



# **GEOLOGI FOR SAMFUNNET**

SIDEN 1858



**NORGES  
GEOLOGISKE  
UNDERSØKELSE**  
· NGU ·





NGU rapport 2019.018

# Elverum

Kartlegging og overvåking av typelokaliteter for  
grunnvann med antropogen belastning









<b>Rapport nr.:</b> 2019.018	<b>ISSN: 0800-3416 (trykt)</b> <b>ISSN: 2387-3515 (online)</b>	<b>Gradering:</b> Åpen
<b>Tittel:</b> Elverum - Kartlegging og overvåking av typelokaliteter for grunnvann med antropogen belastning.		
<b>Forfatter:</b> Seither, A., Dagestad, A., Jæger, Ø., Gundersen P., Minde, Å., Eggen, O., Ganerød, G., Gjengedal, S., Larsen, B. E., Høgaas, F.	<b>Oppdragsgiver:</b> Miljødirektoratet	
<b>Fylke:</b> Hedmark	<b>Kommune:</b> Elverum	
<b>Kartblad (M=1:250.000)</b>	<b>Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)</b>	
<b>Forekomstens navn og koordinater:</b> Vannforekomst 002-724-G, Glåmdalen - Østerdalen	<b>Sidetall:</b> 39 <b>Kartbilag:</b>	<b>Pris:</b> 200,-
<b>Feltarbeid utført:</b> Des. 2016 - mai. 2019	<b>Rapportdato:</b> 22.01.2020	<b>Prosjektnr.:</b> 366503
		<b>Ansvarlig:</b> 
<b>Sammendrag:</b> I forbindelse med Norges oppfølging av krav og forordninger i EUs vanddirektiv og det underliggende grunnvannsdirektivet er det blitt gjennomført hydrogeologiske undersøkelser på grunnvannsforkomsten under sentrum i Elverum. Grunnvannsforkomst Elverum består av mektige brelv- og elveavsetninger dominert av sand og grus. Grunnvannsforkomsten utgjør kun en liten del av den store grunnvannsforkomsten Glåmdalen-Østerdalen. Potensiell belastning på grunnvannsforkomstens kjemiske tilstand er generell urbanisering og industri. Nedbørsfeltet er hovedsakelig avgrenset av utstrekningen på grunnvannsforkomsten slik at mesteparten av nydanning av grunnvann skjer ved direkte infiltrasjon av nedbør (selvmatende akvifer). Det er tidligere gjennomført flere hydrogeologiske prosjekter i dette området med både geofysiske undersøkelser, grunnboringer og brønnetableringer som har vært nyttig i kartleggingen av grunnvannsforkomsten. Flere av de eksisterende brønnene benyttes også i den pågående kartleggingen og overvåkingen av grunnvannets kjemiske tilstand. Det ble i forbindelse med dette prosjektet etablert en ny overvåkingsbrønn i september 2016. I samtlige brønner som benyttes i grunnvannsovervåkingen er det installert digitale loggere for automatisk måling av grunnvannsnivå, grunnvannstemperatur og elektrisk ledningsevne. Ved seks anledninger vår og høst i perioden juni 2016 – mai 2019 ble det tatt ut grunnvannsprøver til uorganiske kjemiske analyser og analyse av utvalgte organiske forbindelser (hydrokarboner, PAH-er, BTEX, VOC og PCB). Resultater fra vannkjemianalysene viser at grunnvannsprøvene fra overvåkingsbrønnene har god kjemisk tilstand i henhold til terskel- og vendepunktverdier for prioriterte stoffer (vedlegg IX) i vannforskriften. Det måles lave til moderat forhøyde konsentrasjoner av ammonium og nitrat. For sulfat er konsentrasjonen nær vendepunktverdien ved én grunnvannsprøve. Kloridkonsentrasjonene er noe forhøyet i flere vannprøver og i én vannprøve overskrider vendepunktverdien. Det er forventet at veisaltning er kilden til de forhøyde kloridkonsentrasjonene. Arsen- og kvikksølvkonsentrasjonene er gjennomgående veldig lave eller under deteksjonsgrensen. Bly- og kadmiumkonsentrasjonene er også veldig lave, men noe forhøyet i enkelte prøver, men overskrider ikke vendepunktverdien for disse tungmetallene. Hverken trikloretan eller tetrakloretan er blitt funnet i grunnvannsprøvene. Det ble påvist PCB-, VOC-, BTEX og PAH-forbindelser i noen av de uttatte grunnvannsprøvene, men i meget lave konsentrasjoner. Det ble i flere grunnvannsprøver registrert til dels høye kobber- og sink-konsentrasjoner men ingen av disse metallene inngår per i dag ikke i listen over prioriterte stoffer i vedlegg IX i vannforskriften. Vurderes de registrerte kobber- og sinkkonsentrasjonene opp mot grenseverdier for klassifisering av overflatevann (Veileder M-608, Miljødirektoratet 2016), ansees grunnvannet i deler av grunnvannsforkomsten i Elverum å være akutt toksiske for det akvatiske miljøet. Samspillet mellom grunnvann og overflatevann er vesentlig for ferskvannsøkologien, spesielt der grunnvannsbidraget til vannføringen i vassdrag er stort. I det kartlagte området utgjør grunnvannsbidraget kun en liten del av vannføringen i Glomma slik at det grunnvannets påvirkning på det akvatiske miljøet ansees, til tross for forhøyde kobber- og sinkkonsentrasjoner, å være ubetydelig.		
<b>Emneord:</b>	Grunnvann	Grunnboring
Geofysikk	Vannkjemi	



**Abstract:**

Hydrogeological investigations of the groundwater body in the city center of Elverum have been carried out as part of the implementation of EU's groundwater directive in Norway. The geology in the city center is dominated by glaciofluvial and fluvial deposits of sand and gravel. The Elverum groundwater body comprise a minor part of the large Glåmdalen-Østerdalen groundwater body. The focus of this study has been to characterize the chemical status of the groundwater body, where the main pressures are from general urbanization and former industry. The groundwater body's catchment is relatively small and groundwater recharge is mainly from direct infiltration of precipitation.

Several hydrogeological investigations have been carried out earlier in the Elverum area including geophysical surveys, sounding drillings and well constructions. These studies have given important hydrogeological information, and several of the groundwater wells have been used for monitoring groundwater chemistry in present study. Digital CTD loggers (electric conductivity, temperature, depth) have been installed in all the 6 groundwater monitoring wells. In the period June 2016 – May 2019 six groundwater samples were taken out from each monitoring well for inorganic chemical analyses in addition to a selection of organic contaminants (TOC, PAHs, BTEX, VOC and PCB).

The results from these analyses show that the Elverum groundwater body has good chemical status, compared to threshold values for priority substances given in the Norwegian Water Management Regulation. Elevated values compared to natural background levels of nitrate, ammonium, sulphate, chloride, copper and zinc, in addition to traces of organic contaminants, indicate contaminant pressures to the groundwater body from urbanization and former industrial sites. The concentration of copper found in water samples from one of the monitoring wells is, according to the threshold value for copper in the guidance document for chemical classification of surface water (Guidance document M-608, Norwegian EPA), highly toxic for aquatic organisms. However, the groundwater flux from the contaminated area to the nearby Glomma river is minor compared to the river flow, and the contamination load to the river is considered insignificant to the aquatic environment.

## INNHOOLD

1.	Innledning.....	6
2.	Grunnvannsføremst Elverum .....	7
2.1	Beliggenhet.....	7
2.2	Begrunnelse for utvalget.....	8
2.3	Historikk Elverum og belastningsforhold.....	9
3.	Løsmassegeologi .....	11
4.	Kartlegging av geologiske og hydrogeologiske forhold .....	13
4.1	Tidligere undersøkelser .....	13
4.1.1	Georadarundersøkelser .....	13
4.1.2	Grunnboringer .....	13
4.1.3	Hydrologi .....	15
4.3	Grunnundersøkelser utført i dette prosjektet .....	16
4.3.1	Grunnboringer og brønnetableringer.....	16
4.3.2	2D resistivitets- og georadar-undersøkelser .....	20
4.4	Hydrogeologiske forhold .....	20
4.4.1	Grunnvannstand, grunnvannstemperatur, nedbør og vannstand i elven .....	21
4.4.2	Grunnvannets elektriske ledningsevne .....	27
4.4.3	Strømningsforhold i grunnvannsføremsten .....	30
5.	Vannprøvetaking og analyseresultater .....	32
5.1	Resultater for fysikalske og kjemiske laboratorieanalyser .....	32
5.2	Resultater for organiske miljøgifter.....	35
5.3	Vurdering av vannprøvenes representativitet .....	36
6.	Konklusjon og forslag til videre arbeid.....	36
8.	Referanser.....	38

## VEDLEGG

- 1) Protokoll for prøvetaking og feltmålinger for overvåking av grunnvannskjemi ved NGU
- 2) Analyseresultater av grunnvannsprøver fra undersøkelsesbrønner i Elverum

## 1. Innledning

De største grunnvannsforekomstene i Norge finnes i løsmasser og utgjør mange steder en viktig ressurs som vannforsyning. Tidligere nasjonale hydrogeologiske kartleggingsprogrammer har da også satt søkelys på kartlegging av grunnvannsforekomster med potensial for uttak av grunnvann til drikkevannsforsyning. Som følge av denne prioriteringen er kunnskap og kompetanse om berørte og belastede grunnvannsforekomster generelt liten i Norge. EUs rammedirektiv for vann (Vanndirektivet) og det underliggende Grunnvannsdirektivet er gjennomført i Norge gjennom "Forskrift om rammer for vannforvaltningen", heretter omtalt som vannforskriften. For å imøtekomme de krav og forordninger som er gitt i vannforskriften er det et stort behov for å øke kunnskapen om grunnvann både nasjonalt, regionalt og lokalt.

Som et ledd i arbeidet med vannforskriften er det inngått et samarbeid mellom Miljødirektoratet, Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Norges geologiske undersøkelse (NGU) og Landbruksdirektoratet ved NIBIO. Formålet er å bidra til økt kunnskap om grunnvannsforekomster i Norge og med spesielt fokus på forekomster med forurensningsbelastning fra urbanisering, industri og jordbruk.

Som følge av normalt liten til moderat forurensningsbelastning og begrenset vannuttak fra de fleste grunnvannsforekomster i Norge, er det forventet at de fleste forekomstene har god kvalitativ og kvantitativ tilstand i henhold til vannforskriftens mål. Utfordringen er imidlertid å kunne dokumentere denne antatte gode tilstanden med faktabasert kunnskap fra kartlegging og overvåkingsdata, samt å identifisere og undersøke de grunnvannsforekomstene som faktisk har behov for tiltak for å oppnå god tilstand.

På bakgrunn av mangel på kunnskap om belastede grunnvannsforekomster er det igangsatt et overvåkningsprosjekt for å karakterisere, overvåke og klassifisere 14 utvalgte grunnvannslokaliteter som skal representere typiske geologiske, klimatiske og belastningsmessige forhold i Norge, og dermed kan defineres som regionale eller nasjonale typelokaliteter. Dersom tilstanden i disse er dokumentert god, vil vi kunne anta at det samme gjelder for sammenlignbare grunnvannslokaliteter andre steder i landet. Det forventes at kunnskap og erfaring fra denne representative overvåkingen vil gjøre det mulig å anslå kvalitativ og kvantitativ tilstand på de fleste grunnvannsforekomster uten omfattende og kostbar kartlegging og undersøkelser.

De 14 utvalgte typelokalitetene inngår i nasjonal basisovervåking av grunnvann i henhold til vannforskriften.

Arbeidet med utvelgelse, karakterisering og klassifisering av typelokaliteter er et samarbeid mellom Miljødirektoratet, NVE, NGU og Landbruksdirektoratet ved NIBIO. Vi vil også benytte anledningen til å takke ansatte i Elverum kommune og Knut Bolstad i Industrigata 22 AS (tidligere Sperre industrier) som har bistått med informasjon og assistanse når det har vært behov for det.



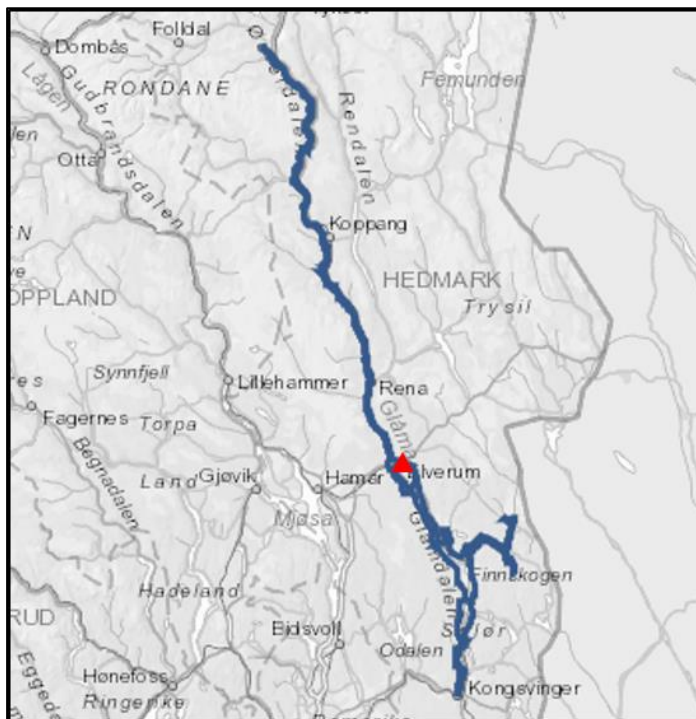
## 2. Grunnvannsforekomst Elverum

### 2.1 Beliggenhet

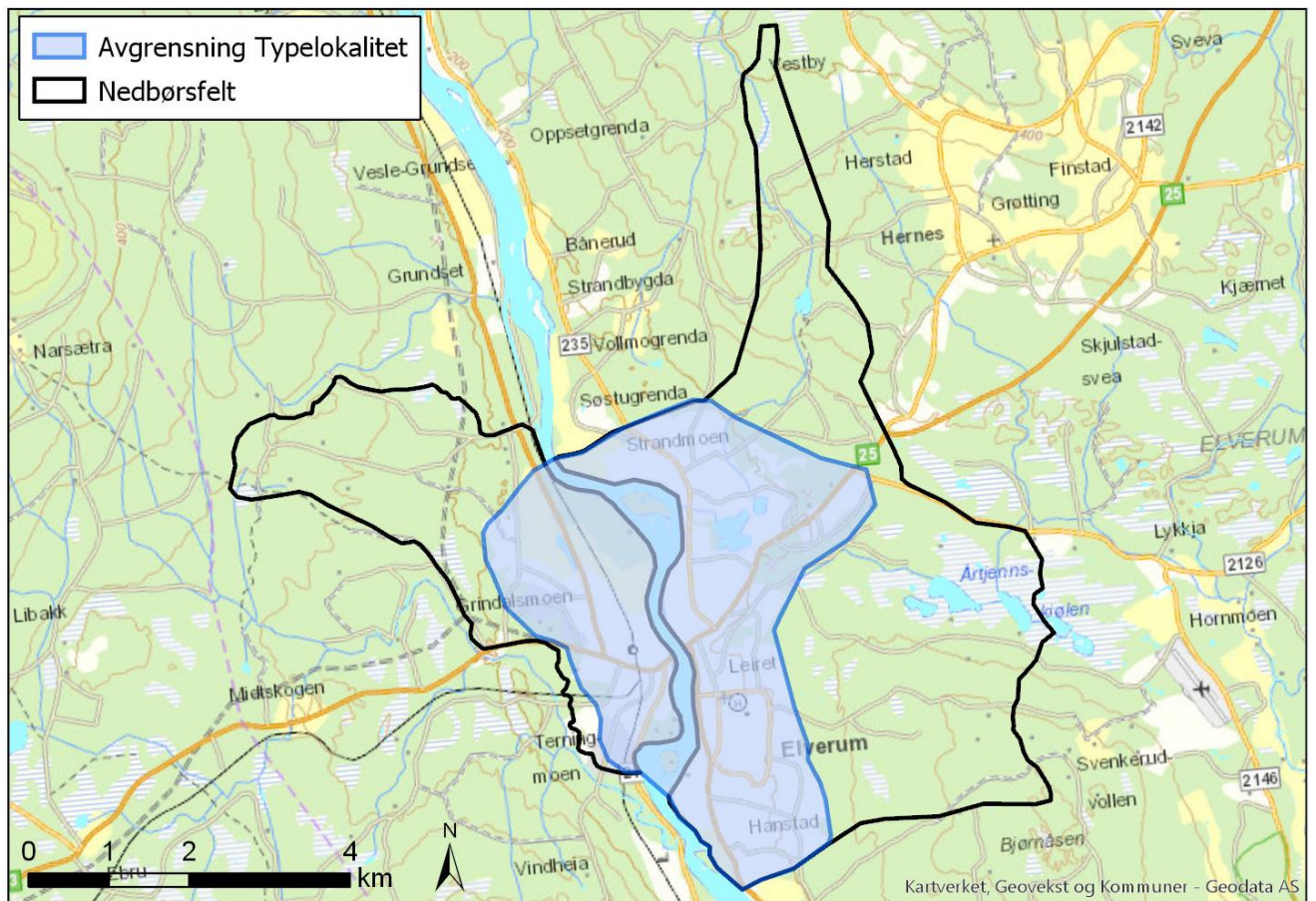
Grunnvannsforekomst Elverum er lokalisert i sentrum av Elverum i Hedmark fylke og er en del av den store administrative enheten grunnvannsforekomst Glåmdalen – Østerdalen (se Figur 1). Grunnvannsforekomst Elverum er relativ stor, og det er per i dag ikke fastlagt noen klare geologisk avgrensninger av denne. En omtrentlig og foreløpig administrativ avgrensning er gitt av bysentrumet på begge sider av Glomma (se Figur 2). Tilhørende nedbørsfelt ble bestemt ved hjelp av en GIS-analyse og er angitt i samme figur.

**Tabell 1 Administrativ informasjon grunnvannsforekomst Elverum (fra Vann-nett.no).**

Vannforekomst	Glåmdalen - Østerdalen
VannforekomstID	002-724-G
Vannkategori	Grunnvann
Vannregionmyndighet	Østfold
Vannregion	Glomma
Fylke	Hedmark
Kommune	Elverum
Vassdragsområde	002
Breddegrad	60.88
Lengdegrad	11.56
Kvantitativ tilstand	Ukjent
Kjemisk tilstand	Ukjent



**Figur 1: Utstrekning på den administrative grunnvannsforekomsten 002-724-G Glåmdalen – Østerdalen ([www.vann-nett.no](http://www.vann-nett.no)). Typelokalitet Elverum er markert med en rød trekant.**



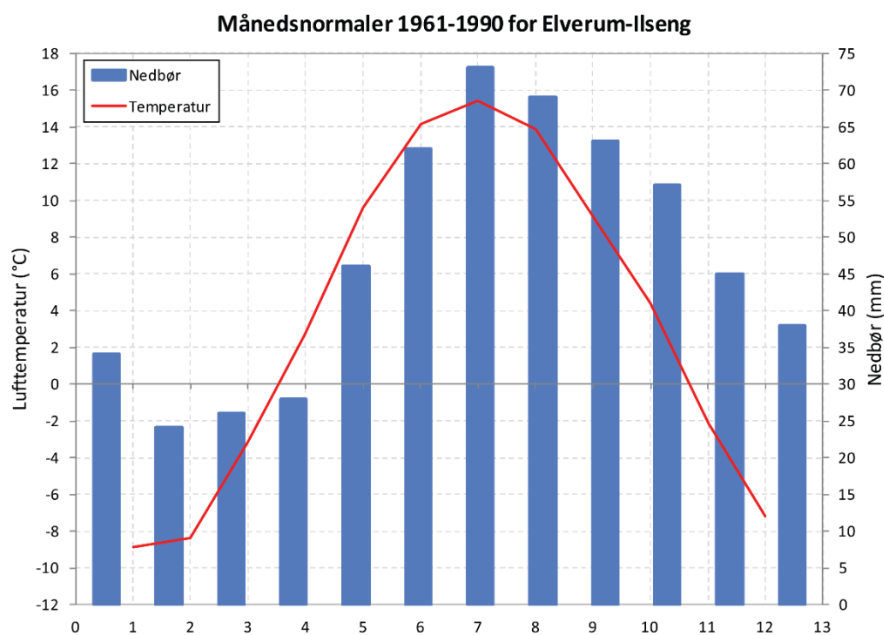
Figur 2: Geografisk avgrensning av grunnvannsforekomst Elverum samt tilhørende nedbørsfelt.

## 2.2 Begrunnelse for utvalget

Lokaliteten er valgt ut til å representere fluviale elveterrasser av permeabel sand og grus med liten umettet sone, og der mesteparten av nydanning av grunnvann skjer ved nedbørsinfiltrasjon på selve avsetningen (selvmatende akvifer) samt noe infiltrasjon fra Glomma ved flomvannsføring i vassdraget. Potensiell belastning på grunnvannets kjemiske tilstand i Elverum sentrum er generell urbanisering og industri.

Det understrekes at denne typelokaliteten ikke er representativ for hele grunnvannsforekomsten Glåmdalen-Østerdalen da denne forekomsten er stor og med svært varierende belastning. Det forventes imidlertid at belastningen på grunnvannet under Elverum sentrum er gjennomgående betydelig større enn for grunnvannsforekomsten forøvrig. Lokaliteten er valgt ut fordi belastningen er antatt å være forholdsvis høy.

Grunnvannsforekomst Elverum ligger i en sone med innlandsklima med relativt lite nedbør ( $\approx 550$  mm/år) og med kalde, snørike vintre og varme, tørre somre.



**Figur 3: Månedsnormaler for målestasjon Elverum-Ilseng (måledata fra Meteorologisk institutt: <http://eklima.met.no/>)**

### 2.3 Historikk Elverum og belastningsforhold

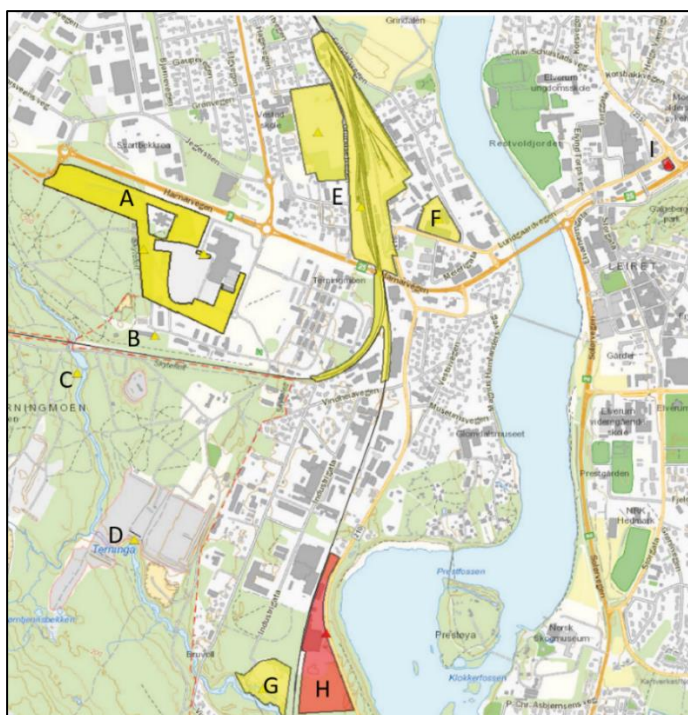
Elverum er administrasjonssenteret i Elverum kommune i Hedmark. Elverum kommune har tradisjonelt vært knyttet til jord- og skogbruk, og til industri som viderefører produksjonen herfra. Kommunen er i dag preget av et allsidig næringsliv. I 1996 ble Elverum erklært som by og per 1. januar 2018 hadde byen cirka 15000 innbyggere.

Under andre verdenskrig spilte Elverum en sentral rolle. Da Norge ble invadert av tyskerne i 1940, rømte Kongehuset med Kong Haakon, Regjering og Storting til Elverum. Kvelden 9. april ble «Elverumsfullmakten» utformet og signert på Elverum folkehøgskole. Kongen sa med dette «nei» til et ultimatum om å overlate regjeringsmakta til Vidkun Quisling. Som hevn sendte Hitler bombefly over Elverum to dager senere. Deler av Elverum ble lagt i ruiner og byen gikk opp i flammer. I etterkrigstiden har sentrumet blitt bygget opp på nytt, med typisk nøkterne 1950-talls murbygninger.

Ved graving i områder med historiske bybranner oppdages ofte grunnforurensinger av forskjellig type. I grunnforurensingsdatabasen til Miljødirektoratet (<https://grunnforurensning.miljodirektoratet.no/>) er det ikke registrert grunnforurensinger i sentrumsområdet, men på grunn av de historiske hendelsene er det grunn til å tro at bakken skjuler diverse forurensinger, som kan påvirke grunnvannets kjemiske tilstand.

Det er derimot registrert grunnforurensinger med både metaller og organiske forbindelser flere andre steder i Elverum (se Figur 4 og Tabell 2). Forurensingene stammer fra treimpregnering, støping av jern og aktiviteter tilknyttet forsvarets aktiviteter i området.





Figur 4: Oversikt over grunnforurensinger registrert i Miljødirektoratets Grunnforurensingsdatabase (<https://grunnforurensning.miljodirektoratet.no/>). Bokstavene A-I angir enkelte lokaliteter og er forklarte i Tabell 2.

Tabell 2: Oversikt over grunnforurensinger registrert i Miljødirektoratets Grunnforurensingsdatabase. Påvirkningsgrad 2 betyr at forurensingen er vurdert som akseptabel med dagens areal- og resipientbruk. Påvirkningsgrad 3 betyr at forurensingen er vurdert som ikke akseptabel og at det er behov for tiltak.

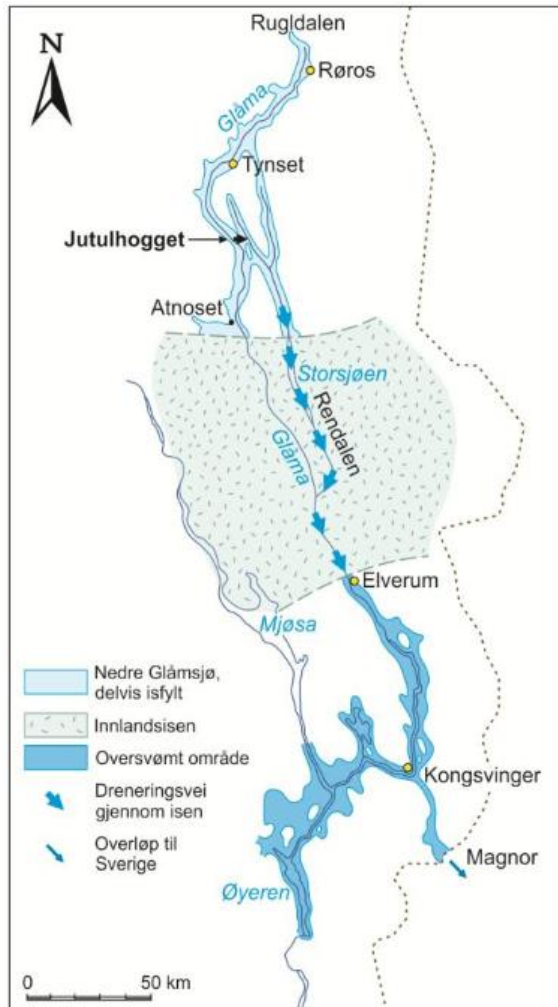
Lokalitet	Type	Stoff	P*	Bransje	Kommentar
A - Terningmoen-fyllplass bak invn 114	Deponi	Mistanke om stoff. Stoff ikke registrert	2	Forsvar	1 kartleggingsrapport (år 1996)
B - Terningmoen – Verkstedområde V/INV. Nr. 097	Forurenset grunn	Totale hydrokarboner (THC)	2	Forsvar	1 kartleggingsrapport (år 1996)
C - Terningmoen skytefelt – fyllplass ved Terninga	Deponi	Metallforbindelser	2	Forsvar	2 rapporter (kartlegging, undersøkelse), år 1994 og 1996
D - Terningmoen – avfallsfylling (tysk) v/ grav bane 3	Deponi	Metallforbindelser	2	Forsvar	2 vedtak er registrert; 5 rapporter (kartlegging, undersøkelse, overvåkingsdata); deriblant en rapport om grunnvannskvalitet; År 1993-1998
E - Hedmark treimpregnering (Elverum Treimpregnering)	Forurenset grunn	Organiske forbindelser (PAH, THC, ...)	2	Treimpregnering	6 vedtak er registrert. Kreosotforurensete masser er fjernet. 7 rapporter (kartlegging, undersøkelse, tiltaksplan); år 1990-2006
F - Gamle Elverum treimpregnering	Forurenset grunn	Alifater, PAH, Fenoler, THC	2	Treimpregnering	1 tiltaksrapport, år 2006
G - Sperre Støperi AS	Deponi	Krom (III), kobber, nikkel, bly, sink, PAH, fenoler	2	Støping av jern	2 vedtak registrert; Påvist forurensing med PAH og fenoler; 4 rapporter (kartlegging, undersøkelse, tiltaksplan); år 2000-2006
H - Kullfabrikken	Forurenset grunn	Ikke registrert	3	Produksjon av kull-produkter	Ingen rapporter eller vedtak registrert
I - Oljeforurensning på Lundgårdvegen 2	Forurenset grunn	Ikke registrert	3	Ikke registrert	Ingen rapporter eller vedtak registrert

\* P = påvirkningsgrad

### 3. Løsmassegeologi

Området i og rundt Elverum er dekket med sedimenter fra siste istid som senere er erodert og re-sedimentert av Glomma og mindre sidevassdrag (Bargel 1982, 1983).

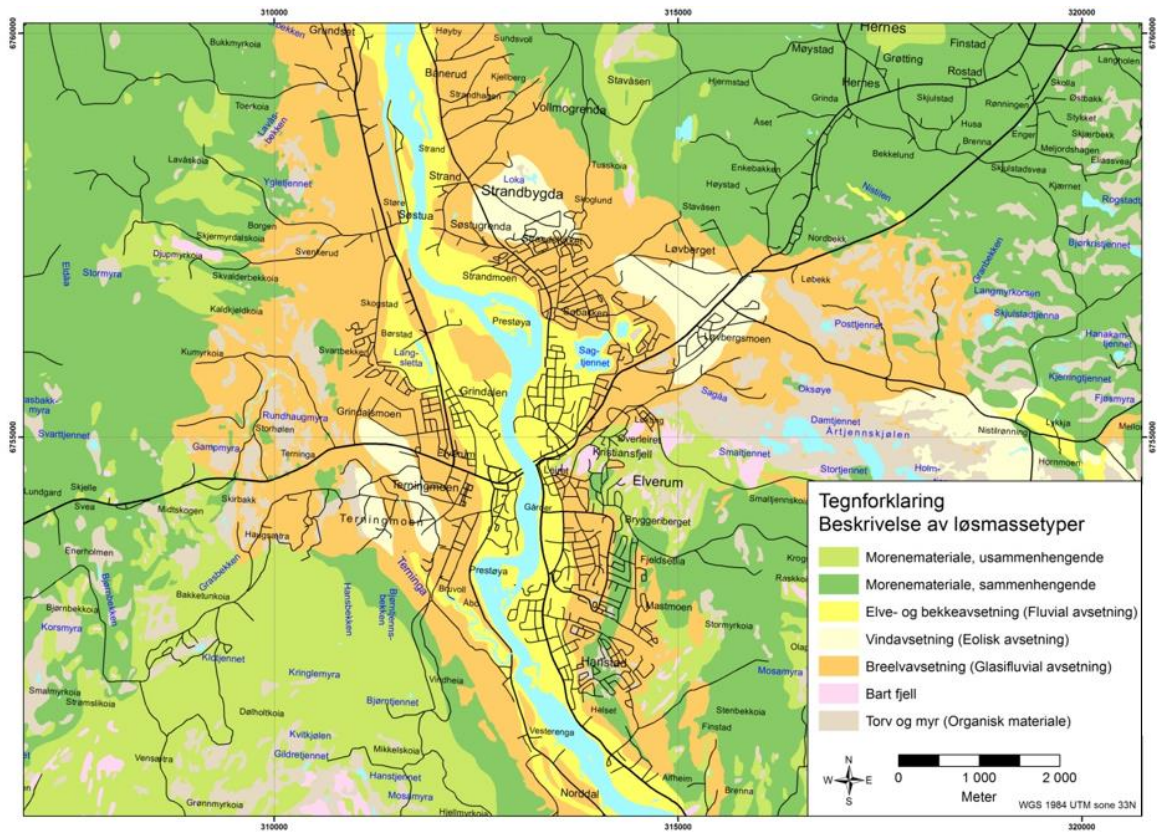
Slike erosjons- og sedimentasjonsprosesser foregår ofte over lang tid, men i dette tilfellet er det spesielt en geologisk hendelse, som satt sine spor på løsmassegeologien, nemlig en plutselig og katastrofal flom fra en stor bredemt sjø (fagterm: jøkulhlaup).



Figur 5: Drenering av vannet ved tapningen av Nedre Glåmsjø og dannelsen av Jutulhogget (Longva, 1984),

Den bredemte sjøen i Østerdalen («Nedre Glåmsjø») ble dannet mellom vannskillet i Trøndelag i nord og isbreen i Østerdalen sør for Alvdal, som stengte for dreneringen sørover (se Figur 5). På sitt største var denne sjøen trolig på størrelse med Mjøsa i dag. Da isdemningen brast for cirka 10000 år siden, fosset smeltevann østover til Tyllidalen med voldsom kraft og dannet Jutulhogget, som med opptil 240 m bratte vegger er det mest kjente landemerke i Hedmark fylke og det nest største av sitt slag i Nord-Europa. Flomvannet fosset videre sørover, trengte seg under ismassene i Rendalen og videre nedover Østerdalen til utløp ved iskanten ved Elverum hvor det flommet ut over de lavere liggende områdene langs vassdraget (Longva, 1984). Vannføringen i Glomma ved Kongsvinger under jøkulhlaupet er beregnet til å ha vært tre ganger større enn Amazonas i dag. Sedimentene fra tapningen utgjør alt fra meget store steinblokker nærmest Jutulhogget og noen km sørover, til noe mindre blokker og stein sørover til Elverumsområdet, som går over til mer finkornige (siltige) flomsedimenter i Elverum-Kongsvingerområdet (Olsen et al. 2018). For utførlig informasjon om flommen og hvordan den har formet området med hensyn til kraftige erosjonsprosesser og diverse avsetninger, henvises til Høgaas og Longva (2016).

I Figur 6 viser et kvartærgeologisk kart over Elverum. Det som er markert med grønt på kartet er kartlagt som morene avsatt under innlandsisen, mens oransje farge viser grus, sand og silt avsatt av breelver på slutten av siste istid, særlig i forbindelse med flommen beskrevet ovenfor. Gul farge viser elveavsetninger av nyere tid; sortert materiale med silt, sand og grus som er erodert og re-sedimentert av elver og bekker. Lys gul farge viser finkornig sand som er fraktet og avsatt av vind (eoliske avsetninger) og som det finnes mye av i øvre Ydalir massetak, og ellers andre steder rundt Elverum. Stedvis stikker fjellblotninger opp og er vist med lys rosa farge på det kvartærgeologiske kartet. Områder med torv (organisk materiale) er vist med gråbrun farge.



Figur 6: Kwartærgeologisk kart over Elverum ([www.ngu.no](http://www.ngu.no)).

Det er noe usikkerhet knyttet til hvor langt opp i Østerdalen havet har stått etter nedsmeltingen av den store innlandsisen (Høgaas og Longva, 2016). På overflaten, og i de områder som er undersøkt i detalj i Elverumsområdet, er det ikke påvist marine avsetninger.



## 4. Kartlegging av geologiske og hydrogeologiske forhold

### 4.1 Tidligere undersøkelser

#### 4.1.1 Georadarundersøkelser

I 1998 ble det utført georadarmålinger ved 11 lokaliteter i Elverum. Undersøkelsene ble gjennomført i forbindelse med kartlegging av grunnvarmepotensialet i løsmasser i området. Formålet med georadarmålingene var å kartlegge dyp til grunnvannsspeil samt mektighet og sammensetning av løsmasser i mettet sone. I NGU-rapporten (Lauritsen, 1999) presenteres metoden, radarprogrammene av de 24 georadarprofilene, samt en grundig tolkning av disse.

I følgende avsnitt presenteres et utvalg av resultatene, som er relevante for undersøkelsesområdet.

På vestsiden av Glomma er det radarprogrammene fra Industrigata (nært undersøkelsesbrønn «Sperr industri»), som er interessante. Løsmassene her består i hovedsak av sand og grus. Grunnvannsspeil tolkes til å ligge mellom 10 og 13 meters dyp, med en fjelloverflate som varierer fra 10 til 19 meters dyp.

På østsiden av Glomma er det resultatene fra undersøkelsene ved Elverum ungdomsskole, sentrum og videregående skole som er mest relevante. Ved ungdomsskolen består løsmassene trolig av vekslende lag av finsand/sand og grus. Grunnvannstanden varierer fra cirka 5 til 8 m og fjelloverflater mellom 6 og 22 meters dyp.

I sentrumsområdet ble det gjennomført tre profiler, som viser noe forskjellige resultater for type løsmasser i topplaget. Det registreres lagdelt sand/finsand ned til 10 meters dyp over grovere, grusdominerte masser et sted, og 2-3 meter sand/grus over finstoff et annet sted. Grunnvannsspeilet kommer ikke tydelig fram på georadaropptakene, trolig fordi det ligger grunnere enn 5 m og er vanskelig å skille fra andre horisontale løsmassereflektorer. Fjelloverflata er også vanskelig å registrere i georadarprofilene, men kan stedvis registreres fra 6 til 20 meters dyp.

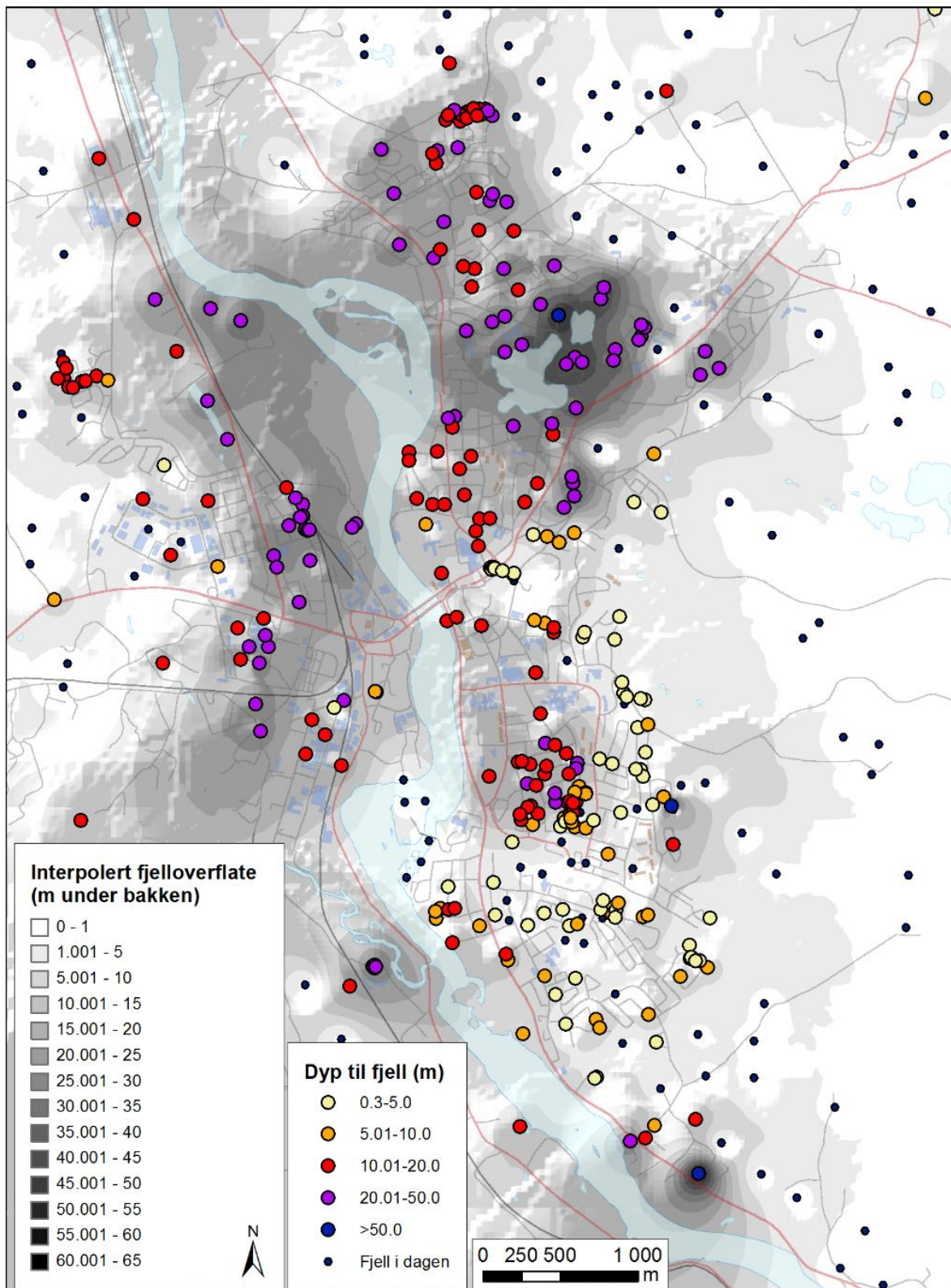
I opptakene ved Elverum videregående skole ser løsmassene ut til å bestå av sekvensene sand/finsand/grus/morene. Det er vanskelig å påvise fjelloverflata i opptaket, men reflektorene tyder på at den ligger mellom 11 og 18 meters dyp. Grunnvannstanden i dette området er trolig mindre enn 5 m.

#### 4.1.2 Grunnboringer

Ifølge Haugen (2015) sine analyser av samtlige brønner og sonderboringer i Elverum som er registrert i grunnvannsdatenbasen GRANADA, er gjennomsnittlig dyp til fjell 18.5 m og dyp til grunnvannsspeilet 7.6 m under terreng.

Ekstraherer man informasjonen om dyp til fjell fra samtlige registrerte brønner og sonderboringer, og kombinerer denne med observasjoner av fjell i dagen, kan dataene brukes til å et dybdekart (se Figur 7).

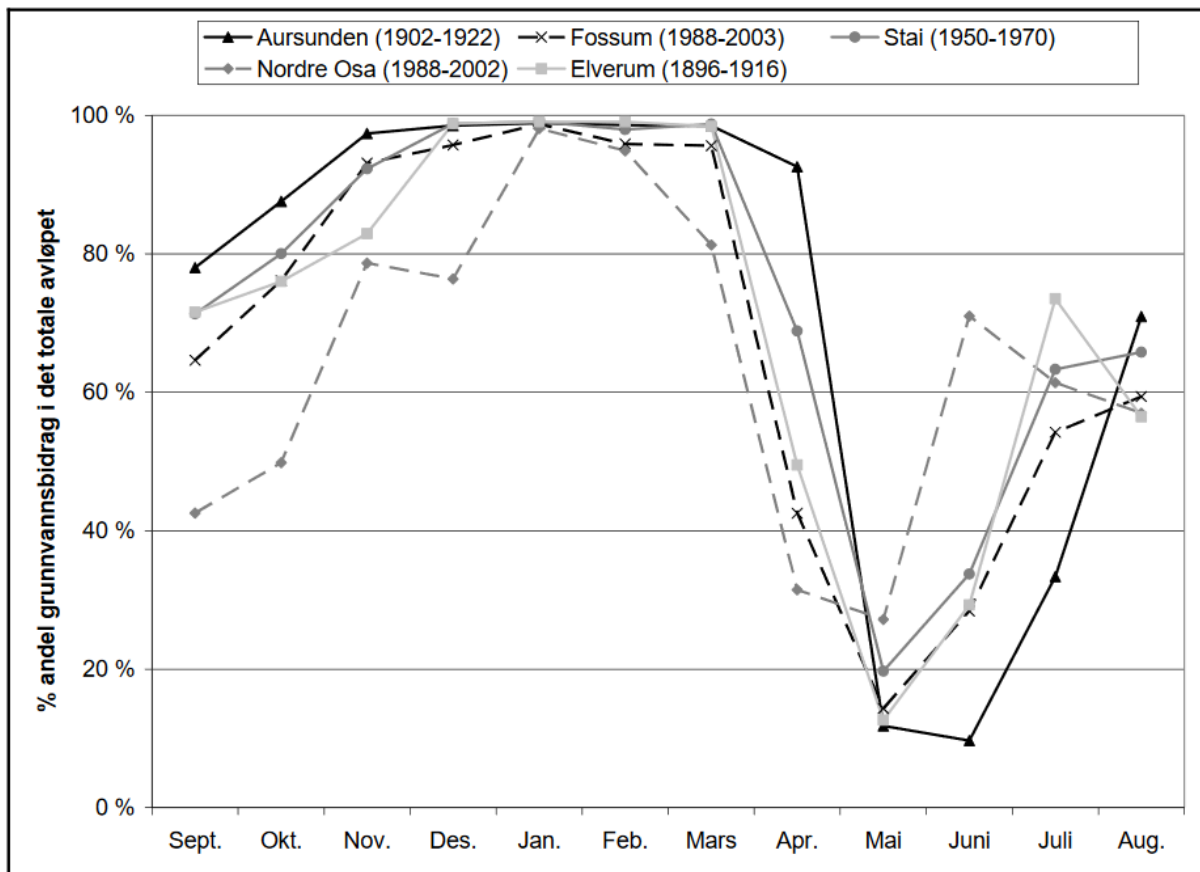
## Dyp til fjell - Elverum



**Figur 7: Kart over dyp til fjell i Elverum. Punktene viser en sammenstilling av registrerte borer i GRANADA med informasjon om dyp til fjell. I bakgrunnen vises elven Glomma, veier, samt en interpolert fjelloverflate (i meter under terrengnivå). Interpolasjonen baserer seg på data fra 263 fjellbrønner, 35 løsmassebrønner, 19 sonderboringer og 210 observasjoner av fjell i dagen. En viktig observasjon fra dette datasettet er at det finnes en fjellterskel under Glomma ved Prestøya i den sørlige delen av Elverum (Seither, upublisert, laget i 2016).**

### 4.1.3 Hydrologi

Vannet i Glomma ved Elverum stammer fra tilløp fra flere vassdrag og sideelver der noen er sterkt regulerte, som Rendalen med flere kraftstasjoner (Gaukstad et al., 1995), mens andre er uregulerte. NVE har i en omfattende rapport (Wong og Colleuille, 2005) estimert grunnvannsbidrag til den totale vannføringen i ulike vassdrag, deriblant Glomma nord for Elverum. Hovedformål med prosjektet har vært å belyse hvor viktig grunnvannsbidraget er generelt for vannføring i et vassdrag. Resultatene for Glommavassdraget viser at grunnvann kan utgjøre tilnærmet 100% av den totale vannføringen i lavvannsperioder om vinteren. I snøsmelte- og flomperioder reduseres andelen til mellom 10 og 30%. I Figur 8 vises estimerte grunnvannsbidrag for Glommavassdraget, nord for Elverum, gjennom året.



Figur 8: Estimerte grunnvannsbidrag ved utvalgte stasjoner langs Glomma-vassdraget, nord for Elverum (Figur fra NVE rapport: Wong og Colleuille, 2005).



## 4.3 Grunnundersøkelser utført i dette prosjektet

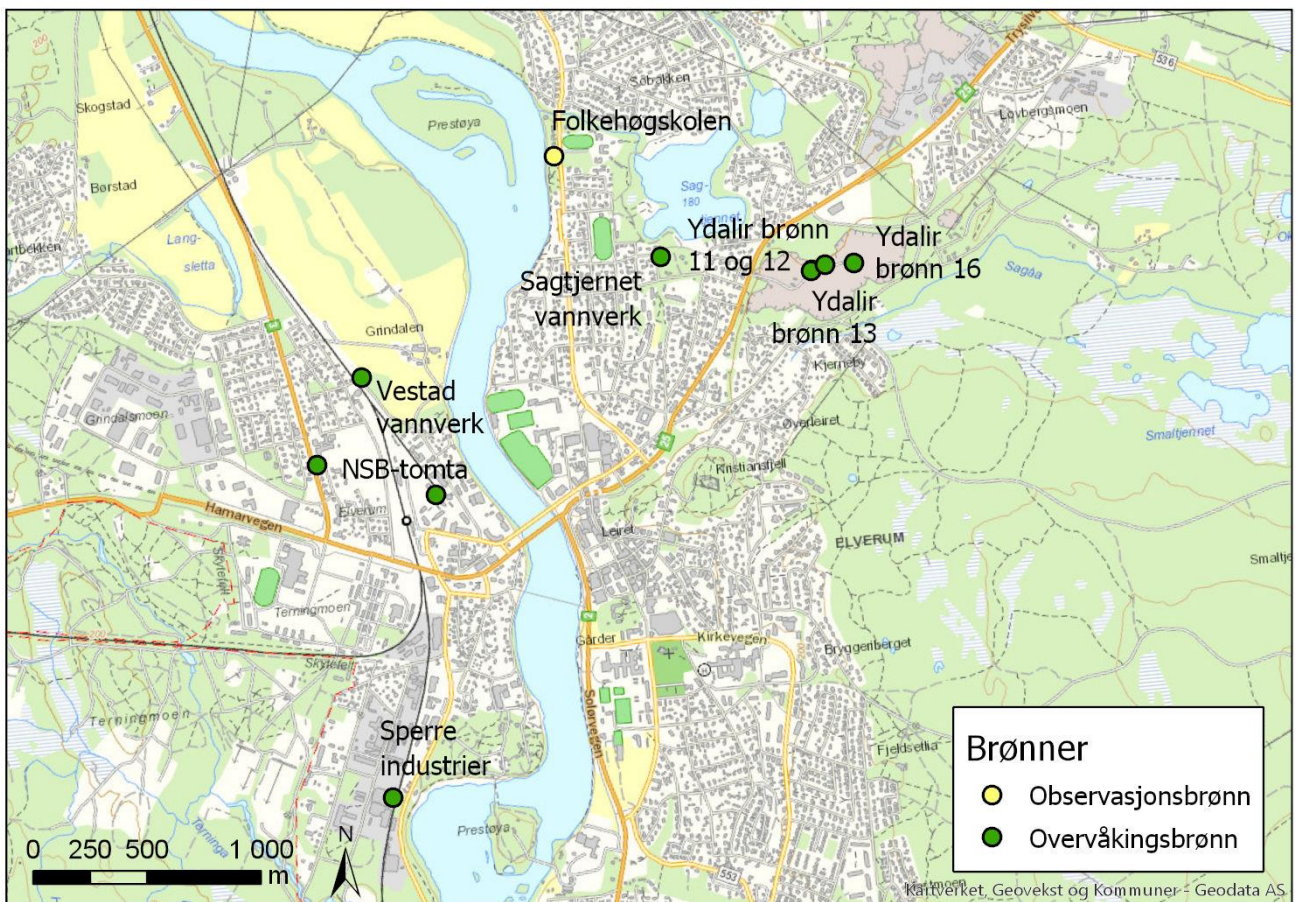
### 4.3.1 Grunnboringer og brønnetableringer

På kartet i Figur 9 vises en oversikt over alle brønnene som er del av overvåkingsnettets i Elverum. Mange av disse brønnene ble etablert i forbindelse med tidligere hydrogeologiske prosjekter. Brønnene i det tidligere sandtaket Ydalir ble etablert i perioden september til november 2016 i forbindelse med grunnundersøkelser for etablering av en ny bydel i dette området (ORMEL-prosjektet). Løsmassene i området består i all hovedsak av sandige masser som varierer fra fin- til grov sand. Bortsett fra sand viser boreloggene også silt, tynne lag med leire og grus. Dyp til fjell ligger på noe over 20 m og grunnvannstanden varierer mellom 1,5-8 m under terrenget. Brønnene på Ydalir har etter hvert blitt fjernet i forbindelse med utbyggingen av området.

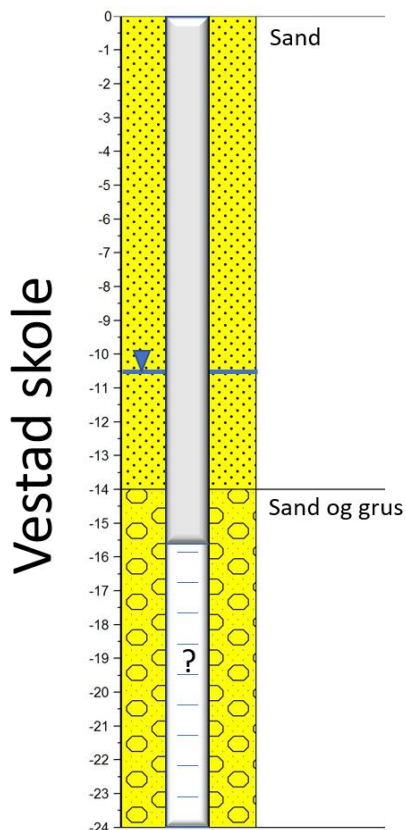
Brønnen på NSB-tomten ble også etablert i september 2016 og boreloggen viser sandige masser i nesten hele boreprofilens lengde. Fra 23 m dybde er det registrert grus ned til fjellkontakten på 28 m dyp. Brønnen er utført i PEH materialet godkjent for miljøundersøkelser.

I samtlige brønner som benyttes til overvåkingen av kjemisk tilstand av grunnvannet er det installert digitale loggere for kontinuerlig logging av grunnvannsnivå, temperatur og grunnvannets elektriske ledningsevne.

Boreloggene, samt utforming av brønnen i forbindelse med filterplassering er presentert i Figur 10 til Figur 15.



**Figur 9: Oversikt over beliggenhet av brønnene i Elverum. Observasjonsbrønnen ved Folkehøgskolen benyttes kun til logging av vannstand og vanntemperatur og det tas ingen vannprøver fra denne brønnen.**



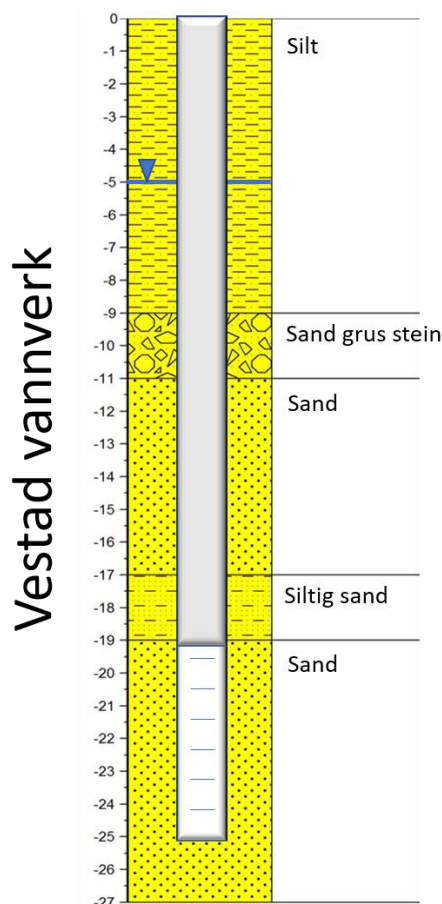
Figur 10: Borelogg og utforming av overvåkingsbrønn «Vestad skole».

Brønnen ved **Vestad skole** på vestsiden av Glomma ble i 2011 nedsatt av Nordenfjeldske Brønn- og Spesialboring AS på oppdrag fra Elverum kommune. Stålbrønnen har en diameter på 200 mm. Det er ikke gitt informasjon om filterplassering.

Som det fremgår av boreloggen, består de øverste 14 m løsmasser av sand. Under dette laget befinner seg sand og grus ned til avsluttet boring ved 24 m dyp.

Brønnen befinner seg i en kum og toppen av brønnrøret ligger under terrengnivå.

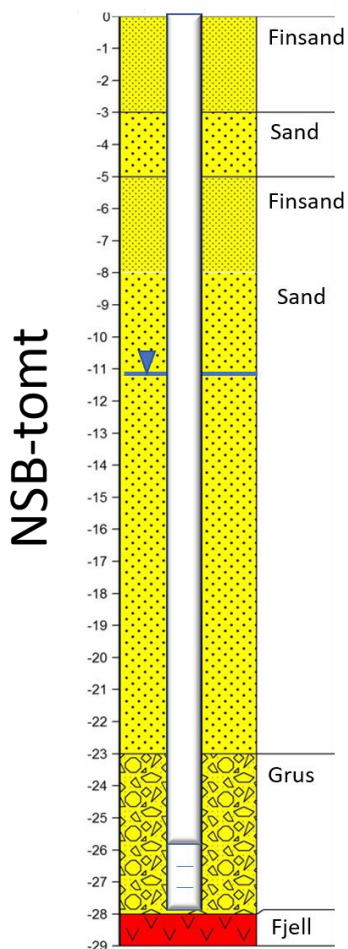
Grunnvannstand ligger cirka 10.5 m under brønntopp.



Figur 11: Borelogg og utforming av overvåkingsbrønn «Vestad vannverk».

Brønnen ved **Vestad vannverk** på vestsiden av Glomma ble etablert av Norges geologiske undersøkelse i 1961. Stålbrønnen har en diameter på 300 mm og står i kjelleren til et lite brønnhus. Toppen av brønnrøret ligger under omliggende terrengnivå.

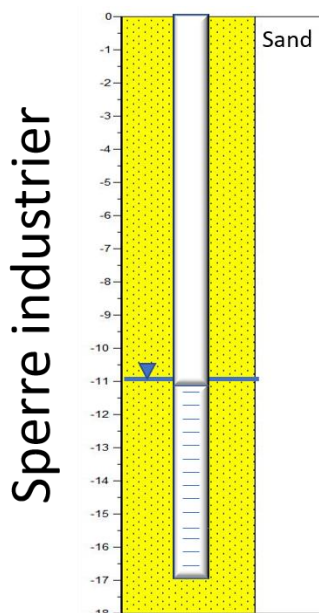
Brønnen har en totaldybde på 25 m og de lokale løsmassene består hovedsakelig av silt og sand. Slissefilteret er plassert mellom 19-25 meters dyp. Grunnvannsnivå er målt til cirka 5 m under brønntopp.



Figur 12: Borelogg og utforming av overvåkingsbrønn «NSB-tomt».

2" PEH-brønnen ved **NSB-tomten** på vestsiden av Glomma ble etablert av Nordenfjeldske Brønn og Spesialboring AS i 2016 i forbindelse med dette prosjektet.

Boringen ble avsluttet ved fjellkontakt i 28 m dyp. Boreloggen viser at løsmassene vekselvis består av sand og finsand ned til 23 m dyp og grusige masser under dette ned til fjelloverflaten på 28 m dyp. Derfra og ned til fjell befinner seg. Det ble installert et slissefilter mellom 26-28 m dyp. Grunnvannsnivå ble målt til cirka 11 m under brønntopp.



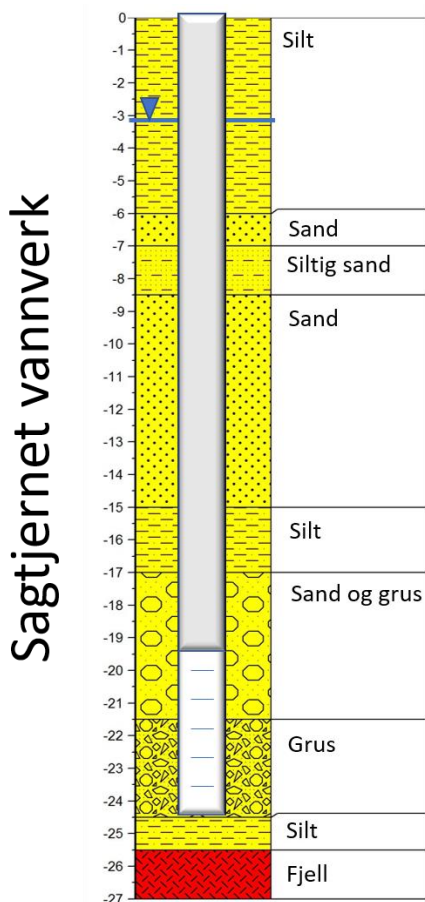
Figur 13: Borelogg og utforming av overvåkingsbrønn «Sperre industrier».

Miljøbrønnen (med Ø 50 mm) ved **Sperre industrier** på vestsiden av Glomma ble nedsatt av Norconsult i 2015 på oppdrag fra grunneier Sperre Industrier AS.

Som det fremkommer i boreloggen, består løsmassene av sand over hele boreprofilets lengde. Brønnen har en total dybde av 17 m, med slissefilter fra 11-17 m.

Grunnvannstand ble målt til cirka 11 m under brønntopp.



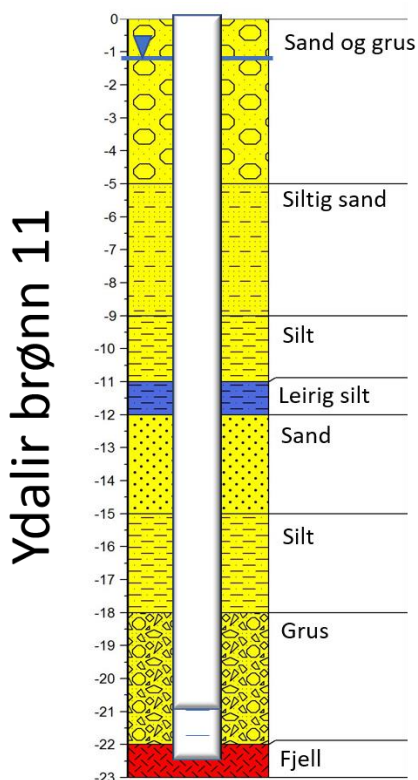


Figur 14: Borelogg og utforming av overvåkingsbrønn «Sagtjernet vannverk».

Brønnen ved **Sagtjernet vannverk** på østsiden av Glomma ble etablert av Norges geologiske undersøkelse i 1958. Stålbrønnen har en diameter på 300 mm og står i kjelleren til et lite brønnhus. Toppen av brønnrøret befinner seg under omliggende terrengnivå.

Under grunnboringen ble det truffet på fjell på 25.5 m dyp. De øverste 17 m av løsmassene består vekselvis av sand og silt med liten vanngiverevne. Under disse massene i overgangen mot fjell påtreffes det grove masser og gode vannføringsegenskaper.

Slissefilteret i brønnen er plassert mellom 19.5-24.5 m dyp under brønntopp. Grunnvannsnivå ble målt til cirka 3 m under brønntopp.



Figur 15: Borelogg og utforming av overvåkingsbrønn «Ydalir brønn 11».

**Brønn nr 11 på Ydalir** ble nedsatt av Nordenfjeldske Brønn- og Spesialboring AS i 2016. Boringen ble avsluttet ved fjellkontakt i 22.5 m dyp.

Som det fremkommer i boreloggen er det først sand og grus i 5 m. Deretter følger det over 10 m med finkorning med liten vanngiverevne. I overgangen mot fjellet fra 18 til 22 m registreres det grus med gode vannføringsevne.

Slissefilteret er plassert mellom 20.5-22.5 m dyp. Grunnvannstand ble målt til cirka 1 m under brønntopp.

#### 4.3.2 2D resistivitets- og georadar-undersøkelser

Samtidig med kartleggingen av grunnvannsforekomst Elverum typelokaliteter ble det også gjennomført et forskningsprosjekt for kartlegging av grunnvarmepotensialet i deler av Elverum sentrum (ORMEL-prosjektet: Optimal ressursutnyttelse av grunnvann til oppvarming og kjøling i Melhus og Elverum). I forbindelse med dette prosjektet ble det høsten 2015 utført geofysiske undersøkelser som kom til nytte i kartleggingen av grunnvannsforekomst Elverum. Både beskrivelse av de av metodene, resultatene og tolkningene av de bakkegeofysiske undersøkelsene er presentert i en egen NGU-rapport (Larsen et al., 2017), slik at det i denne rapporten kun presenteres noen sentrale resultater.

Et av områdene som ble undersøkt ved hjelp av 2D-resistivitet og georadar, er det tidligere sandtaket Ydalir. Det ble målt 2D-resistivitet langs én trasé, samt 9 georadarprofiler (fire langs 2D-resistivitsprofilen og fem kryssprofiler).

Resterende profiler (en lang 2D-resistivitets-profil og fem georadarprofiler langs samme trasé) fordeler seg langs Glomma, cirka fra Prestøya i nord til Prestøya i sør, på østsiden av elven.

Ved Ydalir identifiserer begge metodene tre enheter i dypet; tørr sand på toppen, vannmettet sand under og fast fjell i bunn. Mektigheten til de tørre løsmassene varierer mellom 5-20 meter. Ved en av georadarprofilene vises en gjenfylt dødisgrop i dette topplaget. Mektigheten til de vannmettede massene varierer også mellom 5-20 meter, og er hovedsakelig basert på tolkning av resistivitetsmålingene siden fjelloverflaten kun er synlig i et fåtall av georadarprofilene.

Langs Glomma er begge de geofysiske metodene påvirket av støy fra infrastruktur, men det er likevel mulig å identifisere de samme tre enhetene som ved Ydalir. Mektigheten på vannmettede masser varierer også her og ligger mellom 5-20 meter.

Individuelle georadar- og 2D-resistivitetsprofiler inklusive tolkninger er presentert i Larsen et al. (2017).

#### **4.4 Hydrogeologiske forhold**

Resultater fra både eldre og nyere geologiske undersøkelser viser at grunnen under Elverum sentrum domineres av sand- og grusmasser avsatt av breelver og elver. Karakteristisk for disse løsmassene er høy porøsitet og permeabilitet, noe som gjør at største delen nedbøren som faller på avsetningen infiltrerer direkte ned i grunnen og bidrar til nydanning av grunnvann. Lengre oppe i dalsidene med morenemateriale og fjellblotninger kan en imidlertid forvente mindre direkteinfiltrasjon og større og raskere overflateavrenning til nærliggende elver og bekker. De fleste av disse vannløpene dreneres igjen ned til Glomma (Gaut et al 1981, s. 47). Kalskin og Hilmo (1999) kartla løsmassedekket i Elverum by som gjennomgående mektig og med en porøs og permeabel overflate av sand/finsand som gjør at relativt lite av nedbøren renner av på overflaten. I den sørøstre delen av Elverum er løsmassedekket noe tynnere, noe som fører til raskere avrenning til bekker og elver.

Nedbørsfeltet til grunnvannsforekomst Elverum er ikke veldig stor (se Figur 2), slik at mesteparten av nydanning av grunnvann skjer ved infiltrasjon av nedbør på selve avsetningen (selvmatende akvifer), samt noe infiltrasjon fra Glomma ved flomvannsføring i vassdraget.

De hydrologiske forholdene innenfor deler av grunnvannsforekomsten er sterk modifisert gjennom aktiv overflatehåndtering. Avskjærende grøfter langs veier, samt bortledning av bebygde flater til overvannsledninger og avløp, vil påvirke den naturlige overflateavrenningen og infiltrasjonen i området.

#### 4.4.1 Grunnvannstand, grunnvannstemperatur, nedbør og vannstand i elven

Figur 16 viser de automatiske måleseriene for grunnvannsnivå i brønnene som inngår i den kontinuerlige overvåkingen (se kart i Figur 9 eller Figur 28), samt registrerte nedbørshendelser (klimastasjon Hamar II) og vannstand i elven Glomma (NVE stasjon 2.604 ved Prestgården).

Ifølge Akershus Energi har Glommavassdraget totalt sett en lav reguleringsgrad og bare 16 % av den totale middelvannføringen kan lagres i reguleringsmagasinene. Likevel har reguleringene en betydelig effekt på variasjonene i vannføringen over året. Figur 16 viser at vannstanden i elven varierer kraftig i løpet av overvåkingsperioden der forskjell mellom laveste og høyeste registrerte vannstand ved NVEs målestasjon er hele 4 m.

Figur 17 til Figur 22 viser måleseriene for grunnvannstand og grunnvannstemperatur i de enkelte overvåkingsbrønner, samt manuelle målinger gjennomført i forbindelse med vannprøvetaking og vannstandsmålinger i Glomma (ved Prestgården).

Figur 17 viser dataene for brønnen ved **Sagtjernet vannverket**, som ligger på østsiden av elven, cirka 500 m fra elvebredden. Grunnvannstemperaturen ligger veldig stabilt på litt over 6 °C. Grunnvannsnivået er forholdsvis stabilt og varierer kun 60 cm (181-181.6 moh) i overvåkingsperioden på to år. Sommeren 2017 er det en periode der grunnvannsnivået varierer betydelig og trolig skyldes trolig en lengre periode med flere kraftige nedbørshendelser i det lokale nedbørsfeltet. Grunnvannsnivået ved denne brønnen er, sammenliknet med flere av de andre observasjonsbrønnene, i mindre grad påvirket av vannstand i Glomma. Kun på våren i 2018 og 2019, når vannstand i Glomma blir svært høy kombinert med snøsmelting i det lokale nedbørsfeltet, registreres det en stigning i grunnvannsnivået.

Peilebrønnen ved **Folkehøyskolen** ligger lengst nord i overvåkingsnettverket, på østsiden av elven og kun 50 m fra elvebredden. Brønnen er ikke utformet til vannprøvetaking og benyttes kun til registrering av grunnvannsnivå og temperatur (Figur 18). Grunnvannstemperatur i dette området er stabil på rundt 6 °C ( $\Delta T=0.4$  °C) i løpet av måleperioden, mens vannstandsendingene derimot er betydelige ( $\Delta h=3.2$ m). Grunnvannsnivå er i hele måleperioden høyere enn vannstand i Glomma og viser at akviferen mater elven i dette området.

Figur 19 viser dataene for brønnen ved **Vestad vannverk**, som ligger på vestsiden av Glomma, cirka 400 m fra elvebredden. Grunnvannstemperatur er veldig stabil på litt over 6 °C og grunnvannsnivå varierer moderate 1.3 m i hele overvåkingsperioden. Ved to anledninger, på våren 2018 og på våren 2019 registreres det høyere vannstand i Glomma enn i akviferen ved vannverket, og indikerer at vann fra Glomma kan infiltrere akviferen nærmest elva. I denne perioden er også verdiene for elektrisk ledningsevne (se Figur 24) i grunnvannet noe høyere som følge av tilførsel av mer ionerikt grunnvann.

Figur 20 viser dataene for brønnen ved **Vestad skole**. Brønnen ligger 450 m sørvest fra Vestad vannverk og cirka 600 m fra Glomma. Grunnvannstemperaturen er stabil på cirka 7 °C i overvåkingsperioden og grunnvannsnivå varierer med bare 1 m. I forbindelse med store



vannstandsendringer i Glomma responderer også grunnvannsnivået ved Vestad skole noe på dette, men veldig dempet.

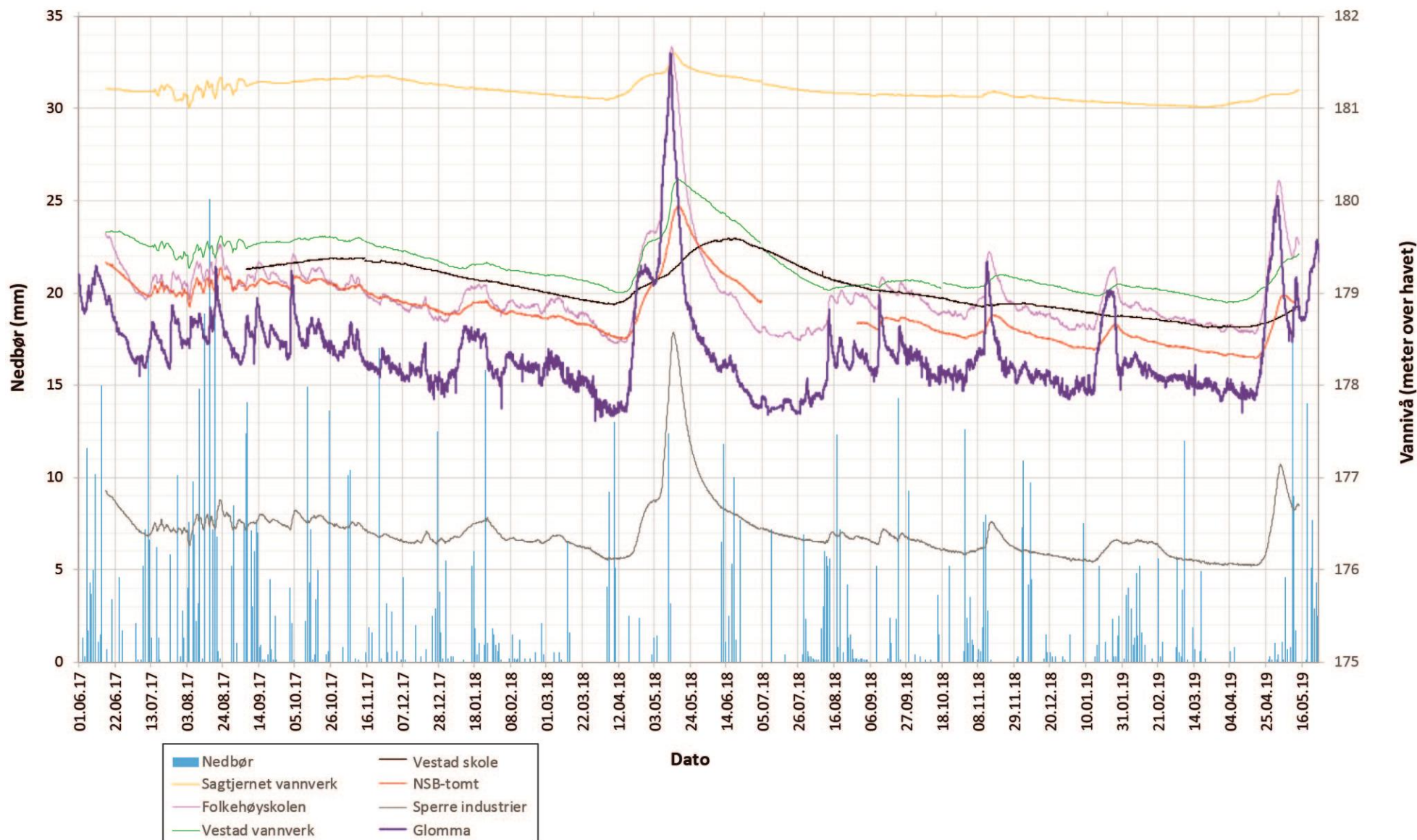
Måleseriene for brønnen ved **NSB-tomten** er presentert i Figur 21. Brønnen er lokalisert 600 m sørøst for Vestad vannverk og 180 m fra Glomma. Grunnvannstemperaturen er veldig stabil på litt over 6 grader i overvåkingsperioden. Noe høyere manuelle temperaturmålingene sammenliknet med de automatiske loggermålingene skyldes oppvarming av vannet under pumping. Grunnvannsnivå varierer 1.6 m i løpet av overvåkingsperioden og reagerer gjennom hele året forholdsvis raskt på vannstandsendringer i Glomma.

Figur 22 viser dataene for brønnen ved **Sperre industrier**, som er lokalisert på vestsiden av elven, cirka 70 m fra Glomma. Lokalteteten ligger omtrent i høyden med Prestøya og Skogbruksmuseet, og er den sørligste brønnen i overvåkingsnett. Grunnvannstemperaturen er stabil på cirka 7.5 °C i overvåkingsperioden. På lik linje med dataene fra grunnvann ved NSB-tomten, er de manuelle temperaturmålingene noe høyere på grunn av oppvarming under pumping. Grunnvannstand varierer betydelig ( $\Delta h = 2.5$  m) i løpet av overvåkingsperioden og er tydelig styrt av vannstandsendringer i Glomma. Grunnvannstand ved Sperre industrier er noen meter lavere enn vannstand målt i elven, men dette skyldes at NVEs målestasjon er plassert noen hundre meter oppstrøms Prestfossen og Kløkkerfossen med cirka 3 m fall. Dermed gir høydeforskjellen mellom NVEs måleserie og måleserien for grunnvannstand ved Sperre industrier lite informasjon om strømningsforholdene i dette området. Den 16.11.2017 ble det gjort en nivåmåling med GPS av Glomma nedstrøms fossene som viste at grunnvannsnivået i brønnområdet lå cirka 1 m høyere enn vannivået i Glomma.

Et viktig fellestrekk for måleseriene er at grunnvannstemperaturen er svært stabil ved alle brønnene og viser ingen klare årstidsvariasjoner. Temperaturen er dermed ikke påvirket av lokal nedbør eller elveinfiltrasjon, noe som indikerer betydelig oppholdstid på grunnvannet og sen utskifting av vannet i akviferen.

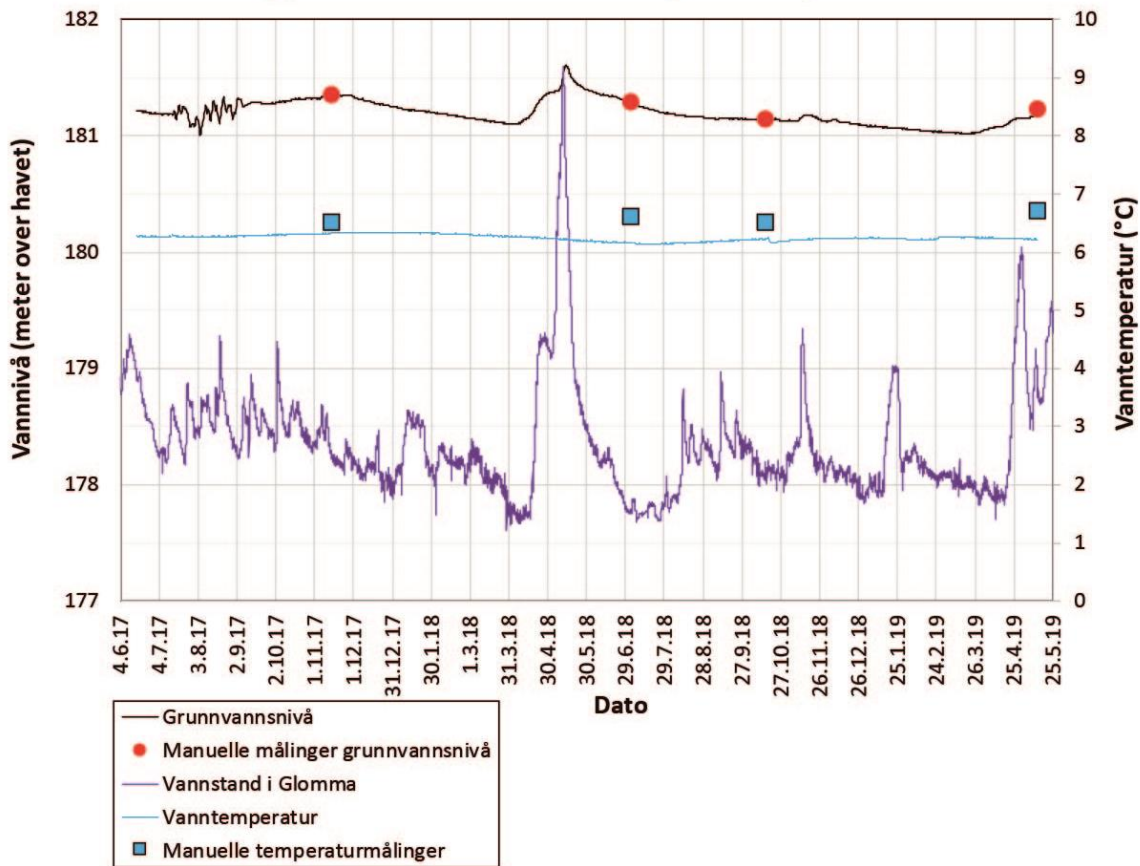
En annen observasjon er at den tørre sommeren i 2018 har resultert i langtidseffekter på vannivået i akviferen. Samtlige brønner, foruten Folkehøyskolen, har lavere grunnvannsnivå vinteren 2018/2019 enn vinteren 2017/2018.

Grunnvannsnivå ved overvåkingsbrønnene sammenlignet med nedbørhendelser og vannnivå i elven Glomma



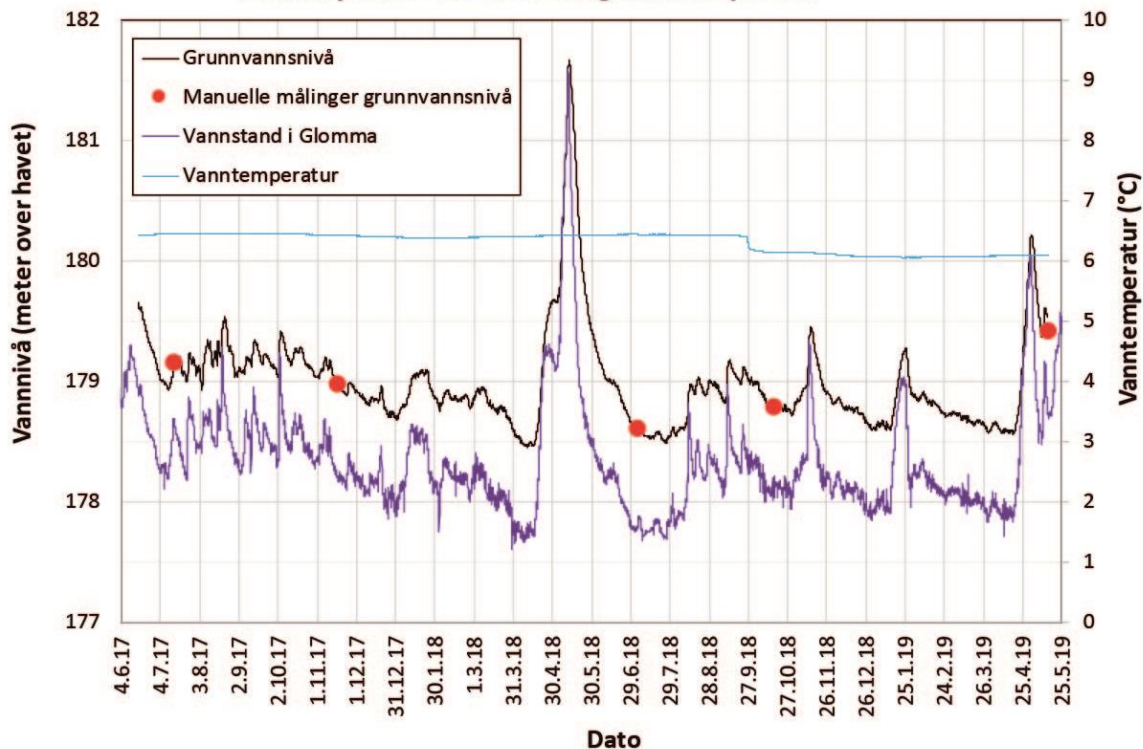
Figur 16: Grunnvannsnivå målt i brønnene i Elverum, kombinert med nedbørshendelser (Klimastasjon Hamar II, lastet ned fra Meteorologisk institutt: <http://eklima.met.no/>) og vannstandsmålinger i elven Glomma (NVE stasjon Elverum 2.604 ved Prestgården, noen hundre meter oppstrøms Prestfossen og Klokkerfossen, måleserie lastet ned fra <http://sildre.nve.no/Sildre/Station/2.604.0>).

Sagtjernet vannverk - Vannstand og vanntemperatur



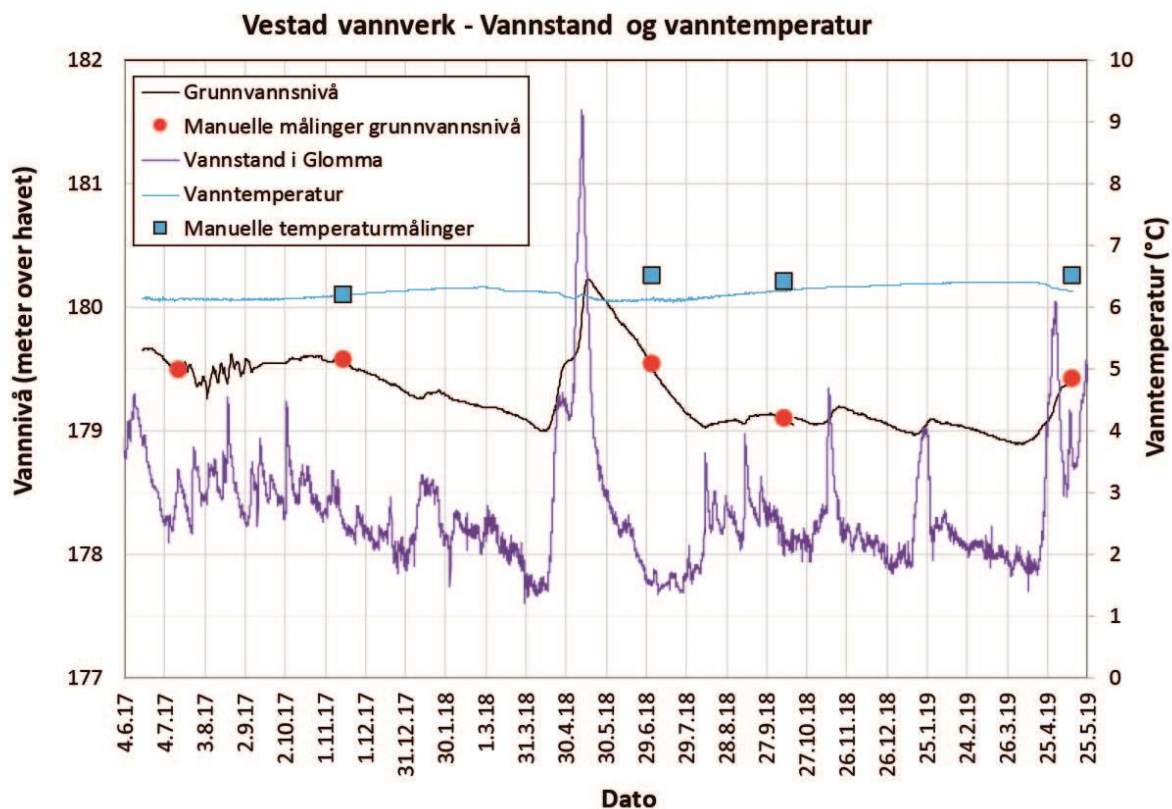
Figur 17: Grunnvannsnivå (meter over havet) og grunnvannstemperatur i overvåkingsbrønnen ved Sagtjernet vannverk, kombinert med vannstandsmålinger i Glomma (NVEs målestasjon 2.604 <http://sildre.nve.no/Sildre/Station/2.604.0>).

Folkkehøyskole - Vannstand og vanntemperatur

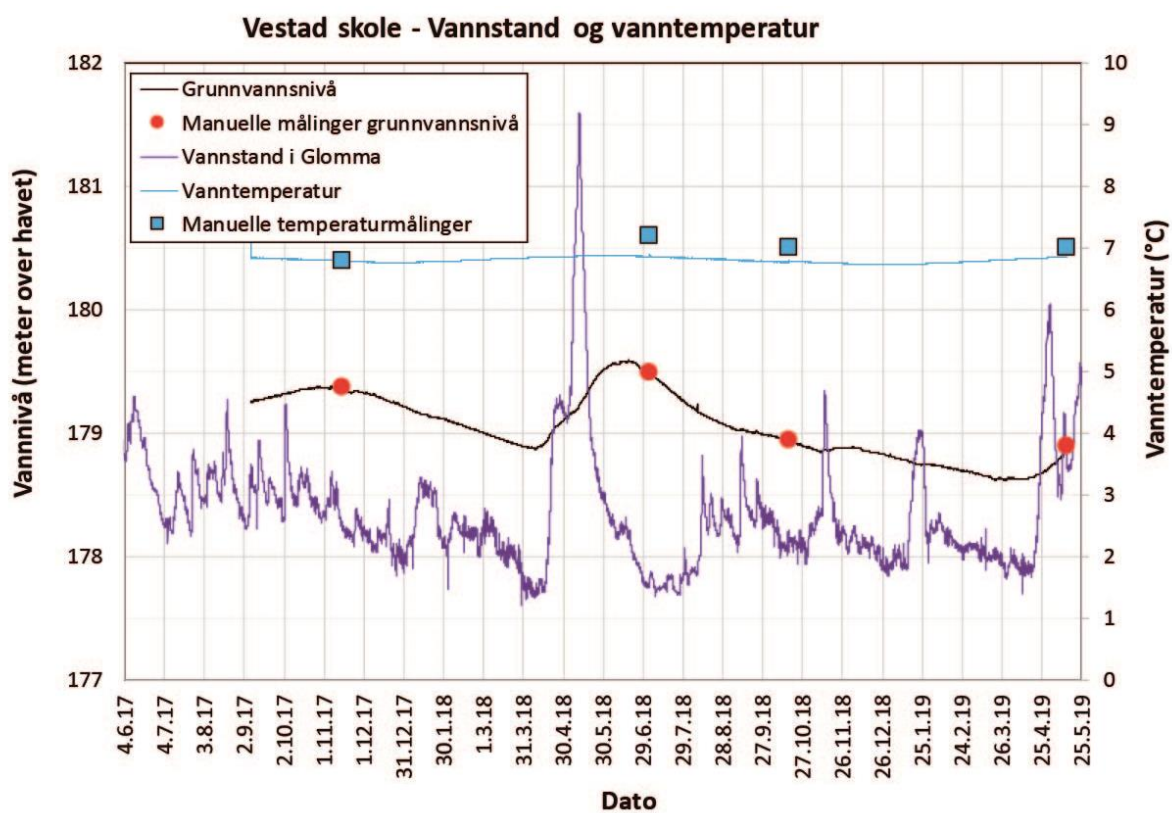


Figur 18: Grunnvannsnivå (meter over havet) og grunnvannstemperatur i observasjonsbrønnen ved Folkkehøyskolen, kombinert med vannstandsmålinger i Glomma (NVEs målestasjon 2.604 <http://sildre.nve.no/Sildre/Station/2.604.0>).

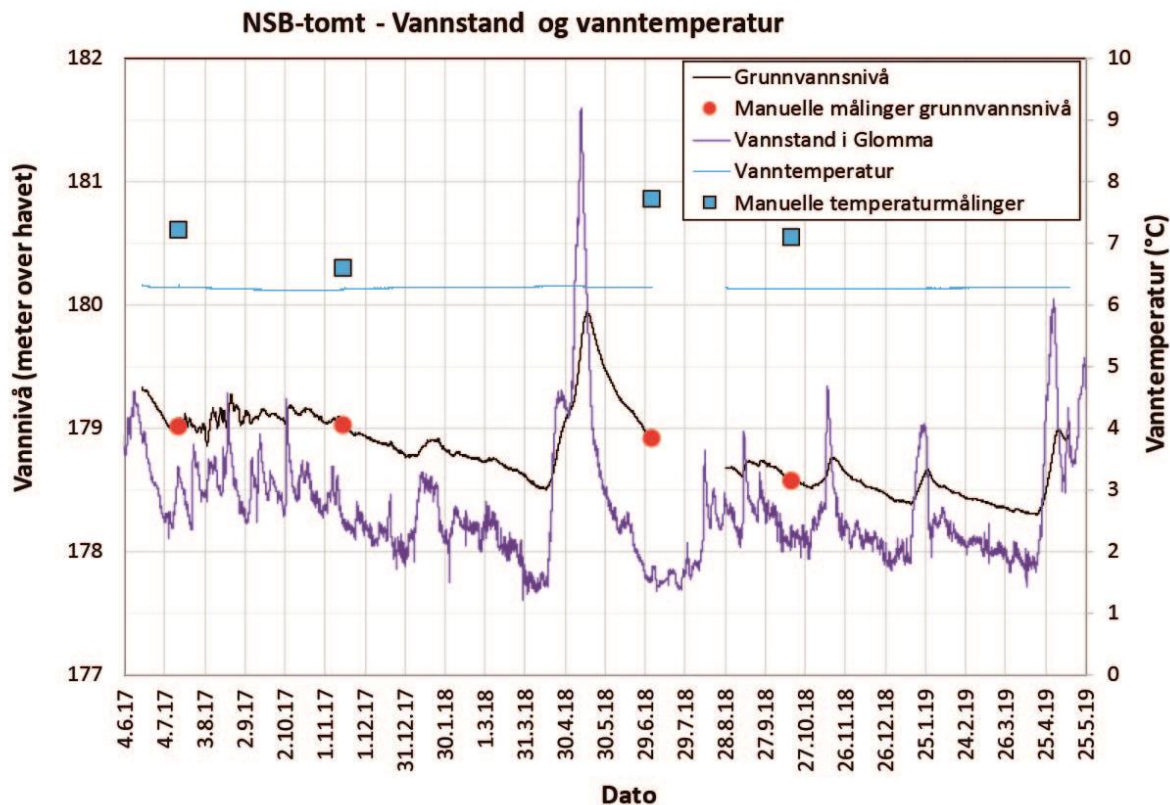




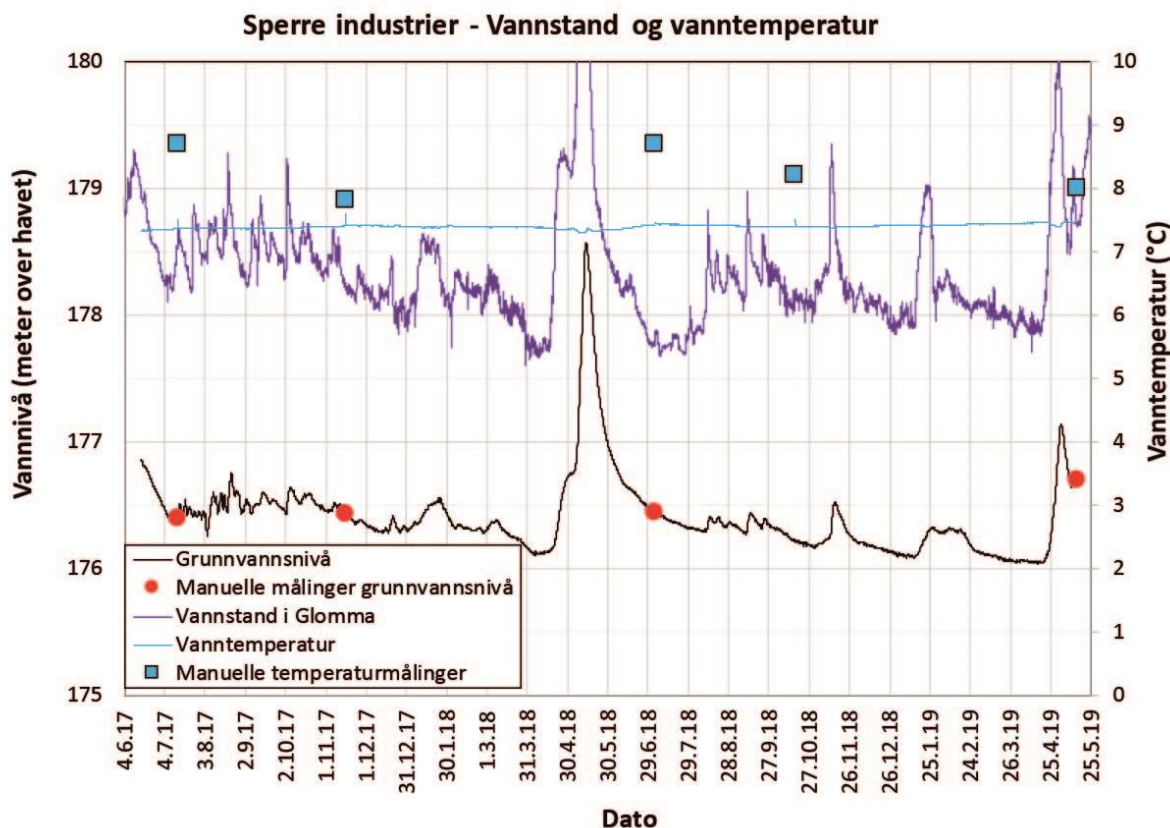
Figur 19. Grunnvannsnivå (meter over havet) og grunnvannstemperatur i overvåkingsbrønnen ved Vestad vannverk, kombinert med vannstandsmålinger i Glomma (NVEs målestasjon 2.604 <http://sildre.nve.no/Sildre/Station/2.604.0>).



Figur 20. Grunnvannsnivå (meter over havet) og grunnvannstemperatur i overvåkingsbrønnen ved Vestad skole, kombinert med vannstandsmålinger i Glomma (NVEs målestasjon 2.604 <http://sildre.nve.no/Sildre/Station/2.604.0>).



Figur 21: Grunnvannsnivå (meter over havet) og grunnvannstemperatur i overvåkingsbrønnen ved NSB-tomten, kombinert med vannstandsmålinger i Glomma (NVEs målestasjon 2.604 <http://sildre.nve.no/Sildre/Station/2.604.0>).



Figur 22: Grunnvannsnivå (meter over havet) og grunnvannstemperatur i overvåkingsbrønnen ved Sperre industrier, kombinert med vannstandsmålinger i Glomma (NVEs målestasjon 2.604 <http://sildre.nve.no/Sildre/Station/2.604.0>).

#### 4.4.2 Grunnvannets elektriske ledningsevne

De automatiske målingene av grunnvannets elektriske ledningsevne i overvåkingsbrønnene viser at ledningsevne, og følgelig grunnvannets kjemiske sammensetning, kan variere mye over året i enkelte brønner mens andre måleserier viser svært liten variasjon i elektrisk ledningsevne i grunnvannet i overvåkingsperioden.

Ved Sperre industrier (se Figur 23) varierer elektrisk ledningsevne i grunnvann betydelig (cirka 120-280  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) og med hurtige variasjoner i måleverdiene. Stigende grunnvannsnivå sammenfaller gjennomgående med synkende ledningsevne, noe som tyder på fortynningsprosesser som følge av økt infiltrasjon av overflatevann.

Ved Vestad vannverk derimot (se Figur 24) varierer elektrisk ledningsevne mellom cirka 90 og 120  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , noe som er forholdsvis lave verdier. Måleverdiene holder seg forholdsvis stabil på cirka 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  og kun ved veldig høyt grunnvannsnivå registreres det stigende elektrisk ledningsevne i grunnvannet.

Ved NSB-tomten (se Figur 25) varierer elektrisk ledningsevne mellom 100 og 150  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , noe som også er forholdsvis lavt. Elektrisk ledningsevne synker noe når grunnvannsnivå går ned (med forsinkelse), men korrelasjonen med endringer i grunnvannsnivået er ikke entydig. Måleserien viser at elektrisk ledningsevne stiger i forbindelse med prøvetaking, noe som viser at grunnvannet i brønnen påvirkes av pumpingen.

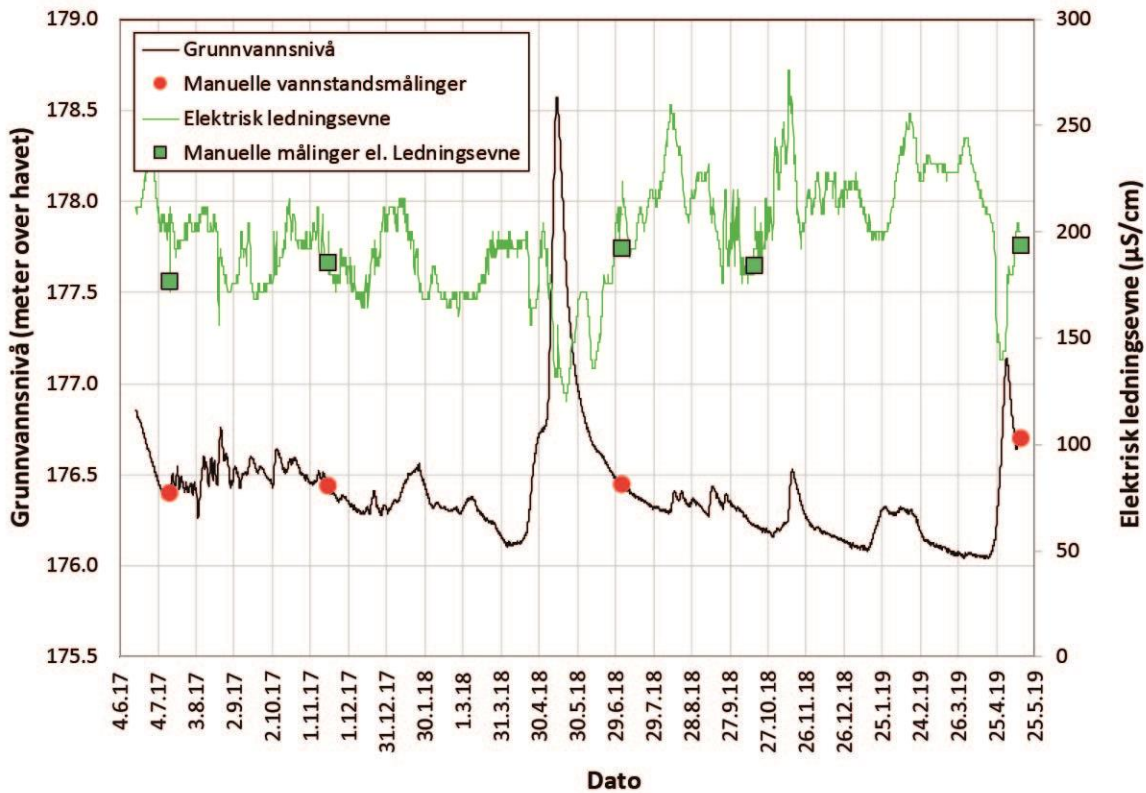
##### **Ved Vestad skole (se**

**)** er det betydelig variasjon mellom manuelle målinger og automatisk loggede målinger av elektrisk ledningsevne og som viser at de loggermålingene ikke er representative for grunnvannet i brønnområdet. Basert på de manuelle målingene utført under pumping og vannprøvetaking viser grunnvannet i området liten variasjon i elektrisk ledningsevne i måleperioden.

Ved Sagtjernet vannverk (se Figur 27) ble det registrert forholdsvis høy og veldig stabil elektrisk ledningsevne (cirka 300-350  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) i overvåkingsperioden sammenlignet med de andre brønnene. Avviket mellom loggerregistreringer og manuelle målinger i forbindelse med pumping (spesielt i mai 2019) er tidvis betydelig. Feltmålingen og målingen av elektrisk ledningsevne gjennomført på laboratoriet har god overenstemmelse, så loggermålingene kan ikke være representative for grunnvannet i området. Kontroll av loggerplassering i brønnen viser at loggeren er plassert over filternivået i brønnen der utskifting av grunnvannet er begrenset, slik at de automatisk loggende målinger av elektrisk ledningsevne vil ikke være representative for grunnvannet i brønnområdet. Samme problematikk vil kunne forklare de noe uvanlige måleseriene ved Vestad vannverk, Vestad skole, Sagtjernet vannverk og NSB-tomten. Dette ble utbedret ved prøvetakning høsten 2019 ved at loggere vil bli plassert i filternivå i brønnene.

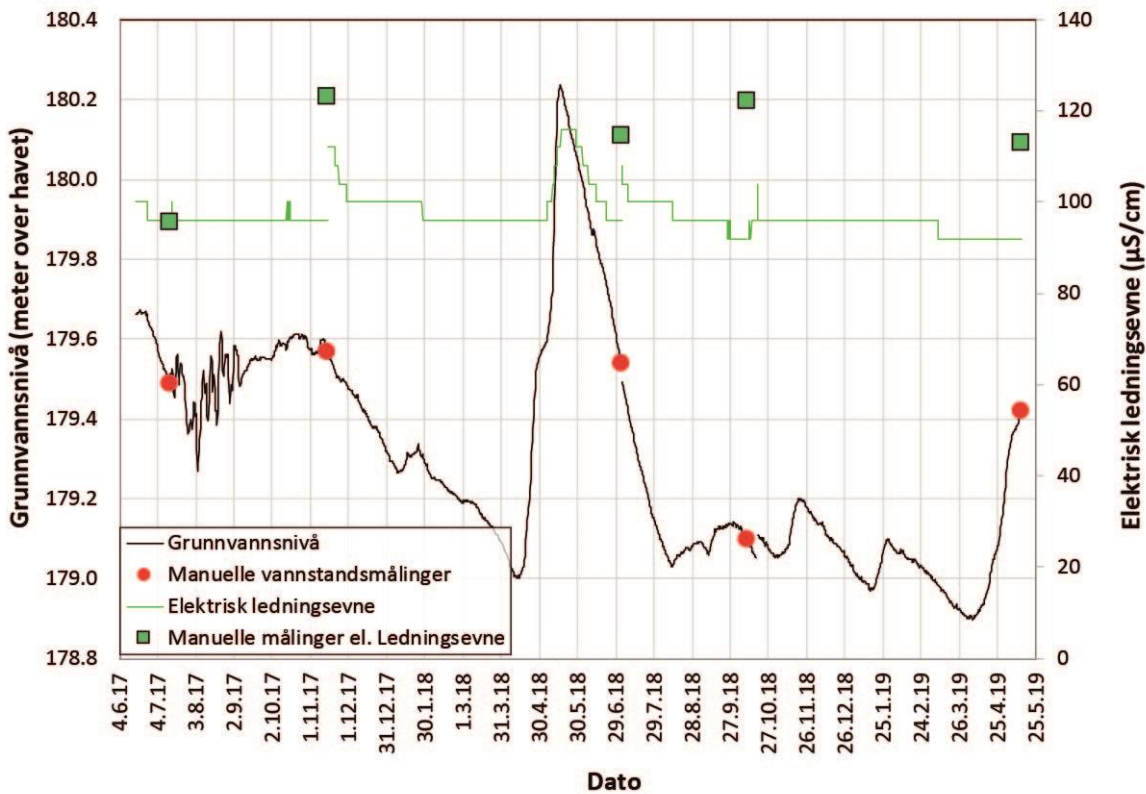


### Sperre industrier- Vannstand og elektrisk ledningsevne

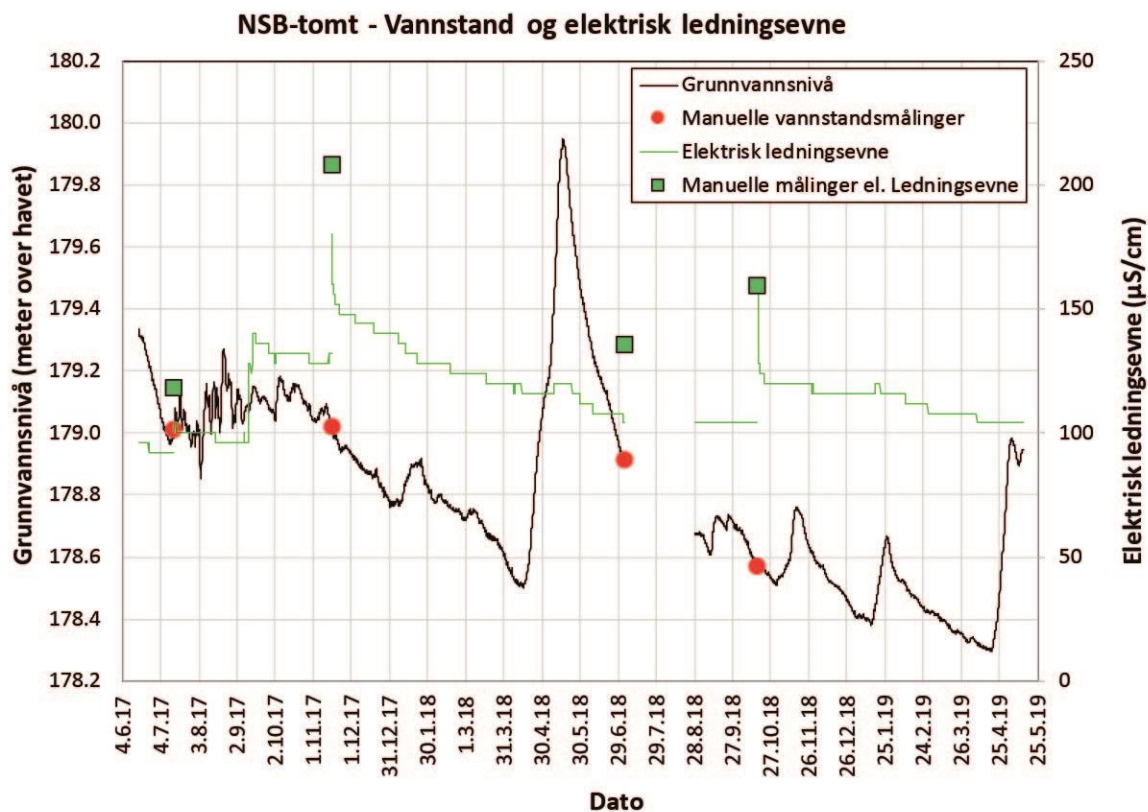


Figur 23: Elektrisk ledningsevne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) og grunnvannsnivå (meter over havet) i overvåkingsbrønnen ved Sperre industrier fra juni 2017 til mai 2019.

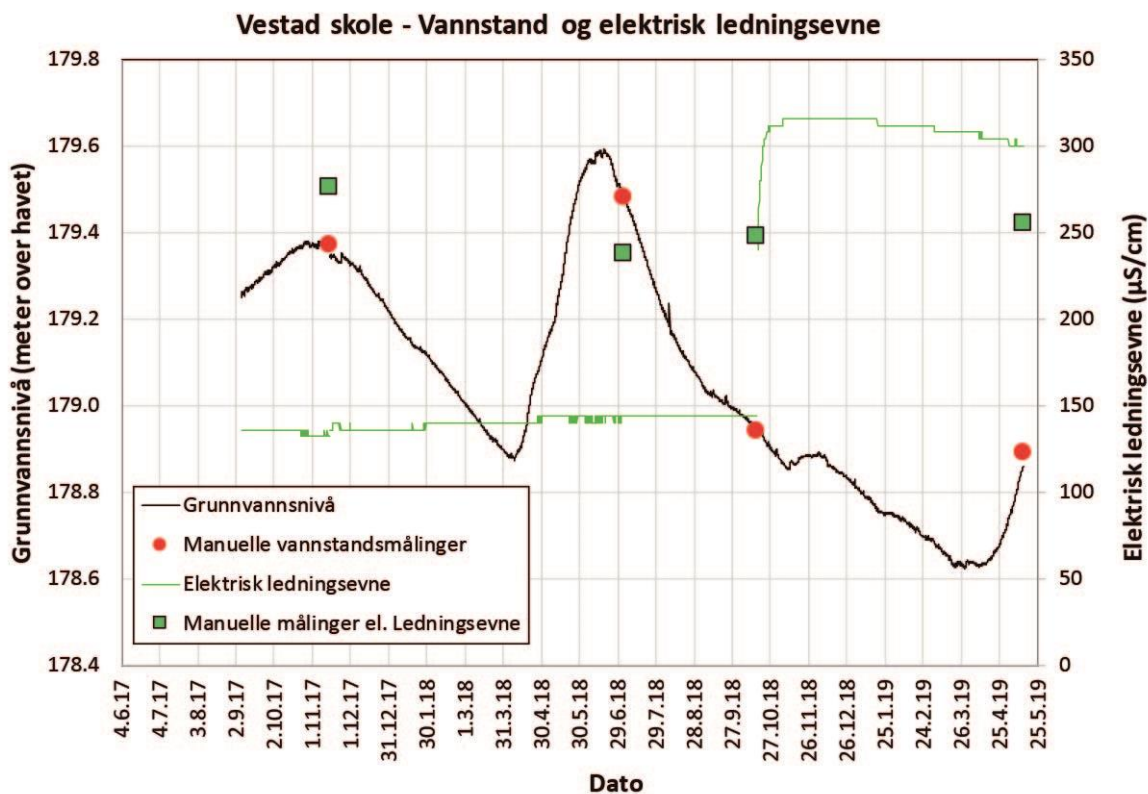
### Vestad vannverk - Vannstand og elektrisk ledningsevne



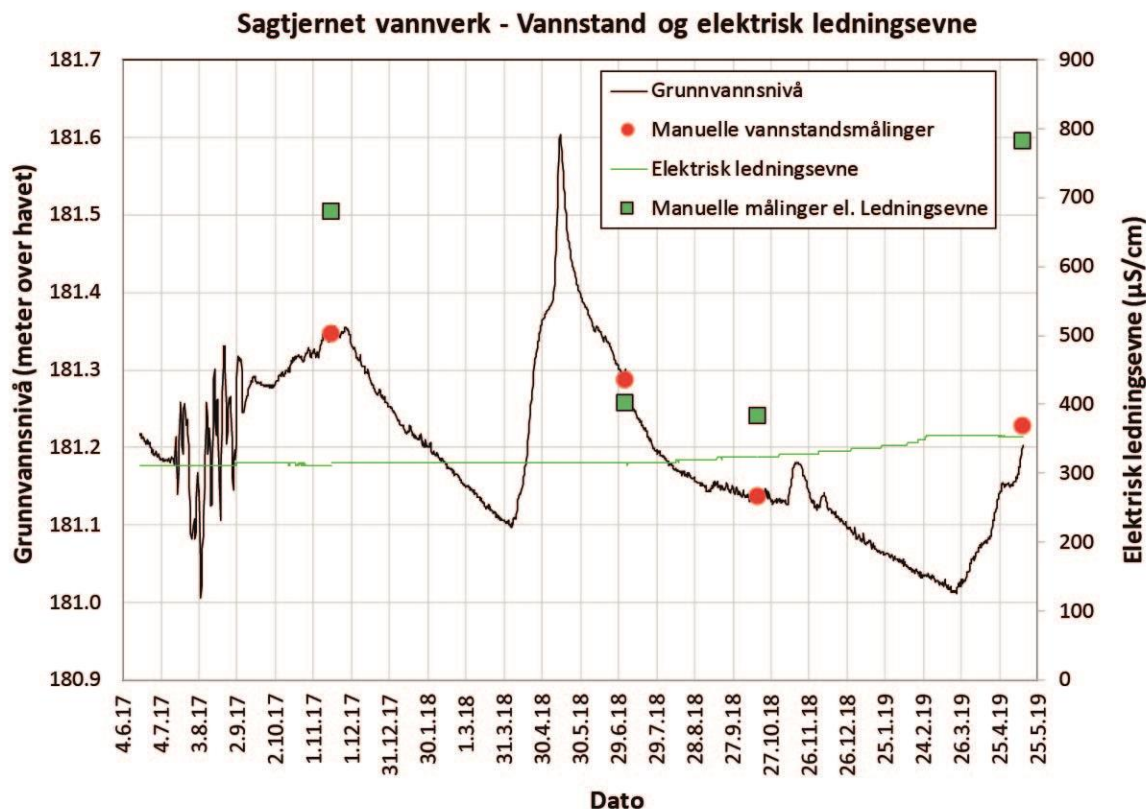
Figur 24: Elektrisk ledningsevne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) og grunnvannsnivå (meter over havet) i overvåkingsbrønnen ved Vestad vannverk fra juni 2017 til mai 2019.



Figur 25: Elektrisk ledningsevne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) og grunnvannsnivå (meter over havet) i overvåkingsbrønnen på NSB-tomten fra juni 2017 til mai 2019.



Figur 26: Elektrisk ledningsevne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) og grunnvannsnivå (meter over havet) i overvåkingsbrønnen ved Vestad skole fra juni 2017 til mai 2019.



Figur 27: Elektrisk ledningsevne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) og grunnvannsnivå (meter over havet) i overvåkingsbrønnen ved Sagtjernet vannverk fra juni 2017 til mai 2019.

#### 4.4.3 Strømningsforhold i grunnvannsforkomsten

For å kartlegge strømningsforholdene i akviferen ble de automatiske målinger av grunnvannstand i samtlige brønner kombinert med automatiske målinger av elvevannstand ved to NVE-stasjoner, samt manuelle vannstandsmålinger (målt med differensiell GPS) ved tre lokaliteter langs Glomma.

Strømningskartet for grunnvann i Figur 28 er basert på vannstandsmålinger utført på omtrent samme tidspunkt 16.11.2017 i både brønnene og Glomma. Gitt de store variasjonene i grunnvannsnivå og elvevannstand i løpet av overvåkingsperioden (se for eksempel Figur 16) vil strømningsbildet variere noe over tid på grunn nivåendringer i Glomma og trykkendringer i akviferen. Det forventes likevel at strømningsforholdene i Figur 28 vil være representative for det generelle strømningsbilde i akviferen gjennom året, selv om strømningshastigheten vil kunne variere noe.

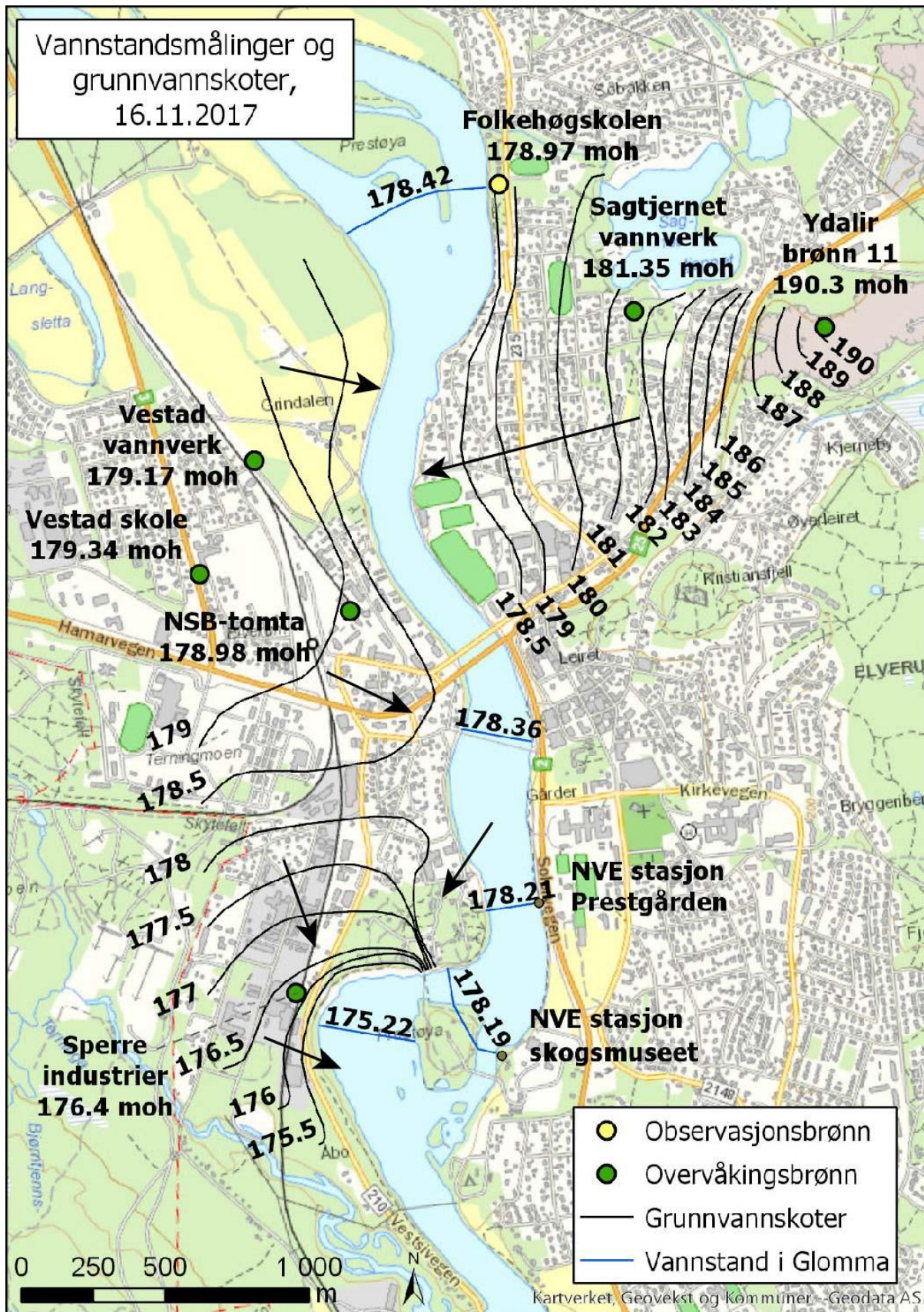
I den nordøstlige delen av grunnvannsforkomsten er den hydrauliske gradienten forholdvis stor og målingene viser at grunnvannet mater Glomma gjennom hele året, også når det er flom i vassdraget. For den sørøstlige delen av grunnvannsforkomsten foreligger det ikke målepunkter for grunnvannstand, og derfor ble det heller ikke antydnet grunnvannskoter i Figur 28, men det forventes også her at grunnvannet mater elven.

Den hydrauliske gradienten i grunnvannet i den nordvestlige delen av grunnvannsforkomsten er betydelig mindre med et nesten flattliggende grunnvannsspeil sammenliknet med grunnvannsspeilet på østsiden av Glomma. Periodevis høy vannstand i elven vil heve grunnvannsnivået langs vassdraget som vil forplante seg som en trykkbølge i akviferen som kan registreres som i heving av grunnvannsnivået ved for eksempel Sperre industrier, Vestad vannverk og Vestad skole.

I den sørøstlige delen blir strømningsbildet mer komplisert på grunn av en fjellterskel som går på tvers av Glomma (se kartet over dyp til fjell i Figur 7). Prestøya er en del av denne terskelen og Glomma strømmer forbi øya på begge sider via Prestfossen og Klokkefossen. Høydeforskjell i elvevannstand oppstrøms og



nedstrøms fossene er cirka 3 meter. På grunn av fjellterskelen forventes det at akviferen i dette området periodevis mottar infiltrert elvevann.



Figur 28: Grunnvannskotekart basert på vannstandsmålinger den 16.11.2017. Alle vannstandsmålinger er angitt i meter over havet. På grunn av lesbarheten er ekvidistansen mellom grunnvannskotene 0,5 m på vestsiden og 1 m på østsiden av Glomma. Omtrentlig strømningsretning på grunnvannet er angitt med piler. Ifølge NVEs måleserie (vist i Figur 16), var det forholdsvis lav vannstand i Glomma i perioden rundt den 16.11.2017. Strømningsbildet vil forventningsvis variere noe over tid pga trykkendringer i akviferen som følge av økt nedbørsinfiltrasjon samt nivåendringer i Glomma.



## 5. Vannprøvetaking og analyseresultater

I perioden juni 2016 til oktober 2018 ble det ved seks anledninger tatt ut vannprøver til fysikalske og kjemiske analyser fra overvåkingsbrønnene. Antall grunnvannsprøver som er tatt fra hver brønn varierer noe avhengig av etableringstidspunkt for brønnen og fjerning av brønner som i Ydalir. Det ble benyttet senkepumpe for uttak av grunnvannsprøvene i alle brønnene.

I forbindelse med uttak av vannprøver ble det også utført feltmålinger av pH, elektrisk ledningsevne, temperatur og alkalitet. Det ble også utført manuelle målinger av grunnvannsnivå og avlesning av utplasserte digitale loggere. Vannprøvene ble sendt så hurtig som mulig etter uttak til kjemisk laboratorium for analyse av en rekke uorganiske elementer og forbindelser samt et utvalg organiske stoffer. I 2016 og 2017 ble vannprøvene analysert ved Eurofins mens vannprøvene fra 2018-19 ble analysert ved ALS. Begge laboratorier er akkreditert for de utførte vannanalysene.

I vedlegg 2 vises en sammenstilling av resultater fra samtlige utførte vannanalyser frem til sommer 2019. Et stort utvalg av analyseresultater er også registrert i vannmiljødatabasen (<https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>).

I følgende avsnitt (kapittel 5.1 og 5.2) presenteres en vurdering av resultatene i henhold til den nasjonale listen over prioriterte stoffer (se Tabell 3). I vannforskriften (vedlegg IX) er det fastsatt terskelverdier for prioriterte stoffer som definerer grensen mellom god og dårlig kjemisk tilstand. Terskelverdiene for prioriterte stoffer har tatt utgangspunkt i drikkevannsforskriftens grenseverdier. Vendepunktverdien er en noe lavere fastsatt verdi for konsentrasjon av stoffer i grunnvannet. Disse verdiene er etablert for å kunne synliggjøre eventuell negativ utvikling i kjemisk tilstand i grunnvannsføremønstre.

**Tabell 3: Liste over prioriterte stoffer med tilhørende terskelverdier og vendepunktverdier for grunnvann (Vedlegg IX i vannforskriften).**

Substans	Enhet	Terskelverdi	Vendepunktverdi
Ammonium	µg/l	500	400
Arsen	µg/l	10	7.5
Bly	µg/l	10	7.5
Kadmium	µg/l	5	3.75
Klorid	mg/l	200	150
Kvikksølv	µg/l	0.5	0.4
Nitrat	mg NO <sub>3</sub> /l	50	37.5
Sulfat	mg/l	100	75
Bekjempningsmidler enkelt substans	µg/l	0.1	0.075
Bekjempningsmidler, sum	µg/l	0.5	0.4
Sum av Trikloretten og Tetrakloretten	µg/l	10	7.5

### 5.1 Resultater for fysikalske og kjemiske laboratorieanalyser

De utførte vannanalysene viser at grunnvann i det undersøkte området har god kjemisk tilstand i henhold til nasjonale terskel- og vendepunktverdier for prioriterte stoffer (se Tabell 4).

Det måles stort sett lave konsentrasjoner av **ammonium**. Kun vannprøver fra Ydalir-området viser forhøyete verdier og er trolig gitt av anoksiske forhold i grunnvannet. Konsentrasjonene er imidlertid betydelig lavere enn fastsatt vendepunktverdi for ammonium.

Innholdet av **nitrat** varierer mellom veldig lav og noe forhøyet i forhold til naturlig bakgrunn (Seither et al., 2017) men samtlige prøver ligger godt under vendepunktverdien.

Også konsentrasjonene av **sulfat** varierer mellom lav og noe forhøyet i forhold til naturlig bakgrunn (Seither et al., 2017), men ved én vannprøve fra NSB-tomten er konsentrasjonen nær vendepunktverdien.

Konsentrasjonen av **klorid** er noe forhøyet i prøver fra overvåkingsbrønnene ved Vestad skole og Sagtjernet vannverk. Ved to grunnvannsprøver fra Sagtjernet vannverk er kloridkonsentrasjonen nære vendepunktverdien og i prøven fra 2019 overskrider vendepunktverdien.

**Arsen-** og **kvikksølv**-konsentrasjonene er gjennomgående veldig lave eller under deteksjonsgrensen. **Bly**-konsentrasjonen er veldig lav eller under deteksjonsgrensen i de fleste vannprøvene, men noe forhøyet ved to prøver (Vestad vannverk og Vestad skole) men under vendepunktetsverdien. **Kadmium**-konsentrasjonene er veldig lave i de fleste vannprøvene, men noe forhøyet i fire prøver fra NSB-tomten men er under vendepunktetsverdien.

**Kobber og sink** inngår ikke i listen over prioriterte stoffer i henhold til vedlegg IX i vannforskriften og dermed inngår ikke disse elementer i vurderingsgrunnlaget for å bestemme kjemisk tilstand av grunnvannsforekomsten. Funn av uvanlig høye konsentrasjoner av disse to elementer i enkelte grunnvannsprøver fra grunnvannsforekomsten gjør det likevel relevant å presentere og diskutere disse funnene.

**Kobberkonsentrasjonen** er lav i de fleste grunnvannsprøvene unntatt i prøver fra brønnen på NSB-tomta. Seks av sju grunnvannsprøver herfra overskrider den noe strenge norske grenseverdien for drikkevann (100 µg/l). Til sammenligning er grenseverdien 2000 µg/l i EU. Konsentrasjonene er dermed ansett som akseptable i henhold til EUs grenseverdier for drikkevann. Vurderes imidlertid de høye kobberkonsentrasjoner opp mot grenseverdier for klassifisering av overflatevann (Veileder M-608, Miljødirektoratet 2016) ansees grunnvannet i dette området å være akutt toksiske for det akvatiske miljøet (>15.6 µg/l Cu).

**Sinkkonsentrasjonen** i grunnvannsprøvene fra NSB-brønnen har ligger også godt over det som er ansett å være akutt toksisk (>60 µg/l) for det akvatiske miljøet (Miljødirektoratet, 2016). Det er også funnet forhøyde sinkkonsentrasjoner fra brønnene ved Sagtjernet og Vestad vannverk men kun i enkelte grunnvannsprøver.

**Tabell 4: Analyseresultater for utvalgte kjemiske laboratorieanalyser av grunnvannsprøver fra overvåkingsbrønnene i Elverum. Kolonne A viser resultater for prioriterte stoffer og en vurdering i henhold til fastsatte terskel- og vendepunktverdier (etter vedlegg IX i vannforskriften). Kobber og sink tilhører ikke listen over prioriterte stoffer og elementkonsentrasjonene inngår derfor ikke i tilstandsvurderingen av grunnvannsforkomsten. Konsentrasjonene for Cu og Zn er så høye at funnene er relevante å presentere. Konsentrasjonene er vurdert på grunnlag av veileder M-608 (Miljødirektoratet, 2016), hvor stoffkonsentrasjoner er vurdert i forhold til effekter på det akvatiske miljøet (akutt / kronisk toksisk). Tall med rød bakgrunn overskrider terskelverdien, mens tall med gul bakgrunn overskrider vendepunktverdien. Uthevede tall viser forhøyde verdier opp mot vendepunktverdi. Samme fargekode er brukt for overskridelser av grenseverdier gitt i veileder M-608.**

	Dato	A - Prioriterte stoffer; vurdert i henhold til terskel- og vendepunktverdi fastsatt i Vedlegg IX i vannforskriften								B - Ytterlige stoffer; vurdert på grunnlag av veileder M-608	
		NH4-N µg/l	Klorid mg/l	Nitrat mg NO3/l	Sulfat mg/l	Arsen µg/l	Bly µg/l	Kadmium µg/l	Kvikksølv µg/l	Kobber µg/l	Sink µg/l
<b>Terskelverdi</b>		<b>500</b>	<b>200</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>0.5</b>	<b>15.6*</b>	<b>60*</b>
<b>Vendepunkt</b>		<b>400</b>	<b>150</b>	<b>37.5</b>	<b>75</b>	<b>7.5</b>	<b>7.5</b>	<b>3.74</b>	<b>0.4</b>	<b>7.8*</b>	<b>11*</b>
<b>Sperre industrier</b>	10.06.16	-	24.4	13	11.2	<10	<5	<0.5	-	<5	3.8
	16.11.16	<10	19.6	16.4	14.4	<0.20	<0.20	0.02	<0.005	<0.50	<2.0
	13.07.17	<10	16.2	15	12.9	<0.05	<0.05	0.03	<0.005	0.3	1.5
	15.11.17	<10	21.3	14.1	12.7	<0.05	<0.05	0.02	0.04	0.12	1.2
	04.07.18	<3	20.6	15	15	<0.05	<0.01	0.010	<0.002	0.284	1.12
	16.10.18	17	24.9	20	15	<0.05	<0.01	0.012	<0.002	0.323	1.32
	14.5.19	<3	20	15	14	<0.05	0.01	0.011	<0.002	0.256	0.65
<b>Vestad vannverk</b>	10.06.16	-	10.3	8.4	5.75	<10	<5	<0.5	-	<5	5.5
	16.11.16	<10	15	9.0	7.03	<0.20	<0.20	0.036	<0.005	0.7	5.9
	14.07.17	<10	10.5	6.9	5.98	<0.05	<0.05	0.06	<0.005	0.53	4.1
	14.11.17	10	20	8.1	2.77	<0.05	<0.05	0.02	0.04	0.73	11
	03.07.18	<3	17.8	7.1	6	0.089	0.012	0.036	<0.002	0.708	7.65
	17.10.18	23	22.2	8.3	7	<0.05	1.29	0.045	<0.002	0.91	4.11
	13.5.19	3	16	7.2	6.5	<0.05	3.62	0.033	<0.002	0.84	5.91
<b>Vestad skole</b>	10.06.16	-	95.2	4.3	6.16	<10	<5	<0.5	-	<5	5.3
	16.11.16	<10	58.9	4.8	8.33	<0.20	0.28	0.018	<0.005	1.3	6.9
	13.07.17	11	63.1	4.2	6.32	<0.05	<0.05	0.03	<0.005	<0.1	3.3
	14.11.17	<10	62.5	5.2	7	<0.05	<0.05	<0.010	0.04	0.23	7.6
	03.07.18	<3	53.8	5	6	0.233	<0.01	0.015	<0.002	0.292	5.08
	16.10.18	<3	62.9	5.5	7	0.065	3.89	0.018	<0.002	0.758	4.85
	14.5.19	<3	56	4.9	7.3	<0.05	0.31	0.016	<0.002	0.194	2.52
<b>Sagtjernet vannverk</b>	10.06.16	-	55.8	10.9	11	<10	<5	<0.5	-	<5	5.1
	16.11.16	<10	60.7	10.8	10.5	<0.20	<0.20	0.024	<0.005	0.8	3.7
	13.07.17	<10	122	17	11.3	0.13	<0.05	0.03	<0.005	1.84	32.5
	15.11.17	<10	140	17.2	14.4	0.121	<0.05	0.02	0.03	1.35	9.7
	04.07.18	<3	78.1	11	12	0.106	0.014	0.017	<0.002	1.03	4.8
	16.10.18	13	77.3	12	12	0.122	1.28	0.014	<0.002	0.873	2.41
	13.5.19	<3	180	7.7	16	0.154	0.848	0.027	<0.002	0.997	2.82
<b>NSB- tomta</b>	17.11.16	<10	7.11	5.5	20.5	<0.20	<0.20	0.62	<0.005	100	340
	14.07.17	<10	7.43	6	21.7	<0.05	0.061	0.46	<0.005	54.9	265
	15.11.17	<10	8.9	6.9	57.6	<0.05	0.095	1.2	0.04	237	817
	04.07.18	<3	6.94	6	32	<0.05	0.048	0.794	<0.002	108	428
	16.10.18	9	9.13	6.2	41	0.052	0.062	1.09	<0.002	190	565
	16.10.18 (DUBL.)	7	8.96	6.5	41	<0.05	0.064	1.12	<0.002	193	571
	14.5.19	<3	8.2	7.3	45	<0.05	0.082	1.17	<0.002	176	712
<b>Ydalir-b.11</b>	17.11.16	44	4.2	0.1	9.2	0.66	<0.20	0.051	<0.005	0.66	<2.0
	15.11.17	120	3.79	0.4	8.07	0.444	0.111	0.07	0.03	0.85	6.1
<b>Ydalir-b.12</b>	23.11.16	-	-	-	-	<10	<5	<0.5	-	<5	7.3
<b>Ydalir-b.13</b>	13.07.17	250	6.34	0.2	4.45	0.586	0.106	0.02	<0.005	0.38	1.9
<b>Ydalir-b.16</b>	15.11.17	320	2.27	0.2	1.66	0.442	0.256	<0.03	-	0.45	1.5

"-" = ikke analysert, \* Veileder M-608: Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota, Miljødirektoratet 2016. Terskel ≙ Akutt toksisk (IV), Vendepunkt ≙ Kronisk (III)

## 5.2 Resultater for organiske miljøgifter

Tabell 5: Uthevede tall viser forhøyde verdier av organiske forbindelser i grunnvannsprøvene. Det ble funnet tre PAH-forbindelser i prøvene. I en vannprøve ble det funnet fire ulike PCB-forbindelser. Av flyktige organiske komponenter (VOC) ble det kun funnet en forbindelse. Totale hydrokarboner ble ikke påvist i prøvene. Av BTEX forbindelsene ble det påvist toluen og xylener i én prøve.

	Dato	PAH					PCB	VOC	BTEX
		Naftalen	Acenaften	Krysen/ Trifenylen	Sum PAH(16)EPA	Sum PAH karsinogen	Sum 7 PCB	1,2 Di- brometan	Sum BTEX
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Sperre industrier	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.	n.d.	<0.1	n.d.
	13.7.17	<b>0.01</b>	<0.01	<0.01	0.01	n.d.	n.d.	<0.1	n.d.
	15.11.17	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.	n.d.	<0.1	n.d.
	4.7.18	<0.03	<0.01	<b>0.012</b>	<b>0.012</b>	<b>0.012</b>	-	-	n.d.
	16.10.18	<0.03	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.	-	-	n.d.
	14.5.19	<0.03	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.	-	-	<b>0.048*</b>
Vestad vannverk	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<b>0.022</b>	<b>&lt;0.010</b>	<0.01	<b>0.022</b>	n.d.	n.d.	<0.1	n.d.
	14.7.17	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.	<b>0.13**</b>	<0.1	n.d.
	14.11.17	<b>0.01</b>	<0.01	<0.01	<b>0.01</b>	n.d.	n.d.	<0.1	n.d.
	3.7.18	<0.030	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.	-	-	n.d.
	17.10.18	<0.030	<b>0.015</b>	<0.01	<b>0.015</b>	n.d.	-	-	n.d.
	13.5.19	<0.03	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.	-	-	n.d.
Vestad skole	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<b>0.026</b>	<0.01	<0.01	<b>0.026</b>	n.d.	n.d.	<0.1	n.d.
	13.7.17	<b>0.02</b>	<0.01	<0.01	<b>0.02</b>	n.d.	n.d.	<0.1	n.d.
	14.11.17	<b>0.01</b>	<0.01	<0.01	<b>0.01</b>	n.d.	n.d.	<0.1	n.d.
	3.7.18	<0.03	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.	-	-	n.d.
	16.10.18	<0.03	<b>0.01</b>	<0.01	<b>0.01</b>	n.d.	-	-	n.d.
	14.5.19	<0.03	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.	-	-	n.d.
Sagtjernet vannverk	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<b>0.018</b>	<0.01	<0.01	<b>0.018</b>	n.d.	n.d.	<0.1	n.d.
	13.7.17	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.	n.d.	<0.1	n.d.
	15.11.17	<b>0.01</b>	<0.01	<0.01	<b>0.01</b>	n.d.	n.d.	<0.1	n.d.
	4.7.18	<0.03	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.	-	-	n.d.
	16.10.18	<0.03	<b>0.011</b>	<0.01	<b>0.011</b>	n.d.	-	-	n.d.
	13.5.19	<0.03	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.	-	-	n.d.
NSB-tomta	17.11.16	<b>0.018</b>	<0.01	<0.01	<b>0.01</b>	n.d.	n.d.	<0.1	n.d.
	14.7.17	<b>0.02</b>	<0.01	<0.01	<b>0.02</b>	n.d.	n.d.	<0.1	n.d.
	15.11.17	<b>0.03</b>	<0.01	<0.01	<b>0.03</b>	n.d.	n.d.	<b>0.10</b>	n.d.
	4.7.18	<0.03	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.	-	-	n.d.
	16.10.18	<0.03	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.	-	-	n.d.
	16.10.2018 (DOUBLETT)	-	-	-	-	-	-	-	-
	14.5.19	<0.03	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.	-	-	n.d.
Ydalir -b.11	17.11.16	<b>0.017</b>	<0.01	<0.01	<b>0.017</b>	n.d.	n.d.	<0.1	n.d.
	15.11.17	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.	n.d.	<0.1	n.d.
Ydalir -b.12	23.11.16	-	-	-	-	-	-	-	-
Ydalir-b.13	13.7.17	-	-	-	-	-	-	<0.1	-
Ydalir-b.16	15.11.17	-	-	-	-	-	-	-	-

"-" = ikke analysert; "n.d." = ikke påvist;

\*BTEX: 0.048 µg/l = (0.024 µg/L toluen + 0.024 µg/L xylener);

\*\* PCB: 0.13 µg/l = (0.02 µg/l PCB 101 + 0.04 PCB 138 + 0.05 µg/l PCB 153 + 0.03 µg/l PCB 180)



Et utvalg av fire forskjellige PCB-forbindelser ble påvist i en prøve fra Vestad vannverk og den flyktige organiske komponenten 1,2-Dibrometan ble påvist i en vannprøve fra brønnen på NSB-tomten. PAH-forbindelser ble påvist i grunnvannsprøver fra alle brønner i til sammen 16 prøver. Den mest vanlige forbindelsen som ble påvist er naftalen (12 prøver). Acenaften ble påvist i fire prøver. Den karsinogene PAH-forbindelsen Krysen ble påvist i en prøve. I en vannprøve fra Sperre industrier ble det påvist BTEX forbindelsene toluen og xylen. Alle funn av organiske forbindelser i de analyserte vannprøvene viser imidlertid meget lave konsentrasjoner.

Trikloretan og tetrakloretan, som per i dag er de eneste organiske miljøgiftene som inngår i listen over prioriterte stoffer i henhold til vedlegg IX i vannforskriften, ble ikke påvist i noen av grunnvannsprøvene.

### **5.3 Vurdering av vannprøvenes representativitet**

Høyfrekvente målinger av grunnvannets elektriske ledningsevne over tid kan benyttes til å vurdere endringer i grunnvannet kjemiske sammensetning. Ved å sammenlikne uttakstidspunktene for vannprøver med registrerte endringer i grunnvannets elektriske ledningsevne kan representativiteten på vannanalysene for måleperioden vurderes. I overvåkingsbrønnene ved Sagtjernet vannverk, Vestad vannverk, NSB-tomten og Vestad skole, hvor de automatiske loggerne ikke ble plassert i nivå med brønnfilteret, vil registreringer av ledningsevnen representere endringer i et stagnerende brønnvann og ikke kjemiske endringer grunnvannet i brønnområdet. Det er derfor knyttet usikkerhet til om de uttatte grunnvannsprøvene er representative for grunnvannskjemien i brønnområdene i måleperioden. Plasseringen av loggerne ble endret høst 2019 slik at framtidige målinger vil kunne gi informasjon om vannprøvenes representativitet.

I brønnen ved Sperre industrier er loggeren plassert i filtersonen og viser at ledningsevnen i grunnvannet i brønnområdet varierer mellom 120-280  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Det ble ikke tatt ut grunnvannsprøver på tidspunkt der elektrisk ledningsevne var på det absolutt høyeste, men det ble tatt prøver under forholdsvis høy ledningsevne. Analyseresultatene fra uttatte grunnvannsprøvene anses dermed som representative for grunnvannets kjemiske sammensetning ved denne brønnen i måleperioden.

## **6. Konklusjon og forslag til videre arbeid**

Basert på den utførte kartleggingen og overvåkingen av grunnvannskjemien i 5 overvåkingsbrønner i perioden juni 2016-mai 2019, og i henhold til nasjonale terskel- og vendepunktverdier for prioriterte stoffer (vedlegg IX i vannforskriften), har grunnvannsføremst Elverum god kjemisk tilstand.

Det måles lave til noe forhøyete konsentrasjoner av ammonium og nitrat i noen brønner. For sulfat er konsentrasjonen nær vendepunktverdien ved én prøve i brønnen ved NSB-tomta. Kloridkonsentrasjonen er noe forhøyet i flere vannprøver og i én vannprøve fra Vestad skole overskrider vendepunktverdien. Det forventes at kilden til forhøyd kloridkonsentrasjon er veisaltning på nærliggende riksveg 3. Arsen- og kvikksølvkonsentrasjonene er gjennomgående veldig lave eller under deteksjonsgrensen. Bly- og kadmium-konsentrasjonene er stort sett veldig lave, men noe forhøyet i enkelte prøver. Hverken bly- eller kadmiumkonsentrasjonene overskrider vendepunktverdien for elementet. Trikloretan og tetrakloretan ble ikke påvist i noen av prøvene.

Det er påvist PCB-, VOC-, BTEX og PAH-forbindelser i noen av de uttatte grunnvannsprøvene, men i meget lave konsentrasjoner.

Tidsserien over grunnvannets elektriske ledningsevne i overvåkingsbrønnen ved Sperreindustrier viser at grunnvannsprøvene som ble tatt er representative for grunnvannets kjemiske sammensetning i overvåkingsperioden. Tidsseriene fra de øvrige brønnene er på grunn av feilaktig plassering av loggere i brønnene ikke egnet til å kunne vurdere vannprøvenes representativitet. Disse feilplasseringene ble rettet opp høsten 2019 slik at framtidige loggermålinger av elektrisk ledningsevne vil kunne avgjøre representativiteten til de kjemiske vannanalysene.

Tilstandsvurderingen av grunnvannsforekomst Elverum er gjort i henhold til vedlegg IX i vannforskriften. Funn av høye kobber- og sinkkonsentrasjoner i overvåkingsbrønnen på NSB-tomten gjør at det må stilles spørsmål til vurderingskriterier som er benyttet til å fastlegge forekomstens kjemiske tilstand. Kobber og sink inngår ikke i listen over prioriterte stoffer i tilstandsvurdering av grunnvann, men inngår i veilederen for akvatisk tilstandsvurdering (Veileder M-608, Miljødirektoratet 2016). Vurderes de høye kobberkonsentrasjoner i grunnvannet ved NSB-tomten opp mot grenseverdier gitt i denne veilederen, ansees grunnvannet i dette området å være akutt toksiske for det akvatiske miljøet. I den framtidige overvåkingen av grunnvannsforekomst Elverum må det derfor tas stilling til om kobber og sink skal inngå i vurderingskriteriene for grunnvannsforekomsten.

Det må i denne sammenheng fremheves at det er lite sannsynlig at utlekking av grunnvann med forhøyet konsentrasjon fra området ved NSB-tomten vil ha noen påvirkning på det akvatiske miljøet i Glomma. Den store vannføringen i vassdraget vil gi betydelig fortykning av kobberkonsentrasjonen i grunnvann som tilføres elva i Elverumsområdet slik at en eventuell miljøbelastning ved utlekking av grunnvann vil kun være av lokal karakter i selve utstrømningsområdet.

## 8. Referanser

- Bargel, T. G. (1982). *Elverum, kvartærgeologisk kart 2016 IV, 1:50 000*. Trondheim: Norges geologiske undersøkelse.
- Bargel, T. H. (1983). *Elverum. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 2016 IV – M 1:50 000, med fargetrykt kart*. Trondheim: Norges geologiske undersøkelse.
- Brønndatabasen Granada: <http://geo.ngu.no/kart/granada/>
- Gaukstad, L., Haraldseth, Å., Hagen, K.R., & Rognlien, S., (1995). *Glommens og Laagens Brukseierforening Bind III 1968-1993*. ISBN 82-993758-0-0. 316s.
- Gaut, A., Klemetsrud, T. og Rohr-Torp, E. (1981) *Elverum M 1:50 000. Beskrivelse til vannressurskart "Grunnvann i løsavsetninger"*. Spesielle rapporter 31. Trondheim: Norges geologiske undersøkelse.
- Grunnforurensingsdatabase: <https://grunnforurensning.miljodirektoratet.no/>
- Haugen, T. (2015). *Kartlegging av dybde til fjell i Elverum sentrum og geologisk beskrivelse til videre bruk i 3D-modell. Prosjektoppgave. NTNU*.
- Høgaas, F., Longva, O. (2016). *Mega deposits and erosive features related to the glacial lake Nedre Glomsjø outburst flood, southeastern Norway. Quaternary Science Reviews, Vol 151 (2016), pp. 273-291.*
- Kalskin, R. & Hilmo, B.O. (1999) *Kartlegging av potensialet for grunnvarmeuttak fra løsmasser i Elverum. NGU-rapport 99.008. Norges geologiske undersøkelse.*
- Larsen, B., E.; Ganerød, G. V.; Høgaas, F. (2017). *Bakkegeofysiske undersøkelser ved Ydalir og Elverum sentrum, Elverum kommune, Hedmark. NGU-rapport 2016.020. Norges geologiske undersøkelse.*
- Lauritsen, T. (1999), *Georadarmålinger i forbindelse med kartlegging av grunnvarmepotensialet i løsmasser ved Elverum. NGU-rapport 99.024. Norges geologiske undersøkelse.*
- Longva, O. (1984). *Romeriksmjelen danna ved ein storflaum på Austlandet for vel 9000 år siden, Norges geologiske undersøkelse, Årsmelding (1984), pp. 8-11.*
- Meteorologisk institutt: <http://eklima.met.no/>
- Olsen, L., Bergstrøm, B., Sveian, H., Riiber, K. (2018). *Beskrivelse til kvartærgeologisk kart over Hedmark fylke i M 1:300000. NGU-rapport 2017.042. 41s.*
- Seither, A.; Gundersen, P.; Jæger, Ø.; Sæther, O.M. (2017). *Landsomfattende mark- og grunnvannsnett (LGN) – Fortid og fremtid etter 39 års drift. NGU-rapport 2016.039.*
- Vannmiljødatabasen: <https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>
- Wong, Wai Kwok & Colleuille, Hervé. (2005). *Elv og grunnvann. Estimering av grunnvannsbidrag til det totale avløpet ved hydrogramseparering. NVE rapport nr 5 – 2005.*

## VEDLEGG

- 1) Protokoll for prøvetaking og feltmålinger for overvåking av grunnvannskjemi ved NGU
- 2) Analyseresultater av grunnvannsprøver fra undersøkelsesbrønner i Elverum







# Protokoll for prøvetaking og feltmålinger for overvåkning av grunnvannskjemi ved NGU

*Gundersen, P.; Jæger, Ø.; Seither, A. Dagestad, A.*

Laget for geokjemi og hydrogeologi, NGU

*Versjon 1.6: (12.04.2019)*

**Denne protokollen dokumenterer forarbeid, gjennomføring og etterarbeid av feltarbeid til de to NGU-prosjektene:**

325800 Landsomfattende mark- og grunnvannsnett (LGN) som startet i 1977  
366500 Kartlegging og overvåkning av typeforekomster for grunnvann som startet i 2015.

**Protokollen bygger i hovedsak på:**

*Banks, D. & Midtgård, Aa. K. (1998) Vannprøvetaking. Dokumentering av feltrutiner. Dokument 4.3.1. Faggruppe for geokjemi og hydrogeologi, NGU.*

Bjørn Frengstad og Øystein Jæger 2011 (Bearbeiding av Banks et al til ny protokoll):  
"Landsomfattende mark og grunnvannsnett. Protokoll for prøvetaking og feltmålinger".  
Grunnvannslaget, NGU.

**Om versjon 1.6: Revisjon oppdaterer protokollen ift:**

1. Navneendring av protokollen (men versjonsnummerering videreføres)
2. Inkludering av rutiner for Prosjekt 366500 Kartlegging og overvåkning av typeforekomster for grunnvann (tidligere ble den bruk kun til 325800-LGN)
3. Nye rutiner ift overgang til ekstern lab (bestilling av merkede flasker samt forsendelse av prøver inkl bestilling av analyser med prøvelister).
4. Beskrivelse av endringer i portefølje av analyseparametere.
5. Generell oppdatering av protokoll med dagens rutiner og bruk av utstyrsark.

## Innhold

<b>1</b>	<b><i>Forberedelser til feltarbeid</i></b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b><i>Dokumentasjon av vannprøvetaking</i></b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b><i>Rensing av brønnen</i></b> .....	<b>3</b>
<b>3.1</b>	<b>Løsmassebrønner</b> .....	<b>3</b>
<b>3.2</b>	<b>Fjellbrønner</b> .....	<b>3</b>
<b>3.3</b>	<b>Kilder</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b><i>Prøvetakingsprosedyrer og analyseparametere</i></b> .....	<b>4</b>
<b>4.1</b>	<b>Flasker og prøveparameter</b> .....	<b>4</b>
<b>4.2</b>	<b>Rensing av utstyret</b> .....	<b>4</b>
<b>4.3</b>	<b>Prøvetaking</b> .....	<b>5</b>
<b>4.4</b>	<b>Filtrering</b> .....	<b>5</b>
<b>4.5</b>	<b>Konservering</b> .....	<b>6</b>
<b>5</b>	<b><i>Feltmålinger</i></b> .....	<b>6</b>
<b>5.1</b>	<b>Temperatur</b> .....	<b>6</b>
<b>5.2</b>	<b>pH</b> .....	<b>7</b>
<b>5.3</b>	<b>Alkalitet</b> .....	<b>7</b>
<b>5.4</b>	<b>Ledningsevne</b> .....	<b>7</b>
<b>5.5</b>	<b>Oksygeninnhold</b> .....	<b>8</b>
<b>6</b>	<b><i>Lagring og pakking av prøver</i></b> .....	<b>8</b>
<b>7</b>	<b><i>Bestilling av prøveflasker og labanalyser:</i></b> .....	<b>8</b>
<b>7.1</b>	<b>Bestilling av flasker:</b> .....	<b>9</b>
<b>7.2</b>	<b>Bestilling av analyser:</b> .....	<b>9</b>
<b>8</b>	<b><i>Kvalitetssikring</i></b> .....	<b>10</b>
<b>9</b>	<b><i>Ved ankomst på laboratoriet</i></b> .....	<b>10</b>

Vedlegg 1: Analyseportefølje – organiske analyser

Vedlegg 2: Analyseportefølje – plantevernmidler

Vedlegg 3: Analyseportefølje – ekstraparametere ved flyplasser (PFAS)

Vedlegg 4: Feltskjema

## **1 Forberedelser til feltarbeid**

I god tid før oppstart av feltarbeidet bestilles egnede flasker og emballasje fra analyselaboratoriene som skal benyttes. Nåværende prosedyrer beskrives under kapittel 7. Instrumenter som skal benyttes under feltmålinger testes og kalibreres i henhold til brukermanualen til de ulike instrumentene.

Det finnes en intern pakkeliste for feltarbeid som må gjennomgås i god tid slik at man rekker både etterfylling av forbruksmateriell, sjekk av måleutstyr og selve pakkingen av utstyr og bil. Egned bil leies inn for før prøvetakingsrunder og avhengig av årstid må det vurderes om det skal bestilles med vinterdekk på leiebilen.

## **2 Dokumentasjon av vannprøvetaking**

Informasjon om prøvetakingspunkt og feltmålinger dokumenteres i standard feltskjema for LGN (vedlegg 4). 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)

Prøveliste med unikt NGU prøvenummer og prøvetakingsdato for alle prøver skal alltid følge prøvene til laboratoriet (se kapittel 6 og 7).

## **3 Rensing av brønnen**

Vann som har stått lenge i kontakt med brønnrør eller foringsrør kan inneholde kjemiske stoffer som er oppløst fra brønnkonstruksjonen. Dertil vil stående brønnvannet kunne inneholde mer oksygen (med fare for utfellinger) enn det grunnvann man skal ta representativ prøve fra. Brønnen skal derfor pumpes en tid før prøvetaking slik at vannet renner klart og man har skiftet ut alt brønnvann. Det har vært praksis å pumpe ut minst tre brønnvolumer (minimum 15 minutter) før det tas ut vannprøver til analyse. Så lang mulig søker en å oppnå stabil temperatur, elektrisk ledningsevne og helst også O<sub>2</sub>-innhold. Dette indikerer at det utpumpete vannet er representativt for grunnvannet.

### **3.1 Løsmassebrønner**

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 i stedet en liten 12 V elektrisk senkepumpe med turtallsregulator. Turtallet reguleres slik at pumpa ikke trekker luft eller trekker inn sedimenter i brønnen.

### **3.2 Fjellbrønner**

Det brukes en turtallsstyrt senkepumpe med 60 meter slange. Ideelt skal vann-nivået i brønnen senkes til like over pumpen og turtallet på pumpa reguleres slik at senkningshøyden er stasjonær. I praksis er kapasitet i brønnene vanligvis så stor at nåværende pumpe stilles på styrke 300 som gir maksimalt pumpekapasitet (~14-17 L/min).



### 3.3 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

## 4 Prøvetakingsprosedyrer og analyseparametere

### 4.1 Flasker og prøveparameter

Det tas prøver til følgende parametere til alle LGN-prøver og Typeforekomst-prøver:

Kationer; Al As B Ba Bi Ca Cd Co Cr Cs Cu Fe Hg K Li Mg Mn Mo  
Na Ni P Pb Sb Se Si Sr Ti U V Zn

Anioner; F, Cl, NO<sub>2</sub>, Br, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, SO<sub>4</sub>

Fysikalske parametere; pH, total alkalitet, elektrisk ledningsevne, fargetall, turbiditet

Prøvene tas i de flaskesett som er tilsendt og kvalitetssikret av det laboratoriet som skal benyttes til analysene.

For typeforekomst-prosjektet benyttes i tillegg et antall (i hovedsak) organiske analyseparametere, som er ulik for de ulike prøvene. Se parametere i vedleggene 1-3.

Følgende parametere ble fjernet fra analyseporteføljen for begge prosjektene, med virkning fra og med 2018:

Ag Be Ce Ga Ho I In La Nb Nd Rb Sc Sm Ta Th Tl W Y Yb Zr

Mindre justeringer i portefølje vil komme som følge av skifte av analyseleverandør og leverandørenes oppdateringer av analysepakkene. NGU vil også fortløpende etter faglige eller økonomiske vurderinger fjerne eller legge til parametere.

### 4.2 Rensing av utstyret

Prøvetaking gjøres direkte i laboratorienes tilsendte flasker, etter at de er ristet og skylt tre ganger (med lokket på) med det vannet som skal prøvetas.

Prøver til kationanalyser prøvetas vanligvis først i halvliters polyetylenflasker, som skylles minimum tre ganger før bruk. Disse flaskene tas deretter med til bil og prøver filtreres ut under bilens bakluke (mest mulig rene, regnfrie og vindfrie forhold) vha. 0.45 µm disk-filtre, sammen med en polyeten sprøyte. Det brukes underlag av plastmateriale under laboriearbeidet, og eventuelt vannsøl tørkes vekk med papir.

Filtrene er engangsfiltre, men sprøyten kan brukes om igjen. Før man begynner med prøvetakingen skylles sprøyten grundig utvendig, pluss tre ganger innvendig med vannet som skal prøvetas. Når nytt filter tas i bruk (ved ny prøve eller når forrige filter har klogget igjen) må det skylles gjennom med minimum 20 ml før fylling av prøvetakingsflasken.

Flasker for filtrert prøve skylles tre ganger med filtrert vannprøve før prøvetaking.

### 4.3 Prøvetaking

For bensindrevne pumper skal en plate settes foran eksosrør og lede eksos unna vannuttaket for pumpen (for å hindre kontaminering av prøven). Alternativt kan det kobles til en plastslange som gjør at vannet kan prøvetas noen meter fra selve pumpen. For de andre pumpene tas vannprøve med kortest mulig avstand til uttaket fra pumpen.

Flaskene fylles helt opp og lukkes med kork, med unntak av eventuelle glassflasker som (hvis laboratoriet anbefaler dette) kan ha en liten luftlomme helt øverst i flasken for å forhindre knusing under transport.

Det brukes plasthansker og hendene skal ikke komme i kontakt med spissen på filteret, sprøyten eller innsiden av flaske/kork. Vann må ikke få sprute mot hendene under prøvetaking. Hånd og person holdes lengst mulig *vekk fra* og *under* åpen prøveflaske og fyllingsaktivitet, og *aldri* rett over. Spesielt om det regner. I rennende kilder holdes alltid åpning av prøveflaske opp mot strømmen under prøvetaking.

Flaskene lukkes med kork og merkes F (filtrert). Det brukes engangshansker ved berøring av flaskene for kationanalyser.

### 4.4 Filtrering

Prøver som skal analyseres for metaller og kationer (inkl. eventuell egen flaske for Hg) 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 (f. eks. filterstørrelse)

Filtre er forbruksvarer. Det er akseptabel praksis å benytte ett filter for filterting av alle prøver fra et prøvetakingspunkt. Et nytt filter skal alltid benyttes for hvert nytt prøvetakingspunkt eller prøvetakingsdyp. I tilfeller med høy turbiditet i vannet klogger filteret svært raskt og må byttes ut og gjennomskylles (minimum 20 ml) før prøvetakingen fortsetter.

## 4.5 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

Surgjøring av kationprøver bør optimalt sett foregå raskest mulig (i felt) etter prøvetaking, men har de senere årene av praktiske årsaker blitt gjort *etter* innlevering på laboratoriet. Laboratoriet får instruksjon gjennom bestillingsskjema om *ikke* å analysere prøvene før det er gått minimum 24 timer etter surgjøringen slik at evt. utfelte/ adsorberte metaller blir tatt opp i løsning på nytt. Det brukes konsentrert HNO<sub>3</sub> til konservering av kationprøvene og gjennom surgjøringen bør pH-verdien senkes til <2. Som tommelfingerregel tilsettes 5 dråper syre til 50 ml vannprøve. Ufiltrerte prøver skal ikke surgjøres ettersom syren kan oppløse deler av partiklene som er til stede.

Prøven til ammoniumanalyse konserveres med 40 µl konsentrert svovelsyre (pr 100 ml prøve) så snart som mulig etter prøvetaking. Syren doseres med hjelp av en pipette med engangs pipettespiss. Fra 2018 ble (etter avtale med analyseleverandør) også disse prøvene surgjort etter ankomst lab.

Det er ikke er lov å transportere konsentrert syre med fly i Norge uten etter svært strenge regler.

## 5 Feltnmålinger

Det stilles samme krav til pumpetid av brønnen før *feltnmålinger* som før *prøvetaking* (omtalt i kapittel 3). Før man tar en endelig avlesning, bør vannet ha minimum en stabil temperatur. Instrumentetene bør vise stabile verdier før måleverdi avleses, selv om dette ikke vil være mulig i tilfeller hvor man har store naturlige variasjoner i grunnvannsmagasinet. Vann med lavt O<sub>2</sub>-innhold er også utfordrende. Vann fra pumpe bør i slike tilfeller ledes mest mulig direkte inn mot målesensoren på O<sub>2</sub>-elektrodem slik at ikke luft får blandet seg inn før måling.

Det måles vanntemperatur, pH, alkalitet, ledningsevne og oksygeninnhold. I tillegg måles totalt brønndyp, foringsrørets høyde over bakken og vannstand under bakken (se feltskjema).

### 5.1 Temperatur

Vanntemperatur skal måles i felt. Dette gjøres med termofølsom elektrode (installert på de fleste ledningsevne-målere). Cirka lufttemperatur måles med håndholdt termometer eller bilens temperaturmåler.

## 5.2 pH

Under transport og lagring kan CO<sub>2</sub> avgasse fra vannprøvene. Dette kan medføre endringer i pH, og i mindre grad alkalitet, særlig i prøver med lavt ioneinnhold. Derfor måles pH og alkalitet også i felt.

pH måles med elektronisk pH-meter som må kalibreres i felt. For enkle pH-metere ("Hanna") brukes pH= 4 og pH= 7 for sure vannprøver, eller pH= 7 og pH = 10 for alkaliske vannprøver. For det noe mer avanserte instrumentet (ThermoFisher Orion Star™ A221 pH Portable Meter/ Ross Ultragel Triode 8107UWMMD) som ble tatt i bruk i 2017 brukes tre kalibreringsløsninger på pH ~4.00, 7.00 og 10.00 (jf instrumentenes bruksanvisninger). De pH-metre som brukes pr 2018 tar automatisk hensyn til temperatur under kalibreringer og målinger. NGU bruker bufferløsningene fra en ferdiglaget "batch" fra leverandør. Kalibrering mot bufferløsninger bør finne sted i begynnelsen av hver feltdag eller etter det intervall som produsent anbefaler.

Ved rapportering av pH-målinger, oppgis alltid vanntemperatur. pH- og temperatur-elektrodenes skylles med destillert/avionisert vann mellom hver ny prøve eller løsning. Ved instrumentfeil eller andre unntak i felt *kan* vannprøver som er tappet til senere laboratorieanalyser brukes til feltmålinger, men da må liten mengde delprøve helles av til dette, ellers kan spor av konserverings- eller elektrodevæske forurense prøven. Enkelte elektroder er lysfølsomme og alle kalibreringer og målinger foretas derfor i skygge, uten direkte sollys.

Måling av pH og temperatur bør fortrinnsvis foregå i svakt strømmende vann. Måling kan gjøres direkte i en bøtte som mottar rennende vann fra pumpen, eller det kan brukes en egen flaske til formålet. Ved måling i kilder kan målingen foregå direkte i kildeutspringet.

## 5.3 Alkalitet

Alkalitet måles i felt ved hjelp av titrering med syre. Alkaliteten defineres som den mengden syre (i meq/l) som må tilsettes for å senke pH til en bestemt verdi. Fra 2018 blir det benyttet Hach testkit for alkalitet (Digital Titrator Model 16900). Følgende parametere *kan* måles, men av disse er bare t-alkalitet realistisk målbar i norske LGN grunnvannsprøver.

- t-alkalitet - titrering til pH = 4.3 (blandet indikator - metylgul-basert). Dette er et grovt mål på bikarbonat pluss karbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + CO<sub>3</sub><sup>-</sup>).
- p-alkalitet ved titrering til pH = 8.2 (fenolphthalein indikator). Dette er et grovt mål på karbonationer i løsningen (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>).

Det er praksis å ta duplikatmålinger av alkalitet på vannprøven. Gjennomsnittet av målingene benyttes. Dersom man måler alkalitet på meget ionefattig vann brukes en fortennet syreløsning ved titreringen (se bruksanvisning).

Fram til og med 2017 ble det brukt Aquamerck 11109 testkit for alkalitet. Om bruken av dette skulle gjenopptas finnes prosedyrene i versjon 1.5 av herværende protokoll.

## 5.4 Ledningsevne

Ledningsevne måles på samme måte som pH, men det stilles ikke samme krav til feltkalibrering av utstyret. Vedlikehold/test av ledningsevneelektroden skal foretas før feltsesongen, som angitt av produsent.



## 5.5 Oksygeninnhold

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.

Oksygeninnhold måles i mg/l med elektronisk O<sub>2</sub>- meter som må kalibreres i henhold til bruksanvinsning. 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 oksygeninnhold 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.

## 6 Lagring og pakking av prøver

Vannprøvene bør holdes kjølig i felt inntil forsendelse til lab. 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)

Prøvene må ikke fryse da frysing kan medføre sprengning 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.

Vannprøvene pakkes før forsendelse i esker sammen med bestillingsskjema for analyser (neste kapittel). Glassflaske og kation-flaske pakkes i eget lag bobleplast før eskene tapes godt igjen.

Forsendelse av prøver bør skje innen to, senest tre, dager etter prøvetakingen, og foretas følgelig i de fleste tilfeller allerede under feltarbeid. Forsendelser sendt før helg bør planlegges slik at de ankommer med kortest mulig tid lagret hos transportselskap før de ankommer lab.

## 7 Bestilling av prøveflasker og labanalyser:

For bestilling av ferdig merkede flasker og bestilling av analyser for en hel feltsesong (med prøveliste og spesifisert analyseparametere) benyttes én og samme fil.

For hver feltsesong lages det enfil-mal som lagres med nytt navn i en egen mappe. Denne nye filen skal inneholde alle skjema og prosedyrer som er nødvendig for å bestille ferdig merkede prøveflasker samt å lage bestillingsskjema for analyse av alle forsendelsene for denne sesongen.

Samme fil brukes både til LGN og til Typeforekomst-prosjektet. Følgende prosedyre viser hvordan dette gjøres i 2018, men tilpasninger vil gjøres ved eventuelt skifte av laboratorieleverandør.

## 7.1 Bestilling av flasker:

A. Først henter man filmalen:

I mappen: Grunnvann\ 366500\_Basis...\0\_Fellesfiler...\  
Åpne filen: MAL\_\_\_BestillingFlaskerOgAnalyser\_v04'

B. "Lagre som" til følgende mappe, og navngi som de eksisterende filene i mappen (år mnd osv.)

Mappe: Grunnvann\ 366500\_Basis...\ 0\_Felles...\ A\_Konkrete...

C. Følg instruksjonene i filens første fane (ProsedyreFlaskebestilling). NB: husk å skifte til nye unike NGU prøvenumre samt legge inn korrekt feltsesong før du bestiller.

## 7.2 Bestilling av analyser:

Før avreise hentes den filen som ble lagret ovenfor og brukt til å bestille ferdig merkede flasker.

Bestillingsskjema for analyser skal nå finnes som tre av fanene i denne filen:

*For 366500 Typeforekomstprosjektet – følgende faner*

S1\_TypeAnalysebestilling  
S2\_TypeAnalysebestilling  
S3\_TypeAnalysebestilling

*For 325800 LGN-prosjektet – følgende faner*

S1\_LGNAlysebestilling  
S2\_LGNAlysebestilling  
S3\_LGNAlysebestilling

**NB:** Det er viktig at de prøvenumre og prøvenavn som blir brukt under *bestillingen av flasker* stemmer med de i *bestillingsskjemaet for analyser*. Så lenge ingen lokaliteter endres skal dette gå av seg selv (cellene for Unikt NGU prøvenummer er linket) men det bør sjekkes for å sikre at prøveflaskenes nummer samsvarer med analysebestilling og senere -rapportering.

Ved avreise til feltarbeid: Papirutskrift av de tre fanene S1.. S2...S3 må tas med i tilstrekkelig antall for forsendelse sammen med prøvene (minimum ett skjemasett for ca hver 5. prøve).

*Før hver forsendelse* krysser en ut hvilke av prøvene som er med i gjeldende forsendelse og legger inn prøvetakingsdato for alle prøvene (side 2). Bestillingsskjemaene legges i plastpose som igjen legges sammen med flaskene i forsendelsen.

Adresse, foretrukket forsendelsestype og opplysninger til lab om surgjøring osv. er ferdig utfylt i disse skjemaene. Laboratoriet sender vanligvis med ferdig frankert adresselapp for forsendelsene. De fleste post-i-butikk kan ta imot og levere kvittering på forsendelsene. Kvitteringen tas vare på i samme mappe som adresselappene.

## **8 Kvalitetssikring**

Under hver feltsesong tas det for hver av typelokalitetsprosjektet og LGN:

2 (eller flere) blankprøver  
5 dublettprøver

Kvalitetssystemet er for øvrig under revisjon (2019).

## **9 Ved ankomst på laboratoriet**

De akkrediterte laboratorier som benyttes forventes å ha tilstrekkelige rutiner for korrekt mottak, lagring og konservering av innkomne prøver. Info om minimumslagring mellom surgjøring og analyse av kationer (24 timer) blir angitt av oss i bestillingsark.

Vedlegg 1: Organiske analyser (Typeforekomstprosjektet-urbane lokaliteter-oppdatert 2017)

**THC comp. e.g.**

THC >C5-C8

THC >C8-C10

THC >C10-C12

THC >C12-16

THC >C16-35

**PAH comp. e.g.**

Naphthalene

Acenafthylene

Acenafthene

Fluorene

Fenanthrene

Anthracene

Fluoranthene

Pyrene

Benzo(a)anthracene

Krysen/triphenylene

Benzo(b)fluoranthene

Benzo(k)fluoranthene

Benzo(a)pyrene

Indeno(1,2,3-cd)pyrene

Dibenzo(a,h)anthracene

Benzo(ghi)perylene

**Xylene comp. e.g.<sup>d</sup>**

Benzene

Toulene

Ethylbenzene

m,p-Xylene

o-Xylene

**Halogenated/chlorinated comp. e.g.<sup>d</sup>**

Dichloromethane

Trichloromethane

1,1,1-Trichloroethane

Tetrachloroethane\*

1,2-Dichloroethane

Trichloroethene

1,1,2-Trichloroethane

Tetrachloroethene (PER)

1,2-Dibromoethane

\*1,1,1,2-Tetrachloroethane

\*1,1,2,2-Tetrachloroethane



Vedlegg 2: Pesticider (Typeforekost-analyser - Landbrukslokalteter – oppdatert 2018)

Polare ugrasmidler (NIBIO, M15)	Polare_ugrasmidler
Plantevernmidler (NIBIO, M101)	pesticid_M101
Plantevernmidler, Propiconazole (NIBIO, M101)	Propiconazole_M101
Plantevernmidler, Thiabendazole (NIBIO, M101)	Thiabendazole_M101
Glyfosat AMPA (NIBIO, M59)	Glyfosat_AMPA_M59
Metribuzin (NIBIO, M76)	Metribuzin_M76
Metribuzin_DK	Metribuzin_DK
Metribuzin_DADK	Metribuzin_DADK
Lavdosemidler (NIBIO, M72)	Lavdosemidler_M72
Lavdosemiddel_IN70941 (NIBIO, M72)	Lavdosemiddel_IN70941_
Lavdosemiddel_IN70942 (NIBIO, M72)	M72
Lavdosemiddel_INL5296 (NIBIO, M72)	Lavdosemiddel_IN70942_M72
Lavdosemiddel_INA4098 (NIBIO, M72)	Lavdosemiddel_INL5296_M72
	Lavdosemiddel_INA4098_M72

Vedlegg 3: PFOS (Typeforekomst-analyser som foretas nær flyplasser).

Listen omfatter målinger i 2017. Analysene i 2018 omfatter noe færre parametere.

Sulfid-S	Sulfid_S_
4:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	FTS42
6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	FTS62
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	FTS82
7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	HPFHpA
Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	PF37DMOA
Perfluordekansyre (PFDeA)	PFDeA
Perfluorbutansyre (PFBA)	PFBA
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	PFBS
Perfluordodekansyre (PFDoA)	PFDoA
Perfluortridekansyre (PFTrA)	PFTrA
Perfluordekansulfonsyre (PFDS)	PFDS
Perfluorheptansyre (PFHpA)	PFHpA
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	PFHpS
Perfluorheksansyre (PFHxA)	PFHxA
Perfluorheksadekansyre (PFHxDA)	PFHxDA
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	PFHxS
Perfluornonansyre (PFNA)	PFNA
Perfluoroktansyre (PFOA)	PFOA
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	PFOS
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	PFOSA
Perfluorpentansyre (PFPeA)	PFPeA
Perfluortetradekansyre (PFTA)	PFTA
Perfluorundekansyre (PFUnA)	PFUnA
N-etylperfluoroktansulfonamid (EtFOSA)	EtFOSA
N-etylperfluoroktansulfonamid-HAc (EtFOSAA)	EtFOSAA
N-etylperfluoroktansulfonamidetanol (EtFOSE)	EtFOSE
N-metylperfluoroktansulfonamid-HAc (MeFOSAA)	MeFOSAA
N-metylperfluoroktansulfonamidetanol (MeFOSE)	MeFOSE
N-metylperfluoroktansulfonamid (MeFOSA)	MeFOSA
Perfluoroktansulfonamid-HAc (FOSAA)	FOSAA
Sum PFAS	Sum_PFAS
PFOS lineær	PFOS_lin
PFOS forgrenet	PFOS_branch
PFOA lineær	PFOA_lin
PFOA forgrenet	PFOA_branch
PFHxS lineær	PFHxS_lin
PFHxS forgrenet	PFHxS_branch
PFOSA lineær	PFOSA_lin
PFOSA forgrenet	PFOSA_br

Vedlegg 4: Feltskjema.

### Landsomfattende grunnvannsnett

LGN-stasjon nummer  Navn

Rør-/kildenummer  Type

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

Vær  Lufttemp. (oC)

Utført av

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

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

Kommentarer til stasjonen

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

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

Vannprøve merket   Filtrert  Surgjort

Kommentarer til vannprøven (lukt, utseende, filter)

Antall bilder  Første bildenummer

Spyling av rør, kalibrering og annet vedlikehold

Dato vannprøve levert lab  Unikt prøvenummer

## Analyseresultater av grunnvannsprøver fra undersøkelsesbrønner i Elverum

	Posisjon	Fysiske parameter; målt i felt					Fysiske parameter; målt på lab (Analysesenteret / ALS)				
		Dato	pH	El. lednings-	Alkalitet	Løst	pH	El. lednings-	Alkalitet	Farge	Turbiditet
				evne				oxygen			
ØV/NS	32N		µS/cm	mmol/l	mg/l		µS/cm	mmol/l	mg Pt/l	FNU	
Sperre industrier	638136/ 6751231	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		16.11.16	6.0	178.9	0.5	10.64	6.5	176	0.45	<1	0.29
		13.7.17	6.4	176.5	0.7	11.17	6.5	162	0.56	<1	0.7
		15.11.17	6.28	185.1	0.4		6.5	173	0.51	<1	1.6
		4.7.18	5.9	192.1		11.01	6.5	205	1.9	<2	0.44
		16.10.18	6.3	184.1	0.35	11.06	6.5	193	0.36	<2	0.1
		14.5.19	6.39	193.6	0.42	11.08	7	196	0.58	<2	0.18
Vestad vannverk	637995/ 6753074	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		16.11.16	5.4	109.0	0.15	3.21	5.9	105	0.18	<1	0.21
		14.7.17	5.9	95.6	0.2	3.05	6	91	0.25	<1	3.8
		14.11.17	5.72	123.1	<0.2	3.38	5.9	121	0.19	<1	0.27
		3.7.18	5.4	114.7		3.72	5.9	116	<0.30	<2	0.18
		17.10.18	5.65	122.3	0.23	4.04	6.1	120	0.2	<2	0.1
		13.5.19	5.25	113	0.18	3.6	6	75	0.17	<2	0.06
Vestad skole	637802/ 6752688	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		16.11.16	6.0	262	0.6	7.08	6.1	255	0.24	<1	0.98
		13.7.17	6.4	280	0.5	6.88	6.1	264	0.25	<1	7.8
		14.11.17	5.86	277	0.25	7.20	6	272	0.24	<1	2.9
		3.7.18	5.7	238		7.47	6.1	257	<0.30	<2	1.72
		16.10.18	5.84	248	0.25	7.7	6.1	273	0.26	<2	1.7
		14.5.19	5.88	256	0.21	7.7	6.4	65	0.2	2	25
Sag-tjernet vannverk	639309/ 6753602	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		16.11.16	5.9	346	1.0	7.16	6.6	337	0.84	<1	0.13
		13.7.17	6.5	613	1.3	4.80	6.2	591	1.2	<1	0.51
		15.11.17	5.94	679	0.9	5.37	6.2	625	1.2	<1	0.14
		4.7.18	5.7	401		6.73	6.4	426	2.9	<2	0.23
		16.10.18	6.23	383	0.87	6.7	6.4	452	0.77	<2	0.05
		13.5.19	6.22	780	1.13	4.95	6.4	742	1.2	<2	0.02
NSB-tomta	638323/ 6752559	17.11.16	5.4	105.6	0.2	9.24	5.9	105	0.15	<1	0.36
		14.7.17	5.9	118.1	0.2	7.98	5.9	109	0.2	<1	1.6
		15.11.17	5.52	208	0.2	-	5.7	180	0.12	<1	2.3
		4.7.18	5.4	135.8		7.72	5.9	136	<0.30	<2	2
		16.10.18	5.54	159.2	0.144	8.07	5.8	159	0.1	<2	0.05
		16.10.18		-	-	-	5.7	157	0.09	<2	0.05
		14.5.19	5.64	174.5	0.21	7.6	6.2	75.5	0.16	2	1.3
Ydalir – b. 11	639973/ 6753546	17.11.16	6	96.1	0.6	0.83	6.3	84	0.44	1.00	9.60
		15.11.17	6.14	106	0.4	-	6.3	90	0.55	45	8.3
Ydalir – b. 12	639970/ 6753540	23.11.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ydalir - b. 13	640031/ 6753566	13.7.17	6.1	101.8	0.7	-	6.2	77	0.45	111	6.8
Ydalir - b. 16	640154/ 6753576	15.11.17	6.12	89.5	0.5	-	6.1	62	0.44	221	25

"- " = ikke analysert



## Analyseresultater av grunnvannsprøver fra undersøkelsesbrønner i Elverum

		Ammonium Anioner;målt med ionekromatograf på Analysesenteret eller hos ALS							
	Dato	NH4-N	Fluorid	Klorid	Nitritt	Bromid	Nitrat	Sulfat	Fosfat
		µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg NO3/l	mg/l	mg PO4/l
Sperre industrier	10.6.16	-	<0.05	24.4	<0.1	<0.1	13.0	11.2	<0.4
	16.11.16	<10	<0.025	19.6	-	-	16.4	14.4	0.017
	13.7.17	<10	<0.025	16.2	-	<0.5	15.0	12.9	0.046
	15.11.17	<10	<0.025	21.3	-	-	14.1	12.7	0.051
	4.7.18	<3	<0.2	20.6	<0.001	<0.5	15.0	15.0	0.043
	16.10.18	17	<0.2	24.9	0.006	<0.5	20.0	15.0	0.037
	14.5.19	<3	0.04	20.0	0.001	<0.5	15.0	14.0	0.013
Vestad vannverk	10.6.16	-	0.08	10.3	<0.1	<0.1	8.4	5.8	<0.4
	16.11.16	<10	0.06	15.0	-	-	9.0	7.0	0.016
	14.7.17	<10	0.08	10.5	-	<0.5	6.9	6.0	0.106
	14.11.17	10	0.09	20.0	-	-	8.1	2.8	0.031
	3.7.18	<3	<0.2	17.8	0.001	<0.5	7.1	6.0	0.022
	17.10.18	23	<0.2	22.2	0.007	<0.5	8.3	7.0	0.025
	13.5.19	3	0.09	16.0	0.001	<0.5	7.2	6.5	0.007
Vestad skole	10.6.16	-	0.06	95.2	<0.1	<0.1	4.3	6.2	<0.4
	16.11.16	<10	0.05	58.9	-	-	4.8	8.3	0.012
	13.7.17	11	0.06	63.1	-	<0.5	4.2	6.3	0.014
	14.11.17	<10	0.05	62.5	-	-	5.2	7.0	0.013
	3.7.18	<3	<0.2	53.8	0.001	<0.5	5.0	6.0	0.007
	16.10.18	<3	<0.2	62.9	0.006	<0.5	5.5	7.0	0.012
	14.5.19	<3	0.07	56	<0.001	<0.5	4.9	7.3	0.027
Sagtjernet vannverk	10.6.16	-	0.13	55.8	<0.1	<0.1	10.9	11.0	<0.4
	16.11.16	<10	0.13	60.7	-	-	10.8	10.5	0.007
	13.7.17	<10	0.13	122	-	<0.5	17.0	11.3	0.014
	15.11.17	<10	0.05	140	-	-	17.2	14.4	0.015
	4.7.18	<3	<0.2	78.1	0.002	<0.50	11.0	12.0	0.006
	16.10.18	13	<0.2	77.3	0.006	<0.50	12.0	12.0	0.012
	13.5.19	<3	0.1	180	0.002	<0.50	7.7	16.0	0.002
NSB-tomta	17.11.16	<10	0.27	7.1	-	-	5.5	20.5	0.018
	14.7.17	<10	0.33	7.4	-	<0.5	6.0	21.7	0.029
	15.11.17	<10	0.28	8.9	-	-	6.9	57.6	0.033
	4.7.18	<3	0.25	6.9	0.001	<0.5	6.0	32.0	0.043
	16.10.18	9	0.49	9.1	0.006	<0.5	6.2	41.0	0.025
	16.10.18	7	0.48	9.0	0.004	<0.5	6.5	41.0	0.025
	14.5.19	<3	0.33	8.2	<0.001	<0.5	7.3	45.0	0.008
Ydalir – b. 11	17.11.16	44	0.21	4.2	-	-	0.1	9.2	0.016
	15.11.17	120	0.11	3.8	-	-	0.4	8.1	0.022
Ydalir – b. 12	23.11.16	-	-	-	-	-	-	-	-
Ydalir- b. 13	13.7.17	250	0.142	6.3	-	<0.5	0.2	4.5	0.060
Ydalir- b. 16	15.11.17	320	<0.1	2.3	-	-	0.2	1.7	0.073

"- " = ikke analysert

		<b>Kationer; målt hos Eurofins, ALS eller på NGU lab</b>							
	Dato	Aluminium	Antimon	Arsen	Barium	Beryllium	Bly	Bor	Cerium
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
<b>Sperre industrier</b>	10.6.16	<20	<5	<10	258	<1	<5	<20	<20
	16.11.16	<20	<5	<0.20	230	<1	<0.20	<20	<20
	13.7.17	<20	0.014	<0.05	227	<0.01	<0.05	16.7	0.06
	15.11.17	<2	0.016	<0.05	253	<0.01	<0.05	22.4	0.08
	4.7.18	0.422	0.023	<0.05	292	-	<0.01	16.8	-
	16.10.18	0.385	0.018	<0.05	246	-	<0.01	19.1	-
	14.5.19	0.883	0.026	<0.05	255	-	0.010	17.6	-
<b>Vestad vannverk</b>	10.6.16	104	<5	<10	194	<1	<5	<20	<20
	16.11.16	<20	<5	<0.20	246	<1	<0.20	<20	<20
	14.7.17	13.3	<0.01	<0.05	176	0.019	<0.05	<5	0.05
	14.11.17	20	<0.01	<0.05	287	0.037	<0.05	5.3	0.09
	3.7.18	20	<0.01	0.0887	246	-	0.012	<10	-
	17.10.18	22.1	<0.01	<0.05	263	-	1.29	<10	-
	13.5.19	21.9	<0.01	<0.05	240	-	3.62	<10	-
<b>Vestad skole</b>	10.6.16	24	<5	<10	505	<1	<5	<20	<20
	16.11.16	<20	<5	<0.20	187	<1	0.28	<20	<20
	13.7.17	6.1	<0.01	<0.05	303	0.029	<0.05	11.5	0.09
	14.11.17	6.6	<0.01	<0.05	243	0.031	<0.05	11.4	0.09
	3.7.18	6.35	<0.01	0.233	253	-	<0.01	12.8	-
	16.10.18	7.12	0.011	0.065	243	-	3.89	11.5	-
	14.5.19	6.89	<0.01	<0.05	225	-	0.31	11.9	-
<b>Sagtjernet vannverk</b>	10.6.16	27	<5	<10	285	<1	<5	<20	<20
	16.11.16	<20	<5	<0.20	288	<1	<0.20	<20	<20
	13.7.17	2.7	<0.01	0.13	548	0.011	<0.05	13.1	0.03
	15.11.17	2.8	<0.01	0.121	648	0.012	<0.05	14.5	0.04
	4.7.18	1.54	<0.01	0.106	323	-	0.014	14.8	-
	16.10.18	1.78	<0.01	0.122	314	-	1.28	12.8	-
	13.5.19	1.77	0.010	0.154	667	-	0.848	18	-
<b>NSB-tomta</b>	17.11.16	93	<5	<0.20	42.9	<1	<0.20	<20	<20
	14.7.17	70.5	<0.01	<0.05	49.4	0.116	0.061	9.3	0.07
	15.11.17	178	<0.01	<0.05	77.8	0.461	0.095	14	0.38
	4.7.18	115	<0.01	<0.05	37.4	-	0.048	11.6	-
	16.10.18	187	<0.01	0.052	45.8	-	0.062	15.8	-
	16.10.18	211	<0.01	<0.05	46.2	-	0.064	18.2	-
	14.5.19	155	<0.01	<0.05	46.2	-	0.082	15.2	<20
<b>Ydalir – brønn 11</b>	17.11.16	<20	<5	0.66	245	<1	<0.20	<20	<20
	15.11.17	33.1	0.016	0.444	275	0.064	0.111	6.9	4.6
<b>Ydalir - b.12</b>	23.11.16	<20	<5	<10	249	<1	<5	<20	<20
<b>Ydalir-b.13</b>	13.7.17	46.9	0.01	0.586	236	0.075	0.106	<5	7.34
<b>Ydalir-b.16</b>	15.11.17	128	0.014	0.442	359	0.208	0.256	<5	16.3

"-" = ikke analysert

		<b>Kationer; målt hos Eurofins, ALS eller på NGU lab</b>							
	Dato	Cesium	Fosfor	Jern	Kadmium	Kalium	Kalsium	Kobber	Kobolt
		µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
<b>Sperre industrier</b>	10.6.16	-	<50	0.052	<0.5	1.59	15.5	<5	<1
	16.11.16	-	<50	0.003	0.02	1.35	14.2	<0.50	<1
	13.7.17	0.002	<50	0.004	<0.03	1.31	12.8	0.3	0.104
	15.11.17	<0.002	<50	0.004	<0.03	1.5	14.8	0.12	0.117
	4.7.18	<0.03	15.2	0.004	0.010	1.72	15.8	0.28	0.095
	16.10.18	<0.03	12.6	0.004	0.012	1.41	15.3	0.32	0.088
	14.5.19	<0.03	16.7	0.009	0.011	1.61	14.6	0.256	0.191
<b>Vestad vannverk</b>	10.6.16	-	71	0.685	<0.5	0.72	8.38	<5	<1
	16.11.16	-	<50	<0.002	0.036	0.74	8.34	0.7	<1
	14.7.17	0.002	<50	0.004	<0.03	0.73	8.63	0.53	0.053
	14.11.17	0.002	<50	<0.002	0.048	0.78	10.5	0.73	0.023
	3.7.18	<0.03	7.12	0.001	0.036	0.73	8.64	0.71	0.024
	17.10.18	<0.03	9.24	0.001	0.045	0.78	8.9	0.91	0.029
	13.5.19	<0.03	9.64	0.001	0.033	0.80	8.35	0.84	0.027
<b>Vestad skole</b>	10.6.16	-	<50	0.959	<0.5	2.25	19.2	<5	<1
	16.11.16	-	<50	0.153	0.018	1.25	6.39	1.3	<1
	13.7.17	0.014	<50	1.09	<0.03	1.5	11	<0.1	0.172
	14.11.17	0.014	<50	0.184	<0.03	1.41	8.51	0.23	0.061
	3.7.18	<0.03	2.73	0.273	0.015	1.35	8.99	0.29	0.059
	16.10.18	<0.03	4.81	0.232	0.018	1.41	8.74	0.76	0.089
	14.5.19	<0.03	4.38	0.262	0.016	1.37	7.62	0.19	0.065
<b>Sagtjernet vannverk</b>	10.6.16	-	<50	0.072	<0.5	6.18	24.5	<5	<1
	16.11.16	-	<50	0.006	0.024	5.53	24	0.8	<1
	13.7.17	0.008	<50	0.009	<0.03	6.86	45.2	1.84	0.064
	15.11.17	0.008	<50	0.003	0.038	6.86	52.2	1.35	0.021
	4.7.18	<0.03	2.98	0.001	0.017	5.32	24.9	1.03	0.023
	16.10.18	<0.03	2.98	0.001	0.014	5.5	23.8	0.87	0.020
	13.5.19	<0.03	3.55	0.002	0.027	7.85	49.1	1.00	0.029
<b>NSB-tomta</b>	17.11.16	-	<50	0.002	0.62	1.46	8.63	100	<1
	14.7.17	0.133	<50	0.021	0.391	1.48	9.82	54.9	0.199
	15.11.17	0.139	<50	0.011	1.7	1.92	19.2	237	0.61
	4.7.18	0.098	7.77	0.019	0.794	1.52	11.8	108	0.483
	16.10.18	0.108	8.5	0.009	1.09	1.72	14.1	190	1.09
	16.10.18	0.113	8.85	0.008	1.12	1.65	14.3	193	1.04
	14.5.19	0.112	9.49	0.004	1.17	1.95	16.2	176	0.883
<b>Ydalir - b. 11</b>	17.11.16	-	<50	3.41	0.051	1.71	7.71	0.66	<1
	15.11.17	0.116	<50	4.71	0.084	1.55	9.47	0.85	0.683
<b>Ydalir - b. 12</b>	23.11.16	-	<50	2.24	<0.5	1.9	7.95	<5	<1
<b>Ydalir-b. 13</b>	13.7.17	0.122	<50	8.05	<0.03	0.75	7.43	0.38	0.351
<b>Ydalir-b. 16</b>	15.11.17	0.144	<50	9.8	<0.03	0.55	7.17	0.45	0.173

"-" = ikke analysert

		<b>Kationer; målt hos Eurofins, ALS eller på NGU lab</b>							
		<b>Krom</b>	<b>Kvikksølv</b>	<b>Lantan</b>	<b>Litium</b>	<b>Magnesium</b>	<b>Mangan</b>	<b>Molybden</b>	<b>Natrium</b>
	<b>Dato</b>	<b>µg/l</b>	<b>µg/l</b>	<b>µg/l</b>	<b>µg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>µg/l</b>	<b>µg/l</b>	<b>mg/l</b>
<b>Sperre industrier</b>	10.6.16	<2	-	<5	<5	4.65	4.9	<5	12.4
	16.11.16	0.91	<0.005	<5	<5	4.05	<1	<5	10.4
	13.7.17	0.36	< 0.005	0.17	<0.5	3.64	<1	<0.2	12.8
	15.11.17	0.3	0.04	0.23	<0.5	4.31	<1	<0.2	9.95
	4.7.18	0.38	<0.002	-	0.47	4.35	0.34	0.15	11.3
	16.10.18	0.35	<0.002	-	0.73	4.09	0.47	0.11	11.1
	14.5.19	0.52	<0.002	-	0.56	4.19	0.33	0.36	13.9
<b>Vestad vannverk</b>	10.6.16	<2	-	<5	<5	1.8	107	<5	4.26
	16.11.16	<0.50	<0.005	<5	<5	1.78	2.6	<5	6.83
	14.7.17	0.27	< 0.005	0.15	<0.5	1.9	1.8	<0.2	4.29
	14.11.17	<0.1	0.04	0.22	<0.5	2.25	3.3	<0.2	7.84
	3.7.18	0.16	<0.002	-	0.43	1.72	2.48	<0.05	8.52
	17.10.18	0.09	<0.002	-	0.37	1.81	3.06	<0.05	8.84
	13.5.19	0.13	<0.002	-	0.42	1.74	2.36	<0.05	8.54
<b>Vestad skole</b>	10.6.16	<2	-	<5	<5	4.32	25.7	<5	38.2
	16.11.16	1.5	<0.005	<5	<5	1.51	8.1	<5	37.3
	13.7.17	0.22	< 0.005	0.30	<0.5	2.53	43.7	<0.2	34.8
	14.11.17	<0.1	0.04	0.29	<0.5	1.97	7.7	<0.2	38.4
	3.7.18	0.08	<0.002	-	0.26	1.97	12.8	<0.05	30.4
	16.10.18	0.12	<0.002	-	0.18	1.91	13.9	<0.05	34.4
	14.5.19	0.16	<0.002	-	0.19	1.68	10.4	0.06	36.7
<b>Sagtjernet vannverk</b>	10.6.16	<2	-	<5	<5	5.24	2.3	<5	21.6
	16.11.16	<0.50	<0.005	<5	<5	5.22	<1	<5	25.6
	13.7.17	0.36	< 0.005	1.01	0.93	10.2	1.9	<0.2	45.4
	15.11.17	0.1	0.03	1.39	1.06	11.5	<1	<0.2	51.9
	4.7.18	0.14	<0.002	-	0.84	4.99	0.48	<0.05	37.9
	16.10.18	0.11	<0.002	-	0.80	4.82	0.31	<0.05	37.8
	13.5.19	0.14	<0.002	-	1.02	10.7	0.76	<0.05	76.9
<b>NSB-tomta</b>	17.11.16	0.62	<0.005	<5	<5	2.35	22.4	<5	4.6
	14.7.17	0.43	< 0.005	0.20	2.71	2.73	19.2	<0.2	4.79
	15.11.17	0.57	0.04	0.95	4.9	5.41	81.2	<0.2	7.07
	4.7.18	0.73	<0.002	-	5.27	3.01	35.6	0.31	5.45
	16.10.18	0.35	<0.002	-	5.71	3.71	77	0.10	6.06
	16.10.18	0.34	<0.002	-	5.86	3.72	77.8	0.09	6.06
	14.5.19	0.59	<0.002	-	8.94	4.13	46.4	0.21	5.88
<b>Ydalir - brønn 11</b>	17.11.16	0.6	<0.005	<5	<5	2.45	395	<5	2.86
	15.11.17	0.28	0.03	2.22	1.07	2.93	354	0.49	3.24
<b>Ydalir - b. 12</b>	23.11.16	<2	-	<5	<5	2.71	305	<5	2.94
<b>Ydalir-b. 13</b>	13.7.17	0.53	< 0.005	3.49	0.64	1.66	325	0.53	3
<b>Ydalir-b. 16</b>	15.11.17	1.28	-	7.36	0.7	1.35	289	0.32	2.34

"-" = ikke analysert

## Analyseresultater av grunnvannsprøver fra undersøkelsesbrønner i Elverum

		Kationer; målt hos Eurofins, ALS eller på NGU lab							
	Dato	Nikkel	Rubidium	Scandium	Selen	Silisium	Sink	Strontium	Sølv
		µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l
Sperre industrier	10.6.16	<5	-	<0.001	-	3.32	3.8	89.3	<0.005
	16.11.16	0.94	-	<0.001	-	3.33	<2.0	76.9	<0.005
	13.7.17	0.37	1.73	<0.001	<1	3.75	1.5	76.2	<0.005
	15.11.17	0.48	1.8	<0.001	<1	3.74	1.2	84.3	<0.005
	4.7.18	0.46	-	-	<0.5	3.68	1.12	94.5	-
	16.10.18	0.56	-	-	<0.5	3.87	1.32	89.5	-
	14.5.19	0.96	-	-	<0.5	3.52	0.651	86.5	-
Vestad vannverk	10.6.16	<5	-	<0.001	-	4.39	5.5	58.8	<0.005
	16.11.16	<0.50	-	<0.001	-	4.1	5.9	56.8	<0.005
	14.7.17	0.48	2.32	<0.001	<1	5.12	4.1	62.8	<0.005
	14.11.17	0.39	2.44	<0.001	<1	5.25	11	71.5	<0.005
	3.7.18	0.38	-	-	<0.5	4.9	7.65	59.5	-
	17.10.18	0.46	-	-	<0.5	4.85	4.11	64.9	-
	13.5.19	0.47	-	-	<0.5	4.91	5.91	63.7	-
Vestad skole	10.6.16	<5	-	<0.001	-	3.34	5.3	122	<0.005
	16.11.16	1.3	-	<0.001	-	3.06	6.9	42.4	<0.005
	13.7.17	0.98	3.52	<0.001	<1	3.72	3.3	71.9	<0.005
	14.11.17	0.28	3.31	<0.001	<1	3.89	7.6	55.6	<0.005
	3.7.18	0.29	-	-	<0.5	3.84	5.08	59.8	-
	16.10.18	0.42	-	-	<0.5	3.87	4.85	61.3	-
	14.5.19	0.41	-	-	<0.5	3.78	2.52	54.4	-
Sagtjernet vannverk	10.6.16	<5	-	<0.001	-	3.47	5.1	118	<0.005
	16.11.16	<0.50	-	<0.001	-	3.31	3.7	116	<0.005
	13.7.17	2.08	0.081	<0.001	<1	4.95	32.5	226	<0.005
	15.11.17	0.25	<0.05	<0.001	<1	5.29	9.7	250	<0.005
	4.7.18	0.16	-	-	<0.5	4.28	4.8	116	-
	16.10.18	0.11	-	-	<0.5	4.23	2.41	121	-
	13.5.19	0.32	-	-	<0.5	3.43	2.82	258	-
NSB-tomta	17.11.16	7.3	-	<0.001	-	5.71	340	52.3	<0.005
	14.7.17	5.18	3.9	<0.001	<1	6.62	265	55.8	<0.005
	15.11.17	14.5	4.17	<0.001	<1	9.47	817	123	<0.005
	4.7.18	9.56	-	-	<0.5	7.68	428	69.9	-
	16.10.18	11.5	-	-	<0.5	8.26	565	92.7	-
	16.10.18	12.3	-	-	<0.5	8.28	571	93.6	-
	14.5.19	13.5	-	-	<0.5	8.57	712	101	-
Ydalir - brønn 11	17.11.16	1.1	-	<0.001	-	5.27	<2.0	41.5	<0.005
	15.11.17	1.4	4.24	<0.001	<1	6.59	6.1	50.2	<0.005
Ydalir - b. 12	23.11.16	<5	-	<0.001	-	5.27	7.3	42.2	<0.005
Ydalir-b. 13	13.7.17	0.34	2.17	<0.001	<1	5.71	1.9	42.3	<0.005
Ydalir-b. 16	15.11.17	0.53	1.66	<0.001	<1	5.18	1.5	39.3	<0.005

"- " = ikke analysert



		<b>Kationer; målt hos Eurofins, ALS eller på NGU lab</b>						
		<b>Thorium</b>	<b>Titan</b>	<b>Uran</b>	<b>Vanadium</b>	<b>Vismut</b>	<b>Yttrium</b>	<b>Zirkonium</b>
	<b>Dato</b>	<b>µg/l</b>	<b>µg/l</b>	<b>µg/l</b>	<b>µg/l</b>	<b>µg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>
<b>Sperre industrier</b>	10.6.16	-	1.1	-	<5	-	<0.001	<0.002
	16.11.16	-	<1	-	<5	-	<0.001	<0.002
	13.7.17	<0.02	<1	0.006	0.05	-	<0.001	<0.002
	15.11.17	<0.02	<1	0.005	0.035	-	<0.001	<0.002
	4.7.18	-	<0.001	0.008	0.041	0.315	-	-
	16.10.18	-	0.022	0.004	0.039	<0.005	-	-
	14.5.19	-	0.014	0.748	0.061	<0.005	-	-
<b>Vestad vannverk</b>	10.6.16	-	1.3	-	<5	-	0.0011	<0.002
	16.11.16	-	<1	-	<5	-	<0.001	<0.002
	14.7.17	<0.02	<1	0.009	0.022	-	<0.001	<0.002
	14.11.17	<0.02	<1	0.007	<0.02	-	<0.001	<0.002
	3.7.18	-	0.013	0.007	0.025	0.15	-	-
	17.10.18	-	0.017	0.008	0.025	<0.005	-	-
	13.5.19	-	0.038	0.009	0.035	<0.005	-	-
<b>Vestad skole</b>	10.6.16	-	<1	-	<5	-	<0.001	<0.002
	16.11.16	-	<1	-	<5	-	<0.001	<0.002
	13.7.17	<0.02	<1	0.013	<0.02	-	<0.001	<0.002
	14.11.17	<0.02	<1	0.016	<0.02	-	<0.001	<0.002
	3.7.18	-	<0.001	0.015	0.016	0.0739	-	-
	16.10.18	-	<0.001	0.028	0.022	<0.005	-	-
	14.5.19	-	<0.001	0.085	0.026	<0.005	-	-
<b>Sagtjernet vannverk</b>	10.6.16	-	3.2	-	<5	-	<0.001	<0.002
	16.11.16	-	<1	-	<5	-	<0.001	<0.002
	13.7.17	<0.02	<1	0.051	0.026	-	0.0012	<0.002
	15.11.17	<0.02	<1	0.052	0.023	-	0.0015	<0.002
	4.7.18	-	<0.001	0.029	0.022	0.0505	-	-
	16.10.18	-	<0.001	0.028	0.022	<0.005	-	-
	13.5.19	-	0.027	0.080	0.026	<0.005	-	-
<b>NSB-tomta</b>	17.11.16	-	<1	-	<5	-	<0.001	<0.002
	14.7.17	<0.02	<1	0.169	0.092	-	<0.001	<0.002
	15.11.17	<0.02	<1	0.13	0.092	-	0.0011	<0.002
	4.7.18	-	0.017	0.119	0.074	0.173	-	-
	16.10.18	-	<1	0.119	0.081	<0.005	-	-
	16.10.18	-	<1	0.124	0.071	<0.005	-	-
	14.5.19	-	0.015	0.213	0.103	<0.005	-	-
<b>Ydalir - brønn 11</b>	17.11.16	-	<1	-	<5	-	<0.001	<0.002
	15.11.17	0.2	2	0.805	1.74	-	0.002	<0.002
<b>Ydalir - b. 12</b>	23.11.16	-	1.8	-	<5	-	<0.001	<0.002
<b>Ydalir-b. 13</b>	13.7.17	0.375	3	0.287	3.18	-	0.003	<0.002
<b>Ydalir-b. 16</b>	15.11.17	0.68	4.6	0.64	5.89	-	0.0067	0.0024

"-" = ikke analysert

## Analyseresultater av grunnvannsprøver fra undersøkelsesbrønner i Elverum

		Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH); analysert på Analysecenteret eller hos ALS								
	Dato	Naftalen	Acen- aftylen	Acen- aften	Fluoren	Fenantren	Antracen	Fluoranten	Pyren	Benzo(a)- antracen
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Spørre industrier	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	13.7.17	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	15.11.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	4.7.18	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.020	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	16.10.18	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.020	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	14.5.19	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.020	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vestad vannverk	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	0.022	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	14.7.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	14.11.17	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	3.7.18	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.020	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	17.10.18	<0.03	<0.01	0.015	<0.01	<0.020	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	13.5.19	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.020	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vestad skole	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	0.026	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	13.7.17	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	14.11.17	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	3.7.18	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.020	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	16.10.18	<0.03	<0.01	0.01	<0.01	<0.020	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	14.5.19	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.020	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Sagtjernet vannverk	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	0.018	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	13.7.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	15.11.17	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	4.7.18	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.020	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	16.10.18	<0.03	<0.01	0.011	<0.01	<0.020	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	13.5.19	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.020	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
NSB-tomta	17.11.16	0.018	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	14.7.17	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	15.11.17	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	4.7.18	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.020	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	16.10.18	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.020	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	16.10.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	14.5.19	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.020	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Ydalir - brønn 11	17.11.16	0.017	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	15.11.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

"- " = ikke analysert

## Analyseresultater av grunnvannsprøver fra undersøkelsesbrønner i Elverum

		Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH); analysert på Analysesenteret eller hos ALS								
	Dato	Krysen/ Tri- fenylen	Benzo(b) Fluor- anten	Benzo(k) fluoranten	Benzo(a) pyren	Indeno (1,2,3-cd) pyren	Dibenzo (a,h) antracen	Benzo (ghi) perylene	Sum PAH (16)EPA	Sum PAH karsinogen
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Sperre industrier	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	<0.01	<0.002	n.d.	n.d.
	13.7.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	<0.01	<0.002	0.01	n.d.
	15.11.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	<0.01	<0.002	n.d.	n.d.
	4.7.18	0.012	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.012	0.012
	16.10.18	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.
	14.5.19	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.
Vestad vannverk	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	<0.01	<0.002	0.022	n.d.
	14.7.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	<0.01	<0.002	n.d.	n.d.
	14.11.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	<0.01	<0.002	0.01	n.d.
	3.7.18	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.
	17.10.18	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.015	n.d.
	13.5.19	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.
Vestad skole	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	<0.01	<0.002	0.026	n.d.
	13.7.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	<0.01	<0.002	0.02	n.d.
	14.11.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	<0.01	<0.002	0.01	n.d.
	3.7.18	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.
	16.10.18	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	n.d.
	14.5.19	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.
Sagtjernet vannverk	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	<0.01	<0.002	0.018	n.d.
	13.7.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	<0.01	<0.002	n.d.	n.d.
	15.11.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	<0.01	<0.002	0.01	n.d.
	4.7.18	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.
	16.10.18	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.011	n.d.
	13.5.19	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.
NSB-tomta	17.11.16	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	<0.01	<0.002	0.01	n.d.
	14.7.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	<0.01	<0.002	0.02	n.d.
	15.11.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	<0.01	<0.002	0.03	n.d.
	4.7.18	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.
	16.10.18	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.
	16.10.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	14.5.19	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.	n.d.
Ydalir - brønn 11	17.11.16	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	<0.01	<0.002	0.017	n.d.
	15.11.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	<0.01	<0.002	n.d.	n.d.

"- " = ikke analysert; "n.d." = ikke påvist

## Analyseresultater av grunnvannsprøver fra undersøkelsesbrønner i Elverum

		Polyklorerte bifenyl (PCB); analysert på Analysesenteret eller hos ALS							
	Dato	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	Sum 7 PCB
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Sperre industrier	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.
	13.7.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.
	15.11.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.
	4.7.18	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.10.18	-	-	-	-	-	-	-	-
	14.5.19	-	-	-	-	-	-	-	-
Vestad vannverk	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.
	14.7.17	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	0.04	0.05	0.03	0.13
	14.11.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.
	3.7.18	-	-	-	-	-	-	-	-
	17.10.18	-	-	-	-	-	-	-	-
Vestad skole	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.
	13.7.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.
	14.11.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.
	3.7.18	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.10.18	-	-	-	-	-	-	-	-
	14.5.19	-	-	-	-	-	-	-	-
Sagtjernet vannverk	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.
	13.7.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.
	15.11.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.
	4.7.18	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.10.18	-	-	-	-	-	-	-	-
NSB-tomta	17.11.16	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.
	14.7.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.
	15.11.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.
	4.7.18	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.10.18	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.10.18	-	-	-	-	-	-	-	-
	14.5.19	-	-	-	-	-	-	-	-
Ydalir - brønn 11	17.11.16	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.
	15.11.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	n.d.

"-" = ikke analysert; "n.d." = ikke påvist

## Analyseresultater av grunnvannsprøver fra undersøkelsesbrønner i Elverum

		Benzen, toluen, ethylbenzen og xylener (BTEX); analysert på Analysesenteret eller hos ALS						
	Dato	Benzen	Toluen	Etylbenzen	m,p-Xylen	o-Xylen	Xylener (sum)	Sum BTEX
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Spørre industrier	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<0.1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	13.7.17	<0.1	0.21	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	15.11.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	4.7.18	<0.2	<1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	16.10.18	<0.2	<1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	14.5.19	<0.02	0.024	<0.02	-	-	0.024	0.048
Vestad vannverk	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<0.1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	14.7.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	14.11.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	3.7.18	<0.2	<1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	17.10.18	<0.2	<1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	13.5.19	<0.02	<0.02	<0.02	-	-	<0.02	n.d.
Vestad skole	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<0.1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	13.7.17	<0.1	0.25	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	14.11.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	3.7.18	<0.2	<1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	16.10.18	<0.2	<1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	14.5.19	<0.02	<0.02	<0.02	-	-	<0.02	n.d.
Sagtjernet vannverk	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<0.1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	13.7.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	15.11.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	4.7.18	<0.2	<1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	16.10.18	<0.2	<1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	13.5.19	<0.02	<0.02	<0.02	-	-	<0.02	n.d.
NSB-tomta	17.11.16	<0.1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	14.7.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	15.11.17	<0.1	0.12	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	4.7.18	<0.2	<1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	16.10.18	<0.2	<1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	16.10.18	-	-	-	-	-	-	-
	14.5.19	<0.02	<0.02	<0.02	-	-	<0.02	n.d.
Ydalir - brønn 11	17.11.16	<0.1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.
	15.11.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	n.d.	n.d.

"- " = ikke analysert; "n.d." = ikke påvist



## Analyseresultater av grunnvannsprøver fra undersøkelsesbrønner i Elverum

		Flyktige organiske forbindelser (VOC); analysert på Analysesenteret eller hos ALS							
	Dato	Diklor- metan	Triklor- metan (kloroform)	1,1,1- Triklor- etan	Tetra- kloreten	1,2-Diklor- etan	Triklor- eten	1,1,2- Triklor- etan	Tetra- kloreten (PER)
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Sperre industrier	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	13.7.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	15.11.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	4.7.18	<2.0	<0.3	<0.1	-	<0.5	<0.1	<0.2	<0.2
	16.10.18	<2.0	<0.3	<0.1	-	<0.5	<0.1	<0.2	<0.2
	14.5.19	<2.0	<0.3	<0.1	-	<0.5	<0.1	<0.2	<0.2
Vestad vannverk	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	14.7.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	14.11.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	3.7.18	<2.0	<0.3	<0.1	-	<0.5	<0.1	<0.2	<0.2
	17.10.18	<2.0	<0.3	<0.1	-	<0.5	<0.1	<0.2	<0.2
	13.5.19	<2.0	<0.3	<0.1	-	<0.5	<0.1	<0.2	<0.2
Vestad skole	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	13.7.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	14.11.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	3.7.18	<2.0	<0.3	<0.1	-	<0.5	<0.1	<0.2	<0.2
	16.10.18	<2.0	<0.3	<0.1	-	<0.5	<0.1	<0.2	<0.2
	14.5.19	<2.0	<0.3	<0.1	-	<0.5	<0.1	<0.2	<0.2
Sagtjernet vannverk	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	13.7.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	15.11.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	4.7.18	<2.0	<0.3	<0.1	-	<0.5	<0.1	<0.2	<0.2
	16.10.18	<2.0	<0.3	<0.1	-	<0.5	<0.1	<0.2	<0.2
	13.5.19	<2.0	<0.3	<0.1	-	<0.5	<0.1	<0.2	<0.2
NSB-tomta	17.11.16	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	14.7.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	15.11.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	4.7.18	<2.0	<0.3	<0.1	-	<0.5	<0.1	<0.2	<0.2
	16.10.18	<2.0	<0.3	<0.1	-	<0.5	<0.1	<0.2	<0.2
	16.10.18	-	-	-	-	-	-	-	-
	14.5.19	<2.0	<0.3	<0.1	-	<0.5	<0.1	<0.2	<0.2
Ydalir - brønn 11	17.11.16	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	15.11.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

"- " = ikke analysert; "n.d." = ikke påvist

## Analyseresultater av grunnvannsprøver fra undersøkelsesbrønner i Elverum

		Flyktige organiske forbindelser (VOC); analysert på Analysesenteret eller hos ALS						
	Dato	1,2-Dibrometan	Tetraklormetan	1,1-Dikloreten	cis-1,2-Dikloreten	trans-1,2-Dikloreten	1,2-Diklorpropan	Vinylklorid
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Sperreindustrier	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<0.1	-	-	-	-	-	-
	13.7.17	<0.1	-	-	-	-	-	-
	15.11.17	<0.1	-	-	-	-	-	-
	4.7.18	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<1
	16.10.18	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<1
	14.5.19	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<1
Vestad vannverk	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<0.1	-	-	-	-	-	-
	14.7.17	<0.1	-	-	-	-	-	-
	14.11.17	<0.1	-	-	-	-	-	-
	3.7.18	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<1
	17.10.18	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<1
	13.5.19	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<1
Vestad skole	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<0.1	-	-	-	-	-	-
	13.7.17	<0.1	-	-	-	-	-	-
	14.11.17	<0.1	-	-	-	-	-	-
	3.7.18	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<1
	16.10.18	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<1
	14.5.19	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<1
Sagtjernet vannverk	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<0.1	-	-	-	-	-	-
	13.7.17	<0.1	-	-	-	-	-	-
	15.11.17	<0.1	-	-	-	-	-	-
	4.7.18	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<1
	16.10.18	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<1
	13.5.19	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<1
NSB-tomta	17.11.16	<0.1	-	-	-	-	-	-
	14.7.17	<0.1	-	-	-	-	-	-
	15.11.17	0.10	-	-	-	-	-	-
	4.7.18	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<1
	16.10.18	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<1
	16.10.18	-	-	-	-	-	-	-
	14.5.19	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<1
Ydalir - brønn 11	17.11.16	<0.1	-	-	-	-	-	-
	15.11.17	<0.1	-	-	-	-	-	-

"- " = ikke analysert

## Analyseresultater av grunnvannsprøver fra undersøkelsesbrønner i Elverum

		Totale hydrokarboner (THC); analysert på Analysecenteret eller hos ALS							
	Dato	THC	THC	THC	THC	THC	THC	THC	SUM THC
		>C5-C8	>C6-C8	>C8-C10	>C10-C12	>C12-16	>C16-35	>C35-40	
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Sperre industrier	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<5	-	<5	<5	<5	<20	-	n.d.
	13.7.17	<5	-	<5	<5	<5	<20	-	n.d.
	15.11.17	<5	-	<5	<5	<5	<20	-	n.d.
	4.7.18	<5	<5	<5	<5	<5	<30	<10	n.d.
	16.10.18	<5	<5	<5	<5	<5	<30	<10	n.d.
	14.5.19	<5	<5	<5	<5	<5	<30	<10	n.d.
Vestad vannverk	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<5	-	<5	<5	<5	<20	-	n.d.
	14.7.17	<5	-	<5	<5	<5	<20	-	n.d.
	14.11.17	<5	-	<5	<5	<5	<20	-	n.d.
	3.7.18	<5	<5	<5	<5	<5	<30	<10	n.d.
	17.10.18	<5	<5	<5	<5	<5	<30	<10	n.d.
	13.5.19	<5	<5	<5	<5	<5	<30	<10	n.d.
Vestad skole	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<5	-	<5	<5	<5	<20	-	n.d.
	13.7.17	<5	-	<5	<5	<5	<20	-	n.d.
	14.11.17	<5	-	<5	<5	<5	<20	-	n.d.
	3.7.18	<5	<5	<5	<5	<5	<30	<10	n.d.
	16.10.18	<5	<5	<5	<5	<5	<30	<10	n.d.
	14.5.19	<5	<5	<5	<5	<5	<30	<10	n.d.
Sagtjernet vannverk	10.6.16	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.11.16	<5	-	<5	<5	<5	<20	-	n.d.
	13.7.17	<5	-	<5	<5	<5	<20	-	n.d.
	15.11.17	<5	-	<5	<5	<5	<20	-	n.d.
	4.7.18	<5	<5	<5	<5	<5	<30	<10	n.d.
	16.10.18	<5	<5	<5	<5	<5	<30	<10	n.d.
	13.5.19	<5	<5	<5	<5	<5	<30	<10	n.d.
NSB-tomta	17.11.16	<5	-	<5	<5	<5	<20	-	n.d.
	14.7.17	<5	-	<5	<5	<5	<20	-	n.d.
	15.11.17	<5	-	<5	<5	<5	<20	-	n.d.
	4.7.18	<5	<5	<5	<5	<5	<30	<10	n.d.
	16.10.18	<5	<5	<5	<5	<5	<30	<10	n.d.
	16.10.18	-	-	-	-	-	-	-	-
	14.5.19	<5	<5	<5	<5	<5	<30	<10	n.d.
Ydalir - brønn 11	17.11.16	<5	-	<5	<5	<5	<20	-	n.d.
	15.11.17	<5	-	<5	<5	<5	<20	-	n.d.

"- " = ikke analysert; "n.d." = ikke påvist



NORGES  
GEOLOGISKE  
UNDERSØKELSE  
· NGU ·

Norges geologiske undersøkelse  
Postboks 6315, Sluppen  
7491 Trondheim, Norge

Besøksadresse  
Leiv Eirikssons vei 39  
7040 Trondheim

Telefon 73 90 40 00  
E-post [ngu@ngu.no](mailto:ngu@ngu.no)  
Nettside [www.ngu.no](http://www.ngu.no)