og konsekvente lokaliteter, tidspunkter og kjøreruter.

3.6.3 Prøvetaking

Prøvetakingsmetodene er vel etablert og man pleier å gjennomføre praktisk feltøvelse før hver feltsesong for alle prøvetakerne. Denne praksisen bør fortsettes, særlig med tanke på rutine for feltmålinger av pH og alkalitet. Det prøvetas også rutinemessig blindprøver i felt. Kvalitetskontrollen i LGN-materialet ser ut til å være godt ivarett.

For å skaffe et stort antall måleverdier og dermed kunne avdekke langtidstrender i vannkjemien foreslås det å innføre bruk av loggere for automatisk måling av ledningsevne, temperatur og vannstand, i første omgang på seks av stasjonene. Kontinuerlige ledningsevne målinger vil gjøre det mulig å identifisere perioder med for eksempel snøsmelting, tørke osv. og dermed bidra til bedrer vurdering av vannkjemien.

Surgjøring av prøver til kationanalysene har, etter samråd med NGU-lab, blitt utført på laboratoriet umiddelbart *etter* hjemkomst fra felten. Hvorvidt denne praksisen har hatt betydning for analyseresultatene kan for sikkerhets skyld undersøkes nærmere gjennom å prøveta noen stasjoner dobbelt og ved at den ene prøven surgjøres i felt og den andre surgjøres på lab ved hjemkomst.

Verden er i kontinuerlig forandring og det tas stadig nye produkter og råvarer i bruk. Nanoteknologi eller uforutsette miljøgifter *kan* forårsake mulige problemer i norsk grunnvann. Det er følgelig mulig at det i framtida kan oppstå en problemstilling der en ønsker å finne ut *om* en forbindelse er naturlig eller menneskeskapt, og *når* den eventuelt ble introdusert i grunnvann eller andre økosystemer. Det foreslås derfor som en lite ressurskrevende foranstaltning at LGN-prøver (fra for eksempel hvert andre år) blir lagret i minst 5 år på NGUs prøvelager på Løkken.

3.6.4 Prøvelokaliteter

Data fra LGN gir bakgrunnsverdier / referanseverdier for vurdering mot eventuelle forurensinger og menneskelige inngrep og er dermed av sentral betydning for å kunne karakterisere belastede grunnvannsforekomster. Den tidligere styringsgruppen for LGN påpekte allerede i 1988 at observasjonsnettet burde utvides også til områder *påvirket* av menneskelig aktivitet. I 2015/2016 fikk NGU midler fra Miljødirektoratet til å etablere en slik overvåking av grunnvann, hjemlet i krav i EUs vanddirektiv. Noen utvalgte typelokaliteter for grunnvann skal overvåkes med hensyn til vanlige belastninger fra jordbruk, industri og urban bebyggelse.

Ved LGN stasjonene Overhalla (nr 33) og Grødal (nr 67) ble det i henholdsvis 2006 og 2009 påvist høye nitratverdier i grunnvannet. Dermed passet stasjonene ikke lenger inn i LGN-nettverket og etter noen år med overvåking ble videre overvåking av grunnvannskvalitet stoppet. Ved etablering av overvåking av typelokaliteter for belastede grunnvannsforekomster er overvåkingen nå gjenopptatt.

3.6.5 Analytiske metoder

Vi har ikke gått kritisk inn på alle analysemetodene for LGN-prøvene i denne rapporten, men analysene antas å være av god kvalitet da de stort sett er akkrediterte og har vært grundig vurdert ved kontraktsinngåelser.

NGUs undersøkelser av typelokaliteter i forbindelse med Vanddirektivet aktualiserer imidlertid at pesticider og organiske miljøgifter bør måles for noen av de upåvirkede LGN-stasjonene. Dette vil bidra til å etablere referanseverdier for norsk grunnvann også for disse parametrene. I framtida kan dette gjøre det mulig å avgjøre om trender på typelokalitetene eller andre steder kan tilskrives lokale forhold eller for eksempel være et resultat av langtransportert forurensning.

3.6.6 Karakterisering og kategorisering av lokalitetene

På sikt vil det være ønskelig med en bedre karakterisering og forståelse av de enkelte stasjonene. Dette kan man oppnå ved bruk av georadar, 2D resistivitetsmålinger, sonderboringer i nedbørsfeltet, kartlegging av løsmasser og berggrunn, aldersdatering av vannet, feltbefaringer og bruk av ulike karttjenester. De kan også *kategoriseres* bedre. Dette ville igjen gjøre det mulig å lage separat statistikk og finne trender for underkategorier og regioner. Det vil også gjøre det lettere å vurdere deres overføringsverdi til grunnvannsforekomster og områder som ikke er overvåket innen LGN-nettverket. Lokalitetene kan kategoriseres i forhold til innland/kyst, nord/midt/sør, bergarter, om berggrunnen er kalkholdig eller ikke, løsmassetyper og vannotyper bestemt av Piper-diagrammene. Dette tilrettelegger for at man deretter kan finne trender og nivåer innenfor hver av disse kategoriene.

NGU er ferd med å lage et landsdekkende kart inndelt i kalkrike og kalkfattige områder. Dette vil kunne brukes i LGN for å avdekke sammenhenger mellom bergart og grunnvannskjemi, framfor alt i forhold til vannets pH og alkalitet. En oversikt som viser hva man kan forvente å finne i grunnvannet vil være et nyttig verktøy for blant annet Artsdatabanken, som jobber med å fase inn ulike kartlag i Natur i Norge (NiN).

3.6.7 Arbeidsdeling, samarbeid og ansvarsområder

Samarbeidet om LGN mellom NVE og NGU kan med fordel intensiveres for å effektivisere feltarbeidet og for å samkjøre publisering av data fra prosjektet. Samarbeidet er allerede formalisert i samarbeidsavtale fra 2015 (vedlegg 8).

4. Veien videre

Data fra LGN gir lange tidsserier om kvalitet og kvantitet i ulike norske grunnvannsforekomster. Så vidt NGU kjenner til er disse de mest omfattende tidsserier som eksisterer for grunnvann i Norge. Slike tidsserier er viktig for å dokumentere variasjoner i grunnvannets naturlige kvalitet, temperatur og nivå og byr på unike forskningsmuligheter.

I denne rapporten er det beskrevet noen mulige tidstrender og typiske egenskaper og variasjoner for norsk grunnvann. Samtidig har arbeidet avdekket mange utviklings- og forbedringspunkter som diskuteres i det følgende:

4.1 Tilpasning til brukerbehov

Aktivitet og status for LGN rapporteres årlig. Følgende bruksområder for data fra LGN er hentet fra Kirkhusmo og Sønsterud (1988):

"Hovedhensikten med landsomfattende grunnvannnett 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. LGN-nettet kan ha betydning for overvåking av naturtilstanden kvantitativt og kvalitativt, arealplanlegging, vannforsyning, forskningsprosjekter, overvåking av forurensing, rettsavgjørelser innen grunnvannssaker / skader, vannhusholdning i jord- og skogsbruk og framstilling av prognoser"

Det har blitt enda mer aktuelt gjennom implementeringen av EUs rammedirektiv for vann i 2007 som ble innført i norsk lovgivning gjennom Forskrift om rammer for vannforvaltningen (Vannforvaltningsforskriften). I 2010 ble også EUs datterdirektiv for grunnvann innlemmet i denne forskriften. Her gis det føringer for overvåking av overflatevann og grunnvann og LGN bidrar med kvantitative og kvalitative referansedata (bakgrunnsverdier og trender) for grunnvannets naturlige tilstand ved overvåking av belastede grunnvannsforekomster

Tiden har tilrettelagt for at materialet nå har et enda større potensial for bearbeiding og publisering enn tidligere. Seriene er lengre, visualiseringsverktøyet har blitt bedre og søkbarhet mye enklere.

LGN-dataene er bedre egnet enn noe annet kjent datasett til å bestemme hva som er naturlige nivåer, svingninger, trender og sammenhenger innenfor ulike kategorier av norsk grunnvann.

Det er derfor ønskelig at den videre databearbeiding som foreslås i denne rapporten blir gjennomført og at resultatene blir offentlig tilgjengeliggjort. Nettportalen "Grunnvann i Norge" (<http://www.grunnvanninorge.no/index.php>) er et naturlig sted for å publisere dataene.

På samme sted foreslås det også å lenke til bearbeidede diagrammer og kart som underbygger eller komplementerer LGN-dataene:

- Mattilsynet og Folkehelseinstituttets data om vannkjemi i norsk grunnvann.
- Andre grunnvannskjemidata som NGU og andre aktører sitter med
- Publikasjoner og prosjekter

4.2 Data, statistikk og figurbehandling

For å utnytte datasettet i LGN-prosjektet foreslås følgende:

4.2.1 Utvidet bruk av statistiske metoder

Kategorisering av LGN-stasjoner. LGN-stasjonene er i dag kategorisert som løsmasse / fjell, kilde/brønn, over/under marin grense, og tildels i forhold til antatt bergart. Vi foreslår å utvide kategoriseringen og bruke disse inndelingene av stasjoner til mer nøyaktige statistiske analyser. En kan tenke seg inndeling i geografiske regioner (nord/midt/sør), kyst/lavland/høyfjell (se Kirkhusmo og Sønsterud 1988), grunnvannstyper etter Piper-diagram (se kapittel 3.3), og trolig også noen utvalgte

grupper av lokaliteter som "Sørlandslokalitetene", "Grunnfjellslokalitetene" osv. Deretter er det mulig å lage diagrammer og statistikker for hver av disse inndelingene (se under).

Tidstrender. Med kun én vannprøve hvert år i de siste årene, og ingen i 2016, inneholder kjemi-datasettet i utgangspunktet for få data til at en kan utføre klassiske tidsserieanalyser. Vi foreslår likevel i rapporten noen mulige diagrammer og statistiske analyser som vil kunne fange opp markante langtidstrender.

For fremtidige statistiske analyser anbefales det å dele datasettet inn i årsgrupper (f. eks. 1977-1990, 1991-2000, 2001-2010, 2011- dd osv.). Fra dette kan det beregnes medianverdier for de ulike årsgruppene og deretter sjekke om de er statistisk signifikant forskjellige fra hverandre v.h.a. f.eks. t-tester eller om nødvendig ikke-parametriske tester.

Standardisering av enkeltverdier vil også gjøre at man kan slå sammen / ta gjennomsnitt av flere stasjoner og presentere enkeltgrafer som representerer mange eller alle LGN-stasjonene. I denne rapporten har vi brukt Z-score, ved neste gjennomgang kan det vurderes å erstatte denne med "Prosent avvik fra stasjonens gjennomsnitt over tid", da dette for de fleste vil gi et mer forståelig uttrykk for måleseriens tidsvariasjoner.

Nivåer og forventet variasjoner mellom ulike steder. Et svært viktig aspekt med LGN er å kunne etablere fakta rundt hvilke nivåer av pH, ledningsevne, kobber osv. en vil kunne forvente å finne innen de ulike kategorier av norske grunnvann. Dette kan trolig best visualiseres ved bruk av boxplot.

Årstidsvariasjoner. For de viktigste parametrene kan typiske sesongvariasjonsmønstre visualiseres for de årene der det er utført mange målinger pr år. Dette vil f.eks. kunne bidra til tiltaksvurdering av drikkevannsanalyser som ligger nær drikkevannsforskriftens krav.

Grunnvann påvirket av menneskelig aktivitet. Det ønskes å etablere grafikk/statistikk som tilrettelegger for at en kan sammenlikne det antatt upåvirkede grunnvannet fra LGN-stasjonene med mulig påvirket/forurenset grunnvann. Dette vil blant annet kunne være grunnvann fra "typelokaliteter" som overvåkes i forbindelse med EUs vanddirektiv, som for eksempel typelokalitet Overhalla (Dagestad et al., under utarbeidelse).

Utvikle makroer eller prosedyrer. Det er ønskelig å etablere et system som forenkler prosessen med å oppdatere rådatafilene og å klargjøre regneark som er tilpasset videre statistisk behandling og/eller forenkler framtidige oppdateringer av figurer og statistikk.

4.3 Faglige prioriteringer

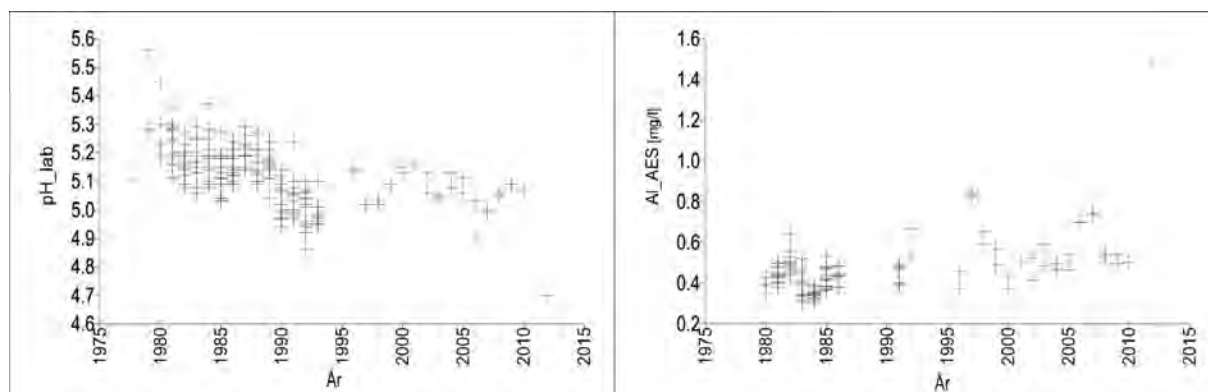
4.3.1 LGN og forurensinger

De fleste grunnvannsforekomster i Norge er åpne, relativt grunne og står i hydraulisk kontakt med overflatevann. I utgangspunkt kan de dermed også være sårbare for forurensning. Likevel har de fleste norske grunnvannsforekomstene god kvalitativ og kvantitativ status. Utfordringen er å kunne dokumentere dette med fakta og data basert på målinger, samt å identifisere grunnvannsforekomster som faktisk har behov for tiltak.

Som et ledd i arbeidet med EU's Vanddirektiv etablerte man Prosjektgruppe Grunnvann under Direktorsgruppen for Vannforskriften. Den består nå av Miljødirektoratet, NVE, NGU, Landbruksdirektoratet (LD) samt representanter fra utvalgte vannregionmyndigheter. På grunn av det store antallet små grunnvannsforekomster i Norge ble det bestemt at man i stedet for å følge hver enkelt av dem, karakteriserer, klassifiserer og overvåker grundig noen utvalgte "typelokaliteter". Disse skal representere ulike, men typisk geologi, klima og belastningssituasjon. Typelokalitetene er så langt plukket ut i industrielle og urbane områder og områder der grunnvannet potensielt kan være påvirket av jordbruk. Det blir viktig at man kan sammenligne utviklingen innen typelokalitetene med referanseverdiene fra de upåvirkede LGN-lokalitetene. Det vil også være avgjørende at man oppretter et

tilstrekkelig antall representative lokaliteter innenfor de ulike kategoriene til at eventuelle trender kan la seg påvise statistisk.

Med lange tidsserier og stasjoner som er spredt over hele landet er LGN også et godt verktøy for å kunne vurdere effektene av antatt *langtransportert forurensing*. Figur 25 er hentet fra Jæger & Frengstad (2014) og viser en betydelig nedgang i pH fra 1976 fram til ca 1995 på en av LGN-stasjonene på Sørlandet. Basert på dette bør utviklingen i alkalitet og pH i grunnvann fortsatt følges opp i denne regionen. Det er detektert en nedgang i konsentrasjonen av sulfat (i størrelsesorden 20-50%) på enkelte målestasjoner (f. eks. Fana, Filefjell, Hovden, Lakselv, Orresanden, Sortland, Åstadalen) antakelig som en følge av en vesentlig reduksjon i sur nedbør i områdene rundt målestasjonene.



Figur 25: Tidsserier av pH verdier (venstre) og aluminiumskonsentrasjoner (høyre) i grunnvannsprøver fra Birkenes LGN-område fra 1977 til 2013. Fra 1981 til 1993 ble det prøvetatt månedlig, mens det for øvrig har vært tatt 1-2 prøver per år (Fra Jæger & Frengstad, 2014).

Forøvrig vil produkter, råvarer og avfallsstoffer være under utvikling og endring, og man kan vanskelig forutsi hvilke utfordringer dette kan medføre på lang sikt. Nanoteknologi, medisiner, uforutsette miljøgifter osv. kan derfor før eller siden oppstå som problem i norsk grunnvann. Trolig vil det i en slik situasjon bli viktig å kunne avgjøre om gryende endringer er naturlige eller menneskeskapt, eller på hvilket tidspunkt eventuelle nye forurensninger nådde norske grunnvannsakviferer og økosystemer. I en del tilfeller vil derfor gamle prøver kunne komme til anvendelse av årsaker en ikke kunne kjenne til da prøven ble tatt. Det foreslås derfor som en nokså lite ressurskrevende foranstaltning at LGN-prøver hvert 5 år blir lagret på NGUs prøvelager på Løkken.

4.3.2 LGN og klima

Grunnvann er en forutsetning for liv i mange vassdrag i Norge ved at tilsiget av grunnvann sikrer minstevannføring i tørke- og frostperioder. Endringer i grunnvannstand og -temperatur vil dermed i noen områder ha store og synlige konsekvenser for økosystemet. Både klimaprogner og måledata viser tydelig at vannets kretsløp er svært sårbart for klimaendringer, med potensielt store konsekvenser for samfunn og økosystemer (Milly et al., 2005, Holman, 2006 and IPCC, 2007).

Det finnes lite kunnskap om hvordan klimaendringer vil påvirke grunnvann generelt og det finnes enda mindre kunnskap om konsekvenser for grunnvannets kjemi. Gradvise forandringer i økosystemet på grunn av menneskeskapt endringer i vannkjemi vil trolig også være svært vanskelig å påvise p.g.a. naturlige variasjoner og endringer. Lange, sammenhengende tidsserier med mange målinger er derfor avgjørende for å kunne identifisere menneskeskapt trender, og det blir derfor viktig å sikre tilstrekkelig antall og kvalitet på LGN-målingene i de kommende år og tiår.

4.3.3 Grunnvannsovervåkning i Fennoskandia og prosjekt "INFORM"

Gjennom SGUs "grundvattennät" overvåker Sverige grunnvann på ca 300 stasjoner. Ved 30 av disse foretas det også prøvetaking og vannkemiske målinger (to ganger pr år). Finland driver to ulike stasjonsnett gjennom Finnish Environment Institute (SYKE) og Geological survey of Finland (GTK). Som for NGU/NVEs LGN-nettverk blir både kvantitative og kvalitative egenskaper monitorert. I 2006

og 2007 ble det foretatt koordinerte prøvetakinger og analyser i 230 utvalgte stasjoner fra de tre landene gjennom prosjektet INFORM (Intercalibration of Fennoscandian reference monitoring of groundwater in Finland, Sweden and Norway). Hensikten var bl.a. å skape et større data/kartgrunnlag som referanse for grunnvannets egenskaper, sammenlikne metoder, analyser og regionale trender, samt tilrettelegge for generelt samarbeid og effektivisering.

I vedlegg 11 har vi vist noen av de kartene som ble produsert fra prosjektets datamateriale. Kartene viser mulige regionale trender på tvers av landegrensene. Resultatene ble, så langt vi kjenner til ikke sluttrapportert, men prosjektet er beskrevet i European communities 2007. Det anbefales at NGU/NVE tar kontakt med våre finske og svenske kolleger med den hensikt å få publisert de viktigste funnene.

5. Konklusjoner

5.1 LGN-data: trender, nivåer, variasjon og kategorier

Denne rapporten gir et grunnlag for å stake ut en kurs for det videre arbeidet med LGN: metoder, prøvetaking, databehandling og tilgjengeliggjøring av data. Det er visualisert og påvist en del trender, nivåer og naturgitte variasjoner i norsk grunnvann. Sørligere deler av Norge ble på slutten av 1900-tallet påført store belastninger fra sur nedbør som stammet fra kullfyrte kraftverk i Storbritannia og på Kontinentet. Fortsatt er pH i grunnvann i denne regionen svært lav. Det er i LGN-data funnet en nedgang i konsentrasjonen av sulfat (i størrelsesorden 20-50%) på enkelte målestasjoner (f. eks. Fana, Filefjell, Hovden, Lakselv, Orresanden, Sortland og Åstadalen). Dette skyldes antakelig generelt en nedgang i sur nedbør i områdene rundt målestasjonene. Selv om vi ikke kan utelukke at dette delvis skyldes lokale påvirkning som drenering av myrer eller hogst, berggrunn eller andre naturgitte forhold bør trendene følges spesielt opp.

Det er presentert og diskutert naturlige nivåer og variasjoner i naturlig, norsk grunnvann (vedlegg 5); boxplot for pH, ledningsevne, sulfat, klorid, fluorid, alkalitet, nitrat, kalsium, magnesium, natrium, kalium, aluminium, arsen, kadmiem, kobber, jern, mangan, bly og sink. Figurene vil være nyttige i ulike sammenhenger til å synliggjøre og vurdere hva som er naturlig og hva som kan tilskrives at grunnvannet er forurenset. Figurene indikerer også hvilke forbindelser i ulike typer grunnvann som kan skape problemer i forhold til drikkevannsforskriftens krav.

Grunnvannsdata fra alle LGN-stasjonene er presentert i ulike Piper-diagram. Dette viser på et svært overordnet nivå hvilke typer av grunnvann og grunnvannsdannelser som er typiske for Norge. Grunnvann fra fjellbrønner eller -kilder er vanligvis i kategorien "jordalkalisk-hydrogenkarbonatisk" og dernest i den nær beslektede "jordalkalisk-alkalisk -hydrogenkarbonatisk". For grunnvann i løsmasser er dette forholdet motsatt; "jordalkalisk-alkalisk-hydrogenkarbonatisk" er den viktigste vanntypen, men også "jordalkalisk- hydrogenkarbonatisk" og "alkalisk-sulfatisk-kloridisk" er vanlige vanntyper. Det er også visualisert i kart (Figur 9) hvor de ulike grunnvannstypene er mest framtrepende. Figurene kan brukes til sammenlikning av norsk grunnvann med grunnvann i andre land og også i det videre arbeidet med statistikk, visualisering og kategorisering av LGN-lokalitetene.

Tidsvariasjoner og trender for norsk grunnvann generelt, og for de enkelte LGN-stasjonene, er vist i kapitlene 3.4 og 3.5. Noen av figurene viser en interessant utvikling over tid som bør følges opp med statistiske tester innenfor ulike kategorier og regioner/ inndelinger av stasjonene. De siste årene har f.eks. konsentrasjonene av hovedkationer og silisium vist en tendens til å være noe høyere enn for resten av tidsseriene, mens sulfatkonsentrasjonene har vist tegn til det motsatte. Eventuelle viktige endringer i naturen vil sannsynligvis være små i forhold til det man vil forvente av naturlige variasjoner og nøyaktighet på analysene. Kvalitetskontroll, representativ prøvetaking, og et stort antall måledata over tid vil være helt avgjørende for at man skal kunne fange opp eventuelle endringer av kvaliteten i norsk grunnvann.

Datasettet gir unike muligheter for videre forskning som også bør kunne utnyttes til studentoppgaver/masteroppgaver.

EUs rammedirektiv for vann er innført i norsk lovgivning gjennom Vannforvaltningsforskriften. Her gis det føringer for overvåking av overflatevann og grunnvann . LGN gir referansedata/bakgrunnsdata for overvåking av belastede grunnvannsføremål .

Det er ønskelig at alle data om grunnvannskjemi, inkludert data fra LGN, på sikt samles i en nasjonal database.

5.2 Oppsummering av foreslåtte metodiske tiltak

Det følgende oppsummerer anbefalte tiltak innenfor LGN-arbeidet framover.

Tiltak	Prioritet
Programvare og utstyr	
Vurdere valg/innkjøp av KNIME, SPSS, R eller andre som framtidig verktøy for statistikk og figurbehandling	1
Vurdere innkjøp av bedre instrument for feltmålinger av pH	1
Vurdere innkjøp av bedre titrator for alkalitetsmålinger	3
Loggere for måling av ledningsevne, temperatur og vannivå bør monteres på utvalgte stasjoner	1
Prøvetaking og stasjoner	
Nedbørsdata; finne og etablere rutiner for bruk av nedbørsdata fra nærområdet til LGN-stasjonene	3
Karakterisering av LGN-stasjonene (georadar, sonderboringer, datering osv)	2
Kvalitetskontroll og analyser	
Teste pH-målinger m.h.t. mulige feil som følge av lagring av grunnvannsprøver og metode/instrument for måling. Vurdere å avslutte analyse av pH på lab dersom feltmålinger viser seg å være mer nøyaktige.	1
Teste metode for mer nøyaktig måling av alkalitet i felt ved lav alkalitet (for eksempel større prøvevolum eller mer nøyaktig pipettering), samt etablere kvantifiseringsgrenser.	2
Teste ut om noe forsinket surgjøring av prøver til kationanalyser kan ha noen betydning	2
Labanalyser av ledningsevne og pH <u>kan</u> vurderes tatt ut av programmet for å spare penger.	3
Behandling av rådata	
Utvikle kompetanse på figurbehandling og statistikk	1
Vaske rådatafilene (fjerne uteliggere osv.)	2
Utvikle makroer for å oppdatere rådatafiler årlig og tilrettelegging av rådatafiler til filer som egner seg til figurbehandling	3
Utvikle figurer og statistikk for LGN-data	
Kategorisere LGN-stasjonene og kjøre statistikk for de ulike kategoriene (For eksempel nord/sør, kyst/innland, over/under marin grense osv.) Tidstrender prioriteres, men det blir også viktig å etablere bakgrunnsnivåer og -variasjonsintervaller.	1
For de viktigste parametrene; etablere typisk sesongvariasjonsmønstre for de årene der det er utført 12 eller flere målinger pr år.	2
Etablere grafikk/statistikk der det sammenliknes målinger av typelokaliteter med LGN-data	3
Brukerbehov og tilgjengeliggjøring av data	
Under oppdatering av grunnvann.no legges det ut kart, figurer og statistikk som beskriver norsk grunnvann. Også rådatafilene legges ut.	1
Oppdatering av LGN lokaliteter og data i GRANADA	2

6. Referanseliste

- Caritat P. de. (1995). Intensifying groundwater acidification at Birkenes, southern Norway. *Journal of Hydrology*, 170: 47-62.
- Dagestad, A., Seither, A., Jæger, Ø. (under utarbeidelse) Kartlegging og overvåking av typelokaliteter med antropogen belastning – Overhalla. NGU-rapport 2017.003
- European communities (2007). Common implementation strategy for the water framework directive (200/60/EC): Guidance Document No. 15. Guidance on Groundwater Monitoring. Technical Report 002 2007. 54 sider.
- Frengstad, B., Jæger, Ø., Magombedze, L. (2006). Landsomfattende mark- og grunnvannnett – årsrapport 2005. NGU rapport 2006.053.
- Frengstad, B., Jæger, Ø., Storrø, G. (2014). Landsomfattende mark- og grunnvannnett. Endringer i grunnvannskjemi ved Birkenes. Abstract i NGU-rapport 2014.012. Det 23. NGU-seminar om hydrgeologi og miljø. 39 sider.
- Furtak, H., Langguth, H. R. (1967). Zur hydrochemischen Kennzeichnung von Grundwässern und Grundwassertypen mittels Kennzahlen. Mem. IAH Congress, 1965, 86-96, Hannover.
- Haga, J. (2014). Landsomfattende mark- og grunnvannnett. Drift og formidling 2013. NVE rapport 25:2014. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Henriksen, A., Kirkhusmo, L., Sønsterud, R. (1989). Landsomfattende grunnvannnett (LGN) Grunnvannets kjemiske sammensetning. NIVA rapport 352/89. Oslo: Norsk institutt for vannforskning.
- Holman, I. P. (2006). Climate change impacts on groundwater recharge-uncertainty, shortcomings, and the way forward? *Hydrogeol. J.*, 14 (5), pp. 637–647
- Hounslow, Arthur W. (1995). *Water quality data. Analysis and interpretation.*
- IPCC, 2007. Climate change (2007) impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. In: Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., Linden, P.J.v.d., Hanson, C.E. (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, USA.
- Jæger, Ø., Frengstad, B. (2014.) Landsomfattende mark- og grunnvannnett – årsrapport 2012. NGU rapport 2013.018.
- Jæger, Ø., Grimstvedt, A., Frengstad, B., Reimann, C. (2006). Groundwater contamination from well points – An experience from the Norwegian groundwater monitoring network. *Science of the total environment*, vol. 367, 437-440.
- Kirkhusmo, L., Sønsterud, R. (1988). Overvåking av grunnvann; Landsomfattende grunnvannnett (LGN). NGU-rapport 88.046.
- Milly, P.C.D., Dunne, K. A., Vecchia, A. V. (2005). Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate. *Nature*, 438, pp. 347–350
- Piper, A. M. (1944). A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analysis. *Trans. Amer. Geophys. Union*, 25, 914-928.

Vedlegg

Vedlegg 1: Protokoll for prøvetaking og feltmålinger

Vedlegg 2: Feltskjema

Vedlegg 3: Analysemetoder

Vedlegg 4: Analysedata

Vedlegg 5: Boxplot

Vedlegg 6: Indikasjon av kildebergart

Vedlegg 7: Tidsserier

Vedlegg 8: LGN avtale med NVE

Vedlegg 9: Piper diagrammer

Vedlegg 10: Berggrunnsgeologisk kart og vanntyper

Vedlegg 11: Kart fra grunnvannsovervåking i Fennoskandia



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 feltrutiner.

Dokument 4.3.1. Faggruppe for geokjemi og hydrogeologi, NGU.

Bearbeidet av Bjørn Frenstad 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-elektrodene 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 mekv/l) = 0,1 N. Laboratoriet kan forberede en løsning 0,02 eq/l (20 meq/l = 20 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 O₂ – 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.

Landsomfattende grunnvannnett

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

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



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 NO₂⁻


PRESISJON: 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



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
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)
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:
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.
NB! Analyse for Se og Sn leveres kun på forespørsel.

PRESISJON: 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 ANALYSER 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 VANNANALYSER (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 %.												
PRE SISJON:		Det analyseres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrollidiagram (X-d iagram). Disse kan forevises om ønskelig.												

NGU Rapport 2016.039, Vedlegg 4, side 1 av 16
Grunnvannskjemiske analysedata fra tidsperioden 2010-2015

LGN nr	LGN-område	Sted	UTM sone	ØV	NS	Høyde m_asl	Type brønn/kilde	Type akvifer	Overvåket*** antall år	Avstand til NVE stasjon
1	Orresanden, Jæren	4	32	298620	6515904	5	Brønn, PEH*	Vindavs.	17(11)	noen meter
2	Birkenes	5	32	455477	6462224	70	Brønn, stål**	Breelvavs.	34(13)	noen meter
3	Aamli	8	32	471819	6512455	145	Brønn, stål	Breelvavs.	37(14)	noen meter
4	Hovden	7	32	413509	6604592	1100	Brønn; PEH	Morene	33(9)	noen meter
5	Moesvatn	50	32	461877	6634733	1010	Kilde	Morene	30(29)	1900 m
10	Modum	13	32	553031	6647112	140	Brønn, PEH	Breelvavs.	37(11)	1000 m
13	Magnor	13	33	341933	6650425	127	Brønner, stål	Breelvavs.	23(9)	825 m
14	Filefjell	13	32	452271	6782950	950	Brønn, PEH	Morene	25(11)	noen meter
15	Fura	7	32	625289	6754675	420	Brønn, PEH	Morene	25(11)	noen meter
16	Kise	1	32	598030	6740802	250	Brønn	Fjell	13(13)	noen meter
18	Abrahamsvollen	3	32	630897	6953609	705	Gravd brønn	Morene	14(14)	noen meter
23	Sagelva	6	32	583371	7021970	315	Brønn, PEH	Morene	11(11)	700 m
24	Aastadalen	50	32	600873	6783997	700	Kilde	Morene	31(31)	440 m
27	Karasjok3	51	35	407223	7700956	240	Kilde	Breelvavs.	35(6)	47 km !!
28	Lakselv	4	35	423250	7771270	30	Brønn; stål	Elveavs.	33(16)	noen meter
29	Fana	50	32	297984	6686212	45	Kilde	Breelvavs.	18(11)	185 m
31	Foerde	6	32	339775	6815427	50	Brønn, PEH	Breelvavs.	23(11)	noen meter
34	Fauske	3	33	519343	7463360	60	Brønn, PEH	Morene	34(11)	noen meter
35	Sortland	3	33	508138	7613791	30	Brønn, PEH	Breelvavs.	22(11)	noen meter
38	Nordfjordeid	50	32	346735	6869034	45	Kilde	Breelvavs.	23(23)	620 m
39	Oeverbygd	4	34	434219	7657623	80	Brønn, stål	Breelvavs.	36(16)	noen meter
42	Dombaas	50	32	501881	6882723	530	Kilde	Breelvavs.	36(25)	415 m
43	Haslemoen	12	32	658023	6727101	175	Brønn, PEH	Breelvavs.	34(11)	noen meter
46	Kaarvatn	50	32	494702	6961205	240	Kilde	Skred	13(12)	860 m
48	Evje	4	32	427680	6486136	180	Brønn, stål	Breelvavs.	32(17)	noen meter
50	Skjomen	3	33	600042	7571927	10	Brønn, stål	Elveavs.	34(16)	noen meter
52	Hol	2	32	467051	6715752	460	Brønn, PEH	Elveavs.	32(11)	noen meter
54	Svenningdal	4	33	426164	7257837	120	Brønn, PEH	Breelvavs.	33(10)	noen meter
55	Trysil	50	33	348690	6809650	420	Kilde	Breelvavs.	15(15)	-
59	Djupvika	1	33	603430	7595005	140	Brønn	Fjell	13(13)	-
60	Torhop - Tana	2	35	536972	7819361	50	Brønn	Fjell	13(10)	1500 m
61	Petterlund - Tana	50	35	546474	7807938	55	Kilde	Morene	12(11)	460 m
62	Lade	4	32	572023	7037003	30	Brønn	Fjell	13(11)	noen meter
63	Svanvik	2	35	615006	7708011	45	Brønn, PEH	Breelvavs.	13(13)	4 km !!
64	Hvaler	3	32	615932	6549443	35	Brønn	Fjell	10(9)	1740 m
65	Fiplingdal	1	33	435260	7248535	220	Brønn	Fjell	11(11)	noen meter
66	Osa	50	32	392591	6719441	50	Kilde	Skred	11(11)	-
68	Stor-Alteren	50	33	455234	7355348	50	Kilde	Fjell (karst)	11(11)	-
69	Bogen	50	33	582274	7601470	15	Kilde	Fjell	11(11)	-
72	Nordmoen	3	32	616675	6681389	203	Brønn, PEH	Vindavs.	35(11)	noen meter
79	Rognan	50	33	515651	7441694	20	Kilde	Fjell (karst)	11(11)	-
80	Sekkemo	2	34	536985	7748022	35	Brønn	Fjell	11(11)	-
81	Hoeylandet	50	33	374770	7186236	125	Kilde	Breelvavs.	10(10)	-
100	Ramfjordmoen	50	34	429906	7720002	55	Kilde	Breelvavs.	9(9)	-
103	Mieron	50	34	588838	7669182	325	Kilde	Breelvavs.	9(9)	-
104	Formofoss	51	33	371911	7143923	135	Kilde	Breelvavs.	9(9)	-
105	Folldal	50	32	553121	6875342	735	Kilde	Breelvavs.	9(9)	-
106	Sirdal	1	32	373159	6524206	425	Brønner	Fjell	9(9)	-
107	Passebekk	50	32	546629	6597214	120	Kilde	Breelvavs.	9(9)	-
108	Karlebotn	50	35	559345	7779939	10	Kilde	Elveavs.	9(9)	-
110	Kåfjordbotn	50	34	577113	7757745	15	Kilde	Skred	8(8)	-
111	Fagerhaug	50	32	545512	6946282	550	Kilde	Morene	6(5)	-

* PEH = polyetylen høy densitet; ** stål = rustfritt stål; ***() antall år overvåket i dagens brønn/kilde; "avs." = avsetning

LGN nr	LGN-område	Marin grense	Hovedbergart
1	Orresanden, Jæren	Under	Diorittisk til granittisk gneis, migmatitt
2	Birkenes	Over	Amfibolitt, hornblendegneis, glimmergneis, stedvis migmatittisk
3	Åmli	Over	Diorittisk til granittisk gneis, migmatitt
4	Hovden	Over	Vulkanske bergarter (uspesifisert)
5	Møsvatn	Over	Basalt
10	Modum	Under	Amfibolitt, hornblendegneis, glimmergneis, stedvis migmatittisk
13	Magnor	Under	Diorittisk til granittisk gneis, migmatitt
14	Filefjell	Over	Diorittisk til granittisk gneis, migmatitt
15	Fura	Over	Leirskifer, sandstein, kalkstein
16	Kise	Over	Sandstein, leirskifer
18	Abrahamsvollen	Over	Amfibolitt og glimmerskifer
23	Sagelva	Over	Leirskifer, sandstein, kalkstein
24	Åstadalen	Over	Sandstein
27	Karasjok3	Over	Diorittisk til granittisk gneis, migmatitt
28	Lakselv	Under	Kvartsitt
29	Fana	Under	Granitt, granodioritt
31	Førde	Under	Diorittisk til granittisk gneis, migmatitt
34	Fauske	Under	Glimmergneis, glimmerskifer, metasandstein, amfibolitt
35	Sortland	Under	Gabbro, amfibolitt
38	Nordfjordeid	Under	Øyegneis, granitt, foliert granitt
39	Øverbygd	Under	Metasandstein, glimmerskifer
42	Dombås	Over	Fyllitt, glimmerskifer
43	Haslemoen	Over	Diorittisk til granittisk gneis, migmatitt
46	Kårvatn	Over	Metasandstein, glimmerskifer
48	Evje	Over	Øyegneis, granitt, foliert granitt
50	Skjomen	Under	Diorittisk til granittisk gneis, migmatitt
52	Hol	Over	Granitt, granodioritt
54	Svenningdal	Over	Glimmergneis, glimmerskifer, metasandstein, amfibolitt
55	Trysil	Over	Sandstein
59	Djupvika	Over	Glimmergneis, glimmerskifer, metasandstein, amfibolitt
60	Torhop - Tana	Under	Sandstein, leirskifer
61	Petterlund - Tana	Under	Leirskifer, sandstein, kalkstein
62	Lade	Under	Grønnstein, amfibolitt
63	Svanvik	Under	Diorittisk til granittisk gneis, migmatitt
64	Hvaler	Under	Granitt, granodioritt
65	Fiplingdal	Over	Glimmergneis, glimmerskifer, metasandstein, amfibolitt
66	Osa	Under	Diorittisk til granittisk gneis, migmatitt
68	Stor-Alteren	Under	Kalkspatmarmor
69	Bogen	Under	Glimmergneis, glimmerskifer, metasandstein, amfibolitt
72	Nordmoen	Over	Diorittisk til granittisk gneis, migmatitt
79	Rognan	Under	Kalkspatmarmor
80	Sekkemo	Under	Kvartsitt
81	Høylandet	under	Glimmergneis, glimmerskifer, metasandstein, amfibolitt
100	Ramfjordmoen	under	Glimmergneis, glimmerskifer, metasandstein, amfibolitt
103	Mieron	Over	Grønnstein, amfibolitt
104	Formofoss	under	Diorittisk til granittisk gneis, migmatitt
105	Folldal	Over	Metasandstein, glimmerskifer
106	Sirdal	Over	Øyegneis, granitt, foliert granitt
107	Passebekk	Under	Granitt, granodioritt
108	Karlebotn	Under	Konglomerat, sedimentær breksje
110	Kåfjordbotn	Under	Basalt
111	Fagerhaug	Over	Granitt, granodioritt

LGN nr	LGN-område	Hovedvanntyper Etter Furtak & Langguth (1967)	Vanntyper Beregnet i AquaChem	Ionebalanse Snitt, %	Ionebalanse Median, %
1	Orresanden	Jordalkalisk-alkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-Na-HCO ₃ -Cl	2.63	2.98
2	Birkenes	Alkalisk vann, sulfatisk-kloridisk	Na-Cl-NO ₃	20.40	21.34
3	Åmli	Alkalisk vann, sulfatisk-kloridisk	Na-Ca-SO ₄ -HCO ₃ -Cl	11.71	12.74
4	Hovden	Jordalkalisk-alkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-HCO ₃	19.75	22.48
5	Møsvatn	Jordalkalisk-alkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-HCO ₃	17.37	19.40
10	Modum	Jordalkalisk-alkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-Na-Mg-HCO ₃ -SO ₄	9.85	6.74
13	Magnor	Alkalisk vann, sulfatisk-kloridisk	Na-Ca-HCO ₃ -Cl-SO ₄	11.22	10.93
14	Filefjell	Jordalkalisk-alkalisk vann; sulfatisk-kloridisk	Ca-Na-HCO ₃ -Cl	6.21	5.97
15	Fura	Alkalisk vann, sulfatisk-kloridisk	Na-Ca-SO ₄ -HCO ₃ -Cl	9.47	7.16
16	Kise	Alkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Na-Ca-HCO ₃	7.09	7.22
18	Abrahamsv.	Jordalkalisk-alkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Mg-Ca-Na-HCO ₃ -Cl	16.19	9.07
23	Sagelva	Jordalkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-HCO ₃	2.61	2.75
24	Åstadalen	Jordalkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-HCO ₃	21.55	22.41
27	Karasjok3	Jordalkalisk-alkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-Na-HCO ₃	9.57	5.75
28	Lakselv	Alkalisk vann, sulfatisk-kloridisk	Na-Mg-Cl-HCO ₃	6.85	7.12
29	Fana	Alkalisk vann, sulfatisk-kloridisk	Na-Ca-Cl-HCO ₃	1.68	1.90
31	Førde	Alkalisk vann, sulfatisk-kloridisk	Na-Cl-HCO ₃	22.27	19.52
34	Fauske	Jordalkalisk-alkalisk vann; sulfatisk-kloridisk	Ca-Na-Mg-HCO ₃ -Cl	5.76	7.78
35	Sortland	Jordalkalisk-alkalisk vann; sulfatisk-kloridisk	Na-Ca-Mg-Cl-HCO ₃	3.86	3.39
38	Nordfjord.	Alkalisk vann, sulfatisk-kloridisk	Na-Ca-Mg-Cl-HCO ₃	8.90	6.73
39	Øverbygd	Jordalkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-HCO ₃	5.52	4.44
42	Dombås	Jordalkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-HCO ₃	4.46	2.93
43	Haslemoen	Jordalkalisk-alkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Na-Ca-HCO ₃ -SO ₄	20.01	6.80
46	Kårvatn	Jordalkalisk-alkalisk vann; sulfatisk-kloridisk	Ca-HCO ₃ -SO ₄ -Cl	2.12	2.10
48	Evje	Alkalisk vann, sulfatisk-kloridisk	Na-HCO ₃ -Cl-SO ₄	24.05	27.75
50	Skjomen	Jordalkalisk-alkalisk vann; sulfatisk-kloridisk	Na-Ca-Cl-HCO ₃ -SO ₄	11.16	11.64
52	Hol	Jordalkalisk-alkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-Na-HCO ₃ -SO ₄	8.21	8.10
54	Svenning.	Jordalkalisk-alkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-Na-HCO ₃ -Cl	2.79	2.89
55	Trysil	Jordalkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-HCO ₃	24.79	13.93
59	Djupvika	Jordalkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-HCO ₃	2.78	3.61
60	Torhop – T.	Alkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Na-Mg-HCO ₃	3.14	3.18
61	Petterlund T.	Alkalisk vann, sulfatisk-kloridisk	Na-Mg-Ca-Cl-HCO ₃	5.32	3.18
62	Lade	Jordalkalisk-alkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-Na-HCO ₃	3.50	3.58
63	Svanvik	Jordalkalisk-alkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-Na-HCO ₃ -Cl-SO ₄	5.96	5.26
64	Hvaler	Alkalisk vann, sulfatisk-kloridisk	Na-Cl-HCO ₃	8.28	9.25
65	Fiplingdal	Jordalkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-Mg-HCO ₃	3.16	2.47
66	Osa	Jordalkalisk-alkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-HCO ₃	6.58	6.51
68	Stor-Alteren	Jordalkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-HCO ₃	2.75	2.64
69	Bogen	Jordalkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-HCO ₃ -SO ₄	1.71	1.49
72	Nordmoen	Jordalkalisk-alkalisk vann; sulfatisk-kloridisk	Ca-Na-SO ₄ -HCO ₃	13.53	10.27
79	Rognan	Jordalkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-Mg-HCO ₃	1.82	1.93
80	Sekkemo	Jordalkalisk-alkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-Na-HCO ₃	4.15	3.91
81	Høylandet	Jordalkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-HCO ₃	2.11	1.99
100	Ramfjordm.	Jordalkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-HCO ₃	2.54	2.45
103	Mieron	Jordalkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄	2.85	2.25
104	Formofoss	Jordalkalisk-alkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-Na-Mg-HCO ₃ -Cl	3.02	2.18
105	Folldal	Jordalkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-HCO ₃ -SO ₄	8.16	6.15
106	Sirdal	Jordalkalisk-alkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-Na-HCO ₃ -SO ₄	1.86	1.57
107	Passebekk	Jordalkalisk-alkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-HCO ₃	10.07	6.56
108	Karlebotn	Jordalkalisk-alkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-Na-Mg-HCO ₃	4.05	3.33
110	Kåfjordbotn	Jordalkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-Mg-HCO ₃	2.79	3.31
111	Fagerhaug	Jordalkalisk-alkalisk vann; hydrogenkarbonatisk	Ca-Na-HCO ₃ -Cl	19.74	7.86

Vanntyper er diskutert i kapittel 3.3; Metoden for å beregne ionebalanse er vist i kapittel 2.2.2.

LGN nr	LGN-område	GV-stand (m u. overfl.)			Temperatur _{felt} (°C)			EC _{felt} (µS/cm)			EC _{lab} (mS/m)		
		Med.	snitt ± SD	SD	Med.	snitt ± SD	SD	Med.	snitt ± SD	SD	Med.	snitt ± SD	SD
1	Orresanden	0.36	0.40 ± 0.08		6.8	7.2 ± 2.0		527.0	526.5 ± 65.6		51.3	51.3 ± 7.4	
2	Birkenes	3.05	2.98 ± 0.55		6.1	6.5 ± 0.6		67.9	66.1 ± 20.3		7.2	6.4 ± 1.7	
3	Åmli	3.23	3.24 ± 0.19		5.5	5.7 ± 0.5		22.7	23.1 ± 2.5		2.0	2.0 ± 0.3	
4	Hovden	1.94	1.94 ± 0.61		1.9	2.4 ± 1.3		29.1	26.9 ± 4.5		2.9	2.9 ± 0.0	
5	Møsvatn				3.7	3.8 ± 0.6		26.6	29.2 ± 7.7		3.0	2.7 ± 1.3	
10	Modum	0.87	0.93 ± 0.14		6.7	6.6 ± 1.2		44.6	44.2 ± 1.6		4.3	4.1 ± 0.7	
13	Magnor				5.0	5.1 ± 0.5		46.9	54.3 ± 16.3		4.3	5.1 ± 1.8	
14	Filefjell	0.44	0.50 ± 0.13		2.3	3.1 ± 1.4		28.4	29.1 ± 3.3		2.9	2.9 ± 0.4	
15	Fura	1.74	1.78 ± 0.32		3.5	4.4 ± 2.1		54.7	56.0 ± 8.4		5.2	5.3 ± 0.9	
16	Kise	7.05	7.35 ± 0.97		6.3	6.4 ± 0.4		327.5	321.7 ± 33.7		31.6	30.7 ± 3.0	
18	Abrahamsvollen	0.29	0.99 ± 1.28		3.7	3.6 ± 1.4		21.5	39.1 ± 41.7		2.1	4.0 ± 4.1	
23	Sagelva	0.99	0.95 ± 0.21		6.4	6.3 ± 1.8		291.0	278.3 ± 47.8		28.9	26.9 ± 3.6	
24	Åstadalen				2.6	2.8 ± 1.0		29.7	30.4 ± 6.1		3.0	3.2 ± 0.6	
27	Karasjok3				2.8	2.8 ± 0.2		22.0	22.2 ± 2.3		2.2	2.2 ± 0.2	
28	Lakselv	0.82	0.88 ± 0.43		2.9	2.9 ± 0.6		38.1	38.5 ± 2.0		3.8	3.9 ± 0.2	
29	Fana				7.1	7.7 ± 1.6		297.5	287.0 ± 125.		30.8	32.4 ± 6.1	
31	Førde	2.95	2.87 ± 0.23		6.3	6.9 ± 2.0		49.9	55.7 ± 17.9		3.8	3.7 ± 0.4	
34	Fauske	0.64	0.76 ± 0.37		4.2	4.3 ± 1.0		87.0	85.7 ± 9.0		8.9	8.7 ± 1.0	
35	Sortland	0.17	0.19 ± 0.10		4.3	4.5 ± 2.4		92.2	104.0 ± 29.0		8.3	8.3 ± 0.7	
38	Nordfjordeid				5.9	6.0 ± 0.1		38.2	40.0 ± 7.9		3.8	4.0 ± 0.8	
39	Øverbygd	0.70	0.67 ± 0.27		1.9	2.1 ± 1.0		101.5	98.0 ± 28.3		10.0	9.7 ± 2.6	
42	Dombås				3.5	3.5 ± 0.1		76.3	76.1 ± 3.4		7.8	7.7 ± 0.1	
43	Haslemoen	1.90	2.12 ± 0.38		4.8	5.1 ± 0.9		17.6	17.5 ± 1.2		1.6	1.7 ± 0.1	
46	Kårvatn				4.1	4.2 ± 1.2		77.5	74.8 ± 10.8		7.8	7.4 ± 0.9	
48	Evje	1.80	1.78 ± 0.20		6.0	6.0 ± 0.2		25.9	26.1 ± 1.1		2.4	2.4 ± 0.1	
50	Skjomen	0.59	0.55 ± 0.25		4.6	4.5 ± 0.5		34.2	34.3 ± 4.8		3.3	3.3 ± 0.4	
52	Hol	1.49	1.65 ± 0.33		2.5	3.6 ± 2.5		36.5	36.0 ± 8.4		3.7	3.6 ± 0.8	
54	Svenningdal	4.03	4.00 ± 0.76		3.5	3.8 ± 0.7		71.4	86.2 ± 28.3		6.7	7.7 ± 2.6	
55	Trysil				1.9	2.5 ± 1.5		59.1	57.6 ± 18.2		6.3	6.4 ± 1.1	
59	Djupvika	22.74	22.3 ± 1.72		4.6	4.6 ± 0.0		183.1	459.2 ± 616.		18.1	17.9 ± 0.5	
60	Torhop - Tana				4.9	4.9 ± 0.6		328.0	332.7 ± 10.5		32.3	32.3 ± 0.2	
61	Petterlund -				4.8	4.7 ± 1.9		62.4	62.5 ± 6.4		5.7	5.8 ± 0.5	
62	Lade	29.78	29.8 ± 0.48		8.1	8.1 ± 0.1		714.5	728.8 ± 63.7		70.1	70.3 ± 1.9	
63	Svanvik	7.31	7.25 ± 0.14		3.2	3.5 ± 0.5		59.2	59.7 ± 1.8		5.8	5.9 ± 0.2	
64	Hvaler				8.6	8.7 ± 0.2		116.6	120.7 ± 19.8		11.1	11.6 ± 2.2	
65	Fiplingdal	11.23	11.2 ± 0.10		4.9	4.9 ± 0.1		257.0	234.5 ± 52.0		22.5	21.8 ± 4.5	
66	Osa				6.2	6.2 ± 0.2		34.6	34.6 ± 5.0		3.5	3.4 ± 0.3	
68	Stor-Alteren				3.4	3.7 ± 0.5		213.5	221.3 ± 29.2		21.0	22.0 ± 2.9	
69	Bogen				4.3	4.3 ± 0.8		373.5	381.8 ± 49.9		36.1	37.5 ± 4.8	
72	Nordmoen	1.90	1.89 ± 0.27		5.8	5.8 ± 0.1		36.2	39.4 ± 5.2		4.3	4.3 ± 0.3	
79	Rognan				4.8	4.8 ± 0.0		335.0	339.3 ± 20.4		32.2	33.1 ± 1.7	
80	Sekkemo				6.2	7.7 ± 3.1		207.5	206.0 ± 22.4		20.0	19.6 ± 1.5	
81	Høylandet				6.3	6.5 ± 1.3		180.8	153.5 ± 65.4		16.2	15.5 ± 5.2	
100	Ramfjordmoen				3.1	3.4 ± 0.9		189.5	191.2 ± 5.9		18.9	18.7 ± 0.7	
103	Mieron				2.3	2.2 ± 0.6		145.3	143.4 ± 10.0		14.5	14.2 ± 0.9	
104	Formofoss				4.9	4.9 ± 0.1		98.3	99.0 ± 5.1		9.8	9.7 ± 0.3	
105	Folldal				4.2	4.2 ± 0.1		34.0	33.7 ± 2.3		3.5	3.4 ± 0.2	
106	Sirdal				5.1	5.6 ± 2.1		222.0	224.0 ± 8.6		21.9	21.9 ± 0.6	
107	Passebekk				5.0	5.1 ± 0.9		53.0	53.4 ± 5.6		5.4	5.3 ± 0.4	
108	Karlebotn				3.5	3.5 ± 0.1		61.4	62.2 ± 1.5		6.2	6.2 ± 0.1	
110	Kåfjordbotn				2.1	2.1 ± 0.4		252.0	249.3 ± 10.5		25.0	25.0 ± 0.9	
111	Fagerhaug				3.3	3.1 ± 1.2		33.6	32.2 ± 3.1		3.4	3.2 ± 0.3	

Med. = Median; snitt = gjennomsnitt; SD = standardavvik

LGN nr	LGN-område	pH _{felt}			pH _{lab}			tAlk _{felt} (mmol/l)				tAlk _{lab} (mmol/l)			
		med.	snitt ± SD	SD	med	snitt ± SD	SD	med.	snitt ± SD	SD	med.	snitt ± SD	SD		
1	Orresanden	7.8	7.8 ± 0.2	0.2	8.0	8.0 ± 0.0	0.0	2.50	2.50 ± 0.36	0.36	2.45	2.48 ± 0.38	0.38		
2	Birkenes	4.7	4.7 ± 0.2	0.2	4.9	4.9 ± 0.1	0.1	0.05	0.04 ± 0.01	0.01	0.01	0.02 ± 0.02	0.02		
3	Åmli	5.1	5.3 ± 0.7	0.7	5.5	5.5 ± 0.1	0.1	0.05	0.06 ± 0.03	0.03	0.04	0.04 ± 0.01	0.01		
4	Hovden	5.9	5.9 ± 0.2	0.2	6.4	6.5 ± 0.3	0.3	0.20	0.27 ± 0.15	0.15	0.22	0.21 ± 0.01	0.01		
5	Møsvatn	6.1	6.0 ± 0.2	0.2	6.7	6.7 ± 0.1	0.1	0.30	0.29 ± 0.14	0.14	0.25	0.24 ± 0.05	0.05		
10	Modum	6.4	6.4 ± 0.3	0.3	6.8	6.9 ± 0.2	0.2	0.25	0.25 ± 0.09	0.09	0.23	0.23 ± 0.01	0.01		
13	Magnor	5.5	5.6 ± 0.7	0.7	6.4	6.5 ± 0.5	0.5	0.15	0.26 ± 0.24	0.24	0.12	0.17 ± 0.13	0.13		
14	Filefjell	5.3	5.3 ± 0.2	0.2	5.9	6.0 ± 0.3	0.3	0.10	0.10 ± 0.05	0.05	0.07	0.08 ± 0.02	0.02		
15	Fura	4.9	4.9 ± 0.3	0.3	5.5	5.5 ± 0.2	0.2	0.10	0.16 ± 0.13	0.13	0.08	0.07 ± 0.01	0.01		
16	Kise	8.6	8.5 ± 0.3	0.3	8.2	8.2 ± 0.1	0.1	2.90	2.98 ± 0.36	0.36	2.75	2.69 ± 0.30	0.30		
18	Abrahamsv.	6.0	6.1 ± 0.5	0.5	6.2	6.4 ± 0.5	0.5	0.18	0.42 ± 0.51	0.51	0.13	0.32 ± 0.42	0.42		
23	Sagelva	7.6	7.6 ± 0.3	0.3	7.9	7.9 ± 0.2	0.2	2.85	2.62 ± 0.38	0.38	2.70	2.47 ± 0.37	0.37		
24	Åstadalen	5.8	5.9 ± 0.2	0.2	6.4	6.5 ± 0.3	0.3	0.20	0.27 ± 0.19	0.19	0.20	0.20 ± 0.04	0.04		
27	Karasjok3	6.2	6.2 ± 0.2	0.2	6.6	6.6 ± 0.1	0.1	0.15	0.15 ± 0.05	0.05	0.12	0.13 ± 0.02	0.02		
28	Lakselv	5.6	5.7 ± 0.3	0.3	6.3	6.3 ± 0.1	0.1	0.10	0.12 ± 0.02	0.02	0.12	0.12 ± 0.01	0.01		
29	Fana	6.4	6.4 ± 0.3	0.3	7.0	7.0 ± 0.1	0.1	0.70	0.72 ± 0.15	0.15	0.65	0.67 ± 0.09	0.09		
31	Førde	5.5	5.6 ± 0.4	0.4	5.7	5.7 ± 0.1	0.1	0.18	0.25 ± 0.20	0.20	0.10	0.10 ± 0.03	0.03		
34	Fauske	6.2	6.2 ± 0.3	0.3	6.4	6.5 ± 0.3	0.3	0.30	0.30 ± 0.09	0.09	0.33	0.31 ± 0.05	0.05		
35	Sortland	5.9	6.0 ± 0.5	0.5	6.3	6.3 ± 0.2	0.2	0.35	0.36 ± 0.15	0.15	0.34	0.32 ± 0.10	0.10		
38	Nordfjordeid	5.0	5.1 ± 0.3	0.3	5.9	6.0 ± 0.2	0.2	0.10	0.14 ± 0.05	0.05	0.11	0.11 ± 0.01	0.01		
39	Øverbygd	8.8	8.9 ± 0.4	0.4	7.9	7.9 ± 0.1	0.1	0.80	0.77 ± 0.25	0.25	0.73	0.75 ± 0.19	0.19		
42	Dombås	6.7	6.7 ± 0.2	0.2	7.4	7.3 ± 0.1	0.1	0.60	0.64 ± 0.06	0.06	0.56	0.56 ± 0.01	0.01		
43	Haslemoen	5.2	5.2 ± 0.3	0.3	6.1	6.1 ± 0.2	0.2	0.08	0.17 ± 0.16	0.16	0.06	0.06 ± 0.01	0.01		
46	Kårvatn	6.5	6.4 ± 0.2	0.2	6.9	6.9 ± 0.1	0.1	0.30	0.31 ± 0.09	0.09	0.24	0.27 ± 0.07	0.07		
48	Evje	4.8	4.7 ± 0.1	0.1	5.2	5.2 ± 0.0	0.0	0.10	0.08 ± 0.03	0.03	0.01	0.02 ± 0.01	0.01		
50	Skjomen	5.1	5.4 ± 0.6	0.6	5.4	5.4 ± 0.1	0.1	0.10	0.09 ± 0.03	0.03	0.05	0.04 ± 0.01	0.01		
52	Hol	6.6	6.4 ± 0.3	0.3	6.8	6.9 ± 0.2	0.2	0.23	0.23 ± 0.08	0.08	0.20	0.19 ± 0.03	0.03		
54	Svenningdal	6.3	6.5 ± 0.6	0.6	6.5	6.6 ± 0.5	0.5	0.40	0.53 ± 0.28	0.28	0.38	0.49 ± 0.27	0.27		
55	Trysil	6.6	6.7 ± 0.3	0.3	7.3	7.3 ± 0.2	0.2	0.60	0.70 ± 0.25	0.25	0.55	0.56 ± 0.11	0.11		
59	Djupvika	7.5	7.5 ± 0.1	0.1	7.9	7.9 ± 0.0	0.0	1.50	1.45 ± 0.13	0.13	1.50	1.46 ± 0.08	0.08		
60	Torhop - Tana	7.2	7.1 ± 0.2	0.2	7.9	7.9 ± 0.2	0.2	2.60	2.57 ± 0.14	0.14	2.40	2.41 ± 0.02	0.02		
61	Petterlund-Tana	6.6	6.7 ± 0.4	0.4	6.6	6.6 ± 0.1	0.1	0.20	0.17 ± 0.07	0.07	0.18	0.18 ± 0.04	0.04		
62	Lade	7.8	7.8 ± 0.2	0.2	7.9	7.9 ± 0.1	0.1	5.80	5.78 ± 0.16	0.16	5.35	5.47 ± 0.34	0.34		
63	Svanvik	6.4	6.4 ± 0.4	0.4	7.0	7.0 ± 0.1	0.1	0.30	0.31 ± 0.06	0.06	0.28	0.28 ± 0.02	0.02		
64	Hvaler	5.4	5.3 ± 0.2	0.2	6.1	6.1 ± 0.3	0.3	0.30	0.26 ± 0.15	0.15	0.18	0.20 ± 0.07	0.07		
65	Fiplingdal	8.3	8.3 ± 0.2	0.2	8.0	8.0 ± 0.1	0.1	2.18	2.11 ± 0.42	0.42	2.10	2.01 ± 0.47	0.47		
66	Osa	6.5	6.5 ± 0.4	0.4	7.0	7.0 ± 0.1	0.1	0.20	0.23 ± 0.04	0.04	0.18	0.18 ± 0.03	0.03		
68	Stor-Alteren	7.6	7.6 ± 0.3	0.3	7.8	7.9 ± 0.1	0.1	1.88	2.06 ± 0.44	0.44	1.85	2.00 ± 0.34	0.34		
69	Bogen	7.7	8.0 ± 0.6	0.6	7.9	7.9 ± 0.1	0.1	2.45	2.57 ± 0.27	0.27	2.34	2.45 ± 0.24	0.24		
72	Nordmoen	5.7	5.8 ± 0.3	0.3	6.6	6.6 ± 0.1	0.1	0.20	0.21 ± 0.10	0.10	0.11	0.11 ± 0.03	0.03		
79	Rognan	7.9	7.9 ± 0.2	0.2	8.0	8.0 ± 0.1	0.1	2.90	2.83 ± 0.18	0.18	2.77	2.79 ± 0.09	0.09		
80	Sekkemo	6.7	6.7 ± 0.2	0.2	7.1	7.0 ± 0.1	0.1	1.58	1.51 ± 0.24	0.24	1.45	1.38 ± 0.18	0.18		
81	Høylandet	7.4	7.4 ± 0.3	0.3	7.9	7.8 ± 0.3	0.3	1.50	1.37 ± 0.53	0.53	1.45	1.35 ± 0.53	0.53		
100	Ramfjordmoen	7.7	7.5 ± 0.4	0.4	7.9	7.8 ± 0.1	0.1	1.78	1.74 ± 0.12	0.12	1.70	1.68 ± 0.11	0.11		
103	Mieron	7.1	7.1 ± 0.1	0.1	7.7	7.6 ± 0.1	0.1	1.00	1.03 ± 0.05	0.05	0.99	0.98 ± 0.04	0.04		
104	Formofoss	6.3	6.3 ± 0.1	0.1	6.8	6.9 ± 0.4	0.4	0.50	0.53 ± 0.05	0.05	0.53	0.53 ± 0.02	0.02		
105	Folldal	6.0	6.1 ± 0.6	0.6	6.5	6.6 ± 0.3	0.3	0.18	0.16 ± 0.04	0.04	0.18	0.18 ± 0.01	0.01		
106	Sirdal	8.4	8.4 ± 0.1	0.1	8.2	8.2 ± 0.1	0.1	1.45	1.46 ± 0.08	0.08	1.30	1.30 ± 0.00	0.00		
107	Passebekk	6.6	6.6 ± 0.3	0.3	7.0	7.0 ± 0.0	0.0	0.35	0.36 ± 0.09	0.09	0.35	0.34 ± 0.05	0.05		
108	Karlebotn	6.3	6.5 ± 0.2	0.2	7.1	7.2 ± 0.2	0.2	0.40	0.37 ± 0.05	0.05	0.37	0.37 ± 0.01	0.01		
110	Kåfjordbotn	7.7	7.6 ± 0.1	0.1	8.0	7.9 ± 0.1	0.1	2.45	2.48 ± 0.22	0.22	2.35	2.39 ± 0.11	0.11		
111	Fagerhaug	6.8	6.7 ± 0.2	0.2	6.9	6.9 ± 0.1	0.1	0.20	0.73 ± 1.24	1.24	0.16	0.17 ± 0.04	0.04		

Med. = Median, snitt = gjennomsnitt; SD = standardavvik

LGN nr	LGN-område	DO _{felt} (mg/l)			Farge			Turbiditet (FNU)			HCO ₃ ⁻ (mg/L)*		
		med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD
1	Orresanden	3.88	3.51	± 1.58	79.7	109.5	± 54.5	1.02	1.31	± 0.93	152.6	152.6	± 21.7
2	Birkenes	11.00	11.30	± 0.50	<1	<1		0.16	0.13	± 0.05	3.1	2.5	± 0.7
3	Åmli	8.14	8.50	± 2.53	<1	<1		0.05	0.09	± 0.08	3.1	3.6	± 1.9
4	Hovden	9.01	9.01	± 1.31	<1	<1		0.71	1.16	± 1.25	12.2	16.7	± 9.2
5	Møsvatn	11.77	11.61	± 0.62	2.0	3.2	± 3.1	0.54	0.65	± 0.42	18.3	17.8	± 8.3
10	Modum	10.42	10.42	± 0.45	<1	<1		0.22	0.28	± 0.22	15.3	15.3	± 5.6
13	Magnor	9.40	9.20	± 1.48	<1	<1		0.14	0.27	± 0.37	9.2	15.9	± 14.4
14	Filefjell	9.20	8.77	± 0.79	<1	<1		0.61	0.54	± 0.29	6.1	6.1	± 3.1
15	Fura	6.92	7.10	± 0.94	<1	<1		0.16	0.34	± 0.32	6.1	9.8	± 8.0
16	Kise	0.93	1.96	± 1.46	2.5	2.6	± 1.1	1.05	3.18	± 5.33	177.0	182.0	± 22.1
18	Abrahamsvollen	5.89	5.62	± 1.18	2.0	5.8	± 6.9	0.42	0.39	± 0.16	10.7	25.4	± 30.8
23	Sagelva	9.70	9.99	± 1.40	<1	<1		0.45	1.17	± 1.41	173.9	159.7	± 23.5
24	Åstadalen	10.91	10.67	± 1.12	2.0	5.8	± 7.2	0.17	0.37	± 0.47	12.2	16.5	± 11.8
27	Karasjok3	12.48	11.98	± 0.98	13.3	13.2	± 2.5	0.22	0.28	± 0.25	9.2	9.2	± 3.1
28	Lakselv	9.29	9.22	± 0.81	20.5	33.5	± 31.3	40.30	39.68	± 14.95	6.1	7.1	± 1.4
29	Fana	11.34	11.29	± 0.14	17.7	18.1	± 8.3	0.52	0.52	± 0.14	42.7	43.7	± 9.1
31	Førde	3.10	4.39	± 2.37	24.5	27.2	± 16.2	2.30	4.03	± 3.89	10.7	15.3	± 11.9
34	Fauske	9.20	9.32	± 1.15	3.0	12.8	± 22.0	19.95	23.33	± 12.89	18.3	18.3	± 5.6
35	Sortland	4.45	4.33	± 2.48	8.2	9.5	± 4.6	9.50	20.27	± 24.66	21.4	21.9	± 8.9
38	Nordfjordeid	10.90	11.24	± 0.73	<1	8.8	± 18.0	0.30	0.36	± 0.26	6.1	8.5	± 3.0
39	Øverbygd	8.53	8.06	± 1.67	<1	1.2	± 1.5	0.34	0.71	± 0.66	48.8	46.8	± 15.5
42	Dombås	11.00	10.86	± 0.61	<1	<1		0.14	0.15	± 0.11	36.6	39.2	± 3.7
43	Haslemoen	11.67	11.81	± 0.91	<1	<1		0.20	0.23	± 0.05	4.6	10.2	± 10.1
46	Kårvatn	12.57	12.18	± 1.17	6.5	6.7	± 1.4	0.14	0.15	± 0.11	18.3	18.8	± 5.7
48	Evje	9.77	9.39	± 1.57	<1	<1		0.11	0.12	± 0.07	6.1	4.6	± 1.9
50	Skjomen	4.50	4.93	± 2.03	1.0	1.4	± 0.8	0.67	0.78	± 0.35	6.1	5.6	± 2.1
52	Hol	11.60	11.57	± 1.34	5.7	5.9	± 3.2	0.45	0.62	± 0.40	13.7	14.2	± 4.9
54	Svenningdal	8.40	8.24	± 0.76	2.7	2.9	± 1.3	0.71	5.97	± 12.09	24.4	32.0	± 17.1
55	Trysil	11.67	11.38	± 1.21	7.0	6.5	± 3.2	0.19	0.25	± 0.22	36.6	42.7	± 15.4
59	Djupvika	1.86	2.02	± 1.20	<1	<1		1.18	2.37	± 2.10	91.5	88.5	± 7.7
60	Torhop - Tana	2.15	2.28	± 1.19	3.0	3.7	± 2.2	1.18	1.16	± 0.47	158.7	156.6	± 8.4
61	Petterlund - Tana	7.07	6.68	± 2.64	17.0	19.0	± 6.3	0.25	0.25	± 0.03	12.2	10.2	± 4.2
62	Lade	8.18	7.93	± 1.35	13.1	12.8	± 1.9	9.55	12.54	± 9.74	353.9	352.9	± 9.6
63	Svanvik	10.10	10.31	± 0.88	<1	<1		0.19	0.18	± 0.07	18.3	18.8	± 3.7
64	Hvaler	3.00	3.44	± 2.43	10.1	11.5	± 3.9	4.50	7.06	± 6.37	18.3	15.8	± 9.1
65	Fiplingdal	0.76	1.46	± 1.29	<1	6.3	± 12.4	54.50	58.47	± 24.91	132.7	128.7	± 25.8
66	Osa	12.04	12.07	± 0.17	<1	<1		0.14	0.13	± 0.06	12.2	13.7	± 2.3
68	Stor-Alteren	12.60	12.52	± 0.56	1.5	1.5	± 0.5	0.22	0.25	± 0.20	114.4	125.6	± 27.1
69	Bogen	13.60	13.60	± 0.00	1.0	1.5	± 0.9	0.13	0.12	± 0.07	149.5	156.6	± 16.4
72	Nordmoen	7.79	7.87	± 0.42	<1	<1		0.20	0.21	± 0.12	12.2	12.8	± 6.2
79	Rognan	10.50	10.50	± 0.00	<1	<1		0.15	0.16	± 0.05	177.0	172.9	± 11.0
80	Sekkemo	1.75	2.14	± 1.57	8.3	9.5	± 4.1	4.15	4.22	± 1.12	96.1	92.0	± 14.6
81	Høylandet	10.96	9.72	± 2.18	1.0	1.3	± 0.8	0.40	0.48	± 0.25	91.5	83.4	± 32.4
100	Ramfjordmoen	12.50	12.19	± 1.02	<1	1.2	± 1.4	0.13	0.12	± 0.09	108.3	106.3	± 7.6
103	Mieron	12.26	12.02	± 0.97	1.5	4.3	± 4.8	0.35	0.66	± 0.77	61.0	63.1	± 2.9
104	Formofoss	12.23	11.91	± 0.70	<1	<1		0.15	0.12	± 0.07	30.5	32.5	± 2.9
105	Folldal	11.20	11.25	± 0.51	2.0	2.1	± 1.0	0.12	0.22	± 0.24	10.7	9.7	± 2.7
106	Sirdal	6.33	6.33	± 0.33	<1	<1		0.14	0.18	± 0.13	88.5	89.0	± 5.1
107	Passebekk	11.79	11.80	± 0.35	<1	<1		0.22	0.24	± 0.11	21.4	21.9	± 5.4
108	Karlebotn	10.30	10.24	± 0.61	<1	1.6	± 1.7	0.17	0.22	± 0.16	24.4	22.4	± 2.9
110	Kåfjordbotn	13.17	12.57	± 1.22	3.5	3.3	± 1.7	0.26	0.35	± 0.31	149.5	151.0	± 13.4
111	Fagerhaug	12.19	12.00	± 1.51	12.0	13.1	± 2.7	0.31	0.32	± 0.21	12.2	44.2	± 75.8

* [HCO₃⁻] i mg/l ≈ tAlk * 61.0; Med. = Median; snitt = gjennomsnitt; SD = standardavvik; '<' = under deteksjonsgrensen

LGN nr	LGN-område	NH ₄ -N (µg/l)			F ⁻ (mg/l)			Cl ⁻ (mg/l)			NO ₂ ⁻ (mg/l)		
		med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD
1	Orresanden	23.51	28.84	± 15.84	0.13	0.13	± 0.02	76.50	71.49	± 23.17	<0.1	0.5	± 0.72
2	Birkenes	<10	43.00	± 85.00	0.17	0.19	± 0.04	7.15	7.27	± 1.59	<0.1	<0.1	
3	Åmli	<10	<10		0.05	<0.05		1.69	1.66	± 0.15	<0.1	<0.1	
4	Hovden	<10	<10		0.18	0.18	± 0.01	0.81	0.92	± 0.21	<0.1	<0.1	
5	Møsvatn	<10	<10		<0.05	<0.05		0.52	0.53	± 0.07	<0.1	<0.1	
10	Modum	<10	<10		<0.05	<0.05		1.51	1.48	± 0.12	<0.1	<0.1	
13	Magnor	<10	<10		0.07	0.07	± 0.01	4.34	5.03	± 1.29	<0.1	<0.1	
14	Filefjell	<10	<10		<0.05	<0.05		3.84	3.60	± 1.14	<0.1	<0.1	
15	Fura	<10	<10		0.06	0.06	± 0.02	4.78	5.47	± 2.73	<0.1	<0.1	
16	Kise	341.71	315.77	± 129.13	0.20	0.19	± 0.03	2.34	2.34	± 0.19	<0.1	<0.1	
18	Abrahamsvollan	<10	<10		<0.05	<0.05		1.51	1.59	± 0.21	<0.1	<0.1	
23	Sagelva	<10	<10		<0.05	<0.05		5.54	5.79	± 0.53	<0.1	<0.1	
24	Åstadalen	<10	<10		<0.05	<0.05		0.91	0.94	± 0.24	<0.1	<0.1	
27	Karasjok3	<10	<10		<0.05	<0.05		0.92	0.98	± 0.21	<0.1	<0.1	
28	Lakselv	<10	<10		<0.05	<0.05		4.44	4.58	± 0.36	<0.1	<0.1	
29	Fana	<10	13.25	± 28.51	<0.05	<0.05		63.05	69.21	± 19.64	<0.1	<0.1	
31	Førde	393.00	399.31	± 173.00	<0.05	<0.05		6.82	6.41	± 0.93	<0.1	<0.1	
34	Fauske	<10	<10		0.06	0.06	± 0.02	11.36	11.88	± 2.40	<0.1	<0.1	
35	Sortland	<10	<10		<0.05	<0.05		9.98	11.37	± 2.95	<0.1	<0.1	
38	Nordfjordeid	<10	<10		<0.05	<0.05		6.47	6.24	± 1.23	<0.1	<0.1	
39	Øverbygd	<10	<10		0.05	0.06	± 0.03	4.32	4.42	± 2.01	<0.1	<0.1	
42	Dombås	<10	<10		<0.05	<0.05		0.91	0.89	± 0.09	<0.1	<0.1	
43	Haslemoen	<10	<10		<0.05	<0.05		0.97	0.97	± 0.04	<0.1	<0.1	
46	Kårvatn	<10	<10		<0.05	<0.05		4.61	4.31	± 1.13	<0.1	<0.1	
48	Evje	<10	<10		0.11	0.12	± 0.03	2.99	3.01	± 0.15	<0.1	<0.1	
50	Skjomen	<10	<10		0.31	0.30	± 0.05	4.37	4.38	± 1.32	<0.1	<0.1	
52	Hol	<10	<10		0.14	0.14	± 0.02	1.05	1.04	± 0.35	<0.1	<0.1	
54	Svenningdal	<10	<10		<0.05	<0.05		6.49	6.26	± 1.03	<0.1	<0.1	
55	Trysil	<10	<10		<0.05	<0.05		0.54	0.52	± 0.05	<0.1	<0.1	
59	Djupvika	<10	<10		0.20	0.20	± 0.01	3.90	3.99	± 0.30	<0.1	<0.1	
60	Torhop - Tana	16.92	16.39	± 8.11	0.09	0.10	± 0.01	11.35	11.39	± 0.17	<0.1	<0.1	
61	Petterlund - Tana	<10	<10		<0.05	<0.05		8.33	8.84	± 1.28	<0.1	<0.1	
62	Lade	<10	<10		0.13	0.13	± 0.01	51.21	50.07	± 5.13	<0.1	<0.1	
63	Svanvik	<10	<10		<0.05	<0.05		4.61	4.59	± 0.13	<0.1	<0.1	
64	Hvaler	<10	<10		0.55	0.55	± 0.14	20.30	20.71	± 5.36	<0.1	<0.1	
65	Fiplingdal	<10	<10		0.24	0.27	± 0.17	6.55	6.23	± 0.79	<0.1	<0.1	
66	Osa	<10	<10		0.12	0.12	± 0.02	1.26	1.27	± 0.11	<0.1	<0.1	
68	Stor-Alteren	<10	<10		<0.05	<0.05		5.79	6.01	± 2.37	<0.1	<0.1	
69	Bogen	<10	<10		0.06	0.06	± 0.02	5.29	5.82	± 1.13	<0.1	<0.1	
72	Nordmoen	<10	<10		<0.05	<0.05		2.02	2.00	± 0.13	<0.1	<0.1	
79	Rognan	<10	<10		<0.05	<0.05		6.67	6.95	± 1.61	<0.1	<0.1	
80	Sekkemo	27.77	25.84	± 13.99	<0.05	<0.05		12.64	12.61	± 0.43	<0.1	<0.1	
81	Høylandet	<10	<10		<0.05	<0.05		6.14	6.15	± 0.77	<0.1	<0.1	
100	Ramfjordmoen	<10	<10		<0.05	<0.05		5.52	5.54	± 0.73	<0.1	<0.1	
103	Mieron	<10	<10		<0.05	<0.05		0.79	0.79	± 0.05	<0.1	<0.1	
104	Formofoss	<10	<10		0.18	0.18	± 0.02	10.46	10.54	± 1.01	<0.1	<0.1	
105	Folldal	<10	<10		<0.05	<0.05		0.89	0.88	± 0.10	<0.1	<0.1	
106	Sirdal	<10	<10		1.96	1.98	± 0.17	6.16	5.98	± 0.47	<0.1	<0.1	
107	Passebekk	<10	11.83	± 18.95	0.14	0.13	± 0.01	1.33	1.34	± 0.06	<0.1	<0.1	
108	Karlebotn	<10	<10		<0.05	<0.05		4.04	4.05	± 0.14	<0.1	<0.1	
110	Kåfjordbotn	<10	<10		<0.05	<0.05		6.55	6.79	± 1.30	<0.1	<0.1	
111	Fagerhaug	<10	<10		<0.05	<0.05		2.39	2.40	± 0.52	<0.1	<0.1	

* [HCO₃⁻] i mg/l ≈ tAlk * 61.0; Med. = Median; snitt = gjennomsnitt; SD = standardavvik; '<' = under deteksjonsgrensen

NGU Rapport 2016.039, Vedlegg 4, side 8 av 16
Grunnvannskjemiske analysedata fra tidsperioden 2010-2015

LGN nr	LGN-område	Br ⁻ (mg/l)			NO ₃ ⁻ (mg/l)			PO ₄ ³⁻ (mg/l)			SO ₄ ²⁻ (mg/l)		
		med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD
1	Orresanden	<0.1	<0.1		3.99	5.70 ± 6.50		<0.4	<0.4		15.45	14.45 ± 3.97	
2	Birkenes	<0.1	<0.1		12.70	11.4 ± 5.75		<0.4	<0.4		4.41	4.09 ± 0.54	
3	Åmli	<0.1	<0.1		0.70	0.75 ± 0.44		<0.4	<0.4		2.94	2.91 ± 0.26	
4	Hovden	<0.1	<0.1		<0.25	<0.2		<0.4	<0.4		1.29	1.30 ± 0.18	
5	Møsvatn	<0.1	<0.1		<0.25	<0.2		<0.4	<0.4		1.32	1.38 ± 0.29	
10	Modum	<0.1	<0.1		<0.25	<0.2		<0.4	<0.4		6.01	5.92 ± 0.25	
13	Magnor	<0.1	<0.1		0.30	0.52 ± 0.49		<0.4	<0.4		5.38	5.42 ± 0.53	
14	Filefjell	<0.1	<0.1		1.06	1.09 ± 0.31		<0.4	<0.4		1.81	1.81 ± 0.18	
15	Fura	<0.1	<0.1		<0.25	<0.2		<0.4	<0.4		8.15	8.24 ± 0.93	
16	Kise	<0.1	<0.1		2.51	2.47 ± 0.80		<0.4	<0.4		20.69	19.76 ± 1.84	
18	Abrahamsvollen	<0.1	<0.1		<0.25	<0.2		<0.4	<0.4		0.99	1.04 ± 0.34	
23	Sagelva	<0.1	<0.1		<0.25	<0.2		<0.4	<0.4		9.68	9.12 ± 1.76	
24	Åstadalen	<0.1	<0.1		0.32	0.33 ± 0.13		<0.4	<0.4		2.65	2.61 ± 0.46	
27	Karasjok3	<0.1	<0.1		0.55	0.60 ± 0.16		<0.4	<0.4		1.32	1.33 ± 0.09	
28	Lakselv	<0.1	<0.1		1.25	1.30 ± 0.10		<0.4	<0.4		1.93	1.91 ± 0.14	
29	Fana	<0.1	<0.1		4.09	4.55 ± 2.12		<0.4	<0.4		6.37	6.60 ± 0.99	
31	Førde	<0.1	<0.1		0.38	0.32 ± 0.19		<0.4	<0.4		0.89	0.93 ± 0.29	
34	Fauske	<0.1	<0.1		<0.25	<0.2		<0.4	<0.4		5.13	5.22 ± 0.84	
35	Sortland	<0.1	<0.1		0.30	0.29 ± 0.13		<0.4	<0.4		3.66	3.49 ± 0.74	
38	Nordfjordeid	<0.1	<0.1		1.00	1.46 ± 1.09		<0.4	<0.4		1.19	1.16 ± 0.09	
39	Øverbygda	<0.1	<0.1		<0.25	<0.2		<0.4	<0.4		2.88	3.08 ± 1.71	
42	Dombås	<0.1	<0.1		0.47	0.47 ± 0.09		<0.4	<0.4		6.79	6.84 ± 0.27	
43	Haslemoen	<0.1	<0.1		<0.25	<0.2		<0.4	<0.4		2.49	2.40 ± 0.28	
46	Kårvatn	<0.1	<0.1		4.60	4.75 ± 0.84		<0.4	<0.4		8.42	8.23 ± 1.46	
48	Evje	<0.1	<0.1		0.44	0.41 ± 0.24		<0.4	<0.4		3.73	3.79 ± 0.36	
50	Skjomen	<0.1	<0.1		0.54	0.72 ± 0.57		<0.4	<0.4		2.93	3.05 ± 0.77	
52	Hol	<0.1	<0.1		0.68	1.01 ± 0.85		<0.4	<0.4		3.79	3.68 ± 1.04	
54	Svenningdal	<0.1	<0.1		0.49	0.48 ± 0.10		<0.4	<0.4		1.81	1.83 ± 0.31	
55	Trysil	<0.1	<0.1		<0.25	<0.2		<0.4	<0.4		2.34	2.34 ± 0.31	
59	Djupvika	<0.1	<0.1		<0.25	<0.2		<0.4	<0.4		11.14	11.06 ± 0.49	
60	Torhop - Tana	<0.1	<0.1		<0.25	<0.2		<0.4	<0.4		28.06	28.02 ± 0.61	
61	Petterlund -	<0.1	<0.1		<0.25	<0.2		<0.4	<0.4		2.66	2.67 ± 0.19	
62	Lade	0.17	0.14 ± 0.0		0.27	0.26 ± 0.10		<0.4	<0.4		29.78	30.53 ± 2.55	
63	Svanvik	<0.1	<0.1		0.28	0.30 ± 0.05		<0.4	<0.4		5.58	5.57 ± 0.11	
64	Hvaler	<0.1	<0.1		<0.25	<0.2		<0.4	<0.4		7.90	7.37 ± 1.53	
65	Fiplingdal	<0.1	<0.1		<0.25	<0.2		<0.4	<0.4		3.92	3.84 ± 1.01	
66	Osa	<0.1	<0.1		1.07	1.08 ± 0.22		<0.4	<0.4		2.91	2.84 ± 0.34	
68	Stor-Alteren	<0.1	<0.1		0.51	0.72 ± 0.56		<0.4	<0.4		3.14	3.25 ± 0.41	
69	Bogen	<0.1	<0.1		<0.25	<0.2		<0.4	<0.4		56.00	61.13 ± 18.4	
72	Nordmoen	<0.1	<0.1		<0.25	<0.2		<0.4	<0.4		9.21	9.23 ± 1.17	
79	Rognan	<0.1	<0.1		0.33	0.31 ± 0.10		<0.4	<0.4		21.30	24.60 ± 7.63	
80	Sekkemo	<0.1	<0.1		<0.25	<0.2		<0.4	<0.4		8.16	7.81 ± 0.79	
81	Høylandet	<0.1	<0.1		<0.25	<0.2		<0.4	<0.4		2.56	2.67 ± 0.88	
100	Ramfjordmoen	<0.1	<0.1		<0.25	<0.2		<0.4	<0.4		2.94	3.24 ± 0.65	
103	Mieron	<0.1	<0.1		<0.25	0.39 ± 0.49		<0.4	<0.4		17.75	18.12 ± 1.99	
104	Formofoss	<0.1	<0.1		0.31	0.31 ± 0.03		<0.4	<0.4		2.60	2.65 ± 0.20	
105	Folldal	<0.1	<0.1		1.95	1.98 ± 0.49		<0.4	<0.4		3.02	2.97 ± 0.11	
106	Sirdal	<0.1	<0.1		<0.25	<0.2		<0.4	<0.4		28.10	27.89 ± 0.99	
107	Passebekk	<0.1	<0.1		1.59	1.48 ± 0.60		<0.4	<0.4		4.20	4.15 ± 0.26	
108	Karlebotn	<0.1	<0.1		0.63	0.65 ± 0.06		<0.4	<0.4		3.57	3.58 ± 0.06	
110	Kåfjordbotn	<0.1	<0.1		0.54	0.60 ± 0.14		<0.4	<0.4		3.40	3.45 ± 0.22	
111	Fagerhaug	<0.1	<0.1		<0.25	<0.2		<0.4	<0.4		1.70	1.65 ± 0.13	

Med. = Median; snitt = gjennomsnitt; SD = standardavvik; '<' = under deteksjonsgrensen

NGU Rapport 2016.039, Vedlegg 4, side 9 av 16
Grunnvannskjemiske analysedata fra tidsperioden 2010-2015

LGN nr	LGN-område	Mg (mg/l)			Ca (mg/l)			Na (mg/l)			K (mg/l)		
		med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD
1	Orresanden	5.68	5.84	± 0.62	48.75	49.53	± 3.77	42.30	44.7	± 7.61	1.83	1.83	± 0.14
2	Birkenes	0.75	0.75	± 0.21	0.98	1.03	± 0.26	3.90	4.03	± 0.51	1.17	1.33	± 0.77
3	Åmli	0.19	0.20	± 0.03	0.79	0.79	± 0.15	1.80	1.90	± 0.25	<0.5	<0.5	
4	Hovden	0.51	0.51	± 0.02	3.30	3.30	± 0.14	1.44	1.42	± 0.13	<0.5	<0.5	
5	Møsvatn	0.25	0.28	± 0.08	3.68	3.80	± 0.52	1.16	1.31	± 0.41	<0.5	<0.5	
10	Modum	1.00	0.99	± 0.06	3.88	3.85	± 0.20	2.28	2.29	± 0.14	1.00	1.02	± 0.06
13	Magnor	0.71	0.74	± 0.11	2.08	2.14	± 0.29	4.25	6.09	± 3.54	0.77	0.76	± 0.07
14	Filefjell	0.44	0.46	± 0.06	1.86	1.88	± 0.20	2.12	2.08	± 0.29	0.57	0.59	± 0.09
15	Fura	0.65	0.65	± 0.06	2.24	2.18	± 0.18	5.00	5.06	± 1.62	0.88	0.91	± 0.12
16	Kise	3.45	3.68	± 0.47	22.35	23.43	± 3.31	34.85	34.2	± 6.77	4.95	4.88	± 0.79
18	Abrahamsvollen	0.79	1.84	± 2.31	1.46	3.55	± 4.48	1.14	1.24	± 0.34	<0.5	<0.5	
23	Sagelva	6.02	5.64	± 0.88	47.70	43.97	± 7.12	3.72	3.74	± 0.11	<0.5	<0.5	
24	Åstadalen	0.44	0.45	± 0.11	3.83	4.04	± 0.89	1.14	1.20	± 0.23	<0.5	<0.5	
27	Karasjok3	0.47	0.50	± 0.06	1.72	1.81	± 0.25	1.37	1.39	± 0.09	0.57	0.59	± 0.07
28	Lakselv	1.20	1.21	± 0.06	1.15	1.14	± 0.09	3.87	3.90	± 0.20	0.79	0.79	± 0.02
29	Fana	1.42	1.48	± 0.19	16.65	16.43	± 2.19	38.85	41.2	± 7.82	2.18	2.10	± 0.20
31	Førde	0.47	0.46	± 0.05	1.07	1.11	± 0.19	3.57	3.53	± 0.48	0.79	0.78	± 0.06
34	Fauske	1.95	1.95	± 0.25	6.02	5.71	± 1.09	7.10	7.06	± 0.42	1.02	0.97	± 0.12
35	Sortland	1.89	1.79	± 0.19	5.44	5.27	± 0.57	7.06	6.93	± 0.47	1.28	1.29	± 0.12
38	Nordfjordeid	0.82	0.78	± 0.21	1.67	1.80	± 0.43	3.62	3.86	± 0.62	<0.5	<0.5	
39	Øverbygd	1.94	1.92	± 0.62	12.90	12.80	± 4.03	3.04	3.16	± 0.66	1.27	1.28	± 0.27
42	Dombås	1.64	1.63	± 0.06	10.05	10.00	± 0.29	1.52	1.51	± 0.04	1.83	1.82	± 0.07
43	Haslemoen	0.38	0.40	± 0.03	0.79	0.83	± 0.08	1.26	1.26	± 0.11	0.56	0.57	± 0.04
46	Kårvatn	1.43	1.36	± 0.21	7.54	7.18	± 1.08	2.94	2.93	± 0.34	2.03	1.98	± 0.27
48	Evje	0.17	0.18	± 0.02	0.42	0.42	± 0.06	2.21	2.24	± 0.10	<0.5	<0.5	
50	Skjomen	0.43	0.43	± 0.09	1.71	1.64	± 0.28	2.25	2.20	± 0.16	0.66	0.65	± 0.07
52	Hol	0.23	0.22	± 0.05	4.39	4.44	± 0.88	1.88	1.87	± 0.46	<0.5	<0.5	± 0.18
54	Svenningdal	1.46	1.67	± 0.65	6.85	8.39	± 4.01	3.78	3.82	± 0.42	0.79	0.97	± 0.47
55	Trysil	1.31	1.35	± 0.28	9.61	9.83	± 1.84	0.84	0.87	± 0.14	<0.5	<0.5	
59	Djupvika	2.78	2.77	± 0.12	26.55	26.38	± 1.66	4.63	4.59	± 0.20	3.79	3.72	± 0.23
60	Torhop - Tana	11.15	11.23	± 0.45	10.45	10.34	± 0.46	39.55	39.7	± 1.51	6.79	6.78	± 0.37
61	Petterlund - Tana	1.54	1.49	± 0.18	2.14	2.04	± 0.25	6.43	6.24	± 0.32	0.68	0.63	± 0.18
62	Lade	18.50	18.35	± 0.58	63.55	62.43	± 4.78	58.30	57.8	± 5.01	6.40	6.46	± 0.38
63	Svanvik	1.04	1.05	± 0.04	5.34	5.32	± 0.26	3.93	3.88	± 0.23	0.61	0.61	± 0.02
64	Hvaler	1.26	1.32	± 0.32	2.09	2.37	± 0.63	16.30	16.9	± 3.10	1.37	1.44	± 0.37
65	Fiplingdal	11.30	11.18	± 3.74	23.40	22.48	± 2.92	6.14	6.45	± 2.60	1.32	1.33	± 0.41
66	Osa	0.32	0.32	± 0.04	4.22	4.19	± 0.59	1.24	1.20	± 0.10	0.63	0.62	± 0.06
68	Stor-Alteren	3.57	3.75	± 0.79	34.60	36.70	± 5.15	3.78	3.80	± 0.33	0.90	0.89	± 0.14
69	Bogen	4.17	4.27	± 0.62	63.80	66.30	± 9.42	4.25	4.34	± 0.32	4.53	4.55	± 0.54
72	Nordmoen	0.97	0.98	± 0.08	3.48	3.52	± 0.29	2.18	2.21	± 0.18	0.55	<0.5	±
79	Rognan	9.23	10.32	± 1.97	50.45	50.25	± 2.26	3.92	4.00	± 0.18	1.20	1.31	± 0.20
80	Sekkemo	3.53	3.54	± 0.21	23.70	22.92	± 3.60	9.44	9.43	± 0.46	2.36	2.31	± 0.23
81	Høylandet	2.25	2.07	± 0.82	27.00	24.91	± 9.48	4.63	4.36	± 0.65	0.89	0.89	± 0.21
100	Ramfjordmoen	2.58	2.71	± 0.48	30.55	30.25	± 2.60	3.78	3.74	± 0.11	1.77	1.80	± 0.15
103	Mieron	6.40	6.37	± 0.29	15.30	15.17	± 0.97	1.74	1.76	± 0.07	1.64	1.78	± 0.28
104	Formofoss	2.65	2.64	± 0.17	9.25	9.26	± 0.58	4.92	5.00	± 0.32	1.12	1.13	± 0.06
105	Folldal	0.38	0.38	± 0.02	4.23	4.21	± 0.27	0.94	0.92	± 0.06	<0.5	<0.5	
106	Sirdal	1.61	1.56	± 0.12	27.00	26.92	± 0.55	14.65	15.0	± 0.71	0.57	0.51	± 0.12
107	Passebekk	1.04	1.05	± 0.09	5.81	5.88	± 0.50	2.26	2.33	± 0.19	0.76	0.79	± 0.06
108	Karlebotn	1.61	1.63	± 0.06	5.41	5.51	± 0.24	3.52	3.51	± 0.19	0.91	0.92	± 0.03
110	Kåfjordbotn	13.95	13.97	± 0.68	26.65	26.72	± 1.04	4.91	4.79	± 0.23	<0.5	<0.5	
111	Fagerhaug	0.65	0.65	± 0.07	3.23	3.14	± 0.42	1.84	1.83	± 0.12	<0.5	0.42	± 0.17

Med. = Median; snitt = gjennomsnitt; SD = standardavvik; '<' = under deteksjonsgrensen

NGU Rapport 2016.039, Vedlegg 4, side 10 av 16
Grunnvannskjemiske analysedata fra tidsperioden 2010-2015

LGN nr	LGN-område	Ba (µg/l)				Fe (µg/l)				Si (mg/l)				Sr (µg/l)			
		med.	snitt	±	SD	med.	snitt	±	SD	med.	snitt	±	SD	med.	snitt	±	SD
1	Orresanden	14.1	13.8	±	1.5	24.3	50.3	±	60.3	3.65	3.59	±	0.38	348.5	353.7	±	30.7
2	Birkenes	74.1	78.6	±	46.	3.1	6.7	±	8.8	2.91	2.79	±	0.20	14.0	13.4	±	3.5
3	Åmli	10.6	10.2	±	1.3	<2	<2			3.96	4.03	±	0.32	10.8	10.9	±	1.7
4	Hovden	8.3	8.8	±	0.9	<2	<2			3.36	3.30	±	0.31	10.4	10.2	±	0.4
5	Møsvatn	<2	5.0	±	0.7	2.4	8.4	±	9.6	3.31	3.51	±	0.87	15.4	15.8	±	2.4
10	Modum	<2	<2		0.0	<2	<2			5.85	5.77	±	0.28	19.5	19.3	±	1.2
13	Magnor	29.7	29.4	±	2.8	<2	<2			4.75	4.70	±	0.21	18.0	18.0	±	2.1
14	Filefjell	17.9	17.9	±	1.7	5.9	6.3	±	2.0	2.67	2.59	±	0.28	11.0	11.3	±	1.2
15	Fura	110	109.6	±	16.	2.6	2.3	±	1.0	3.25	3.24	±	0.35	10.4	9.9	±	1.5
16	Kise	77.1	74.8	±	9.3	2.7	2.7	±	1.6	4.09	4.06	±	0.22	1050	1057.2	±	204.7
18	Abrahamsvollen	9.6	10.4	±	3.7	22.5	40.2	±	48.3	1.53	2.16	±	1.53	5.7	10.2	±	10.1
23	Sagelva	7.0	7.1	±	1.0	2.9	3.0	±	1.3	2.24	2.28	±	0.17	281.0	258.2	±	41.9
24	Åstadalen	8.1	7.8	±	1.2	2.2	8.4	±	11.5	2.59	2.67	±	0.39	14.8	15.1	±	3.5
27	Karasjok3	5.8	6.0	±	0.6	6.3	7.1	±	2.2	3.30	3.37	±	0.26	9.2	9.8	±	1.1
28	Lakselv	8.2	8.2	±	0.6	59.8	56.5	±	8.6	3.86	3.82	±	0.28	10.0	10.0	±	0.7
29	Fana	37.1	40.9	±	7.9	50.8	46.6	±	22.5	1.69	1.67	±	0.19	91.8	88.7	±	13.7
31	Førde	19.0	17.5	±	3.9	3810.0	5216.7	±	3655.8	2.03	2.03	±	0.07	15.0	15.1	±	1.3
34	Fauske	5.9	6.0	±	0.4	6.6	6.9	±	2.7	2.20	2.15	±	0.17	21.6	21.3	±	2.7
35	Sortland	17.9	17.2	±	2.0	1094.5	1377.3	±	1163.3	2.01	2.01	±	0.28	16.1	15.7	±	1.9
38	Nordfjordeid	6.4	7.0	±	2.2	<2	<2			2.74	2.71	±	0.16	20.1	21.7	±	5.6
39	Øverbygd	18.2	18.2	±	5.8	<2	<2			3.85	3.75	±	0.52	42.6	42.7	±	13.8
42	Dombås	9.0	9.1	±	0.2	<2	<2			4.36	4.32	±	0.16	24.7	24.5	±	0.9
43	Haslemoen	15.5	15.4	±	1.5	<2	<2			2.88	2.85	±	0.17	8.8	9.1	±	0.9
46	Kårvatn	14.9	14.2	±	2.5	2.5	2.7	±	0.5	2.00	2.03	±	0.14	36.7	35.3	±	5.5
48	Evje	8.2	8.1	±	0.7	<2	<2			2.58	2.52	±	0.16	6.2	6.1	±	0.8
50	Skjomen	7.3	7.2	±	0.7	264.0	291.0	±	142.8	2.72	2.70	±	0.19	8.2	7.8	±	1.6
52	Hol	6.4	6.3	±	1.4	8.0	8.0	±	2.0	1.44	1.47	±	0.11	22.9	23.1	±	4.9
54	Svenningdal	<2	4.8	±	0.9	6.4	7.6	±	2.6	1.86	1.92	±	0.22	24.6	30.5	±	13.5
55	Trysil	<2	4.0	±	0.6	3.0	2.6	±	1.2	2.15	2.12	±	0.16	17.9	17.8	±	3.1
59	Djuvpika	<2	4.3	±	0.7	4.3	5.3	±	3.6	3.62	3.50	±	0.28	102.5	99.6	±	7.0
60	Torhop - Tana	45.8	46.0	±	2.6	619.0	626.7	±	50.7	5.16	5.02	±	0.38	173.5	172.7	±	8.4
61	Petterlund – T.	6.8	6.8	±	0.8	21.4	22.7	±	8.5	4.23	4.51	±	0.61	18.2	17.5	±	2.3
62	Lade	152.0	152.8	±	6.0	30.8	42.5	±	26.9	6.32	6.35	±	0.36	376.0	404.3	±	65.8
63	Svanvik	<2	<2		0.0	<2	<2			4.97	4.85	±	0.38	15.5	15.5	±	0.7
64	Hvaler	21.7	24.6	±	6.8	45.1	45.1	±	12.8	5.14	5.23	±	0.54	18.3	20.9	±	5.4
65	Fiplingdal	7.2	7.3	±	1.5	63.2	70.6	±	56.5	3.69	3.72	±	1.35	331.0	369.8	±	207.0
66	Osa	5.7	5.6	±	0.5	<2	<2			1.78	1.75	±	0.14	18.2	18.1	±	2.3
68	Stor-Alteren	13.5	15.0	±	3.2	<2	<2			0.70	0.73	±	0.12	117.0	123.0	±	14.7
69	Bogen	37.4	39.2	±	7.0	<2	<2			1.01	1.00	±	0.18	331.0	345.2	±	57.5
72	Nordmoen	26.8	26.9	±	2.1	<2	<2			5.00	4.95	±	0.15	44.7	45.1	±	3.6
79	Rognan	13.2	13.5	±	1.7	<2	<2			1.31	1.34	±	0.16	245.0	241.5	±	14.2
80	Sekkemo	172.0	167.5	±	21.	770.5	669.9	±	421.3	3.85	3.77	±	0.33	176.5	171.2	±	23.9
81	Høylandet	<2	4.8	±	0.5	<2	<2			3.41	3.07	±	0.81	73.6	67.7	±	23.9
100	Ramfjordmoen	37.7	36.1	±	6.8	<2	<2			3.91	3.64	±	0.47	114.0	115.0	±	9.4
103	Mieron	<2	3.9	±	0.4	<2	<2			3.98	3.89	±	0.21	42.6	42.8	±	2.1
104	Formofoss	8.7	8.7	±	0.4	<2	<2			5.12	5.03	±	0.42	35.6	35.1	±	2.2
105	Folldal	227.0	227.5	±	14.	<2	<2			2.50	2.50	±	0.12	86.0	85.8	±	5.8
106	Sirdal	11.8	11.3	±	2.0	<2	<2			4.92	4.84	±	0.30	301.5	295.8	±	15.1
107	Passebekk	<2	3.3	±	0.5	2.8	2.6	±	1.3	5.75	5.93	±	0.51	21.9	22.3	±	1.8
108	Karlebotn	11.2	11.2	±	0.6	<2	2.6	±	2.3	3.18	3.10	±	0.25	18.8	19.0	±	0.9
110	Kåfjordbotn	95.4	96.4	±	5.6	<2	<2			1.60	1.55	±	0.14	41.9	42.0	±	1.9
111	Fagerhaug	<2	4.9	±	0.5	7.9	9.1	±	2.7	2.55	2.60	±	0.24	11.7	11.7	±	1.5

Med. = Median; snitt = gjennomsnitt; SD = standardavvik; '<' = under deteksjonsgrensen

NGU Rapport 2016.039, Vedlegg 4, side 11 av 16
Grunnvannskjemiske analysedata fra tidsperioden 2010-2015

LGN nr	LGN-område	Ti (µg/l)			Mn (µg/l)			P (µg/l)			Y (µg/l)		
		med	snitt	± SD	med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD
1	Orresanden,	1.15	1.38	± 0.7	27.30	27.18	± 13.86	40.50	47.8	± 26.8	3.15	4.13	± 2.16
2	Birkenes	<1	<1		128.00	121.98	± 96.30	<50	<50		44.20	46.68	± 14.11
3	Åmli	<1	<1		14.00	15.68	± 8.50	<50	<50		6.60	6.66	± 0.86
4	Hovden	<1	<1		<1	<1		<50	<50		<1	<1	
5	Møsvatn	<1	<1		<1	<1		<50	<50		<1	<1	
10	Modum	<1	<1		<1	<1		<50	<50		<1	<1	
13	Magnor	<1	<1		4.45	3.85	± 1.04	<50	<50		<1	<1	
14	Filefjell	<1	<1		3.85	5.93	± 3.46	<50	<50		<1	<1	
15	Fura	<1	<1		216.50	235.33	± 70.66	<50	<50		<1	<1	
16	Kise	<1	<1		13.40	13.15	± 3.33	<50	<50		<1	<1	
18	Abrahamsvollen	<1	<1		7.85	13.45	± 15.36	<50	<50		<1	<1	
23	Sagelva	<1	<1		<1	<1		<50	37.3 ± 17.9		<1	<1	
24	Åstadalen	<1	<1		2.10	4.96	± 4.24	<50	<50		<1	<1	
27	Karasjok3	<1	<1		<1	<1		<50	<50		<1	<1	
28	Lakselv	<1	1.85	± 0.3	1.40	1.37	± 0.19	<50	<50		1.100	<1	
29	Fana	<1	<1		<1	1.92	± 2.30	<50	<50		<1	<1	
31	Førde	<1	1.20	± 0.8	33.25	36.98	± 14.54	<50	<50		<1	<1	
34	Fauske	<1	<1		2.95	3.02	± 0.32	<50	<50		<1	<1	
35	Sortland	<1	<1		33.40	52.82	± 38.89	<50	<50		<1	<1	
38	Nordfjordeid	<1	<1		6.80	8.78	± 3.53	<50	<50		<1	<1	
39	Øverbygd	<1	<1		<1	<1		<50	<50		<1	<1	
42	Dombås	<1	<1		<1	<1		<50	<50		<1	<1	
43	Haslemoen	<1	<1		2.45	2.52	± 0.23	<50	<50		2.90	2.82	± 0.55
46	Kårvatn	<1	<1		<1	<1		<50	<50		<1	<1	
48	Evje	<1	<1		3.00	3.03	± 0.24	<50	<50		5.45	5.47	± 0.49
50	Skjomen	<1	<1		21.05	20.72	± 5.67	<50	<50		2.75	2.68	± 0.51
52	Hol	<1	<1		<1	<1	±	<50	<50		<1	<1	
54	Svenningdal	<1	<1		3.95	4.48	± 1.79	<50	<50		<1	<1	
55	Trysil	<1	<1		<1	<1		<50	<50		<1	<1	
59	Djupvika	<1	<1		2.00	2.10	± 1.43	<50	31.5 ± 14.5		<1	<1	
60	Torhop - Tana	<1	<1		117.50	117.67	± 4.96	55.00	49.1 ± 17.9		<1	<1	
61	Petterlund -	<1	<1		1.65	2.47	± 2.13	<50	<50		<1	<1	
62	Lade	<1	<1		12.55	13.68	± 8.22	43.50	49.6 ± 26.7		<1	<1	
63	Svanvik	<1	<1		<1	<1		<50	<50		<1	<1	
64	Hvaler	<1	<1		49.75	49.63	± 27.79	<50	<50		2.50	2.55	± 0.30
65	Fiplingdal	<1	<1		15.60	14.03	± 5.94	<50	<50		<1	<1	
66	Osa	<1	<1		<1	<1		<50	<50		<1	<1	
68	Stor-Alteren	<1	<1		<1	<1		<50	39.6 ± 20.7		<1	<1	
69	Bogen	<1	<1		<1	<1		43.00	51.8 ± 28.2		<1	<1	
72	Nordmoen	<1	<1		3.20	3.25	± 2.48	<50	<50		<1	<1	
79	Rognan	<1	<1		<1	<1		40.50	47.8 ± 26.1		<1	<1	
80	Sekkemo	<1	<1		1475.0	1389.1	± 277.3	<50	29.5 ± 10.0		<1	<1	
81	Høylandet	<1	<1		<1	<1		<50	39.1 ± 20.6		<1	<1	
100	Ramfjordmoen	<1	<1		<1	<1		<50	31.6 ± 14.9		<1	<1	
103	Mieron	<1	<1		<1	<1		56.00	69.3 ± 50.9		<1	<1	
104	Formofoss	<1	<1		<1	<1		<50	<50		<1	<1	
105	Folldal	<1	<1		<1	<1		<50	<50		<1	<1	
106	Sirdal	<1	<1		<1	<1		<50	31.8 ± 15.2		<1	<1	
107	Passebekk	<1	<1		<1	<1		<50	<50		<1	<1	
108	Karlebotn	<1	<1		<1	<1		<50	<50		<1	<1	
110	Kåfjordbotn	<1	<1		<1	<1		<50	31.0 ± 13.4		<1	<1	
111	Fagerhaug	<1	<1		<1	<1		<50	<50		<1	<1	

Med. = Median; snitt = gjennomsnitt; SD = standardavvik; '<' = under deteksjonsgrensen

NGU Rapport 2016.039, Vedlegg 4, side 12 av 16
Grunnvannskjemiske analysedata fra tidsperioden 2010-2015

LGN nr	LGN-område	Al (µg/l)			As (µg/l)			B (µg/l)			Be (µg/l)		
		med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD
1	Orresanden	30.05	41.02	± 24.66	0.39	0.39	± 0.04	25.40	28.13	± 8.16	<0.01	<0.01	
2	Birkenes	1420	1392.6	± 618.0	<0.05	<0.05		<5	<5		0.772	0.766	± 0.258
3	Åmli	260.0	256.4	± 47.03	<0.05	<0.05		<5	<5		0.136	0.131	± 0.021
4	Hovden	36.30	36.92	± 4.71	0.06	<0.05		<5	<5		0.068	0.065	± 0.012
5	Møsvatn	11.35	11.28	± 6.17	0.09	0.11	± 0.06	<5	22.25	± 44.16	0.012	0.011	± 0.004
10	Modum	<2	<2		<0.05	<0.05		<5	<5		<0.01	<0.01	
13	Magnor	20.0	20.65	± 6.74	<0.05	<0.05		<5	<5		0.066	0.064	± 0.019
14	Filefjell	46.75	47.52	± 4.47	<0.05	<0.05		<5	<5		<0.01	<0.01	
15	Fura	312.0	316.17	± 15.14	<0.05	<0.05		<5	<5		0.079	0.080	± 0.017
16	Kise	2.90	2.77	± 1.00	0.09	0.09	± 0.01	239	244.5	± 37.89	<0.01	<0.01	
18	Abrahamsv.	16.15	38.18	± 39.25	<0.05	<0.05		<5	<5		<0.01	<0.01	
23	Sagelva	3.1	3.12	± 1.78	0.09	0.09	± 0.02	<5	<5		<0.01	<0.01	
24	Åstadalen	34.7	41.94	± 21.08	<0.05	<0.05		<5	<5		0.017	0.016	± 0.003
27	Karasjok3	94.2	89.73	± 17.25	<0.05	<0.05		<5	<5		<0.01	<0.01	
28	Lakselv	174	173.33	± 32.55	<0.05	<0.05		<5	<5		<0.01	<0.01	
29	Fana	45.7	47.97	± 22.51	0.13	0.15	± 0.04	<5	<5		<0.01	<0.01	
31	Førde	118.0	120.50	± 15.60	<0.05	<0.05		<5	<5		0.013	0.011	± 0.004
34	Fauske	24.15	26.70	± 6.98	<0.05	<0.05		<5	<5		<0.01	<0.01	
35	Sortland	52.1	47.30	± 12.38	0.05	0.06	± 0.04	<5	<5		<0.01	<0.01	
38	Nordfjordeid	78.85	88.83	± 32.78	<0.05	<0.05		<5	<5		0.012	0.011	± 0.004
39	Øverbygd	4.75	4.78	± 1.37	0.48	0.46	± 0.08	<5	<5		<0.01	<0.01	
42	Dombås	<2	13.18	± 27.24	0.05	0.05	± 0.01	<5	<5		<0.01	<0.01	
43	Haslemoen	35.7	36.82	± 8.97	<0.05	<0.05		<5	<5		0.029	0.030	± 0.005
46	Kårvatn	37.2	36.70	± 5.42	<0.05	<0.05		<5	<5		<0.01	<0.01	
48	Evje	546.0	544.67	± 100.2	<0.05	<0.05		<5	<5		0.105	0.110	± 0.019
50	Skjomen	390.5	386.5	± 46.16	<0.05	<0.05		<5	<5		0.088	0.089	± 0.012
52	Hol	22.4	25.63	± 8.73	<0.05	<0.05		<5	<5		<0.01	<0.01	
54	Svenningdal	109.5	97.97	± 26.26	0.08	0.10	± 0.04	<5	<5		0.018	0.017	± 0.006
55	Trysil	14.05	12.27	± 4.84	<0.05	<0.05		<5	<5		<0.01	<0.01	
59	Djuvpika	2.95	3.68	± 2.11	0.41	0.39	± 0.06	<5	<5		<0.01	<0.01	
60	Torhop - Tana	<2	<2		0.21	0.21	± 0.01	30.65	30.87	± 1.59	0.020	0.019	± 0.003
61	Petterlund - T.	22.65	25.83	± 9.45	<0.05	<0.05		<5	<5		<0.01	<0.01	
62	Lade	3.05	3.35	± 1.88	1.81	1.95	± 0.55	41.75	43.40	± 5.15	0.161	0.156	± 0.084
63	Svanvik	<2	<2		0.05	<0.05		<5	<5		<0.01	<0.01	
64	Hvaler	378.0	424.83	± 162.6	0.15	0.15	± 0.03	9.4	9.76	± 1.72	0.411	0.401	± 0.119
65	Fiplingdal	<2	<2		6.36	7.31	± 4.08	9.4	8.93	± 5.62	<0.01	<0.01	
66	Osa	<2	<2		0.17	0.17	± 0.02	<5	<5		<0.01	<0.01	
68	Stor-Alteren	<2	<2		<0.05	<0.05		<5	<5		<0.01	<0.01	
69	Bogen	<2	<2		<0.05	<0.05		12.72	13.97	± 5.52	<0.01	<0.01	
72	Nordmoen	<2	<2		<0.05	<0.05		<5	<5		<0.01	<0.01	
79	Rognan	<2	<2		<0.05	<0.05		<5	<5		<0.01	<0.01	
80	Sekkemo	7.85	10.27	± 5.56	1.21	1.11	± 0.37	6.61	6.25	± 1.94	0.028	0.026	± 0.004
81	Høylandet	<2	<2		<0.05	<0.05		<5	<5		<0.01	<0.01	
100	Ramfjordmoe	<2	<2		0.37	0.37	± 0.08	<5	<5		<0.01	<0.01	
103	Mieron	<2	<2		0.48	0.51	± 0.07	<5	<5		<0.01	<0.01	
104	Formofoss	7.35	7.65	± 1.58	<0.05	<0.05		<5	<5		0.013	0.010	± 0.004
105	Folldal	26.75	27.65	± 4.00	<0.05	<0.05		<5	<5		<0.01	<0.01	
106	Sirdal	2.30	2.40	± 1.35	<0.05	<0.05		6.54	6.23	± 2.07	<0.01	<0.01	
107	Passebekk	9.05	10.10	± 4.97	0.08	0.08	± 0.01	<5	<5		0.013	0.014	± 0.003
108	Karlebotn	<2	<2		<0.05	<0.05		<5	<5		<0.01	<0.01	
110	Kåfjordbotn	<2	<2		0.35	0.35	± 0.08	<5	<5		<0.01	<0.01	
111	Fagerhaug	78.30	82.80	± 13.58	0.06	0.05	± 0.02	<5	<5		<0.01	<0.01	

Med. = Median; snitt = gjennomsnitt; SD = standardavvik; '<' = under deteksjonsgrensen

NGU Rapport 2016.039, Vedlegg 4, side 13 av 16
Grunnvannskjemiske analysedata fra tidsperioden 2010-2015

LGN nr	LGN-område	Cd (µg/l)			Ce (µg/l)			Co (µg/l)			Cr (µg/l)		
		med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD
1	Orresanden	<0.03	<0.03		0.46	0.62	± 0.33	0.14	0.15	± 0.07	0.25	0.27	± 0.08
2	Birkenes	<0.03	<0.03		226.0	188.74	± 59.53	0.23	0.45	± 0.56	<0.1	<0.1	
3	Åmli	<0.03	<0.03		15.80	16.72	± 2.78	0.48	0.47	± 0.05	<0.1	<0.1	
4	Hovden	<0.03	<0.03		0.13	0.16	± 0.06	<0.02	<0.02		0.11	0.21	± 0.24
5	Møsvatn	<0.03	<0.03		0.03	0.04	± 0.03	<0.02	<0.02		<0.1	<0.1	
10	Modum	<0.03	<0.03		0.04	0.04	± 0.01	0.09	0.10	± 0.03	0.20	0.2	± 0.01
13	Magnor	<0.03	<0.03		0.35	0.34	± 0.10	0.21	0.19	± 0.07	<0.1	<0.1	
14	Filefjell	<0.03	<0.03		0.36	0.36	± 0.03	0.14	0.15	± 0.02	<0.1	<0.1	
15	Fura	0.29	0.27	± 0.05	0.90	0.90	± 0.09	0.47	0.50	± 0.13	<0.1	0.33	± 0.62
16	Kise	<0.03	<0.03		0.03	0.03	± 0.01	0.13	0.15	± 0.10	0.28	0.38	± 0.31
18	Abrahamsv.	<0.03	0.06	± 0.06	0.28	0.39	± 0.33	0.20	0.23	± 0.19	0.21	0.25	± 0.18
23	Sagelva	<0.03	<0.03		0.02	0.03	± 0.01	<0.02	<0.02		<0.1	<0.1	
24	Åstadalen	<0.03	<0.03		0.06	0.07	± 0.02	<0.02	0.02	± 0.01	<0.1	<0.1	
27	Karasjok3	<0.03	<0.03		0.23	0.23	± 0.03	0.02	0.02	± 0.003	0.16	0.16	± 0.01
28	Lakselv	<0.03	<0.03		3.50	3.53	± 0.49	0.13	0.14	± 0.01	0.99	0.96	± 0.13
29	Fana	<0.03	<0.03		0.14	0.14	± 0.07	0.06	0.07	± 0.02	0.15	0.15	± 0.06
31	Førde	<0.03	<0.03		3.81	4.03	± 1.34	0.41	0.43	± 0.14	0.10	0.12	± 0.07
34	Fauske	<0.03	<0.03		0.85	0.86	± 0.14	0.23	0.23	± 0.02	<0.1	<0.1	
35	Sortland	<0.03	<0.03		0.95	0.87	± 0.31	0.52	0.64	± 0.38	0.23	0.21	± 0.06
38	Nordfjordeid	<0.03	<0.03		3.76	4.21	± 1.08	0.14	0.14	± 0.03	<0.1	<0.1	
39	Øverbygd	<0.03	<0.03		<0.01	<0.01		<0.02	<0.02		<0.1	<0.1	
42	Dombås	<0.03	<0.03		<0.01	<0.01		<0.02	<0.02		0.61	0.62	± 0.03
43	Haslemoen	<0.03	<0.03		0.74	0.77	± 0.18	0.03	0.04	± 0.02	<0.1	<0.1	
46	Kårvatn	<0.03	<0.03		0.02	0.03	± 0.02	0.03	0.03	± 0.002	<0.1	<0.1	
48	Evje	<0.03	<0.03		9.45	10.11	± 1.13	0.44	0.44	± 0.06	<0.1	<0.1	
50	Skjomen	<0.03	<0.03		10.63	10.46	± 2.07	2.31	2.35	± 0.81	0.18	0.18	± 0.01
52	Hol	<0.03	<0.03		0.29	0.29	± 0.08	0.04	0.04	± 0.00	<0.1	<0.1	
54	Svenningdal	<0.03	<0.03		1.69	1.37	± 0.60	0.06	0.05	± 0.01	0.24	0.23	± 0.03
55	Trysil	<0.03	<0.03		0.03	0.03	± 0.01	<0.02	<0.02		<0.1	<0.1	
59	Djupvika	<0.03	<0.03		0.07	0.12	± 0.08	0.04	0.05	± 0.02	0.31	0.33	± 0.14
60	Torhop - Tana	<0.03	<0.03		0.01	0.01	± 0.005	<0.02	<0.02		<0.1	<0.1	
61	Petterlund - T.	<0.03	<0.03		0.06	0.08	± 0.04	0.05	0.08	± 0.06	0.23	0.23	± 0.04
62	Lade	<0.03	<0.03		0.02	0.02	± 0.01	0.09	0.11	± 0.06	0.65	0.73	± 0.20
63	Svanvik	<0.03	<0.03		0.01	0.01	± 0.002	0.08	0.08	± 0.01	0.23	0.22	± 0.02
64	Hvaler	0.09	0.11	± 0.06	5.46	5.29	± 1.50	1.09	1.41	± 0.83	0.49	0.68	± 0.52
65	Fiplingdal	<0.03	<0.03		<0.01	<0.01		0.05	0.06	± 0.02	<0.1	<0.1	
66	Osa	<0.03	<0.03		0.03	0.03	± 0.01	<0.02	<0.02		<0.1	<0.1	
68	Stor-Alteren	<0.03	<0.03		<0.01	<0.01		<0.02	<0.02		<0.1	<0.1	
69	Bogen	<0.03	<0.03		<0.01	<0.01		<0.02	<0.02		<0.1	<0.1	
72	Nordmoen	0.04	0.04	± 0.01	<0.01	<0.01		0.12	0.11	± 0.07	0.35	0.34	± 0.13
79	Rognan	<0.03	<0.03		<0.01	<0.01		<0.02	<0.02		<0.1	<0.1	
80	Sekkemo	<0.03	<0.03		0.13	0.14	± 0.03	9.61	8.99	± 1.75	<0.1	<0.1	
81	Høylandet	<0.03	<0.03		0.01	0.01	± 0.004	<0.02	<0.02		0.24	0.23	± 0.11
100	Ramfjordmoen	<0.03	<0.03		0.02	0.03	± 0.02	<0.02	<0.02		<0.1	<0.1	
103	Mieron	<0.03	<0.03		<0.01	<0.01	± 0.02	<0.02	<0.02		0.57	0.55	± 0.06
104	Formofoss	<0.03	<0.03		<0.01	<0.01	± 0.01	<0.02	<0.02		0.28	0.27	± 0.01
105	Folldal	<0.03	<0.03		0.05	0.06	± 0.02	<0.02	<0.02		<0.1	0.10	± 0.09
106	Sirdal	<0.03	0.05	± 0.08	0.02	0.02	± 0.003	<0.02	<0.02		<0.1	<0.1	
107	Passebekk	<0.03	<0.03		0.04	0.04	± 0.02	<0.02	<0.02		0.28	0.28	± 0.03
108	Karlebotn	<0.03	<0.03		<0.01	<0.01		<0.02	<0.02		0.21	0.22	± 0.03
110	Kåfjordbotn	<0.03	<0.03		<0.01	<0.01		<0.02	<0.02		0.19	0.19	± 0.02
111	Fagerhaug	<0.03	<0.03		0.15	0.16	± 0.03	0.03	0.03	± 0.004	0.28	0.28	± 0.03

Med. = Median; snitt = gjennomsnitt; SD = standardavvik; '<' = under deteksjonsgrensen

NGU Rapport 2016.039, Vedlegg 4, side 14 av 16
Grunnvannskjemiske analysedata fra tidsperioden 2010-2015

LGN nr	LGN-område	Cs (µg/l)			Cu (µg/l)			La (µg/l)			Li (µg/l)		
		med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD	med.	snitt	± SD
1	Orresanden	<0.002	<0.002		3.50	4.11	± 1.28	0.41	0.53	± 0.26	0.56	1.49	± 2.22
2	Birkenes	0.039	0.036	± 0.023	0.34	0.59	± 0.36	280.0	240.6	± 68.55	<0.5	<0.5	
3	Åmli	0.013	0.013	± 0.001	0.42	0.44	± 0.09	13.90	13.80	± 2.13	<0.5	<0.5	
4	Hovden	0.026	0.027	± 0.004	0.23	0.26	± 0.11	0.19	0.21	± 0.07	<0.5	<0.5	
5	Møsvatn	0.061	0.055	± 0.039	0.14	1.37	± 1.93	0.06	0.06	± 0.03	<0.5	6.03	± 12.91
10	Modum	0.003	0.003	± 0.001	0.16	0.23	± 0.20	0.06	0.06	± 0.01	<0.5	<0.5	
13	Magnor	0.015	0.015	± 0.001	0.58	6.04	± 12.15	0.49	0.49	± 0.13	<0.5	<0.5	
14	Filefjell	0.002	0.003	± 0.001	0.42	0.46	± 0.10	0.47	0.47	± 0.03	<0.5	<0.5	
15	Fura	0.004	0.004	± 0.001	1.06	1.05	± 0.52	0.86	0.83	± 0.12	<0.5	<0.5	
16	Kise	0.146	0.128	± 0.036	0.64	0.64	± 0.23	0.04	0.04	± 0.01	57.70	60.43	± 15.16
18	Abrahamsv.	0.021	0.024	± 0.006	17.60	22.66	± 19.69	0.18	0.36	± 0.34	<0.5	<0.5	
23	Sagelva	0.071	0.074	± 0.012	0.31	0.35	± 0.15	0.05	0.05	± 0.02	<0.5	<0.5	
24	Åstadalen	<0.002	<0.002		0.11	0.37	± 0.54	0.19	0.16	± 0.04	<0.5	<0.5	
27	Karasjok3	<0.002	<0.002		0.74	0.72	± 0.17	1.27	1.27	± 0.07	<0.5	<0.5	
28	Lakselv	<0.002	<0.002		1.60	1.80	± 0.53	3.50	3.53	± 0.55	<0.5	<0.5	
29	Fana	0.012	0.012	± 0.001	3.19	3.26	± 0.83	0.25	0.23	± 0.08	<0.5	<0.5	
31	Førde	0.034	0.035	± 0.011	0.34	0.41	± 0.18	2.18	2.28	± 0.65	<0.5	<0.5	
34	Fauske	0.027	0.026	± 0.004	0.49	0.47	± 0.05	0.76	0.78	± 0.14	<0.5	<0.5	
35	Sortland	0.002	0.003	± 0.001	0.74	0.71	± 0.16	0.31	0.28	± 0.06	<0.5	<0.5	
38	Nordfjordeid	0.004	0.004	± 0.001	0.25	0.45	± 0.43	3.75	4.02	± 0.96	<0.5	<0.5	
39	Øverbygd	<0.002	<0.002		<0.1	0.18	± 0.19	0.01	0.01	± 0.01	1.48	1.38	± 0.35
42	Dombås	<0.002	<0.002		0.31	2.26	± 3.90	0.09	0.09	± 0.01	0.69	0.69	± 0.04
43	Haslemoen	0.002	<0.002		0.35	0.38	± 0.14	1.94	1.85	± 0.29	<0.5	<0.5	
46	Kårvatn	0.113	0.113	± 0.018	0.59	0.57	± 0.09	0.43	0.44	± 0.07	<0.5	<0.5	
48	Evje	0.010	0.010	± 0.001	0.41	0.49	± 0.26	4.98	5.15	± 0.61	<0.5	<0.5	
50	Skjomen	0.007	0.007	± 0.001	1.82	1.69	± 0.22	9.23	9.31	± 1.85	1.33	1.30	± 0.17
52	Hol	0.028	0.031	± 0.010	0.71	0.79	± 0.29	1.74	1.76	± 0.47	<0.5	<0.5	
54	Svenningdal	0.013	0.012	± 0.002	0.89	0.97	± 0.49	1.47	1.25	± 0.55	<0.5	0.66	± 0.67
55	Trysil	0.003	0.003	± 0.001	0.18	0.29	± 0.27	0.51	0.46	± 0.16	<0.5	<0.5	
59	Djuvpika	0.014	0.015	± 0.004	0.50	3.15	± 5.75	0.21	0.23	± 0.06	2.22	2.23	± 0.11
60	Torhop - Tana	0.555	0.563	± 0.030	0.23	0.21	± 0.08	<0.01	<0.01		6.24	6.43	± 0.79
61	Petterlund - T.	<0.002	<0.002		0.34	0.35	± 0.10	0.11	0.14	± 0.06	<0.5	<0.5	
62	Lade	0.390	0.390	± 0.016	9.54	9.12	± 3.96	0.02	0.01	± 0.00	8.25	8.52	± 1.18
63	Svanvik	0.022	0.022	± 0.001	3.98	4.05	± 0.24	0.13	0.13	± 0.01	<0.5	<0.5	
64	Hvaler	0.006	0.006	± 0.001	17.70	22.89	± 17.54	2.19	2.41	± 0.66	2.83	2.87	± 0.50
65	Fiplingdal	0.203	0.245	± 0.125	<0.1	<0.1		<0.01	<0.01		<0.5	0.54	± 0.30
66	Osa	0.003	0.002	± 0.001	<0.1	<0.1		0.48	0.49	± 0.06	<0.5	<0.5	
68	Stor-Alteren	0.057	0.058	± 0.006	0.19	0.18	± 0.04	0.03	0.03	± 0.01	<0.5	<0.5	
69	Bogen	0.179	0.197	± 0.031	0.50	0.46	± 0.09	<0.01	<0.01		1.39	1.41	± 0.18
72	Nordmoen	<0.002	<0.002		0.16	0.23	± 0.17	0.02	0.02	± 0.00	<0.5	<0.5	
79	Rognan	0.023	0.024	± 0.003	0.14	0.14	± 0.05	0.05	0.05	± 0.00	0.74	0.82	± 0.15
80	Sekkemo	0.253	0.260	± 0.020	5.12	15.23	± 23.90	0.06	0.06	± 0.02	2.74	2.74	± 0.42
81	Høylandet	0.005	0.006	± 0.002	0.10	0.11	± 0.06	0.07	0.08	± 0.02	0.88	0.88	± 0.41
100	Ramfjordm.	<0.002	<0.002		<0.1	<0.1		0.04	0.04	± 0.02	0.55	0.55	± 0.18
103	Mieron	<0.002	<0.002		0.34	0.81	± 1.06	<0.01	0.01	± 0.02	<0.5	<0.5	
104	Formofoss	0.004	0.004	± 0.001	<0.1	<0.1		0.13	0.13	± 0.03	<0.5	<0.5	
105	Folldal	<0.002	<0.002		0.20	1.12	± 2.09	0.25	0.27	± 0.04	<0.5	<0.5	
106	Sirdal	0.046	0.046	± 0.002	1.51	1.56	± 0.27	0.05	0.06	± 0.02	4.13	4.44	± 0.56
107	Passebekk	0.002	0.003	± 0.001	0.20	0.20	± 0.09	0.16	0.18	± 0.06	<0.5	<0.5	
108	Karlebotn	<0.002	<0.002		0.22	0.22	± 0.02	<0.01	<0.01		<0.5	<0.5	
110	Kåfjordbotn	<0.002	<0.002		1.01	2.21	± 2.31	0.01	0.01	± 0.01	<0.5	<0.5	
111	Fagerhaug	0.014	0.015	± 0.002	0.99	1.06	± 0.22	0.66	0.67	± 0.07	<0.5	<0.5	

Med. = Median; snitt = gjennomsnitt; SD = standardavvik; '<' = under deteksjonsgrensen

NGU Rapport 2016.039, Vedlegg 4, side 15 av 16
Grunnvannskjemiske analysedata fra tidsperioden 2010-2015

LGN nr	LGN-område	Mo (µg/l)				Ni (µg/l)				Pb (µg/l)				Sb (µg/l)			
		med.	snitt	±	SD	med.	snitt	±	SD	med.	snitt	±	SD	med.	snitt	±	SD
1	Orresanden	<0.2	<0.2			0.60	0.71	±	0.31	<0.05	0.07	±	0.06	0.090	0.102	±	0.034
2	Birkenes	<0.2	<0.2			1.11	1.01	±	0.38	0.14	0.23	±	0.16	<0.01	<0.01		
3	Åmli	<0.2	<0.2			0.45	0.56	±	0.20	0.17	0.18	±	0.10	<0.01	<0.01		
4	Hovden	<0.2	<0.2			<0.2	0.26	±	0.32	<0.05	<0.05			0.021	0.021	±	0.004
5	Møsvatn	<0.2	<0.2			<0.2	<0.2			<0.05	0.07	±	0.07	0.023	0.023	±	0.004
10	Modum	<0.2	<0.2			0.64	0.72	±	0.30	<0.05	<0.05			0.014	0.015	±	0.003
13	Magnor	<0.2	<0.2			1.24	1.18	±	0.20	0.05	0.13	±	0.17	<0.01	0.016	±	0.017
14	Filefjell	<0.2	<0.2			0.64	0.64	±	0.11	<0.05	0.06	±	0.05	0.014	0.016	±	0.011
15	Fura	<0.2	<0.2			2.74	3.01	±	0.79	0.17	0.20	±	0.06	0.013	0.012	±	0.001
16	Kise	0.31	0.31	±	0.06	0.48	0.60	±	0.25	<0.05	<0.05			0.016	0.022	±	0.013
18	Abrahamsv.	<0.2	<0.2			5.66	5.95	±	2.12	1.76	2.22	±	1.39	0.013	0.012	±	0.005
23	Sagelva	<0.2	<0.2			0.62	0.75	±	0.41	0.09	0.08	±	0.04	0.025	0.032	±	0.018
24	Åstadalen	<0.2	<0.2			<0.2	0.21	±	0.17	0.08	0.11	±	0.09	0.013	0.044	±	0.062
27	Karasjok3	<0.2	<0.2			<0.2	<0.2			<0.05	<0.05			<0.01	<0.01		
28	Lakselv	<0.2	<0.2			0.54	0.59	±	0.13	<0.05	<0.05			0.011	0.011	±	0.005
29	Fana	<0.2	<0.2			0.41	0.42	±	0.07	0.05	0.06	±	0.04	0.152	0.146	±	0.023
31	Førde	<0.2	<0.2			0.21	0.64	±	1.00	<0.05	0.12	±	0.15	<0.01	<0.01		
34	Fauske	<0.2	<0.2			0.84	0.82	±	0.05	<0.05	<0.05			0.025	0.024	±	0.007
35	Sortland	<0.2	<0.2			0.32	0.28	±	0.09	0.06	0.08	±	0.06	0.015	0.015	±	0.007
38	Nordfjordeid	<0.2	<0.2			0.32	0.28	±	0.09	<0.05	<0.05			<0.01	<0.01		
39	Øverbygd	<0.2	<0.2			<0.2	<0.2			<0.05	<0.05			<0.01	<0.01		
42	Dombås	0.25	0.25	±	0.01	0.70	0.73	±	0.12	<0.05	0.23	±	0.32	<0.01	0.011	±	0.007
43	Haslemoen	<0.2	<0.2			<0.2	0.20	±	0.15	0.10	0.09	±	0.05	<0.01	<0.01		
46	Kårvatn	0.23	<0.2			<0.2	<0.2			<0.05	<0.05			<0.01	0.012	±	0.010
48	Evje	<0.2	<0.2			0.50	0.51	±	0.09	<0.05	0.07	±	0.06	<0.01	<0.01		
50	Skjomen	<0.2	<0.2			2.54	2.66	±	0.40	0.14	0.16	±	0.06	0.025	0.026	±	0.007
52	Hol	0.82	0.89	±	0.19	0.26	0.26	±	0.09	<0.05	0.05	±	0.03	0.022	0.025	±	0.009
54	Svenningdal	<0.2	0.20	±	0.23	1.45	1.77	±	1.42	0.09	0.12	±	0.09	0.023	0.029	±	0.014
55	Trysil	<0.2	<0.2			<0.2	<0.2			0.18	0.18	±	0.06	<0.01	0.014	±	0.011
59	Djupvika	1.89	1.81	±	0.22	0.48	0.51	±	0.24	<0.05	0.53	±	1.13	0.069	0.071	±	0.005
60	Torhop - Tana	0.30	0.29	±	0.02	<0.2	<0.2			<0.05	<0.05			<0.01	<0.01		
61	Petterlund - T.	<0.2	<0.2			0.21	0.22	±	0.11	<0.05	<0.05			<0.01	0.010	±	0.006
62	Lade	2.35	2.37	±	0.14	0.55	0.65	±	0.22	<0.05	<0.05			0.044	0.053	±	0.027
63	Svanvik	0.54	0.54	±	0.06	1.43	1.43	±	0.08	<0.05	<0.05			<0.01	<0.01		
64	Hvaler	<0.2	<0.2			3.20	3.27	±	0.99	2.35	3.10	±	1.66	0.103	0.108	±	0.022
65	Fiplingdal	0.57	0.58	±	0.25	0.31	0.31	±	0.18	<0.05	<0.05			0.177	0.229	±	0.130
66	Osa	1.72	1.75	±	0.21	<0.2	<0.2			<0.05	<0.05			<0.01	<0.01		
68	Stor-Alteren	<0.2	<0.2			<0.2	<0.2			<0.05	<0.05			<0.01	0.014	±	0.020
69	Bogen	0.29	0.29	±	0.02	0.22	0.22	±	0.06	<0.05	<0.05			0.065	0.072	±	0.019
72	Nordmoen	<0.2	<0.2			1.83	1.74	±	0.43	<0.05	<0.05			0.017	0.018	±	0.004
79	Rognan	0.31	0.35	±	0.07	<0.2	<0.2			<0.05	<0.05			0.015	0.020	±	0.012
80	Sekkemo	0.85	0.79	±	0.17	1.18	1.24	±	0.31	0.23	0.25	±	0.08	0.018	0.034	±	0.031
81	Høylandet	<0.2	<0.2			<0.2	<0.2			<0.05	<0.05			<0.01	0.037	±	0.052
100	Ramfjordmoen	<0.2	<0.2			<0.2	<0.2			<0.05	<0.05			<0.01	<0.01		
103	Mieron	0.43	0.43	±	0.03	<0.2	<0.2			<0.05	<0.05			<0.01	0.047	±	0.091
104	Formofoss	<0.2	<0.2			0.51	0.51	±	0.04	<0.05	<0.05			<0.01	0.016	±	0.025
105	Folldal	<0.2	<0.2			<0.2	<0.2			<0.05	<0.05			<0.01	0.010	±	0.006
106	Sirdal	8.78	8.75	±	0.51	<0.2	0.35	±	0.48	0.11	0.11	±	0.06	<0.01	<0.01		
107	Passebekk	0.95	0.92	±	0.17	<0.2	<0.2			<0.05	<0.05			0.020	0.020	±	0.002
108	Karlebotn	0.34	0.35	±	0.02	<0.2	<0.2			<0.05	<0.05			<0.01	<0.01		
110	Kåfjordbotn	0.84	0.84	±	0.07	<0.2	<0.2			<0.05	<0.05			0.066	0.067	±	0.008
111	Fagerhaug	<0.2	<0.2			0.48	0.46	±	0.05	<0.05	<0.05			<0.01	<0.01		

Med. = Median; snitt = gjennomsnitt; SD = standardavvik; '<' = under deteksjonsgrensen

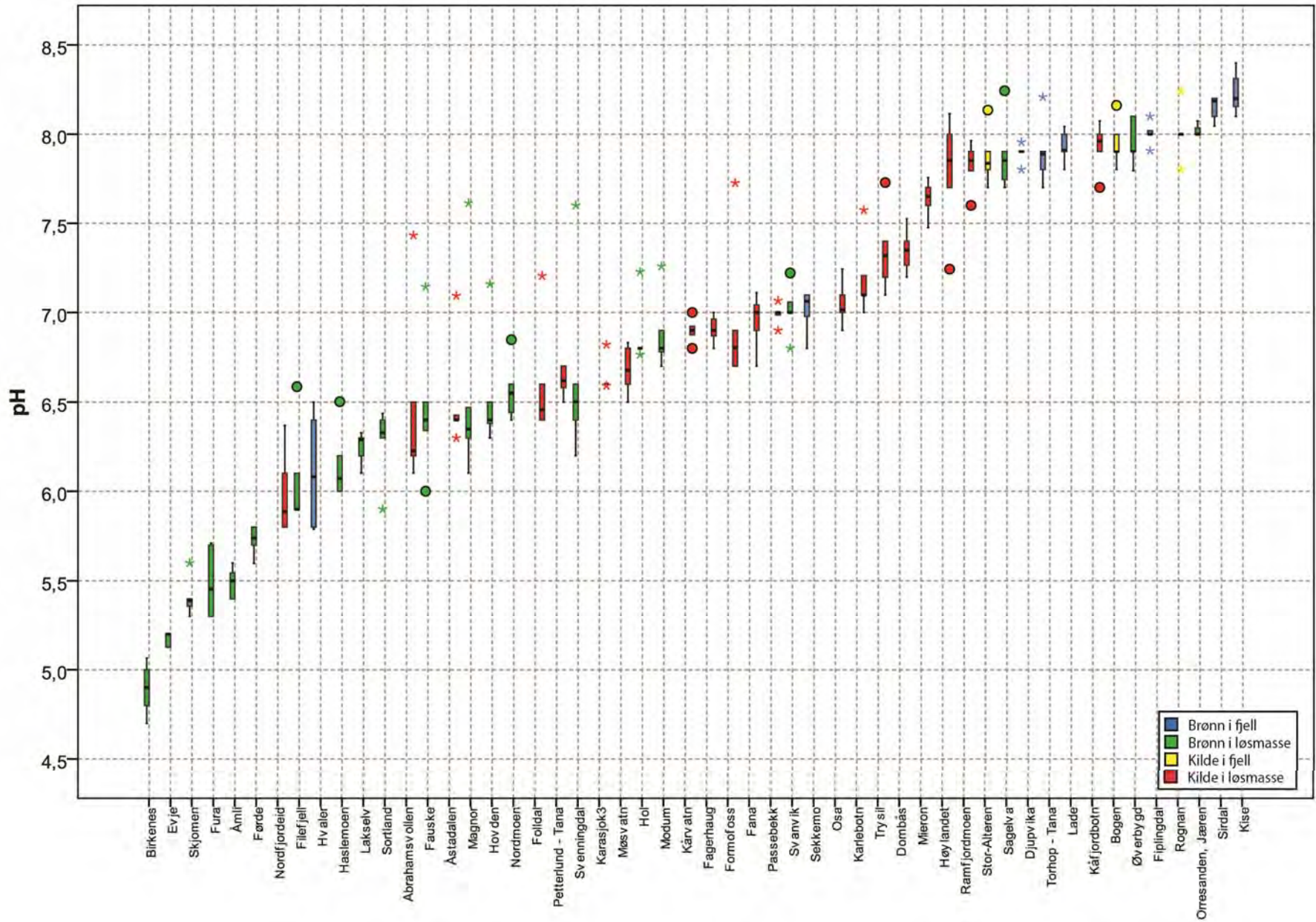
NGU Rapport 2016.039, Vedlegg 4, side 16 av 16
Grunnvannskjemiske analysedata fra tidsperioden 2010-2015

LGN nr	LGN-område	Th (µg/l)				U (µg/l)				V (µg/l)				Zn (µg/l)			
		med.	snitt	±	SD	med.	snitt	±	SD	med.	snitt	±	SD	med.	snitt	±	SD
1	Orresanden	0.175	0.213	±	0.1	0.268	0.263	±	0.054	0.631	0.879	±	0.515	1.9	2.2	±	1.8
2	Birkenes	<0.02	<0.02			0.193	0.190	±	0.038	<0.02	<0.02			6.6	15.4	±	15.1
3	Åmli	<0.02	<0.02			0.050	0.058	±	0.016	<0.02	<0.02			9.6	8.9	±	2.1
4	Hovden	<0.02	<0.02			0.045	0.140	±	0.192	0.090	0.084	±	0.009	4.9	6.0	±	2.7
5	Møsvatn	<0.02	<0.02			0.016	0.016	±	0.003	0.171	0.184	±	0.036	2.7	3.3	±	2.0
10	Modum	<0.02	<0.02			0.017	0.018	±	0.004	0.139	0.138	±	0.004	5.0	4.8	±	0.7
13	Magnor	<0.02	<0.02			0.009	0.009	±	0.001	0.077	0.080	±	0.013	4.1	11.3	±	17.2
14	Filefjell	<0.02	<0.02			0.012	0.020	±	0.019	<0.02	<0.02			5.7	5.9	±	1.9
15	Fura	<0.02	<0.02			0.038	0.039	±	0.006	<0.02	<0.02			22.0	22.8	±	9.1
16	Kise	<0.02	<0.02			0.081	0.094	±	0.032	0.039	0.041	±	0.008	3.0	3.7	±	1.9
18	Abrahamsv.	<0.02	<0.02	±	0.012	0.025	0.038	±	0.032	0.038	0.032	±	0.017	101.1	169.4	±	122.3
23	Sagelva	<0.02	<0.02			0.399	0.371	±	0.112	0.024	0.024	±	0.007	9.0	8.3	±	2.9
24	Åstadalen	<0.02	<0.02			0.043	0.057	±	0.033	0.028	0.030	±	0.023	2.4	5.0	±	4.7
27	Karasjok3	0.068	0.066	±	0.007	0.041	0.042	±	0.004	0.181	0.182	±	0.008	1.3	1.5	±	0.7
28	Lakselv	0.399	0.384	±	0.038	0.128	0.129	±	0.014	0.287	0.285	±	0.025	2.5	3.6	±	2.5
29	Fana	<0.02	<0.02			0.043	0.039	±	0.014	0.380	0.380	±	0.097	7.7	11.8	±	12.3
31	Førde	0.205	0.242	±	0.117	0.105	0.128	±	0.053	1.920	2.037	±	0.779	2.7	11.1	±	17.6
34	Fauske	0.037	0.039	±	0.009	0.229	0.228	±	0.021	<0.02	0.021	±	0.020	3.0	2.9	±	0.6
35	Sortland	0.033	0.030	±	0.017	0.034	0.035	±	0.007	0.449	0.391	±	0.168	2.3	2.3	±	0.7
38	Nordfjordeid	<0.02	<0.02			0.041	0.043	±	0.005	0.022	<0.02			2.2	4.4	±	5.5
39	Øverbygd	<0.02	<0.02			0.163	0.157	±	0.066	0.712	0.749	±	0.119	1.0	<1		
42	Dombås	<0.02	<0.02			0.106	0.108	±	0.009	0.077	0.076	±	0.004	1.6	6.3	±	8.2
43	Haslemoen	<0.02	<0.02			0.013	0.015	±	0.007	<0.02	0.028	±	0.030	4.4	4.6	±	1.4
46	Kårvatn	0.026	0.026	±	0.009	0.326	0.335	±	0.043	0.084	0.083	±	0.008	1.4	1.5	±	0.6
48	Evje	<0.02	<0.02			0.051	0.052	±	0.007	<0.02	<0.02			5.8	8.5	±	6.1
50	Skjomen	0.231	0.236	±	0.042	0.470	0.466	±	0.027	0.137	0.139	±	0.021	19.8	19.8	±	4.1
52	Hol	0.047	0.046	±	0.013	0.306	0.327	±	0.083	0.044	0.046	±	0.008	5.1	6.5	±	4.0
54	Svenningdal	0.070	0.069		0.031	1.125	1.289	±	0.626	0.056	0.084	±	0.065	26.0	21.9	±	9.6
55	Trysil	<0.02	<0.02			0.046	0.046	±	0.008	0.025	0.028	±	0.013	1.4	2.2	±	1.9
59	Djupvika	<0.02	<0.02	±	0.006	9.920	10.090	±	0.992	0.321	0.318	±	0.042	2.2	2.2	±	0.9
60	Torhop - Tana	<0.02	<0.02			0.218	0.216	±	0.010	<0.02	<0.02			4.6	4.4	±	1.0
61	Petterlund - T.	<0.02	<0.02			<0.005	<0.005			0.102	0.114	±	0.043	4.1	4.6	±	1.9
62	Lade	<0.02	<0.02			3.705	3.673	±	0.441	0.719	0.740	±	0.063	5.7	5.6	±	1.9
63	Svanvik	<0.02	<0.02			0.087	0.085	±	0.009	0.244	0.246	±	0.016	5.3	5.3	±	1.0
64	Hvaler	0.142	0.132	±	0.042	22.750	24.050	±	4.382	0.369	0.349	±	0.053	93.0	124.9	±	99.4
65	Fiplingdal	<0.02	<0.02			4.265	5.828	±	3.984	<0.02	<0.02			<1	<1		
66	Osa	<0.02	<0.02			2.690	2.803	±	0.321	0.055	0.055	±	0.006	3.4	4.4	±	4.3
68	Stor-Alteren	<0.02	<0.02			0.086	0.085	±	0.020	<0.02	<0.02			1.1	1.4	±	1.0
69	Bogen	<0.02	<0.02			0.432	0.442	±	0.062	<0.02	<0.02			4.8	8.6	±	7.6
72	Nordmoen	<0.02	<0.02			0.012	0.013	±	0.006	0.035	0.038	±	0.008	7.0	6.7	±	1.6
79	Rognan	<0.02	<0.02			0.685	0.719	±	0.124	0.040	0.041	±	0.008	4.7	5.9	±	2.4
80	Sekkemo	0.033	0.032	±	0.005	0.258	0.254	±	0.029	0.034	0.034	±	0.006	10.1	12.2	±	5.2
81	Høylandet	<0.02	<0.02			0.343	0.334	±	0.176	0.168	0.150	±	0.065	<1	<1		
100	Ramfjordmoen	<0.02	<0.02			0.032	0.052	±	0.045	0.193	0.188	±	0.049	<1	1.1	±	1.0
103	Mieron	<0.02	<0.02			1.100	1.015	±	0.318	4.405	4.365	±	0.269	<1	1.3	±	1.4
104	Formofoss	<0.02	<0.02			0.129	0.128	±	0.010	0.024	0.025	±	0.010	1.7	3.2	±	3.4
105	Folldal	<0.02	<0.02			0.489	0.469	±	0.068	0.067	0.065	±	0.005	3.3	10.1	±	16.4
106	Sirdal	<0.02	<0.02			12.200	12.633	±	1.325	0.543	0.559	±	0.067	6.2	9.4	±	7.0
107	Passebekk	<0.02	<0.02			0.149	0.147	±	0.015	0.241	0.243	±	0.015	2.2	5.5	±	7.2
108	Karlebotn	<0.02	<0.02			0.021	0.022	±	0.003	0.101	0.099	±	0.005	<1	1.2	±	0.7
110	Kåfjordbotn	<0.02	<0.02			1.029	1.038	±	0.097	0.037	0.037	±	0.004	<1	<1		
111	Fagerhaug	0.07	0.07	±	0.007	0.05	0.05	±	0.01	0.071	0.077	±	0.015	1.9	1.9	±	1.0

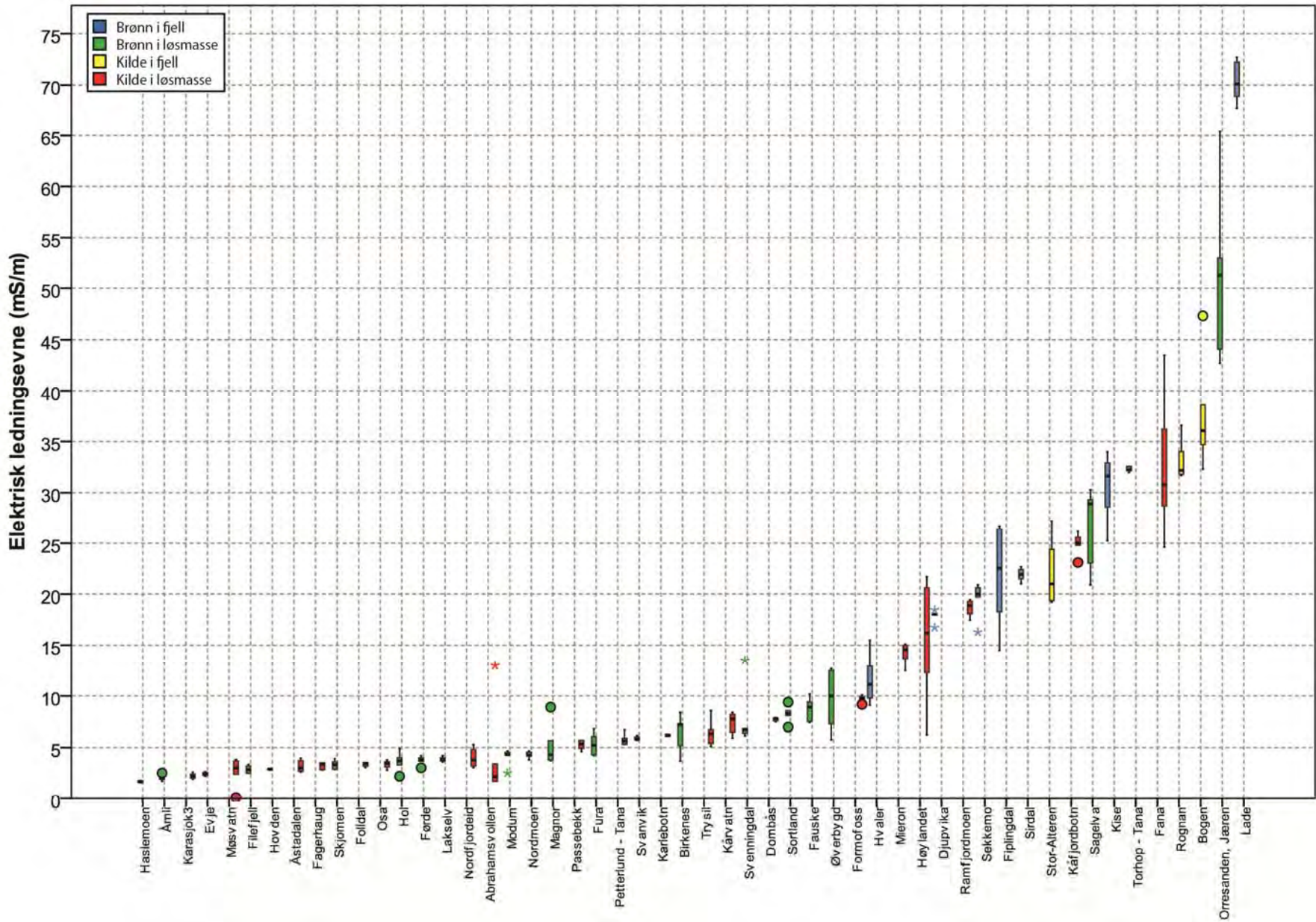
Med. = Median; snitt = gjennomsnitt; SD = standardavvik; '<' = under deteksjonsgrensen

I dette vedlegget presenteres boxplot for utvalgte parametere og elementer for alle LGN-stasjoner som overvåkes i dag. Boksene varierer i farge for å kunne skille mellom brønner (fjell / løsmasse) og kilder (fjell / løsmasse). Det er valgt å ikke sortere boksene alfabetisk, men etter stigende verdier. På denne måten er det enklere å sammenligne plottene fra de ulike stasjonene med hverandre.

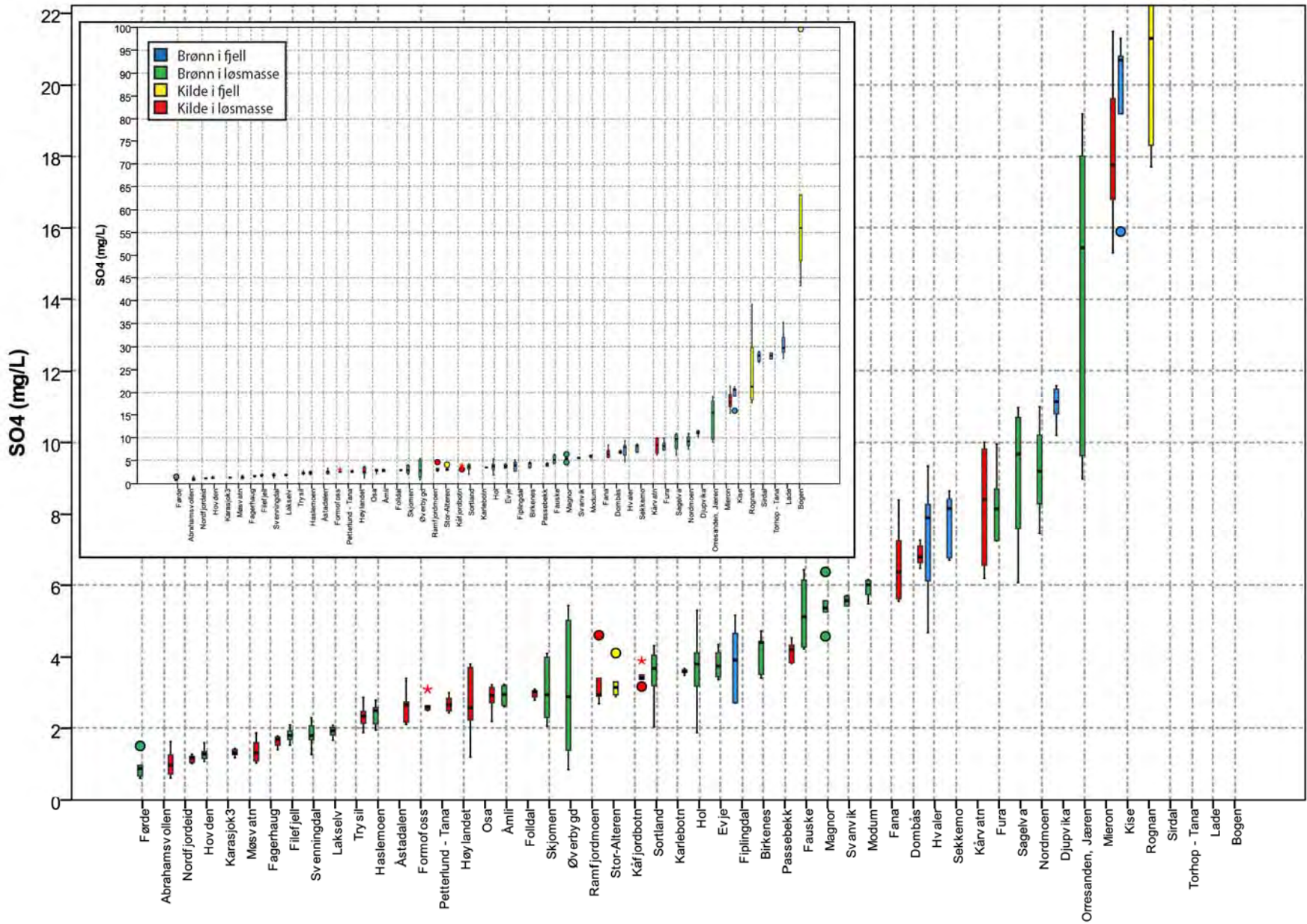
Boxplot 1: pH.....	2
Boxplot 2: Ledningsevne.....	3
Boxplot 3: SO ₄	4
Boxplot 4: Cl.....	5
Boxplot 5: F.....	6
Boxplot 6: Alkalitet.....	7
Boxplot 7: NO ₃	8
Boxplot 8: Ca.....	9
Boxplot 9: Mg.....	10
Boxplot 10: Na.....	11
Boxplot 11: K.....	12
Boxplot 12: Al.....	13
Boxplot 13: As.....	14
Boxplot 14: Cd.....	15
Boxplot 15: Cu.....	16
Boxplot 16: Fe.....	17
Boxplot 17: Mn.....	18
Boxplot 18: Pb.....	19
Boxplot 19: Zn.....	20



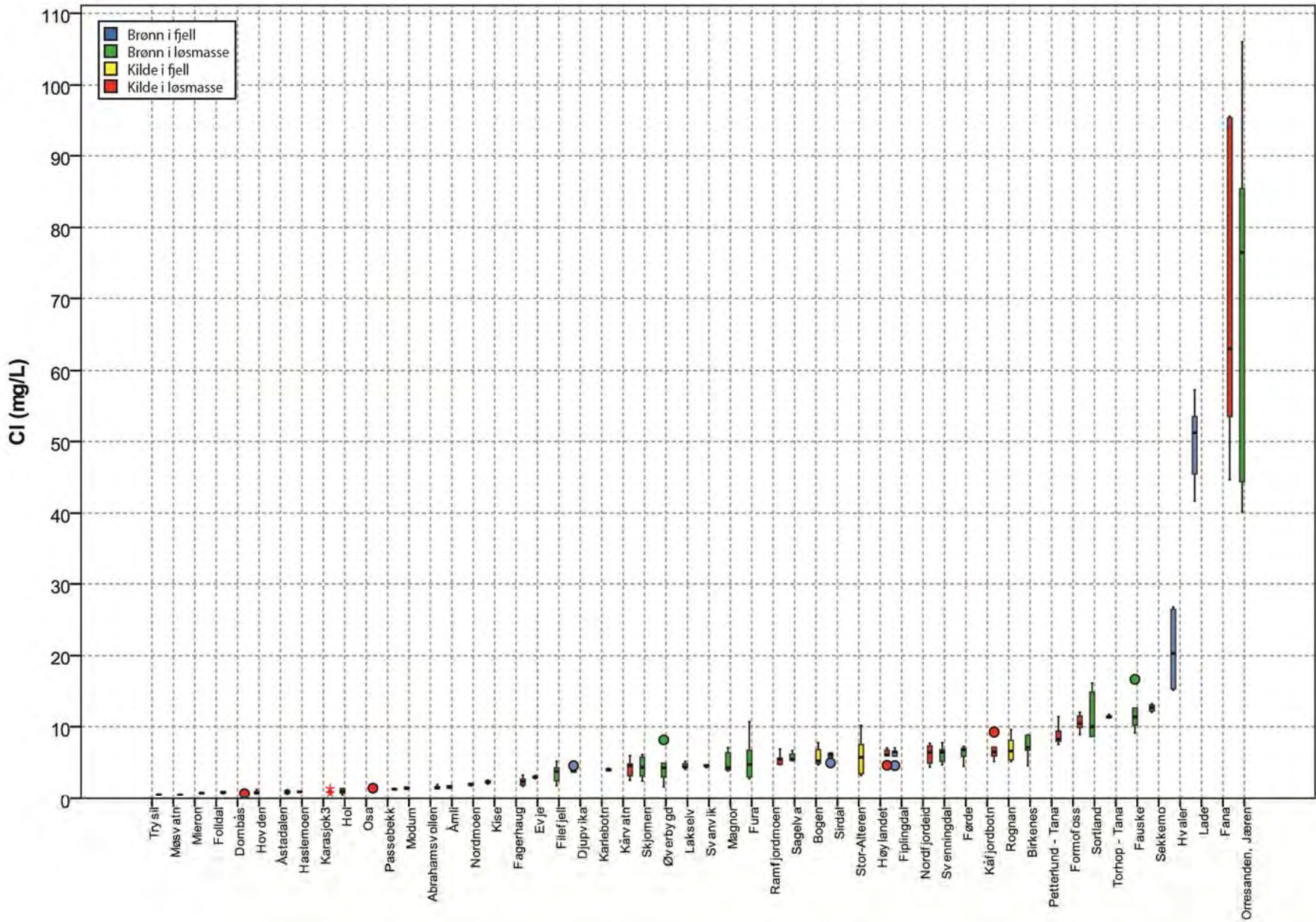
Boxplot 1: Figuren viser forskjeller i pH i grunnvann fra perioden 2010-2015.



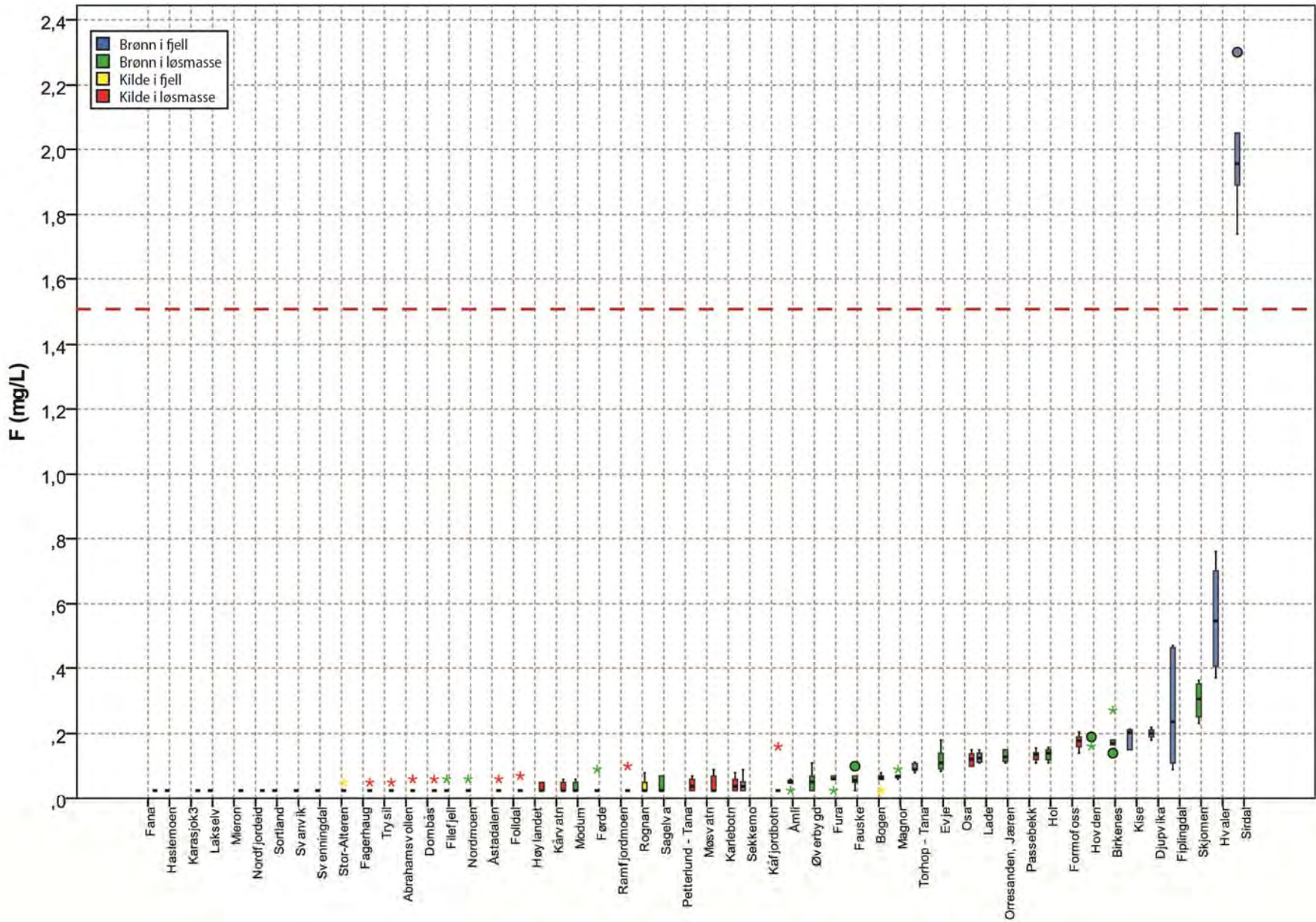
Boxplot 2: Figuren viser forskjeller i elektrisk ledningsevne i grunnvann fra perioden 2010-2015.



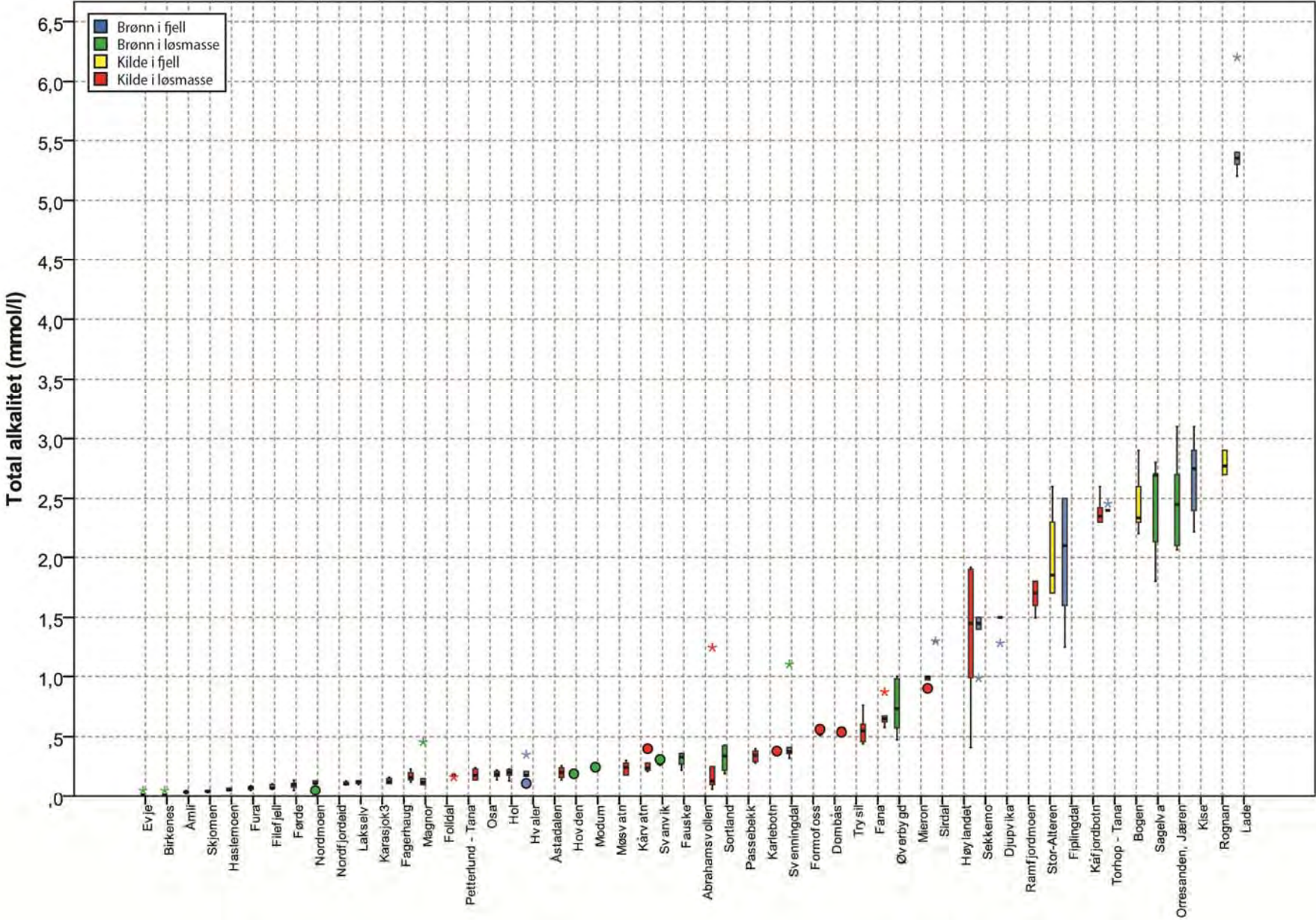
Boxplot 3: Figuren viser forskjeller i sulfat-konsentrasjoner i grunnvann fra perioden 2010-2015. På grunn av stor spredning av verdiene vises det to figurer med ulik konsentrasjons-rekkevidde.



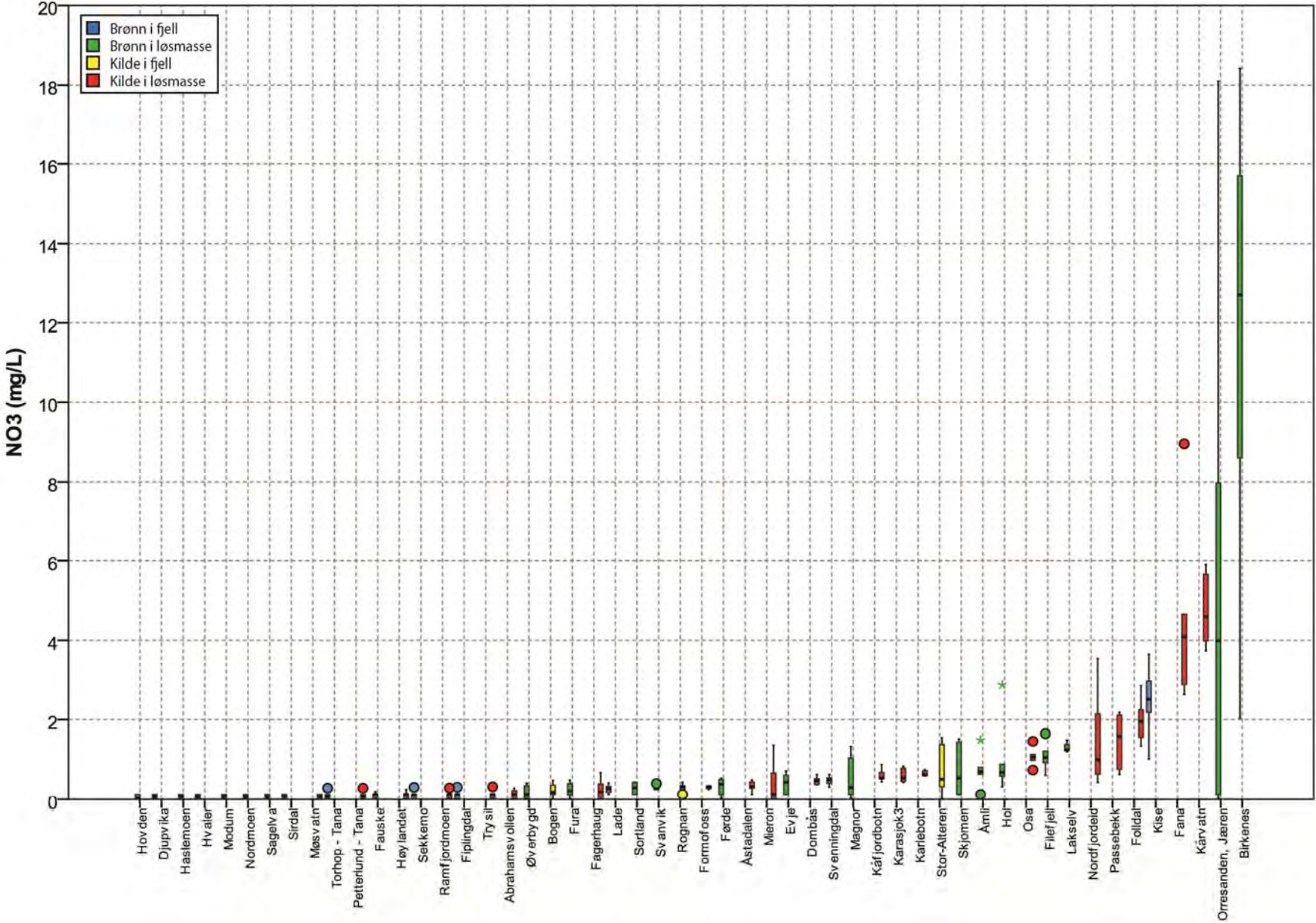
Boxplot 4. Figuren viser forskjeller i klorid-konsentrasjoner i grunnvann fra perioden 2010-2015.



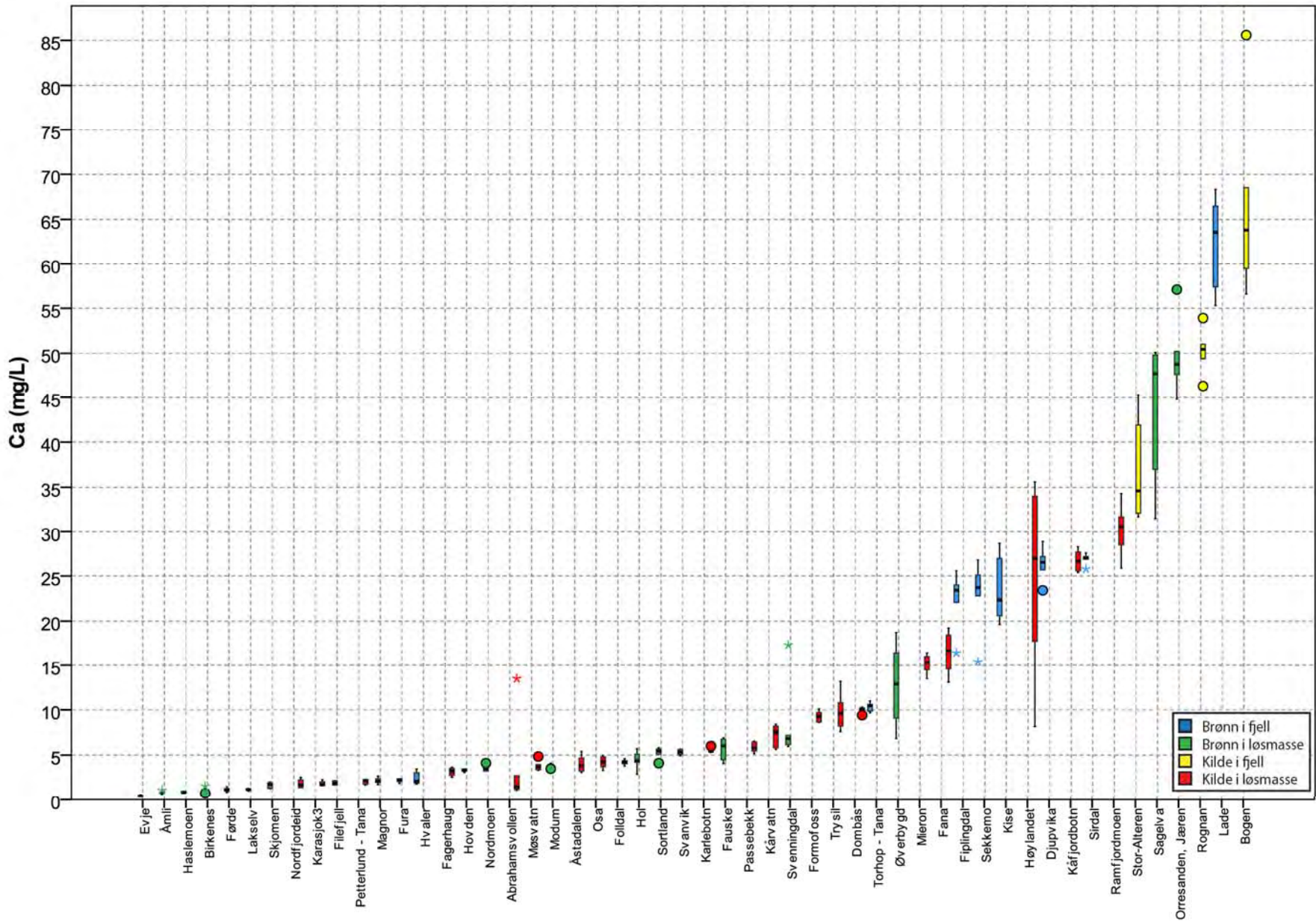
Boxplot 5: Figuren viser forskjeller i fluor-konsentrasjoner i grunnvann fra perioden 2010-2015. Den røde streken markerer grenseverdien av fluor i drikkevann (1.5 mg/L) i Norge.



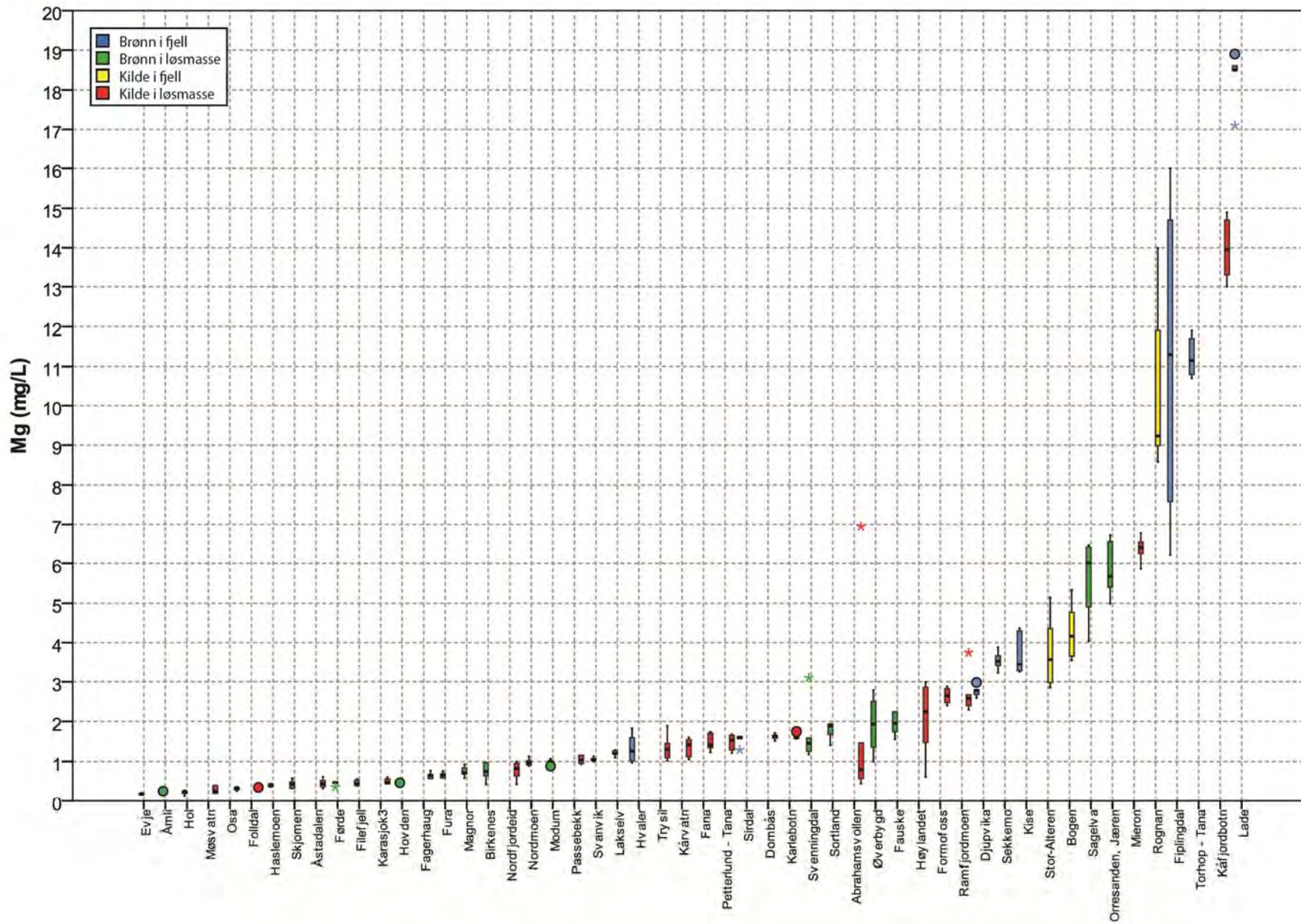
Boxplot 6: Figuren viser forskjeller i total alkalinitet i grunnvann fra perioden 2010-2015.



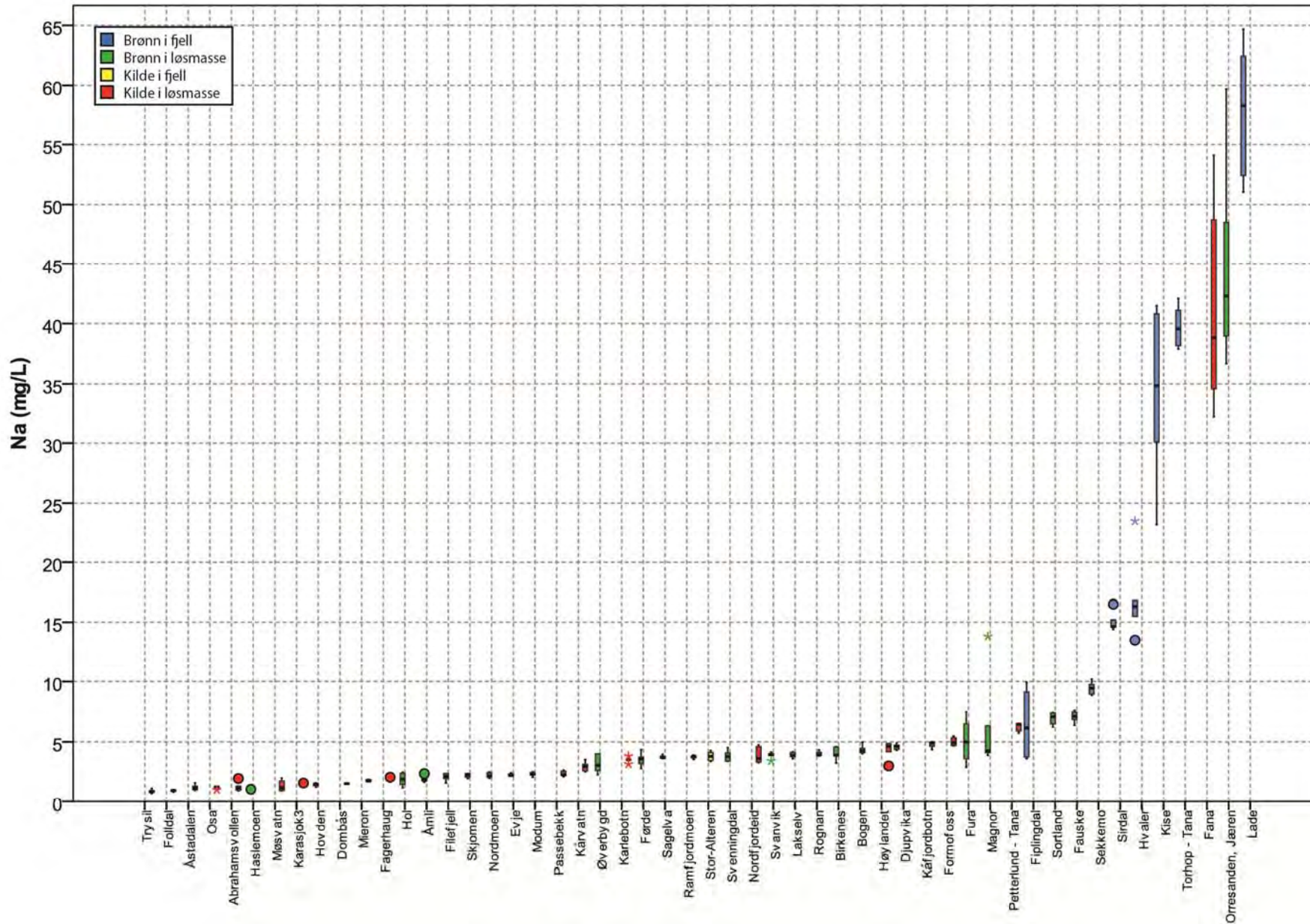
Boxplot 7: Figuren viser forskjeller i nitrat-konsentrasjoner i grunnvann fra perioden 2010-2015.



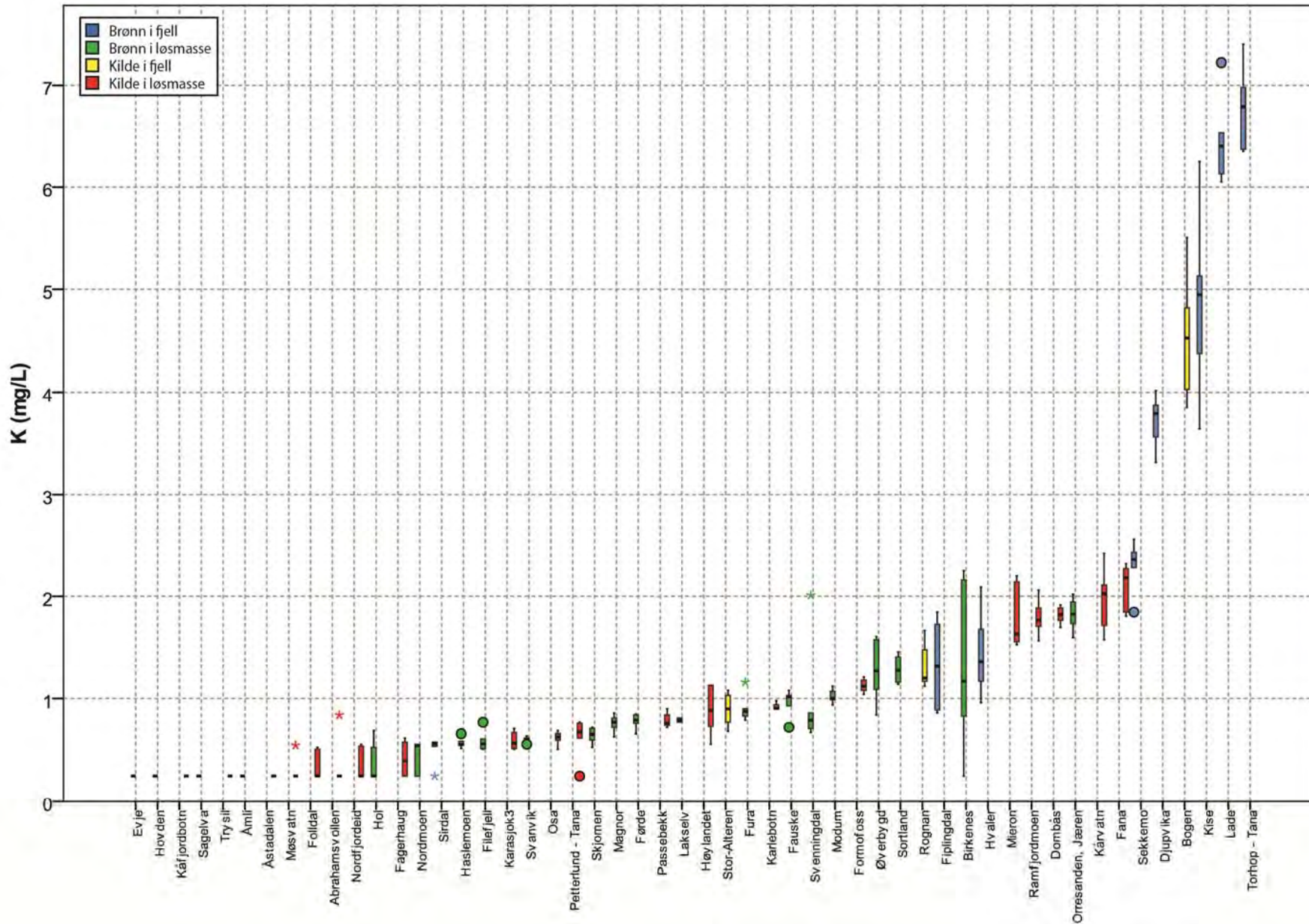
Boxplot 8: Figuren viser forskjeller i kalsium-konsentrasjoner i grunnvann fra perioden 2010-2015.



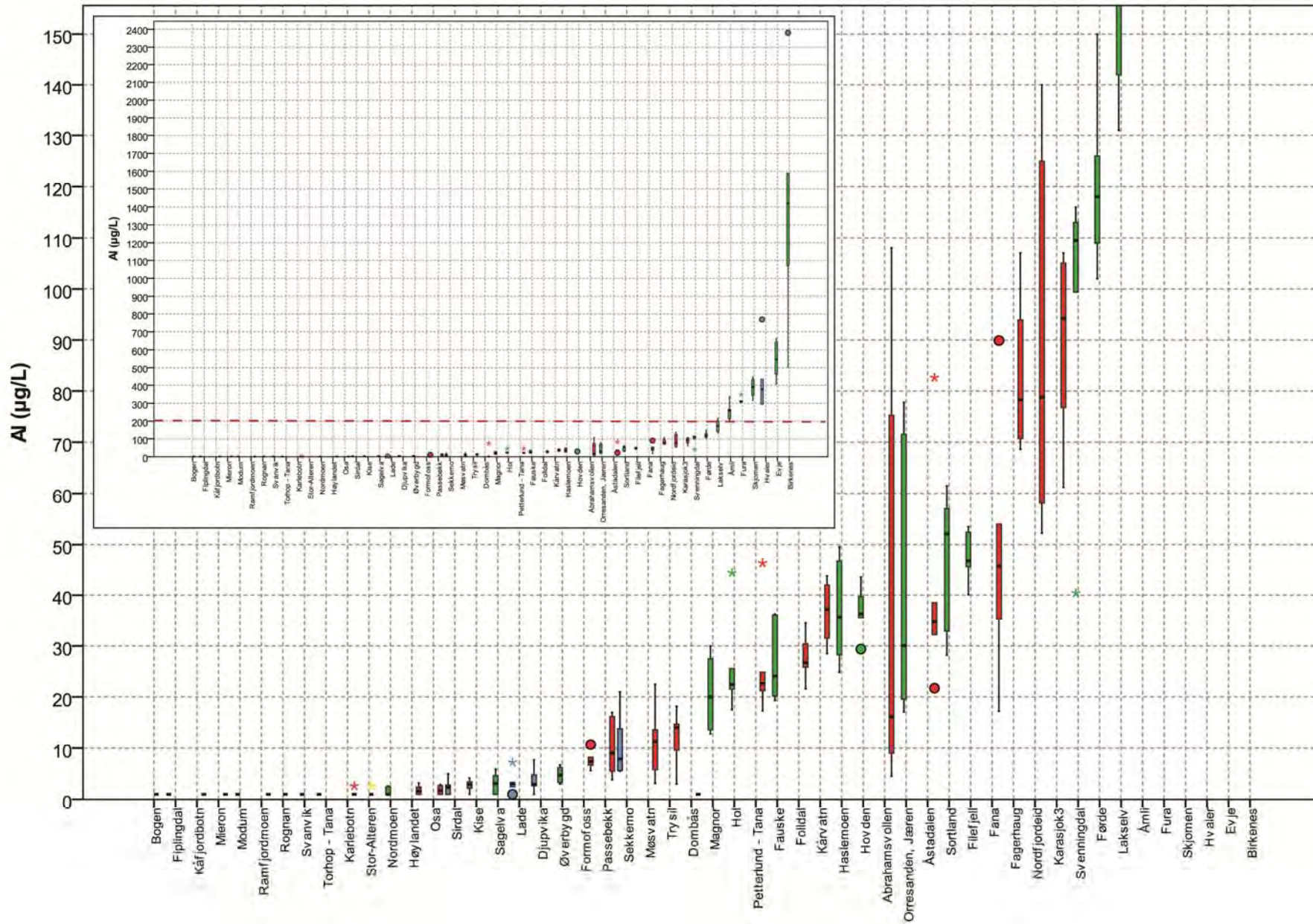
Boxplot 9: Figuren viser forskjeller i magnesium-konsentrasjoner i grunnvann fra perioden 2010-2015.



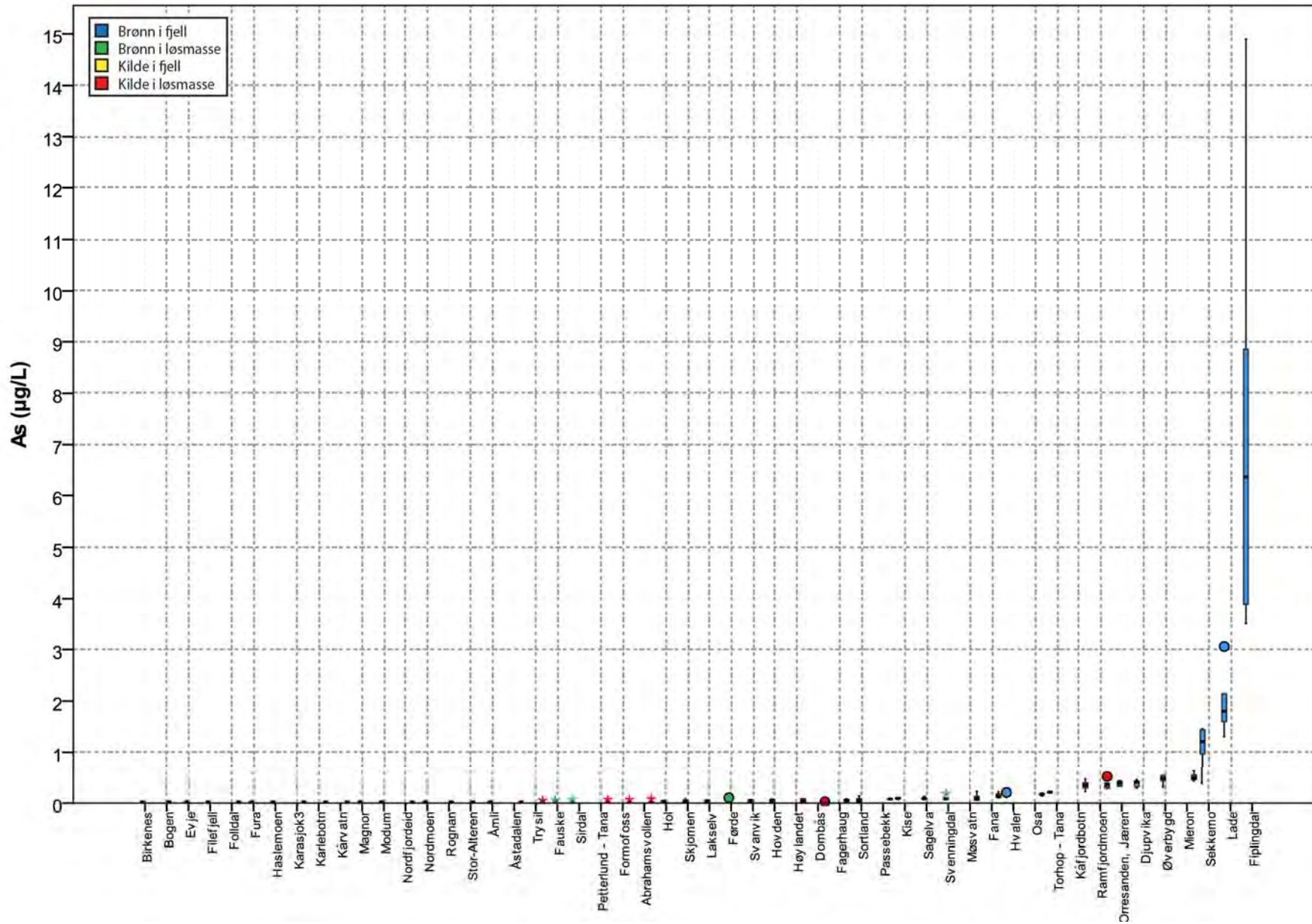
Boxplot 10: Figuren viser forskjeller i natrium-konsentrasjoner i grunnvann fra perioden 2010-2015.



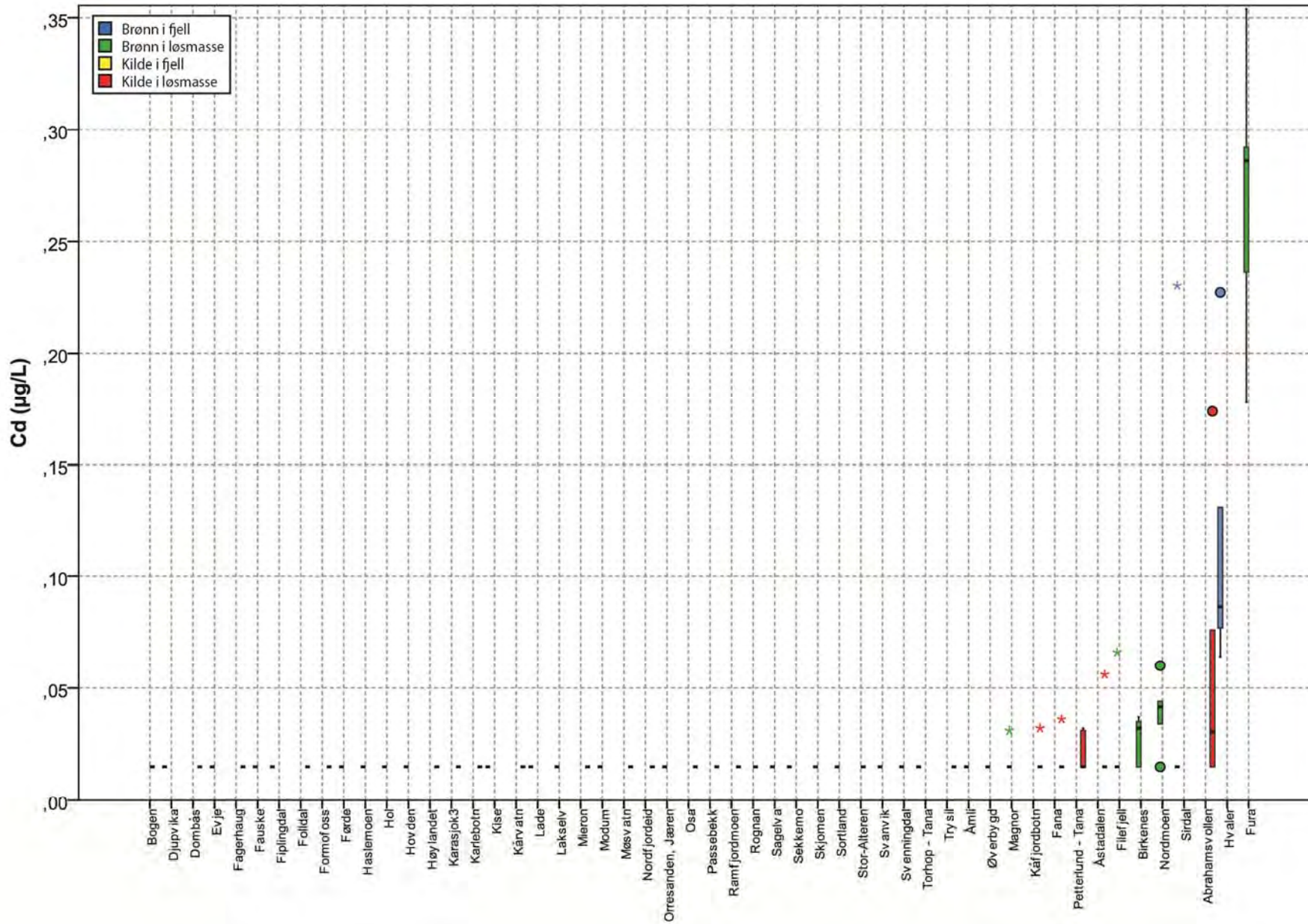
Boxplot 11: Figuren viser forskjeller i kalium-konsentrasjoner i grunnvann fra perioden 2010-2015.



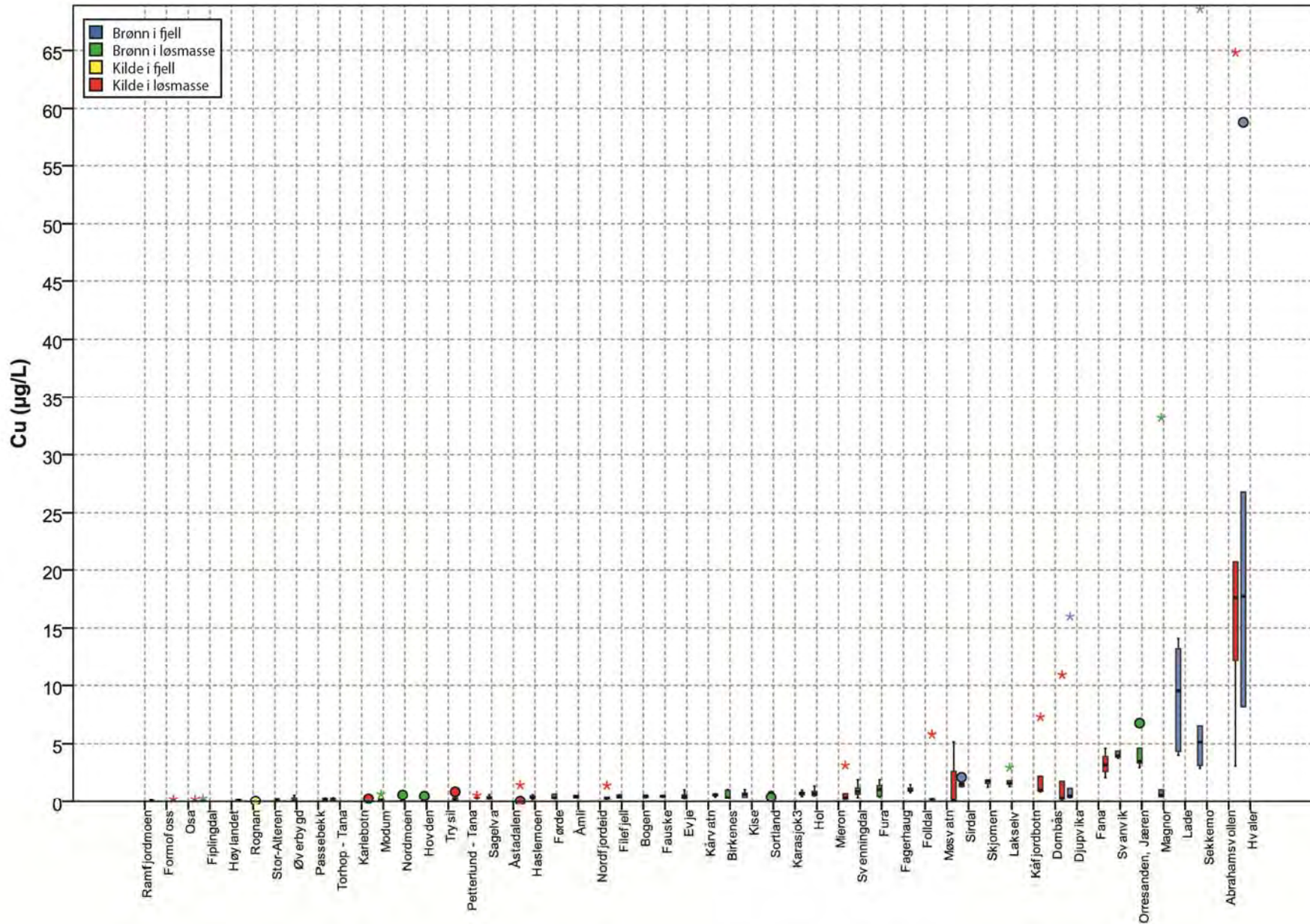
Boxplot 12: Figuren viser forskjeller i aluminium-konsentrasjoner i grunnvann fra perioden 2010-2015. Den røde streken markerer grenseverdien av aluminium i drikkevann (200 µg/L) i Norge.



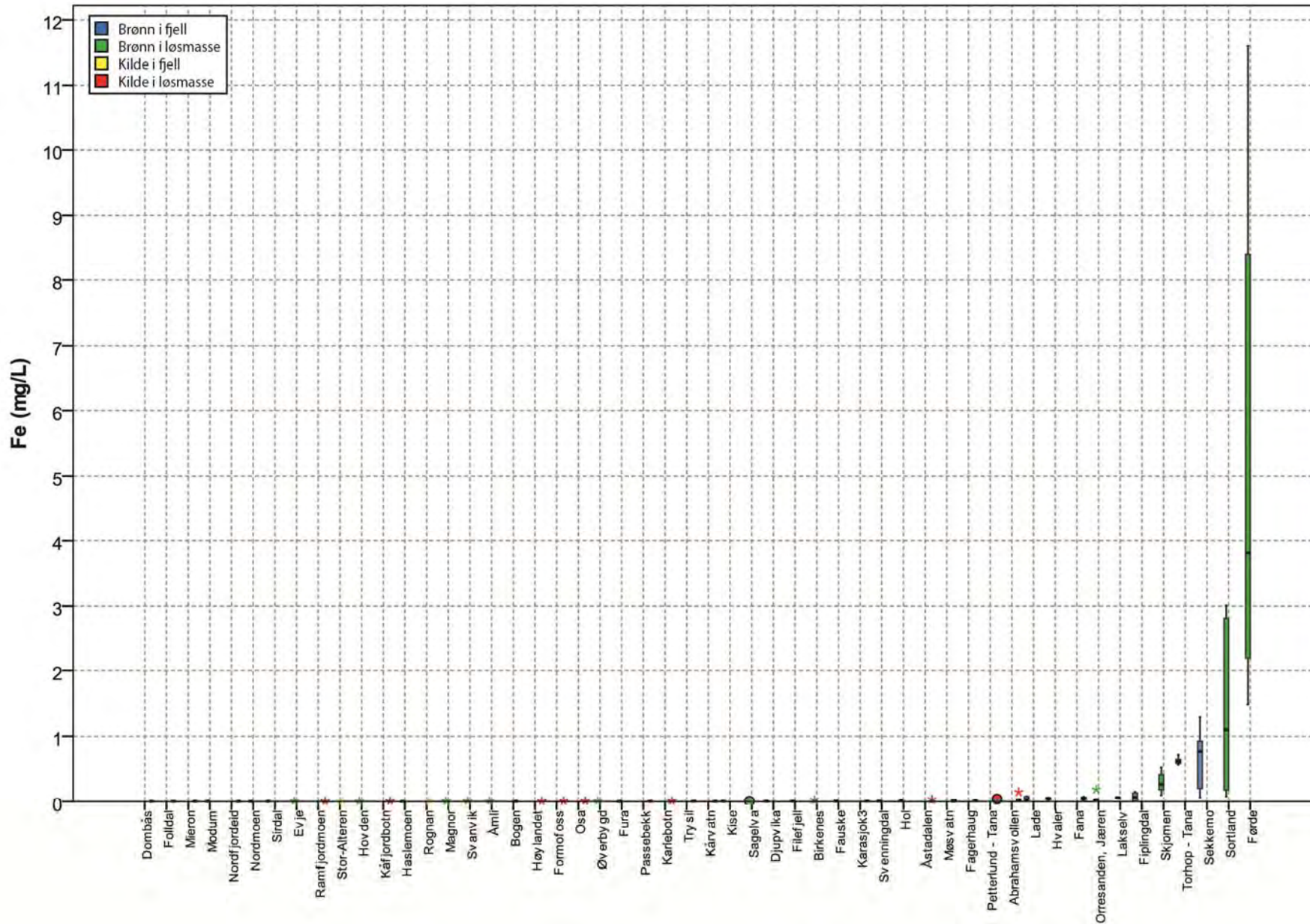
Boxplot 13: Figuren viser forskjeller i arsen-konsentrasjoner i grunnvann fra perioden 2010-2015.



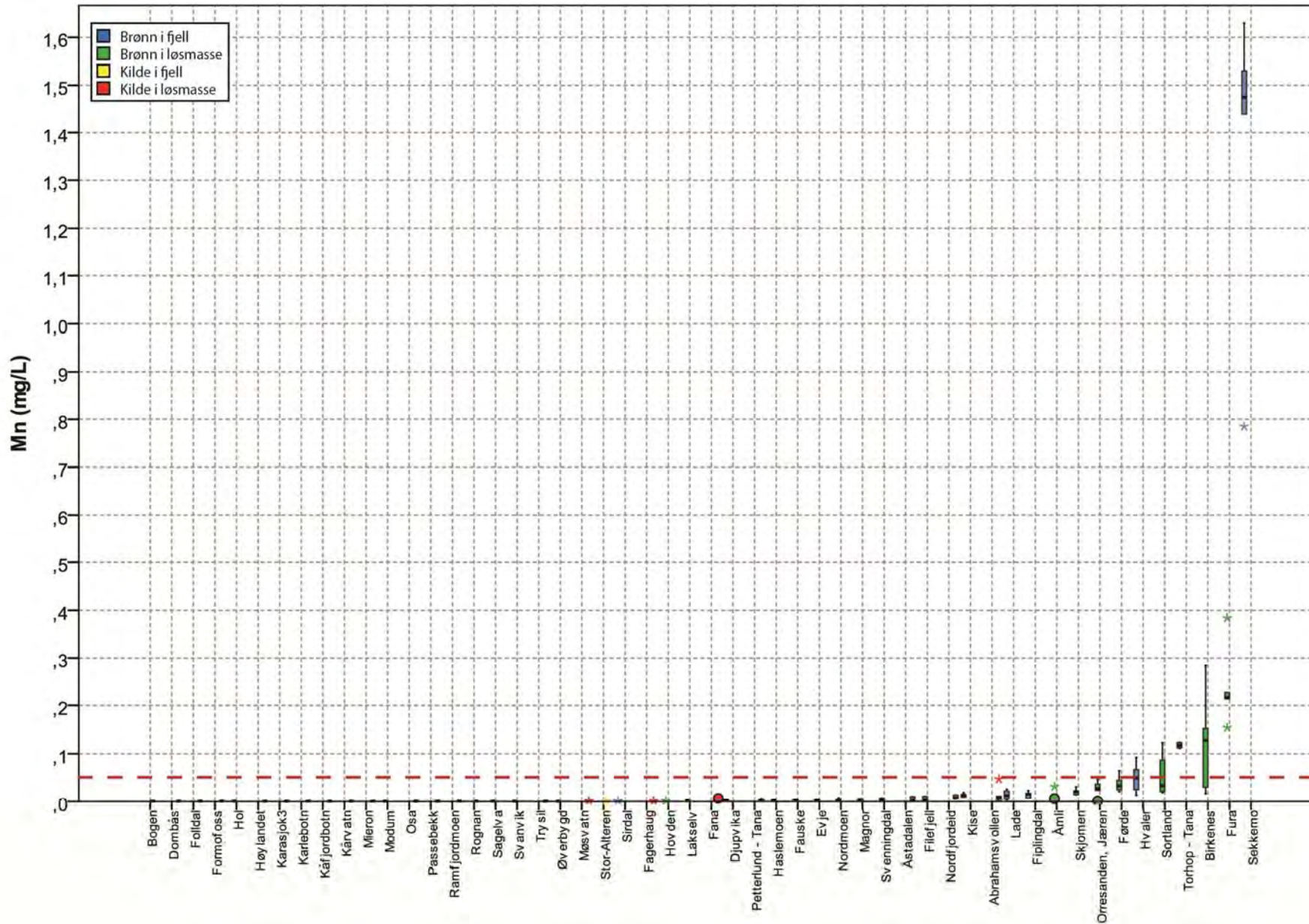
Boxplot 14: Figuren viser forskjeller i kadmium-konsentrasjoner i grunnvann fra perioden 2010-2015.



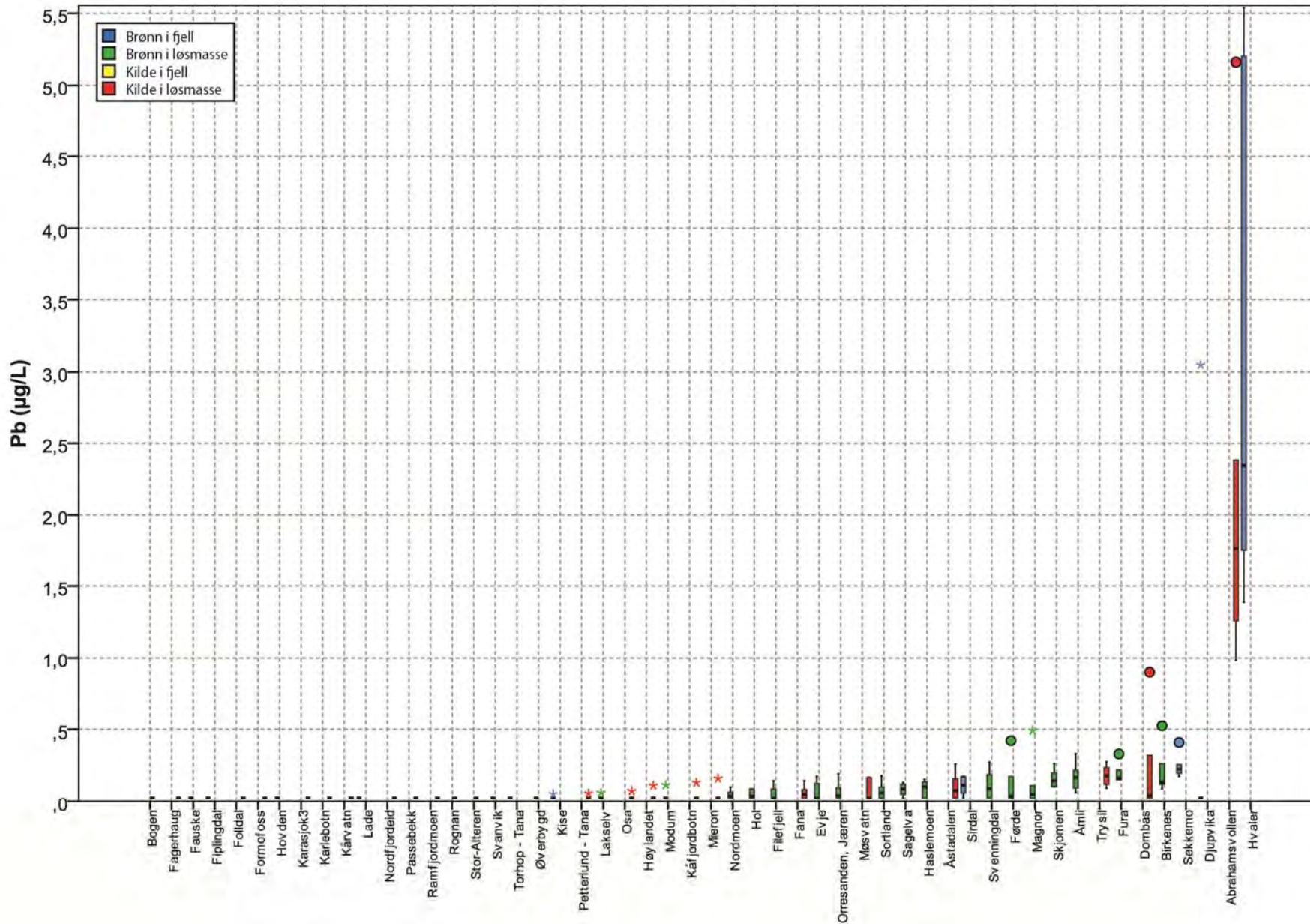
Boxplot 15: Figuren viser forskjeller i kobber-konsentrasjoner i grunnvann fra perioden 2010-2015.



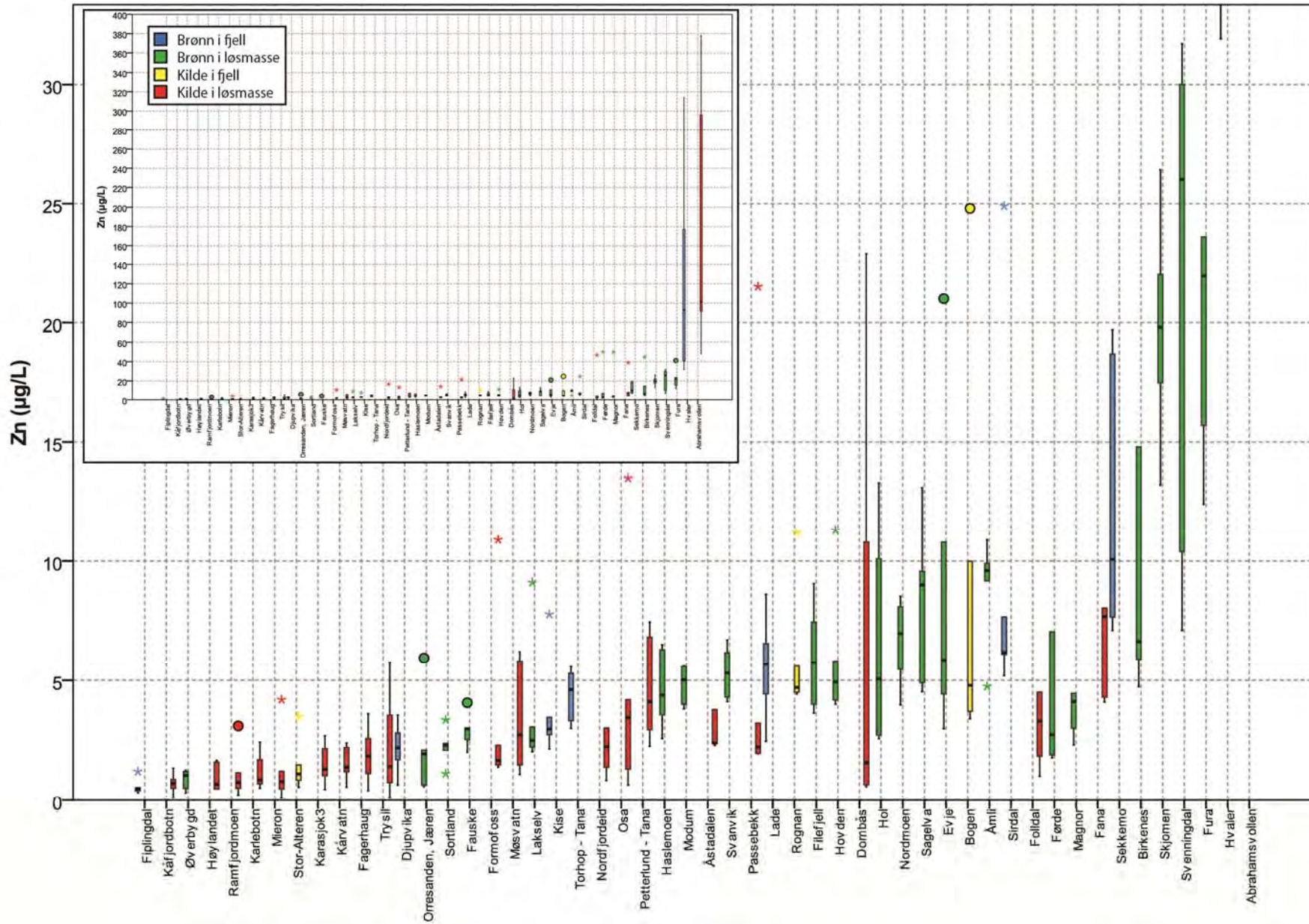
Boxplot 16: Figuren viser forskjeller i jern-konsentrasjoner i grunnvann fra perioden 2010-2015.



Boxplot 17: Figuren viser forskjeller i mangan-konsentrasjoner i grunnvann fra perioden 2010-2015. Den røde streken markerer grenseverdien av mangan i drikkevann (0.05 mg/L) i Norge.



Boxplot 18: Figuren viser forskjeller i bly-konsentrasjoner i grunnvann fra perioden 2010-2015.



Boxplot 19: Figuren viser forskjeller i sink-konsentrasjoner i grunnvann fra perioden 2010-2015.

	pH Verdi (Median)	HCO ₃ -/SiO ₂		SiO ₂ /(Na+K-Cl)		(Na+K-Cl)/(Na+K-Cl+Ca)		(Na/(Na+Cl))		Mg/(Ca+Mg)		Ca/(Ca+SO ₄)		HCO ₃ -/Sum anioner	
		Verdi	Resultat	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat
	< 5 Metoden sannsynligvis ikke egnet (!!)	>10	Karbonat forvitring	<1	Kationbytte	> 0.2 og < 0.8	Plagioklas forvitring mulig	>0.5	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	=0.5 og HCO ₃ -/Si>10	Dolomitt forvitring	0.5	Gips oppløsning	>0.8	Silikat eller karbonat forvitring
	5-6 Metoden kanskje ikke egnet (!)	>5 og <10	Uklar	>1 og <2	Albitt forvitring	< 0.2 eller > 0.8	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.5	Halitt løsning	<0.5	Kalkstein-dolomitt forvitring	<0.5, og pH <5.5	Pyritt oksidasjon	<0.8, sulfat høy	Gips oppløsning
	> 6 Metoden kan brukes	<5	Silikat forvitring	>2	Fe-Mg mineraler			<0.5, TDS >500	Revers avherding, sjøvann	>0.5	Dolomitt oppløsning, utfelling av kalsium karbonat eller sjøvann	<0.5, og pH neutral	Fjerning av Ca - ionebytte eller utfelling av kalsiumkarbonat	<0.8 sulfat lav	Sjøvann eller saltlake
								<0.5, TDS <500 og >50	Analysefeil	<0.5 og HCO ₃ -/Si<5	Fe-Mg mineraler	>0.5	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat		
								<0.5, TDS <50	Nedbør	>0.5	Granitt forvitring				
Åmli	5.5 !	0.749	Silikat forvitring	2.00	Fe-Mg mineraler	0.457	Plagioklas forvitring mulig	0.62	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.291, 0.75	Fe-Mg mineraler	0.406, 4.90	Pyritt oksidasjon	0.346	Sjøvann eller saltlake
Åstadalen	6.4	8.446	Uklar	1.82	Albitt forvitring	0.104	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.635	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.156, 8.45	Uklar	0.797, 5.85	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.848	Silikat eller karbonat forvitring
Abrahamsvollen	6.2	6.484	Uklar	5.38	Fe-Mg mineraler	0.067	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.518	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.510, 6.48	Uklar	0.740, 6.10	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.722	Sjøvann eller saltlake
Birkenes	4.9 !!	1.073	Silikat forvitring	-1.39	Kationbytte	-2.359	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.453	Nedbør	0.545, 1.07	Granitt forvitring	0.367, 4.75	Pyritt oksidasjon	0.101	Sjøvann eller saltlake
Bogen	7.9	148.363	Karbonat forvitring	0.49	Kationbytte	0.01	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.542	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.097, 148.36	Kalkstein-dolomitt forvitring	0.742, 7.70	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.774	Sjøvann eller saltlake
Djupvika	7.9	24.967	Karbonat forvitring	0.6	Kationbytte	0.07	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.653	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.146, 24.97	Kalkstein-dolomitt forvitring	0.855, 7.50	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.864	Silikat eller karbonat forvitring
Dombås	7.4	8.423	Uklar	1.65	Albitt forvitring	0.08	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.726	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.212, 8.42	Uklar	0.781, 6.70	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.851	Silikat eller karbonat forvitring
Evje	5.2 !	2.32	Silikat forvitring	3.31	Fe-Mg mineraler	0.39	Plagioklas forvitring mulig	0.53	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.415, 2.32	Fe-Mg mineraler	0.213, 4.80	Pyritt oksidasjon	0.419	Sjøvann eller saltlake
Fagerhaug	6.9	4.807	Silikat forvitring	3.34	Fe-Mg mineraler	0.077	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.535	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.261, 4.81	Fe-Mg mineraler	0.811, 6.80	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.682	Sjøvann eller saltlake

	pH Verdi (Median)	HCO ₃ ⁻ /SiO ₂		SiO ₂ /(Na+K-Cl)		(Na+K-Cl)/(Na+K-Cl+Ca)		(Na/(Na+Cl))		Mg/(Ca+Mg)		Ca/(Ca+SO ₄)		HCO ₃ ⁻ /Sum anioner	
	Verdi	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat
Fana	7.0	23.8 9	Karbonat forvitring	-3.30	Kationbytte	-0.01	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.49	Halitt løsnings	0.13, 23.9	Kalkstein-dolomitt forvitring	0.85, 6.60	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.26	Sjøvann eller saltlake
Fauske	6.4	9.74	Uklar	-1.26	Kationbytte	-0.10	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.47	Nedbør	0.35, 9.74	Uklar	0.75, 6.30	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.47	Sjøvann eller saltlake
Filefjell	5.9 (!)	2.26	Silikat forvitring	-3.44	Kationbytte	-0.16	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.46	Nedbør	0.27, 2.26	Fe-Mg mineraler	0.72, 5.30	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.42	Sjøvann eller saltlake
Fiplingdal	8.0	31.9 3	Karbonat forvitring	0.47	Kationbytte	0.12	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.65	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.46, 31.93	Dolomitt forvitring	0.92, 8.30	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.91	Silikat eller karbonat forvitring
Førde	6.5	3.04	Silikat forvitring	-0.94	Kationbytte	-1.84	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.44	Nedbør	0.41, 3.03	Fe-Mg mineraler	0.76, 5.50	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.33	Sjøvann eller saltlake
Folldal	6.8	4.87	Silikat forvitring	2.63	Fe-Mg mineraler	0.07	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.61	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.13, 4.87	Fe-Mg mineraler	0.77, 6.20	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.68	Sjøvann eller saltlake
Formofoss	5.5 (!)	5.79	Uklar	-1.30	Kationbytte	-0.17	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.43	Nedbør	0.33, 5.79	Uklar	0.89, 6.30	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.59	Sjøvann eller saltlake
Fura	5.7 (!)	2.81	Silikat forvitring	0.69	Kationbytte	0.41	Plagioklas forvitring mulig	0.62	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.32, 2.81	Fe-Mg mineraler	0.39, 4.90	Pyritt oksidasjon	0.43	Sjøvann eller saltlake
Haslemoen	6.1	2.11	Silikat forvitring	1.63	Albitt forvitring	0.42	Plagioklas forvitring mulig	0.67	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.44, 2.11	Fe-Mg mineraler	0.44, 5.20	Pyritt oksidasjon	0.63	Sjøvann eller saltlake
Høylandet	6.8	25.3 4	Karbonat forvitring	1.75	Albitt forvitring	0.02	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.54	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.12, 25.34	Kalkstein-dolomitt forvitring	0.96, 7.38	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.87	Silikat eller karbonat forvitring
Hol	6.4	8.01	Uklar	0.39	Kationbytte	0.23	Plagioklas forvitring mulig	0.78	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.08, 8.01	Uklar	0.75, 6.60	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.71	Sjøvann eller saltlake
Hovden	6.1	5.38 1	Uklar	1.40	Albitt forvitring	0.19	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.73	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.20, 5.38	Uklar	0.87, 6.00	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.86	Silikat eller karbonat forvitring
Hvaler	7.9	2.35	Silikat forvitring	0.31	Kationbytte	0.74	Plagioklas forvitring mulig	0.61	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.48, 2.35		0.38, 5.30	Pyritt oksidasjon	0.26	Sjøvann eller saltlake
Kåfjordbotn	6.6	88.0 3	Karbonat forvitring	1.17	Albitt forvitring	0.02	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.52	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.46, 88.03	Kalkstein-dolomitt forvitring	0.95, 7.70	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.90	Silikat eller karbonat forvitring
Kårvatn	7.1	9.34	Uklar	-5.13	Kationbytte	-0.02	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.48	Nedbør	0.24, 9.34	Uklar	0.69, 6.30	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.49	Sjøvann eller saltlake

	pH Verdi (Median)		HCO ₃ -/SiO ₂		SiO ₂ /(Na+K-Cl)		(Na+K-Cl)/(Na+K-Cl+Ca)		(Na/(Na+Cl))		Mg/(Ca+Mg)		Ca/(Ca+SO ₄)		HCO ₃ -/Sum anioner	
	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat
Karasjok3	8.2	2.825	Silikat forvitring	1.577	Albitt forvitring	0.291	Plagioklas forvitring mulig	0.693	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebyte	0.309, 2.83	Fe-Mg mineraler	0.751, 6.20	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.742	Sjøvann eller saltlake	
Karlebotn	8.0	7.728	Uklar	1.121	Albitt forvitring	0.147	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.58	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebyte	0.329, 7.73	Uklar	0.783, 6.30	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.713	Sjøvann eller saltlake	
Kise	6.9	41.439	Karbonat forvitring	0.04	Kationbyte	0.604	Plagioklas forvitring mulig	0.963	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebyte	0.203, 41.44	Kalkstein-dolomitt forvitring	0.719, 8.60	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.893	Silikat eller karbonat forvitring	
Lade	7.9	56.12	Karbonat forvitring	0.096	Kationbyte	0.247	Plagioklas forvitring mulig	0.629	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebyte	0.318, 56.12	Kalkstein-dolomitt forvitring	0.841, 7.70	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.766	Sjøvann eller saltlake	
Lakselv	6.3	1.561	Silikat forvitring	1.288	Albitt forvitring	0.46	Plagioklas forvitring mulig	0.577	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebyte	0.628, 1.56	Granitt forvitring	0.602, 5.70	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.375	Sjøvann eller saltlake	
Magnor	6.4	2.852	Silikat forvitring	1.243	Albitt forvitring	0.377	Plagioklas forvitring mulig	0.592	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebyte	0.359, 2.85	Fe-Mg mineraler	0.481, 5.50	Gips oppløsning	0.533	Sjøvann eller saltlake	
Mieron	7.7	15.368	Karbonat forvitring	1.149	Albitt forvitring	0.068	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.78	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebyte	0.408, 15.37	Kalkstein-dolomitt forvitring	0.675, 7.10	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.824	Silikat eller karbonat forvitring	
Modum	6.8	2.586	Silikat forvitring	1.618	Albitt forvitring	0.238	Plagioklas forvitring mulig	0.707	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebyte	0.300, 2.59	Fe-Mg mineraler	0.609, 6.50	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.7	Sjøvann eller saltlake	
Møsvatn	6.7	6.216	Uklar	1.598	Albitt forvitring	0.146	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.747	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebyte	0.093, 6.22	Uklar	0.875, 6.00	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.902	Silikat eller karbonat forvitring	
Nordfjordeid	5.9	2.201	Silikat forvitring	-2.06	Kationbyte	-0.346	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.464	Nedbør	0.473, 2.20	Fe-Mg mineraler	0.783, 5.10	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.301	Sjøvann eller saltlake	
Nordmoen	6.6	2.103	Silikat forvitring	2.079	Fe-Mg mineraler	0.187	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.622	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebyte	0.312, 2.10	Fe-Mg mineraler	0.473, 5.90	Gips oppløsning	0.522	Sjøvann eller saltlake	
Øverbygd	7.9	13.098	Karbonat forvitring	3.807	Fe-Mg mineraler	0.025	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.526	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebyte	0.197, 13.10	Kalkstein-dolomitt forvitring	0.922, 8.80	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.842	Silikat eller karbonat forvitring	
Orresanden, Jæren	8.0	45.065	Karbonat forvitring	-0.565	Kationbyte	-0.045	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.48	Nedbør	0.165, 45.07	Kalkstein-dolomitt forvitring	0.893, 7.70	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.557	Sjøvann eller saltlake	
Osa	7.0	6.714	Uklar	1.485	Albitt forvitring	0.082	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.605	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebyte	0.110, 6.71	Uklar	0.780, 6.50	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.687	Sjøvann eller saltlake	

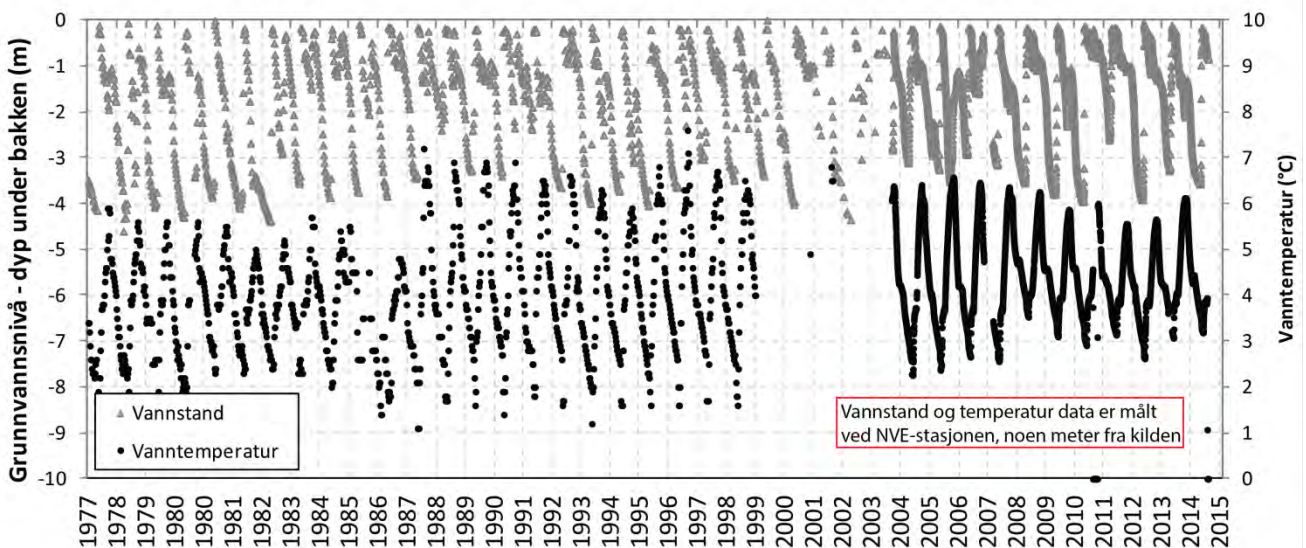
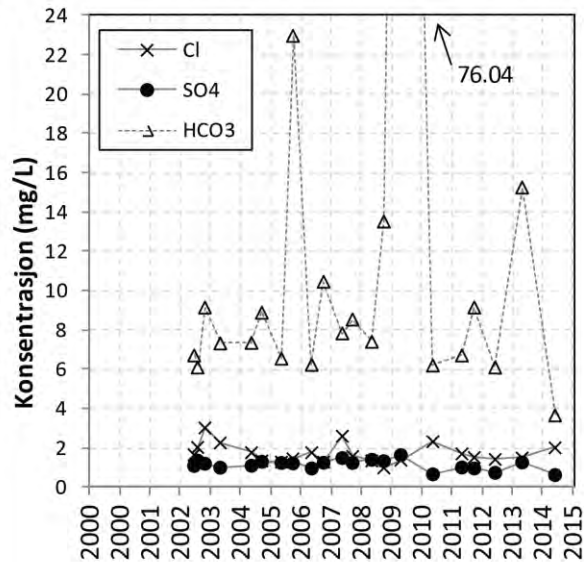
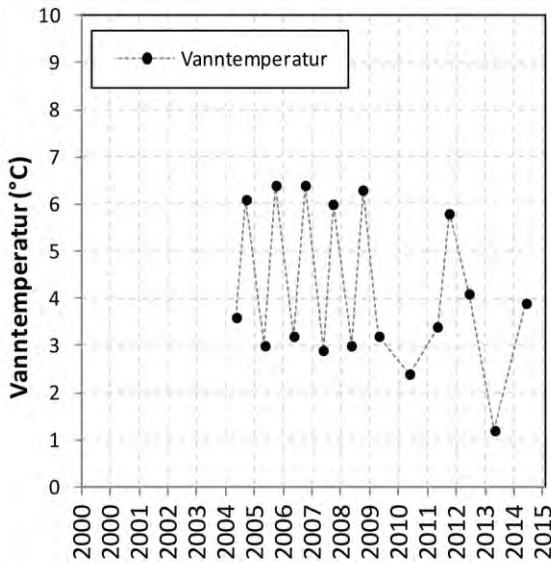
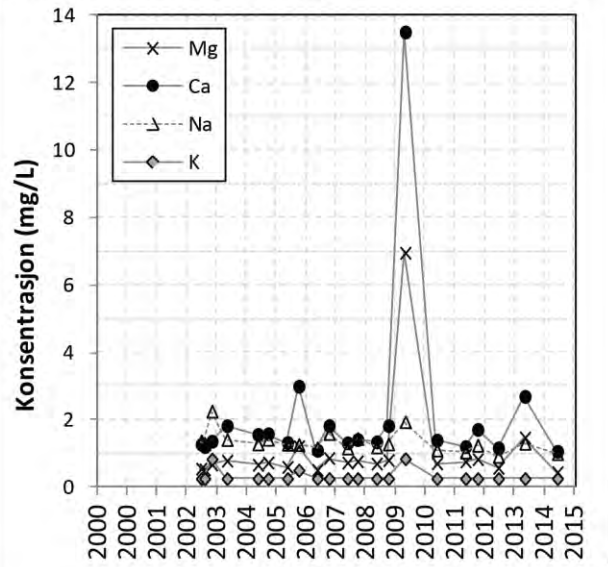
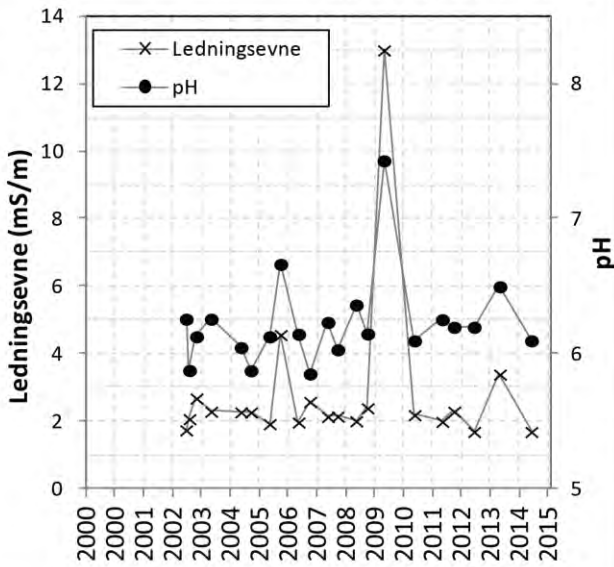
	pH Verdi (Median)	HCO ₃ -/SiO ₂		SiO ₂ /(Na+K-Cl)		(Na+K-Cl)/(Na+K-Cl+Ca)		(Na/(Na+Cl))		Mg/(Ca+Mg)		Ca/(Ca+SO ₄)		HCO ₃ -/Sum anioner	
	Verdi	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat	Verdi	Resultat
Passebekk	7.0	3.729	Silikat forvitring	1.518	Albitt forvitring	0.178	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.719	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.227, 3.73	Fe-Mg mineraler	0.767, 6.60	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.749	Sjøvann eller saltlake
Petterlund-Tana	6.6	2.861	Silikat forvitring	1.606	Albitt forvitring	0.297	Plagioklas forvitring mulig	0.535	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.546, 2.86	Granitt forvitring	0.653, 6.60	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.421	Sjøvann eller saltlake
Ramfjordmoen	7.9	27.242	Karbonat forvitring	3.939	Fe-Mg mineraler	0.011	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.519	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.119, 27.24	Kalkstein-dolomitt forvitring	0.962, 7.50	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.903	Silikat eller karbonat forvitring
Rognan	8.0	130.422	Karbonat forvitring	-0.571	Kationbytte	-0.015	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.446	Nedbør	0.233, 130.42	Kalkstein-dolomitt forvitring	0.851, 8.00	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.864	Silikat eller karbonat forvitring
Sagelva	7.9	78.253	Karbonat forvitring	3.008	Fe-Mg mineraler	0.005	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.512	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.171, 78.25	Kalkstein-dolomitt forvitring	0.918, 7.50	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.914	Silikat eller karbonat forvitring
Sekkemo	7.1	24.907	Karbonat forvitring	1.011	Albitt forvitring	0.051	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.534	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.195, 24.91	Kalkstein-dolomitt forvitring	0.878, 6.70	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.781	Sjøvann eller saltlake
Sirdal	8.2	16.858	Karbonat forvitring	0.172	Kationbytte	0.264	Plagioklas forvitring mulig	0.787	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.089, 16.86	Kalkstein-dolomitt forvitring	0.702, 8.40	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.713	Sjøvann eller saltlake
Skjomen	5.4	2.217	Silikat forvitring	-2.503	Kationbytte	-0.268	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.452	Nedbør	0.292, 2.22	Fe-Mg mineraler	0.581, 5.10	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.366	Sjøvann eller saltlake
Sortland	6.3	7.511	Uklar	1.644	Albitt forvitring	0.068	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.511	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.362, 7.51	Uklar	0.788, 5.90	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.432	Sjøvann eller saltlake
Stor-Alteren	7.8	151.517	Karbonat forvitring	-2.297	Kationbytte	-0.003	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.486	Nedbør	0.148, 151.52	Kalkstein-dolomitt forvitring	0.963, 7.40	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.891	Silikat eller karbonat forvitring
Svanvik	7.0	3.649	Silikat forvitring	1.686	Albitt forvitring	0.155	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.574	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.243, 3.65	Fe-Mg mineraler	0.696, 6.60	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.607	Sjøvann eller saltlake
Svenningdal	6.5	13.353	Karbonat forvitring	-1.696	Kationbytte	-0.056	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.467	Nedbør	0.263, 13.35	Kalkstein-dolomitt forvitring	0.900, 6.20	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.66	Sjøvann eller saltlake
Torhop-Tana	7.9	29.512	Karbonat forvitring	0.058	Kationbytte	0.74	Plagioklas forvitring mulig	0.845	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.638, 29.51	Dolomitt oppløsning, utfelling av kalsium karbonat eller sjøvann	0.471, 7.10	Gips oppløsning	0.802	Silikat eller karbonat forvitring
Trysil	7.3	22.89	Karbonat forvitring	1.621	Albitt forvitring	0.045	Plagioklas forvitring usannsynlig	0.7	Na kilde er ikke halitt; albitt eller ionebytte	0.186, 22.89	Kalkstein-dolomitt forvitring	0.909, 6.60	Ca kilde er ikke gips; karbonat eller silikat	0.948	Silikat eller karbonat forvitring

I dette vedlegget presenteres tidsserier for alle LGN-stasjoner som overvåkes i dag. Det presenteres ledningsevne og pH, samt hovedkationene (magnesium, kalsium, natrium og kalium) og hovedanionene (klorid, sulfat og hydrogenkarbonat). Vanntemperatur målt i kilder presenteres i en egen figur. Når vannet må pumpes ved hjelp av sugepumpe eller senkpumpe øker vanntemperaturen og den målte temperaturen gjenspeiler ikke den virkelige grunnvannstemperaturen. Disse dataene blir derfor ikke vist i tidsseriene.

Der det finnes en LGN-overvåkingsstasjon med måledata fra NVE i nærheten av prøvetakingsbrønnen eller –kilden, vises NVE sine loggerdata for vannstand og vanntemperatur i en egen figur. I de tilfellene der det ikke finnes NVE-data, presenteres vannstandsdata målt av NGU.

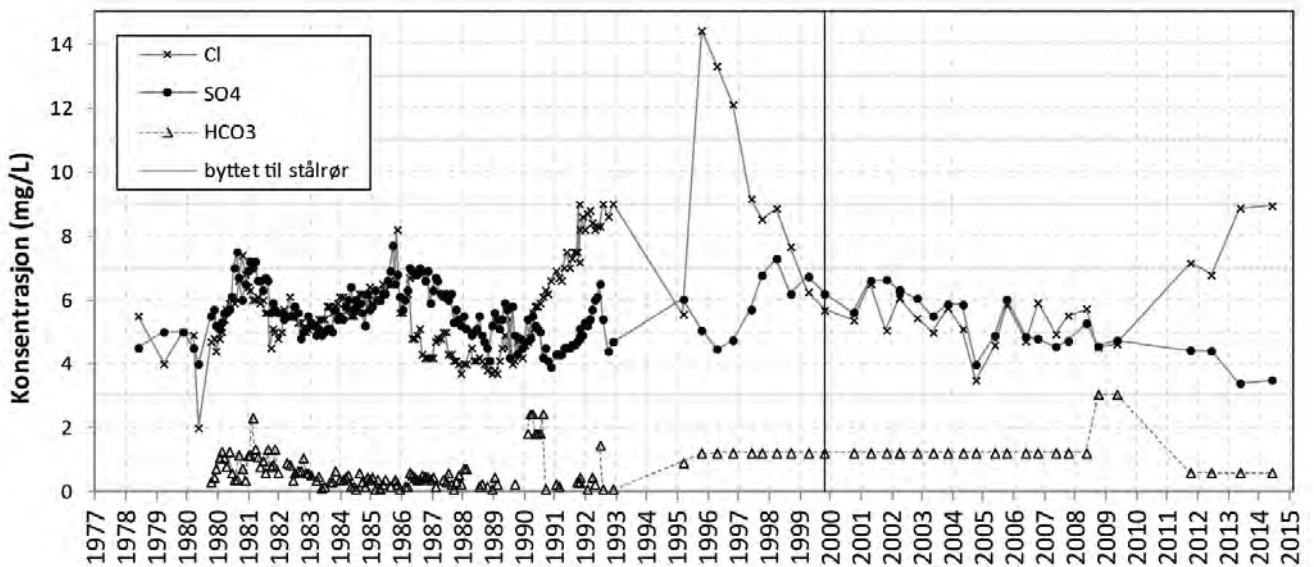
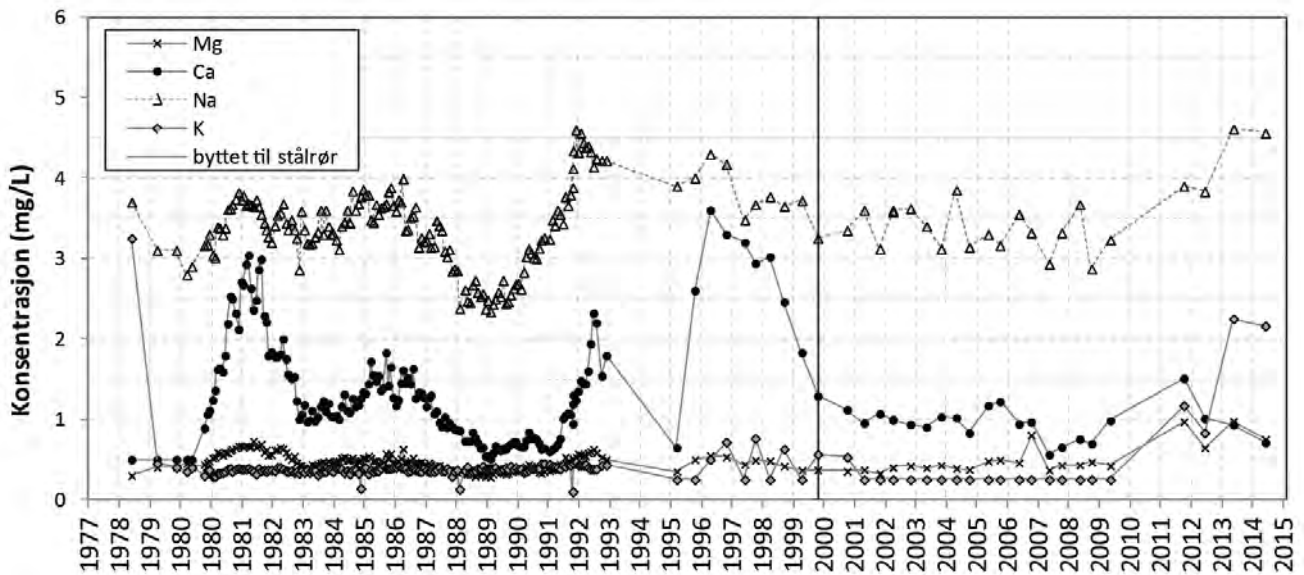
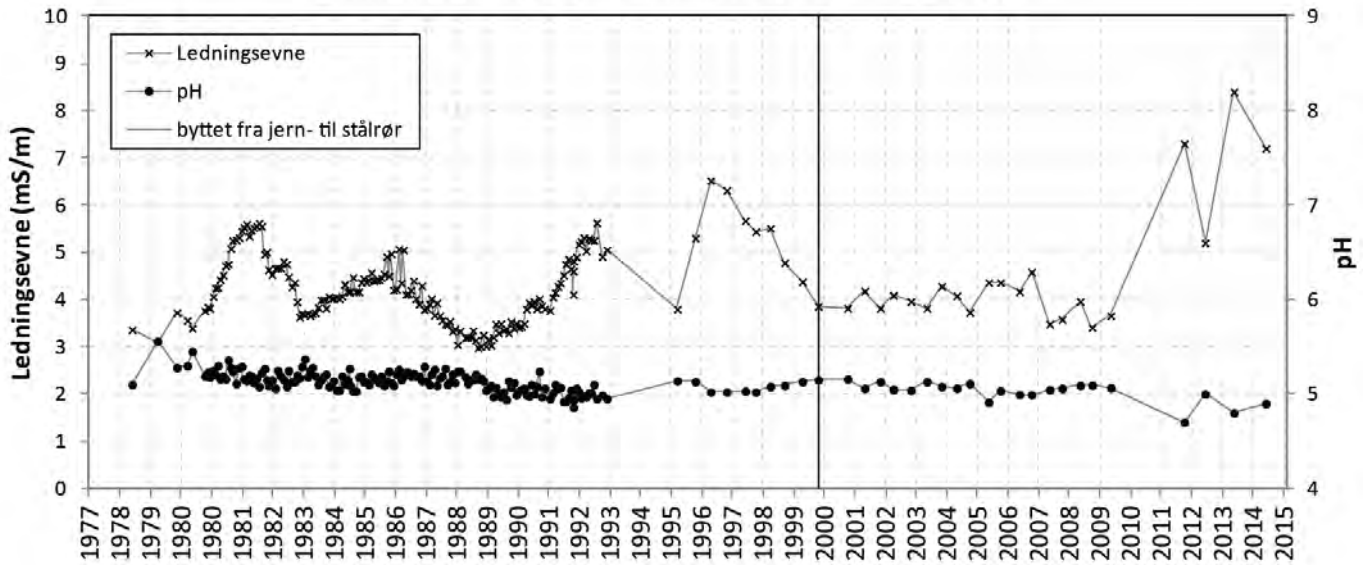
Tidsserie 1: Abrahamsvollen.....	2	Tidsserie 27: Lakselv.....	29-30
Tidsserie 2: Birkenes.....	3-4	Tidsserie 28: Magnor.....	31-32
Tidsserie 3: Bogen.....	4	Tidsserie 29: Mieron.....	32
Tidsserie 4: Djupvika.....	5	Tidsserie 30: Modum.....	33-34
Tidsserie 5: Dombås.....	5-6	Tidsserie 31: Møsvatn.....	34-35
Tidsserie 6: Evje.....	7-8	Tidsserie 32: Nordfjordeid.....	35-36
Tidsserie 7: Fagerhaug.....	8	Tidsserie 33: Nordmoen.....	37-38
Tidsserie 8. Fana.....	9-10	Tidsserie 34: Orresanden / Jæren.....	38-39
Tidsserie 9: Fauske.....	10-11	Tidsserie 35: Osa.....	40
Tidsserie 10: Filefjell.....	11-12	Tidsserie 36: Passebekk.....	41
Tidsserie 11: Fiplingdal.....	13	Tidsserie 37: Petterlund-Tana.....	42
Tidsserie 12: Folldal.....	14	Tidsserie 38: Ramfjordmoen.....	43
Tidsserie 13: Formofoss.....	15	Tidsserie 39: Rognan.....	44
Tidsserie 14. Fura.....	16	Tidsserie 40: Sagelva.....	45
Tidsserie 15: Førde.....	17-18	Tidsserie 41: Sekkemo.....	46
Tidsserie 16: Haslemoen.....	18-19	Tidsserie 42: Sirdal.....	46
Tidsserie 17: Hol.....	19-20	Tidsserie 43: Skjomen.....	47-48
Tidsserie 18: Hovden.....	21-22	Tidsserie 44: Sortland.....	48-49
Tidsserie 19: Hvaler.....	22	Tidsserie 45: Stor-Alteren.....	50
Tidsserie 20: Høylandet.....	23	Tidsserie 46: Svanvik.....	51
Tidsserie 21: Karasjok 3.....	24	Tidsserie 47: Svenningdal.....	51-52
Tidsserie 22: Karlebotn.....	25	Tidsserie 48: Torhop-Tana.....	53
Tidsserie 23: Kise.....	26	Tidsserie 49: Trysil.....	54
Tidsserie 24: Kåfjordbotn.....	27	Tidsserie 50: Øverbygd.....	55-56
Tidsserie 25: Kårvatn.....	28	Tidsserie 51: Åmli.....	56-57
Tidsserie 26: Lade.....	29	Tidsserie 52: Åstadalen.....	57-58

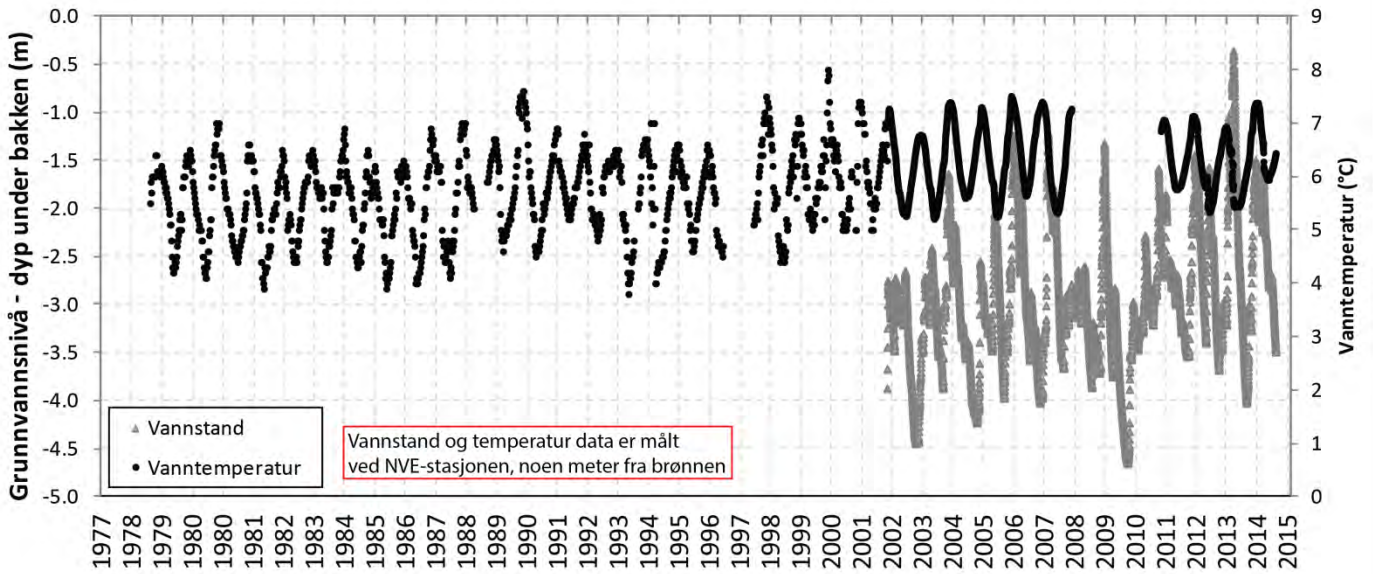
Abrahamsvollen - kilde i løsmasse (Morene)



Tidsserie 1: Abrahamsvollen

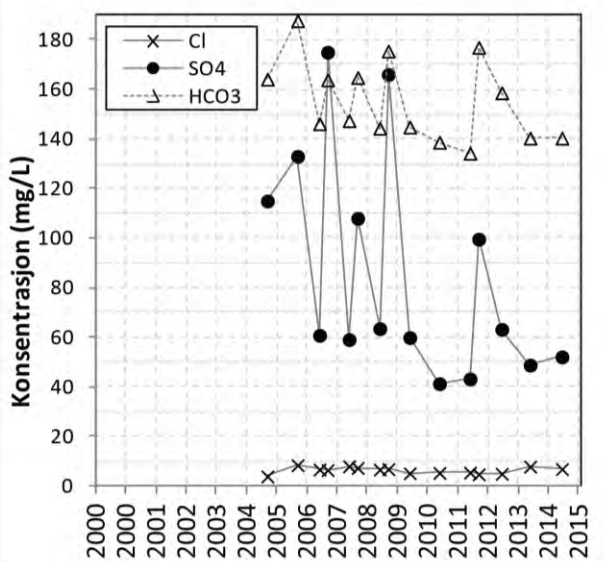
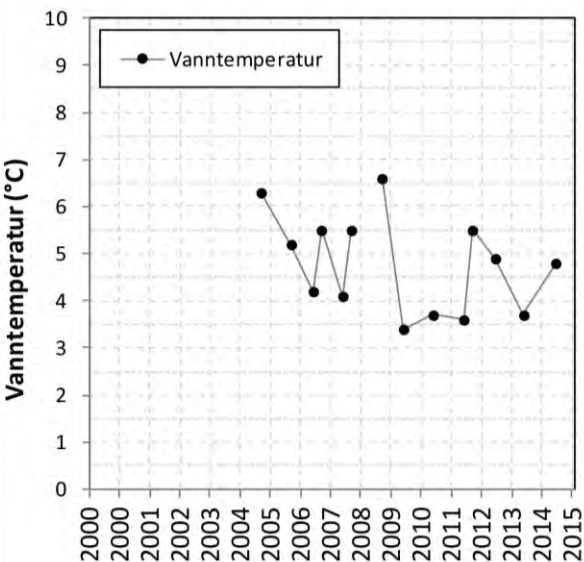
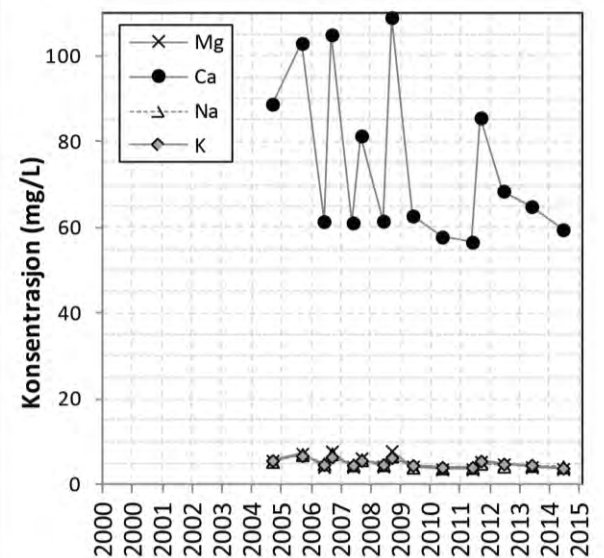
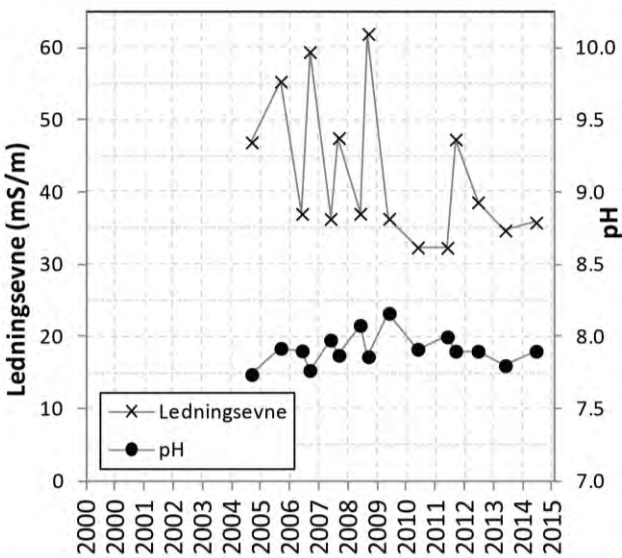
Birkenes - stålbrønn i løsmasse (Breelvvasetning)





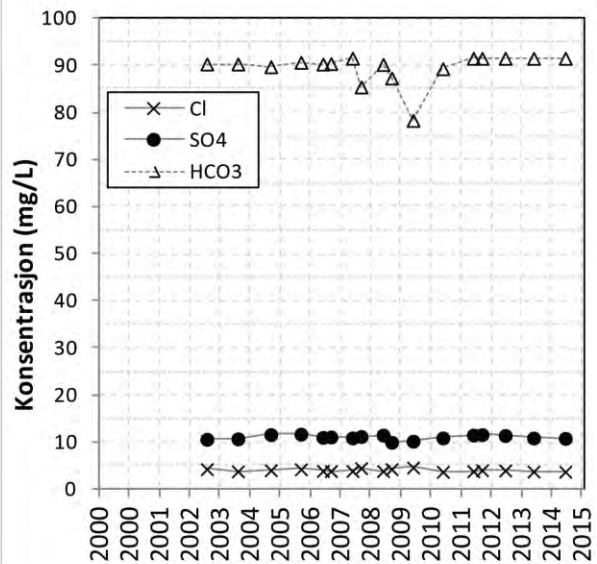
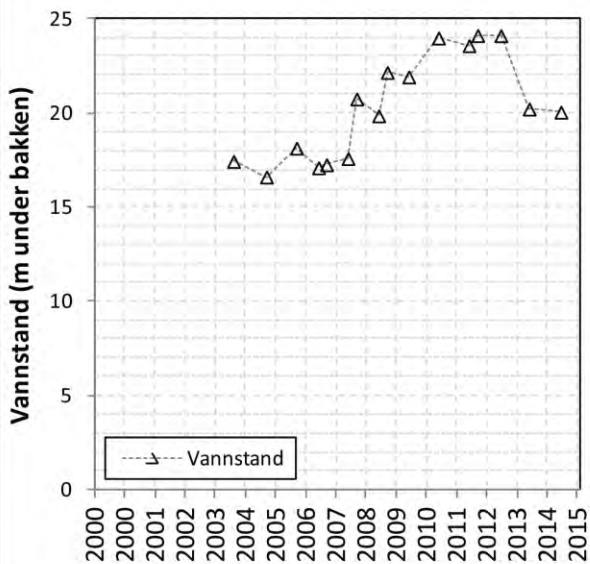
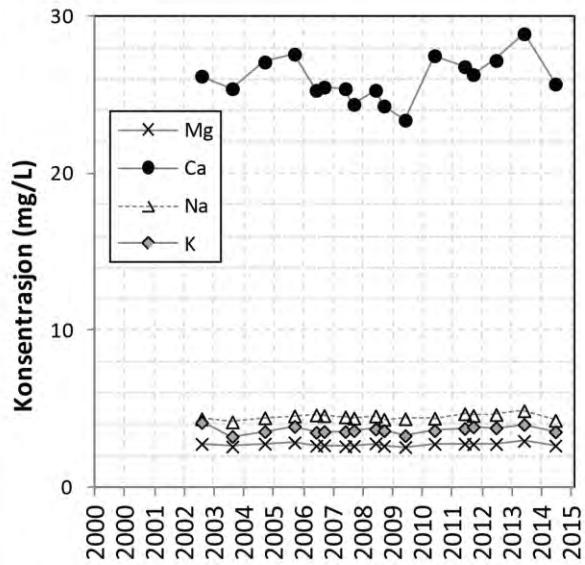
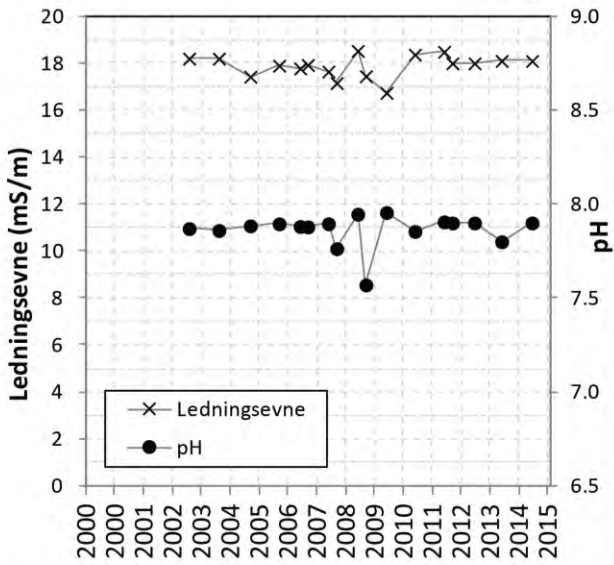
Tidsserie 2: Birkenes

Bogen - Kilde i fjell



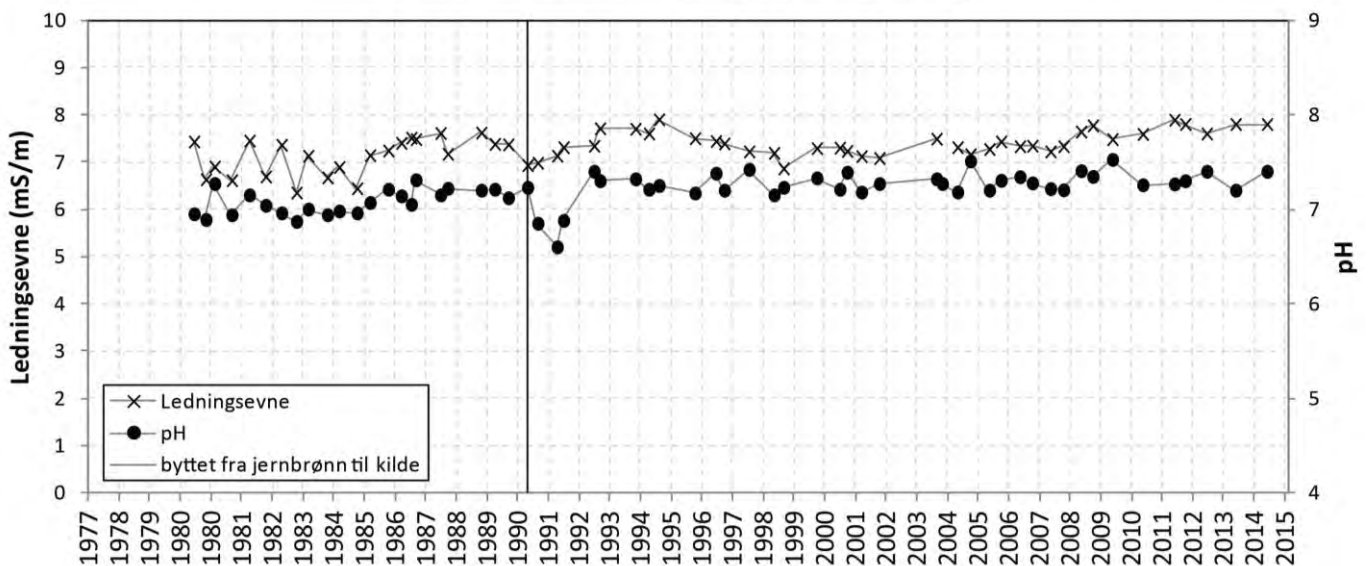
Tidsserie 3: Bogen

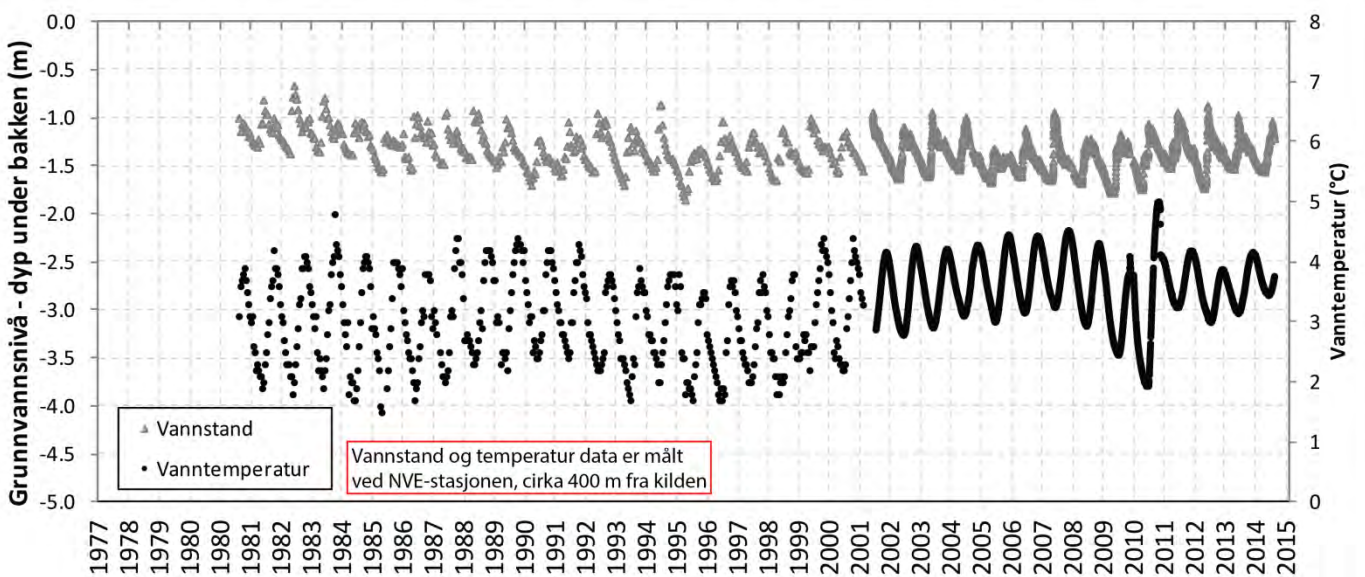
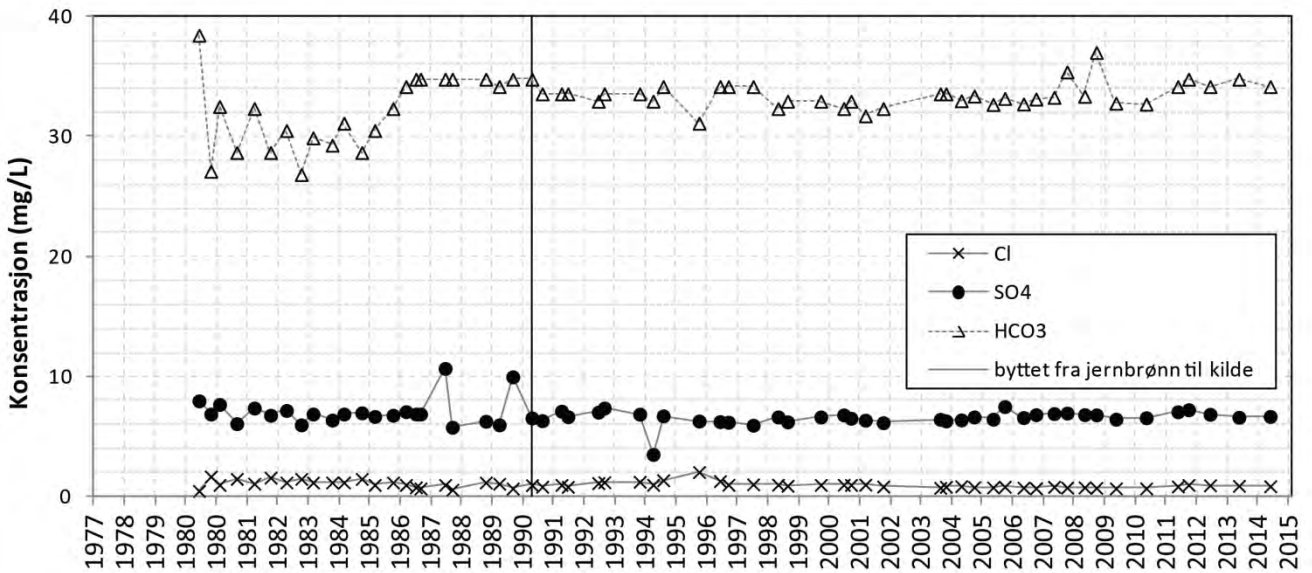
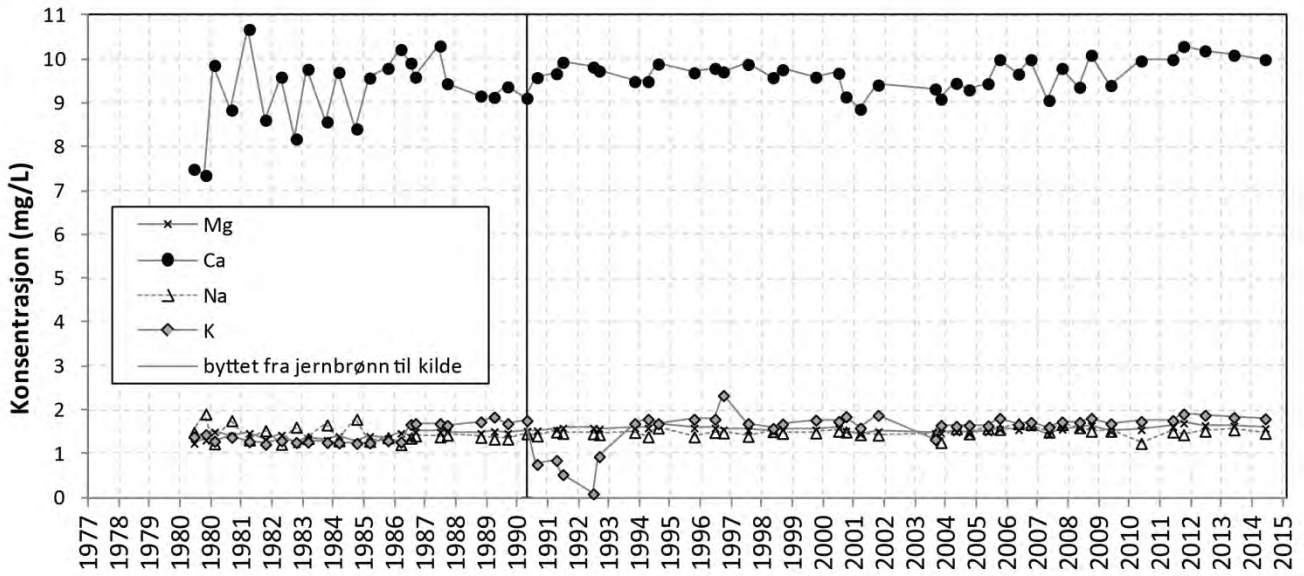
Djupvika - Brønn i fjell



Tidsserie 4: Djupvika

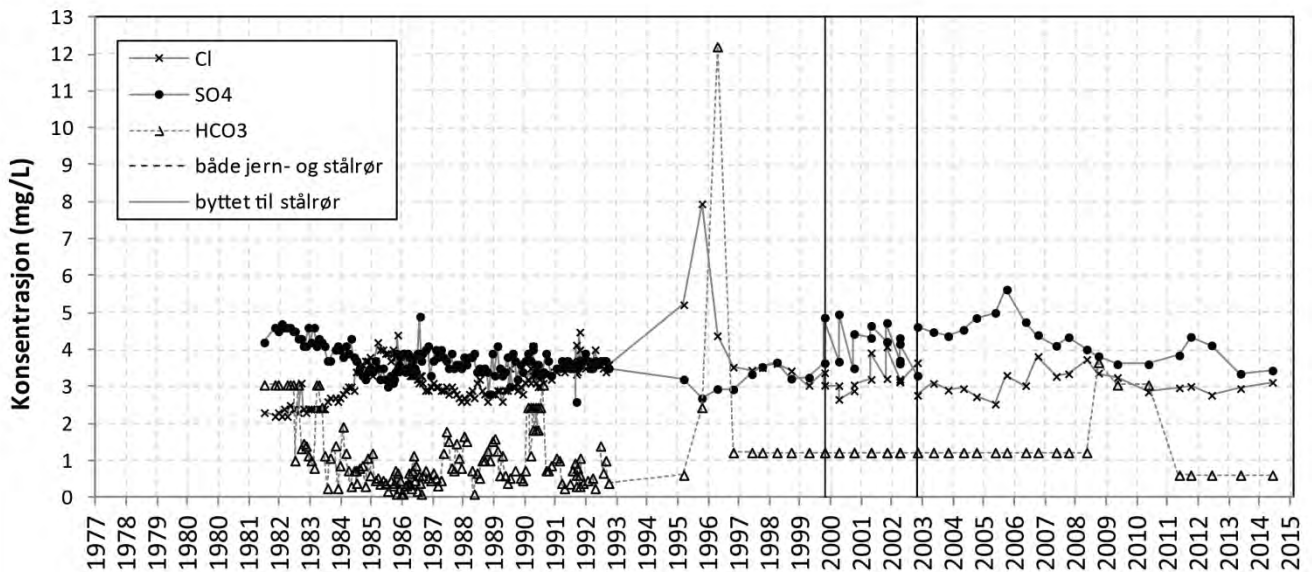
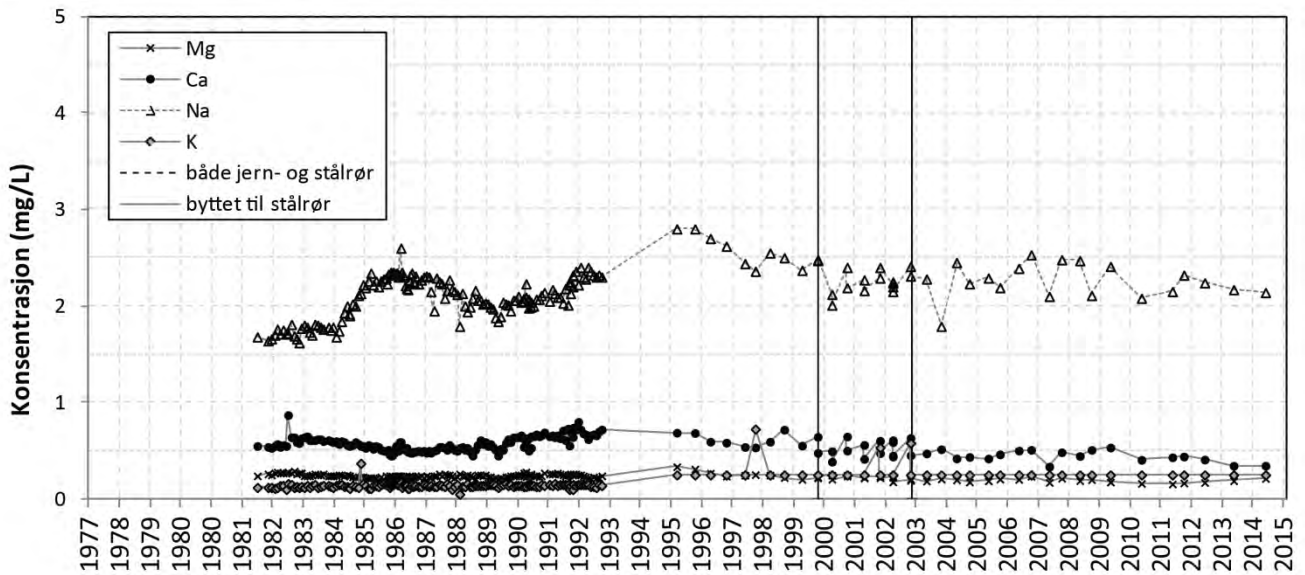
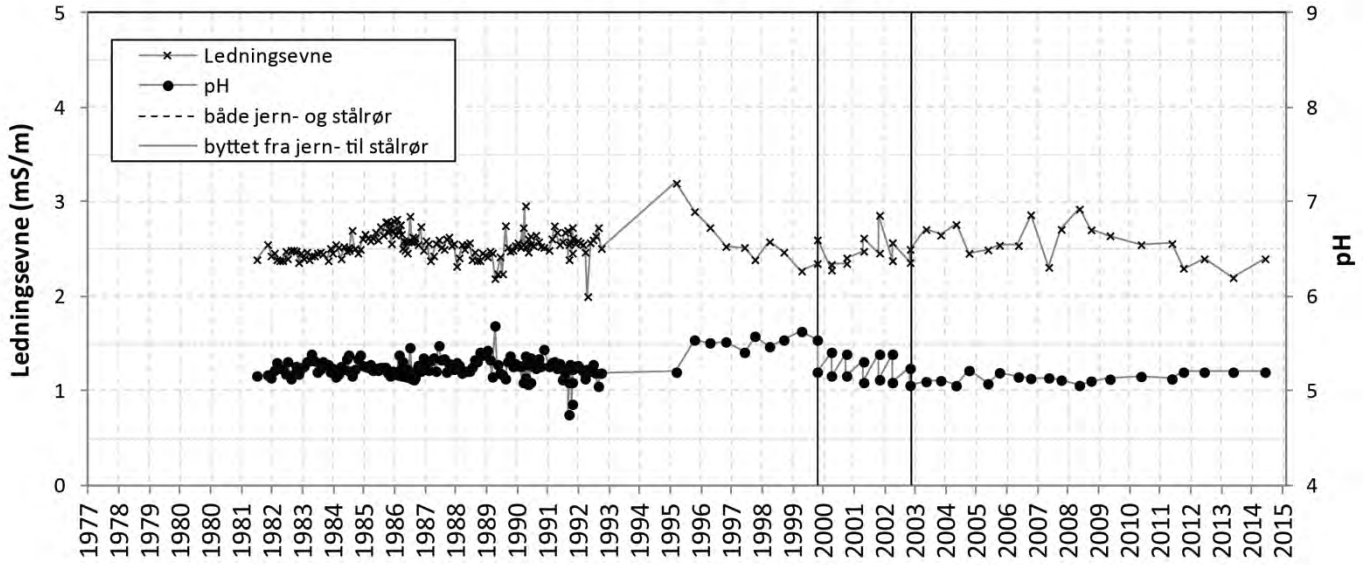
Dombås - kilde i løsmasse (Breevlavsetning)

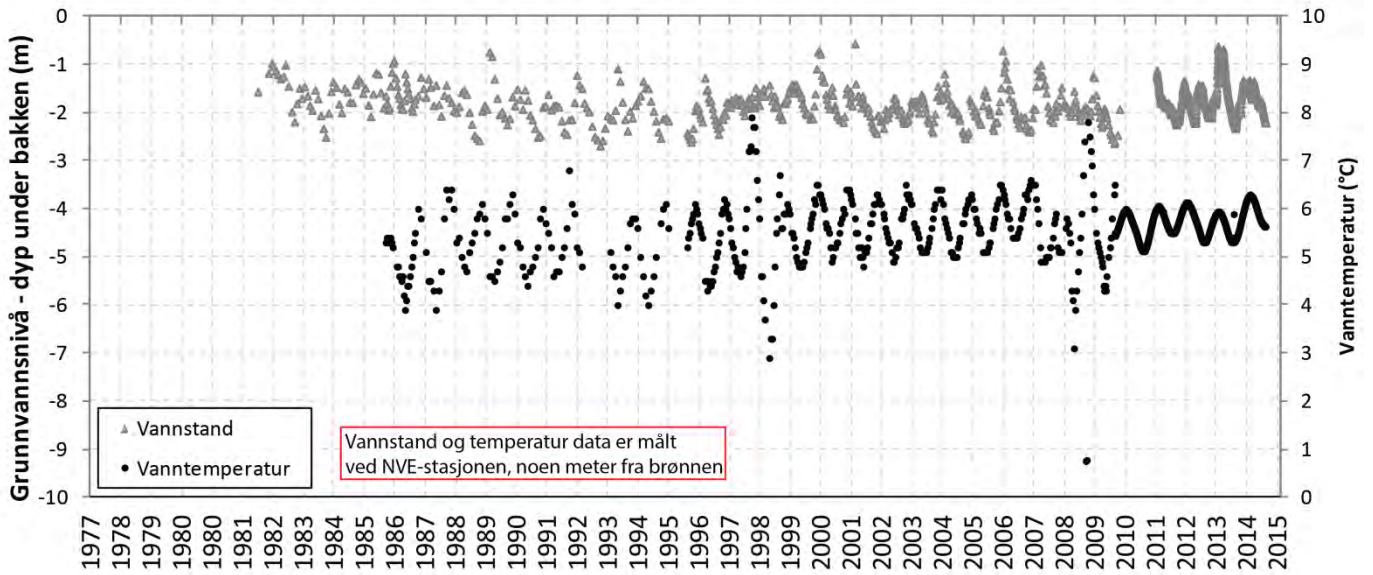




Tidsserie 5: Dombås

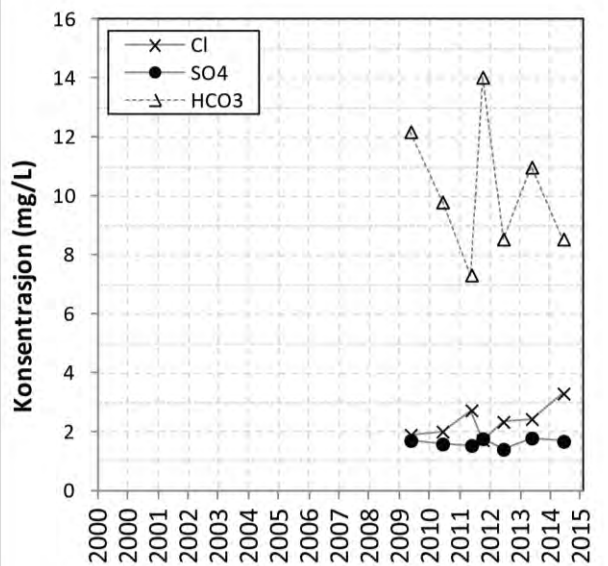
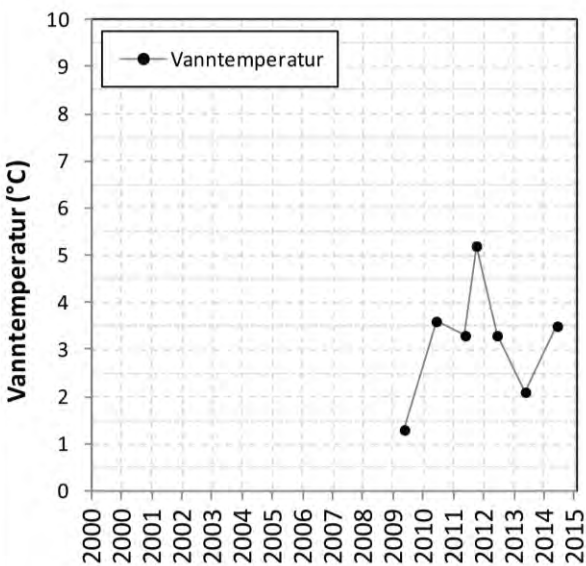
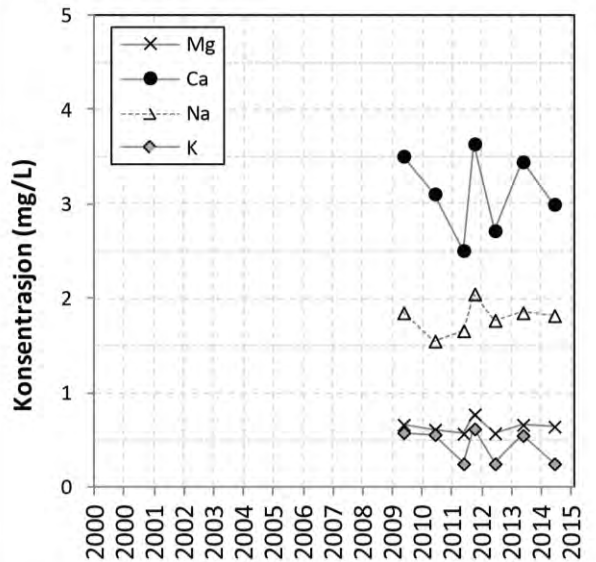
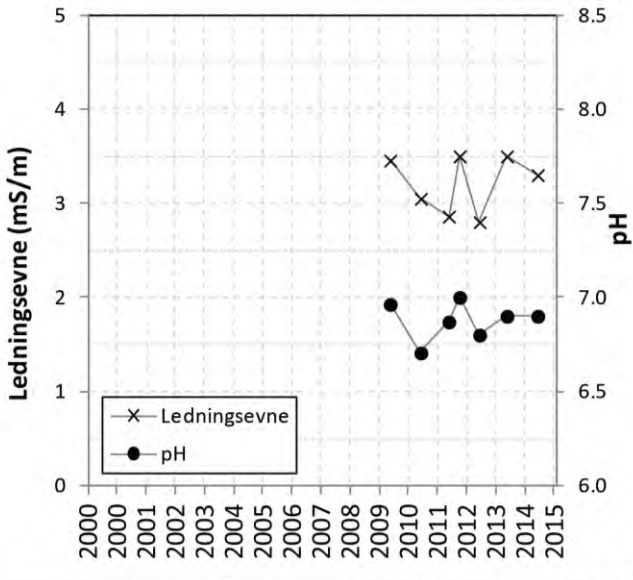
Evje - stålbrønn i løsmasse (Breevlavsetning)





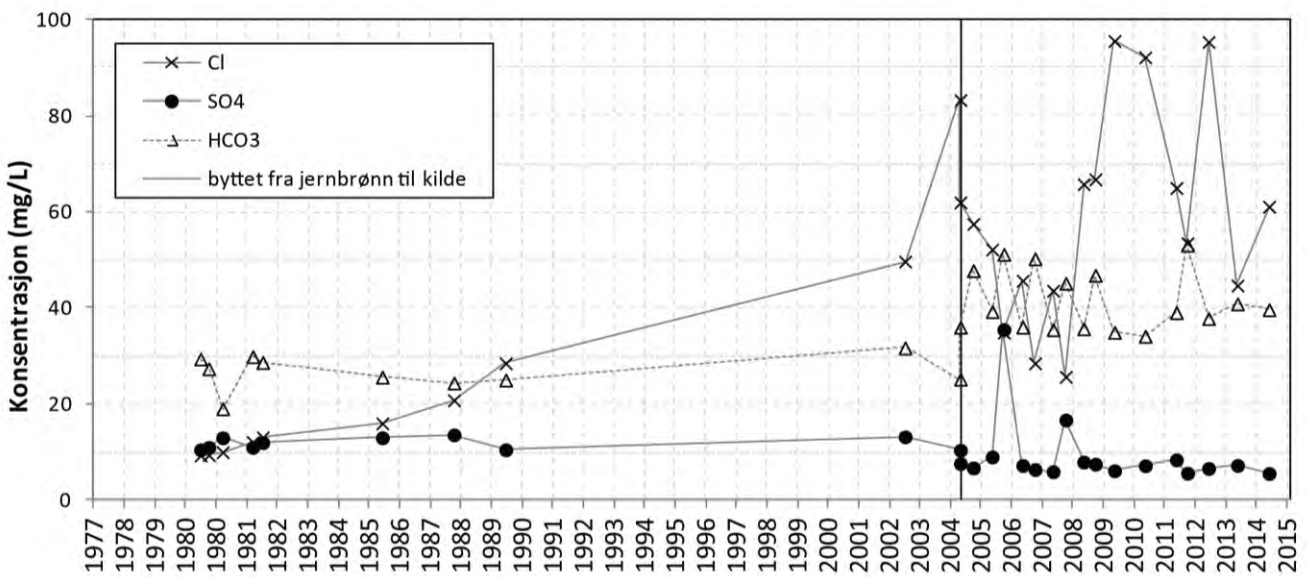
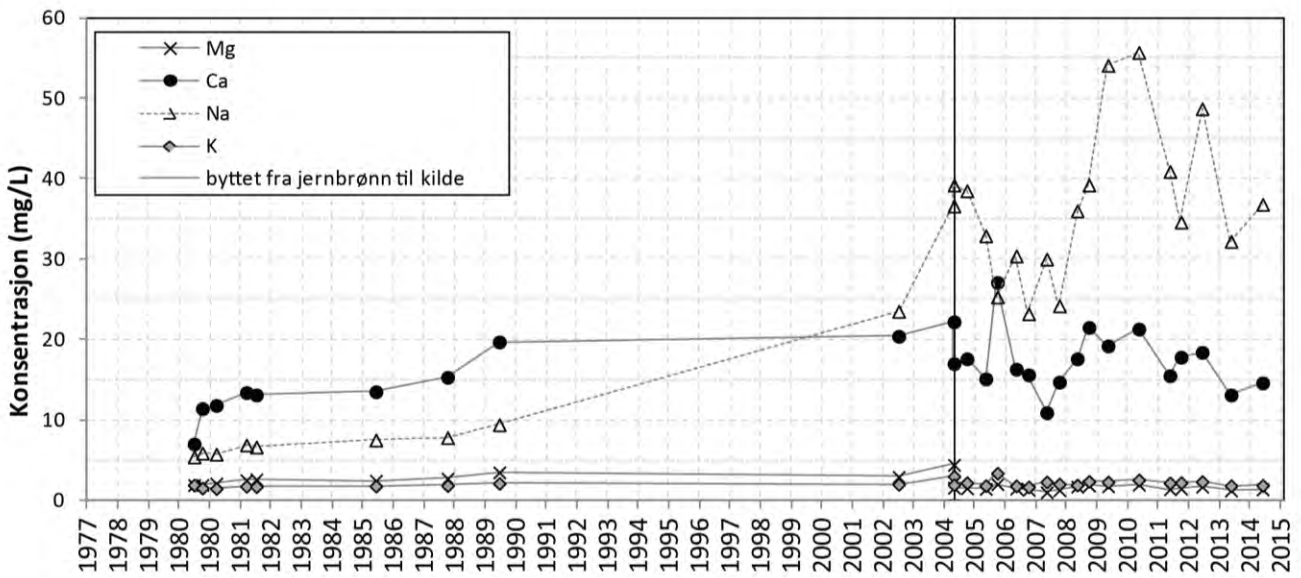
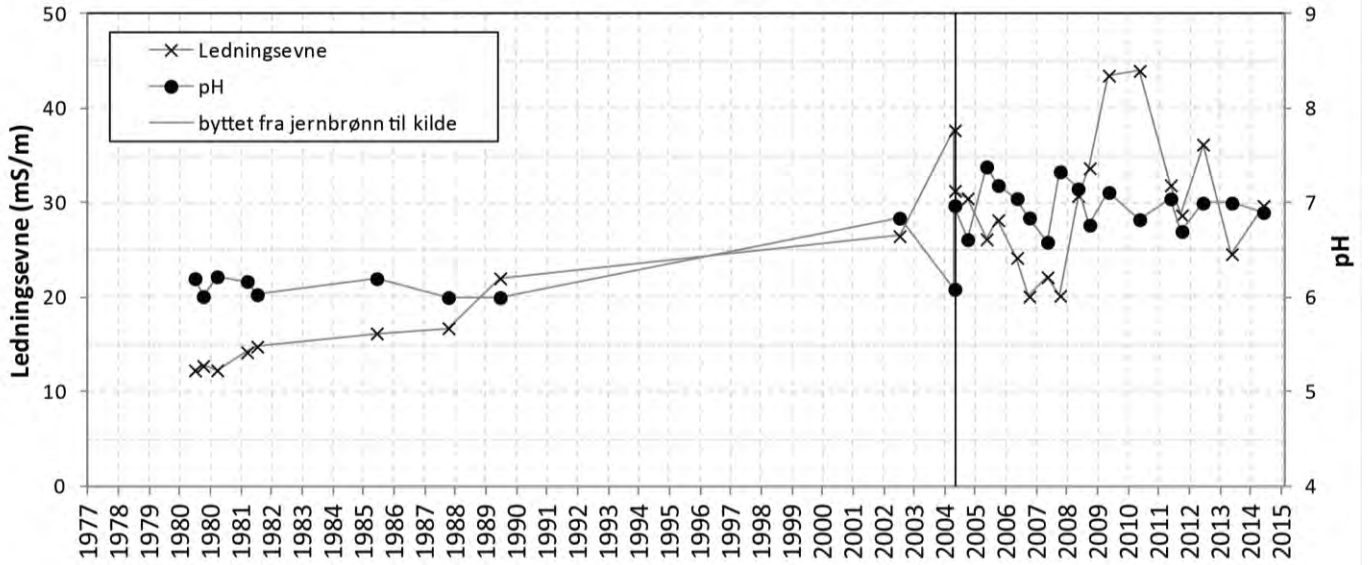
Tidsserie 6: Evje

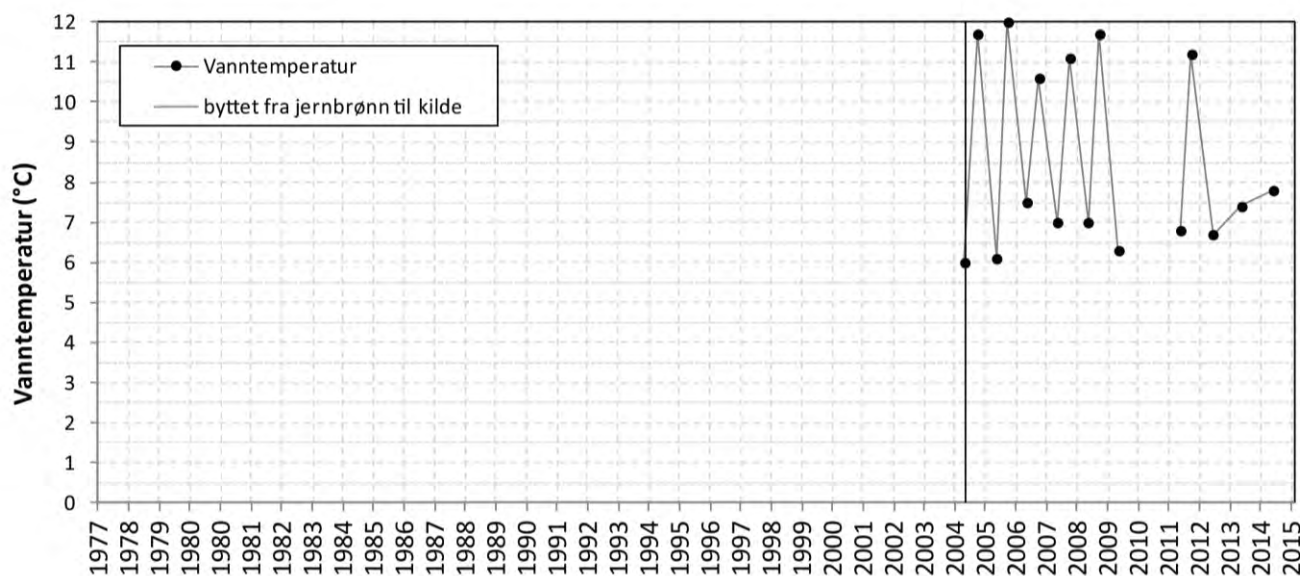
Fagerhaug - Kilde i løsmasse (Morene)



Tidsserie 7: Fagerhaug

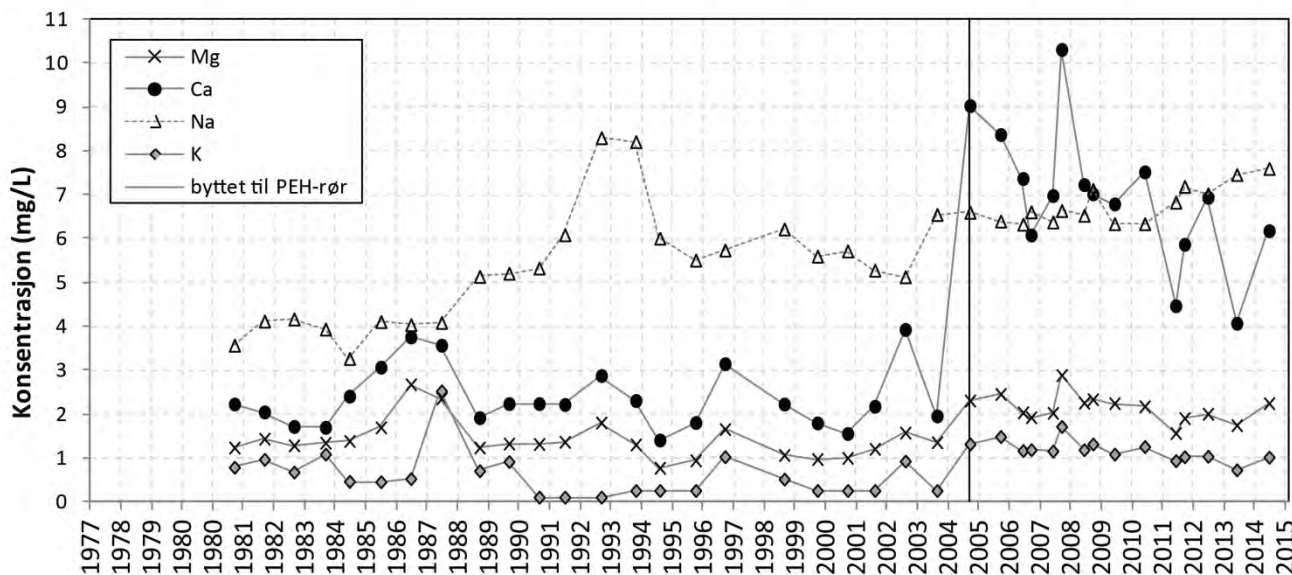
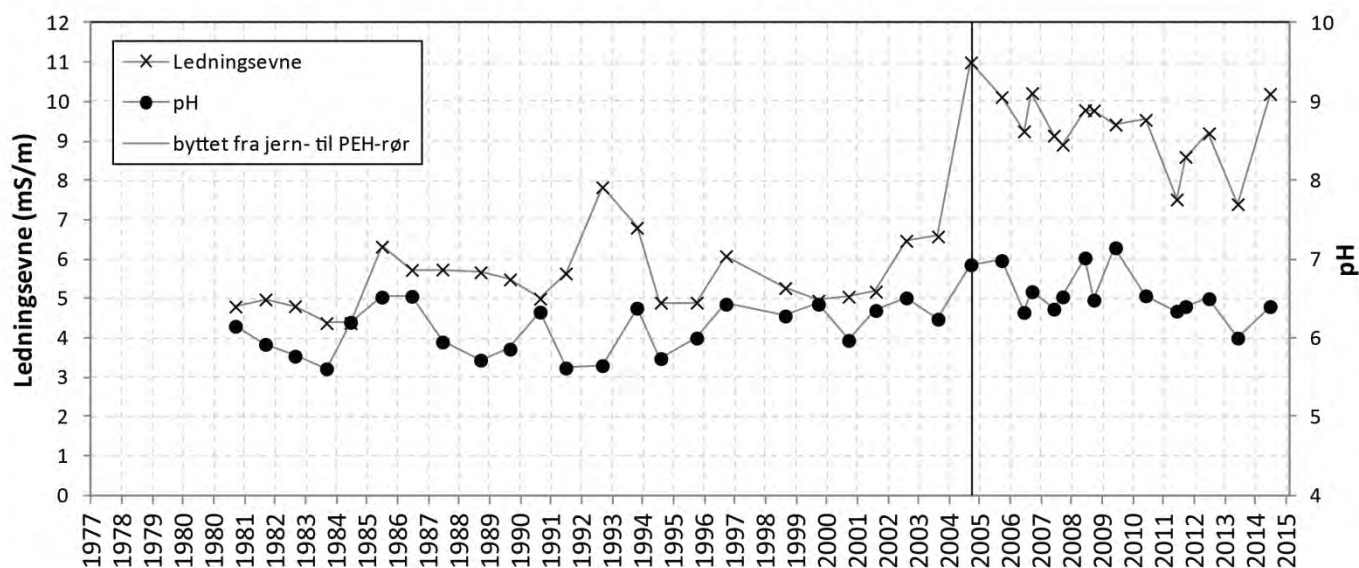
Fana - kilde i løsmasse (Brelvavsetning)

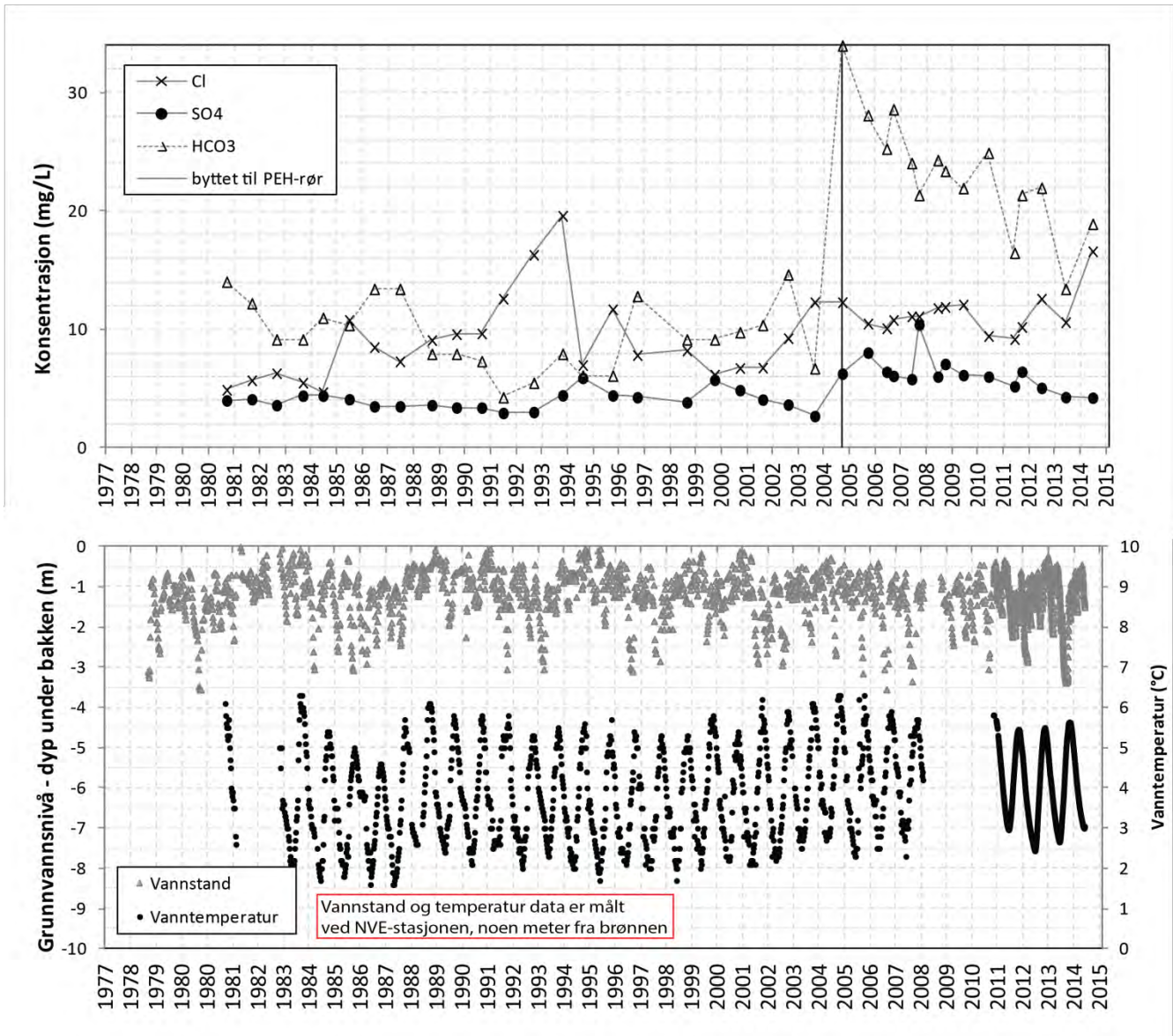




Tidsserie 8. Fana

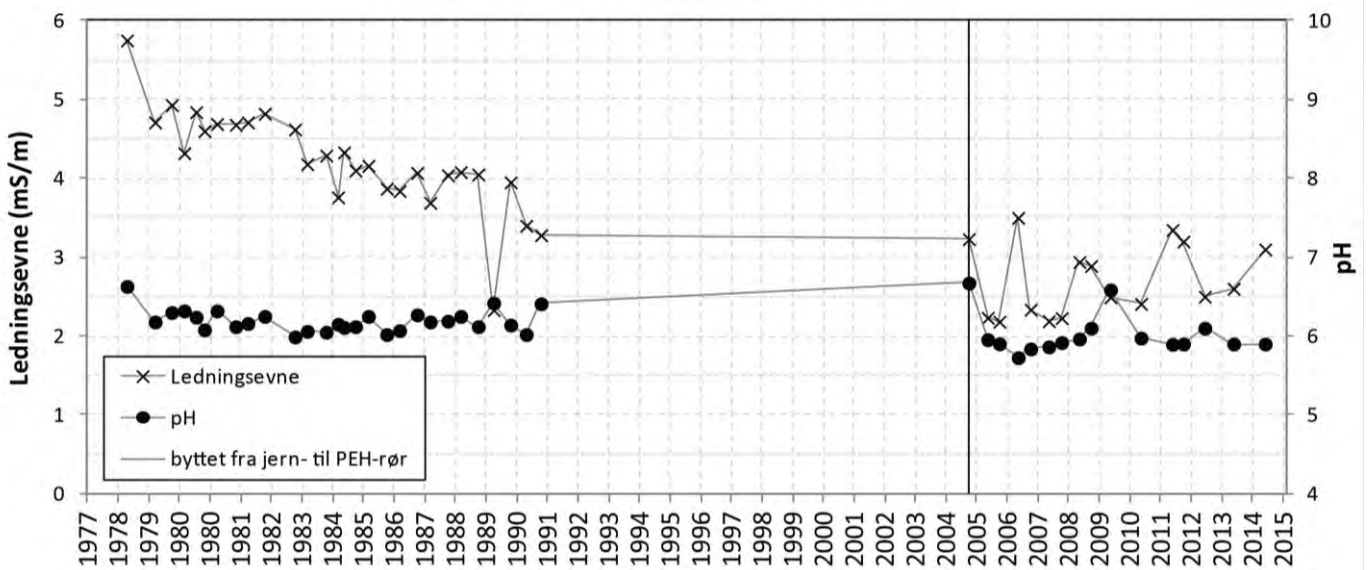
Fauske - PEH-brønn i løsmasse (Morene)

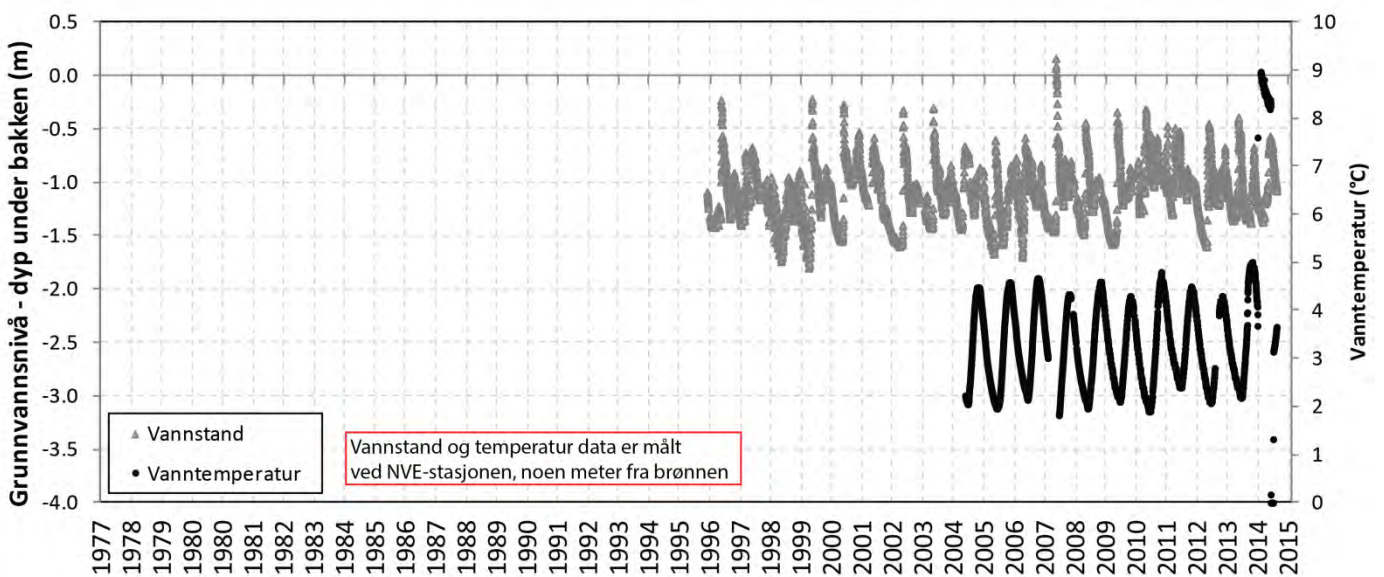
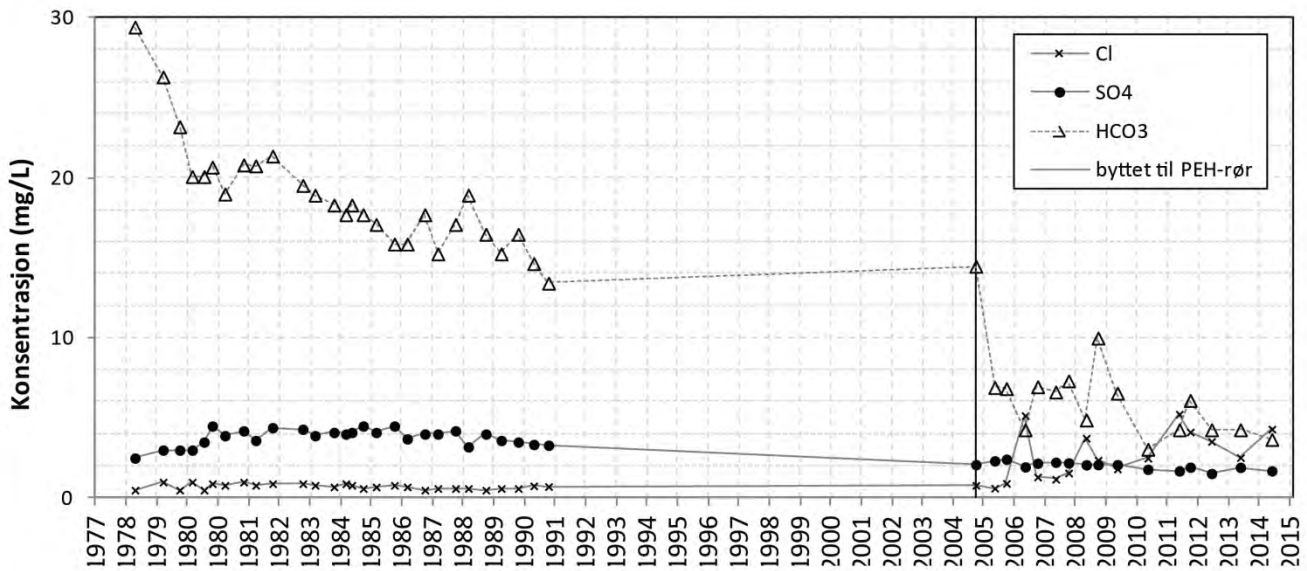
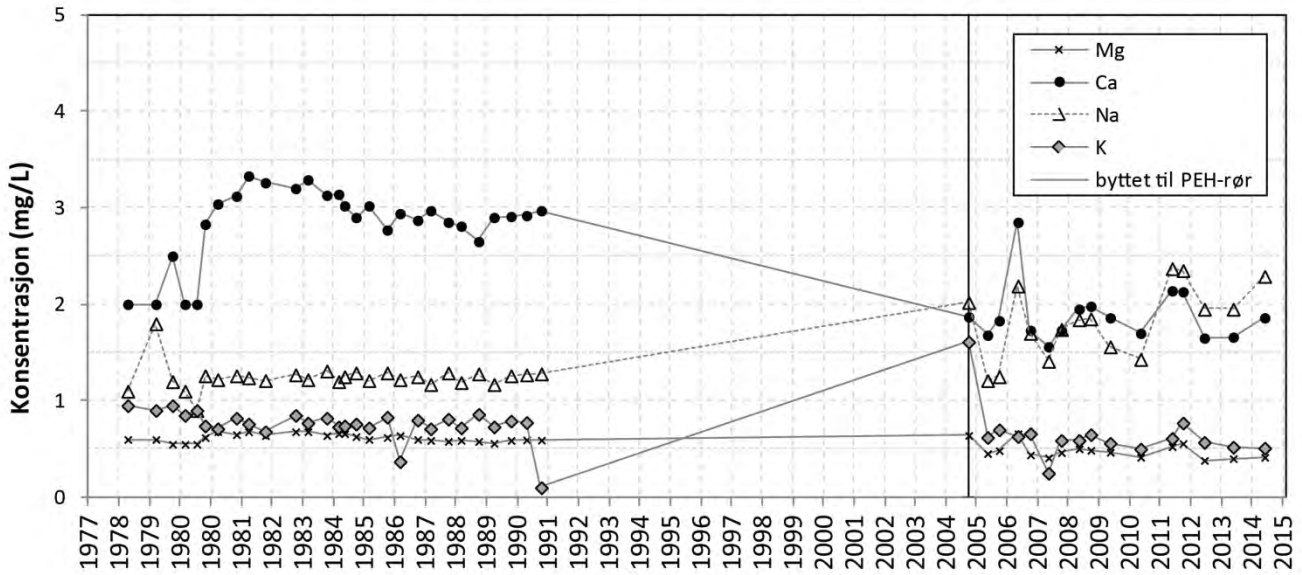




Tidsserie 9: Fauske

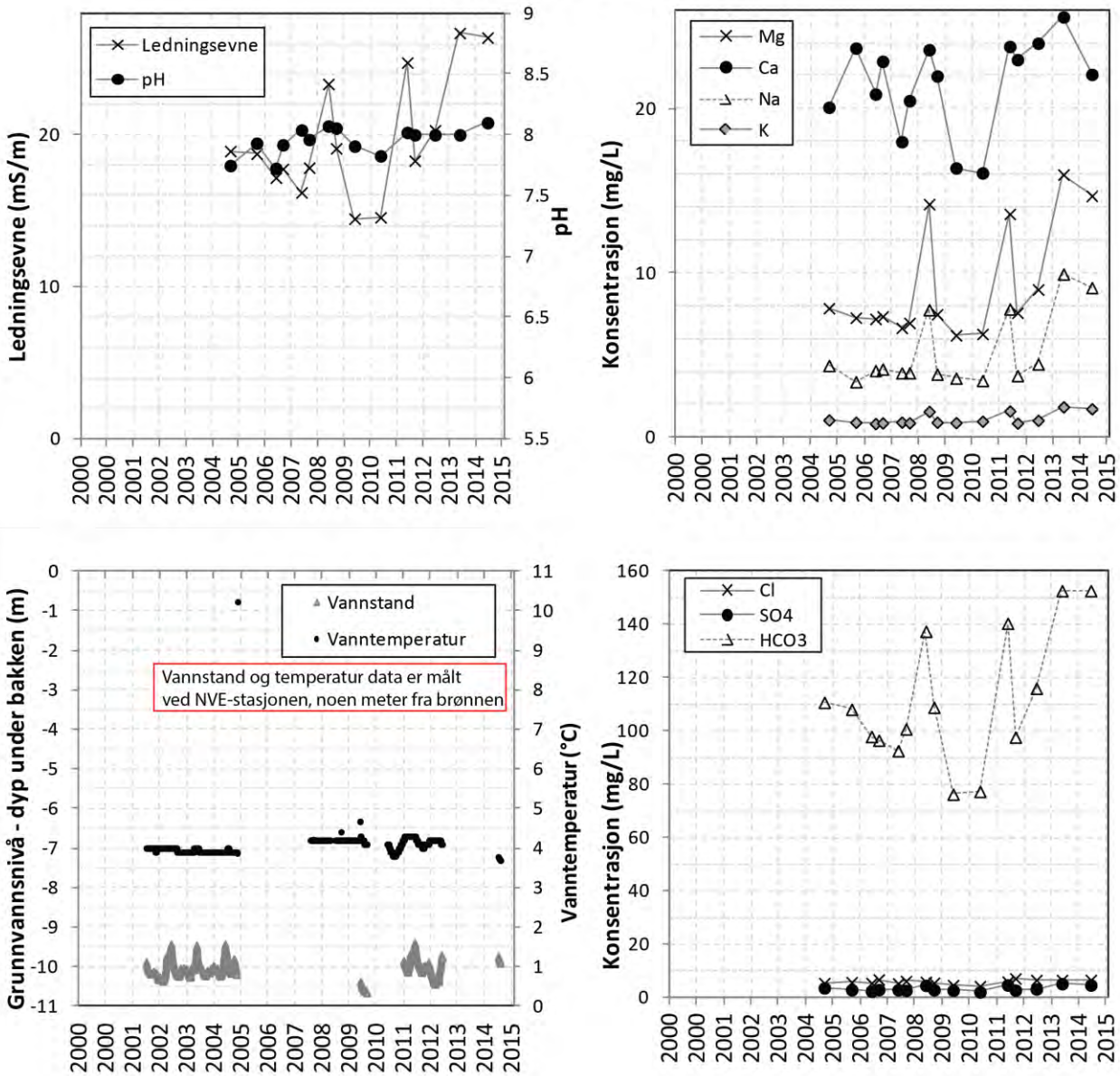
Filefjell - PEH-brønn i løsmasse (Morene)





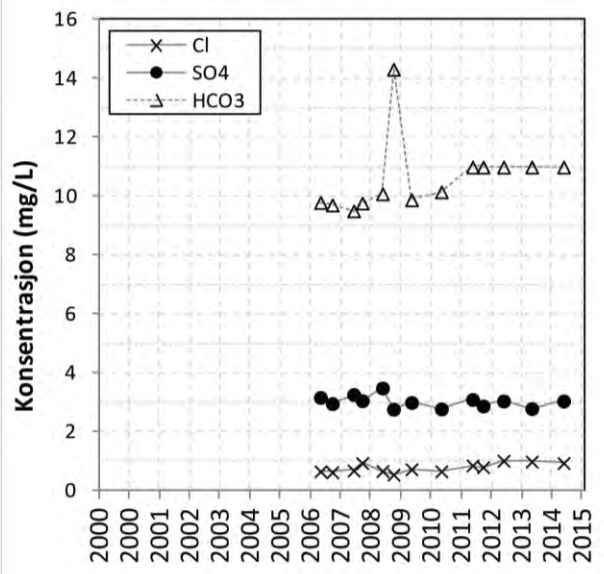
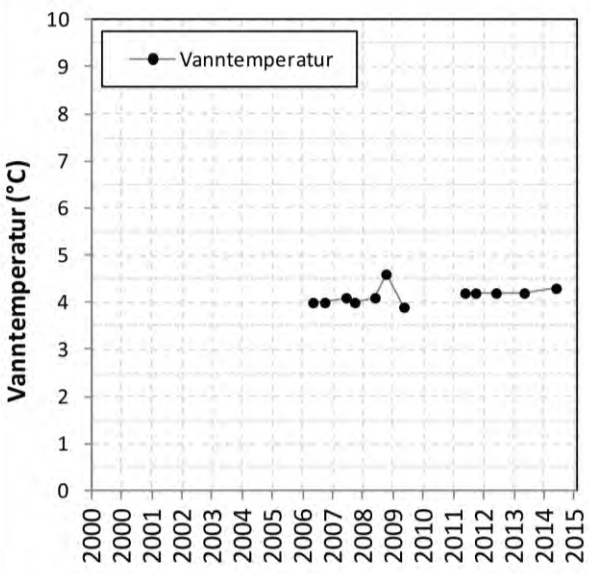
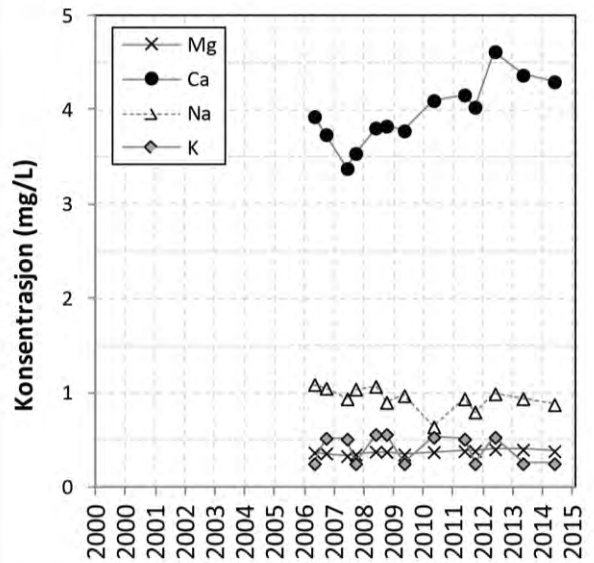
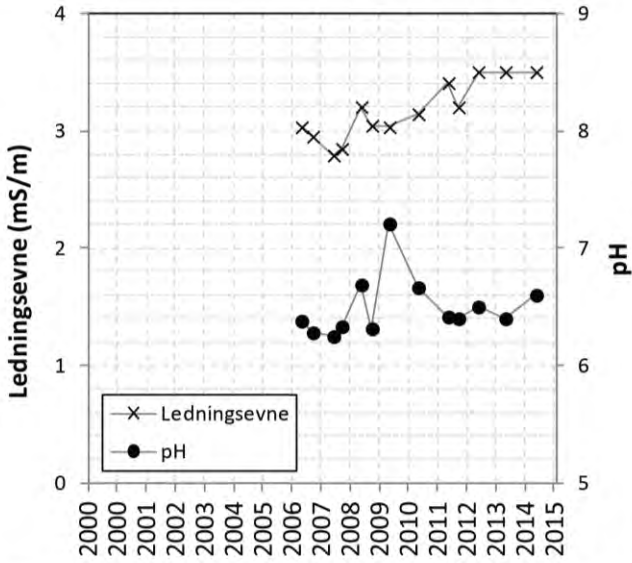
Tidsserie 10: Filefjell

Fiplingdal - Brønn i fjell



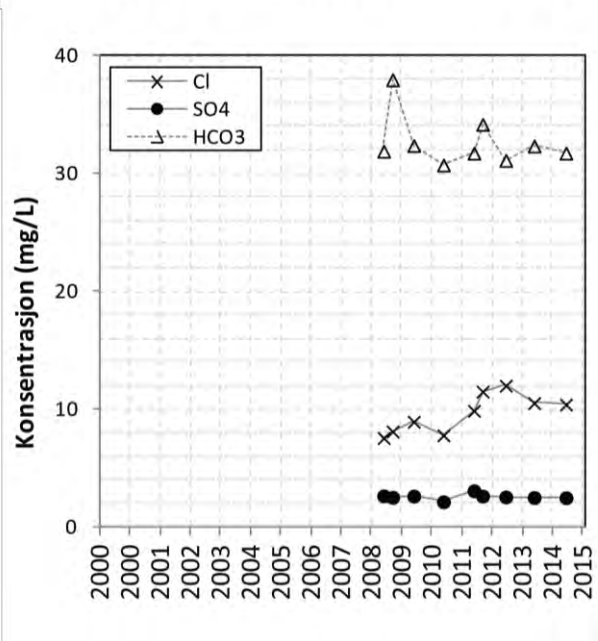
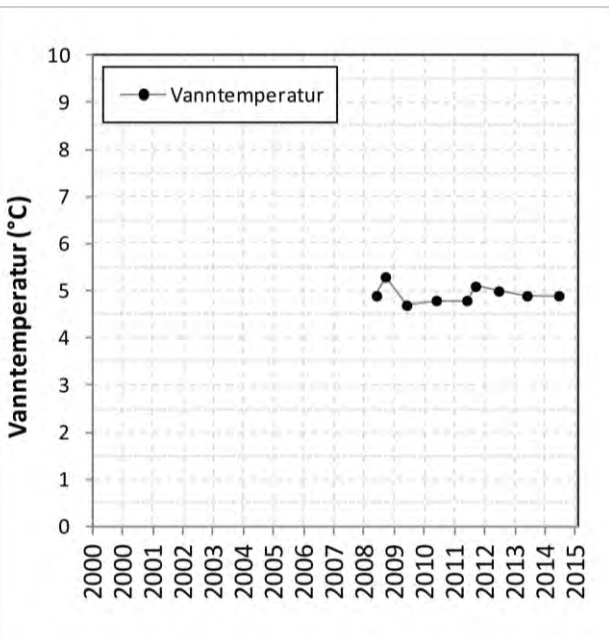
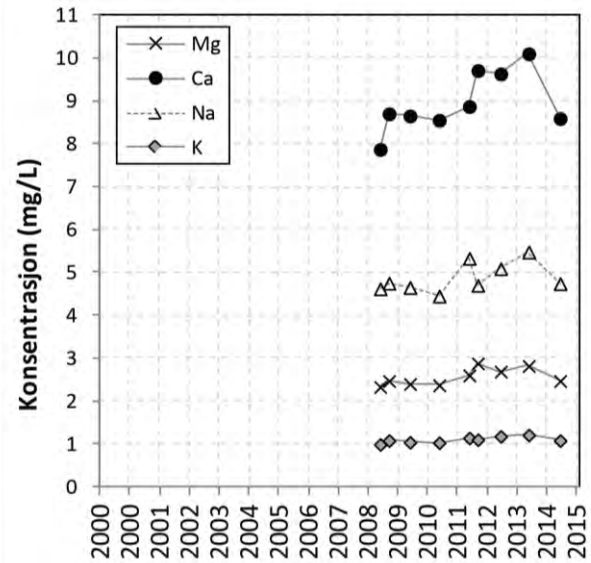
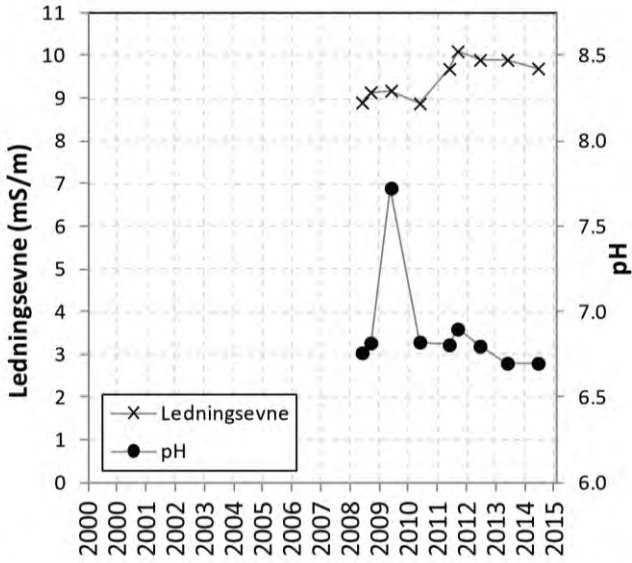
Tidsserie 11: Fiplingdal

Folldal - Kilde i løsmasse (Breelavsetning)



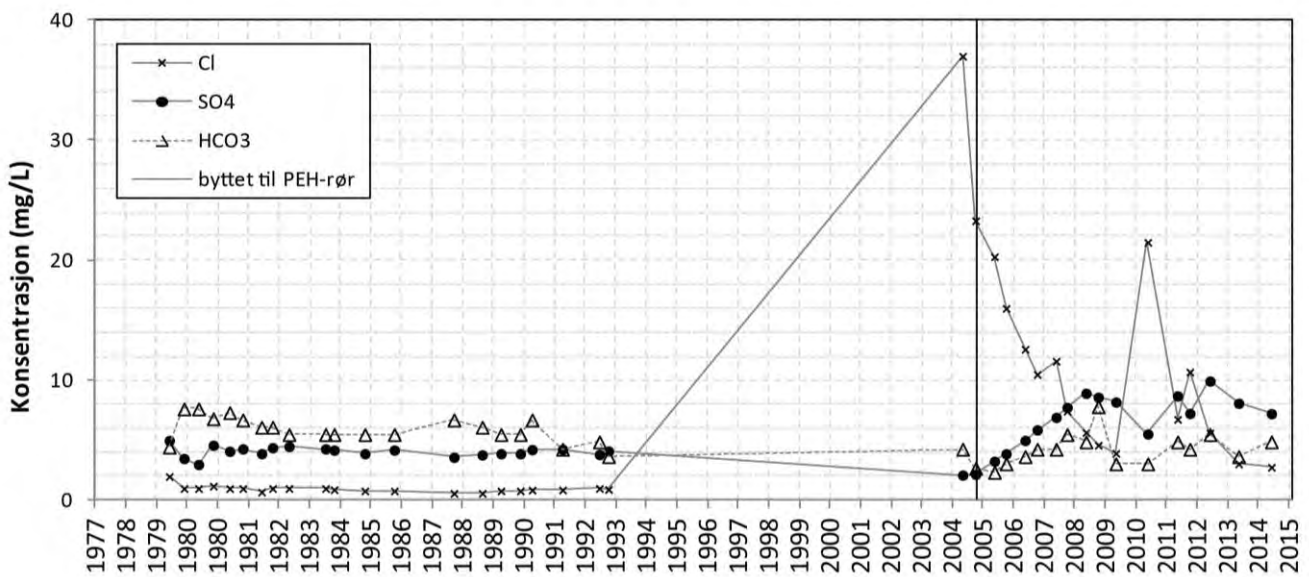
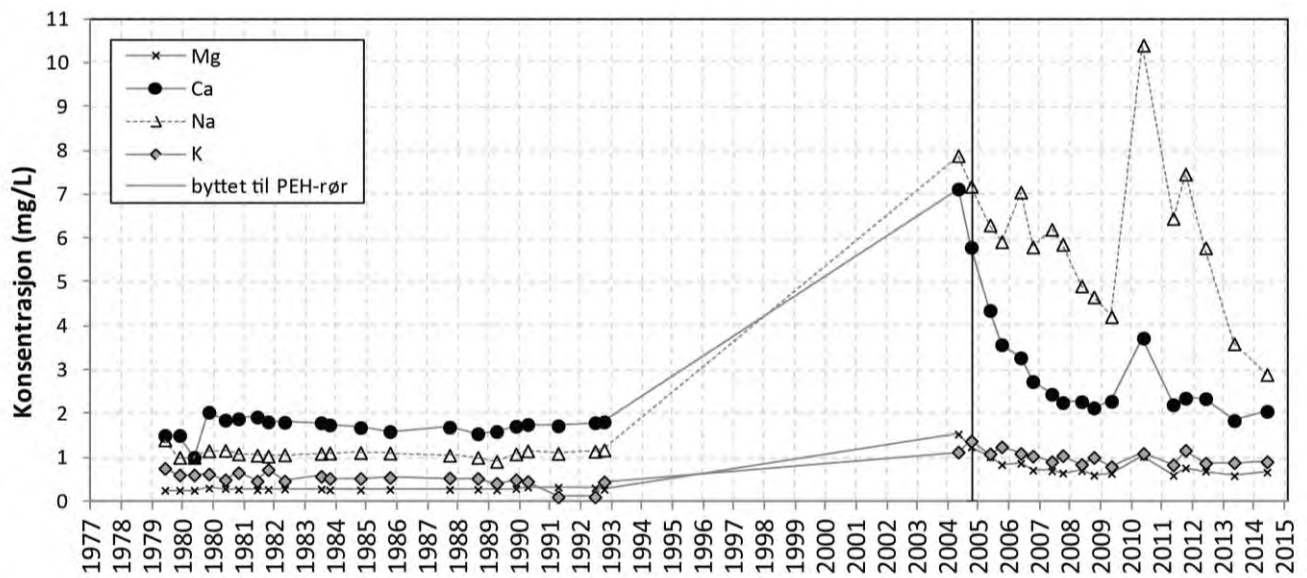
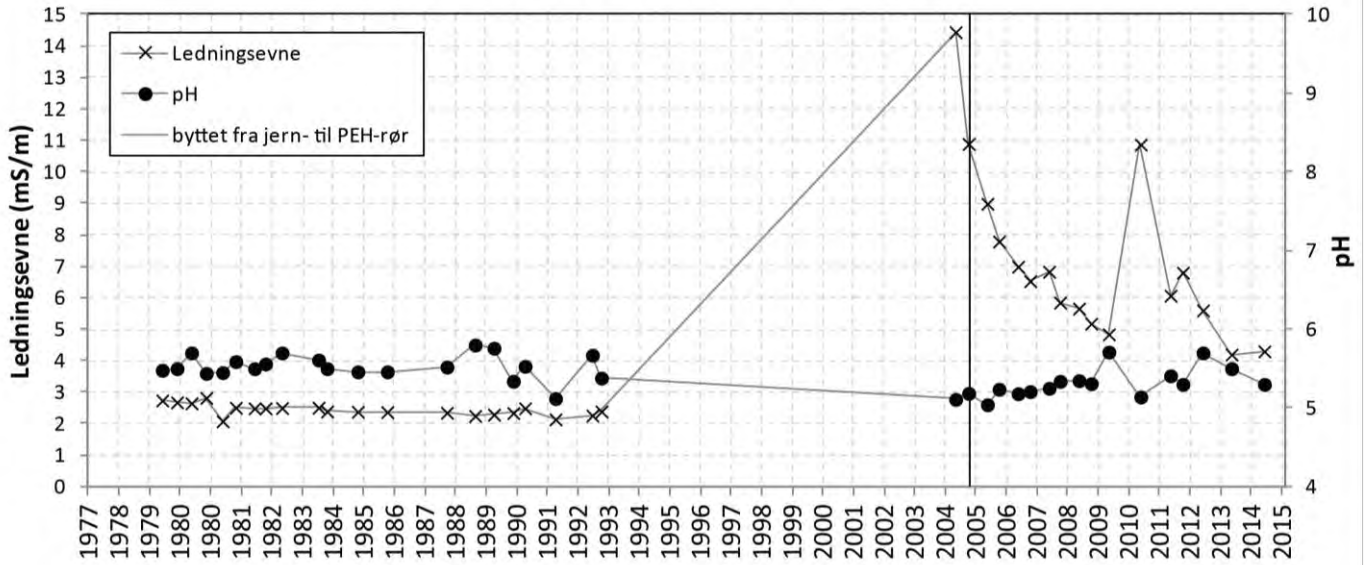
Tidsserie 12: Folldal

Formofoss - Kilde i løsmasse (Brelvavsetning)

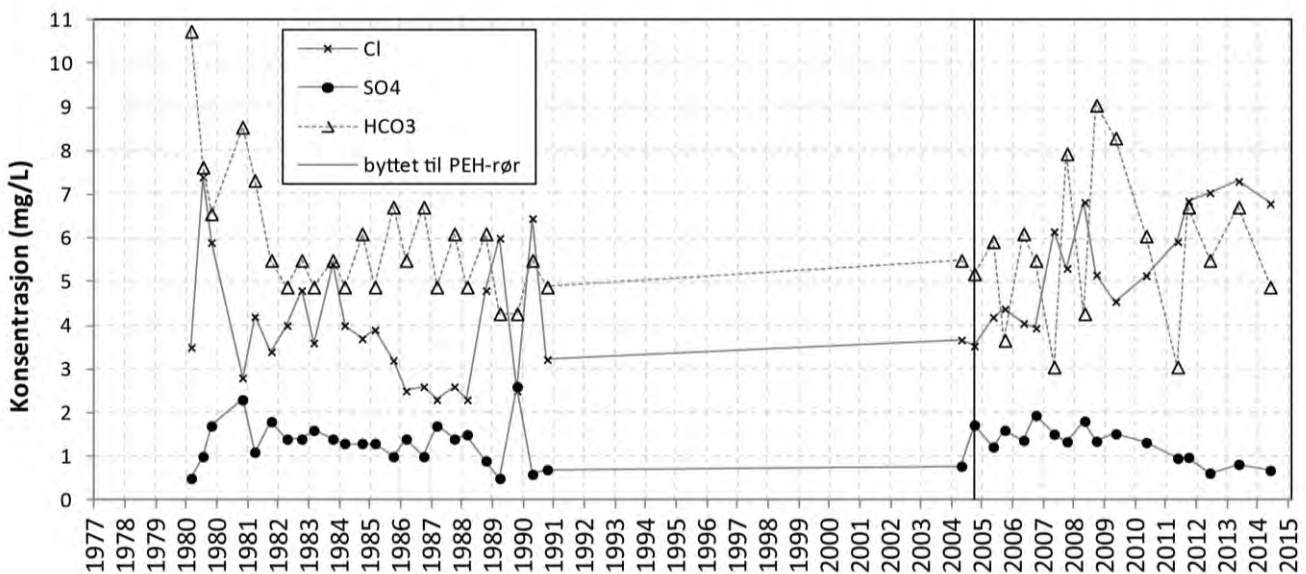
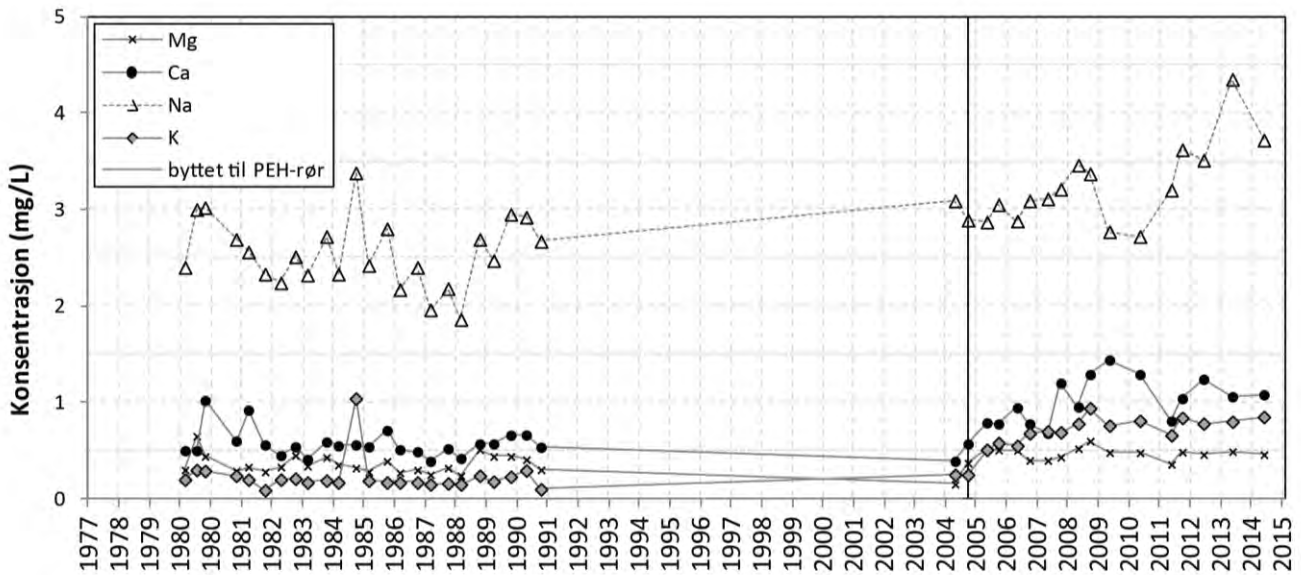
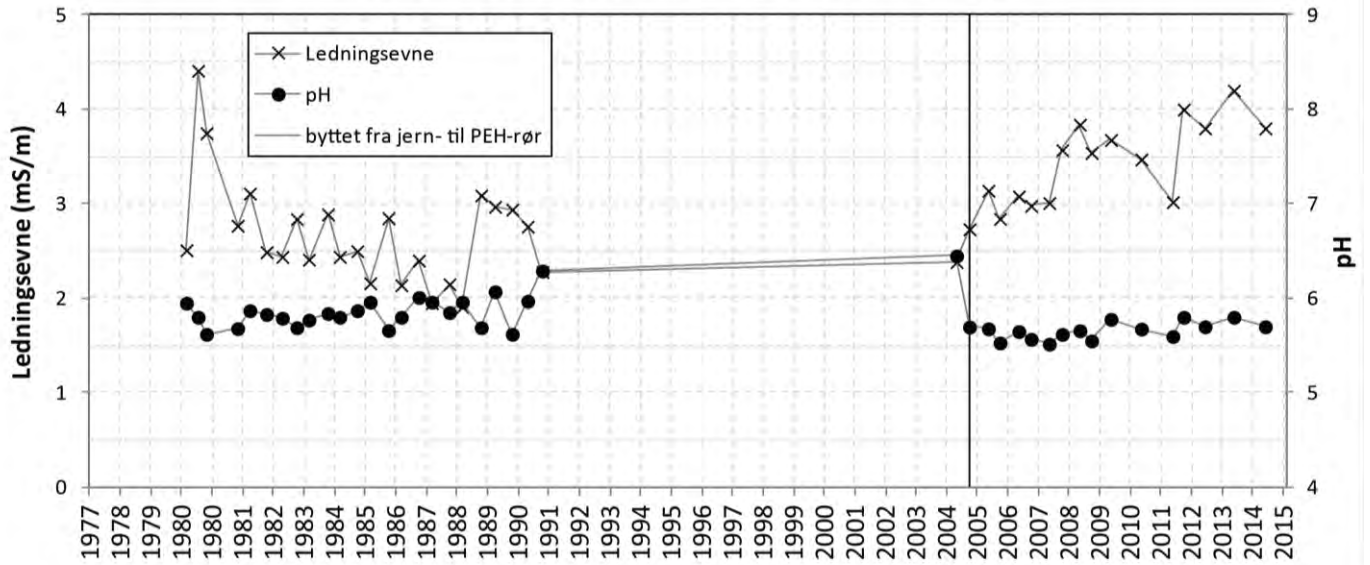


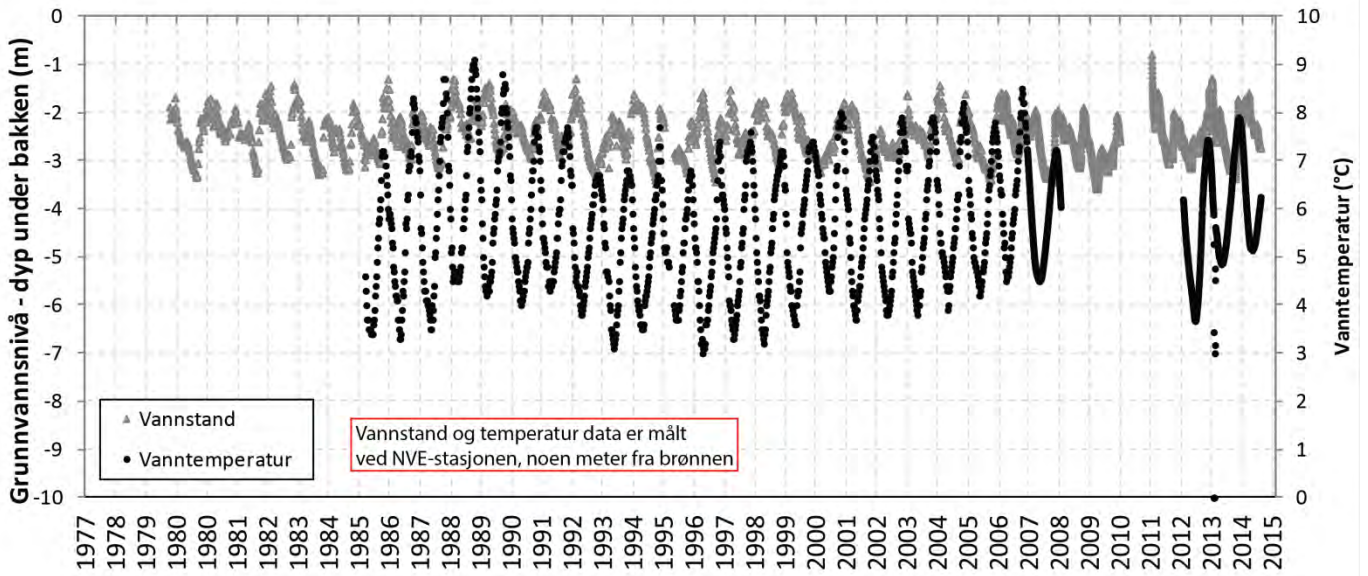
Tidsserie 13: Formofoss

Fura - PEH-brønn i løsmasse (Morene)



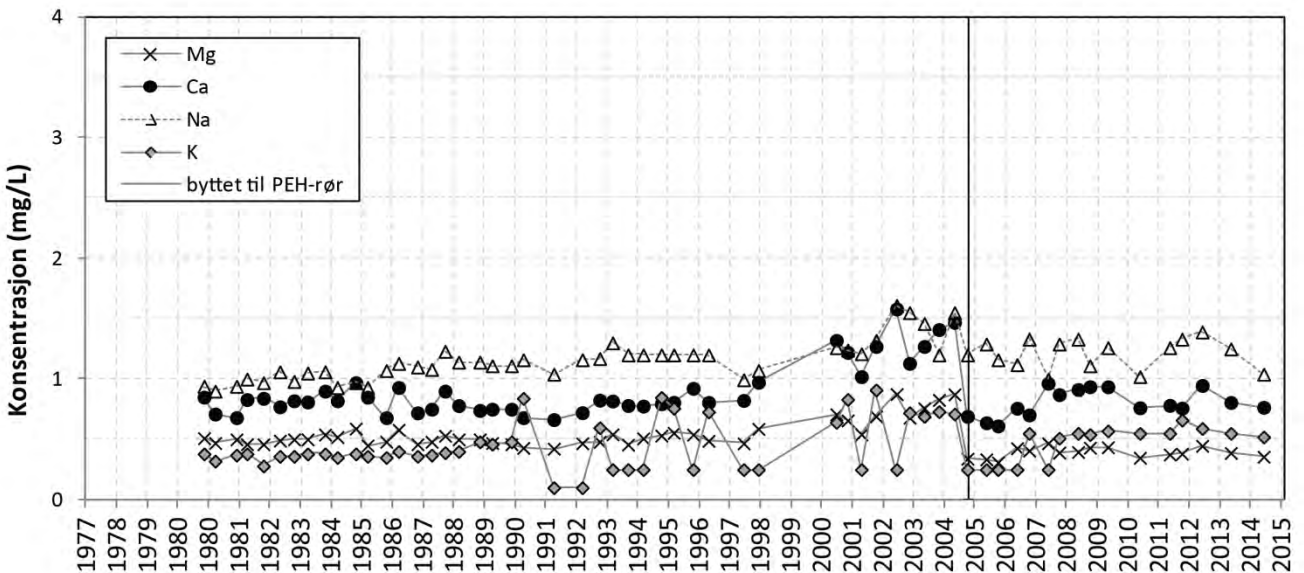
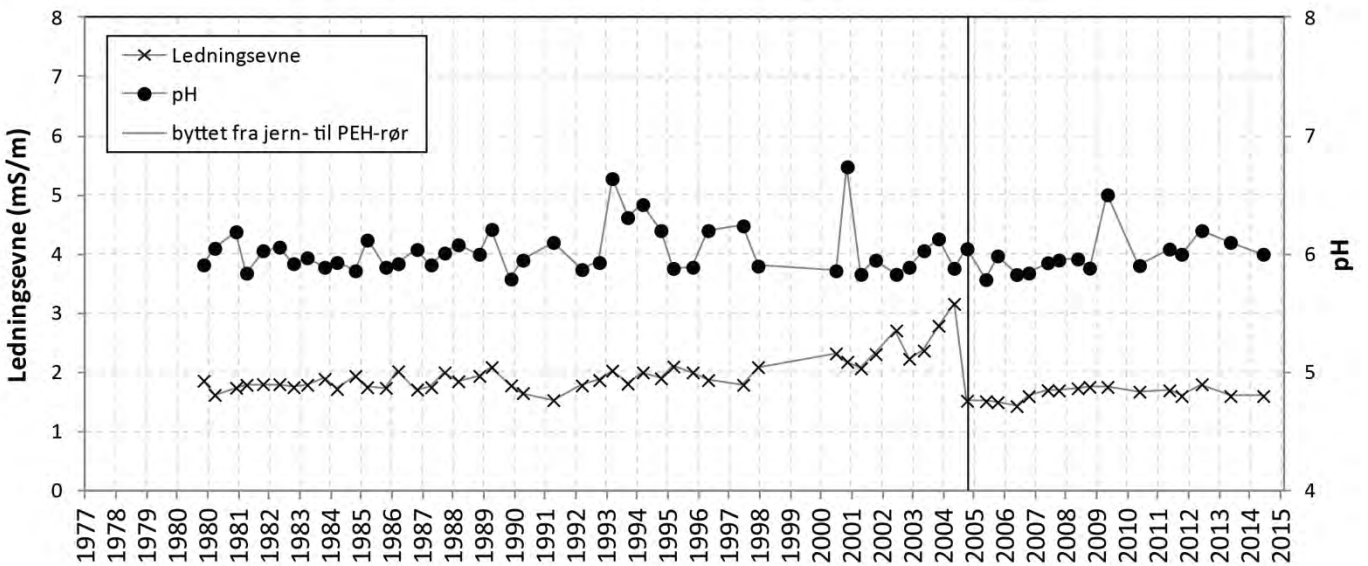
Førde - PEH-brønn i løsmasse (Brelvavsetning)

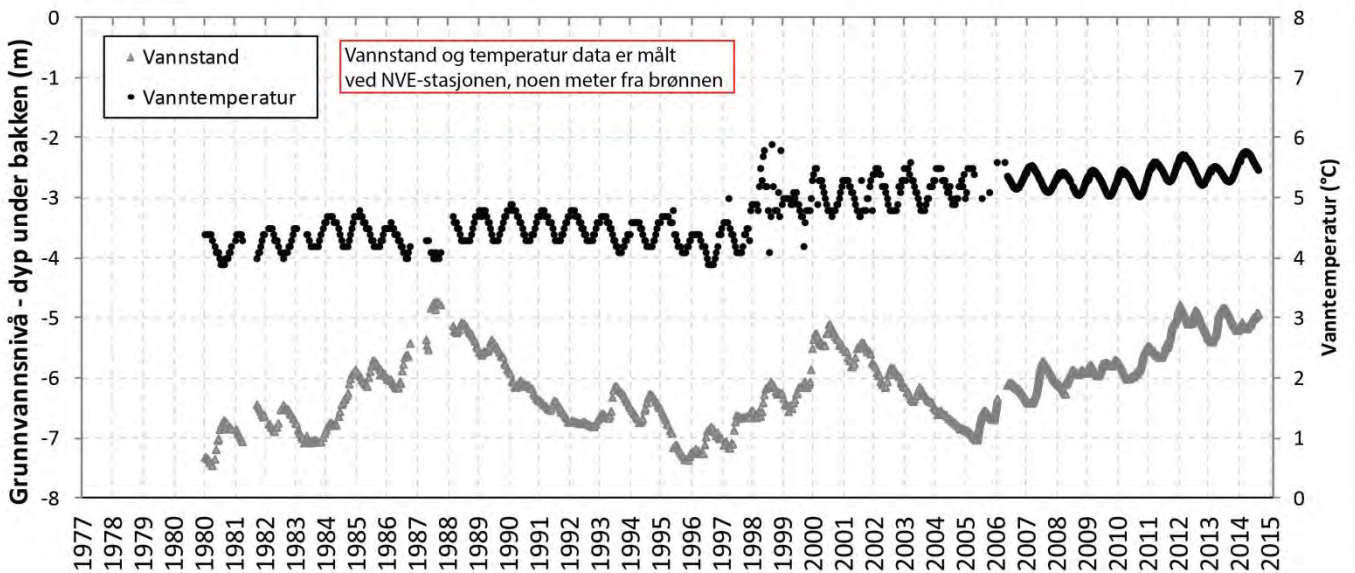
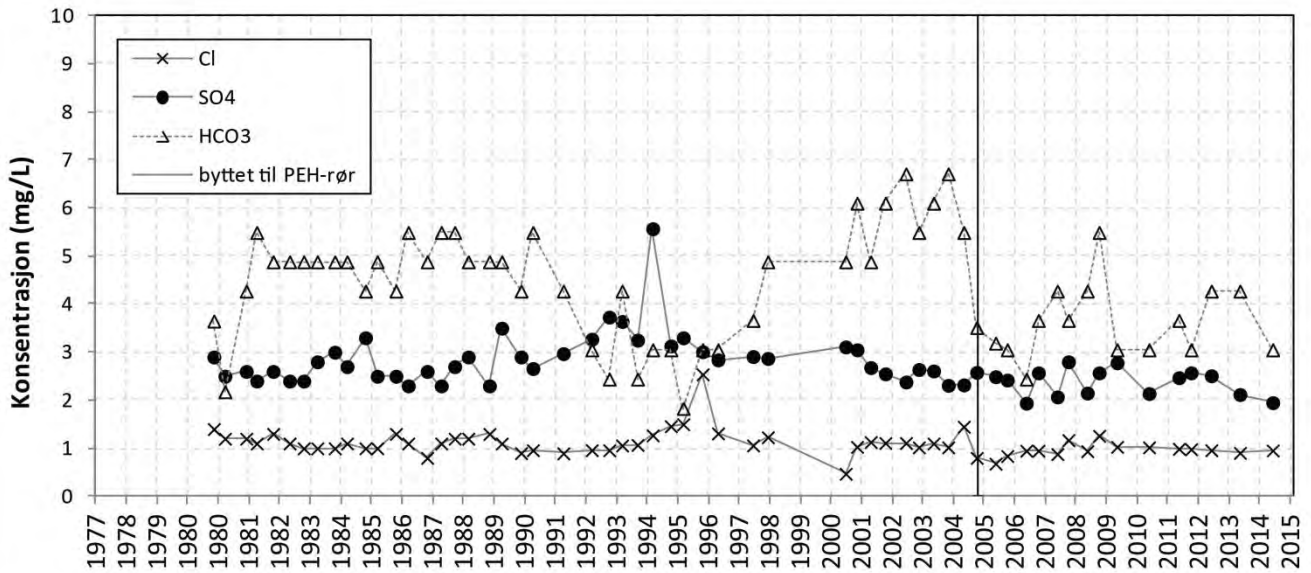




Tidsserie 15: Førde

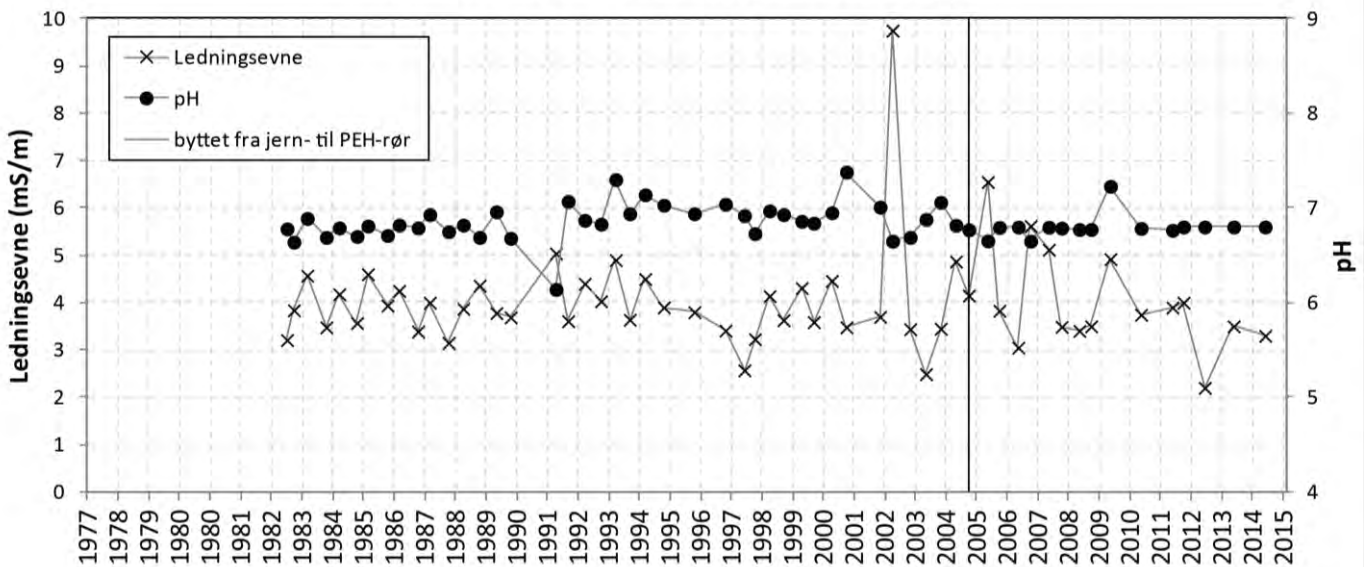
Haslemoen - PEH-brønn i løsmasse (Breeløvsetning)

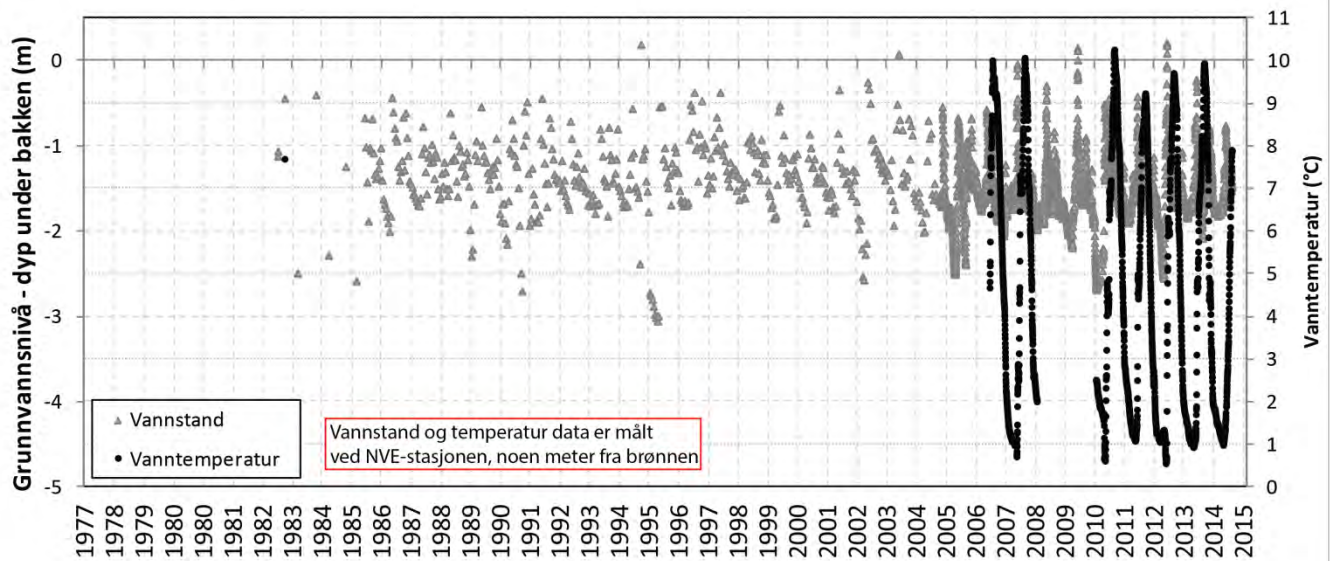
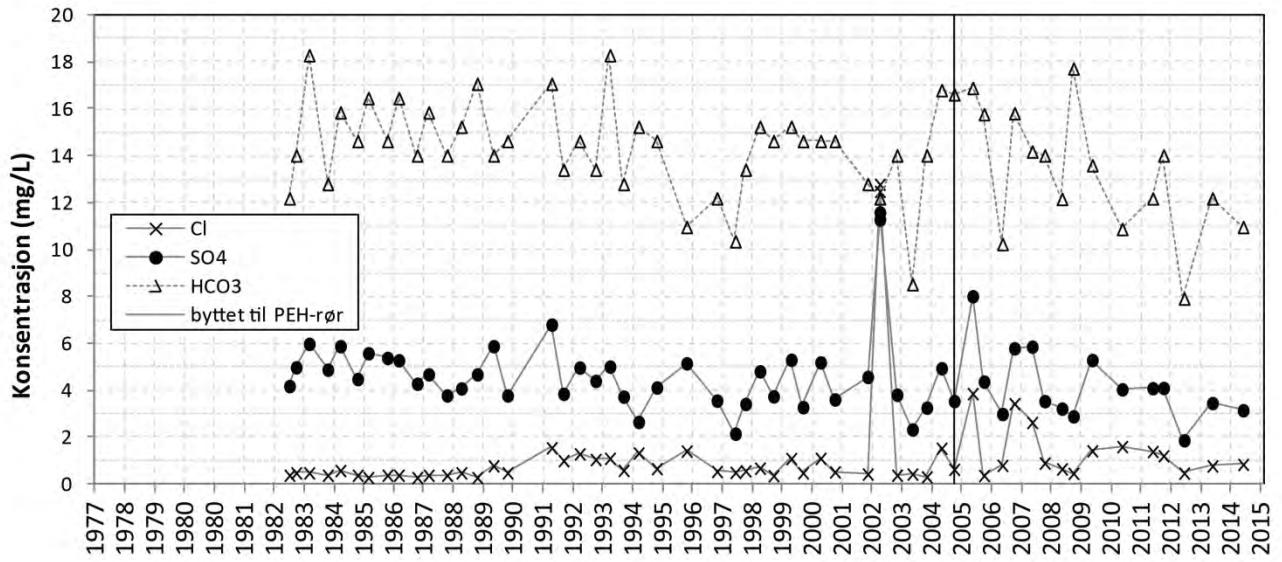
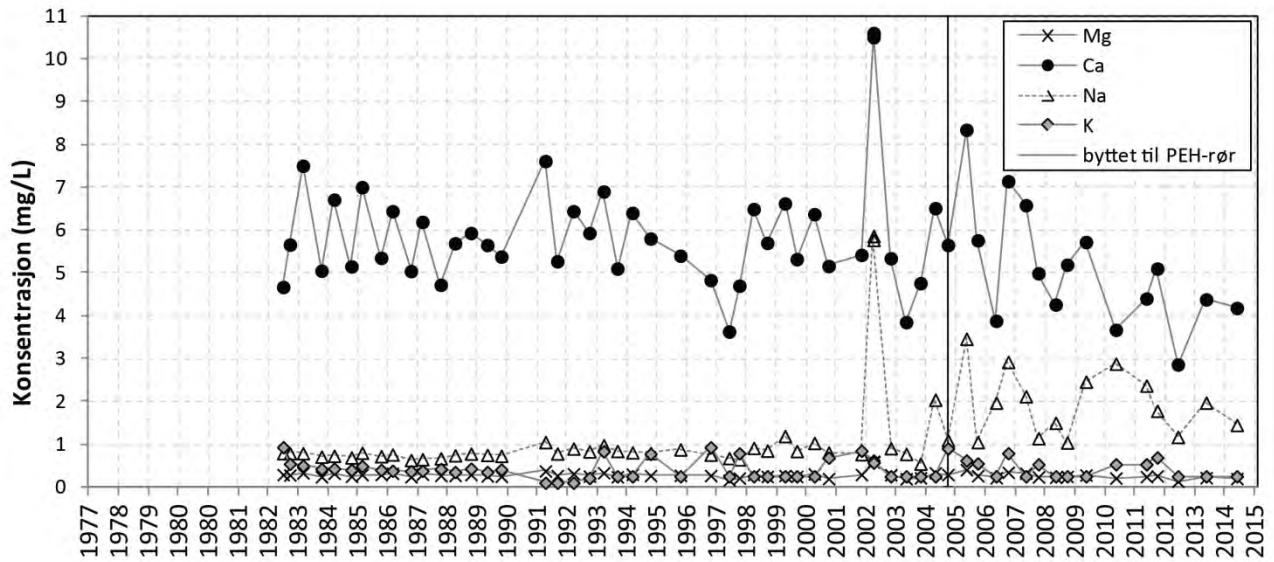




Tidsserie 16: Haslemoen

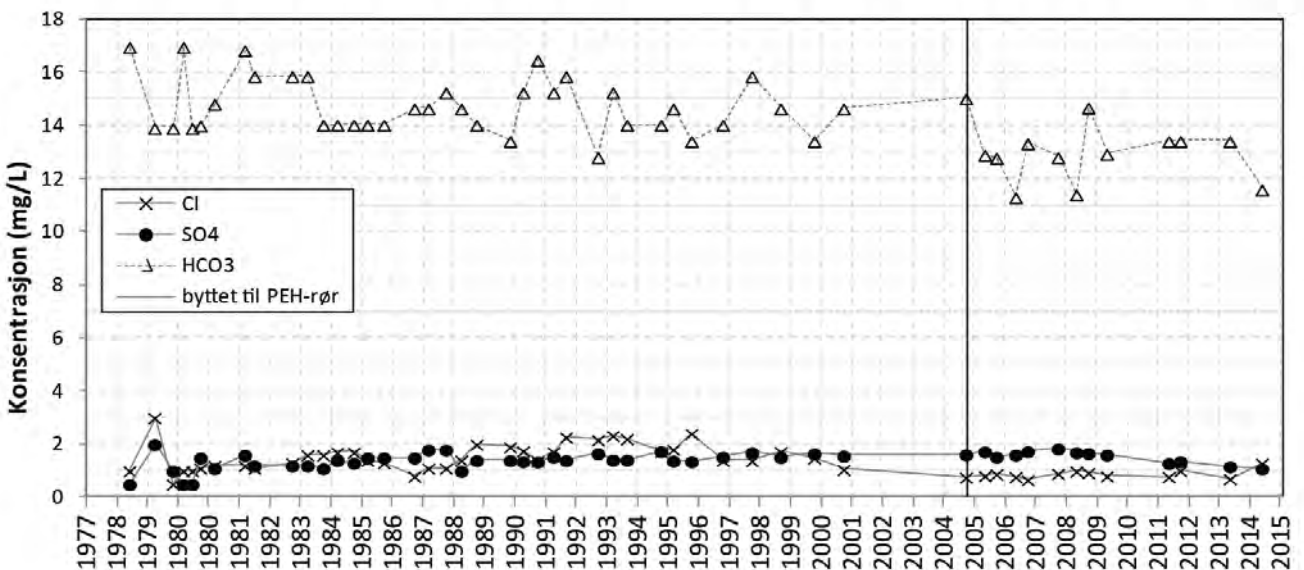
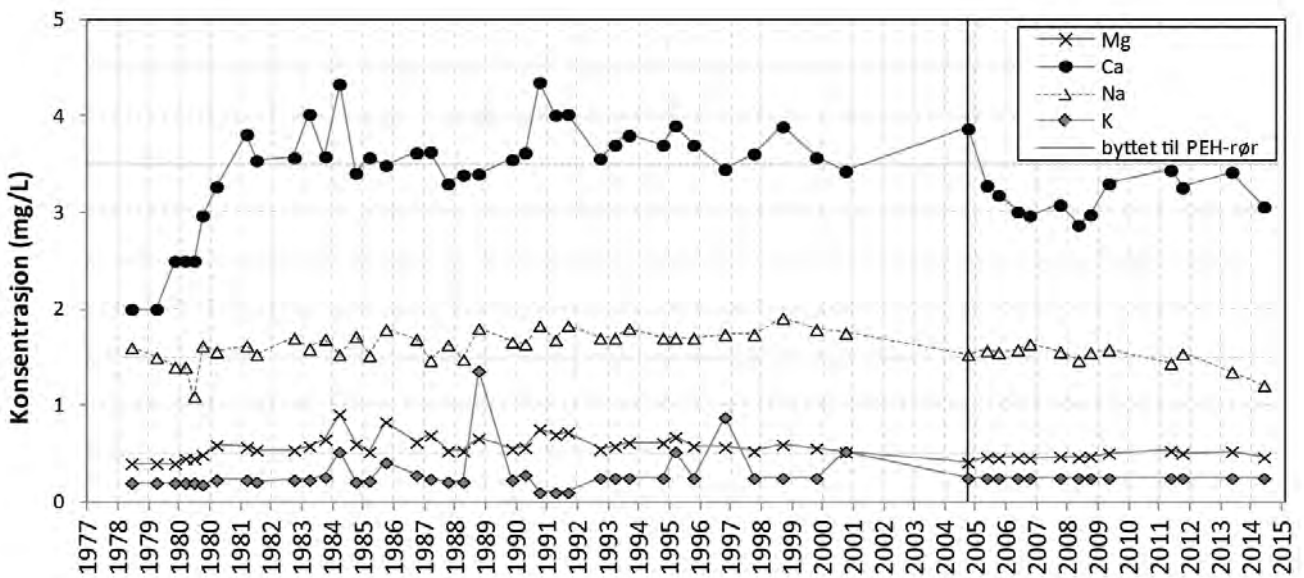
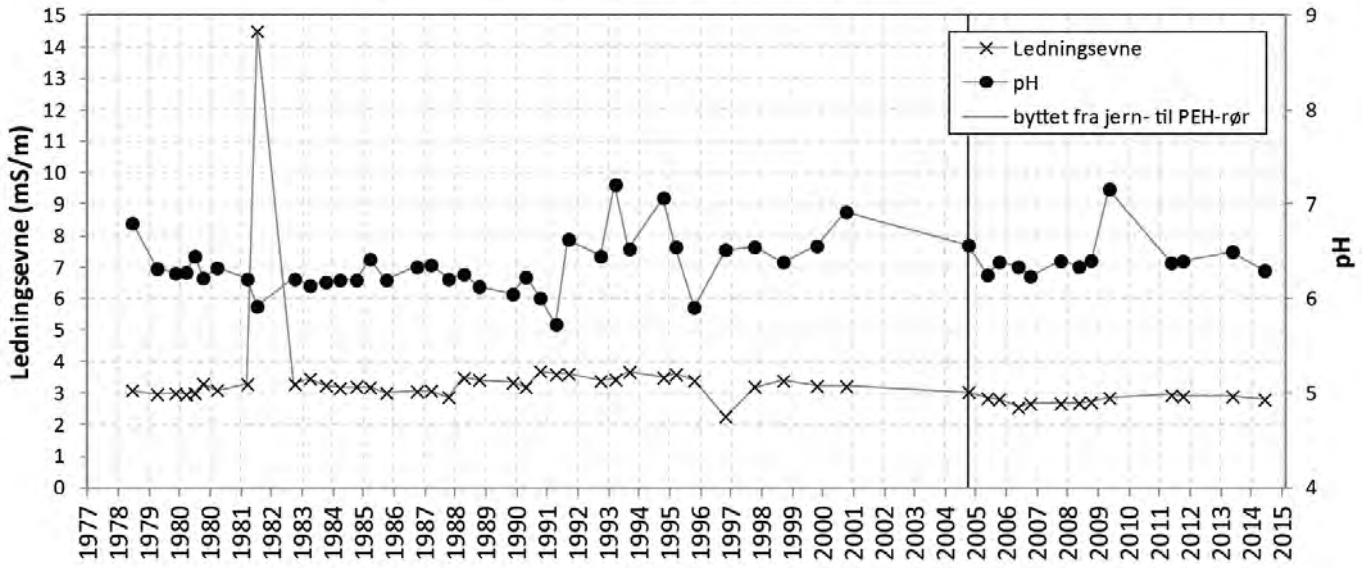
Hol - PEH-brønn i løsmasse (Elveavsetning)

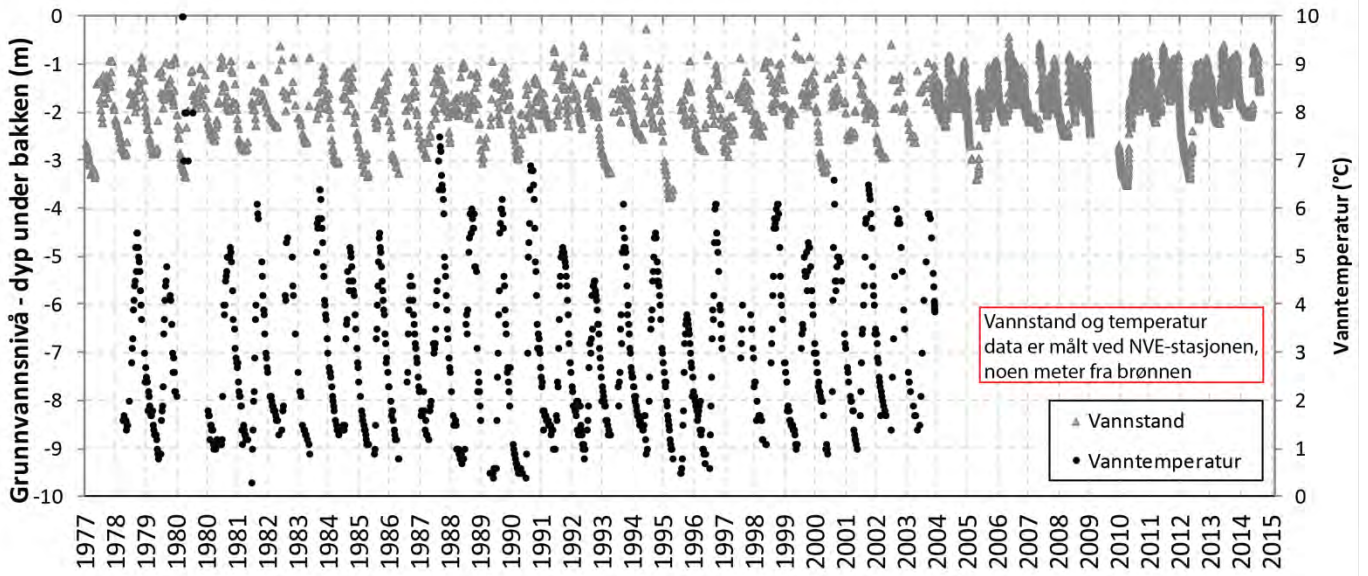




Tidsserie 17: Hol

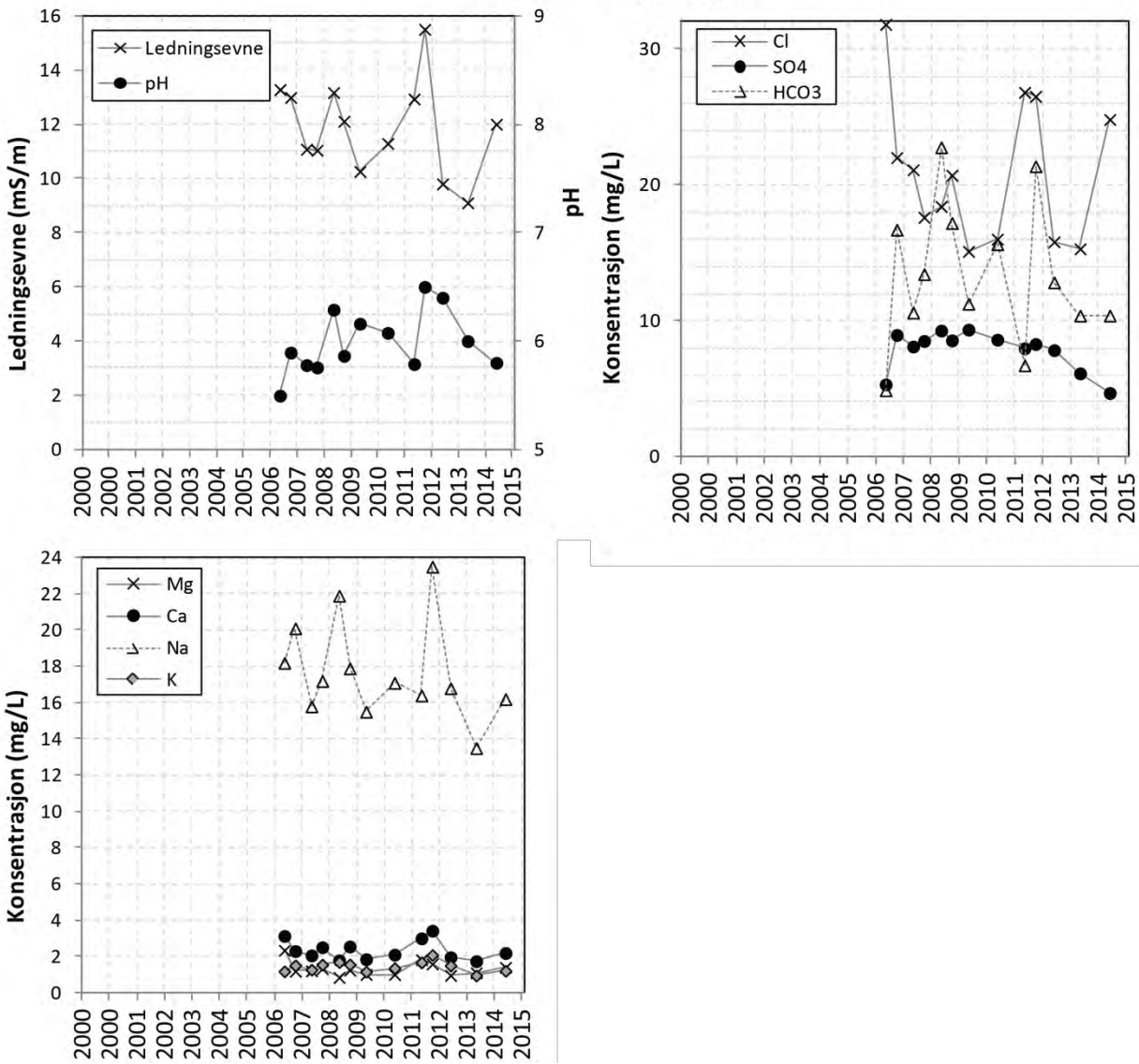
Hovden - PEH-brønn i løsmasse (Morene)





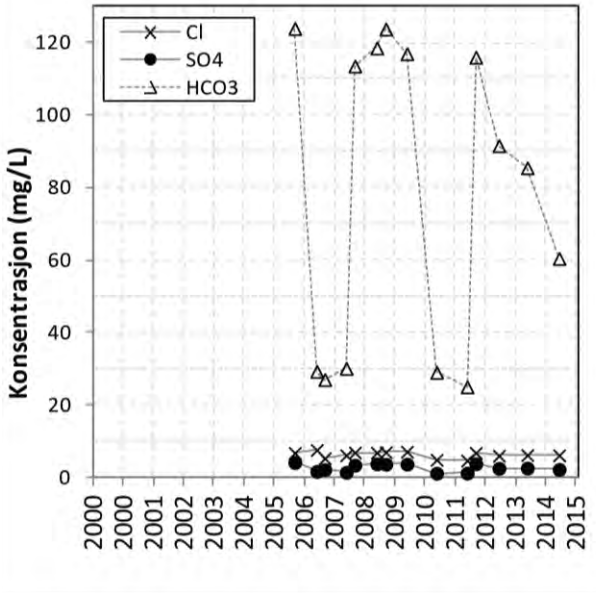
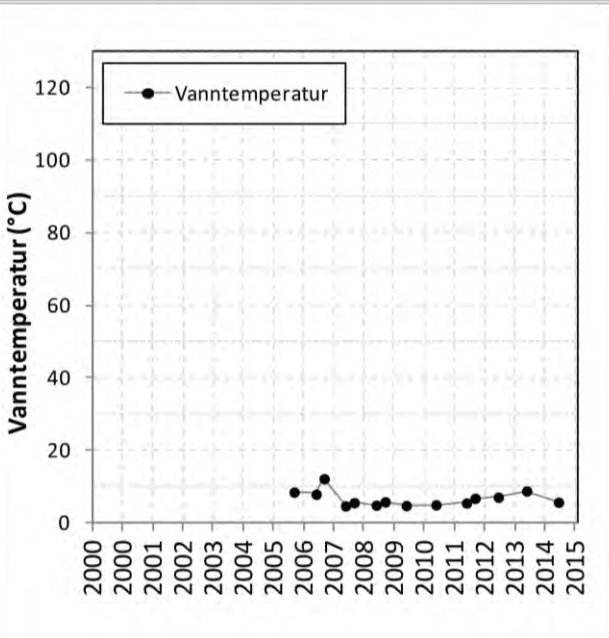
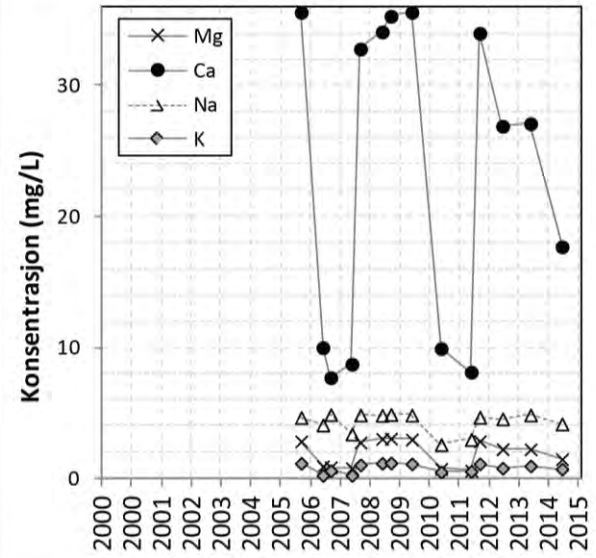
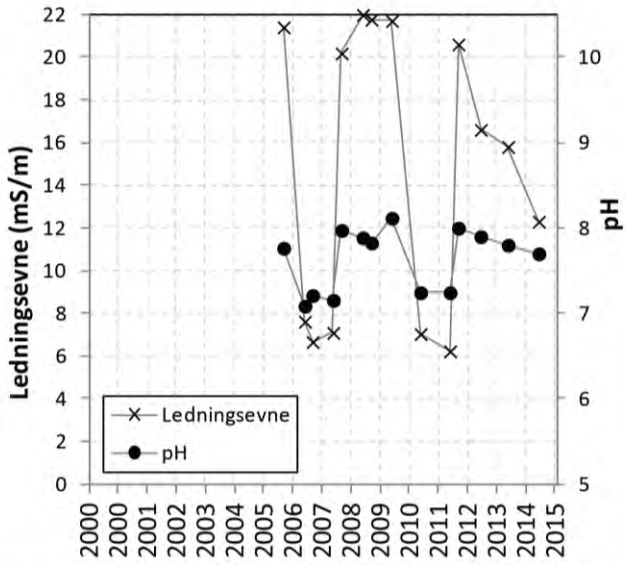
Tidsserie 18: Hovden

Hvaler - Brønn i fjell



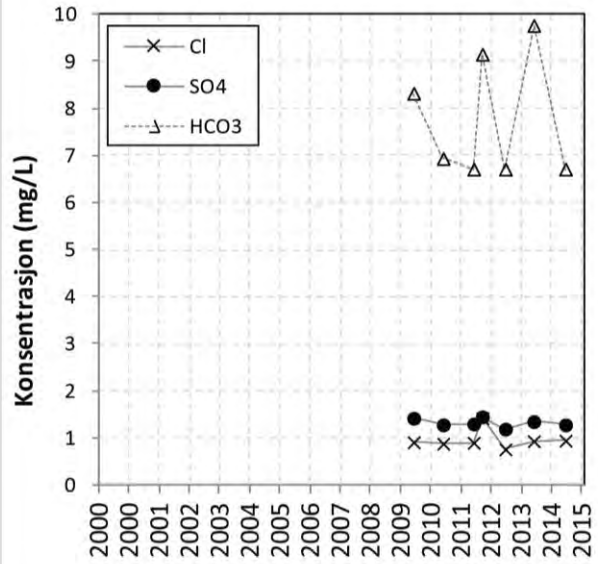
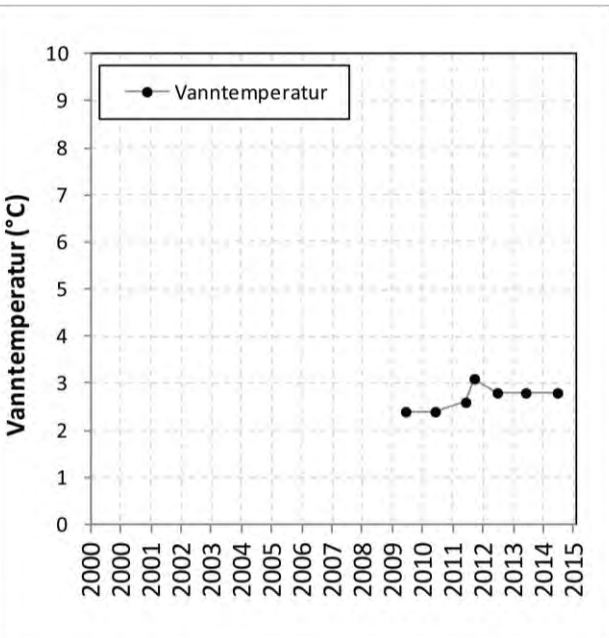
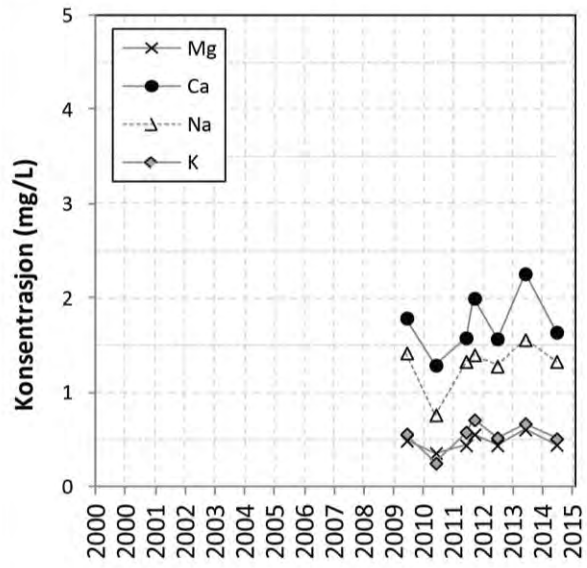
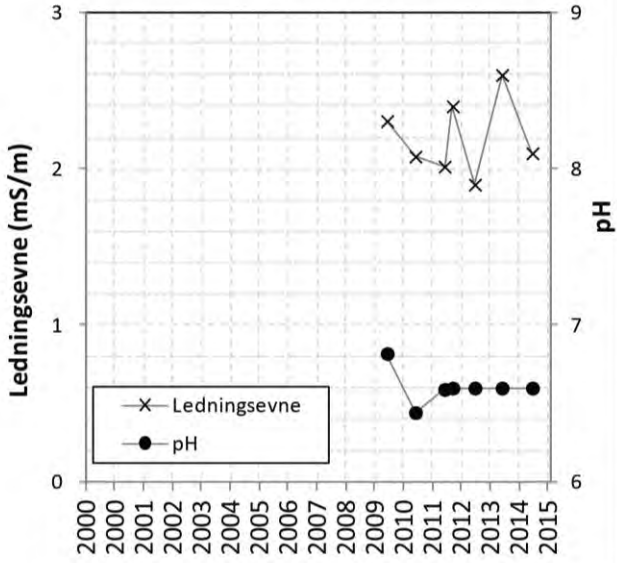
Tidsserie 19: Hvaler

Høylandet - Kilde i løsmasse (Breeløvsetning)



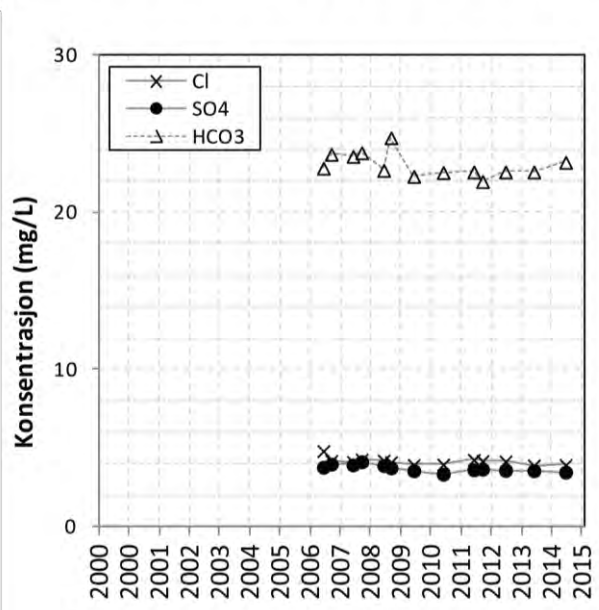
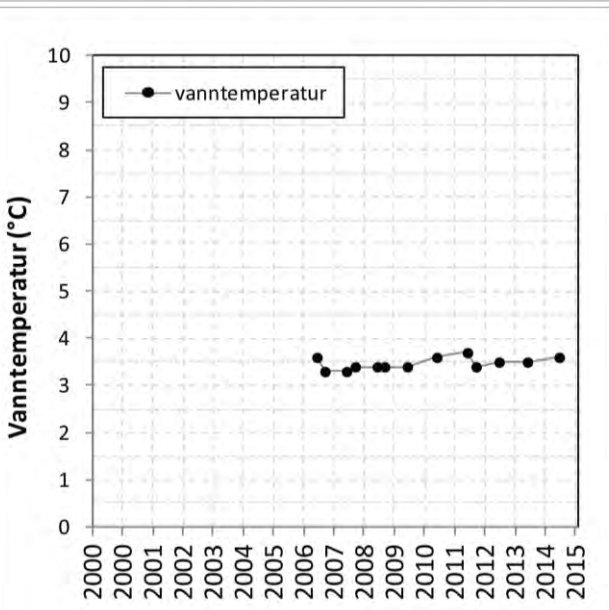
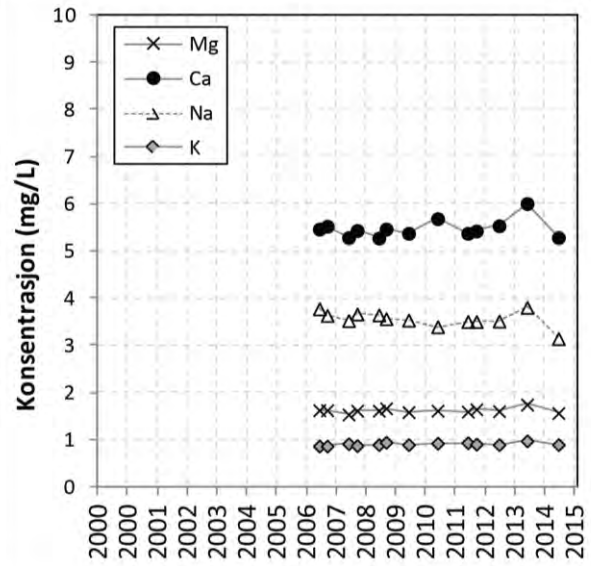
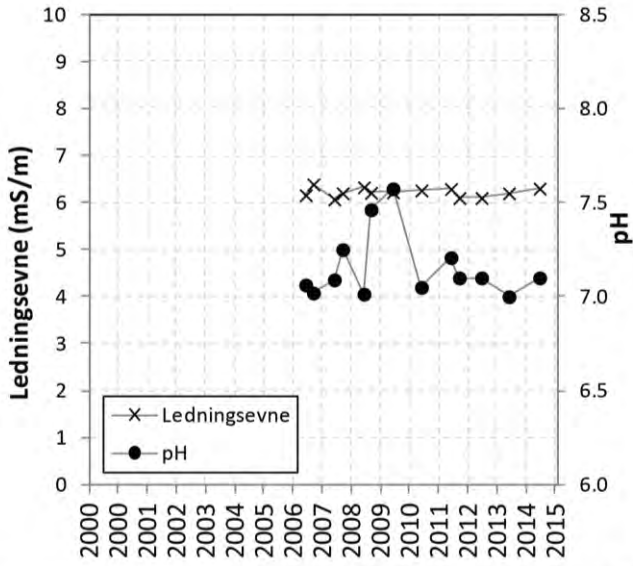
Tidsserie 20: Høylandet

Karasjok 3 - Kilde i løsmasse (Breeløvsetning)



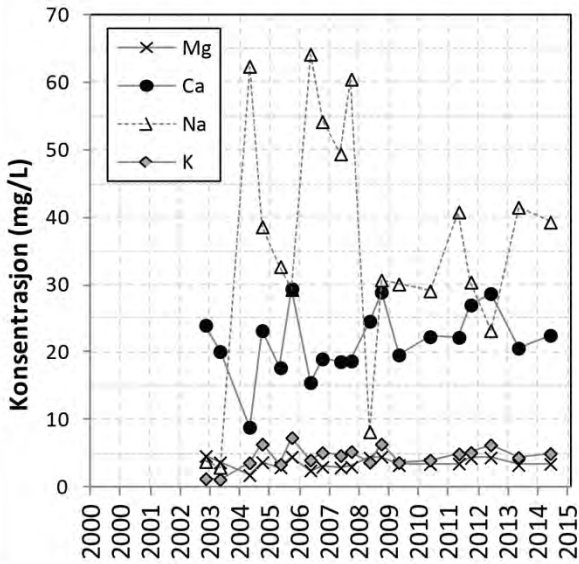
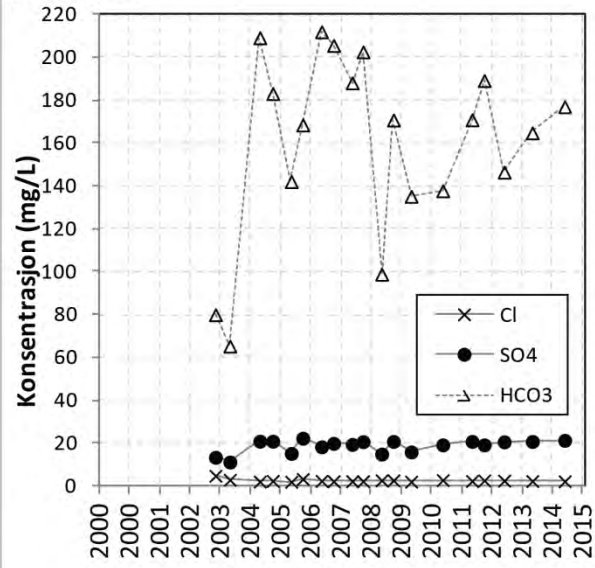
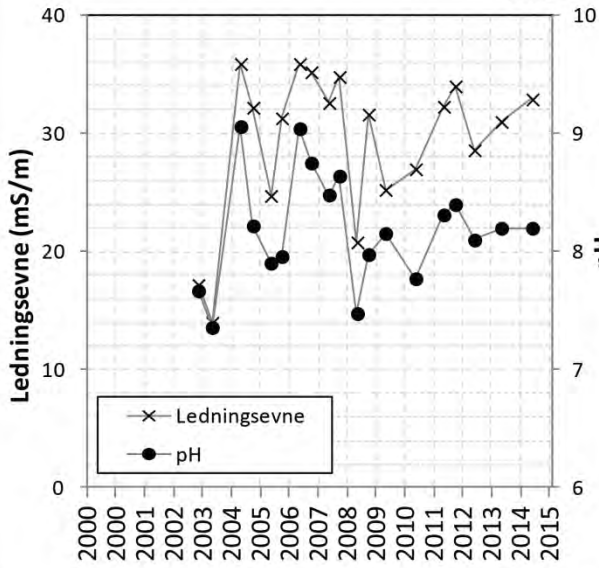
Tidsserie 21: Karasjok 3

Karlebotn - Kilde i løsmasse (Elveavsetning)



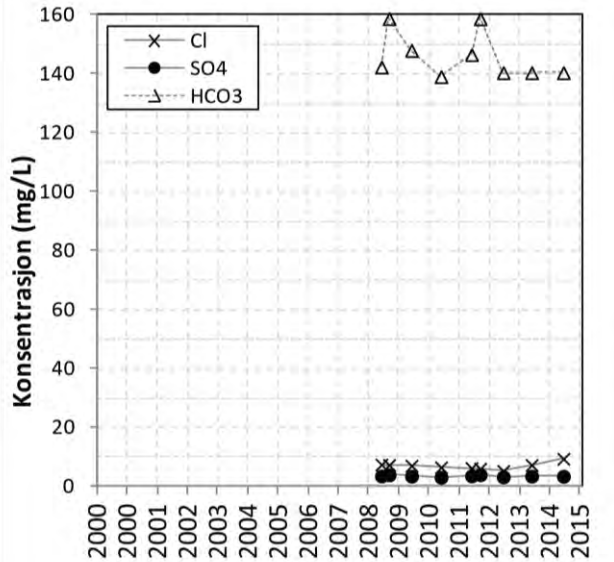
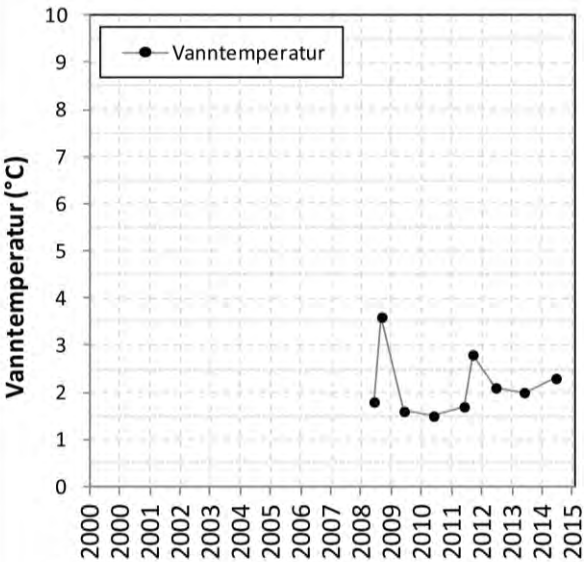
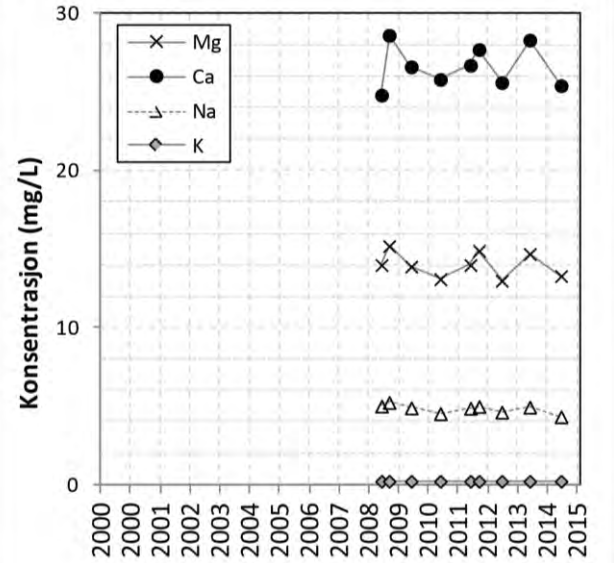
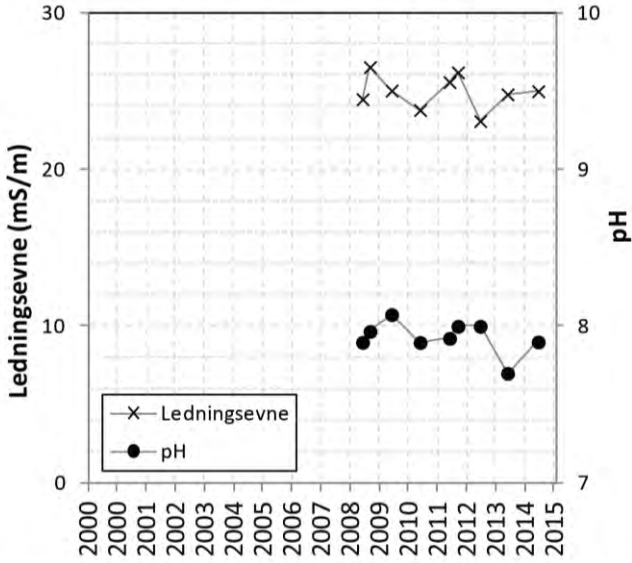
Tidsserie 22: Karlebotn

Kise - brønn i fjell



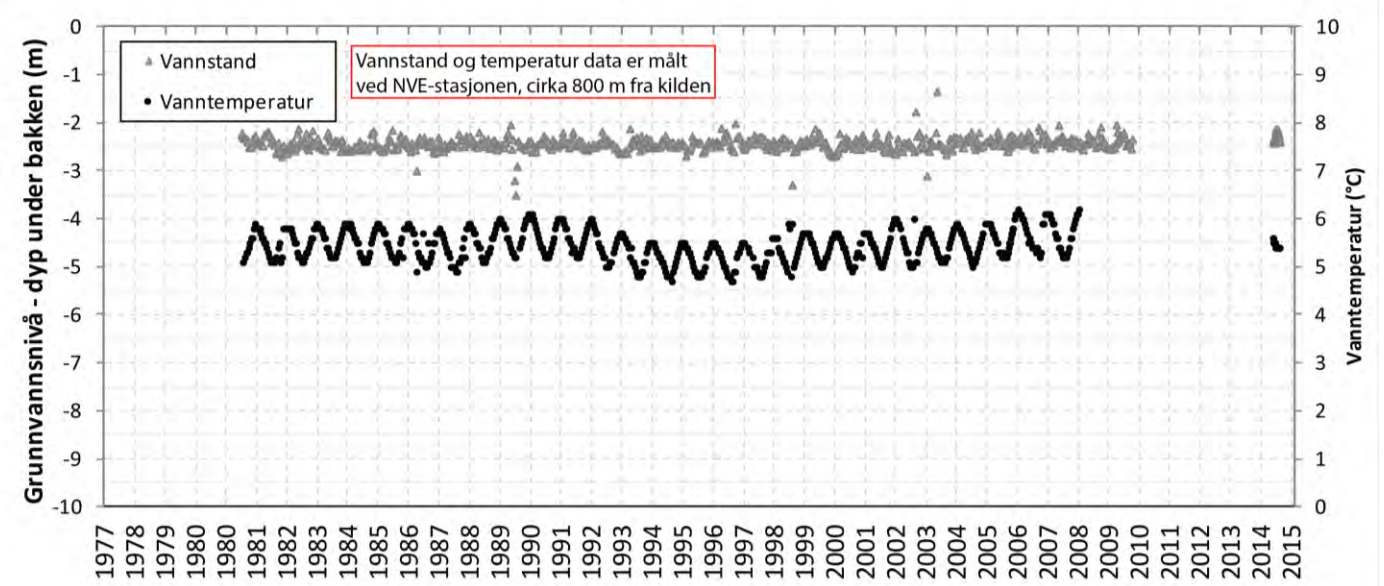
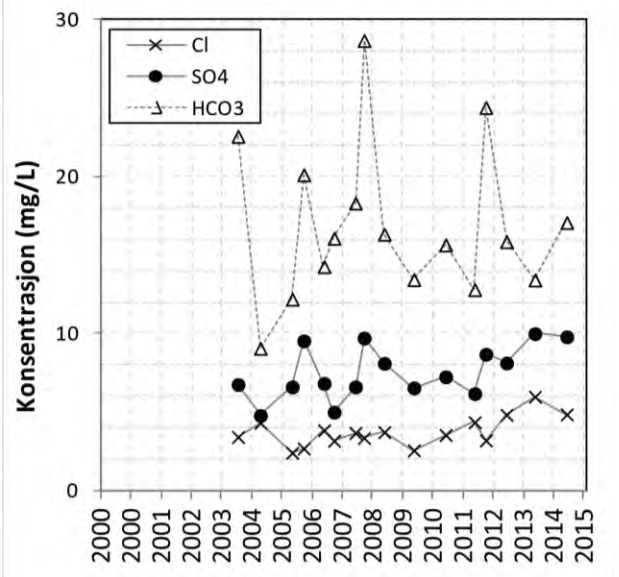
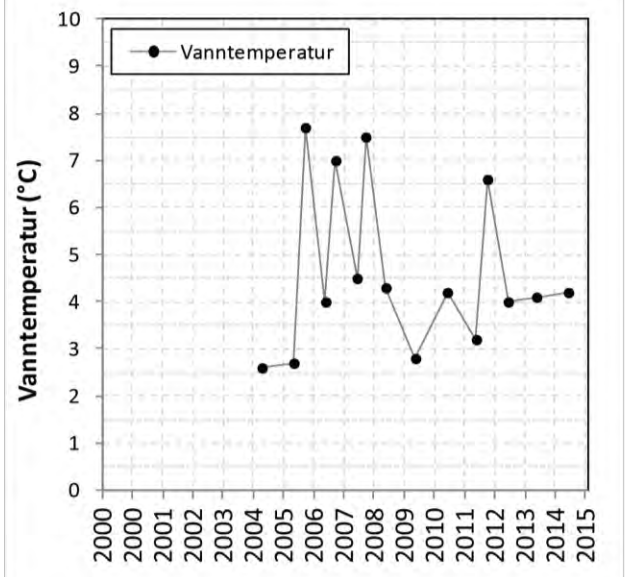
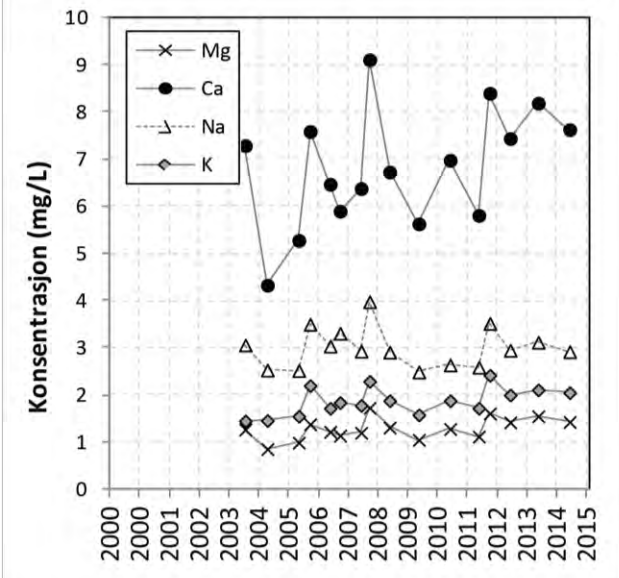
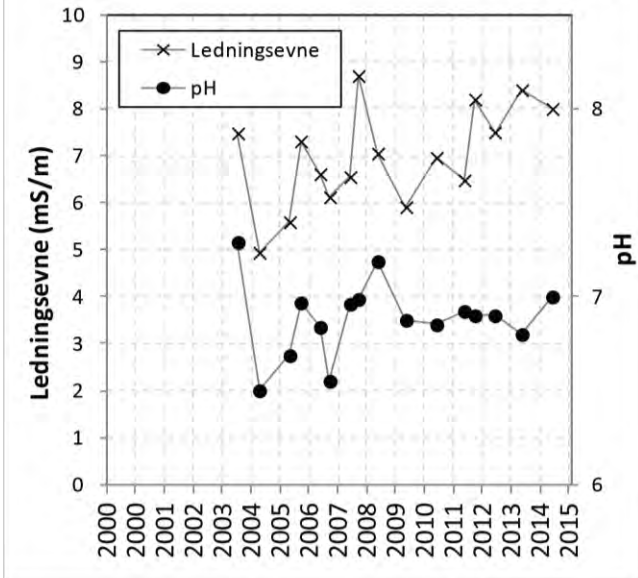
Tidsserie 23: Kise

Kåfjordbotn - Kilde i løsmasse (Skred)



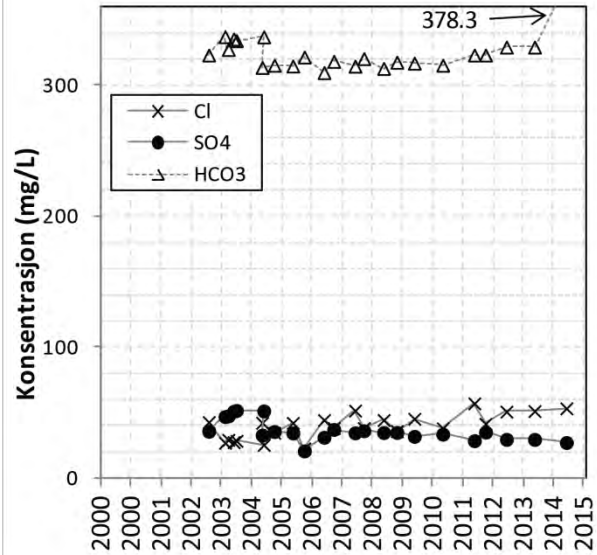
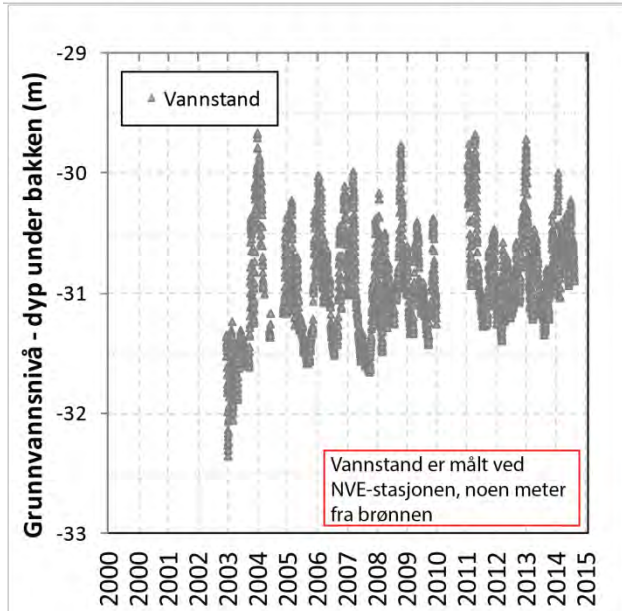
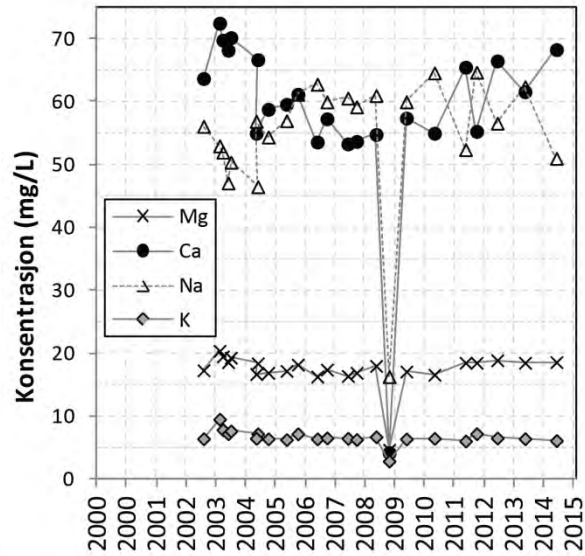
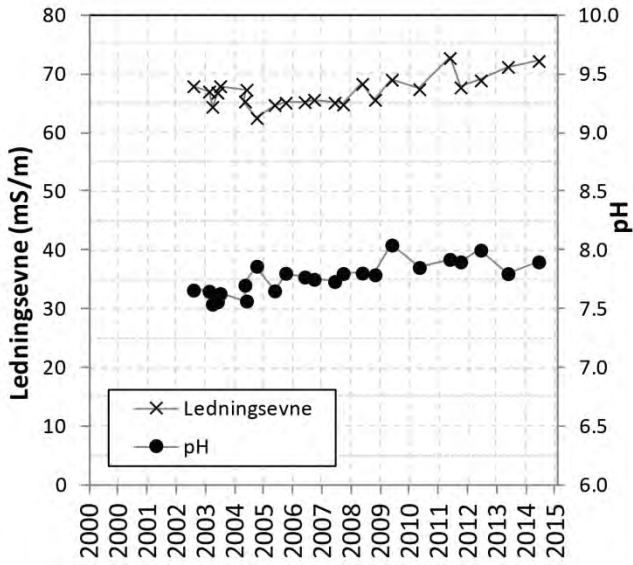
Tidsserie 24: Kåfjordbotn

Kårvatn - Kilde i løsmasse (Skred)



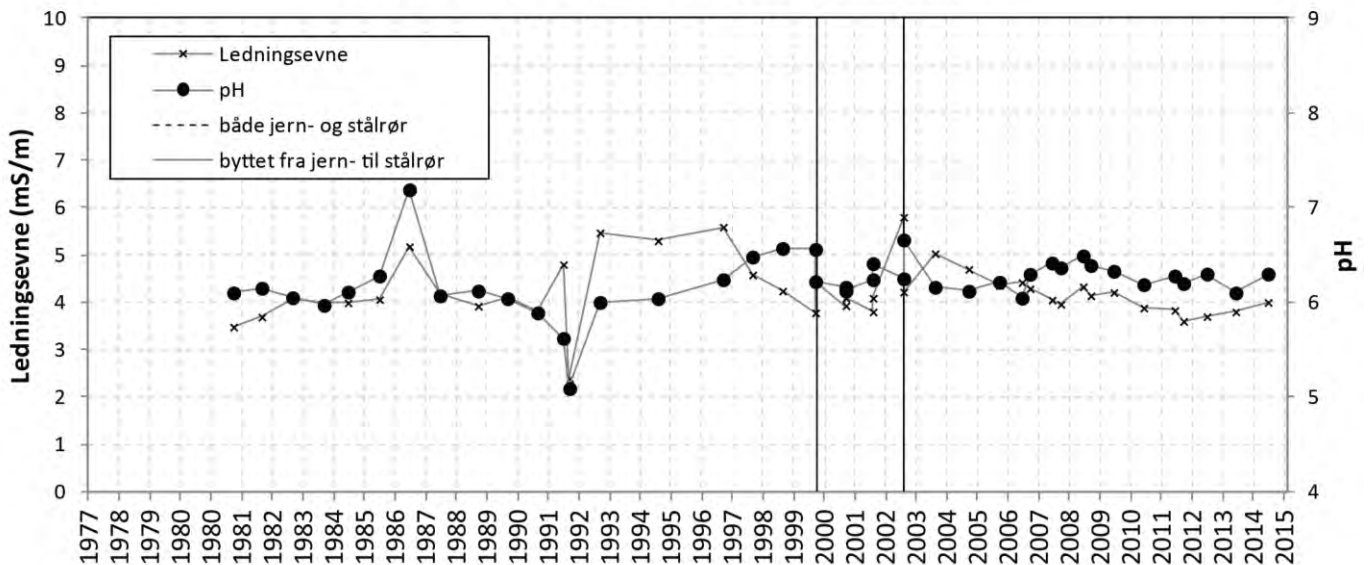
Tidsserie 25: Kårvatn

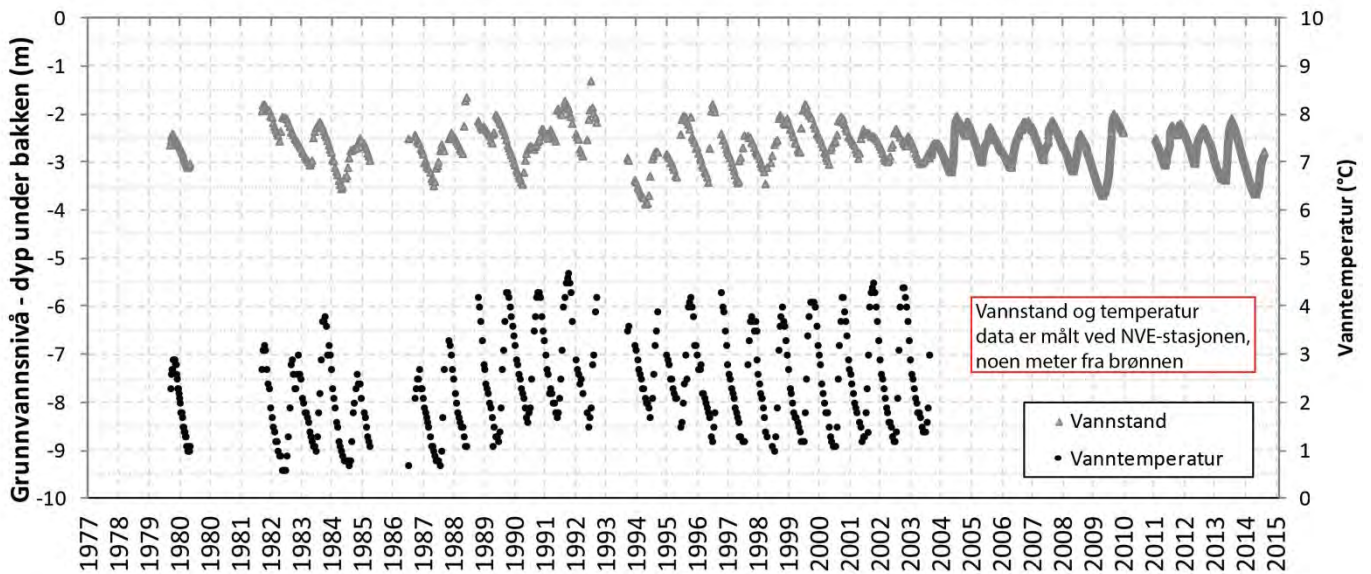
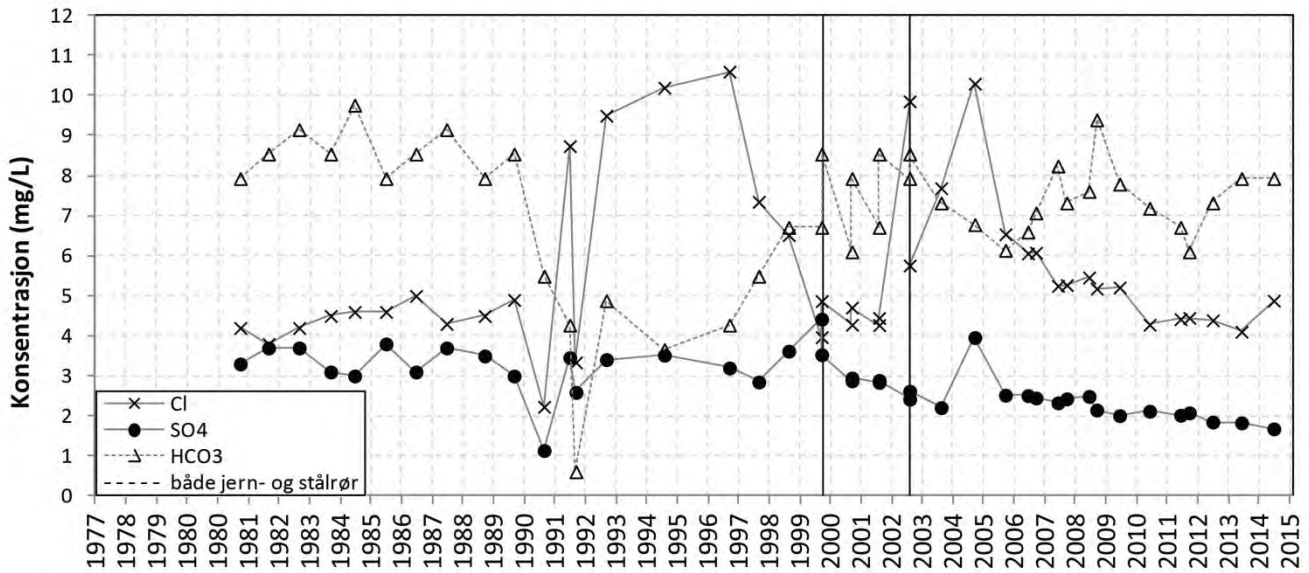
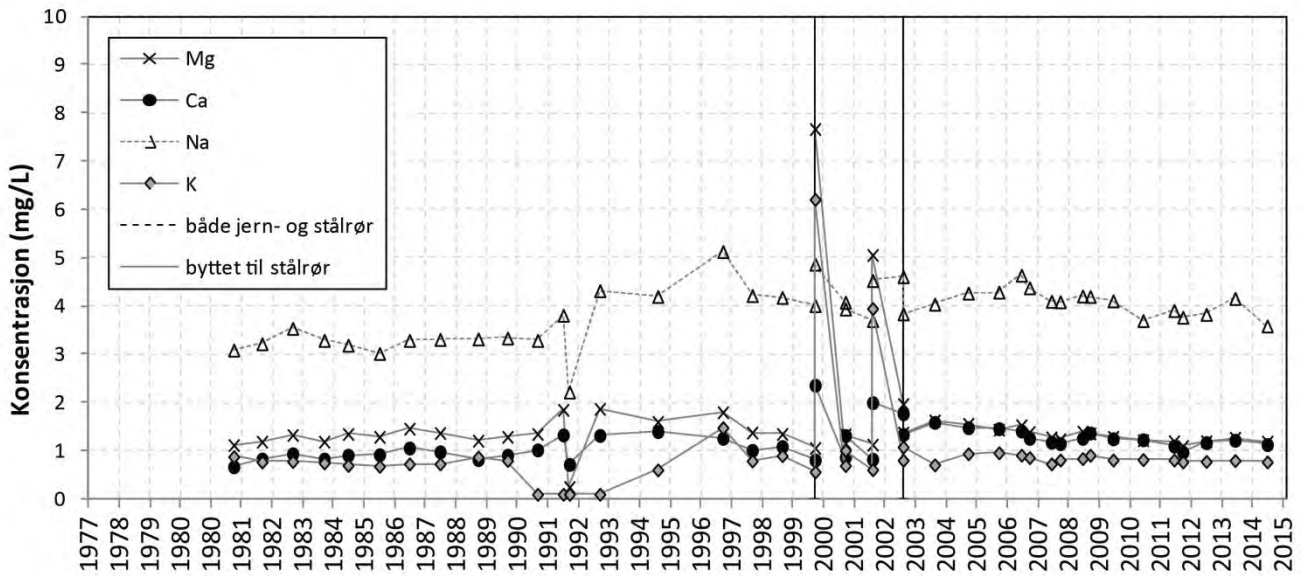
Lade - Brønn i fjell



Tidsserie 26: Lade

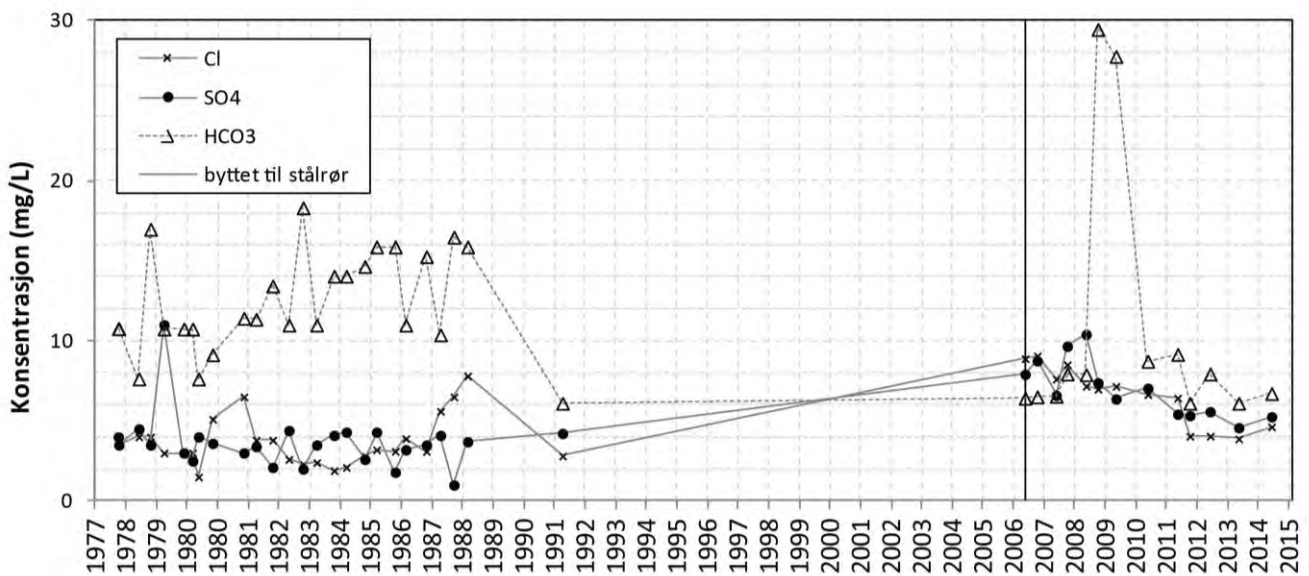
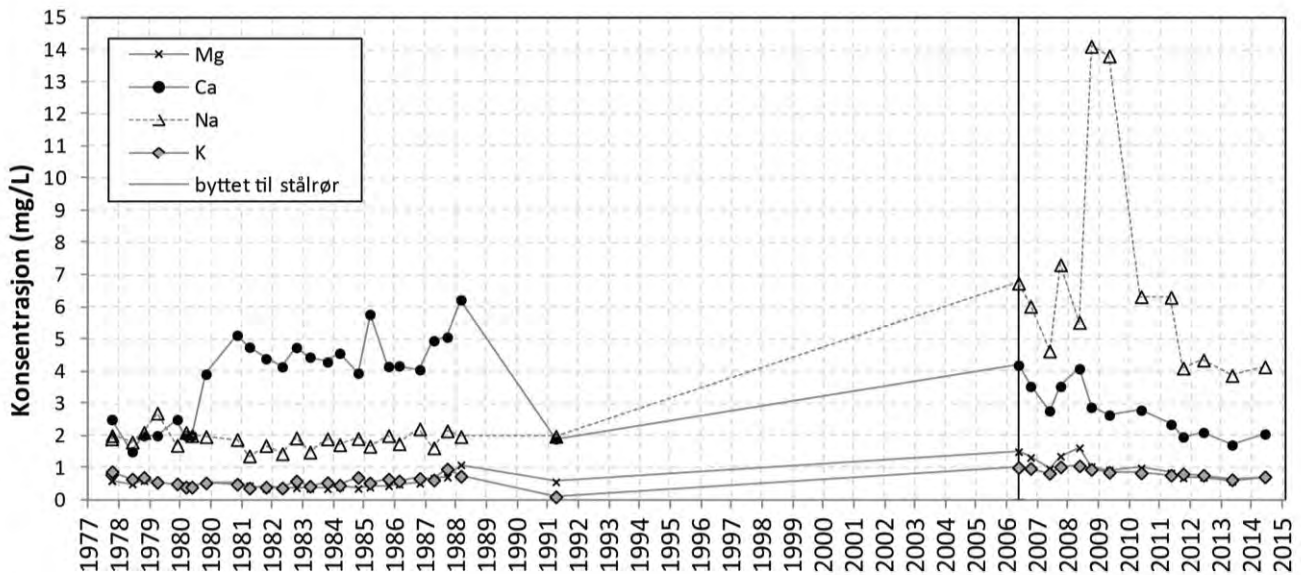
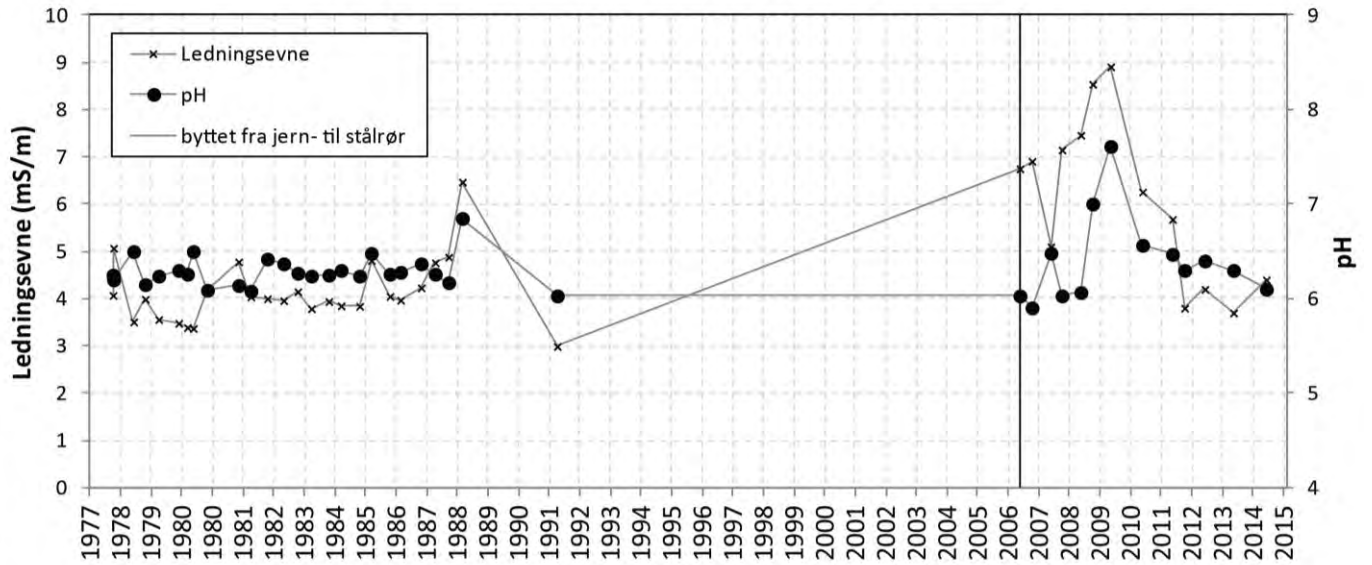
Lakselv - stålrør i løsmasse (Elveavsetning)

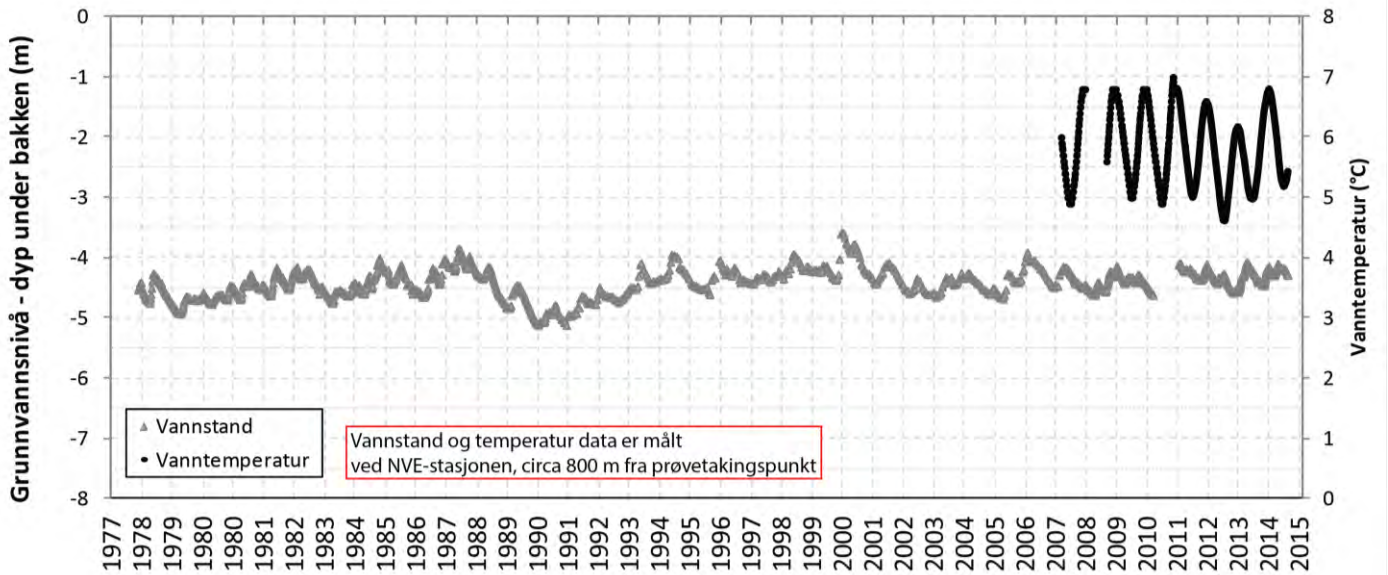




Tidsserie 27: Lakselv

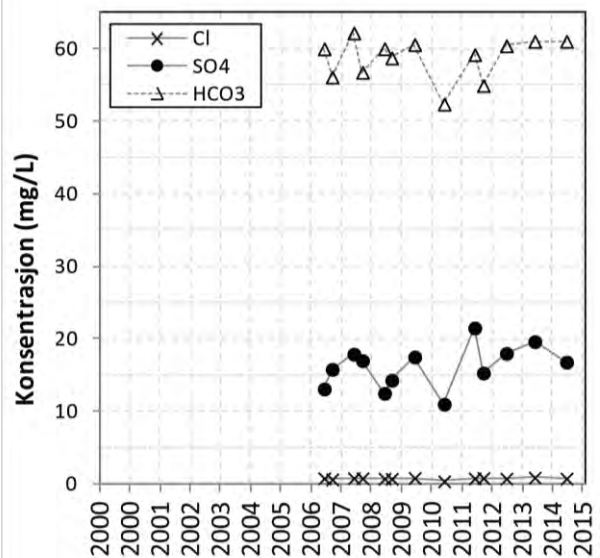
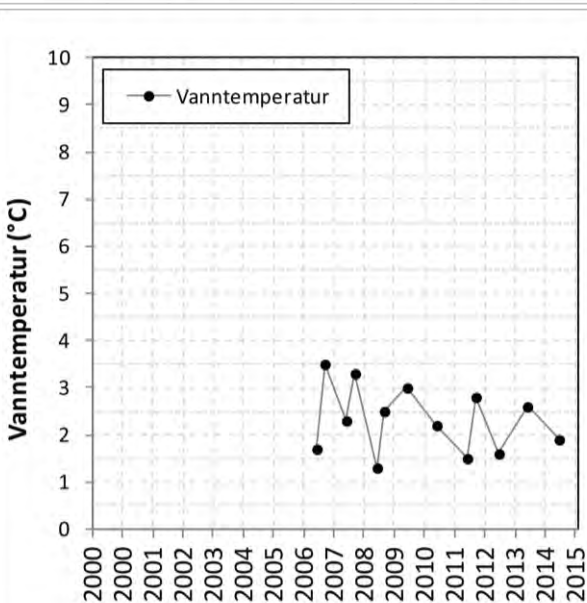
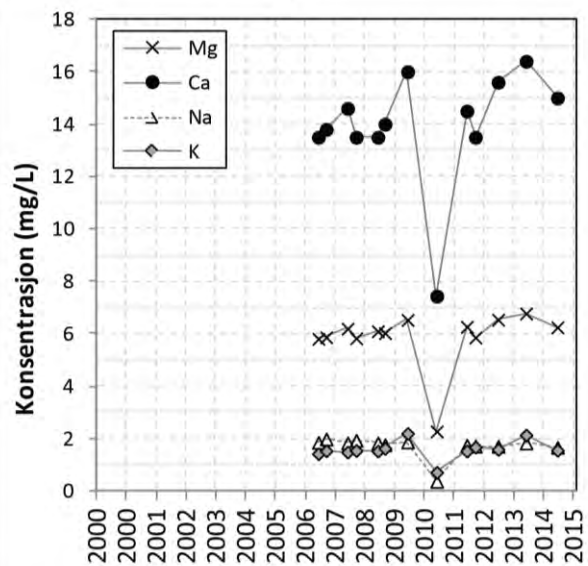
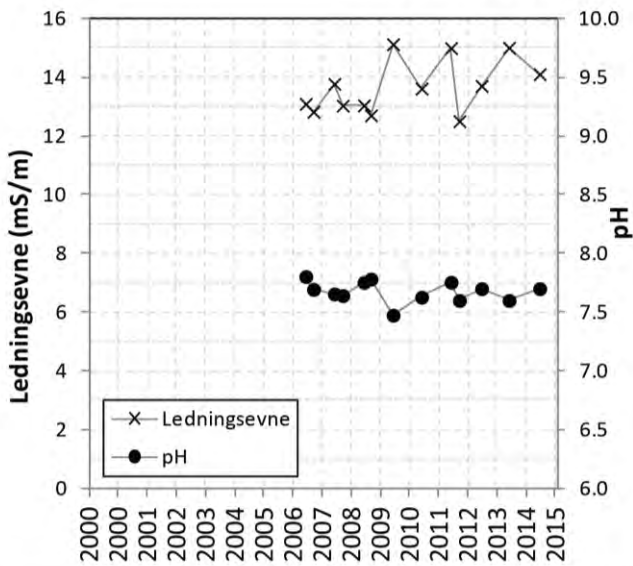
Magnor - stålbrønn i løsmasse (Breelvvasetning)





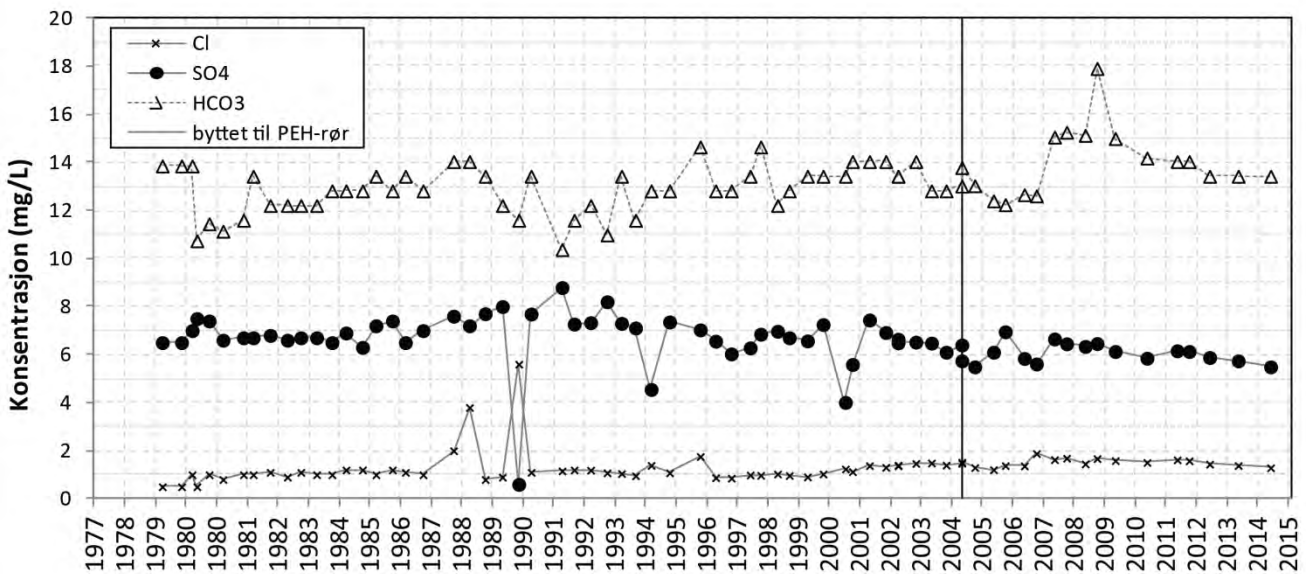
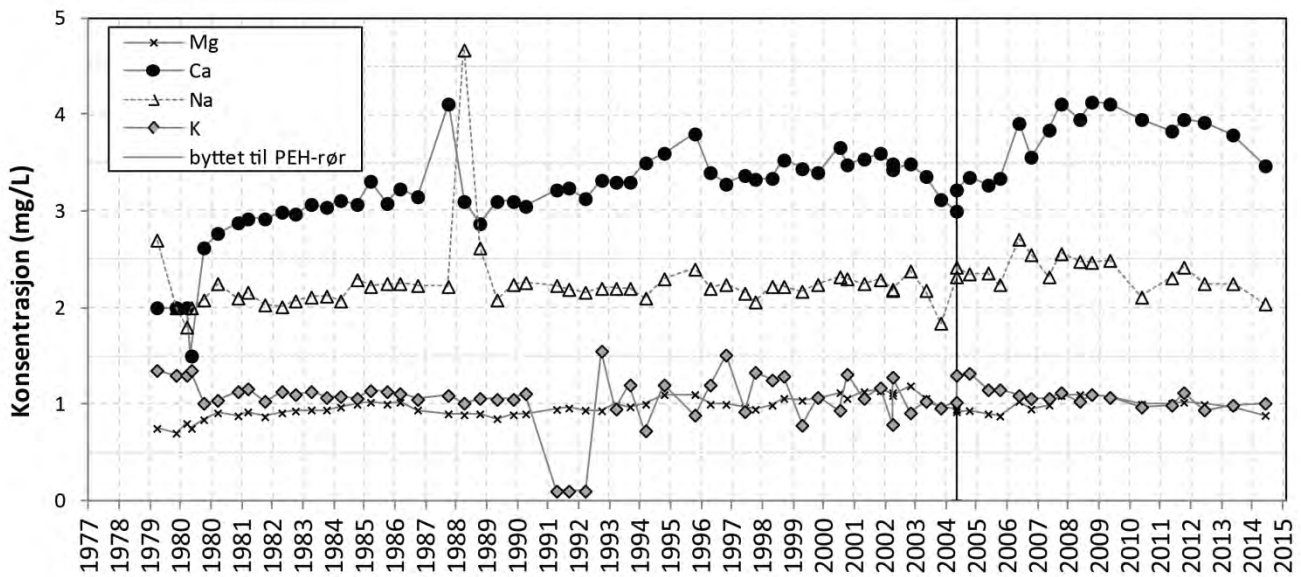
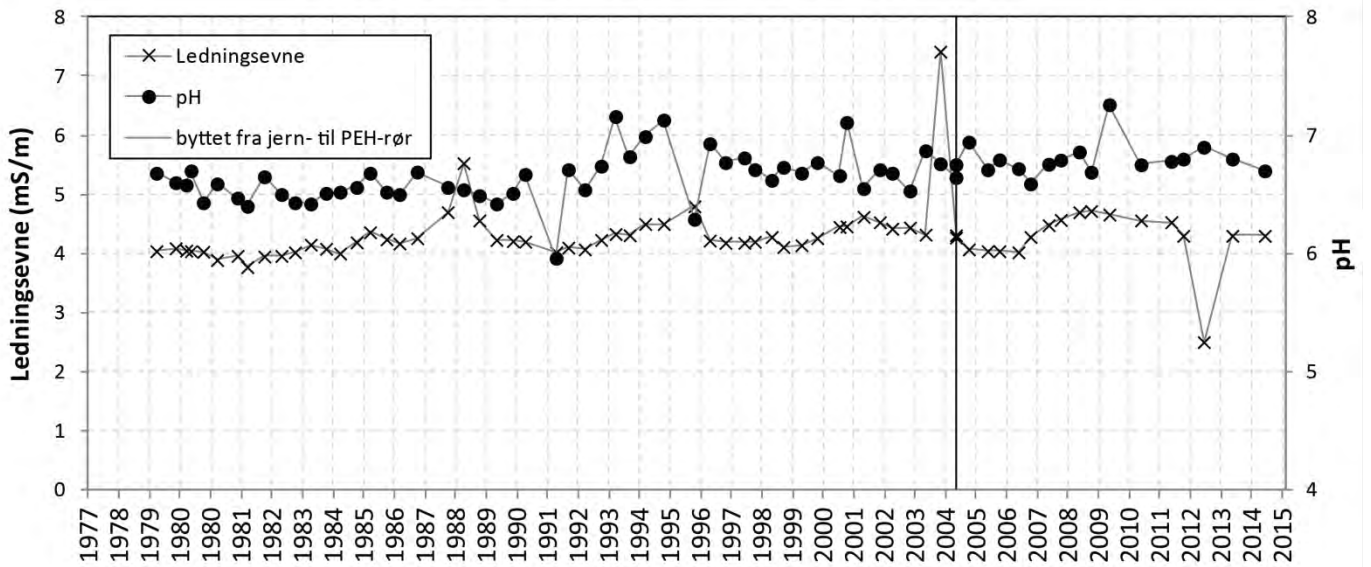
Tidsserie 28: Magnor

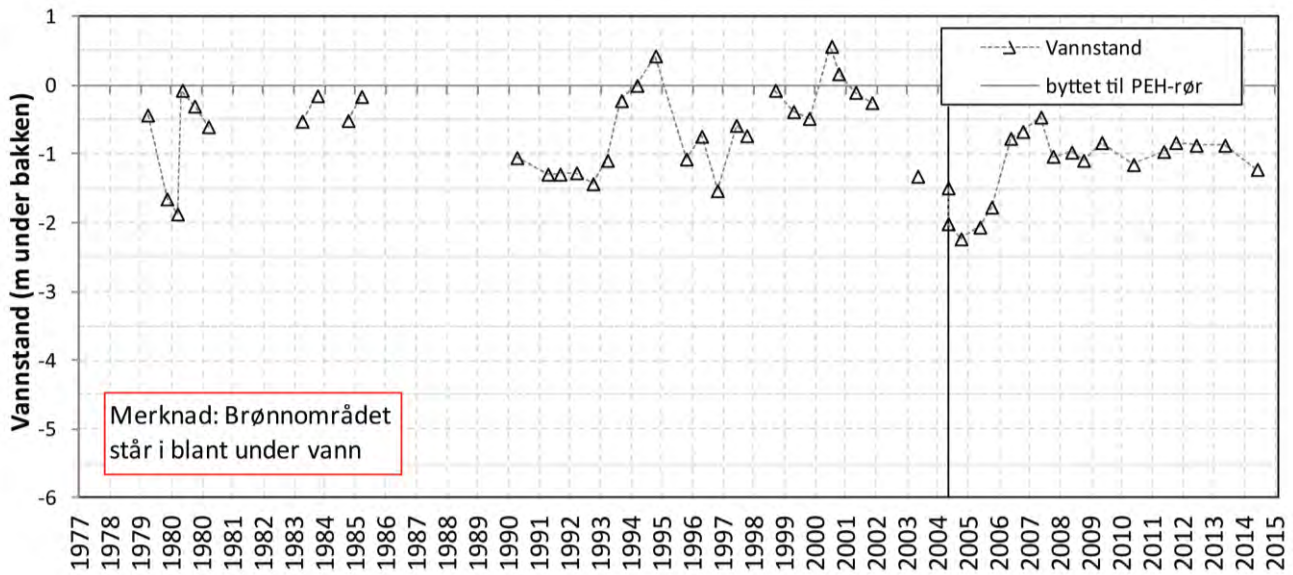
Mieron - Kilde i løsmasse (Breelavsetning)



Tidsserie 29: Mieron

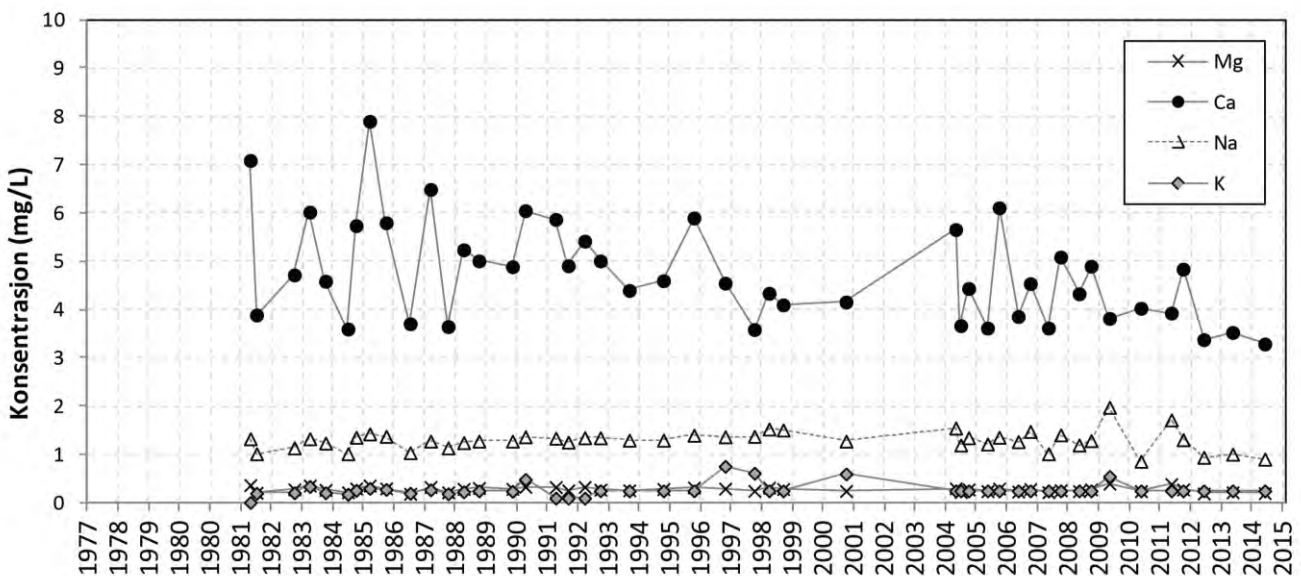
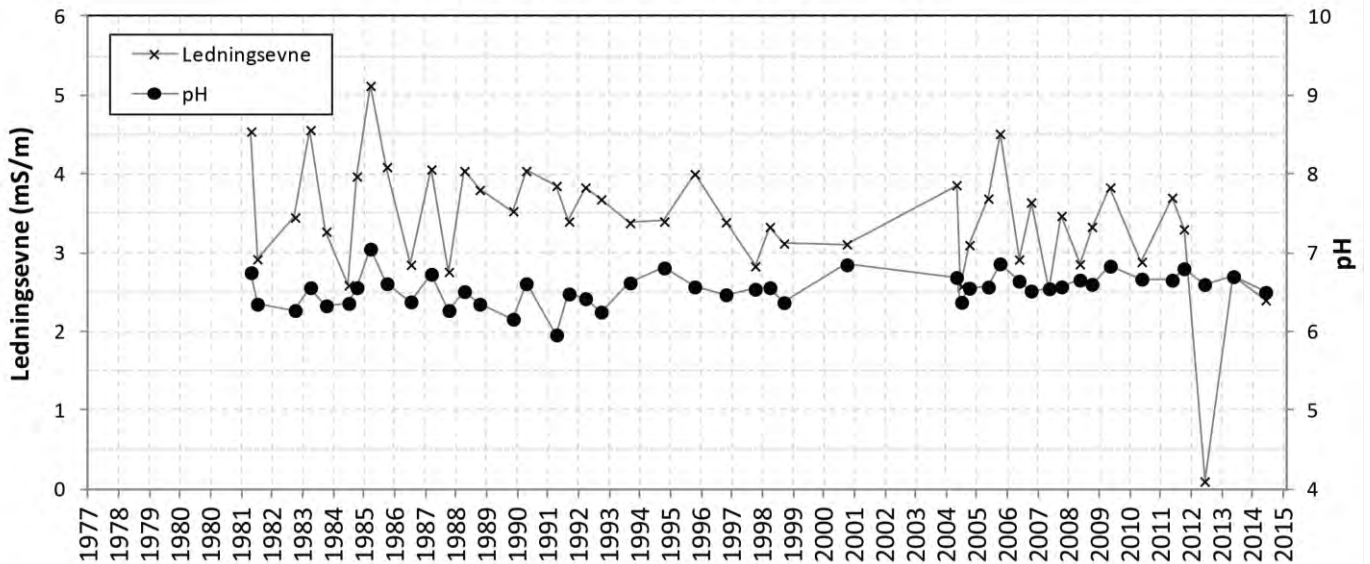
Modum - PEH-brønn i løsmasse (Breelavsetning)

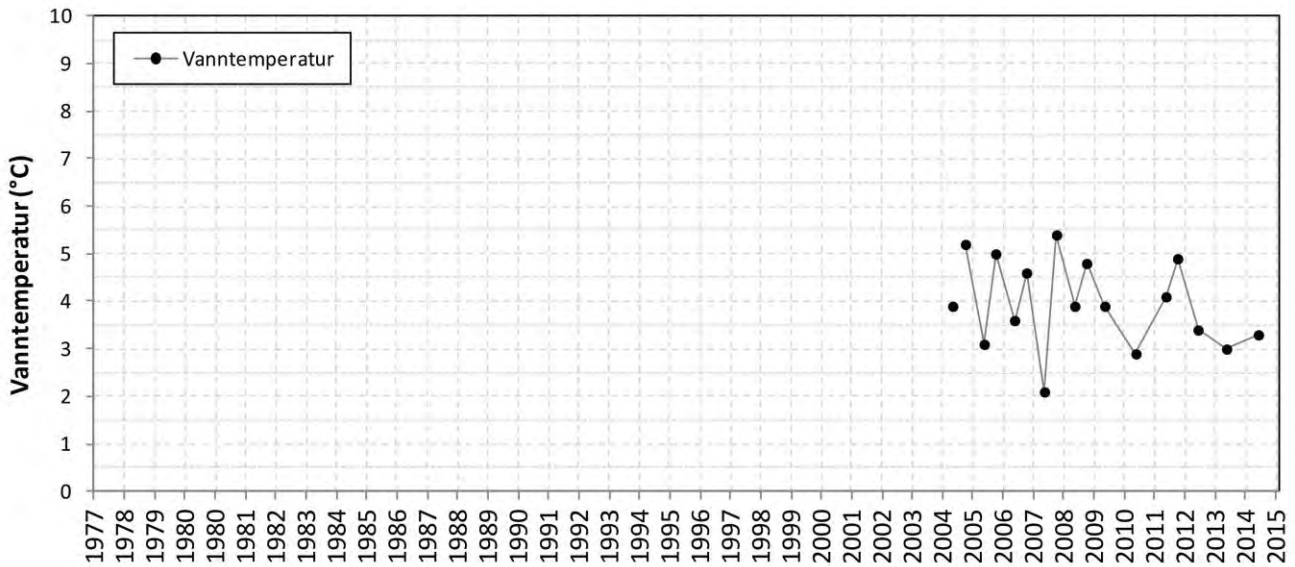
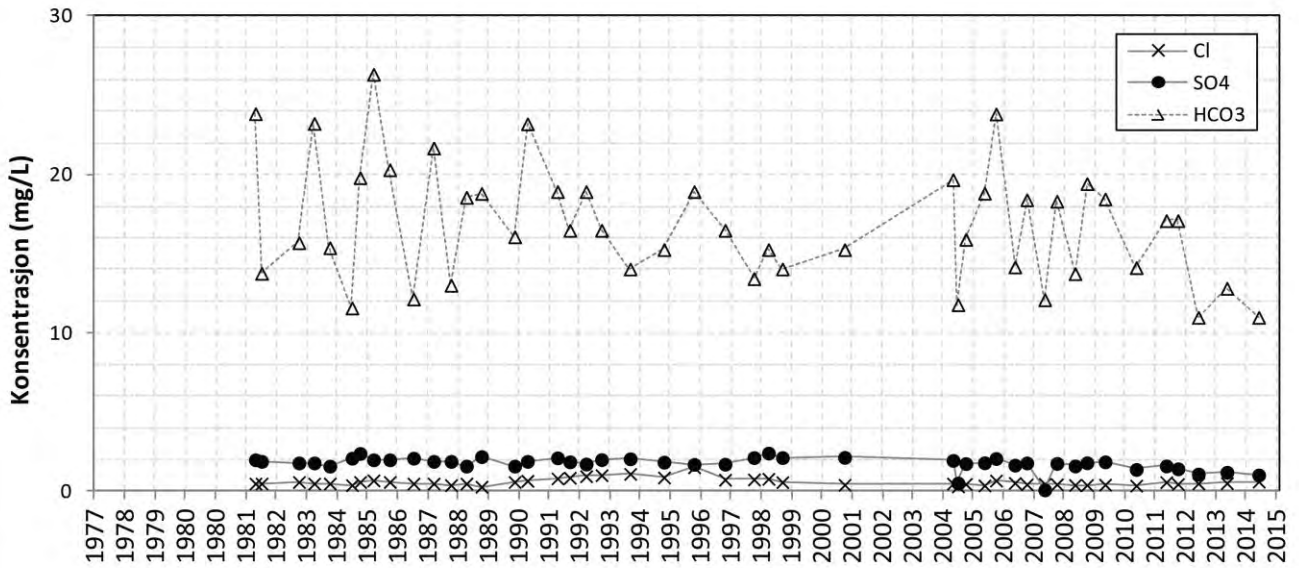




Tidsserie 30: Modum

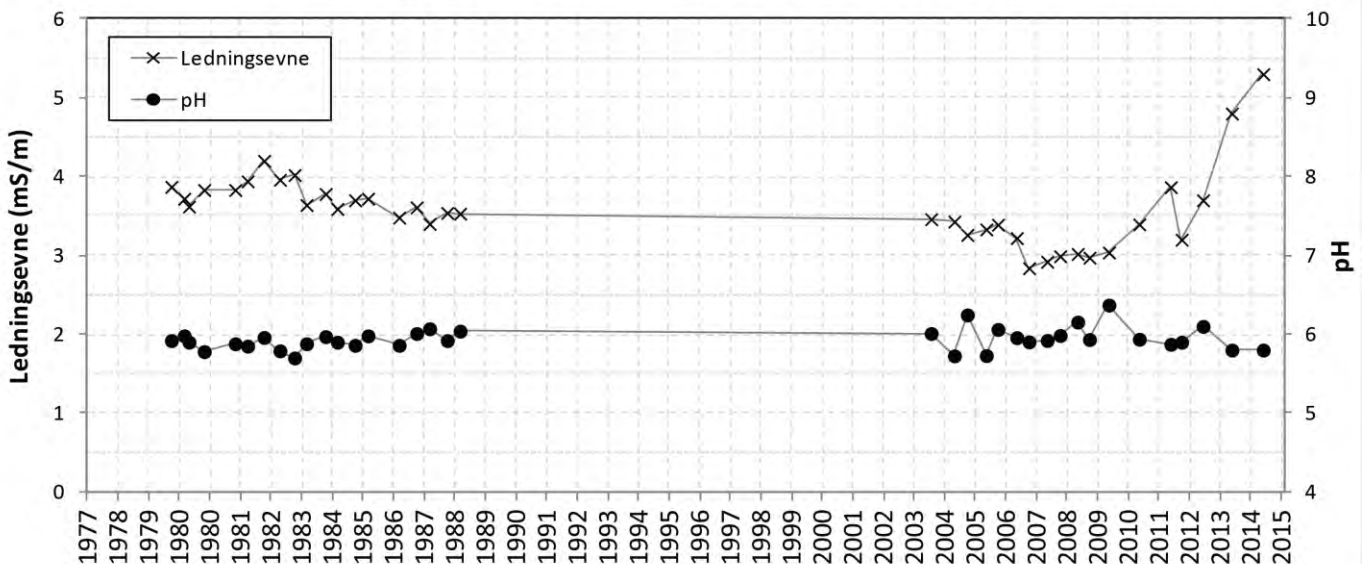
Møsvatn - kilde i løsmasse (Morene)

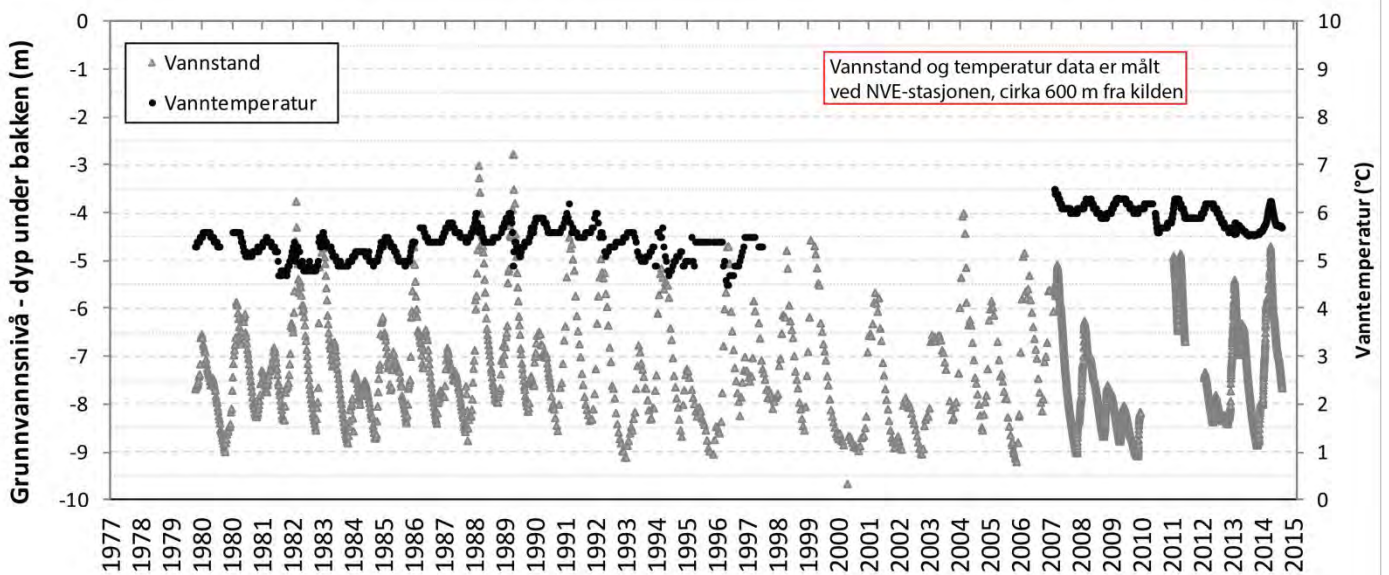
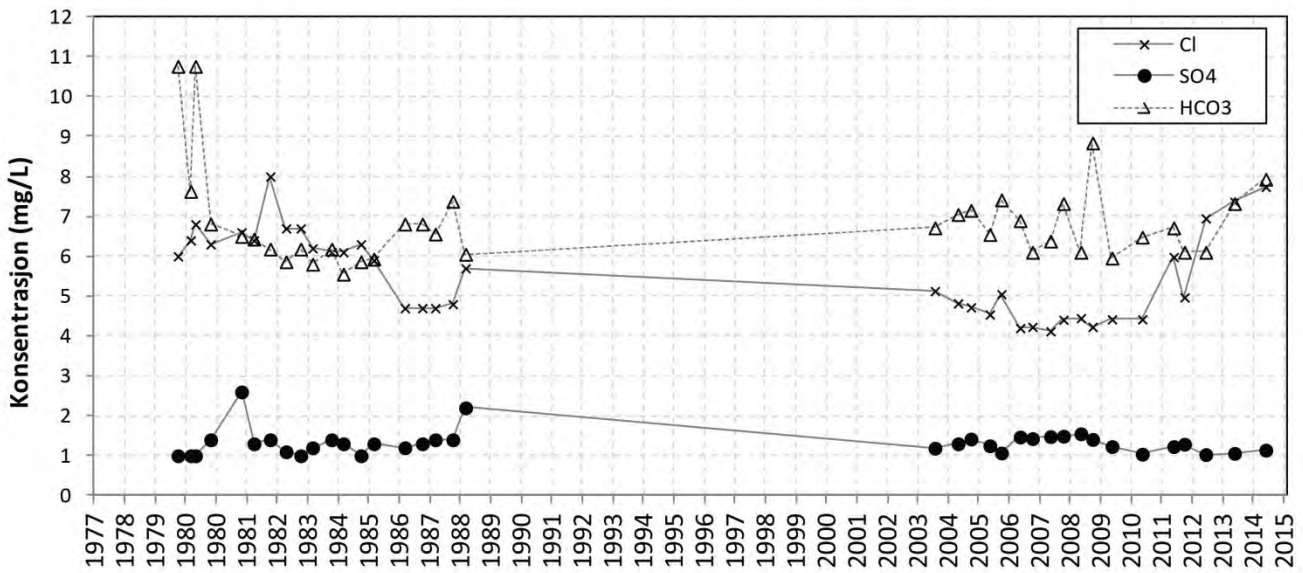
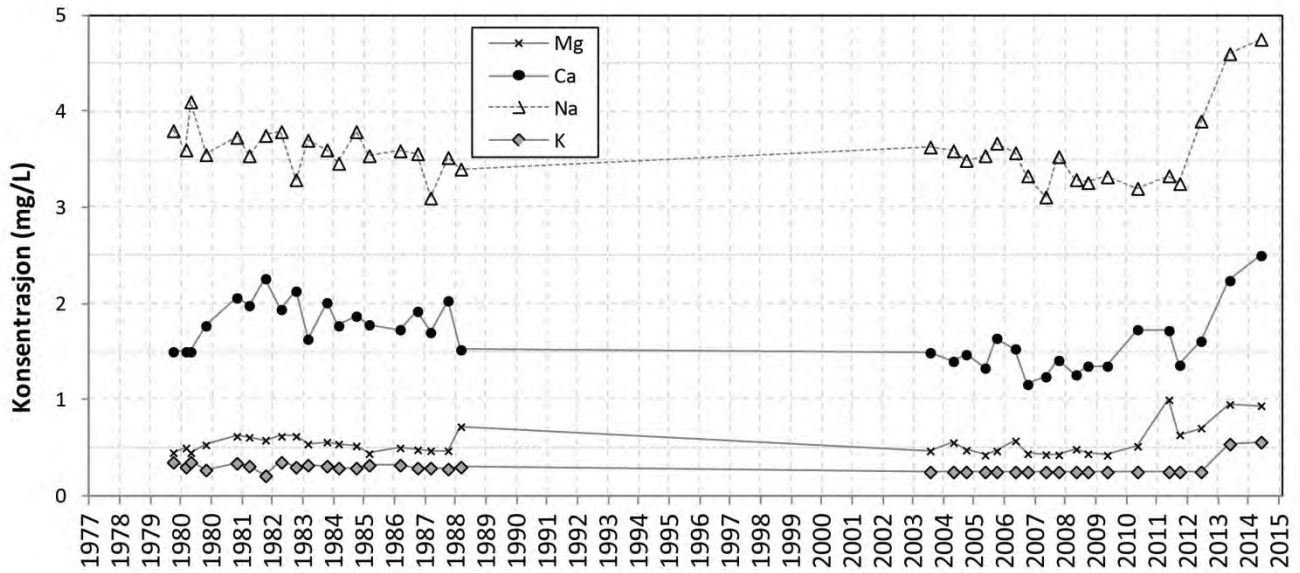




Tidsserie 31: Møsvatn

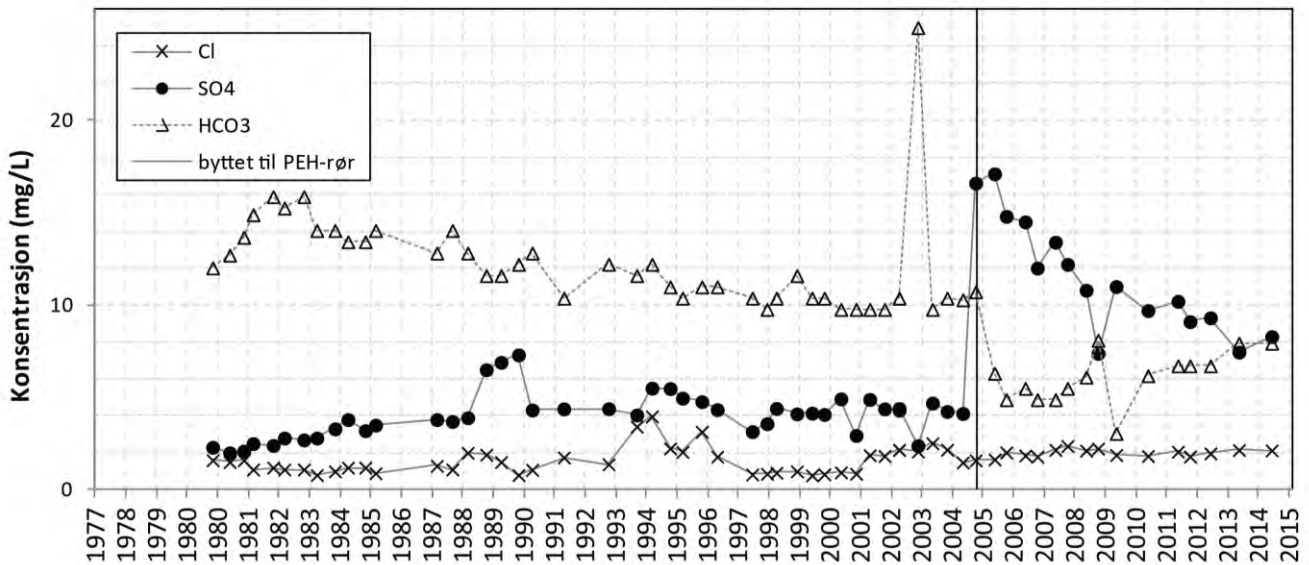
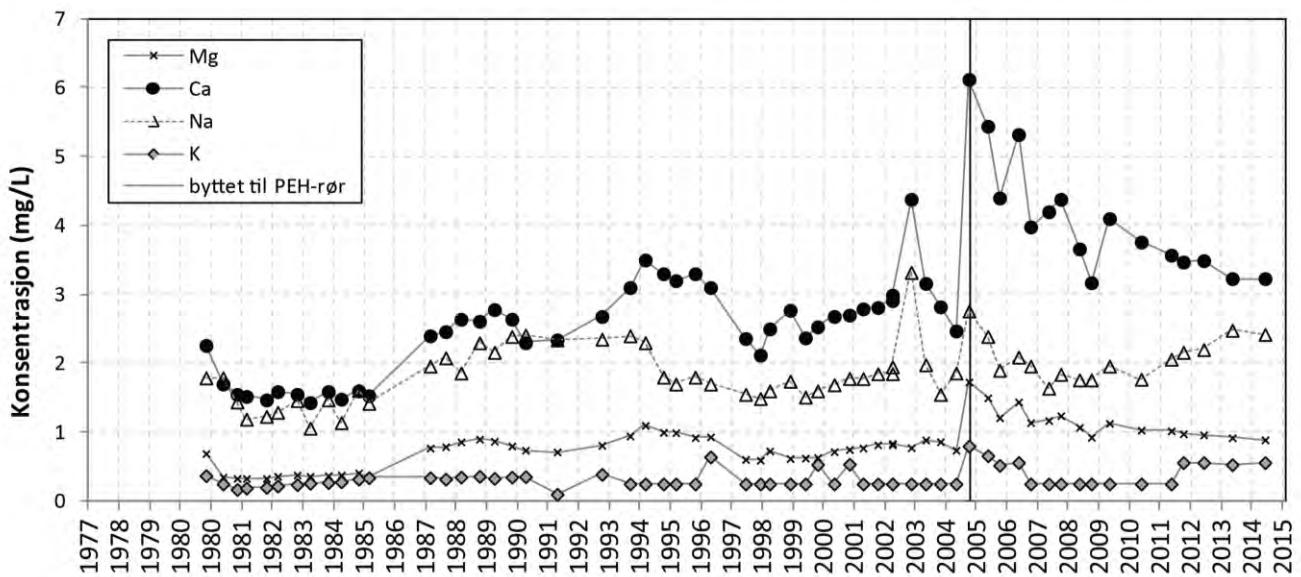
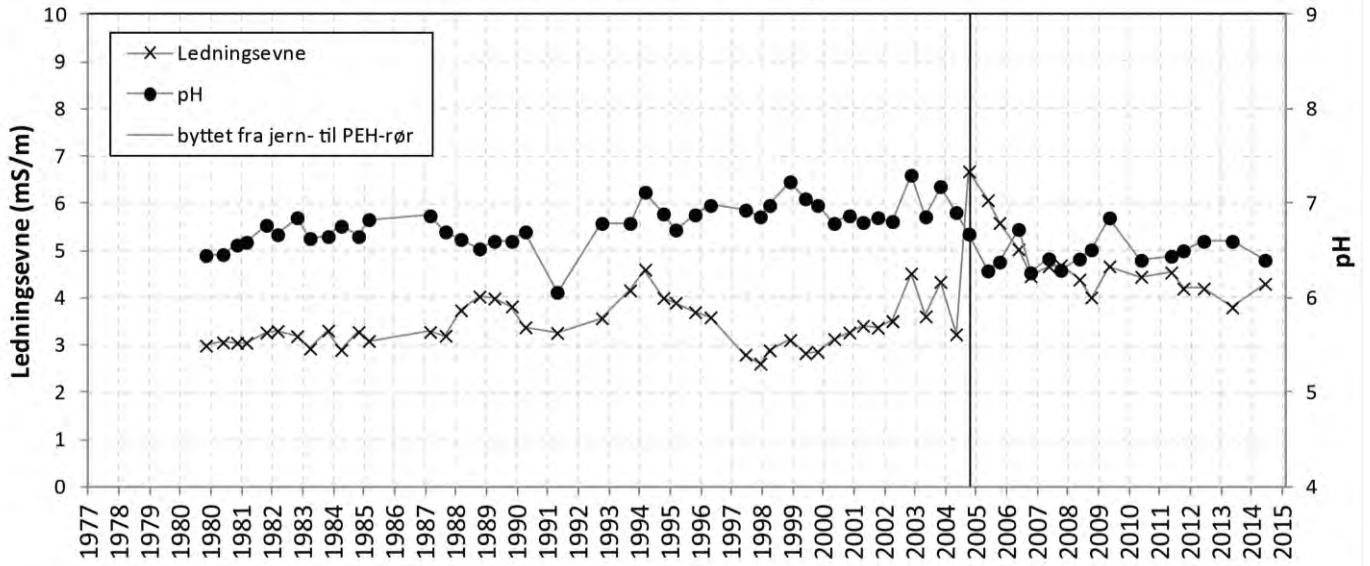
Nordfjordeid - kilde i løsmasse (Breelvvavsetning)



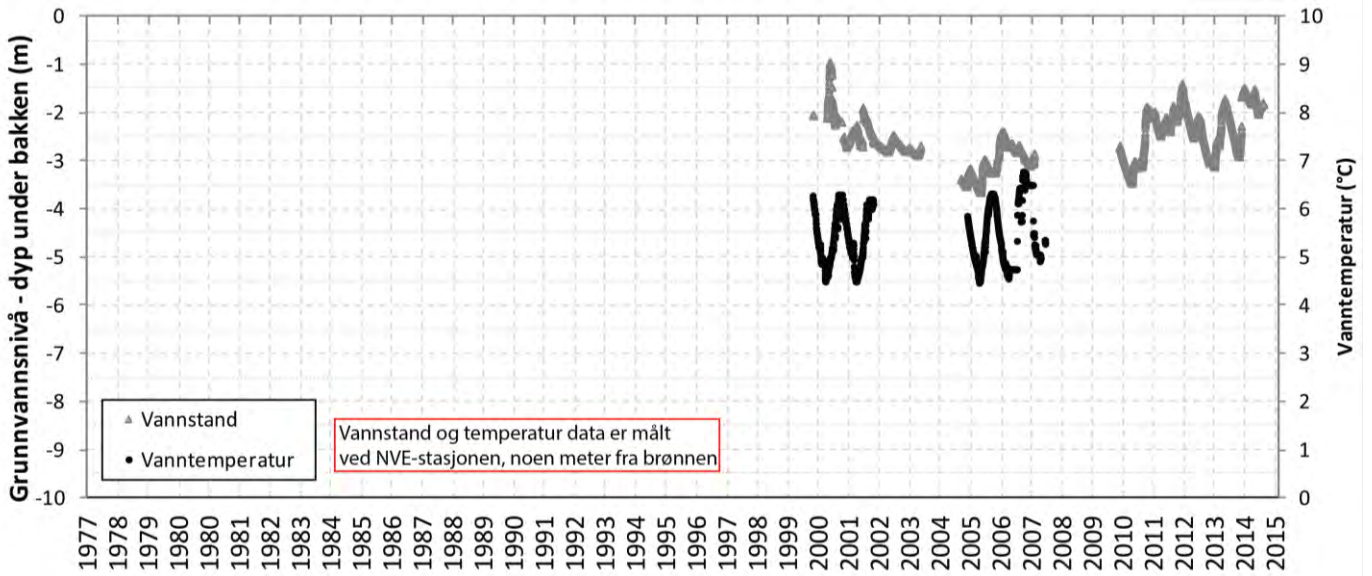


Tidsserie 32: Nordfjordeid

Nordmoen - PEH-brønn i løsmasse (Vindavsetning)

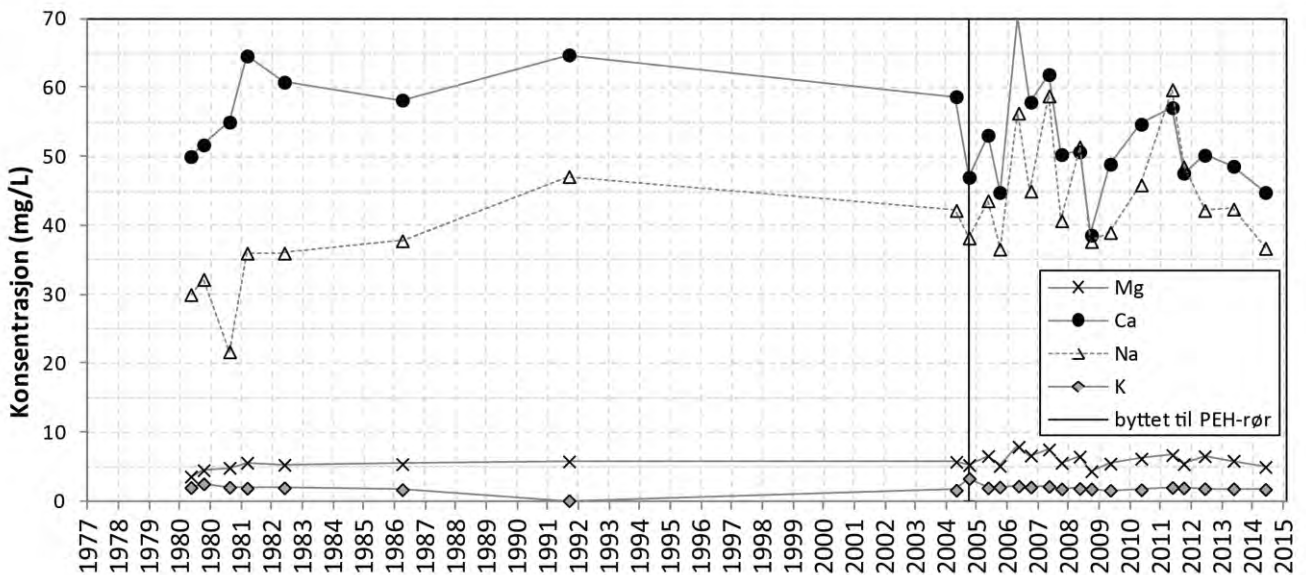
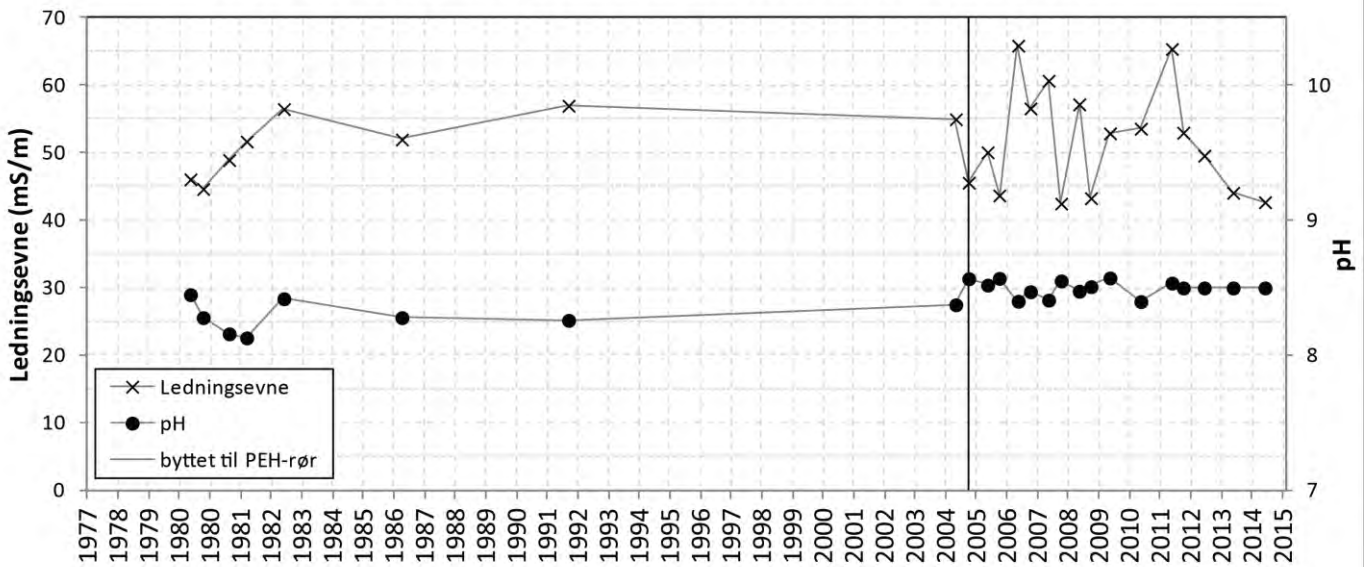


Tidsserier for pH, ledningsevne, hovedkationer og hovedanioner

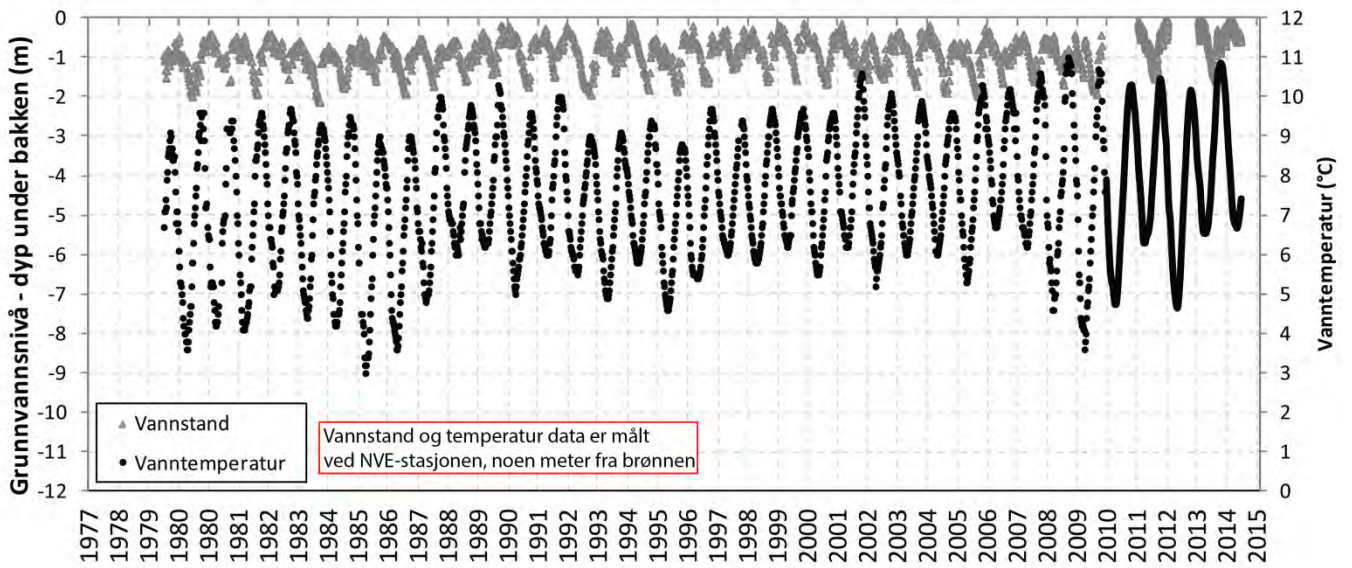
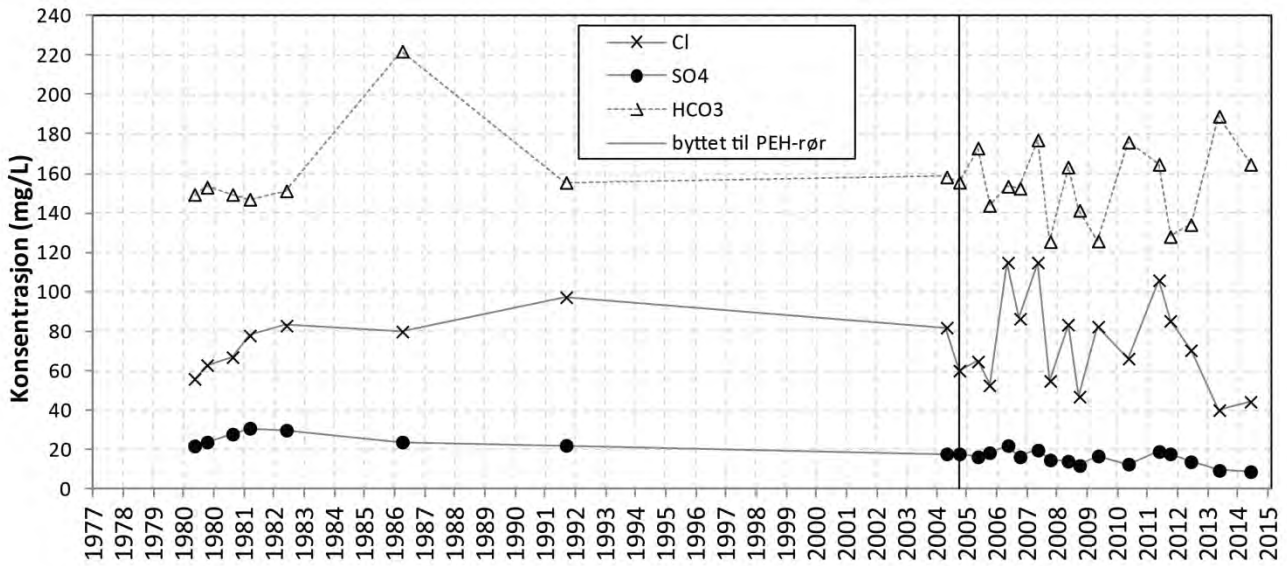


Tidsserie 33: Nordmoen

Orresanden / Jæren - PEH-brønn i løsmasse (Vindavsetning)

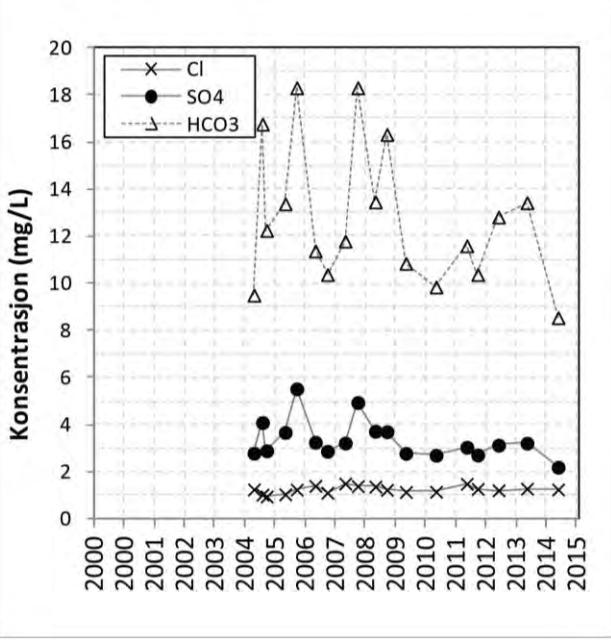
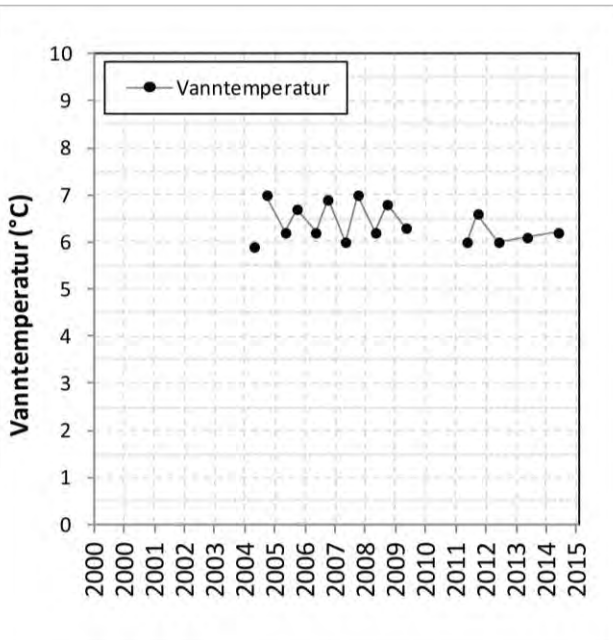
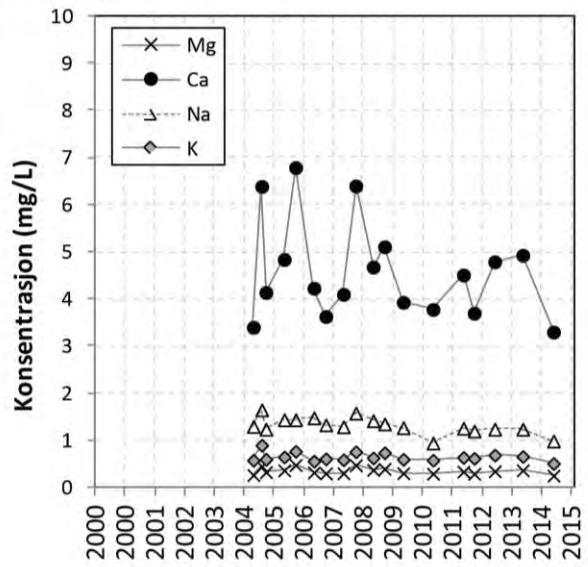
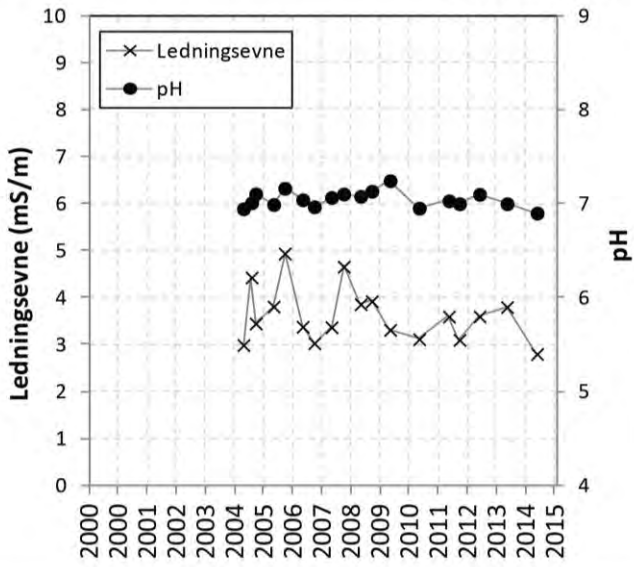


Tidsserier for pH, ledningsevne, hovedkationer og hovedanioner



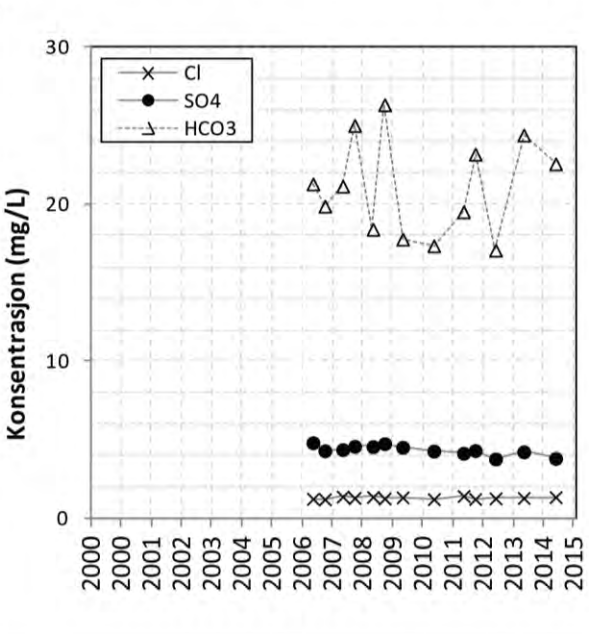
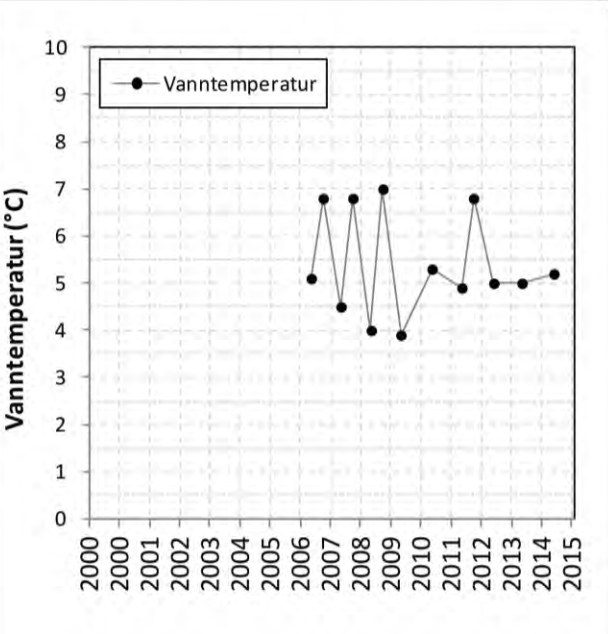
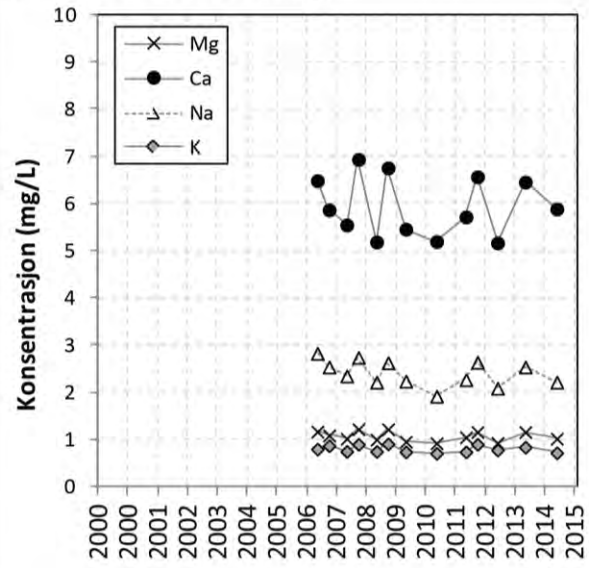
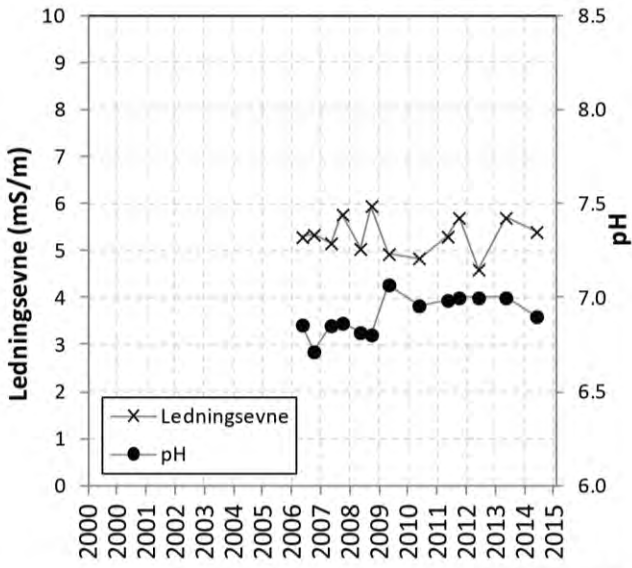
Tidsserie 34: Orresanden / Jæren

Osa - Kilde i løsmasse (Skred)



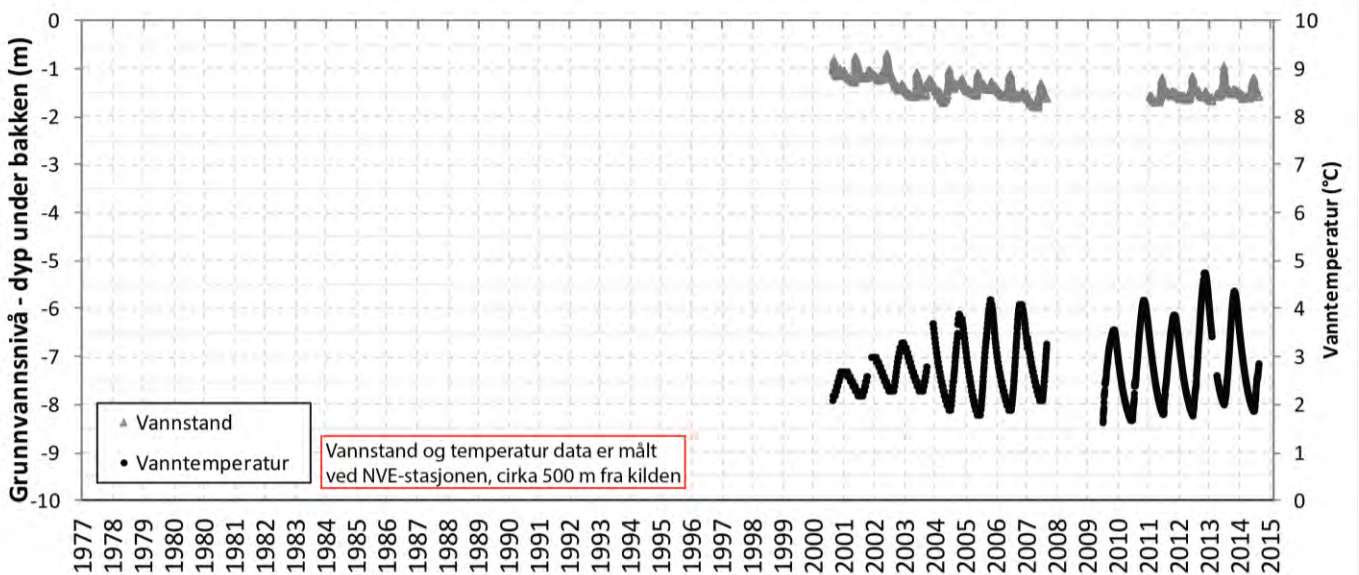
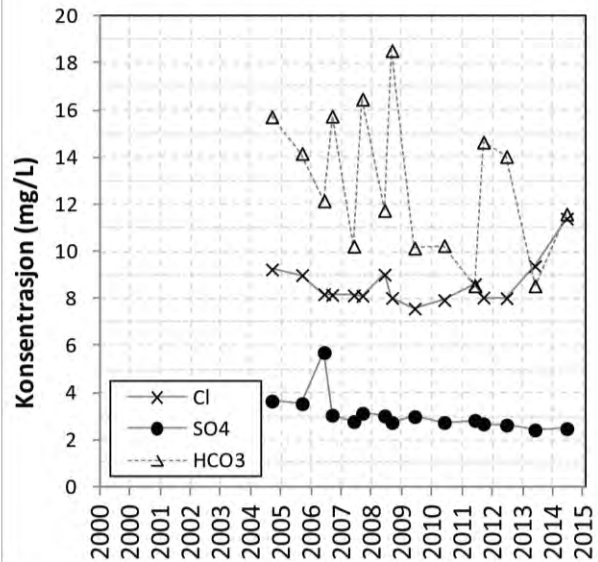
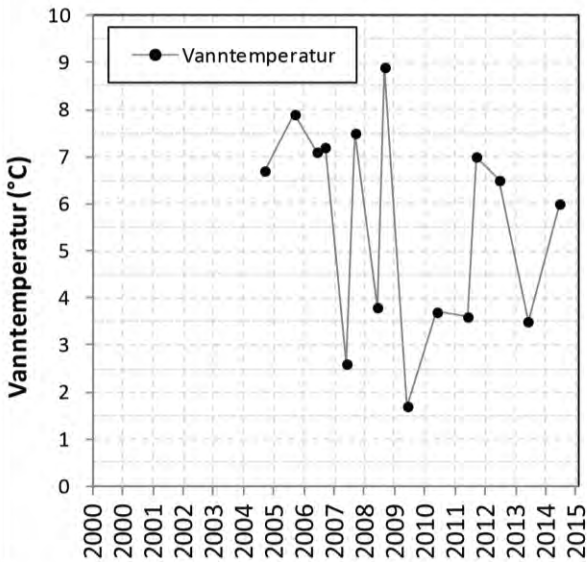
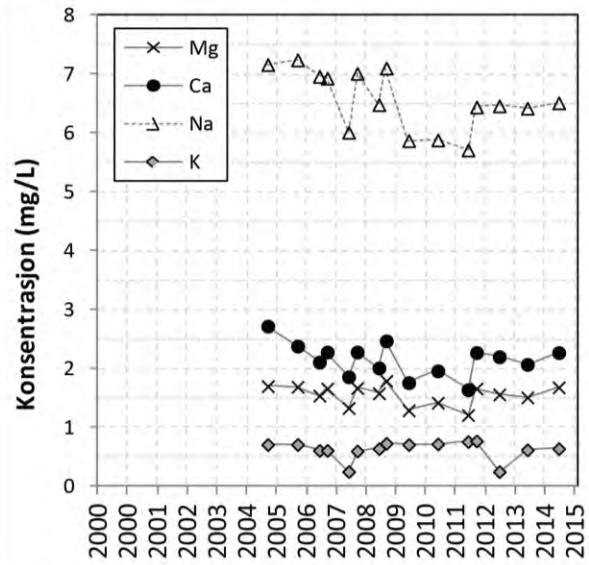
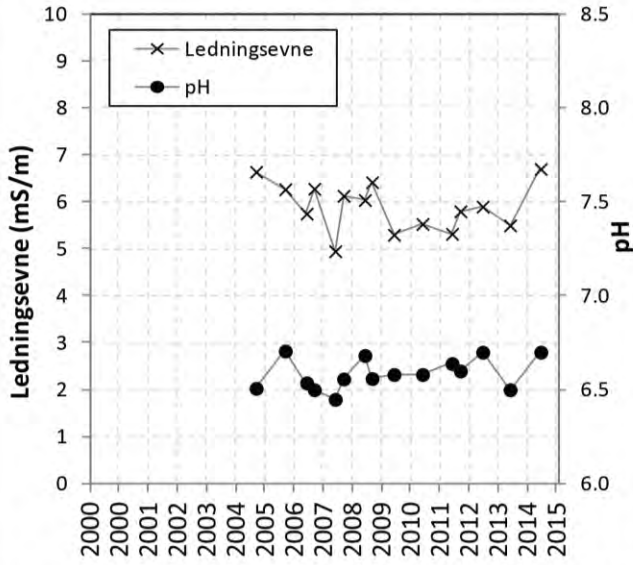
Tidsserie 35: Osa

Passebekk - Kilde i løsmasse (Breeløvsetning)



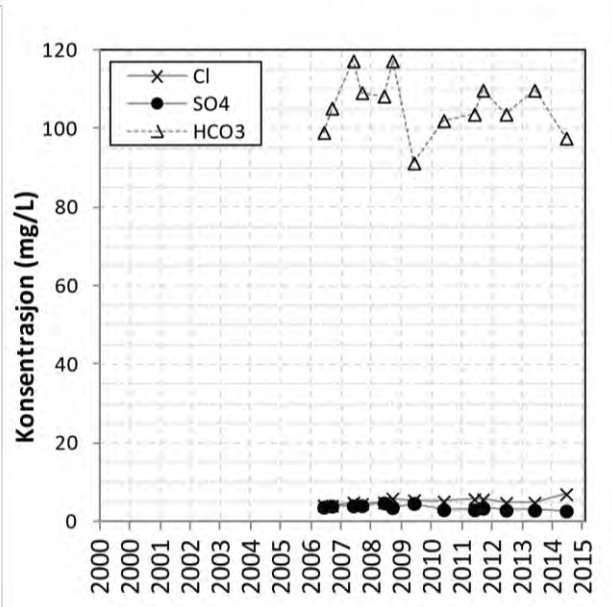
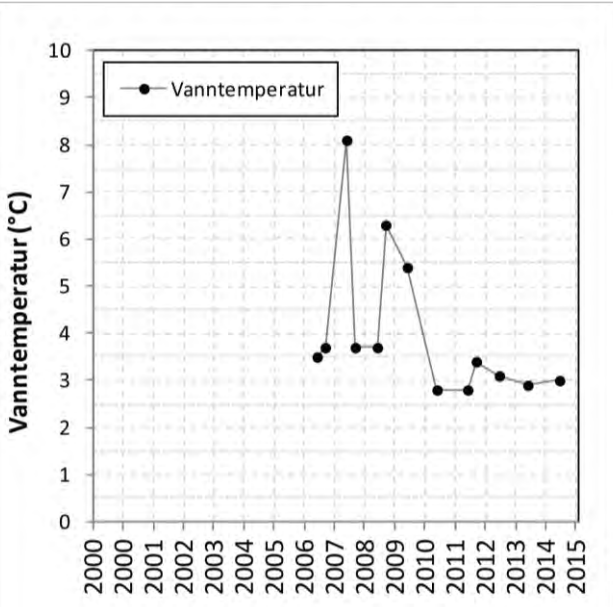
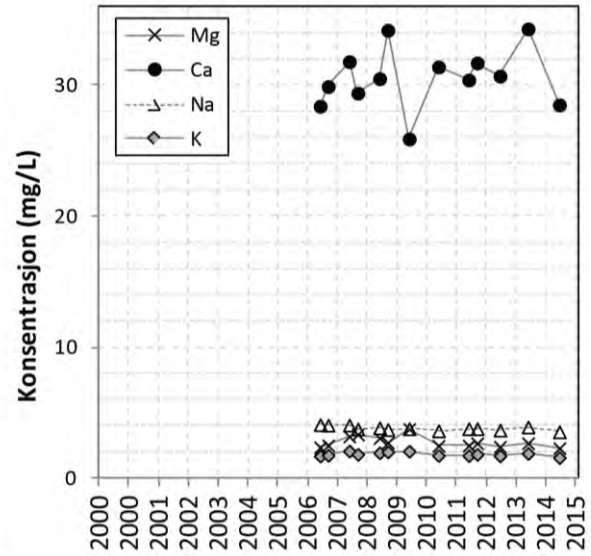
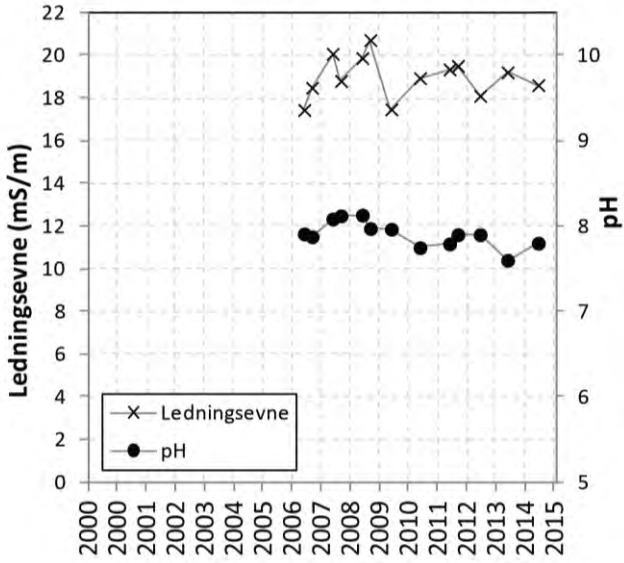
Tidsserie 36: Passebekk

Petterlund-Tana - Kilde i løsmasse (Morene)



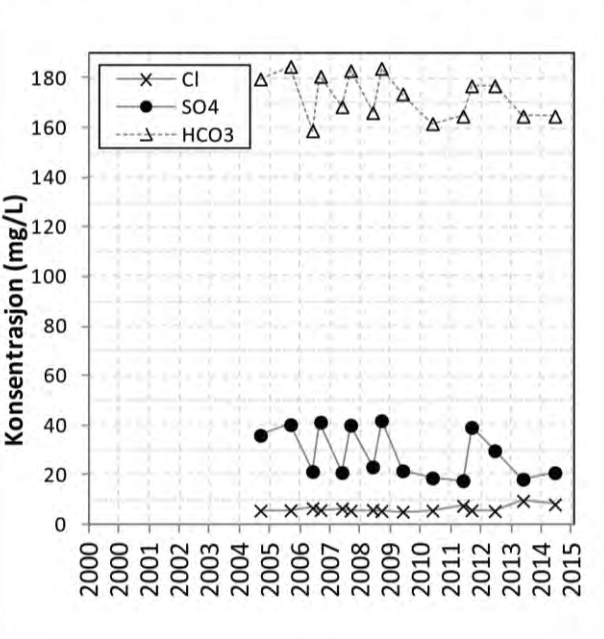
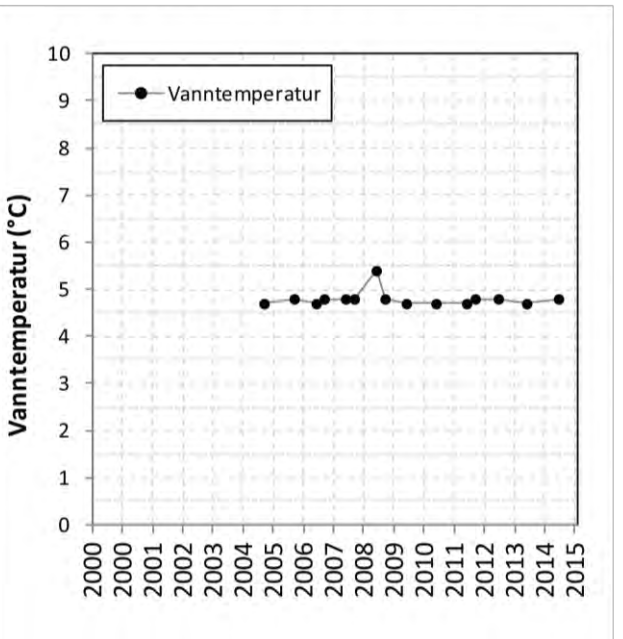
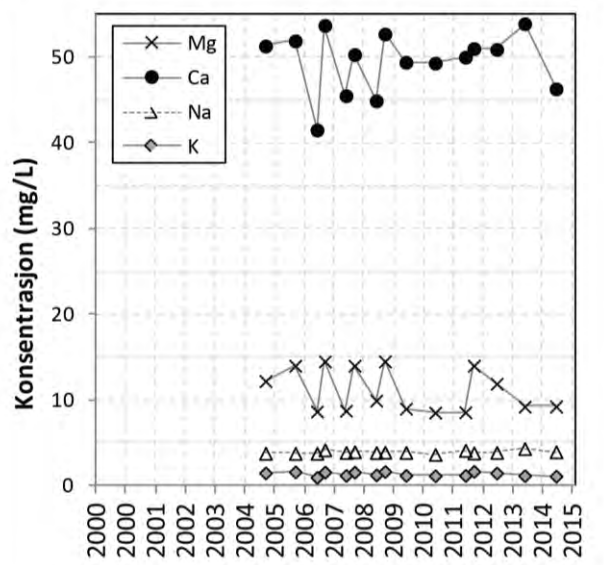
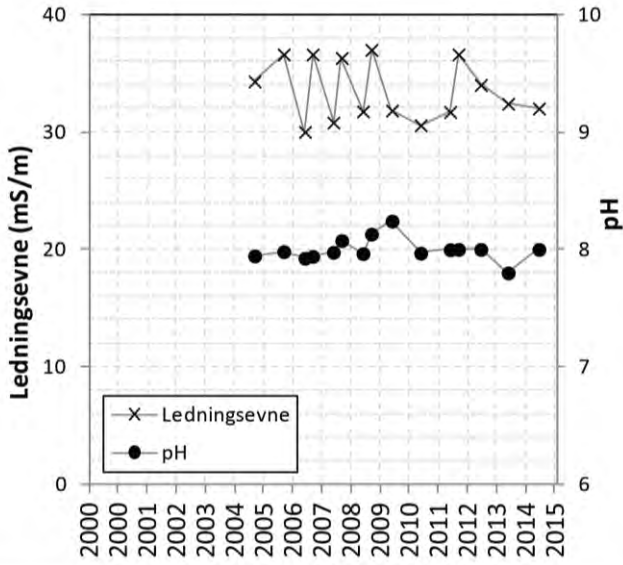
Tidsserie 37: Petterlund-Tana

Ramfjordmoen - Kilde i løsmasse (Brelvavsetning)

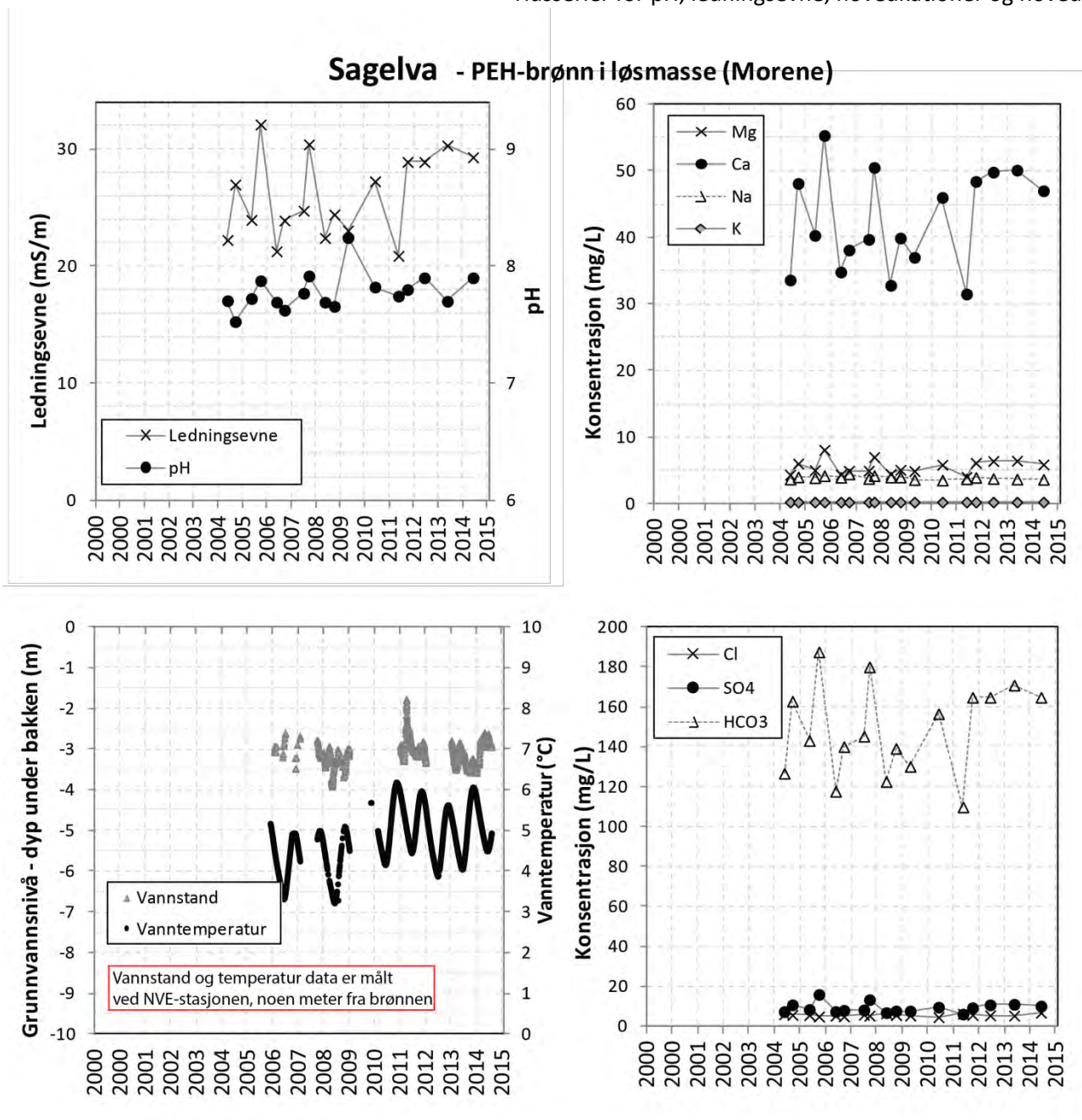


Tidsserie 38: Ramfjordmoen

Rognan - Kilde i fjell

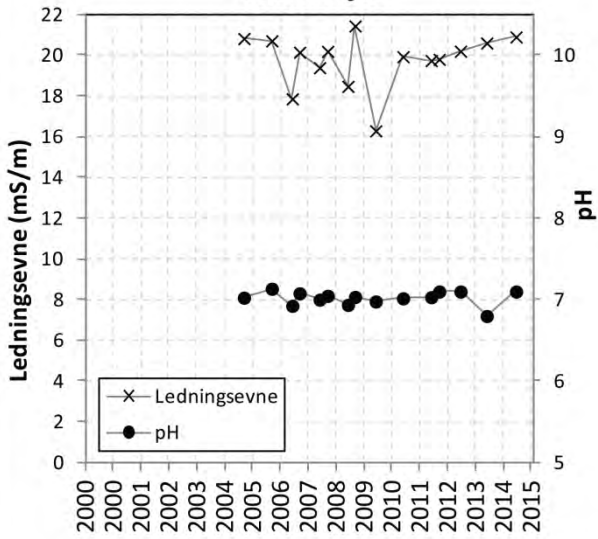


Tidsserie 39: Rognan

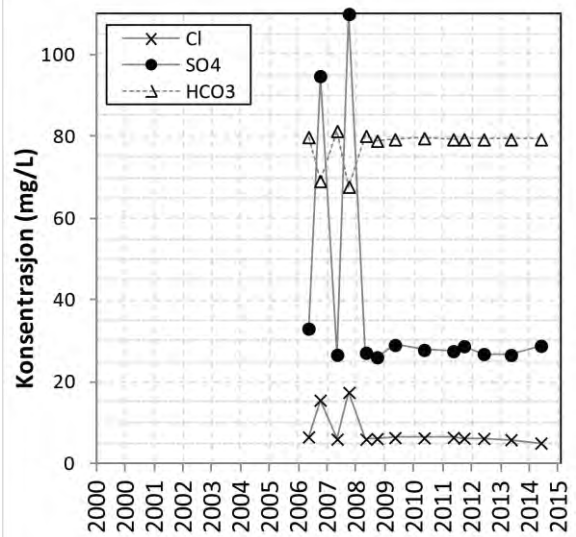
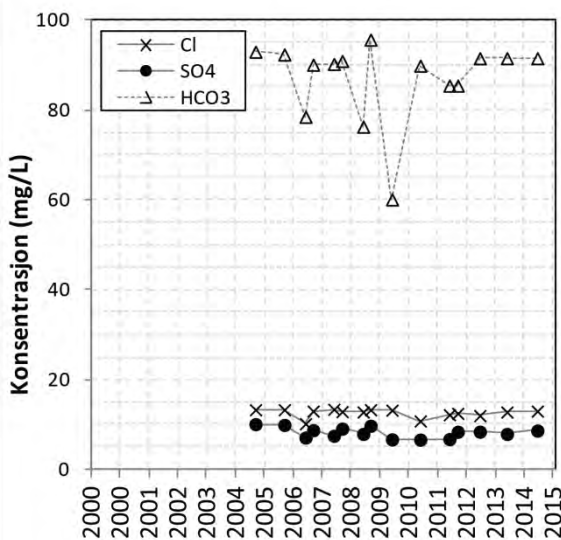
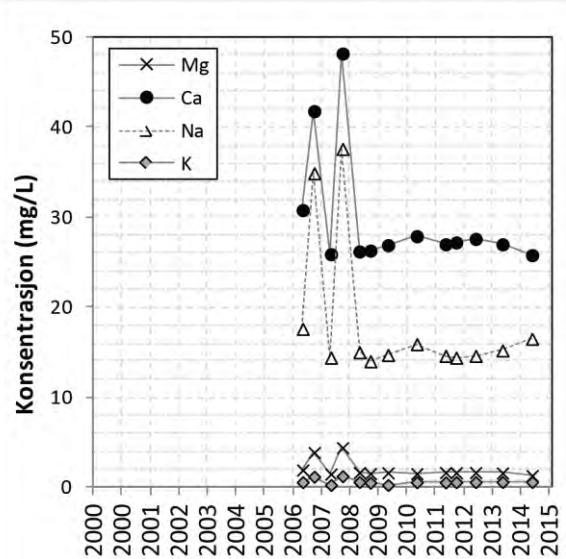
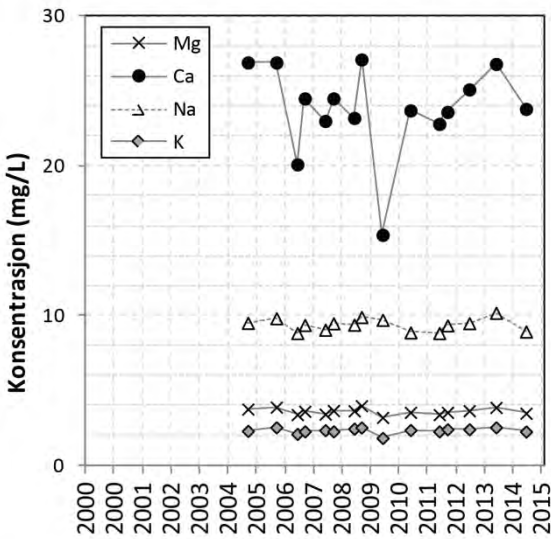
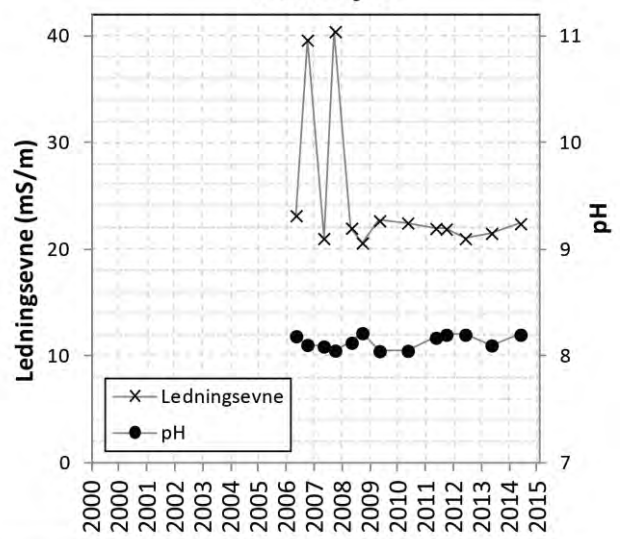


Tidsserie 40: Sagelva

Sekkemo
 Brønn i fjell



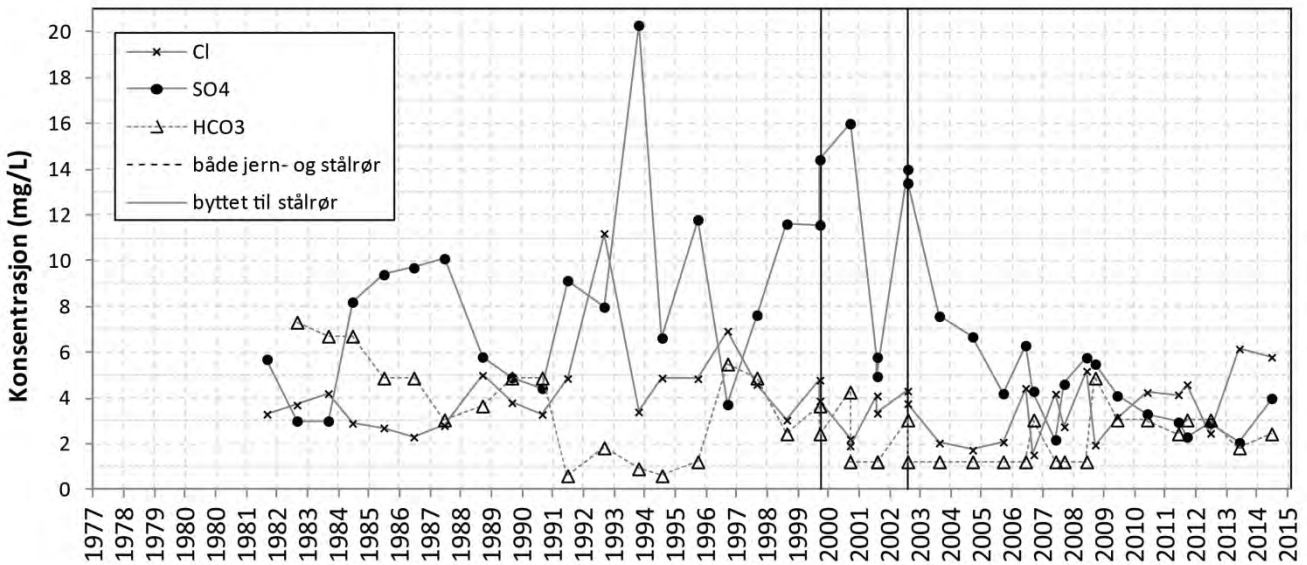
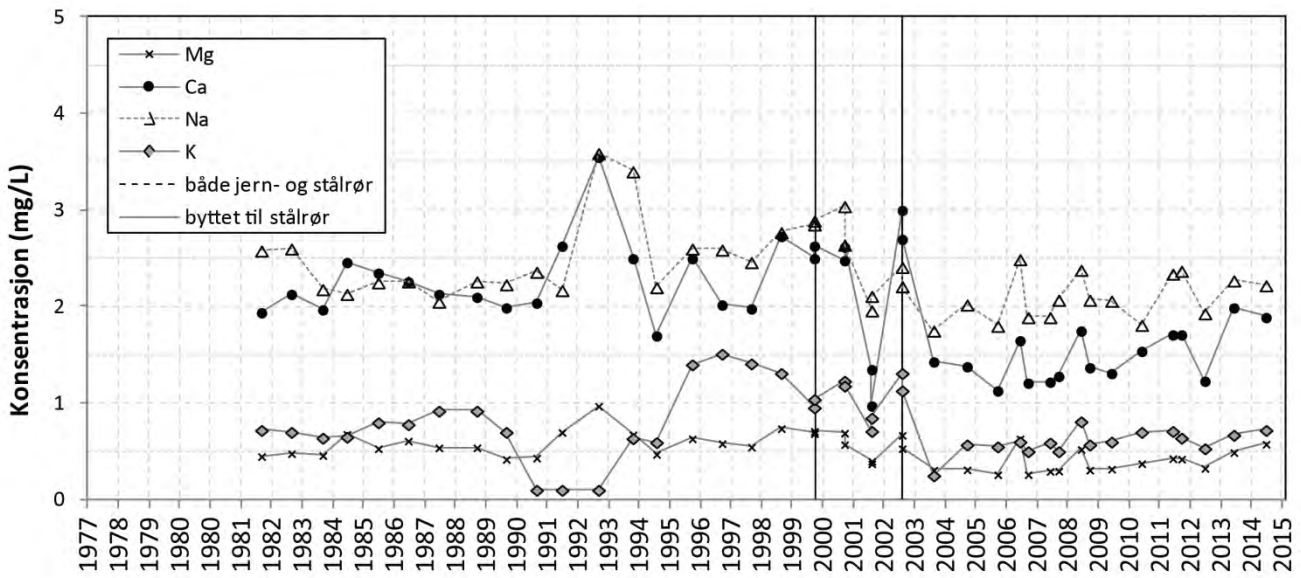
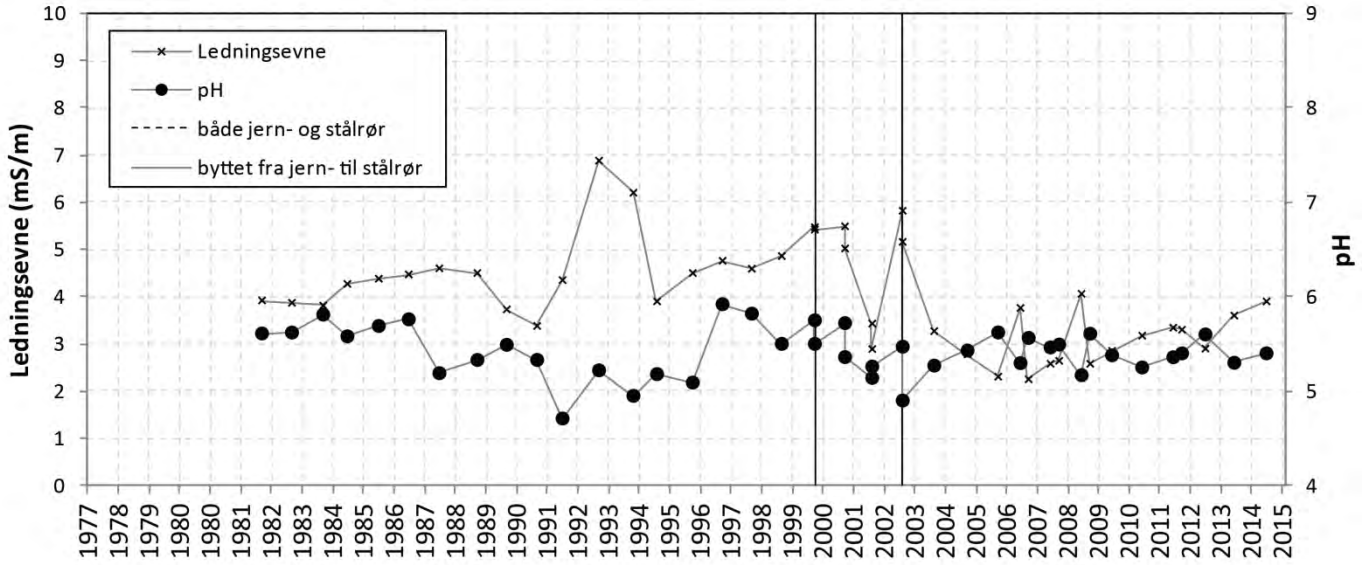
Sirdal
 Brønn i fjell

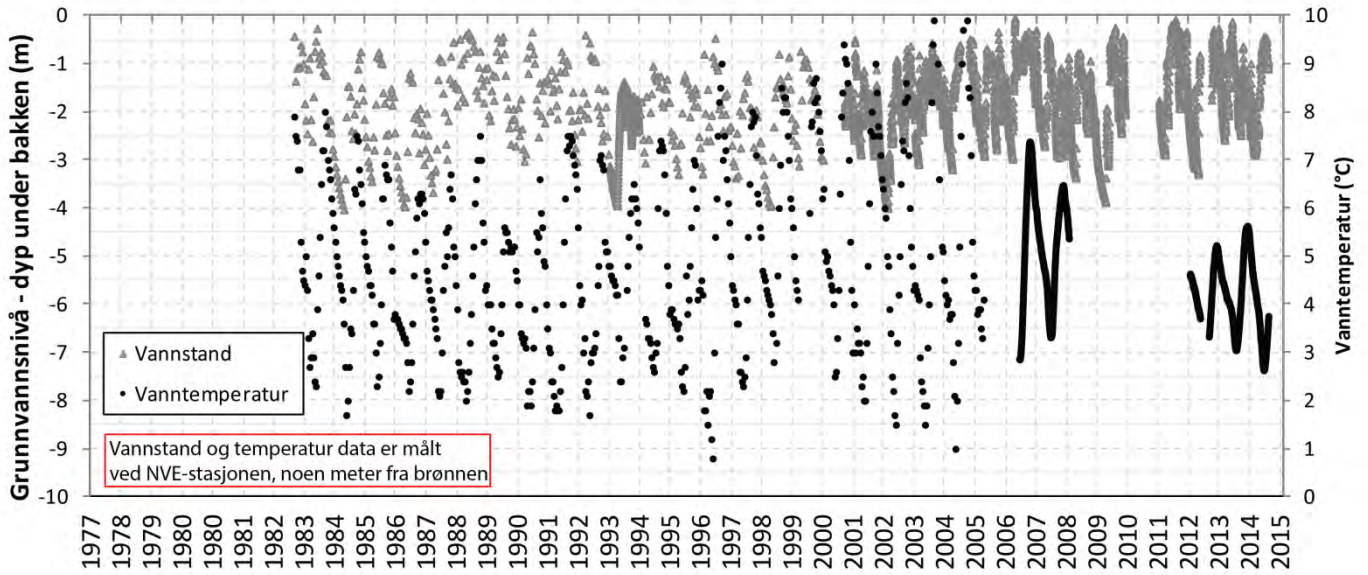


Tidsserie 41: Sekkemo

Tidsserie 42: Sirdal

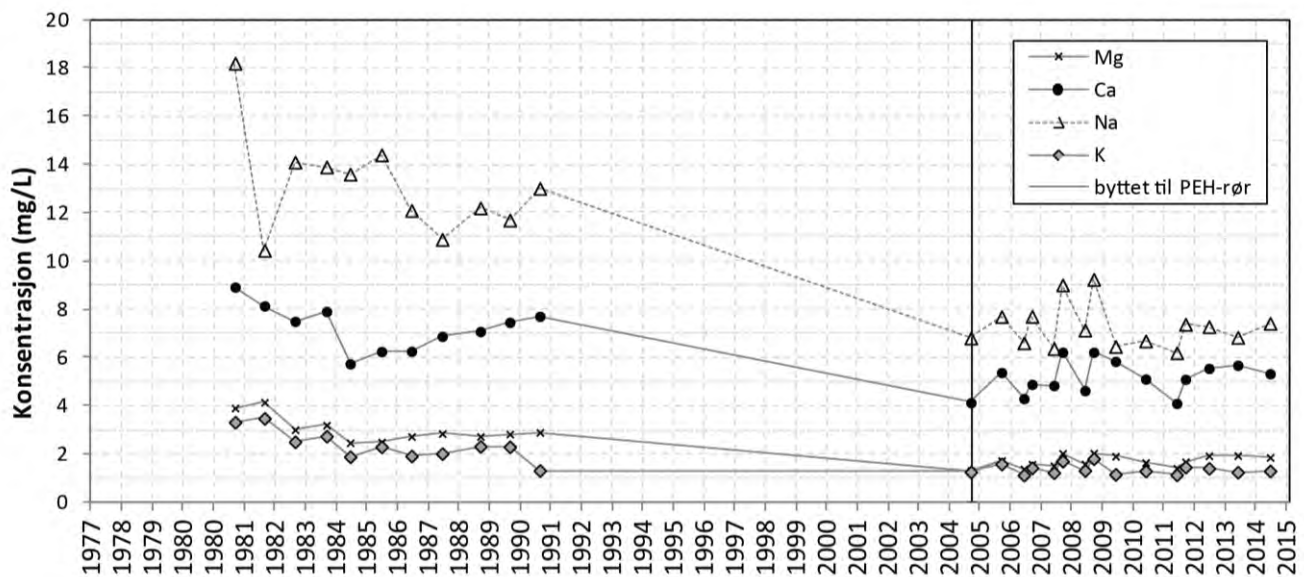
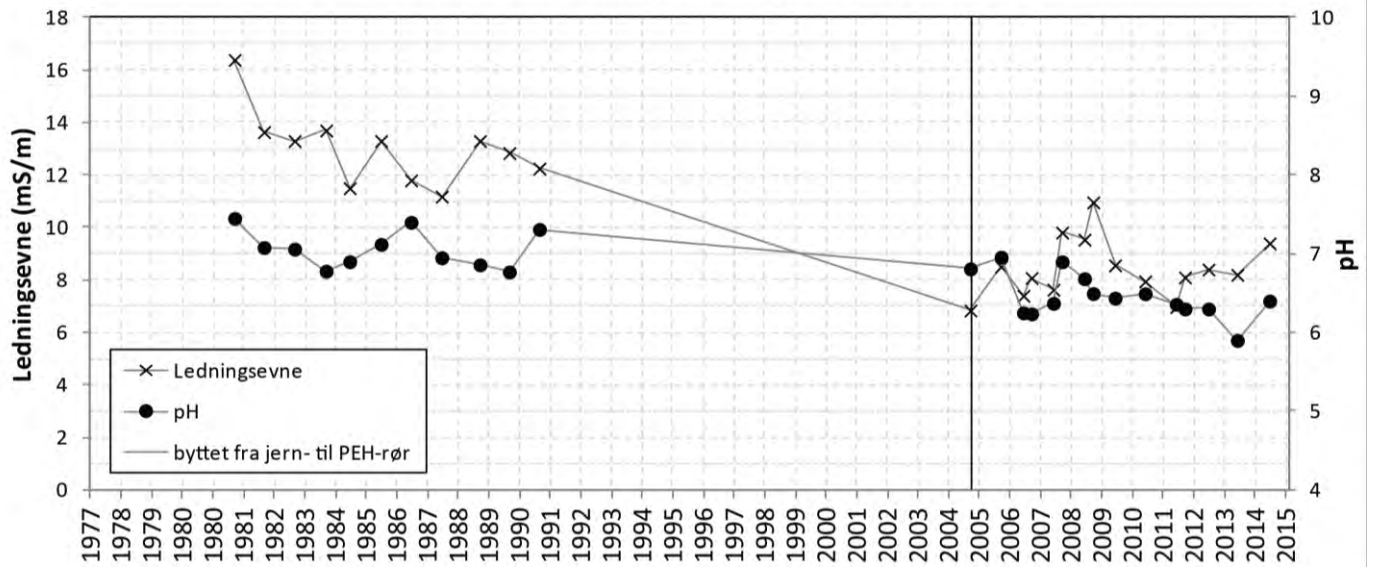
Skjomen - stålbrønn i løsmasse (Elveavsetning)

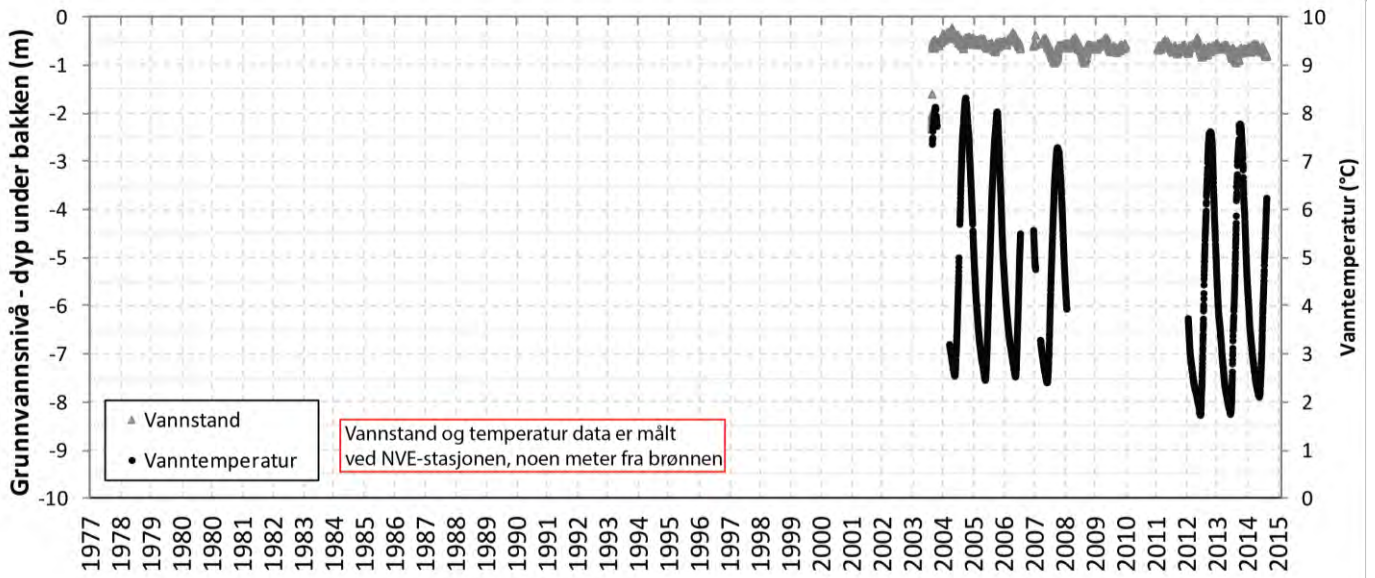
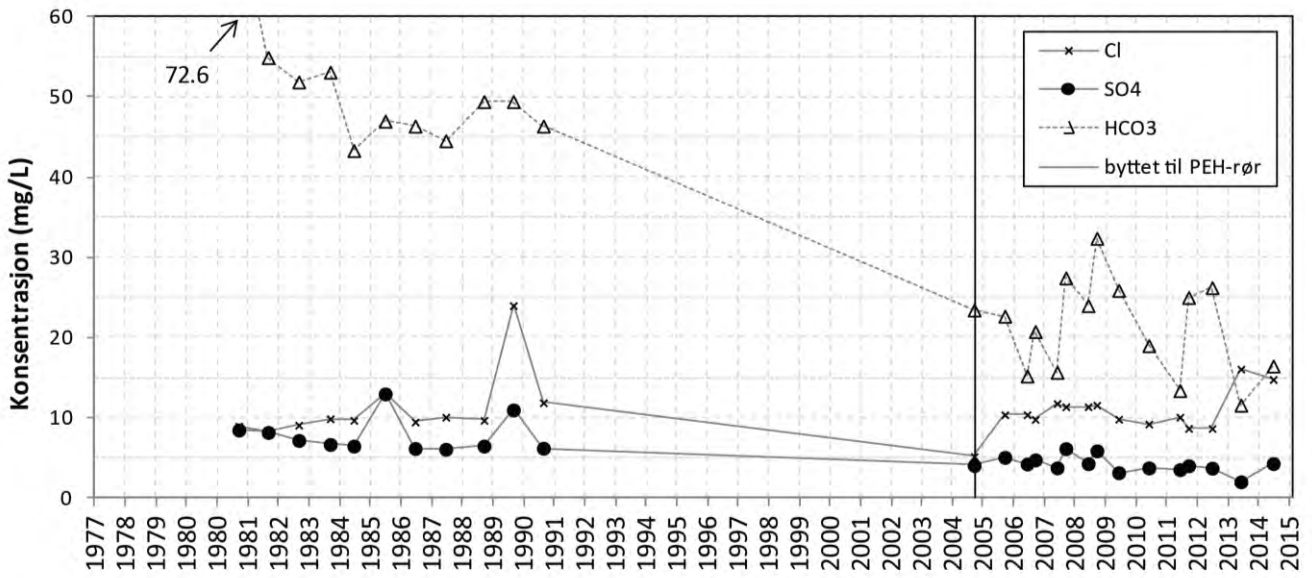




Tidsserie 43: Skjomen

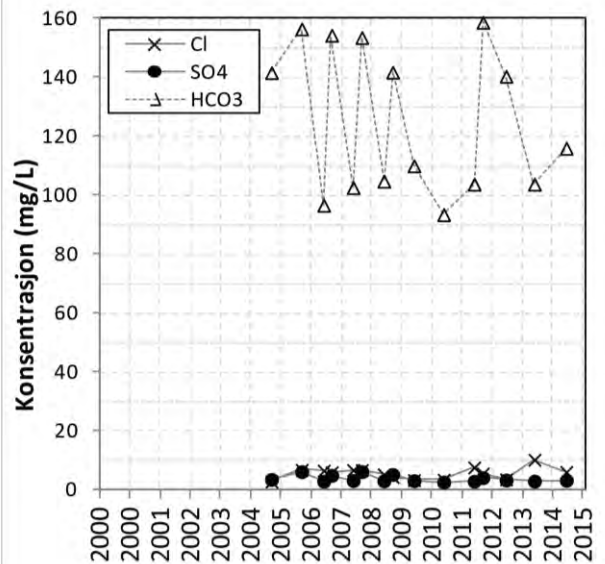
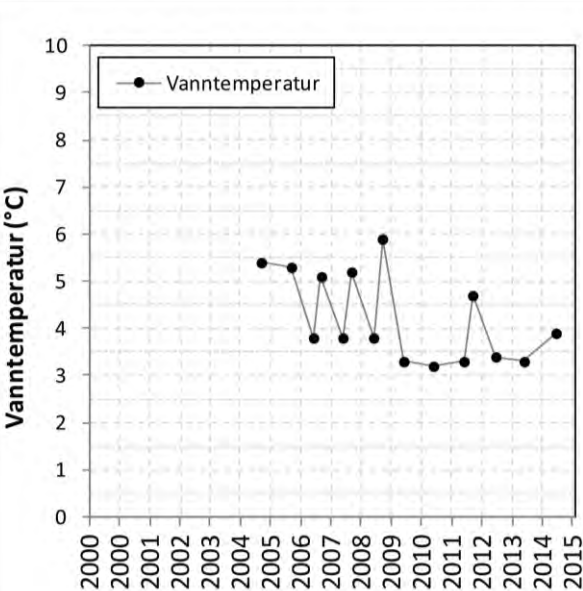
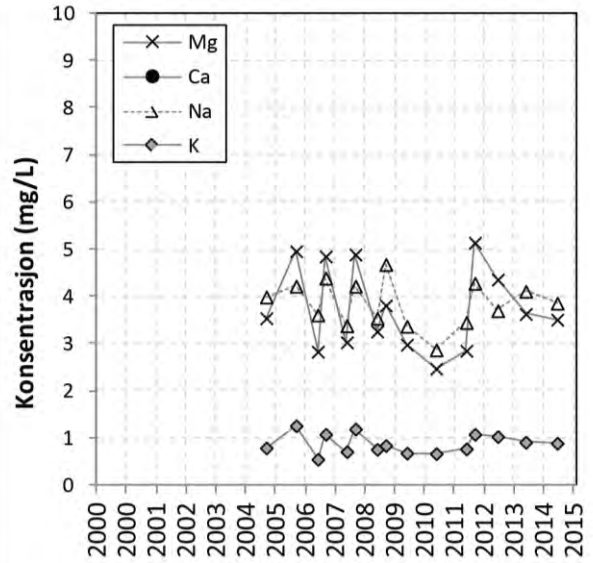
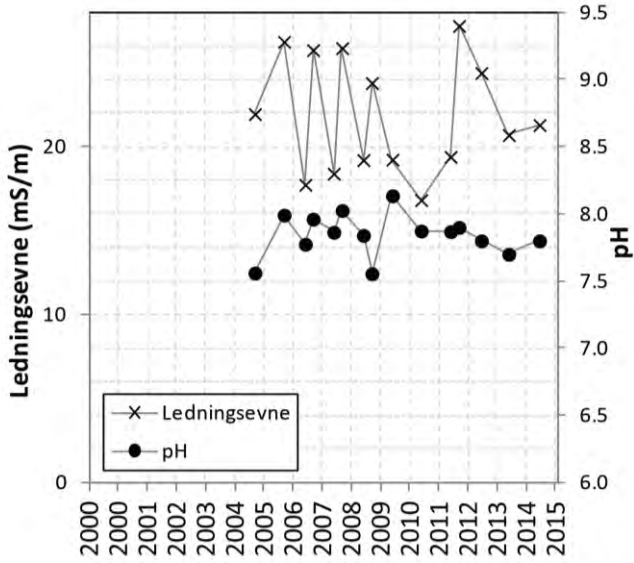
Sortland - PEH-brønn i løsmasse (Breelvvavsetning)





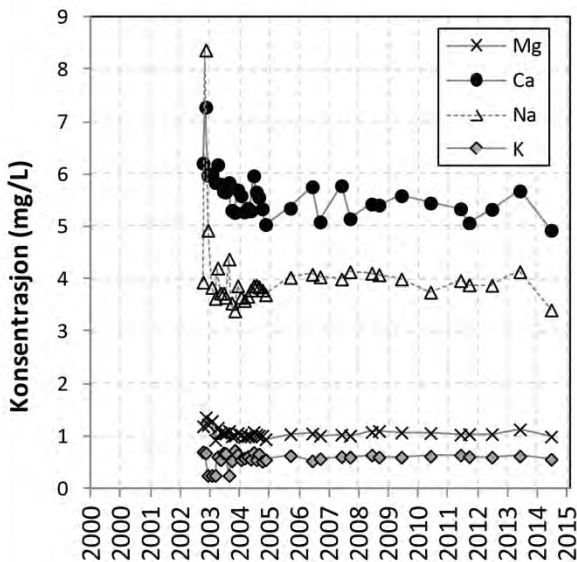
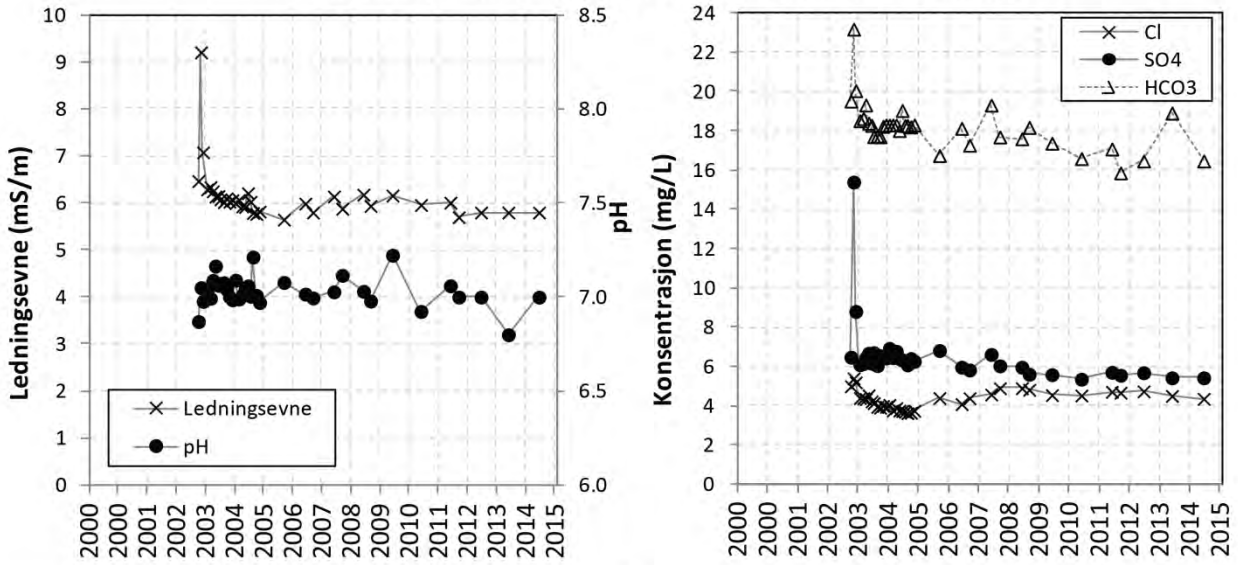
Tidsserie 44: Sortland

Stor-Alteren - Kilde i fjell



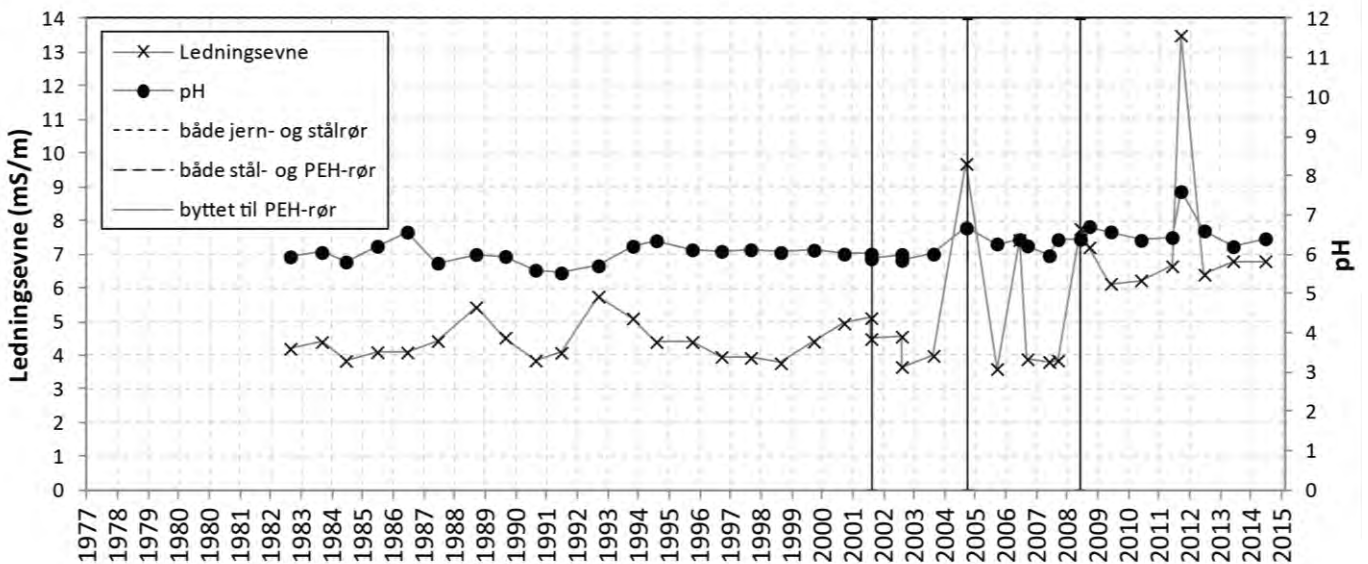
Tidsserie 45: Stor-Alteren

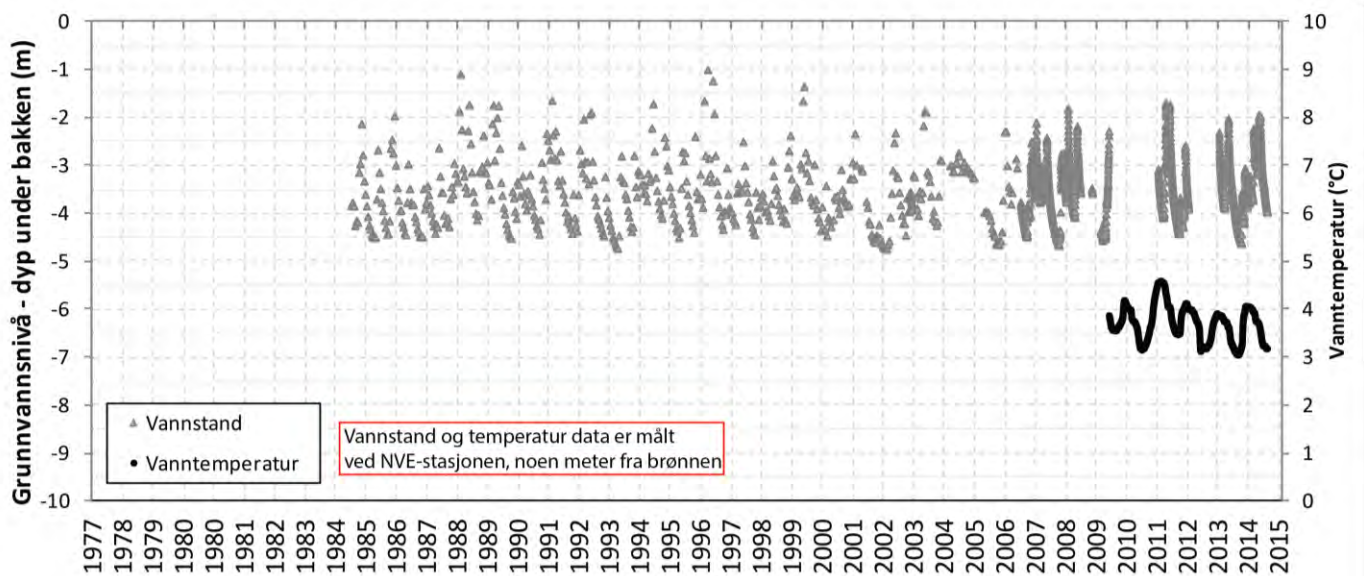
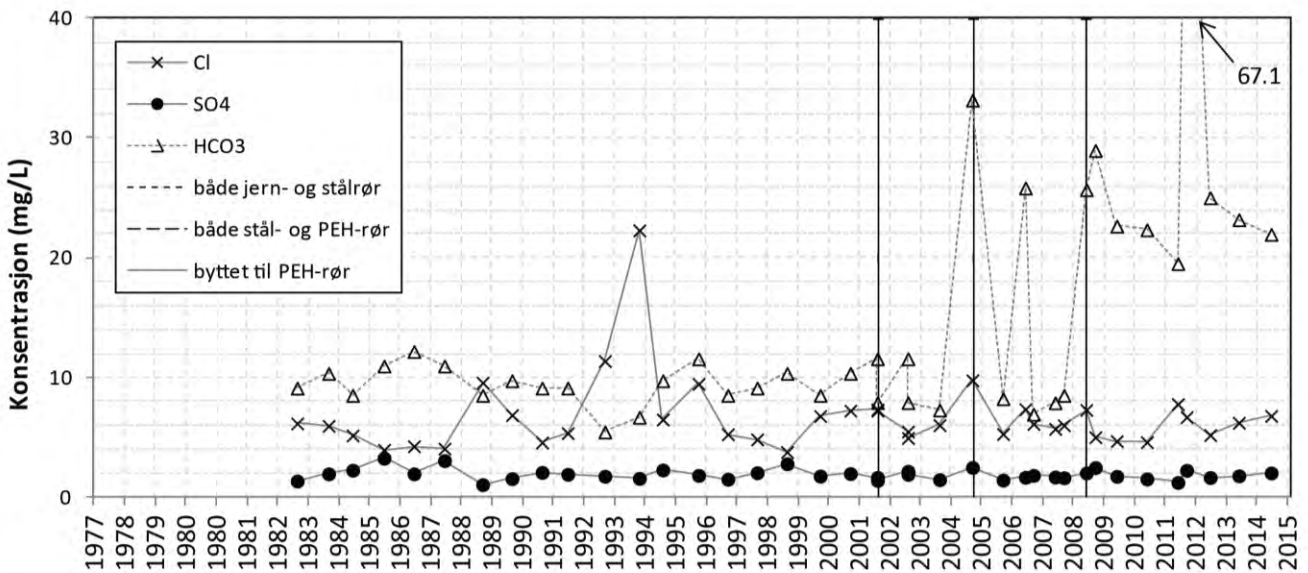
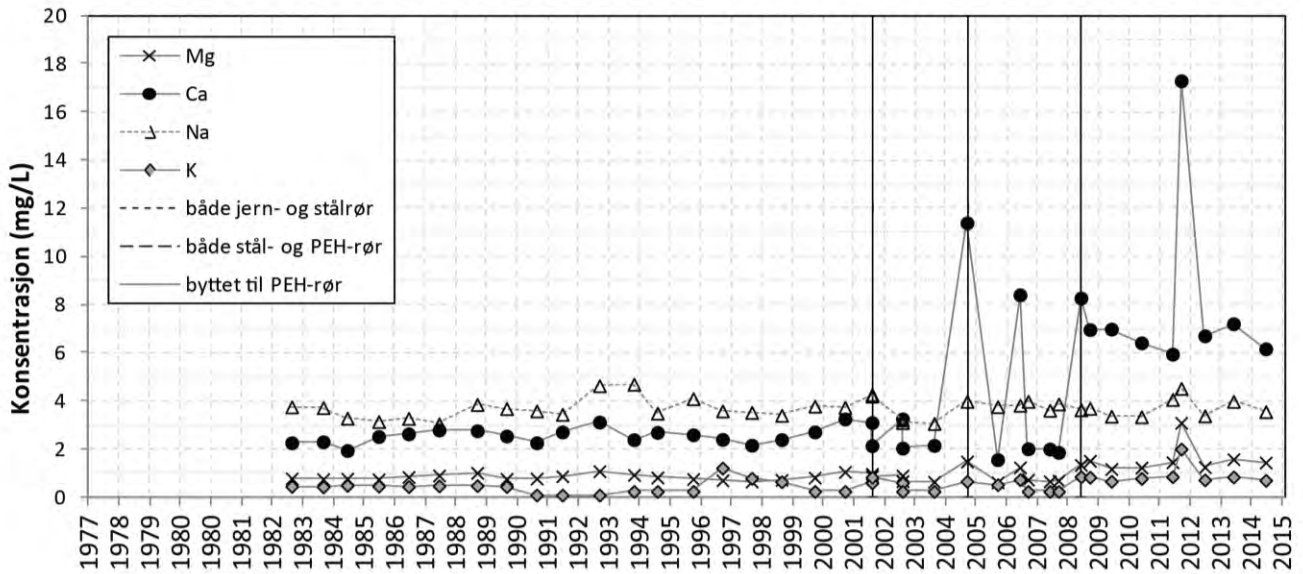
Svanvik - PEH-brønn i løsmasse (Breeløvsetning)



Tidsserie 46: Svanvik

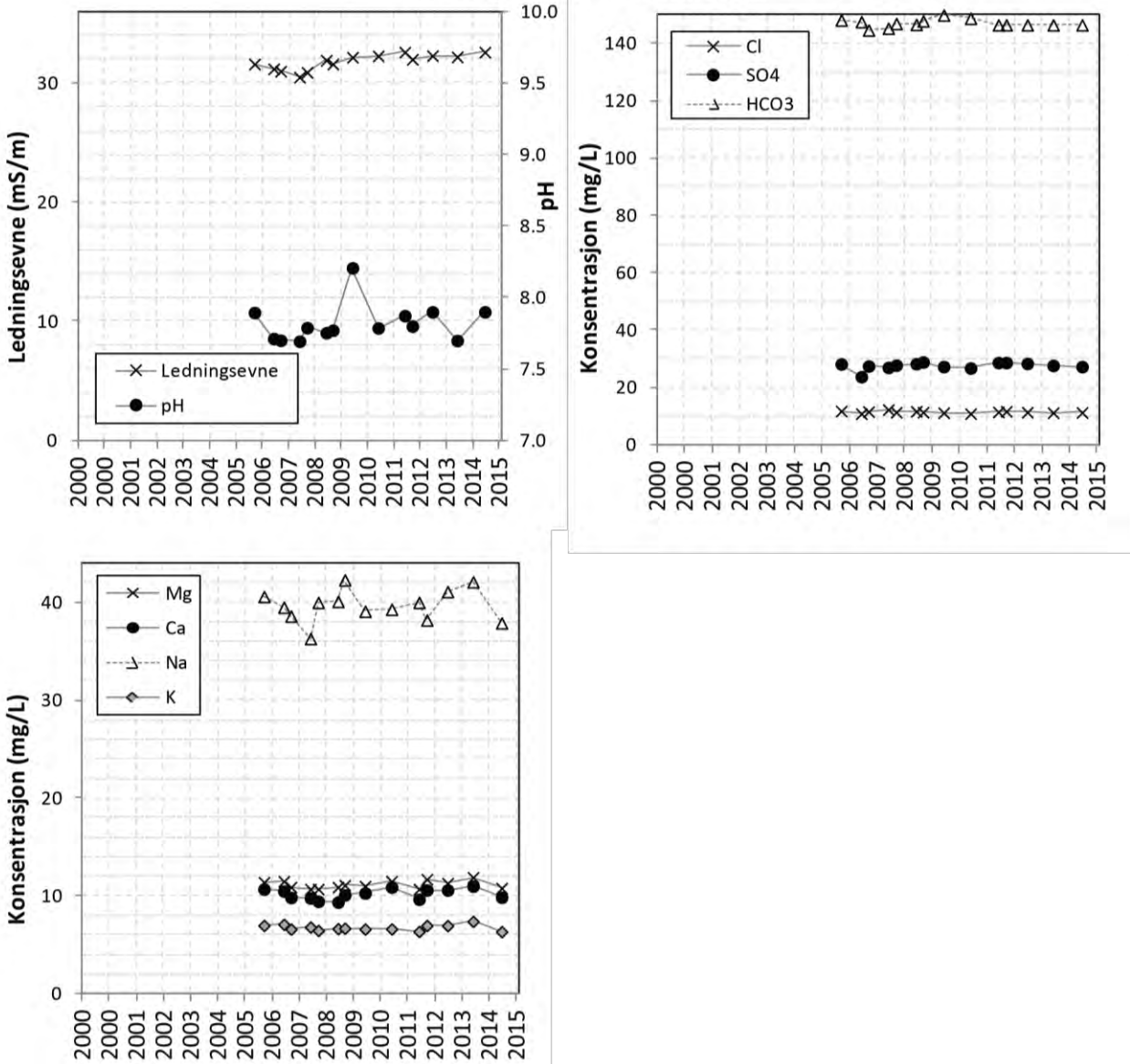
Svenningdal - PEH-brønn i løsmasse (Breeløvsetning)





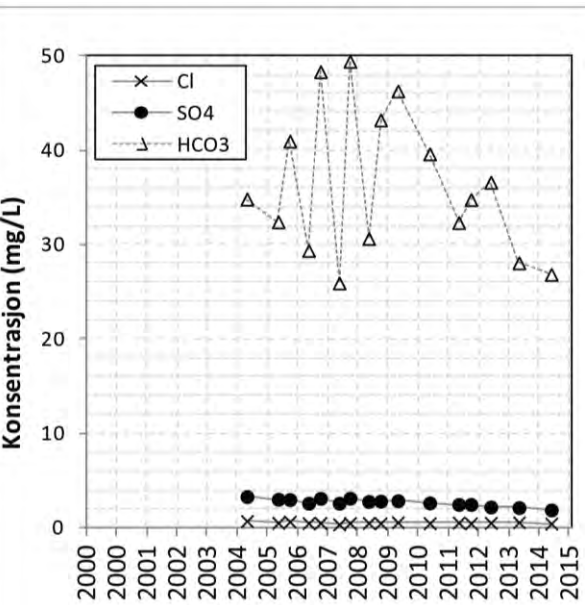
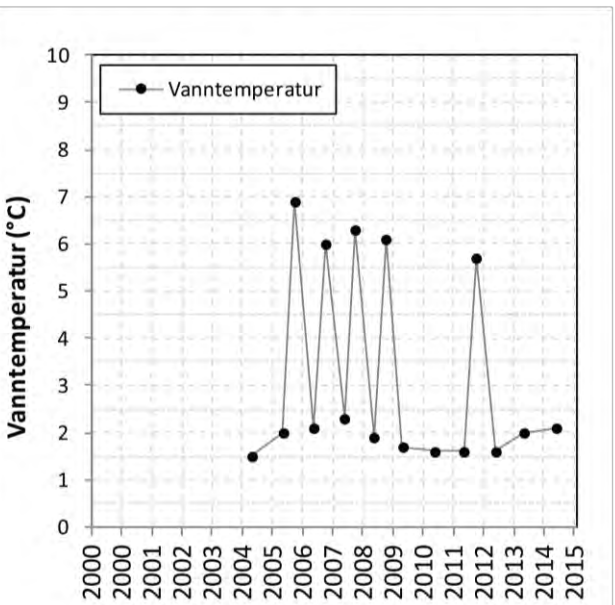
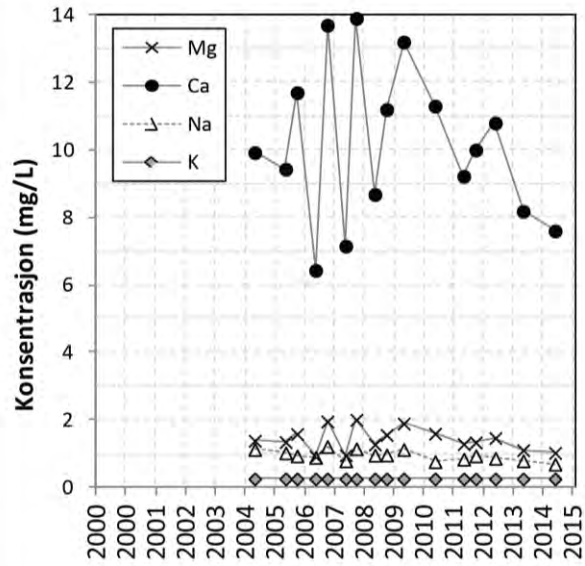
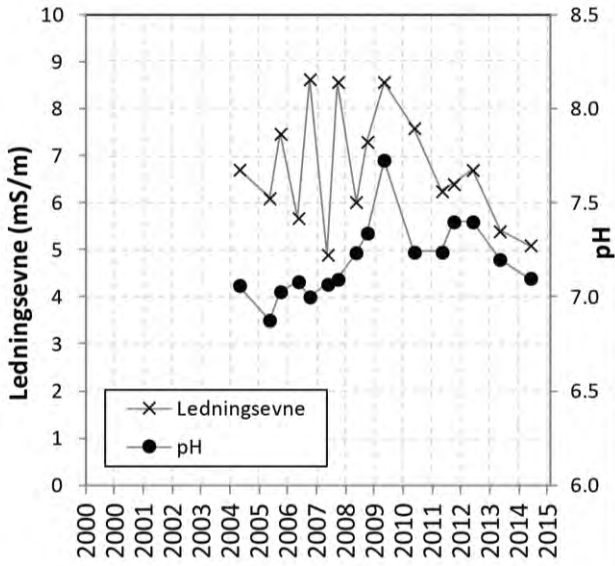
Tidsserie 47: Svenningdal

Torhop-Tana - Brønni fjell



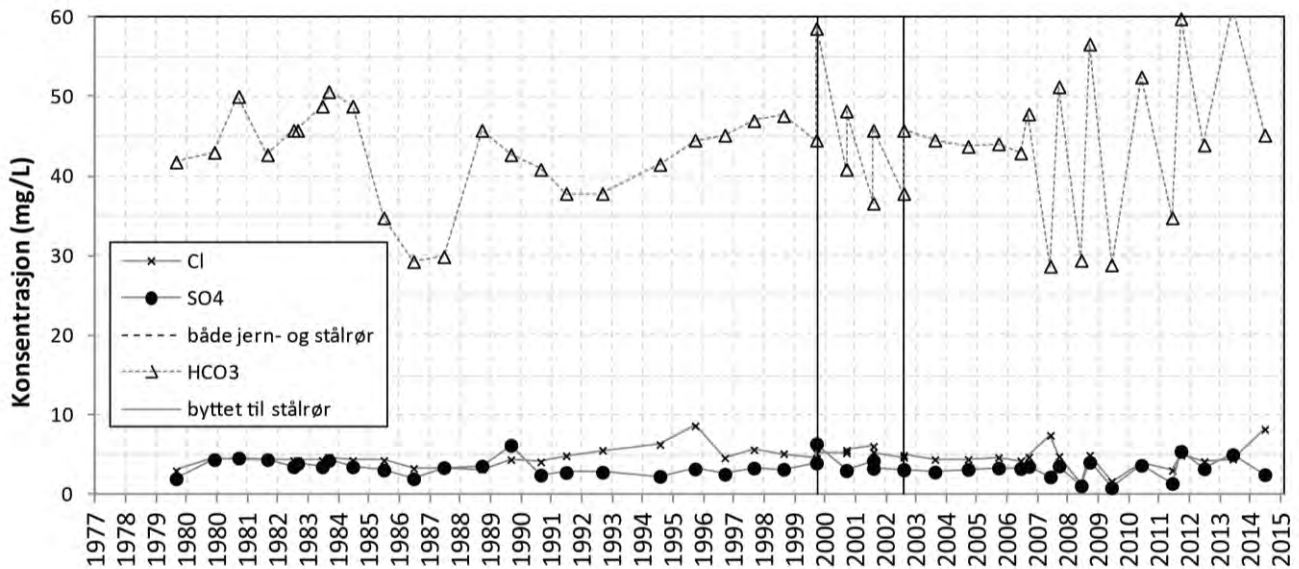
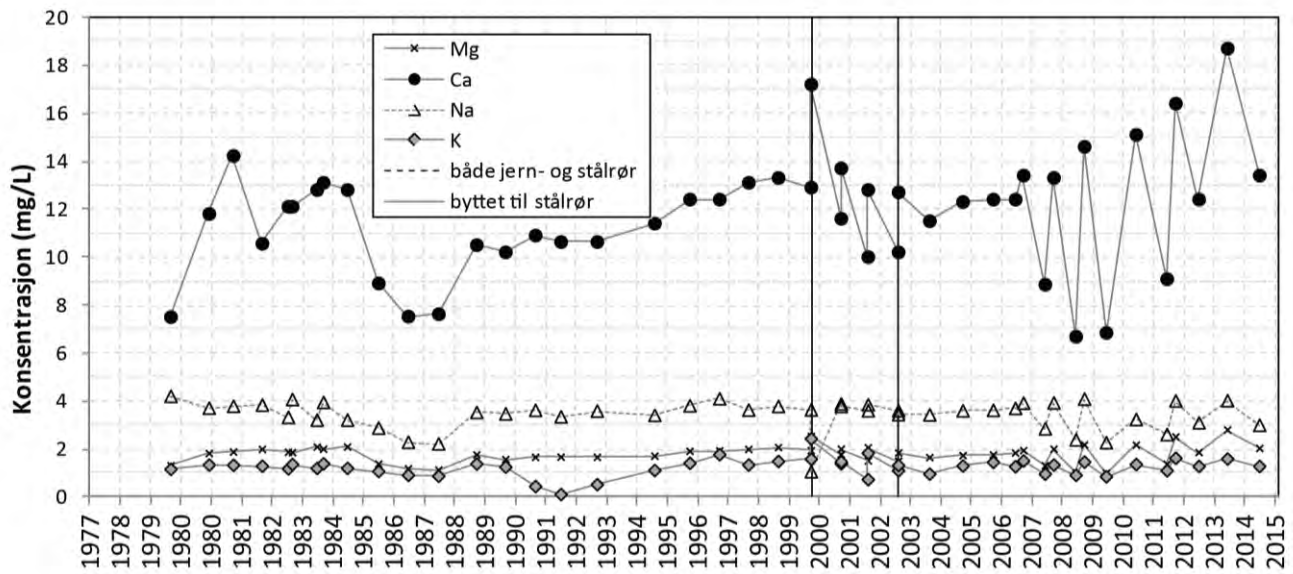
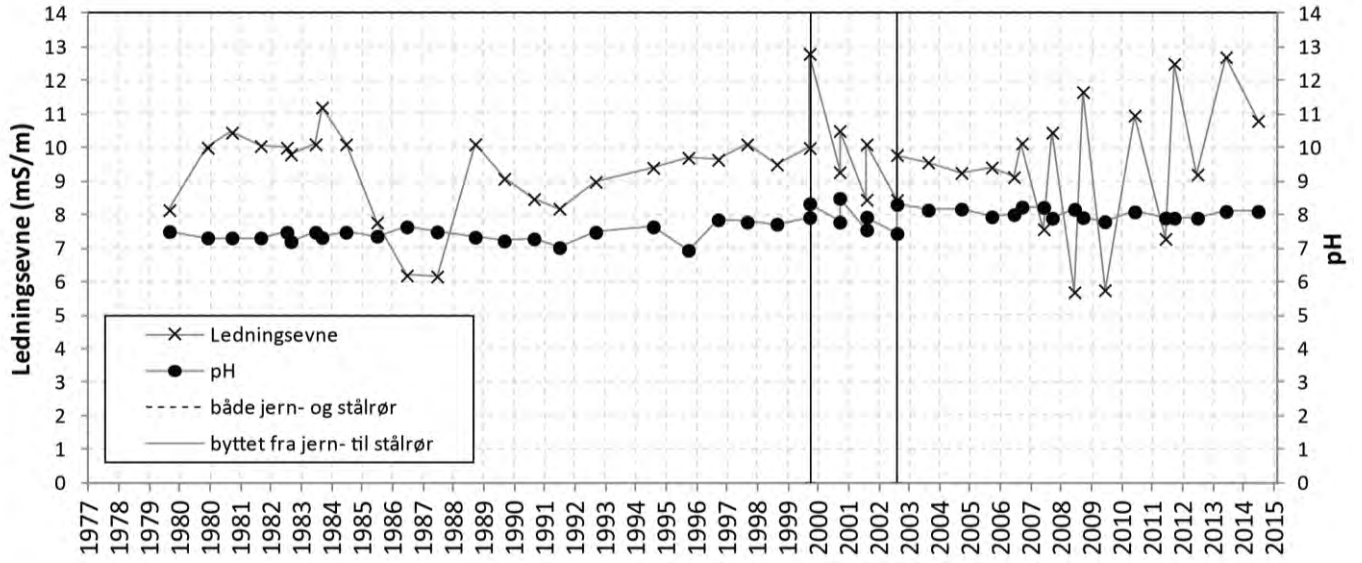
Tidsserie 48: Torhop-Tana

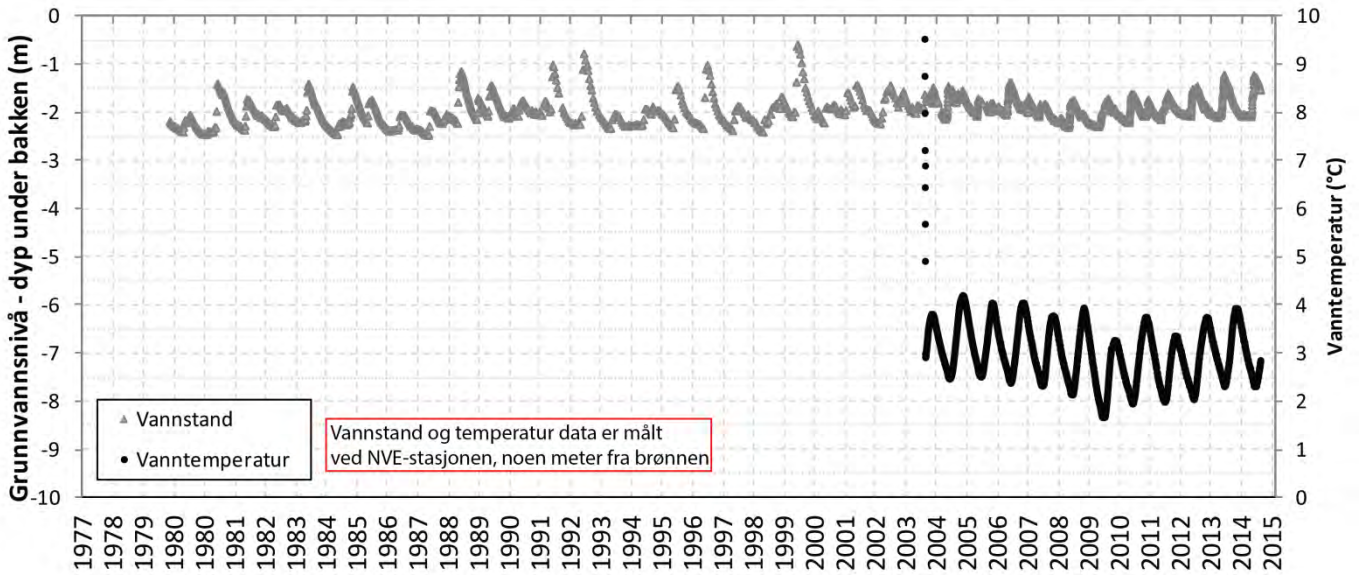
Trysil - Kilde i løsmasse (Breelavsetning)



Tidsserie 49: Trysil

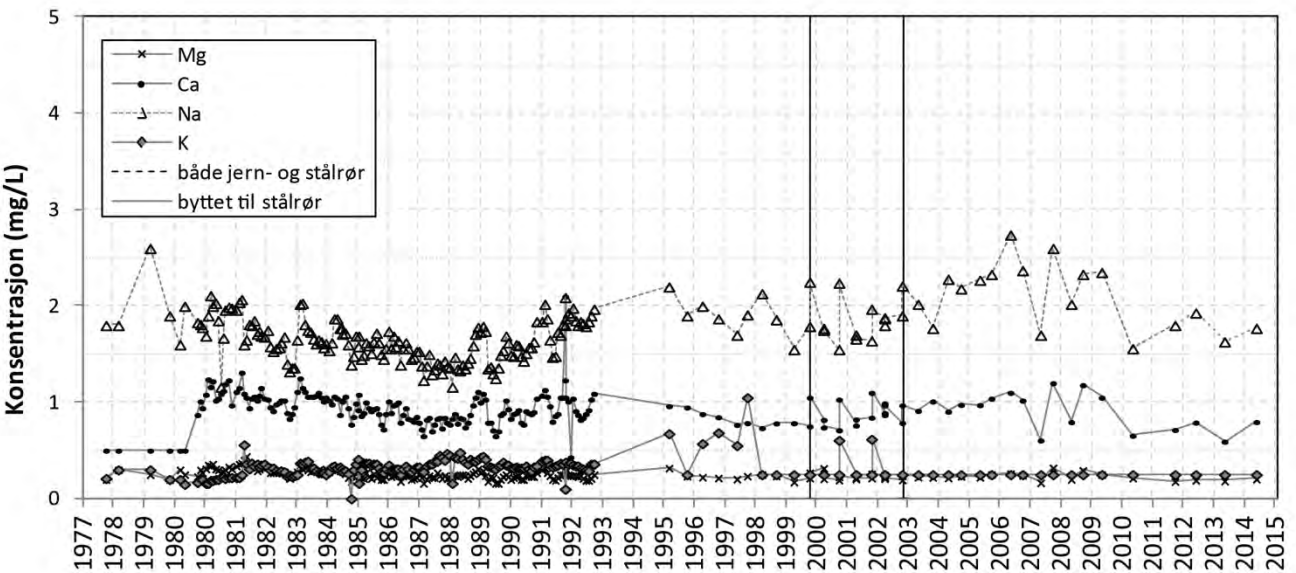
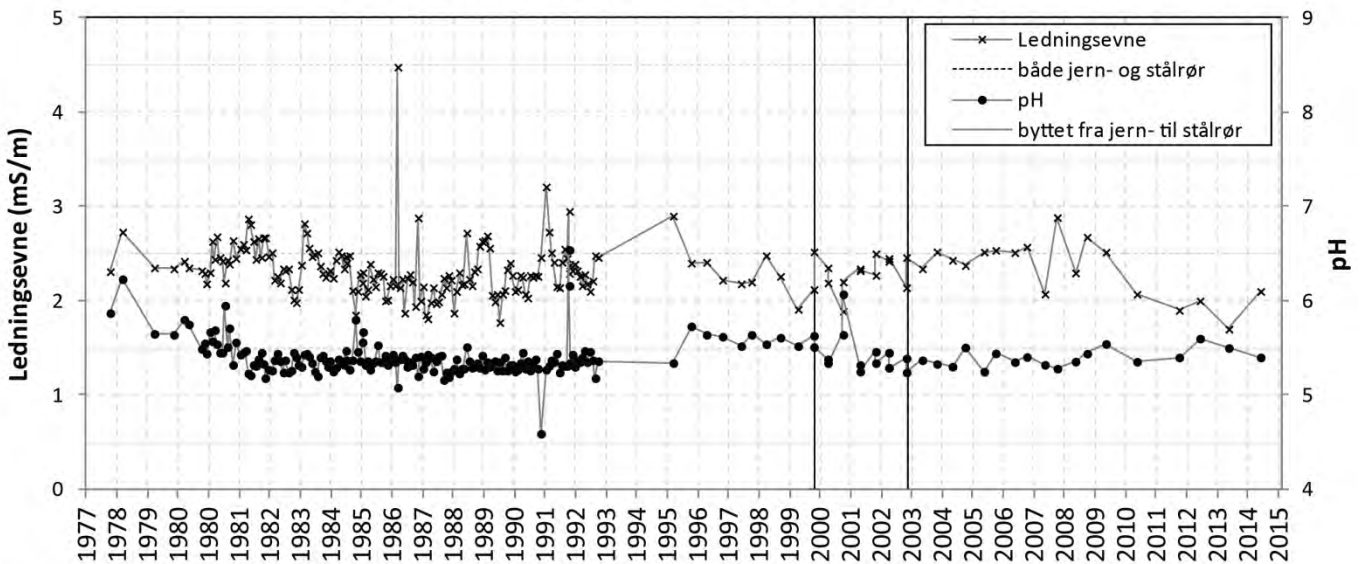
Øverbygd - stålbrønn i løsmasse (Breelvvavsetning)

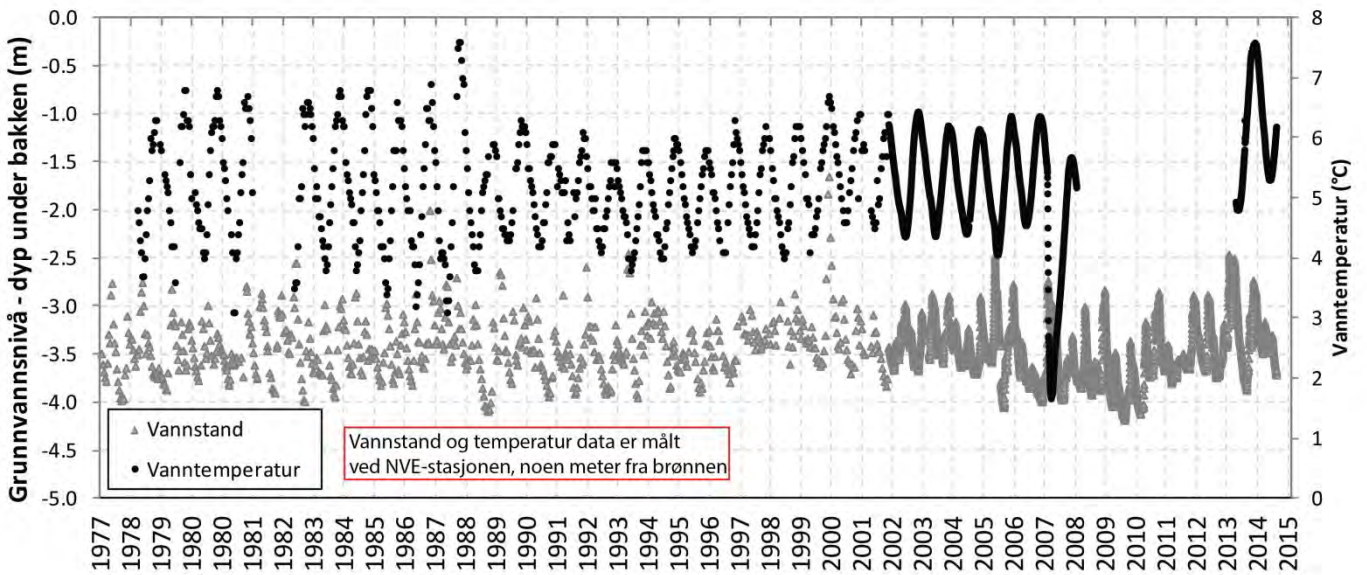
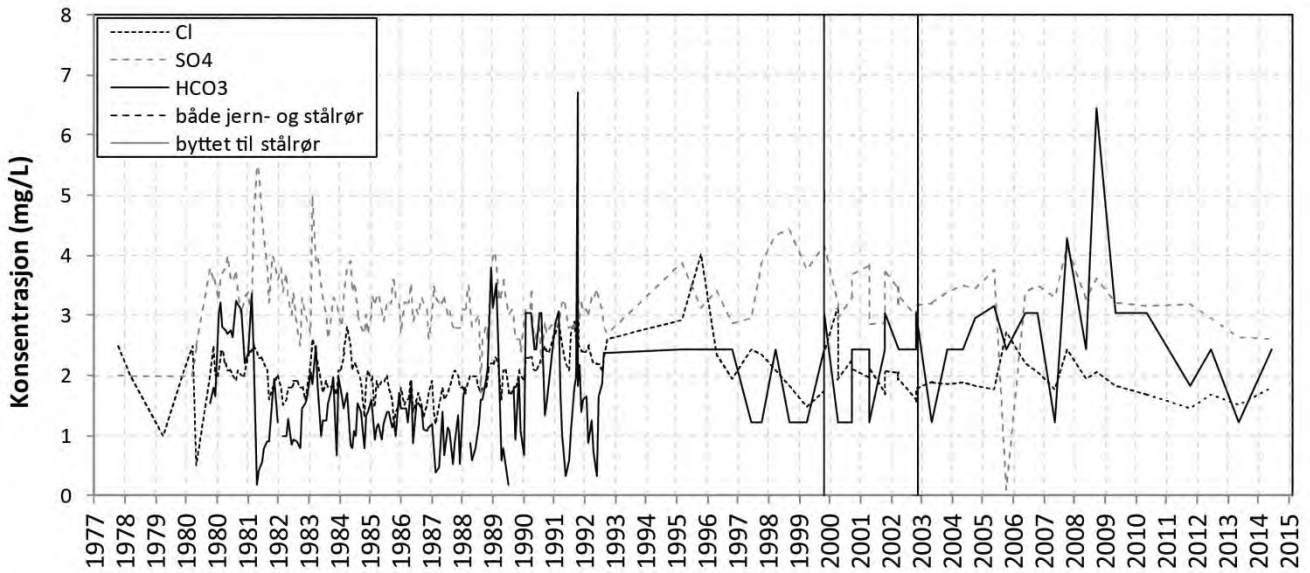




Tidsserie 50: Øverbygd

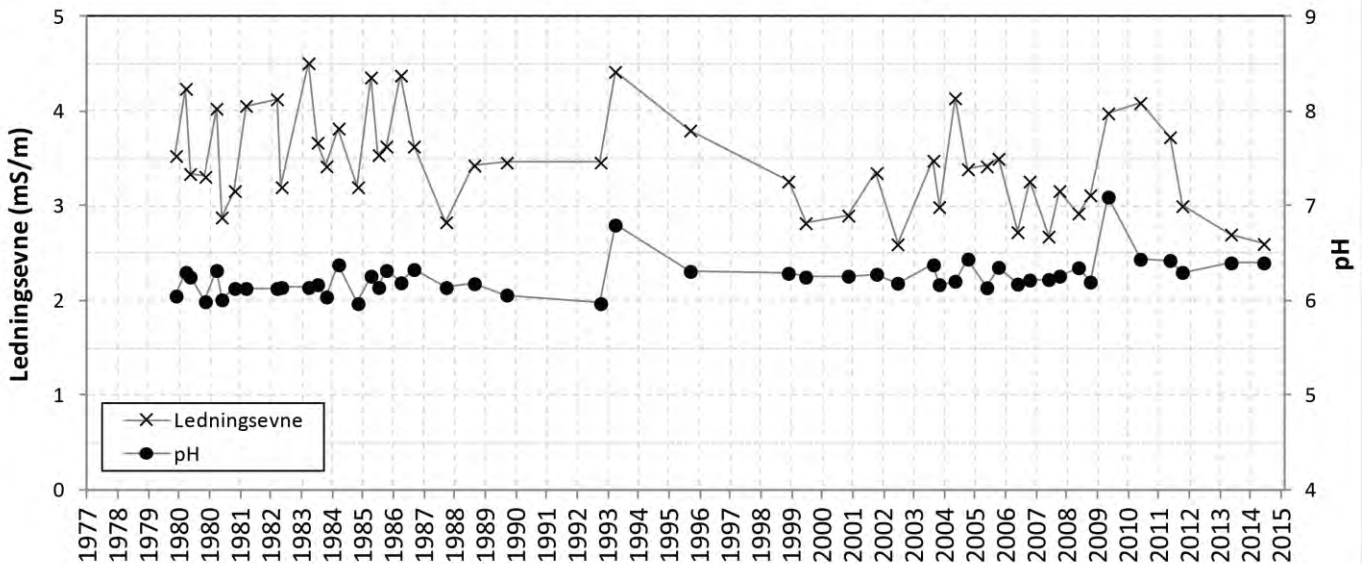
Åmli - stålbrønn i løsmasse (Brelvavsetning)

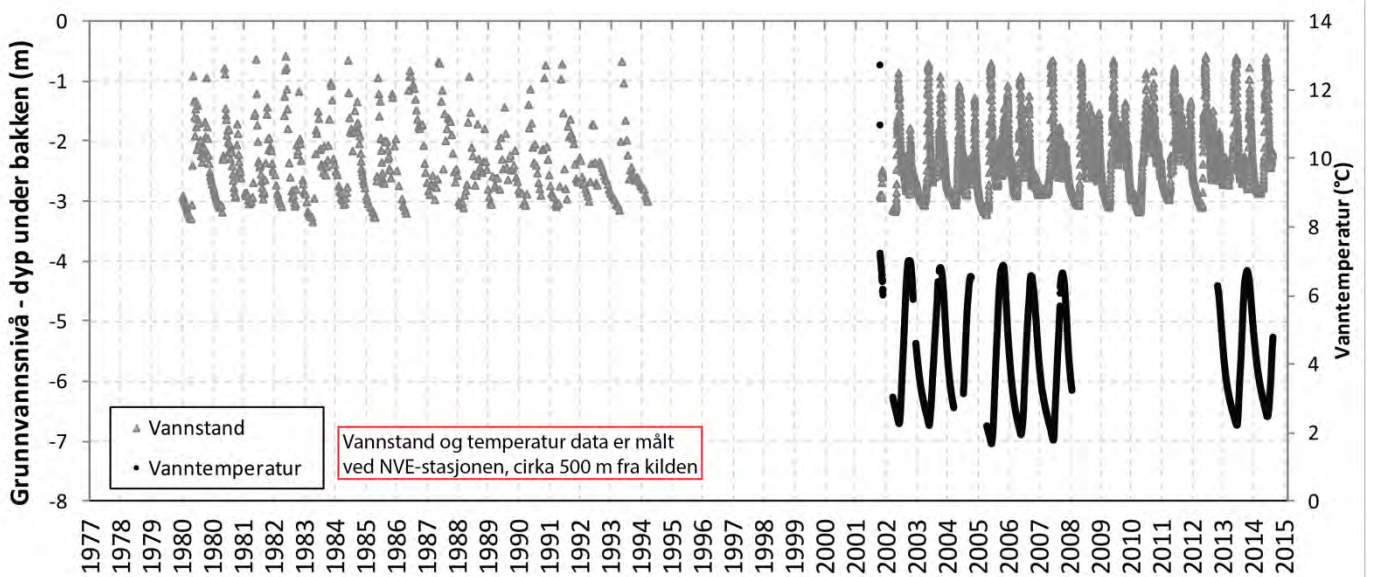
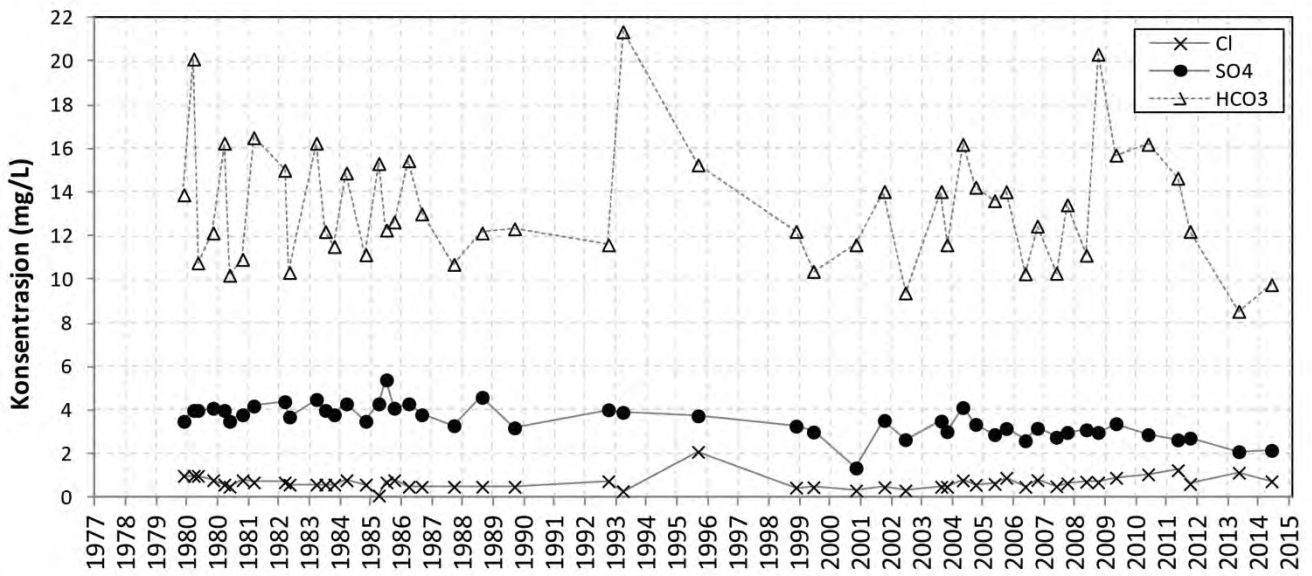
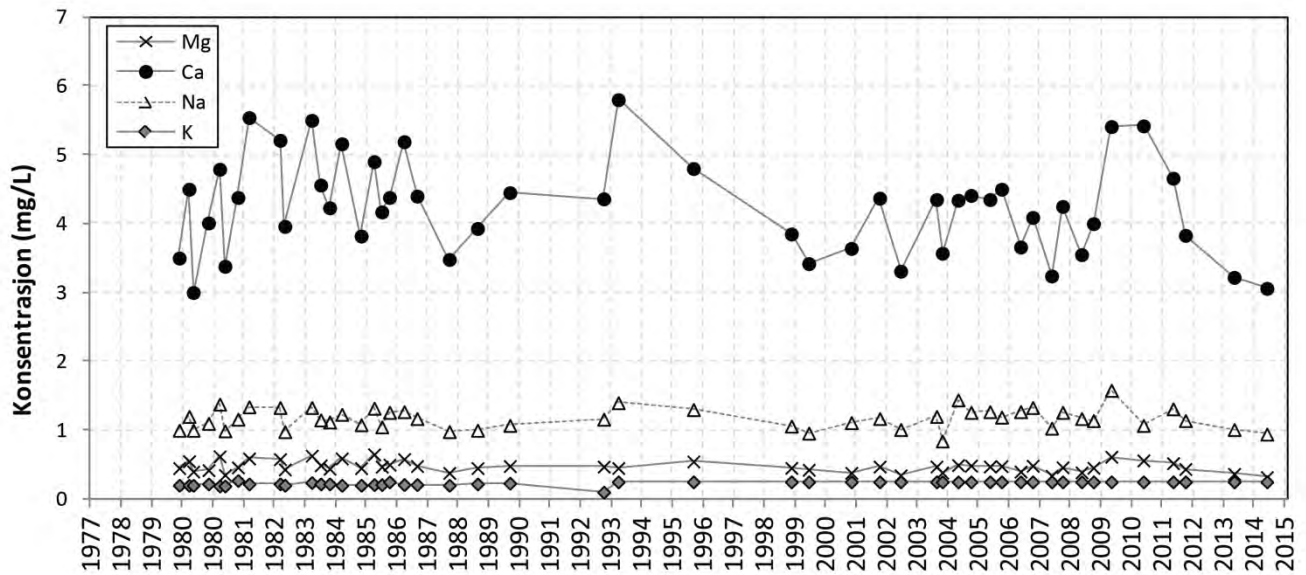




Tidsserie 51: Åmli

Åstadalen - kilde i løsmasse (Morene)





Tidsserie 52: Åstadalen

Avtale om Landsomfattende mark- og grunnvannnett (LGN)

mellom
Norges geologiske undersøkelse (NGU) og
Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Bakgrunn

Denne avtalen regulerer det faglige samarbeidet knyttet til driften av LGN. Avtalen er en videreføring av tidligere samarbeidsavtale datert 7. januar 2010 og bygger på:

- De definerte ansvarsoppgaver knyttet til drift av LGN som NGU og NVE har hatt siden opprettelsen av LGN i 1977;
- Fordeling av forvaltningsansvar for grunnvann mellom NGU og NVE, hhv. kartlegging og forvaltning av kunnskap og data (NGU) og kvantitativ ressursforvaltning (NVE).
- Statusrapporter tilknyttet LGN (Haga, 2013; Jæger & Frengstad, 2015);
- Møte om LGN mellom NVE og NGU 10. mars 2015.

LGNs formål

LGN har som formål å skaffe til veie kunnskap om regionale og tidsmessige variasjoner i grunnvannets mengde og beskaffenhet, og om hvordan disse variasjonene forårsakes av ulike geologiske, topografiske og klimatiske forhold. Observasjonene er per i dag lagt til områder der grunnvannsforholdene er antatt å være upåvirket av menneskelig aktivitet og ikke direkte influert av overflatevann som elver og innsjøer. De innsamlede data kan derfor betraktes som referansedata vedrørende grunnvannsforhold i Norge, og de skal være tilgjengelige for forskning, undervisning og forvaltning.

LGN er et nasjonalt overvåkingsnett for grunnvann og markvann som skal være redskap for overvåking av både upåvirkede og påvirkede grunnvannsforekomster. Dette betyr at avtalepartene sammen vil arbeide for at også nye fremtidige målestasjoner innen grunnvann og markvann tilknyttes LGN's nåværende observasjonssystem. Eksempler på aktuelle tema knyttet til fremtidige stasjoner er overvåking tilknyttet EUs rammedirektiv for vann, utnyttelse av vannressurser og grunnvarme, klimaforskning og analyseverktøy for ekstreme hydrologiske situasjoner (flom, skred, tørke).

Ansvarsforhold, organisasjon og finansiering

NVE og NGU er ansvarlig for investering og driften av sine respektive målestasjoner og databaser inkludert arbeid med datakvalitet og tilgjengelighet. NGU har ansvar for målinger av grunnvannskjemi, mens NVE har ansvar for målinger av grunnvannsstand og grunnvanntemperatur.

NVE og NGU skal kun bekoste drift av sine egne nasjonale referansestasjoner (basisovervåking).

NVE og NGU vil – innen rammen av denne samarbeidsavtalen - arbeide for å videreutvikle sin nasjonale forvaltningsrolle for grunnvannsovervåking i henhold til EUs vanddirektiv.

Dette innebærer også organisering av tilstandsovervåking for kvantitativ og kvalitativ status. Investering og drift av målestasjoner tilknyttet EUs rammedirektiv (tiltaksovervåking) skal bekostes av tiltakshaver, som har fått pålegg fra forvaltningsmyndigheter.

Arbeidsoppgaver

I tillegg til felles oppgaver, som f.eks. hydrogeologiske vurderinger av nye stasjoner, fordeles ansvar for andre arbeidsoppgaver som følgende:

NGU:

- Innsamling og analyse av data vedrørende grunnvannskvalitet fra LGN;
- Lagring, bearbeiding og kvalitetssikring av data om grunnvannskvalitet;
- Presentasjon og tilgjengeliggjøring av data om grunnvannskvalitet;
- Formidling av LGN data via Nasjonal database for grunnvann (GRANADA)

NVE:

- Innsamling av grunnvannstands- og temperaturdata fra LGN;
- Automatisering av målinger ved eksisterende og nye stasjoner med tilhørende kalibrering og vedlikehold av instrumenter;
- Lagring, bearbeiding og kvalitetssikring av vannstands- og temperaturdata;
- Presentasjon og tilgjengeliggjøring av vannstands- og temperaturdata
- Formidling av ekstreme hydrologiske forhold (flom, skred, tørke...) basert på LGN.

Eiendomsforhold

Dersom ikke annet er avtalt eies alle installasjoner og alt utstyr av den institusjonen som har bekostet det. Ansvar for vedlikehold og kalibrering av utstyret hviler på eieren dersom ikke annet er avtalt.

Publisering

Publisering av resultater bygd på de innsamlede grunnvannsdataene fra LGN skal skje i samforståelse mellom NVE og NGU, og begge institusjoner skal krediteres så langt det er naturlig. Data fra enkeltstasjoner kan brukes i andre sammenhenger såfremt det går klart frem at dataene er fremskaffet gjennom LGN.

Begge institusjoner har på sine Web-sider rett til å få direkte linker til de LGN-data som ligger hos samarbeidende institusjon, slik at LGN-data kan presenteres gjennom egen Web-portal.

Årlig oppfølging

Hver institusjon utarbeider en årlig statusrapport som presenterer deres aktiviteter knyttet til LGN. Det skal også avholdes et samarbeidsmøte hvert år innen 31. mars. NGU tar initiativ til første møte i 2016, deretter roterer ansvaret med NVE (ulike år) og NGU (like år).

Varighet

Denne avtalen gjelder til den blir reforhandlet eller blir oppsagt. Oppsigelse skjer skriftlig med 12 måneders varsel.

Evaluering

LGN-prosjektet skal evalueres hvert sjette år; neste gang i 2019.

Trondheim/Oslo, xx.yy.2015

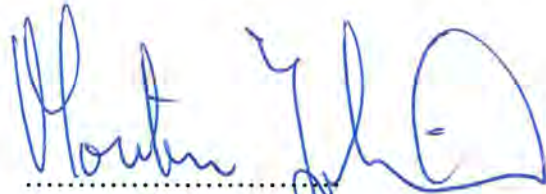
For NGU:

20/4/2015


.....
Jan Cramer
Avdelingsdirektør

For NVE:

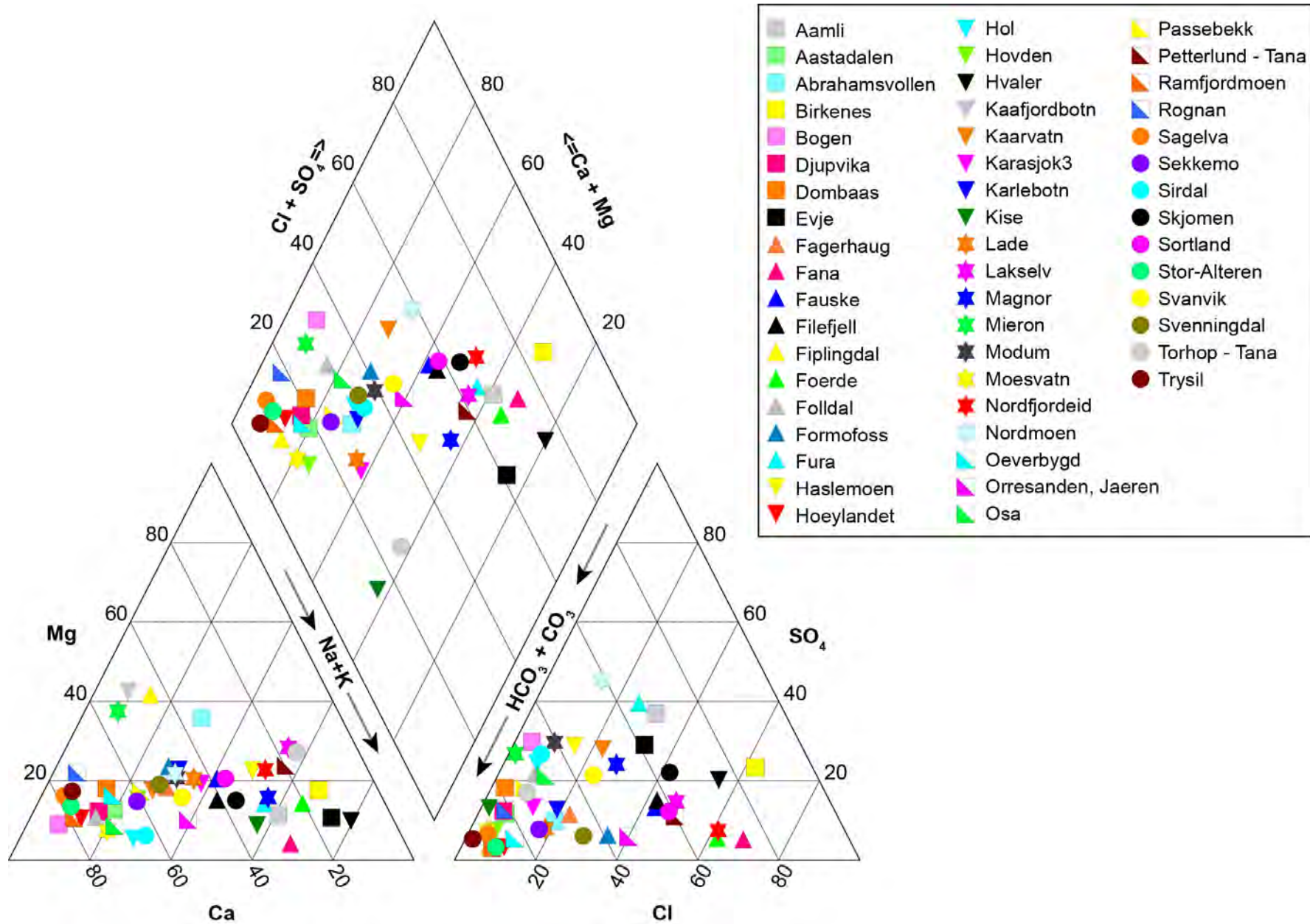
23/4-2015


.....
Morten Johnsrud
Avdelingsdirektør

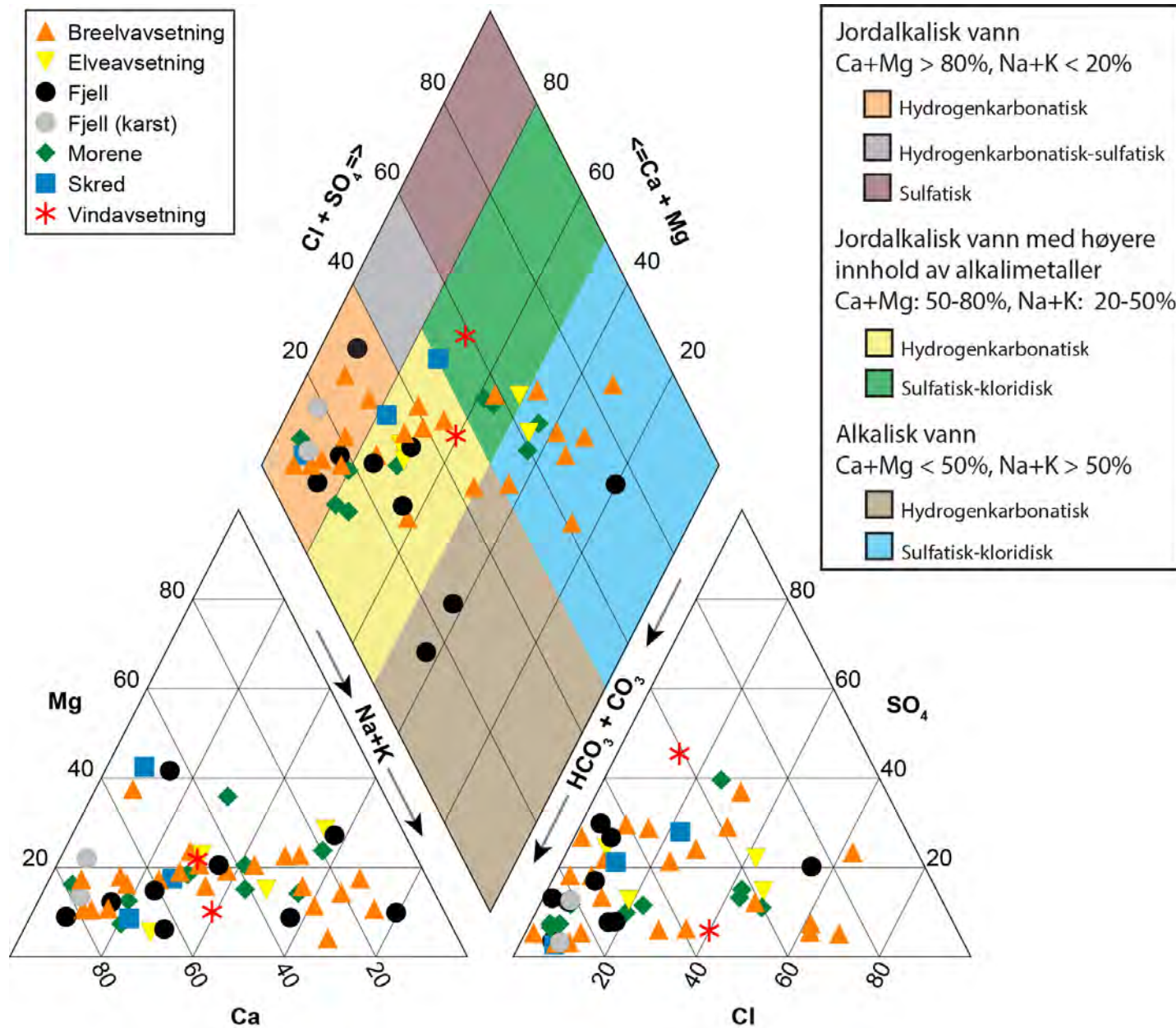
Kontaktpersoner:

NGU: Øystein Jæger; oystein.jager@ngu.no

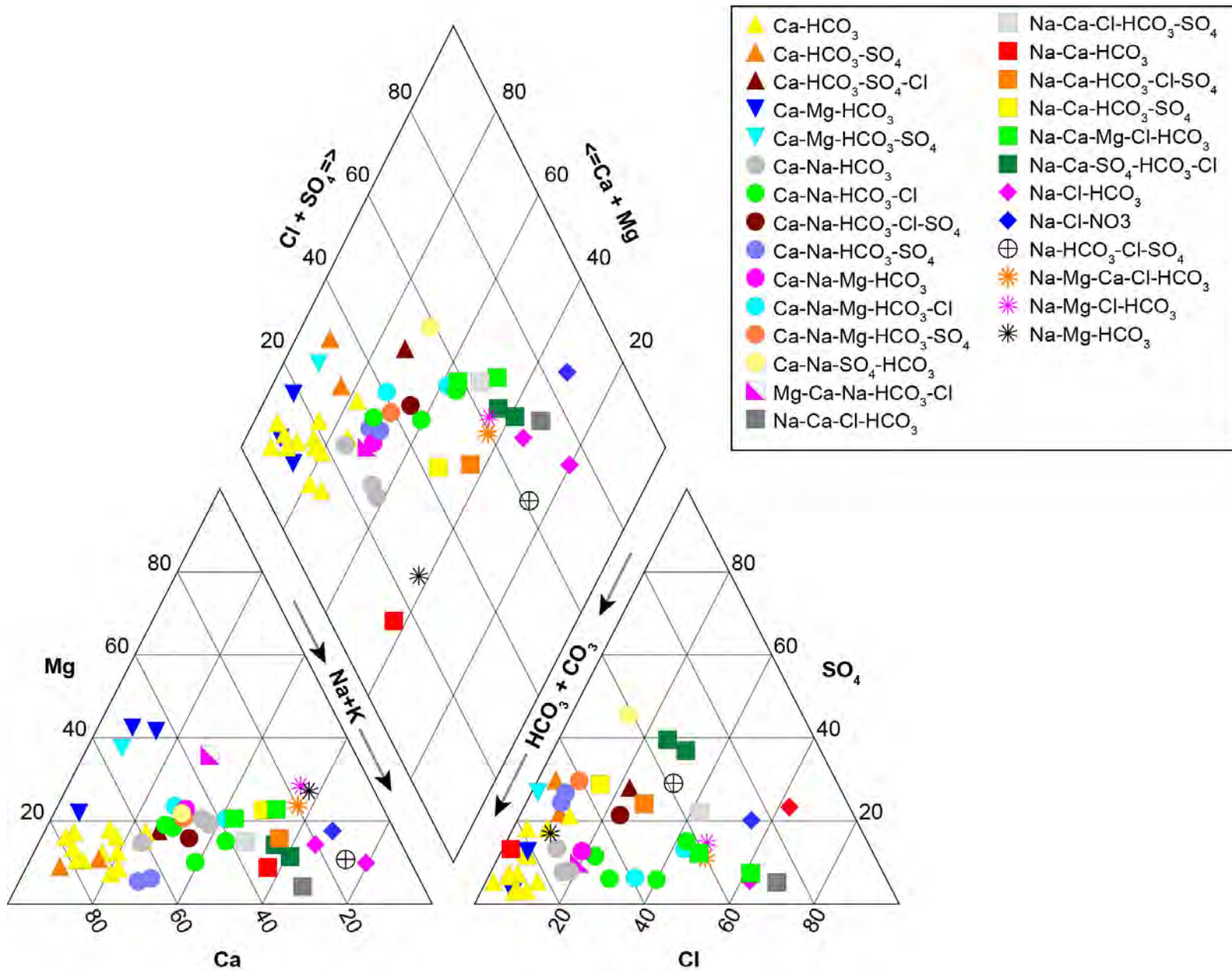
NVE: Silje Marie Vasstein; siva@nve.no



Piper plot 1: Stasjonsoversikt



Piper plot 2: Avsetningstype. Romben er fargesatt for å vise klassifiseringen av vanntyper etter Furtak & Langguth (1967).



Piper plot 3: Vanntyper beregnet i AquaChem.

