



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Overvåking av plantevernmidler i grunnvann i jordbruksområder 2019 - 2021

Haslemoen, Rimstadmoen, Lærdal, Horpestad, Grødalen og Skogmo

NIBIO RAPPORT | VOL. 8 | NR. 57 | 2022



Roger Roseth, Charles H. Carr, Marit Almvik, Atle Dagestad og Jens Kværner
NIBIO Miljø og naturressurser

TITTEL

Overvåking av plantevernmidler i grunnvann i jordbruksområder 2019-2021. Haslemoen, Rimstadmoen, Lærdal, Horpestad, Grødalen og Skogmo.

FORFATTER(E)

Roger Roseth, Charles H. Carr, Marit Almvik, Atle Dagestad og Jens Kværner

DATO:	RAPPORT NR.:	TILGJENGELIGHET:	PROSJEKTNR.:	SAKSNR.:
01.04.2022	8/57/2022	Åpen	51253	17/01243
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER:	ANTALL VEDLEGG:	
978-82-17-03062-1	2464-1162	99	Flere	

OPPDRAUGSGIVER:

Handlingsplan for bærekraftig bruk av plantevernmidler, Landbruksdirektoratet

KONTAKTPERSON:

Seremona Issa/Nanna Bergan

STIKKORD:

Grunnvann overvåking

FAGOMRÅDE:

Overvåking av grunnvann

SAMMENDRAG:

Etter oppdrag fra Miljødirektoratet har NIBIO etablert fem overvåkingsfelt for jordbruksbelastet grunnvann. Haslemoen i Våler kommune, Rimstadmoen i Larvik kommune, Horpestad i Klepp kommune, Nedre Eri i Lærdal kommune og Skogmo i Overhalla kommune. NGU har etablert et tilsvarende overvåkingsfelt i Grødalen i Sunndal kommune. Gjennom finansieringen fra «Handlingsplan for bærekraftig bruk av plantevernmidler 2019-2021» har det blitt utført flere analyser av plantevernmidler i grunnvann på disse lokalitetene. Det har blitt installert automatisk overvåking av grunnvann og markvann på noen lokaliteter og det har blitt analysert plantevernmidler i ulike jorddyp. Finansieringen har gitt synergi og økt kunnskap om plantevernmidler i grunnvann i jordbruksområder. Alle lokalitetene ligger innenfor nasjonale grunnvannsforkomster, som gitt i Vann-Nett. Rapporten gir oversikt over resultater i perioden 2019-2021.

LAND/COUNTRY:

Norge

FYLKE/COUNTY:

Innlandet, Vestfold og Telemark, Rogaland, Vestland, Møre og Romsdal og Trøndelag

KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Våler, Larvik, Klepp, Lærdal, Sunndal og Overhalla

STED/LOKALITET:

Haslemoen, Rimstadmoen, Horpestad, Lærdal, Grødalen og Skogmo

GODKJENT /APPROVED

ANJA CELINE WINGER

PROSJEKTLÉDER /PROJECT LEADER

ROGER ROSETH



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Finansieringen fra Handlingsplan for bærekraftig bruk av plantevernmidler i perioden 2019 – 2021, har bidratt til økt kunnskap om forekomst av plantevernmidler i grunnvann i jordbruksområder. For seks eksisterende overvåkingsfelt har det blitt tatt ut prøver av grunnvann som har blitt analysert for innhold av plantevernmidler og næringsstoffer. For utvalgte felt har det blitt gjort analyser av plantevernmidler i jord fra ulike dyp, dette for å avdekke hvilke midler som kan vaskes videre nedover mot grunnvann. For fire felt har det blitt installert og driftet utstyr for automatisk overvåking av grunnvannskvalitet og -vannstand. Et felt har værstasjon og automatisk overvåking av markvann.

Gjennomføringen har skjedd i synergi med et oppdrag fra Miljødirektoratet der NIBIO har ansvar for oppfølging og rapportering av seks overvåkingsfelt for grunnvann påvirket av jordbruk.

Lokale samarbeidspartnere takkes for støtte og hjelp ved etablering og drift av overvåkingsfeltene, herunder Våler kommune, Landbrukskontoret for Våler og Åsnes, Landbrukskontoret i Larvik samt velvillige gårdbrukere og feltverter i alle felt.

I perioden 2019-2020 har prøvetaking og oppfølging av brønner og kilder blitt utført av Charles H. Carr, Cilie T. Kristiansen, Bertinius Brattebø, Yvonne Rognan, Anna Seither, Atle Dagestad og Roger Roseth.

NGU har hatt ansvaret for drift og prøvetaking av grunnvann i Grødalen.

Landbruksdirektoratet ved Johan Kollerud, Seremona Issa og Nanna Bergan takkes for godt samarbeid. Tilsvarende gjelder for Miljødirektoratet ved Helga Gunnarsdottir og Rune Pettersen.

Analysene av plantevernmidler ble utført av NIBIO, Avdeling for pesticider og naturstoffkjemi. Herunder ble spesialanalyser for plantevernmidler i jord og vann utført av Marit Almvik. Andre uorganiske og organiske analyser ble utført av Eurofins Norge.

Anja Celine Winger har utført kvalitetssikring av rapporten i henhold til NIBIOs retningslinjer.

NIBIO Ås, 01.04.22

Roger Roseth

Innhold

1	Innledning.....	7
2	Beskrivelse av overvåkingslokaliteter.....	8
2.1	Haslemoen.....	9
2.1.1	Lokalisering	9
2.1.2	Geologi, løsmasser og hydrogeologi	10
2.1.3	Klima.....	11
2.1.4	Jordbruksdrift i området	12
2.1.5	Brønnenutforming.....	13
2.2	Rimstadmoen i Larvik kommune	14
2.2.1	Lokalisering og utvalg.....	14
2.2.2	Geologi, løsmasser og hydrogeologi	15
2.2.3	Klima.....	17
2.2.4	Jordbruksdrift i området	18
2.2.5	Brønnenutforming.....	19
2.2.6	Kilde for prøvetaking.....	20
2.3	Nedre Eri i Lærdal kommune	21
2.3.1	Lokalisering og utvalg.....	21
2.3.2	Geologi, løsmasser og hydrogeologi	22
2.3.3	Klima.....	23
2.3.4	Jordbruksdrift i området	23
2.3.5	Brønnenutforming.....	23
2.4	Horpestad i Klepp kommune	25
2.4.1	Lokalisering og utvalg.....	25
2.4.2	Geologi, løsmasser og hydrogeologi	26
2.4.3	Klima.....	27
2.4.4	Jordbruksdrift i området	28
2.4.5	Brønnenutforming.....	28
2.5	Grørdalen i Sunndal kommune	28
2.5.1	Lokalisering og utvalg.....	28
2.5.2	Geologi, løsmasser og hydrogeologi	30
2.5.3	Klima.....	31
2.5.4	Jordbruksdrift i området	31
2.5.5	Brønnenutforming.....	31
2.6	Skogmo i Overhalla kommune.....	32
2.6.1	Lokalisering og utvalg.....	32
2.6.2	Geologi, løsmasser og hydrogeologi	33
2.6.3	Klima.....	35
2.6.4	Jordbruksdrift i området	35
2.6.5	Kilder som blir undersøkt	36
3	Metoder og analyser	37
3.1	Uttak av grunnvannsprøver	37
3.2	Uttak av jordprøver	38
3.2.1	Haslemoen – jordprøver	38

3.2.2	Rimstadmoen – jordprøver og vannprøver fra raviner	39
3.2.3	Horpestad – jordprøver	42
3.3	Analyse av plantevernmidler	42
3.3.1	Grunnvannsprøver	42
3.3.2	Jordprøver	43
3.4	Analyser av vannkjemi	43
3.5	Automatisk overvåking	43
3.5.1	Grunnvann	43
3.5.2	Umettet sone - Rimstadmoen	44
3.5.3	Klima	45
4	Plantevernmidler og metabolitter	46
4.1	Soppmidler	46
4.2	Ugrasmidler	48
4.3	Insektmidler	48
4.4	Andre midler og kilder – sink og kobber	49
5	Resultater	50
5.1	Haslemoen	50
5.1.1	Vannprøver 2019	50
5.1.2	Vannprøver 2020	51
5.1.3	Vannprøver 2021	52
5.1.4	Samlet vurdering av funn i grunnvann på Haslemoen 2019-2021	52
5.1.5	Automatiske målinger av nitrat	53
5.1.6	Jordprøver 2020	54
5.1.7	Samlet vurdering av funn i jordprøver på Haslemoen	55
5.1.8	Automatisk overvåking	57
5.2	Rimstadmoen, Brønn og Kilde	59
5.2.1	Vannprøver 2019	59
5.2.2	Vannprøver 2020	60
5.2.3	Vannprøver 2021	61
5.2.4	Samlet vurdering av funn i grunnvann på Rimstadmoen 2019-2021	62
5.2.5	Jordprøver 2020	63
5.2.6	Jordprøver 2021	67
5.2.7	Samlet vurdering av funn i jordprøver på Rimstadmoen	70
5.2.8	Gjenfunn av plantevernmidler i kilder i raviner	71
5.2.9	Automatisk overvåking	73
5.3	Lærdal, Brønn og Vanningsbrønn	78
5.3.1	Vannprøver 2019	78
5.3.2	Vannprøver 2020	79
5.3.3	Vannprøver 2021	80
5.3.4	Samlet vurdering vannprøver Lærdal	80
5.4	Horpestad	81
5.4.1	Vannprøver 2019	81
5.4.2	Vannprøver 2020	82
5.4.3	Vannprøver 2021	83
5.4.4	Prøver fra drikkevannsbrønner på Jæren undersøkt tidligere	84
5.4.5	Samlet vurdering vannprøver Horpestad Brønn	84

5.4.6	Jordprøver Horpestad 2020 og 2021	85
5.4.7	Automatisk overvåking.....	86
5.5	Grødalen.....	89
5.5.1	Vannprøver 2019.....	89
5.5.2	Vannprøver 2020.....	90
5.5.3	Vannprøver 2021.....	91
5.5.4	Samlet vurdering vannprøver Grødalen.....	92
5.6	Skogmo	93
5.6.1	Vannprøver 2019.....	93
5.6.2	Vannprøver 2021.....	94
5.6.3	Samlet vurdering vannprøver Skogmo.....	95
6	Sammenfattende vurderinger	96
6.1	Gjenfunn av plantevernmidler og metabolitter i grunnvann	96
6.2	Gjenfunn i jordprøver	96
	Litteraturreferanser.....	97
	Vedlegg.....	100

1 Innledning

Med finansiering fra «Handlingsplan for bærekraftig bruk av plantevernmidler» har det blitt utført undersøkelser av plantevernmidler i grunnvann i seks overvåkingsfelt, analyser av plantevernmidler i jord fra ulike dyp samt automatisk overvåking av grunnvann og markvann på utvalgte felt.

Gjennomføringen har skjedd i synergi med NIBIOs oppdrag fra Miljødirektoratet med oppfølging og rapportering av overvåkingsfelt for grunnvann påvirket av jordbruk. Samlet gir disse seks feltene en grunnvannsovervåking som er ment å dekke nasjonal variasjon i naturforhold, driftsformer og klimaforhold. Overvåkingsfeltene ligger innenfor nasjonale grunnvannsområder som angitt i Vann-Nett.

Langsiktig overvåking av grunnvann påvirket av landbruk er viktig for å avklare endringer og trender for grunnvannskjemi i slike områder, herunder nitrat, ammonium, metaller og plantevernmidler. Grunnvannet brukes ofte til lokal drikkevannsforsyning.

I perioden 2019-2021 har grunnvannsundersøkelsene blitt supplert med prøvetaking i en kildehorisont nedstrøms et fruktareal i Ullensvang samt drenert grunnvann fra fruktareal i Svelvik, som en del av Handlingsplanprosjektet «Kartlegging av plantevernmidler i vannmiljø i områder med frukt- og bærproduksjon». Undersøkelsene i områder med frukt og bær utgjør et nyttig supplement til de andre undersøkte områdene mht. produksjon og anvendte midler, og NIBIO håper å fortsette prøvetakingen av grunnvann på disse lokalitetene. Resultatene fra denne lokaliteten er lagt i vedlegget til rapporten.

Sammenlignet med fokus og ressurser brukt på grunnvannsovervåking i jordbruksområder i våre naboland Danmark, Sverige og Finland bruker Norge beskjedne ressurser på overvåking av grunnvannskvalitet i jordbruksområder. I Danmark har det de siste årene blir påvist flere plantevernmidler og metabolitter over grenseverdien på 0,1 µg/l i grunnvannsområder for større vannverk, hvorav noen måtte stenges ned. Dette skjedde etter at søkespekteret for overvåkede midler og metabolitter ble utvidet. Det danske overvåkings- og varslingsprogrammet for plantevernmidler i grunnvann har dermed blitt utvidet til å gjelde flere fokuserte metabolitter og plantevernmidler som har blitt gjenfunnet i konsentrasjoner over grenseverdien (Rosenbom et al. 2021, Brühsh et al. 2016).

Tilsvarende har det blitt gjort funn av flere plantevernmidler over grenseverdien for drikkevann fra grunnvann i jordbruksområder i Finland (Juvonen 2016) og Sverige (Boström et al. 2016 og Virgin 2012). I Sverige har det også blitt satt fokus på manglende overvåking av pesticider og metabolitter som har vært mye brukt (Boström et al. 2017)

I Norge ble det gjort funn av plantevernmidler i grunnvann i alle de viktigste jordbruksområdene i de relativt omfattende screeningsundersøkelsene utført av Bioforsk (nå NIBIO) i perioden 2007-2012 (Ludvigsen et al. 2008, Rød og Ludvigsen 2010 og Roseth 2013). I mange av drikkevannsprøvnene ble det påvist plantevernmidler eller metabolitter over grenseverdien på 0,1 µg/l. I etterfølgende overvåking på faste felt utført etter oppdrag fra Miljødirektoratet og supplerende finansiering fra Handlingsplanen, har det blitt påvist flere plantevernmidler og metabolitter og med funn over drikkevannsgrensen (Roseth 2016 og 2018A og B samt Seither mfl. 2019). Resultatene har vist at noen midler er særlig vanlige å gjenfinne i grunnvann, og dette gjelder blant annet lavdosemidler. Samlet resultattilfang er blant annet brukt til Mattilsynets rapportering til ESA i forbindelse med kontroll av plantevernmidler i grunnvann og drikkevann.

2 Beskrivelse av overvåkingslokaliteter

Plassering av overvåkingsfeltene for grunnvann er vist i figur 1.



Figur 1. Lokalisering av overvåkingsfelt for grunnvann i Klepp, Larvik, Våler, Lærdal, Sunndal og Overhalla kommuner.

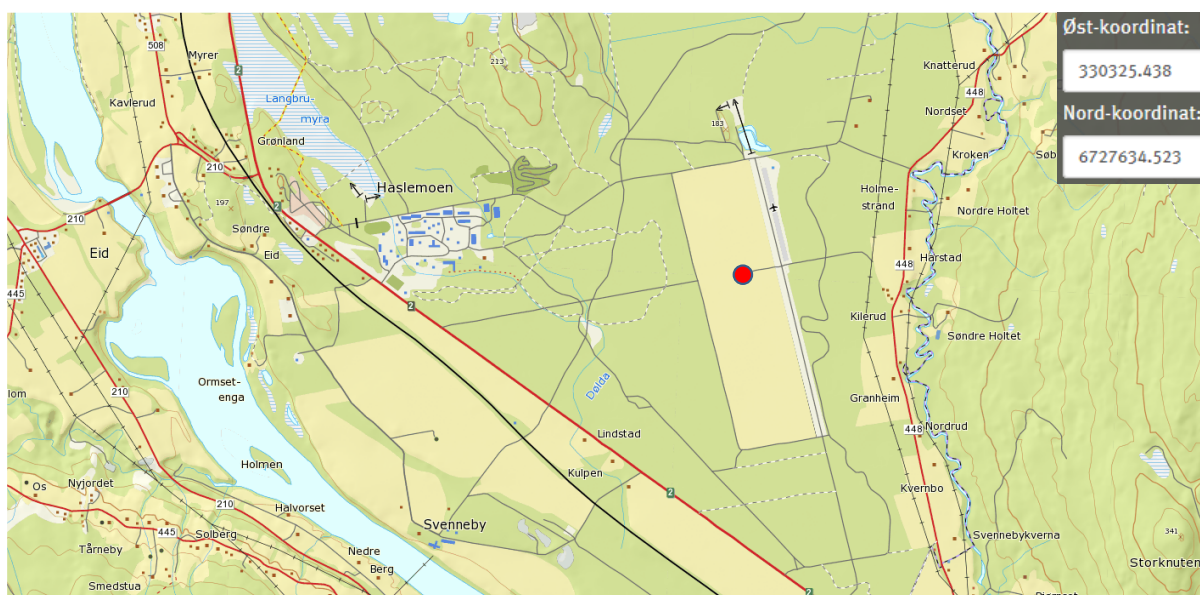
2.1 Haslemoen

2.1.1 Lokalisering

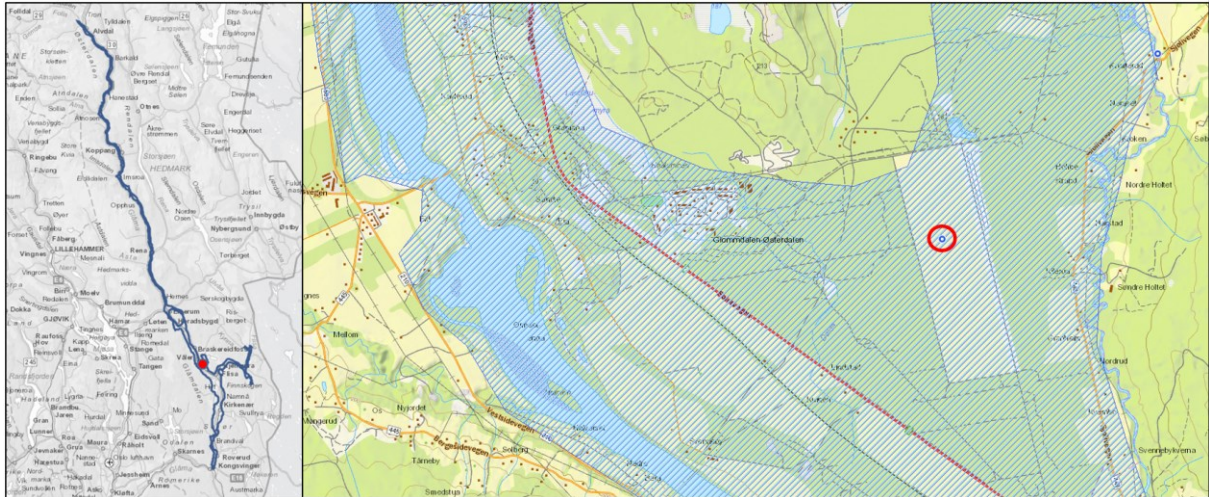
Overvåkingslokaliteten på Haslemoen ligger i Våler kommune i Solør. Lokaliteten ligger ca. 170 m.o.h., rundt 3 km nordøst for Glomma. Plassering av brønnen (Vann-ID 91946) og dens koordinater er vist i figur 2. Grunnvannsføremkomsten på Haslemoen er en del av den store grunnvannsføremkomsten **002-724-G Glåmdalen-Østerdalen** langs Glomma i Solør. Plassering i grunnvannsføremkomsten er vist i figur 3.

Her har det blitt avsatt mektige sandlag med lokale innslag av grov grus i forbindelse med siste istid. Sand- og silt har blitt avsatt i rennende vann. Senere har det blitt avsatt mer finkornede masser med stort innslag av silt i rundt 1 m mektighet. Dette topplaget (koppjord) er avsatt i mer stillestående vann. Omtalt grunnvannsavsetning er stor og selvmatende. Typelokaliteten er representativ for de store jordbruksområdene på tørkesterk koppjord i Solør og et stykke videre sørover langs Glomma. Grunnvannsføremkomsten ligger i et område med innlandsklima, med normal årsnedbør på 653 mm og årsmiddeltemperatur på 3,6 °C. Lokaliteten representerer grunnvannsføremkomstene langs Glomma i Solør med belastning fra korn- og potetdyrking.

Haslemoen var på 1980-tallet et hoved- og referansefelt for hydrogeologisk forskning i Norge hvor det ble utført omfattende forskning og hydrogeologiske undersøkelser av Norges Landbrukshøgskole (i dag NMBU), Universitetet i Oslo, NVE, NGU samt NTNU. NVE har tidligere overvåket grunnvannsnivået i en rekke brønner i området, og overvåker fortsatt grunnvannsnivå og grunnvannstemperatur i en brønn vest for den etablerte overvåkingsbrønnen.



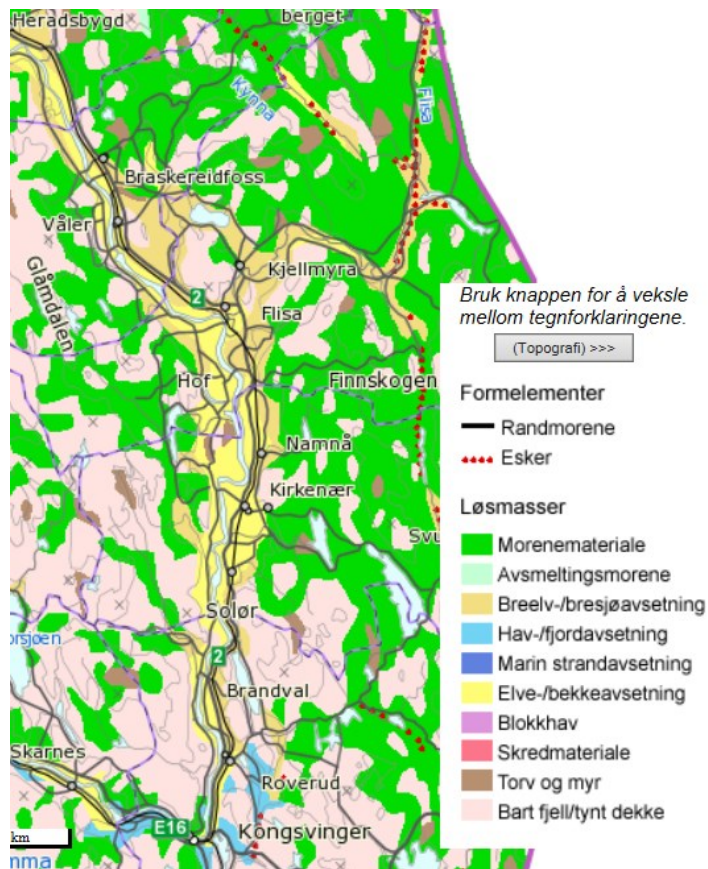
Figur 2. Beliggenhet av overvåkingsbrønn (Vann-ID 91946) for grunnvann på Haslemoen. Koordinater i UTM 33 (EU89).



Figur 3. Grunnvannsføremst 002-724-G Glommadalen-Østerdalen samt plassering av Haslemoen Brønn (VannID-91946). Fra Vann-Nett og Vannmiljø.

2.1.2 Geologi, løsmasser og hydrogeologi

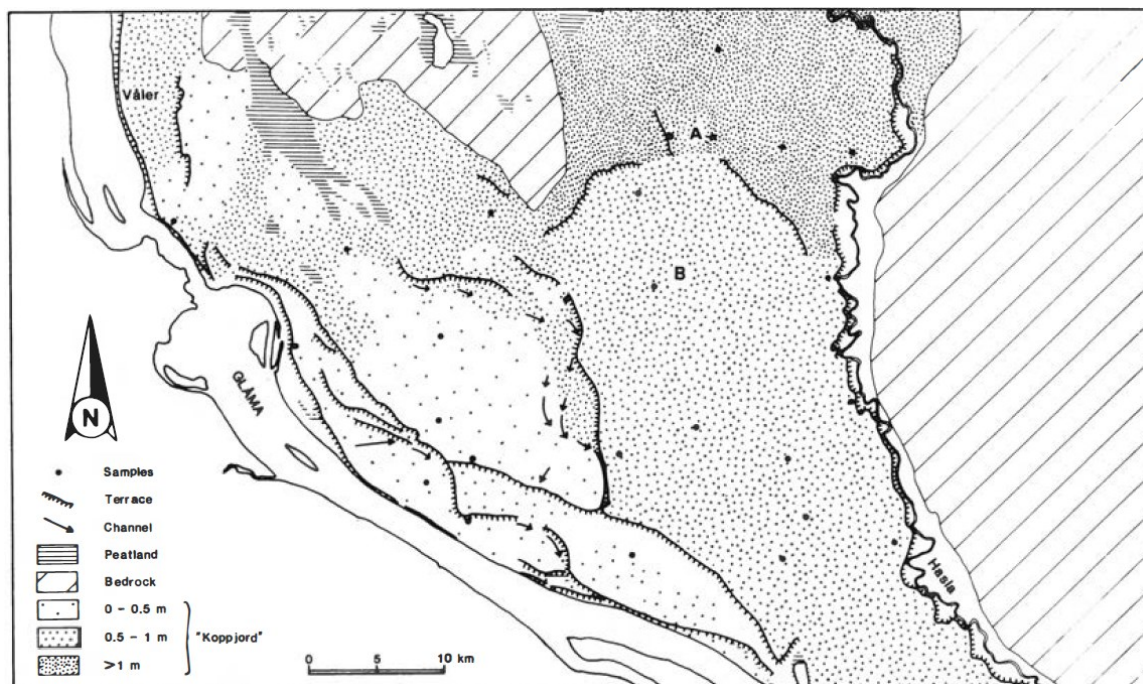
Etter istida ble dalføret langs Glomma i Solør blitt fylt opp med sedimenter tilført med Glomma. Elveavsetninger med sand er avsatt i den øvre del av dette bassenget. Disse avsetningene danner grunnlag for grunnvannsføremsten langs Glomma (figur 4).



Figur 4. Oversiktskart over løsmasser langs Glomma-dalføret i Solør. Lastet ned fra NGUs nettsider.

Et finkornet lag med grov silt og fin sand av tykkelse 0,5-1 meter danner topplaget i området rundt overvåkingslokaliteten på Haslemoen (Haldorsen mfl. 1986). Lenger nordøst er det finkornede topplaget tykkere, mens det varierer mellom 0-og 50 cm på lavereliggende elveterrasser langs Glomma.

Undersøkelser like vest for overvåkingslokaliteten viser at under topplaget finnes et 15 meter tykt lag med mellomsand, med grov eller fin sand (Riis 1992). Dette sandlaget ligger over et ca. 12 meter tykt lag med silt og siltig meget fin sand. Under finnes et ca. 7 meter tykt lag med sand/siltig sand som ligger over morene.



Figur 5. Kart over Haslemoen som viser tykkelse av "koppjord"-laget og beliggenhet av hovedterrasser. Etter Haldorsen et al., 1986. Den nye overvåkingsbrønnen er lokalisert ved punktet B på kartet.

Ved den nye overvåkingsbrønnen har grunnvannstanden i 2016 og 2017 ligget 2,7-3,6 m under terrengoverflaten.

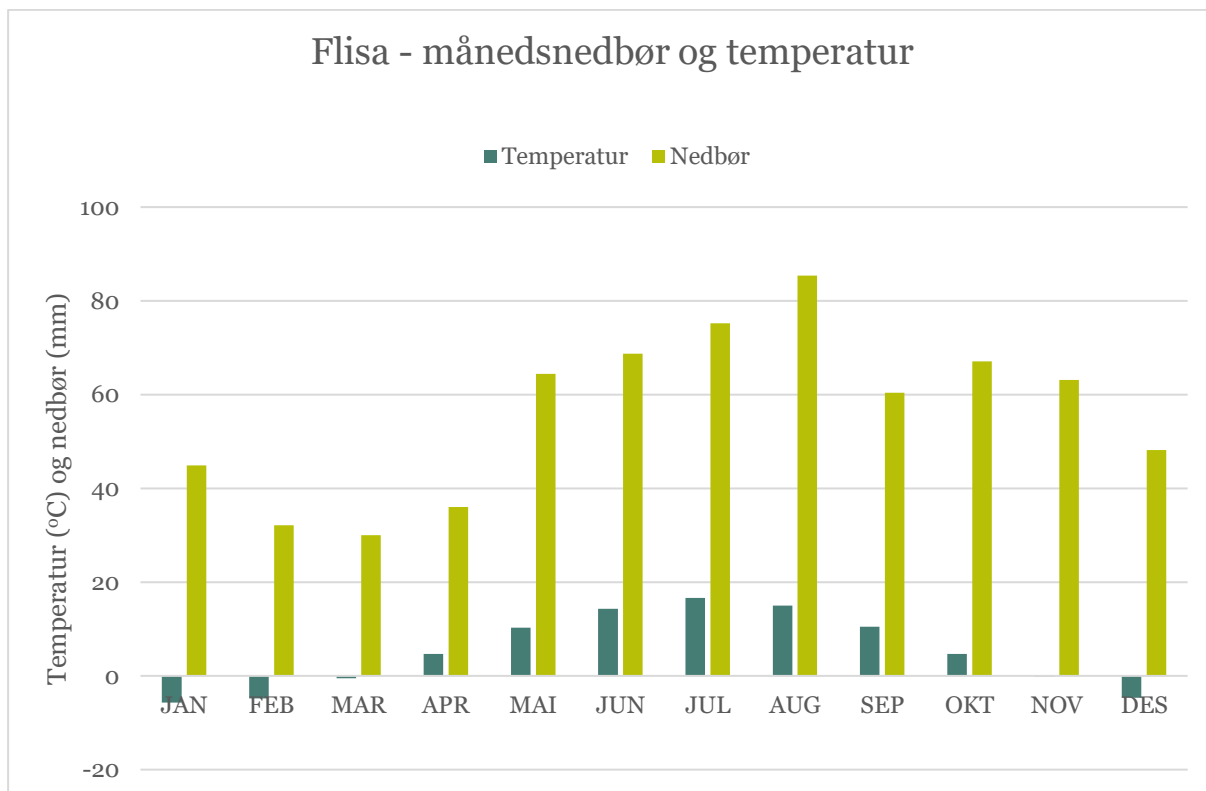
Undersøkelser av Englund et al. (1986) i juni 1985 viste et grunnvannsnivå på overvåkingslokaliteten på omlag 168 moh. og grunnvannstrømning i sør til sørøstlig retning.

Haldorsen et al. (1986) beregnet gjennomsnittlig årlig nydanning av grunnvann i Haslemo-området til 300 mm i perioden 1970-83. 50-55 mm av nydanningen ble beregnet å skje i løpet av vekstperioden.

2.1.3 Klima

Nærmeste meteorologiske stasjon er Flisa, som ligger rundt 8 km fra Haslemoen. Området har typisk innlandsklima med kalde vintre og snø og varme somre. For siste normalperiode 1991-2020 så var normal årsnedbør i området 676 mm, mens normal midlere årstemperatur var 5,0 °C. I forrige normalperiode var årsnedbøren 617 mm og midlere årstemperatur 3,3 °C.

Figur 6 viser normal for månedsnedbør og midlere månedstemperatur for værstationen på Flisa.



Figur 6. Viser månedsnedbør og midlere månedstemperatur for værstasjonen Flisa i normalperioden 1991-2020.

2.1.4 Jordbruksdrift i området

Området påvirkes av jordbruksdrift. Grunnvannsbrønnen ligger midt på et 800 daa stort jordbruksareal der det i hovedsak dyrkes korn og poteter (figur 7). Grunnvannet vil kunne påvirkes av kunstgjødsel og plantevernmidler som vaskes ned gjennom umettet sone. Det finnes ingen driftsbygninger eller våningshus i nærheten av dette jordbruksarealet, så grunnvannet blir ikke påvirket av punktkilder.

Området med dyrka mark hvor overvåkingsbrønnen ligger, er omgitt av skog. Det har vært planer om å dyrke opp deler av disse skogarealene.



Figur 7. Jordbruksarealet brukes i hovedsak til korn og potetdyrking (klipp fra Norgeskart).

2.1.5 Brønnutforming

Grunnvannsbrønnen på Haslemoen i Våler kommune ble etablert av Nordenfjeldske Brønn og Spesialboringer ved Kjell Nyen 16. og 17. juni 2016.

Det ble satt ned en 7,5 m dyp rørbrønn med stigerør/brønnfilter med ytre diameter 114 mm. Nederst en bunnseksjon på 0,5 m, deretter brønnfilter (0,5 mm) i nivå 3 - 7 m. Deretter stigerør til nivå 40 cm over bakken. Alt utført i rustfrie og syrefaste materialer. Ved jordoverflaten ble brønnen sikret mot punktinfiltrasjon ned langs brønnrøret gjennom støpning av en betongkrage. Over bakken ble brønnrøret sikret med en mindre betongkum. Figur 8 viser boreriggen under nedsetting av brønnen. Figur 9 viser brønnen ved prøvetaking i 2020.



Figur 8. Etablering av ny brønn for overvåking på Haslemoen i Våler kommune.



Figur 9. Grunnvannsbrønn på Haslemoen ved prøvetaking i juli og august 2020 (Foto: Charles H. Carr).

2.2 Rimstadmoen i Larvik kommune

2.2.1 Lokalisering og utvalg

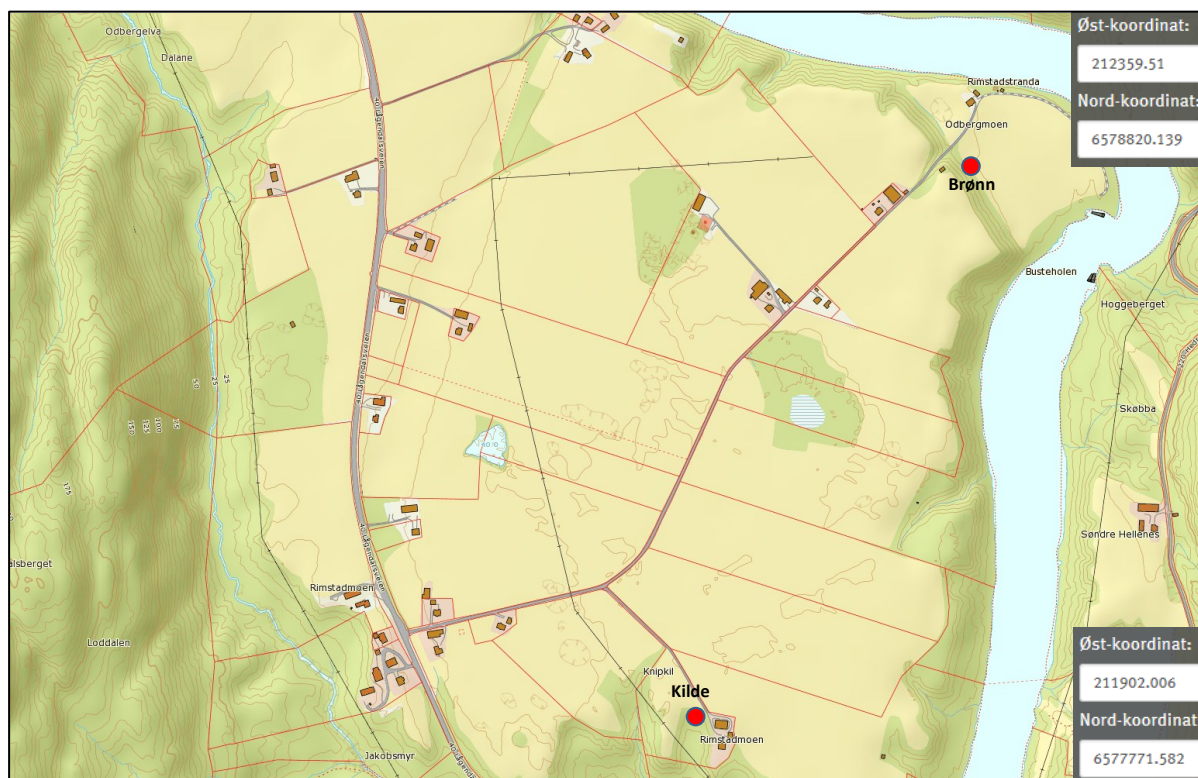
Rimstadmoen ligger i Lågendalen i Larvik kommune, nord for Kvelde på vestsida av Lågen og er en del av den store, administrative grunnvannsforkomsten **015-746-G Numedal 2**.

Lokaliteten er valgt ut for å representere elveterrassene i Lågendalen, og områder hvor grunnvannet kan påvirkes av jordbruksarealer der det dyrkes potet, korn og gulrot. Rimstadmoen har innlandsklima. Normal årsnedbør og årsmiddeltemperatur (normalperiode 1991-2020) for nærliggende meteorologisk stasjon Taranrød er hhv. 999 mm og 6,6 °C.

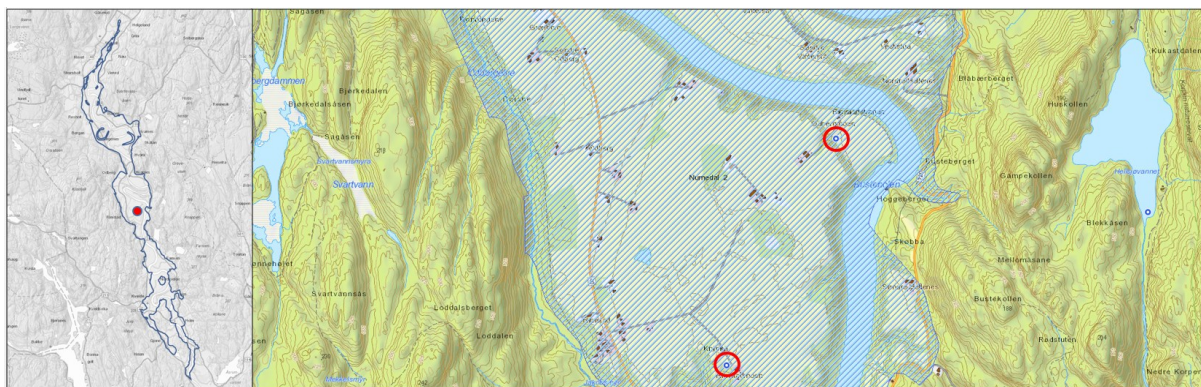
Ved lokaliteten er det tidligere utført detaljerte kvartærgeologiske undersøkelser og geofysiske målinger i tilknytning til Lågendalsprosjektet ved Geologisk institutt ved Universitetet i Oslo. I dette området finnes en rekke grunnvannskilder langs kanten av elveterrassen.

Arealet domineres av en stor terrasse langs Lågen ca. 40 moh. og 30 m over Lågen, samt en mindre lavereliggende terrasse på et nes grensende mot Lågen i øst. Plassering av Rimstad Brønn (Vann-ID 91948) og Rimstad kilde (Vann-ID 91947) valgt ut for overvåking av grunnvann er vist i figur 10. Geografiske koordinater (UTM33, EU89) for brønnen og kilden er gitt på samme figur.

Arealet er i likhet med andre lignende terrasser langs Lågen klassifisert som grunnvannsforkomst i Vann-Nett (figur 11).



Figur 10. Beliggenhet av Rimstad Brønn (Vann-ID 91948) og Rimstad Kilde (Vann-ID 91947) for overvåking av grunnvann.



Figur 11. Grunnvannsforekomst 015-746-G Numedal 2, og Rimstad Brønn og Rimstad Kilde. Fra Vann-Nett og Vannmiljø.

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

Rimstadmoenterrassen er dominert av jordbruksareal. Området er avgrenset av Lågen i øst og dels i nord, og av Odbergelva i sør og vest. Odbergelva er overvåkingslokalitet for en sårbar bestand av elvemusling.

2.2.2 Geologi, løsmasser og hydrogeologi

På NGUs kvartærgeologiske er hele området klassifisert som fluviale avsetninger (figur 12). På det kvartærgeologiske kartet er de øverste avsetningene på Rimstadmoenterrassen kartlagt som sand.

Løsmasseforholdene på Odbergmoen og Rimstadmoen i Lågdalen er tidligere også undersøkt av (Sørensen et al. 1982). Denne undersøkelsen konkluderer med at mesteparten av denne terrassen er bygget opp av estuarie- eller fluvial sand, og elvesystem med forgreinede elveløp utviklet når området steg over havnivå. Det trekker videre fram at grunnvannskilder noen få meter over elvenivå hjelper til med å definere grensen mellom tørr sand og underliggende finere marine sedimenter

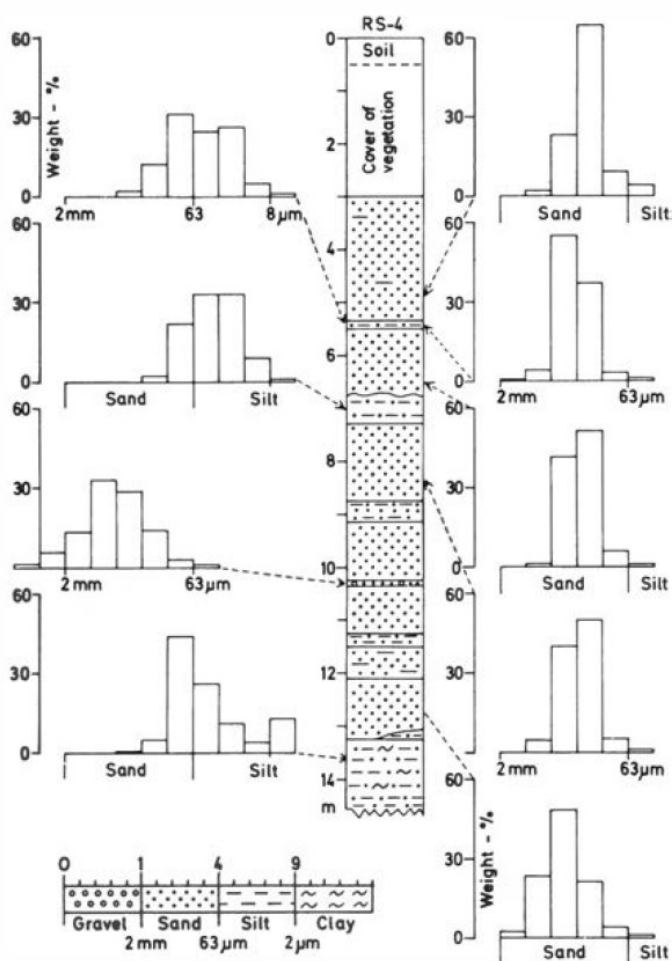
En detaljert undersøkelse av et snitt i løsmassene i terrasseskråningen fra 3 til 15 meters dybde under hovedterrassen i nærheten den etablerte overvåkingsbrønnen viste at sammensetningen av de øvre 15 meter varierte mellom sand og sandig silt, men at godt sortert sand var dominerende (Sørensen et al. 1982). Se figur 13 og 14. Boring i forbindelse med brønnetableringen avdekket sandholdige masser med noe finstoff ned til 3 m dyp ved overvåkingsbrønnen. Videre nedover var det mye leire.



Figur 12. Løsmassekart for Rimstadmoen. Lastet ned fra NGUs nettsider.



Figur 13. Viser naturlig rasskråning dominert av fin sand i terrasse-skrenten litt nord for overvåkingsbrønnen.



Figur 14. Kornstørrelsesfordeling i et snitt gjennom postglasiale sedimenter i terrassekanten nordvest for overvåkingsbrønnen ved Rimstadmoen. Etter Sørensen et al., 1982.

Rimstadmoen er omgitt av elver som har skåret seg dypt ned i løsmassene med de begrensninger dette innebærer for tilførsel av vann til grunnvannsforekomsten fra omkringliggende nedbørfelt.

Et viktig hydrogeologisk trekk ved dette området er forekomsten av kilder og kildehorisonter.

Sørensen et al. (1982) påpeker forekomsten av grunnvannskilder noen få meter over elvenivå.

Ved befaring i feltet var det omkring den etablerte overvåkingsbrønnen kildeutslag flere steder i overgangen mellom terrasseskråningen mellom hovedterrassen og den lavereliggende terrassen under og lenger øst.

Det var også kildeutspring i mange raviner langs terrassekanten (figur 15). På topografisk kart er det for to raviner markert at bekker starter ca. 9 meter under terrasseflaten.

Kildeutspring i flere nivåer og veksling mellom lag med vekslende kornstørrelse tilsier muligheter for hengende grunnvann. Vannhøyden i lokale gravde brønner kan derfor avspeile nivået for hengende grunnvannsmagasin.

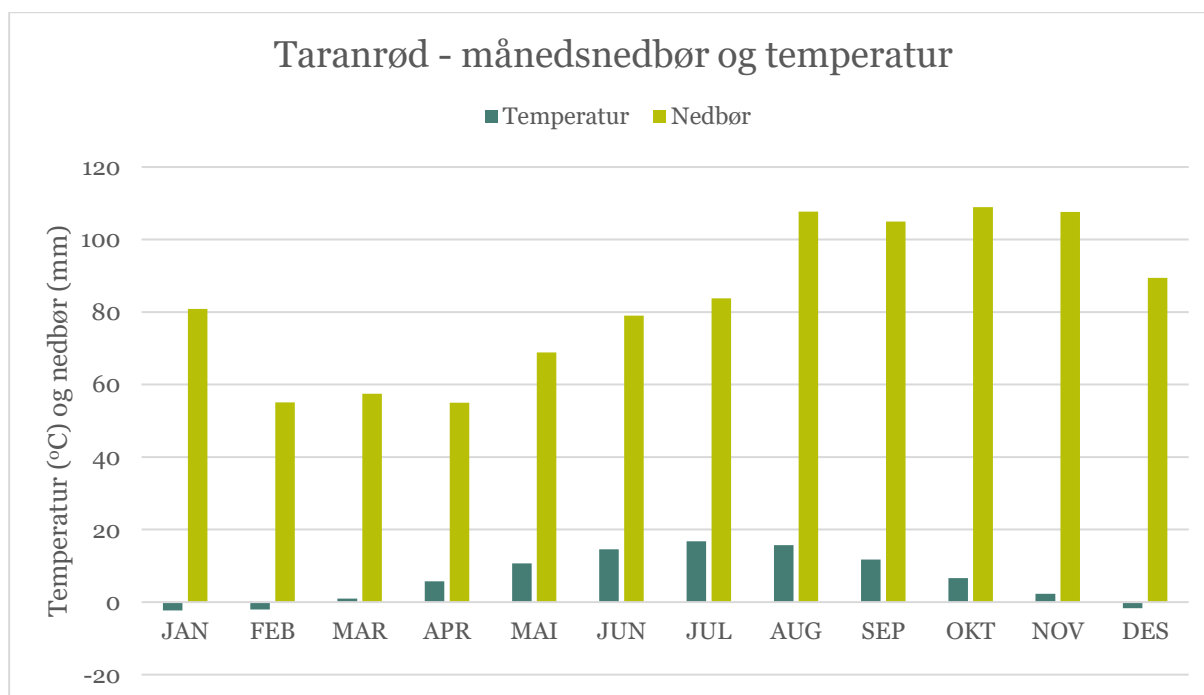
Bortsett fra overvåkingsbrønnen, som ligger langs kanten av hovedterrassen, er det ikke foretatt målinger av grunnvannstand og det derfor vanskelig å anslå denne for ulike deler av Rimstadmoen. Kildene viser strømming av vann ut av akviferen både mot sør og øst.



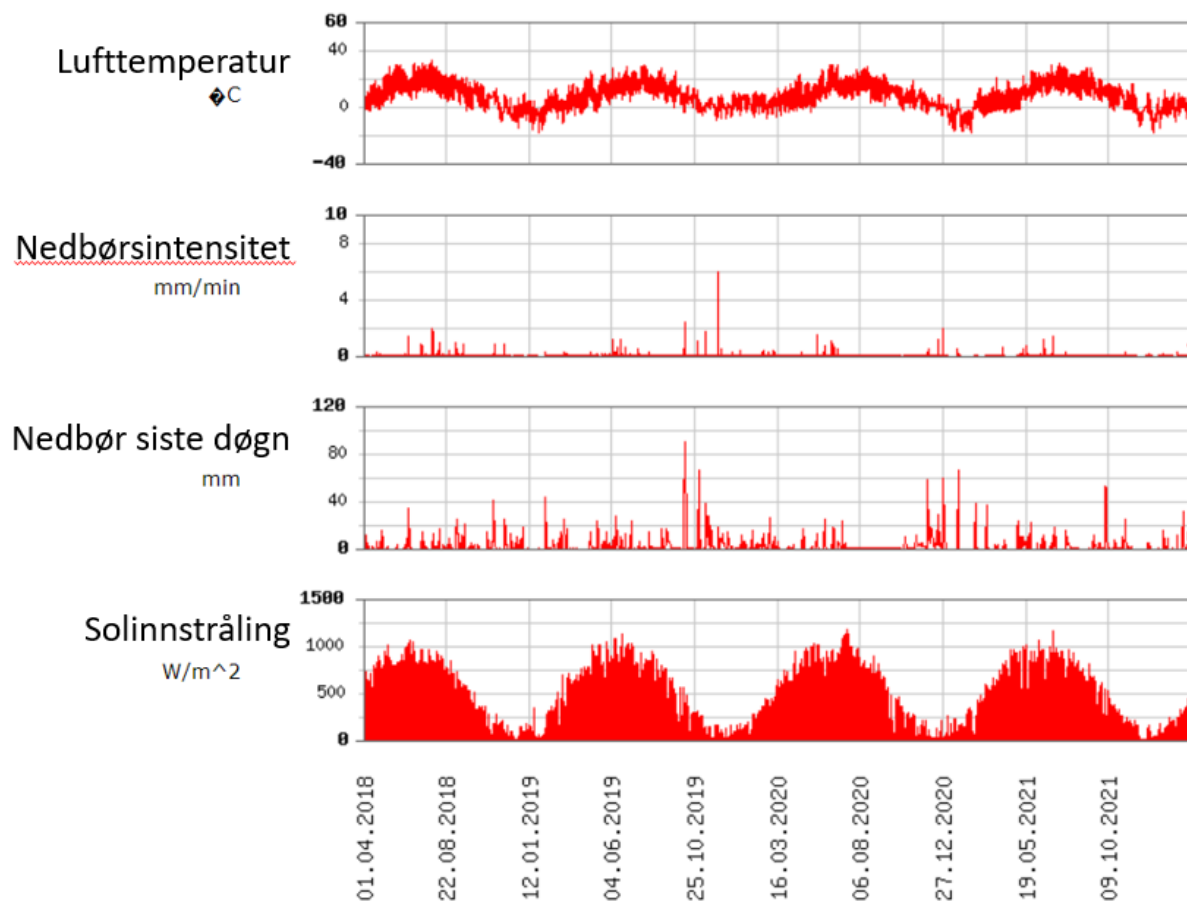
Figur 15. Grunnvannskilde i ravine i brattkanten ned mot Lågen.

2.2.3 Klima

Nærmeste meteorologiske stasjon med fullstendige observasjoner er Taranrød i Sandefjord (33 moh.) som ligger 13 km fra Rimstadmoen. Månedsnormaler for nedbør og temperatur for Taranrød er vist i figur 16. Figur 17 viser utvalgte data fra værstasjonen som prosjektet har etablert på Rimstadmoen.



Figur 16. Viser månedsnedbør og midlere månedstemperatur for værstasjonen Taranrød i normalperioden 1991-2020.



Figur 17. Viser utvalgte meteorologiske data fra værstasjonen som prosjektet har etablert på Rimstadmoen 2018 – 2021.

2.2.4 Jordbruksdrift i området

Rimstadmoenterrassen er dominert av jordbruksareal, der det dyrkes korn, potet og gulrot (figur 18) Jorda er noe tørkesvak. Det vannes rutinemessig gjennom hele vekstsesongen.



Figur 18. Jordbruksarealet brukes i til dyrking av korn, poteter og gulrøtter.

De fleste av ravinene i området er ustabile. Ved store nedbørshendelser eller snøsmelting kan utløses ras og utglidninger i disse områdene (figur 19). For å forebygge ras og utglidninger er det derfor lagt ned flere lokale inntakskummer som fanger inn overflatevann og leder dette i rør til i Lågen.



Figur 19. Ras i en ustabil ravineskråning på Rimstadmoen (Foto: Einar Kolstad).

2.2.5 Brønnutforming

En rørbrønn ble satt ned av Nordenfjeldske Brønn og Spesialboringer ved Kjell Nyen i juli 2016. Brønnen ble etablert nedenfor en bratt skråning med jordbruksarealene på hovedterrassen oppstrøms. Toppen av brønnen ligger ca. 17 m lavere enn jordbruksarealene på hovedterrassen (figur 20).

Brønnen var 3 m dyp, med bunnseksjon 0,5 m og brønnfilter i dyp 0,5 – 2 m og med 0,5 m stigerør på toppen. Brønnfilter con-slot med 0,2 mm lysåpning og ytre diameter 110 mm. Stigerør og bunnseksjon med ytre diameter 114 mm. Alt i rustfritt stål (SS2333). Brønnen ble gruskastet med filtergrus (kvarssand 0,5 -1,2 mm) både under og opp langs brønnrøret. Brønnen ble tettet med en betongkrage rundt røret ved jordoverflaten. Det ble satt en liten betongkum over brønnrøret for å beskytte brønnen mot direkte forurensning og fysiske påvirkninger.



Figur 20. Grunnvannsbrønnen på Rimstadmoen under prøvetaking i 2020 (Foto: Charles H. Carr).

2.2.6 Kilde for prøvetaking

I august 2016 ble en kildelokalitet valgt ut for overvåking. Kilden forsynte tidligere gården Knipkil med drikkevann. Ved kilden ble det satt ned en prøvetakingsbrønn med lengde 1,8 m, en bunnseksjon på 0,3 m, con slot filter lengde 1 m og på toppen et stigerør på 0,5 m. Prøvetakingsbrønnen var i rustfri utførelse (SS2333), og ble prefabrikkert for NIBIO av Østfold Brønnboring AS.

Fra 2020 har prøvene blitt tatt i en gruskastet kum satt ned for vanning av bringebær, som vist i figur 21. Denne brukes jevnlig til vanning gjennom sommeren, noe som bidrar til å sikre en representativ grunnvannskvalitet. Området rundt brønnen er rikelig gruskastet med fin grus.

Det er mange kildehorisonter i dette området, og det har blitt tatt prøver i flere av disse.

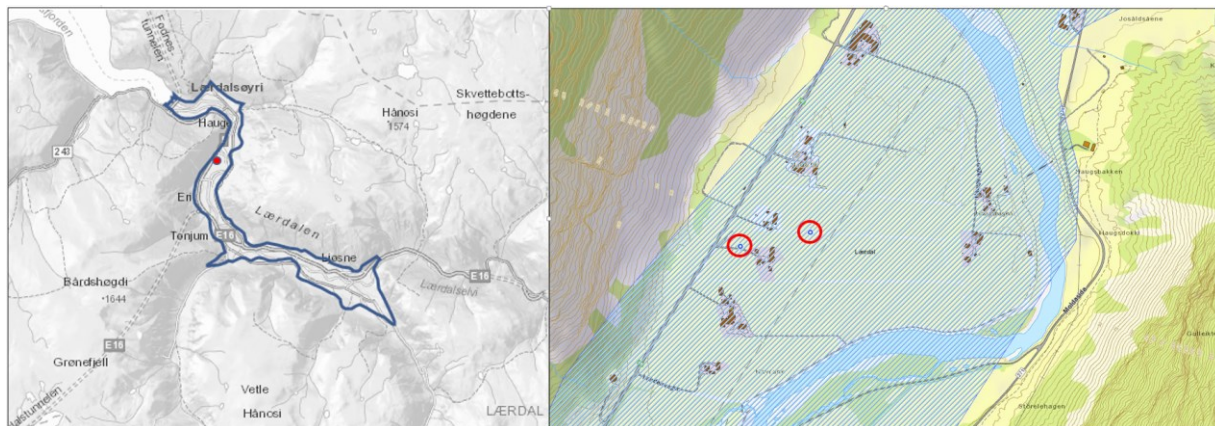


Figur 21. Gruskastet kum etablert for vanning av bringebær på Knipkil gård (Foto: Charles H. Carr).

2.3 Nedre Eri i Lærdal kommune

2.3.1 Lokalisering og utvalg

Overvåkingslokalitetene Lærdal Brønn (Vann-ID 91950) og Lærdal Vanningsbrønn (Vann-ID 91951) ligger i Lærdal kommune innenfor grunnvannsforkomst **073-757-G Lærdal** (figur 22 og 23). Begge overvåkingsbrønnene ligger på Nedre Eri, ca. 2 km oppstrøms tettstedet Lærdalsøyri. Området har et nedbørfattig innlandsklima til tross for nærheten til fjorden, med normal årsnedbør på 514 mm og årsmiddeltemperatur på 6,6 °C (1991-2020). Overvåkingsbrønnene ligger ca. 18 meter over havet.



Figur 22. Viser grunnvannsforkomst 073-757-G Lærdal samt plassering av vannlokalitetene Lærdal Brønn (Vann-ID 91950) og Lærdal Vanningsbrønn (Vann-ID 91951).



Figur 23. Beliggenhet av Lærdal Brønn (BRØ) og Lærdal Vanningsbrønn (VAN) på Nedre Eri i Lærdal.

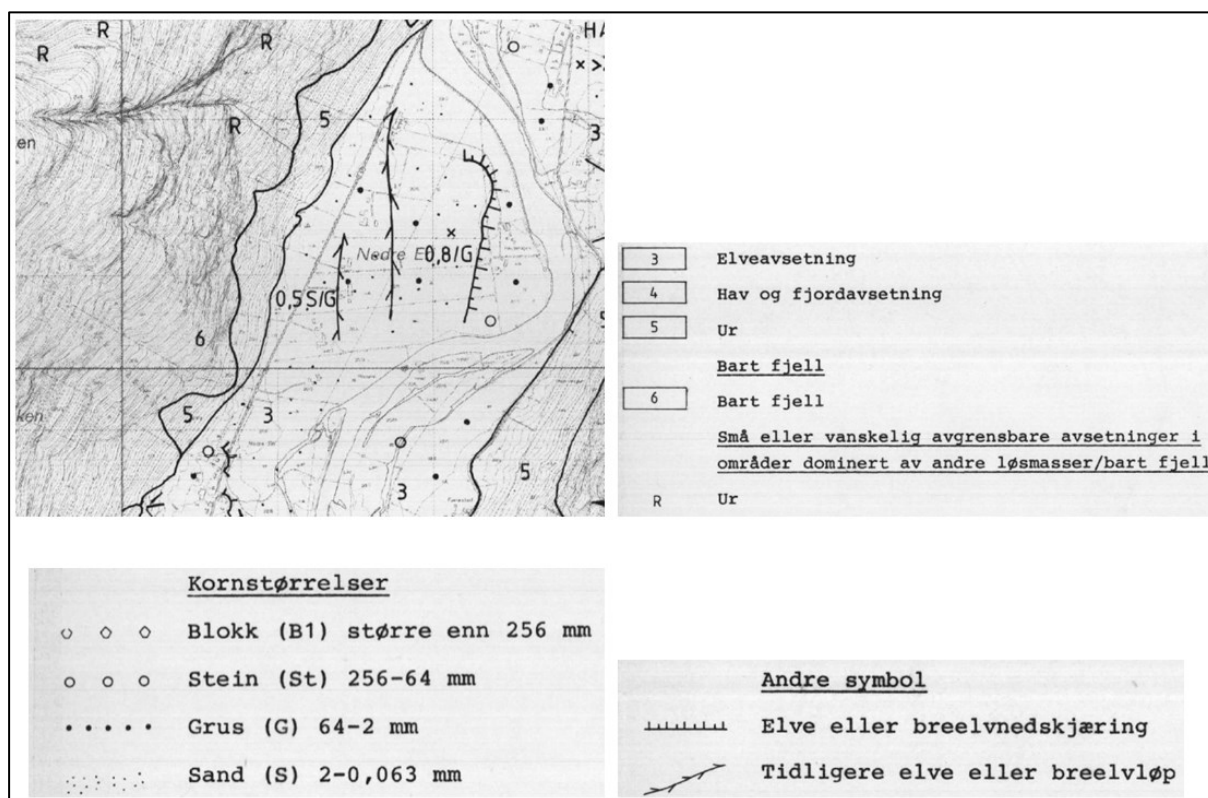
Lokaliteten er valgt ut for å representere et område på Vestlandet med intensivt jordbruk med dyrking av gras, poteter og grønnsaker på en elveavsetning med en viktig grunnvannsforekomst. Området har økende produksjon av bær og frukt, herunder bringebær og morell i plasttunnel.

Området har tidligere blitt undersøkt av NGU (Jæger og Danielsen 1999 samt Hilmo og Tønnesen 1997), Hallingdal bergboring (Veslegard 2015), COWI (Soldal 2008) og Høgskolen i Sogn og Fjordane (Seljeset og Hove 2016). Ved Hauge, noen hundre meter nedstrøms overvåkingslokaliteten, ble det i 2020 etablert ny grunnvannsbasert drikkevannsforsyning for tettstedet Lærdal.

2.3.2 Geologi, løsmasser og hydrogeologi

Etter siste istid har store mengder løsavsetninger blitt gravd ut, transportert og avsatt av Lærdalselvi, og dalbunnen i Lærdal domineres av mektige og store elveavsetninger.

Områdene omkring overvåkingsbrønnen på Nedre Eri er kartlagt av NGU som elveavsetninger dominert av sand med noe innslag av grus (figur 24). Ved skovlboringer i nærheten av overvåkings-brønnen i tilknytning til vurdering av brønnplassering kom en raskt ned i grusmasser (før en meters dybde), men tykkelsen av sandlaget i toppen av løsmassene varierte. Ved brønnboringen ble det øverst registrert et topplag av sand, deretter et to meter tykt lag med grov elvestein/grus, og under igjen et lag med sand.

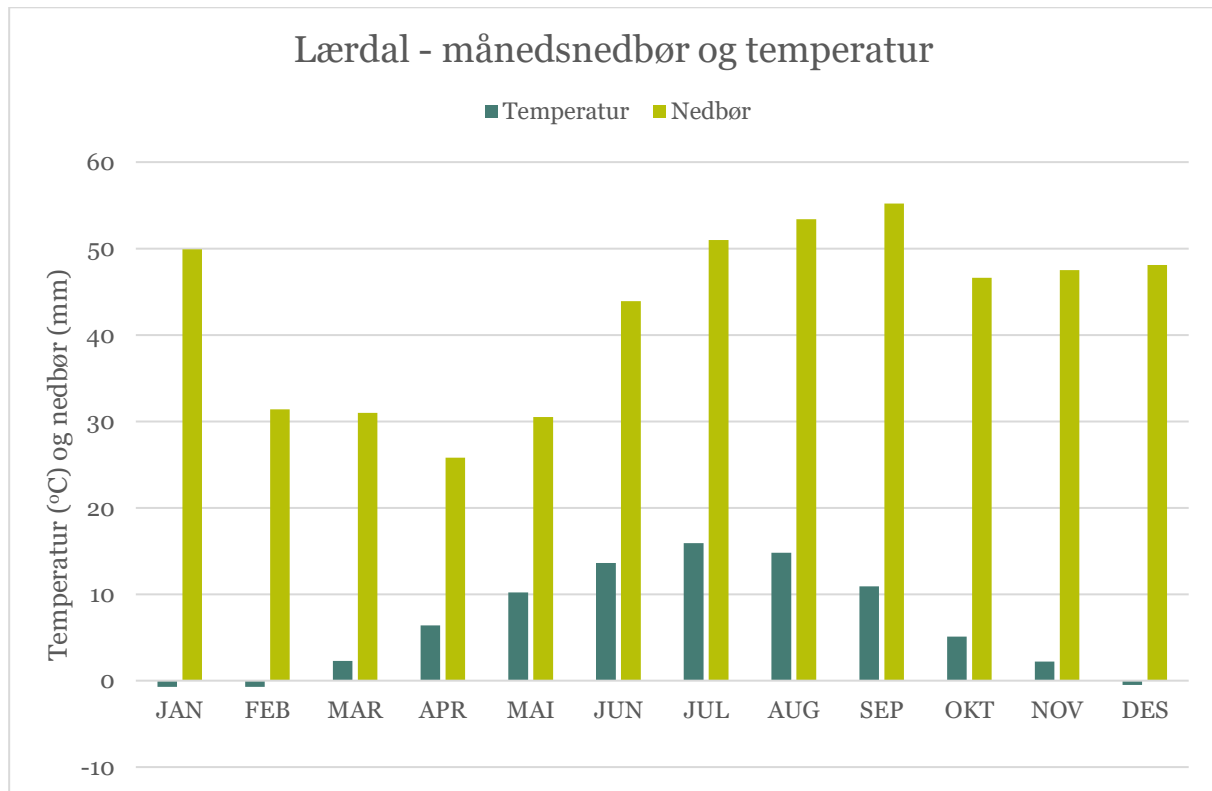


Figur 24. Utsnitt fra Kvartærgeologisk kart over Lærdal, foreløpig utgave. Etter Stokke, 1987.

Ved etablering av Lærdal Brønn og første prøvetaking var grunnvannsstanden rundt 3 meter under terrengnivå. Vanningsbrønnen som overvåkes ligger i et tidligere elveløp, med stor vanntransport gjennom grove masser, slik det framgår av figur 24. Her står grunnvannet normalt rundt 1,5 m under terrengnivå eller 1,8 m under kanten på betongkummen.

2.3.3 Klima

Lærdal har et tørt innlandsklima med normal årsnedbør på 514 mm og årsmiddeltemperatur på 6,6 °C (1991-2020). Månedsnedbør og midlere månedstemperatur for Lærdal (1991-2020) er vist i figur 25.



Figur 25. Viser månedsnedbør og midlere månedstemperatur for værstasjonen Lærdal i normalperioden 1991-2020.

2.3.4 Jordbruksdrift i området

På eiendommen der de to overvåkingsbrønnene er plassert har arealene tidligere vært brukt til eng og sauebeite. Fra 2019 ble deler av arealet blitt tatt i bruk til grønnsaker, i hovedsak produksjon av kål. På arealene rett nedstrøms eiendommen dyrkes det i hovedsak poteter, gulrøtter og grønnsaker.

Grunnvannet i overvåkingsbrønnene vil i hovedsak påvirkes av produksjoner oppstrøms. Og dette gjelder kanskje særlig vanningsbrønnen, med stor vanngjennomstrømning i det som antas å være et tidligere elveleie. Oppstrøms er det blandede produksjoner som inkluderer morell, bringebær, poteter i vekstskifte med korn samt grasproduksjon og beite.

Morell i plasttunnel er en økende produksjon i Lærdal. Det synes også å være økende andel av tidligere gras- og beitearealer som tas i bruk for produksjon av poteter og grønnsaker.

2.3.5 Brønnutforming

Ved etablering av Lærdal Brønn ble det satt ned en 6,5 m dyp rørbrønn med stigerør/brønnfilter med ytre diameter 100 mm. Nederste del av brønnen, fra 6,50 til 5,50 m dybde, består av en bunnseksjon for slamoppsamling. Over bunnseksjonen er det et to meter langt brønnfilter (0,5 mm filter) fra 5,50 til 3,50 m dybde. Over brønnfilteret er det et stigerør som når over terrengnivå. Brønnkomponentene er i rustfritt stål. Brønnen ble gruskastet med filtergrus (kvartssand 0,5 -1,2 mm), både under og opp langs brønnrøret. Ved terrengoverflaten er en betongkrage støpt rundt brønnrøret, og en betongkum er plassert over brønnen for å beskytte mot direkte forurensning og fysiske påvirkninger (figur 26).

Lærdal Vanningsbrønn (figur 27) ble etablert ved at en kum i betong med diameter 1 m og dybde 3 m ble gravd ned i et område med stor gjennomstrømming av vann i grove masser, sannsynligvis et gammelt elveleie.



Figur 26. Viser Lærdal Brønn sommeren 2020 (Foto: Charles H. Carr)



Figur 27. Viser Lærdal Vanningsbrønn sommer 2020 (Foto: Charles H. Carr).

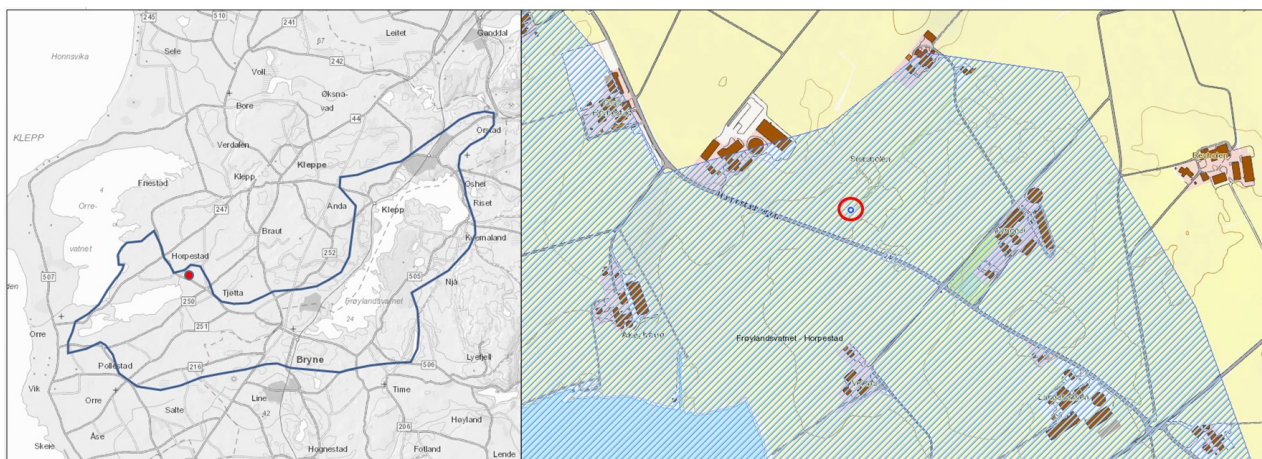
2.4 Horpestad i Klepp kommune

2.4.1 Lokalisering og utvalg

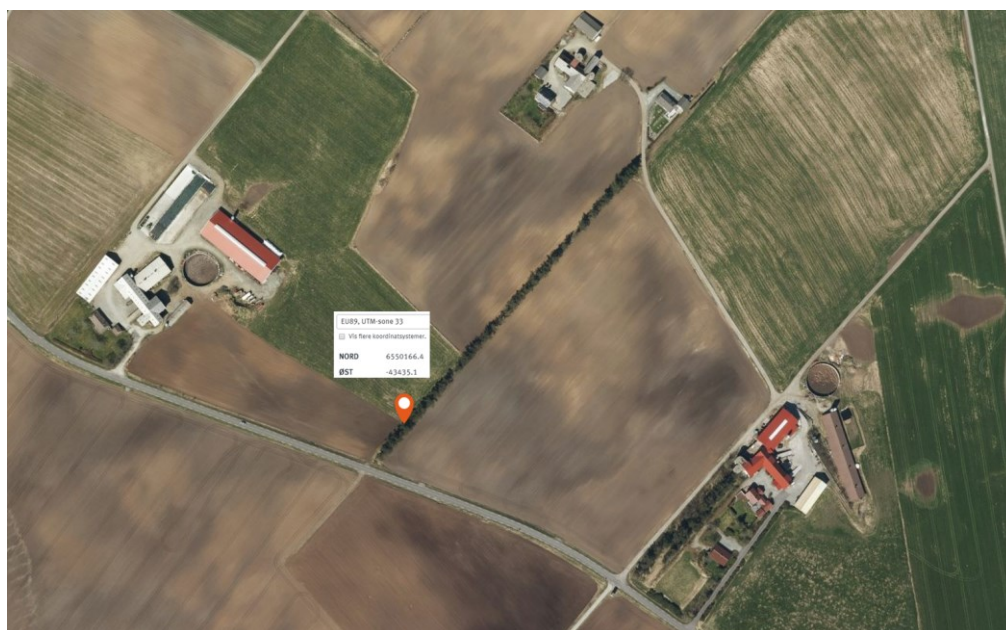
Overvåkingslokaliteten Horpestad Brønn (Vann-ID 91949) ligger i Klepp kommune, nordøst for Horpestadvatnet, innenfor grunnvannsforkomst **028-535-G Frøylandsvatnet-Horpestad** (figur 28 og 29). Lokaliteten ligger ca. 10 moh., rundt 3 km sørvest for tettstedet Kleppe og rundt 4,5 km fra havet. Området har et mildt kystklima som gir gode forhold for jordbruk. Normal årsnedbør for værstasjonen på Særheim (1991-2020) er 1462 mm og normal årsmiddeltemperatur 7,9 °C.

Lokaliteten er valgt ut for å representere de største og viktigste grunnvannsforkomstene på Jæren, med intensiv husdyrdrift over et større grunnvannsmagasin i breelvvasssetninger.

Området har tidligere blitt undersøkt gjennom kvartærgeologisk kartlegging (Østmo og Olsen 1986). Kartlegging av områder med forurenset grunn har blitt utført for andre deler av grunnvannsforkomsten enn Horpestadområdet (Folkestad og Misund 1989, Tønnesen 1999). Vurdering av hele grunnvannsforkomsten i vannforsyningsammenheng er gjort av Soldal og Jæger (1992).



Figur 28. Viser grunnvannsforkomst 028-535-G Frøylandsvatnet – Horpestad samt Horpestad Brønn (Vann-ID 91949).

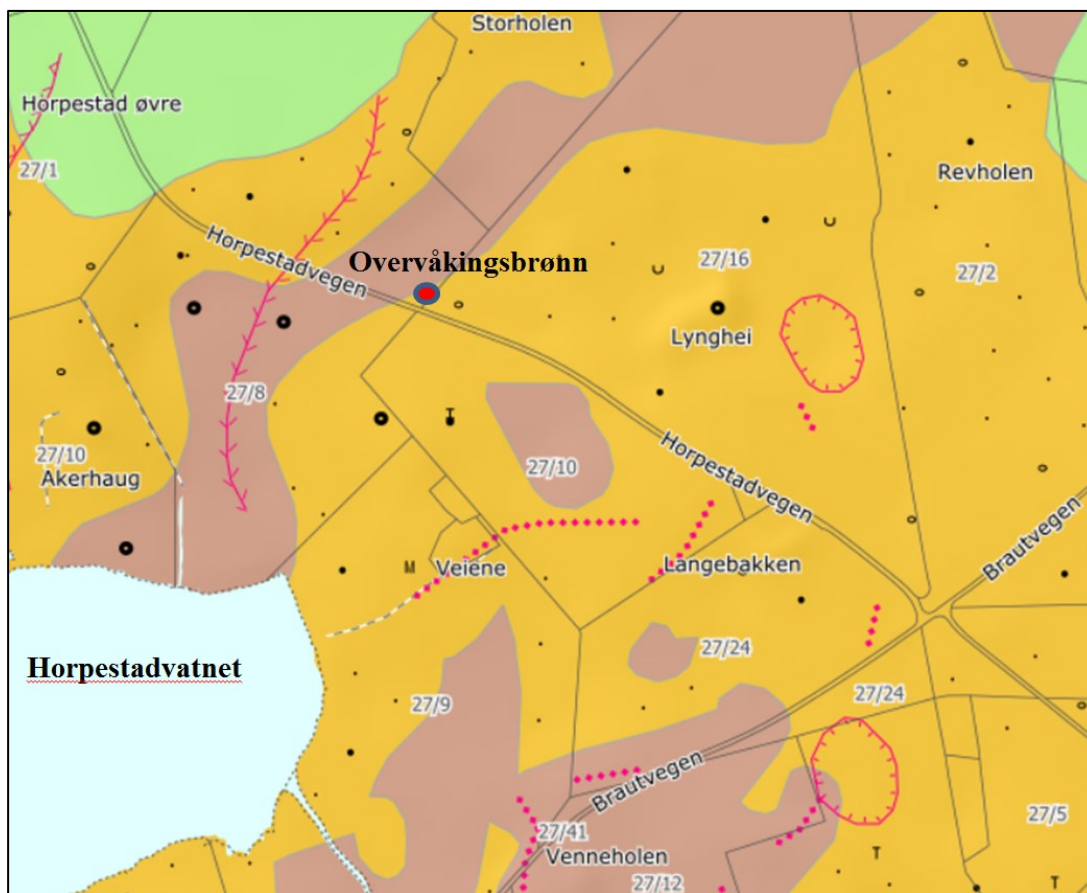


Figur 29. Flyfoto som viser lokalisering av overvåkingsbrønn for grunnvann på Horpestad i Klepp kommune.

2.4.2 Geologi, løsmasser og hydrogeologi

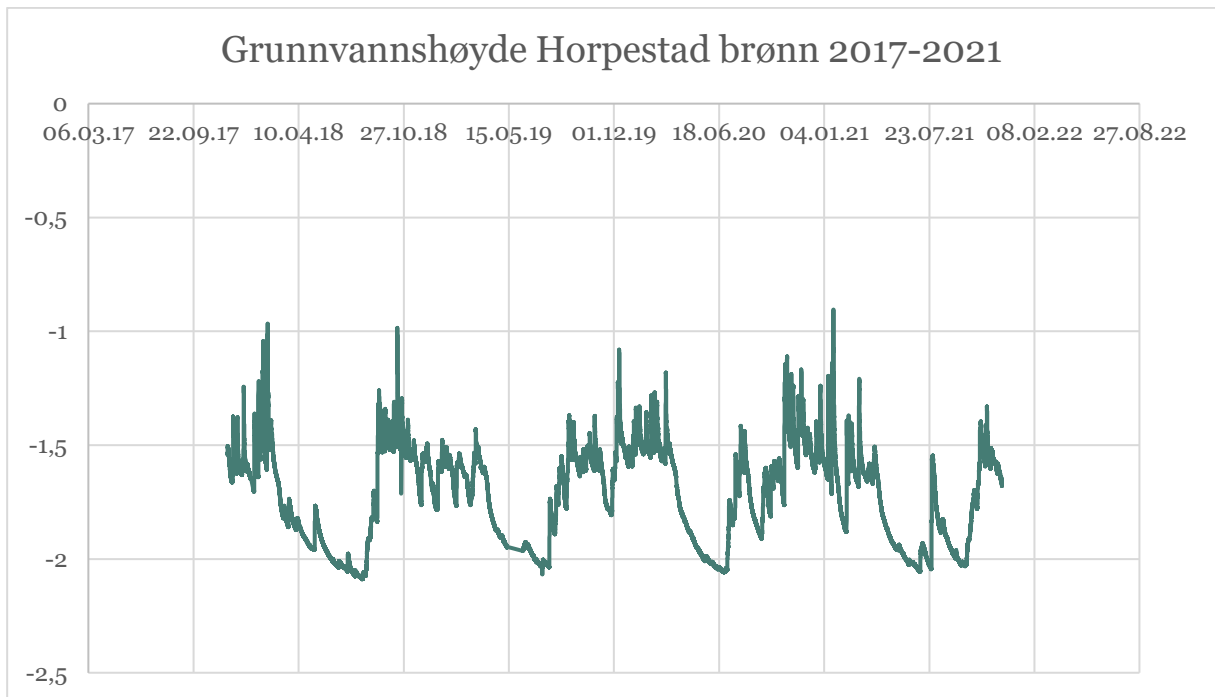
Overvåkingsbrønnen ble etablert i breenavsetningene nordøst for Horpestadvatnet (figur 30). Avsetningene er kartlagt av NGU som sand med innslag av grus. Det ble tatt ut prøver fra ulike dyp ved brønnetableringen.

Kvartærgeologisk kartlegging fra området har vist at løsmassene i denne grunnvannsforekomsten består av breenmateriale avsatt i rygger og hauger (Østmo og Olsen 1986 samt Andersen et al. 1987). Løsmassene består for en stor del av sand og grus, men med et topplag av bedre sorterte materialer med innslag av finsand og silt. I de lavereliggende områdene har overflaten blitt dekket av myr, etter langvarig høy grunnvannsstand. Løsmassene gir mulighet for uttak av grunnvann til vannforsyning, og det er flere private brønner i områder der det ikke har blitt ført fram kommunalt drikkevann (Roseth 2013).



Figur 30. Kvartærgeologisk kart for jordbruksarealene øst for Horpestadvatnet. Lastet fra NGUs nettsider.

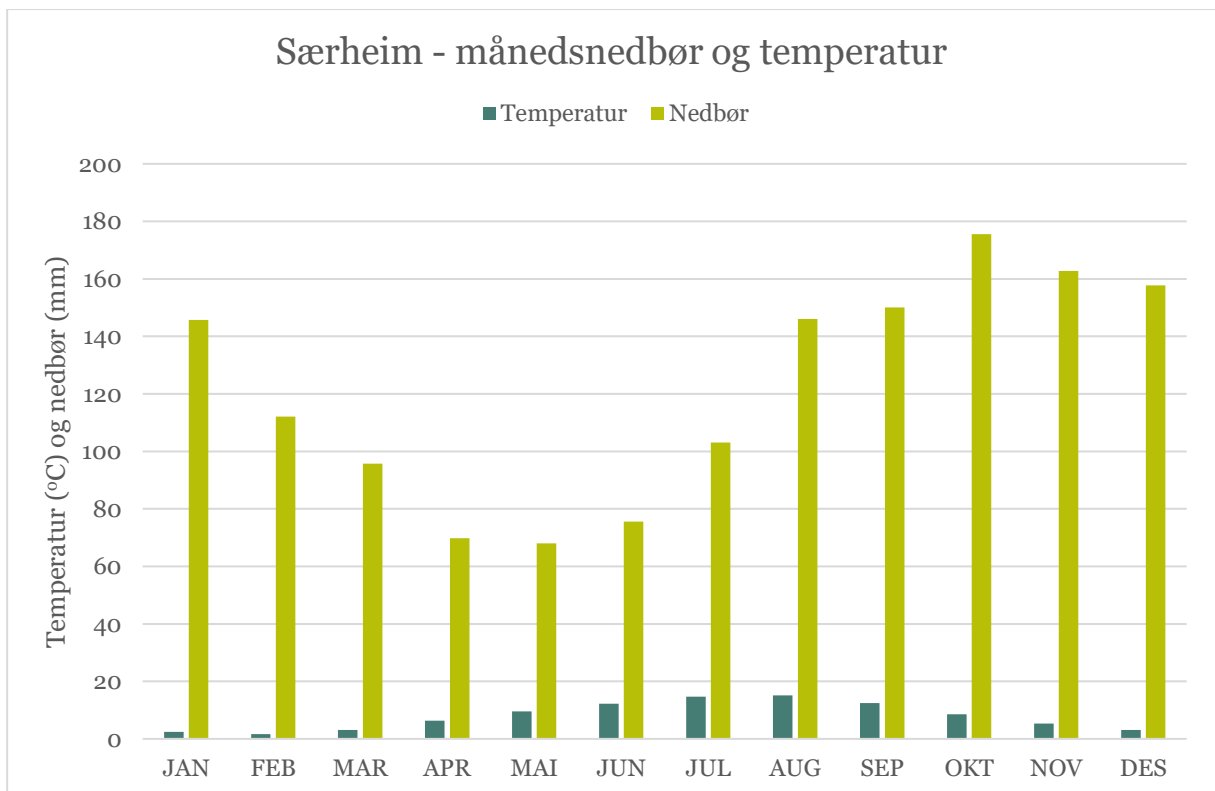
Målingene i brønnen etter brønnetablering har vist et grunnvannsdyp mellom 1 og 2 meter. Figur 31 viser automatiske målinger av grunnvannsdyp for perioden 2017 til 2021, korrigert med manuelle målinger utført ved uttak av vannprøver. Grunnvannsstanden viste raske endringer ved, under og etter større nedbørsepisoder, og med særlig store utslag gjennom høsten og vinteren. Den laveste grunnvannsstanden ble målt tidlig høst 2018.



Figur 31. Automatiske målinger av grunnvannsstand for overvåkingsbrønn på Horpestad i perioden 2017-2021

2.4.3 Klima

Horpestad har et mildt kystklima med normal årsnedbør på 1462 mm og årsmiddeltemperatur på 7,9 °C (1991-2020). Månedsnedbør og midlere månedstemperatur (1991-2020) for meteorologisk stasjon på Særheim (1991-2020) er vist i figur 32. Særheim ligger 3,8 km fra Horpestad.



Figur 32. Viser månedsnedbør og midlere månedstemperatur for værstasjonen Særheim i normalperioden 1991-2020.

2.4.4 Jordbruksdrift i området

Det er intensiv husdyrdrift med storfehold og flere dyreslag på brukene med arealene rundt brønnen. I tilknytning til storfeholdet dyrkes gras. Det kan dyrkes korn, poteter og grønnsaker på mindre deler av det totale nydanningsområder for grunnvann som Horpestad brønn representerer.

2.4.5 Brønnutforming

Det ble satt ned en 5,5 m dyp rørbrønn med stigerør/brønnfilter med ytre diameter 100 mm. Nederste del av brønnen, fra 5,5 til 5,0 m dybde, består av en bunnseksjon for slamoppsamling. Over bunnseksjonen er det et to meter langt brønnfilter (0,5 mm filter) fra 5,0 til 3,0 m dybde. Over brønnfilteret er det et stigerør som når over terrengnivå. Alle brønnkomponentene er i rustfritt stål. Brønnen ble gruskastet med filtergrus (kvartssand 0,5 -1,2 mm) både under og opp langs brønnrøret. I terrengoverflaten er en betongkrage støpt rundt brønnrøret, og en betongkum er plassert over brønnen for å beskytte mot direkte forurensning og fysiske påvirkninger (figur 33).



Figur 33. Grunnvannlokaliteten Horpestad Brønn sommeren 2021 (Vann-ID 91949). Foto: Bertinius Brattebø.

2.5 Grødalen i Sunndal kommune

2.5.1 Lokalisering og utvalg

Overvåkingslokalitetene Grødal Brønn 1 (Vann-ID 90900) og Grødal Brønn 2 (Vann-ID 90901) ligger i Grødalen i Sunndal kommune (figur 34). Brønnene har blitt etablert av NGU i forståelse med gårdbrukeren, og begge ligger på samme gård. Brønnene ligger innenfor grunnvannsførekost **109-678-G Sunndalen**, som strekker seg fra utløpet av elvene Driva og Litldalselva ca. 15 km opp i Sunndalen (figur 35 og 36). Brønnene ligger på elveterrassen langs elva Driva ca. 35 moh. Det drives intensivt jordbruk i området med potet i vekstskifte med korn. Normal årsnedbør er 1002 mm og normal årsmiddeltemperatur er 7,6 °C (1991-2020).

Lokaliteten er valgt ut for å representere en større grunnvannsførekost i en elveavsetning på Nordvestlandet, der det drives intensiv produksjon av potet i vekstskifte med korn, og med utstrakt vanning gjennom vekstsesongen.

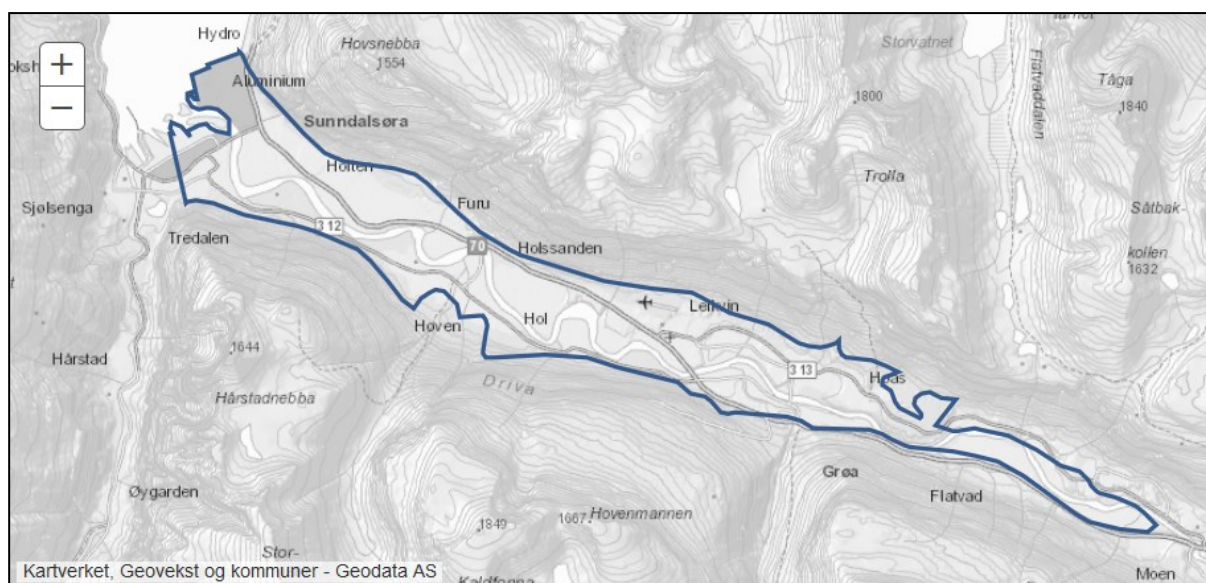
Sunnaldalen kommune har drikkevannsforsyning fra løsmassebrønner langs Driva ved Skjøllendøran. Løsmasseavsetningen ligger tett på Driva og nært sentrum av Sunndalsøra. Det kommunale vannverket har et forsyningsområde som omfatter sentrumsområdene dalen oppover til og med Grøa.

I forbindelse med flytting av løsmassebrønner fra den sterkt jernholdige indre delen av grunnvannsbassenget til dagens plassering nær Driva, ble det utført supplerende undersøkelser og rådgiving av Asplan Viak. Undersøkelsene dokumenterer løsmasser for den ytre delen av elveterrassen mot Driva gjennom flere boringer samt georadarmålinger (Hilmo og Forbord 2019).

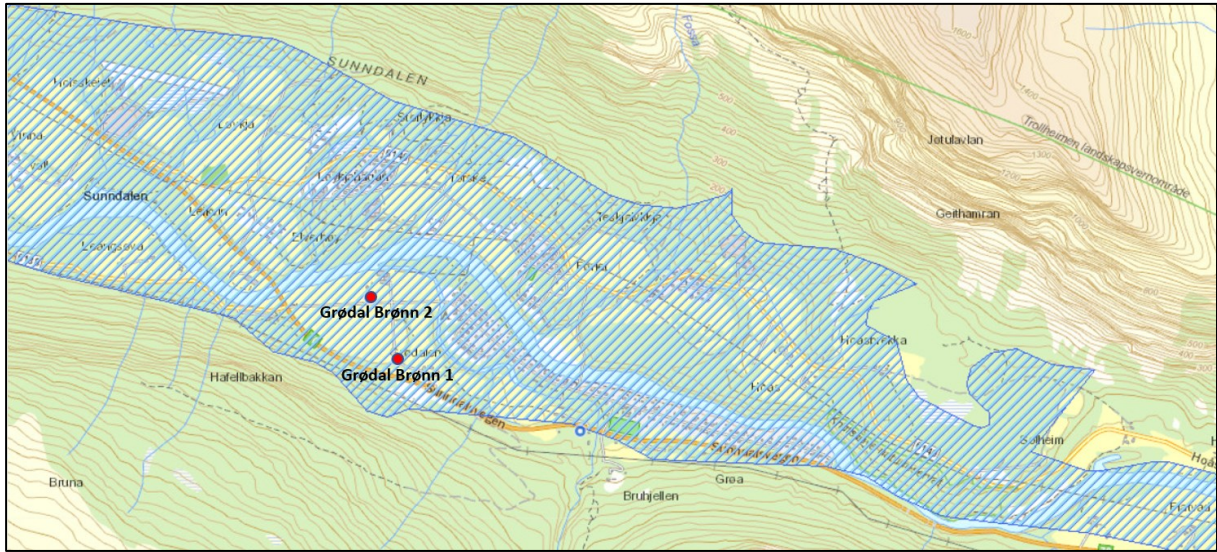
I forbindelse med etablering av Grødal Brønn 1 og Grødal brønn 2 registrerte NGU borelogg med profilbeskrivelse. I tillegg ble det utført georadarmålinger for ytterligere å beskrive løsmassene. Grunnvannsforhold er beskrevet ut fra befarings, topografiske vurdering samt automatiske målinger av vannhøyde i de to brønnene. Nevnte grunnlagsinformasjon samt vannkjemi er sammenstilt i Seither mfl. 2019.



Figur 34. Lokalisering av Grødal Brønn 1 (Vann-ID 90900) og Grødal Brønn 2 (Vann-ID 90901).



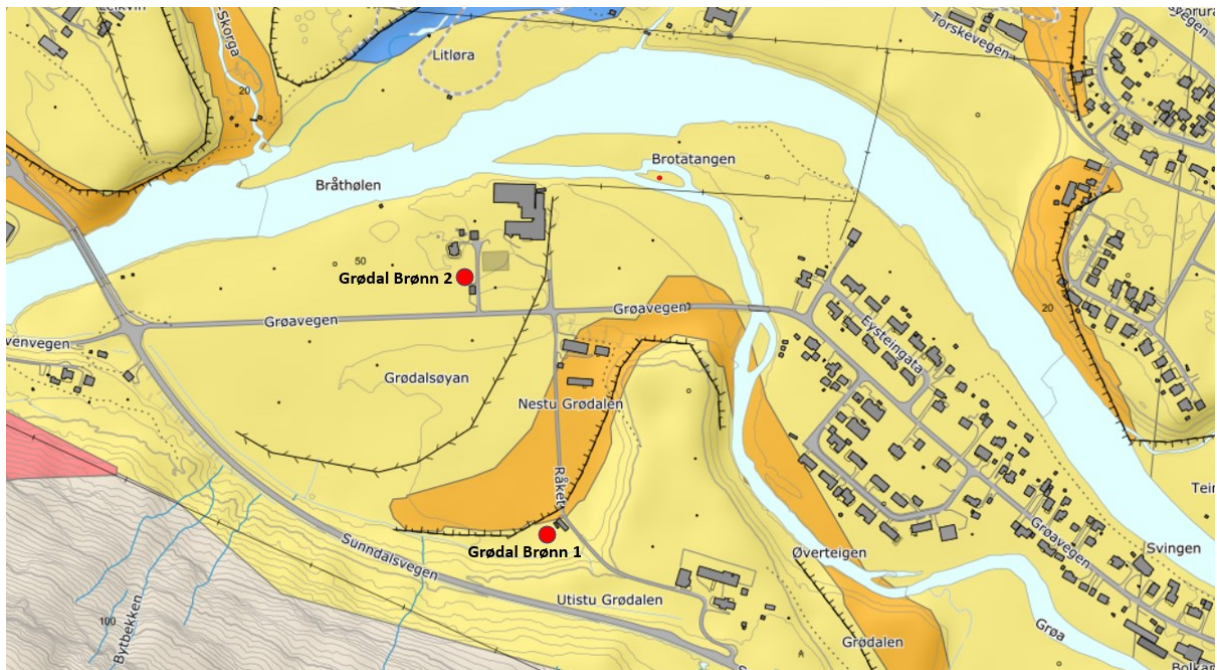
Figur 35. Grunnvannsforekomst 109-678-G Sunndalen. Hentet fra Vann-nett.



Figur 36. Lokalisering av Brønn 1 og Brønn 2 i grunnvannsforekomst 109-678-G Sunndalen. Hentet fra Vanmiljø.

2.5.2 Geologi, løsmasser og hydrogeologi

Overvåkingsbrønnene i Grødalen er plassert på elvesletta langs elva Driva (figur 37). Løsmassene i området er elve- og breelvavsetninger med stort innslag av sand og grus. Hovedstrømningsretningen for grunnvann i undersøkelsesområdet er fra fjellene i sør mot Driva i nord.

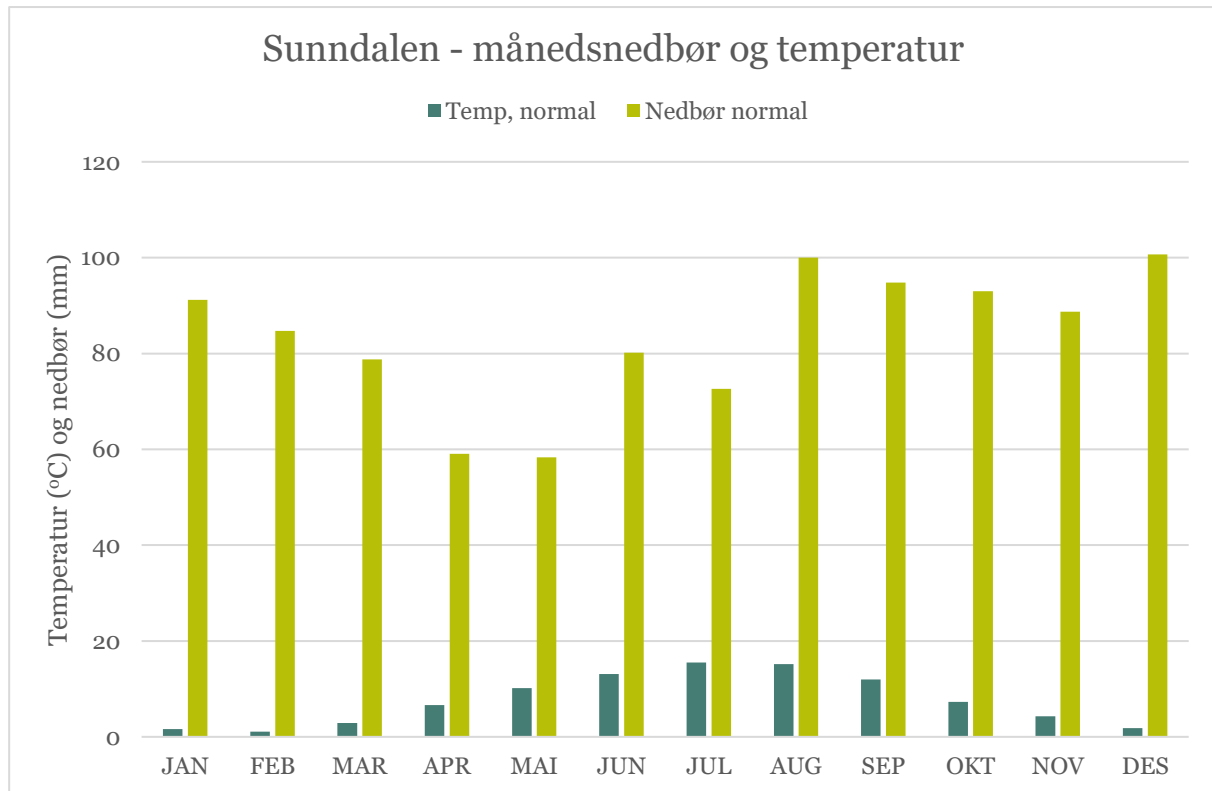


Figur 37. Kvartærgeologisk kart for området ved overvåkingsbrønnene i Grødalen.

Gårdsbebyggelsen i området har tidligere hatt vannforsyning fra grunnvann med egne gårdsbrønner, men har nå kommunal vannforsyning. Jordbruksarealene er tørkeutsatt og har behov for rutinemessig vanning gjennom sommeren.

2.5.3 Klima

Sunndalen har et relativt tørt innlandsklima, med varm sommer og begrenset nedbør. Normal årsnedbør er 1002 mm og normal årsmiddeltemperatur er 7,6 °C (1991-2020). Figur 38 viser normal månedsnedbør og normal middeltemperatur for den meteorologiske stasjonen i Sunndalen.



Figur 38. Viser månedsnedbør og midlere månedstemperatur for værstasjonen Sunndalen i normalperioden 1991-2020.

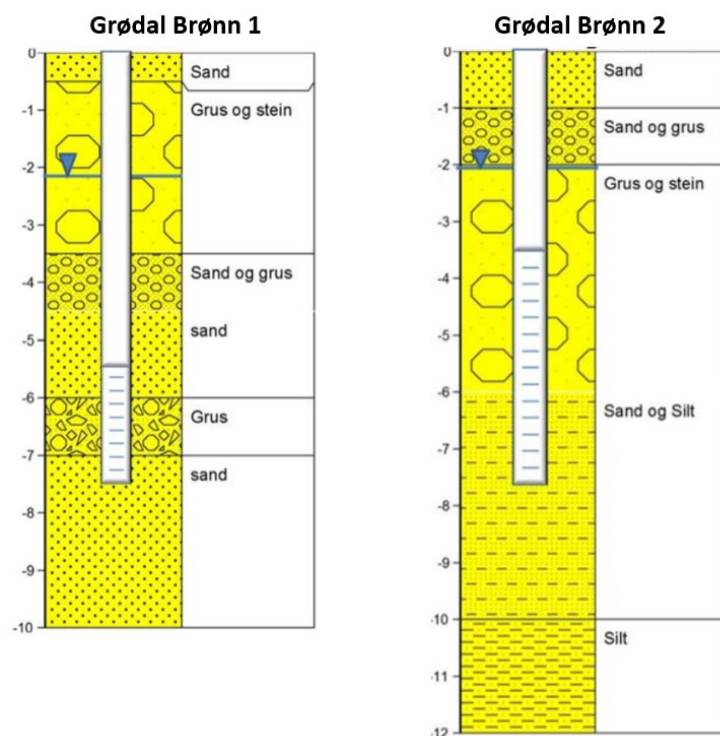
2.5.4 Jordbruksdrift i området

På jordbruksarealene innenfor undersøkt grunnvannsområde dyrkes det poteter i vekstskifte med korn.

2.5.5 Brønnutforming

Brønn 1 ble etablert i 2005 ved 75 mm ODE boring ned til 10 m (Seither mfl. 2019). Brønnrøret av PEH går ned til 7,5 m dyp og har brønnfilter i dybden 5,5-7,5 m. Boreloggen viste at brønnen ble plassert i løsmasser av sand, grus og stein, med en tydelig lagdeling i dybdesnittet (figur 39). Brønnen ble plassert rundt 20 m oppstrøms dyrka mark. I undersøkelsesperioden har grunnvannsstanden i brønnen variert mellom 2,3 og 4 m under bakken.

Brønn 2 ble etablert i 2016 med boring ned til 12 m (Seither mfl. 2019). Brønnrøret av PEH går ned til 7,5 m dyp og har brønnfilter i dybden 3,5-7,5 m. Løsmassene er sand, grus og stein og med en tydelig lagdeling i dybdesnittet (figur 39). Brønnen er plassert på jordbruksareal der det dyrkes potet og korn. Grunnvannstanden har variert mellom 2 og 3,4 m under bakken.



Figur 39. Borelogg som viser registrert lagdeling av løsmasser for Grødal brønn 1 og 2 (fra Seither mfl. 2019).

2.6 Skogmo i Overhalla kommune

2.6.1 Lokalisering og utvalg

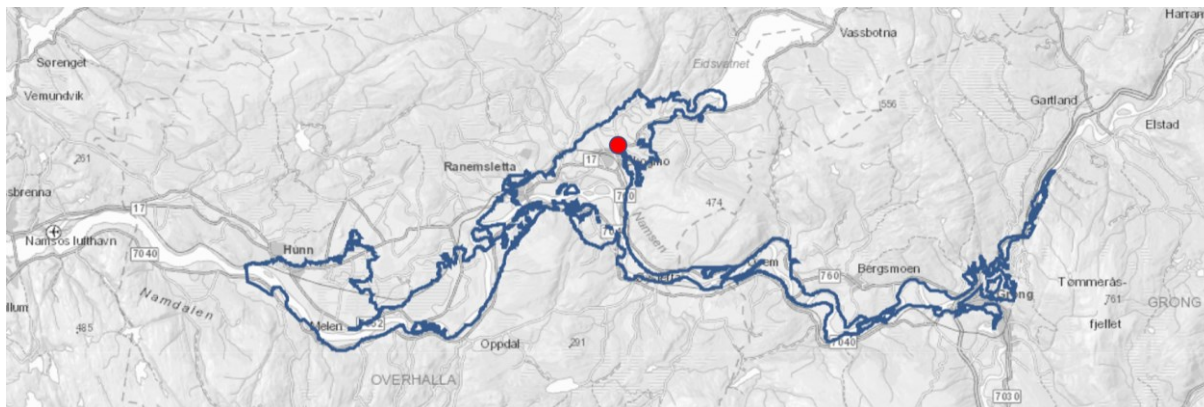
Overvåkingslokalitetene Storkjella (Vann-ID 107620) og Skogmo (Vann-ID 107621) ligger i Overhalla kommune innenfor grunnvannsforkomst **139-864-G Overhalla/Grong** (figur 40 og 41). Begge lokalitetene er større kildehorisonter innenfor samme avrenningsområde for lokalt grunnvann. Grunnvannet har tidligere blitt brukt til lokal vannforsyning (10 gårdsbruk), og ble i 1992 vurdert som en aktuell drikkevannskilde for et kommunalt vannverk samt lokal meieridrift. Begge kildene ligger rundt 20 moh. Området har innlandsklima med varm sommer og kald vinter. Normal årsnedbør er 1286 mm og årsmiddeltemperaturen er 3,8 °C (1991-2020).

Lokalitetene i Skogmo ble valgt ut for å representere en stor grunnvannsforkomst i en elveavsetning i Trøndelag i et område med produksjon av potet, korn og grønnsaker. Skogmo representerer et område med stor jordbruksaktivitet i et område med kald vinter og nedbørsoverskudd, noe som kan gi økte utfordringer med nedvasking av plantevernmidler og nitrogen til grunnvann.

Storkjella har tidligere blitt prøvetatt gjennom flere år som en del av et program for undersøkelser av plantevernmidler i grunnvann (Roseth 2017, Roseth 2013, Ludvigsen mfl. 2008 samt Rød og Ludvigsen 2010). Storkjella er en stor kildehorisont som ligger i brattkanten ned mot elva Bjøra, nær Skogmo tettsted. Oppstrøms kilden er det store jordbruksarealer i aktiv drift.

Grunnvannskilden Skogmo ligger oppstrøms Storkjella, men er en del av det samme lokale grunnvannssystemet med mye jordbruksareal i feltet.

Tidligere har NGU tatt grunnvannsprøver ved lokaliteten Brennmoan i Overhalla. Denne lokaliteten utgår for framtidig overvåking. Nærmere beskrivelse av Brennmoan er gitt i vedlegg I.



Figur 40. Grunnvannsforekomst 139-864-G Overhalla/Grong. Området for overvåking er markert med rød sirkel.



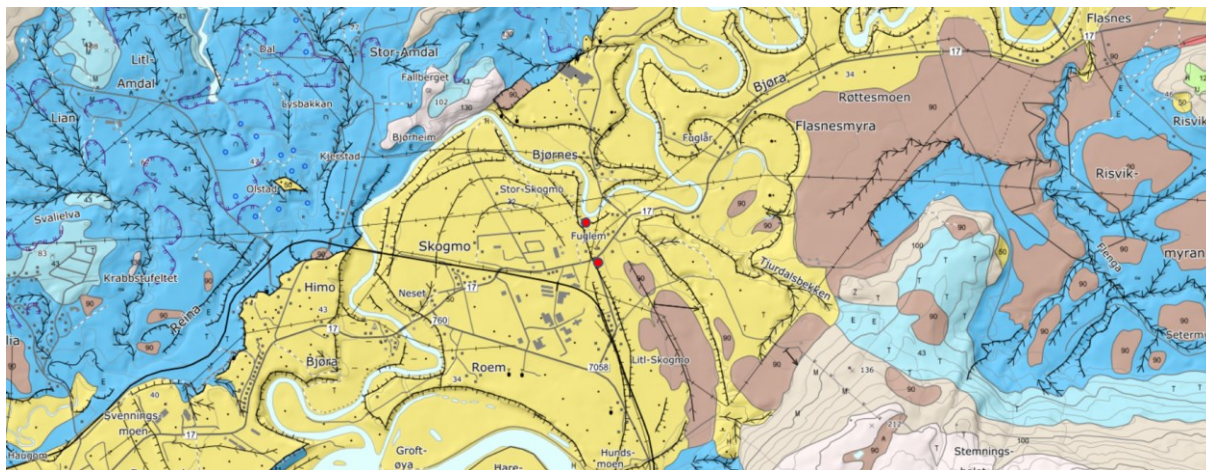
Figur 41. Lokalisering av grunnvannskildene Storkjella (Vann-ID 107620) og Skogmo (Vann-ID 107621) i Overhalla.

2.6.2 Geologi, løsmasser og hydrogeologi

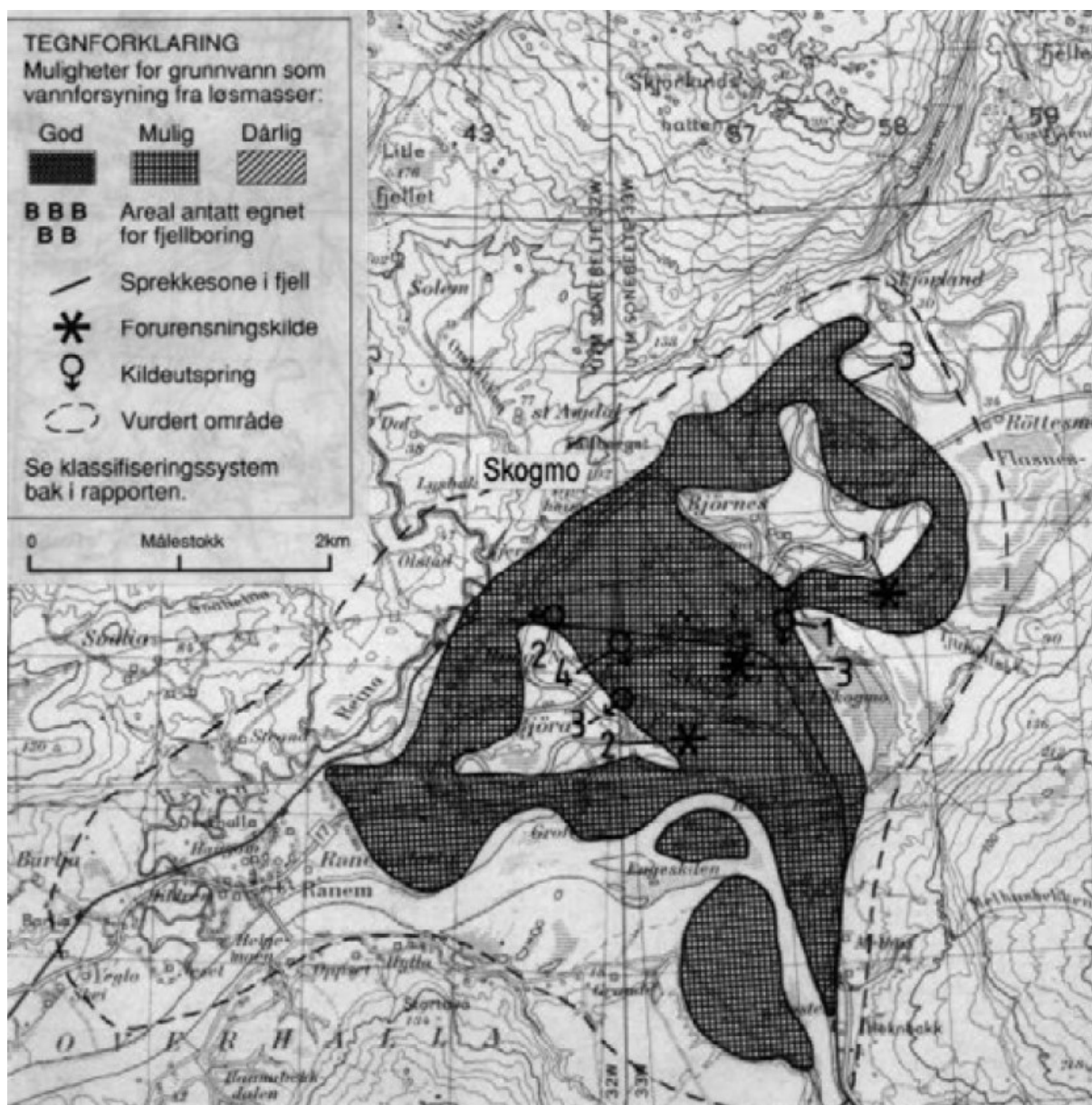
Områdene langs Bjøra og Namsen domineres av store elveavsetninger som gir grunnlaget for det rike jordbruket langs elvene. Jordbruksarealene på Skogmo ligger på slike elveavsetninger (figur 42). I brattkanten ned mot elva Bjøra er det en rekke kildehorisonter for grunnvann.

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

Undersøkelser av løsmasser (Hugdahl, 1986) og grunnvann (Huseby 1975) i området rundt Skogmo viste at elveterrassene består av ensgradert sand med 10 – 20 m mektighet. I skråningen ut mot Bjøra var det en rekke kilder og kildehorisonter i ulike høydelag. Grunnvannet i disse kildene viste god kjemisk kvalitet med unntak av høyt nitratinnhold for enkelte kilder. Hilmo (1992) anbefalte at disse kildene ble vurdert som en mulig framtidig drikkevannsressurs. Kart som viser muligheter for vannforsyning fra grunnvann i området rundt Skogmo, er vist i figur 43.



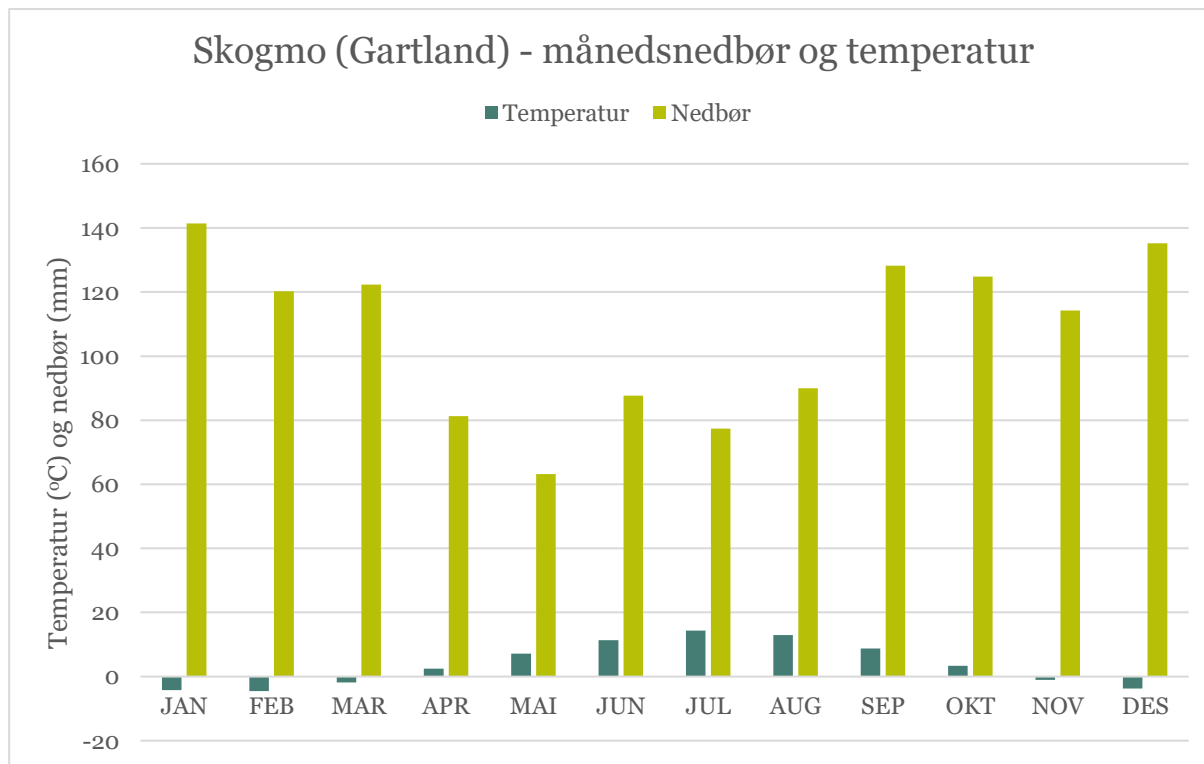
Figur 42. Løsmasseforhold langs elvene Bjøra og Namsen nær Skogmo. Røde sirkler markerer overvåkingslokalteter.



Figur 43. Kart som viser muligheter for vannforsyning fra grunnvann i området rundt Skogmo (Fra Hilmo 1992).

2.6.3 Klima

Skogmo har et typisk innlandsklima med kalde vintre og varme somre. Normal årsnedbør for den meteorologiske stasjonen på Gartland, 18 km øst for Skogmo, er 1286 mm. Normal årstemperatur er 3,8 °C (1991-2020). Månedsnedbør og midlere månedstemperatur (1991-2020) for meteorologisk stasjon på Gartland (1991-2020) er vist i figur 44.



Figur 44. Viser månedsnedbør og midlere månedstemperatur for meteorologisk stasjon Gartland (1991-2020).

2.6.4 Jordbruksdrift i området

Jordbruksdriften i området er for en stor del intensiv produksjon av potet i vekstskifte med korn. Det er også innslag av grønnsaksproduksjon i området. Figur 45 viser jordbruksarealene i området i 2020.



Figur 45. Viser jordbruksarealene rundt Skogmo våren 2020. Røde sirkler markerer kilder som blir undersøkt.

2.6.5 Kilder som blir undersøkt

Figur 46 viser stasjon for grunnvann ved Storkjella. Figur 47 viser stasjon for grunnvann på lokaliteten Skogmo kilde.



Figur 46. Grunnvann fra Storkjella (Vann-ID 107620) ved stasjon for prøvetaking (Foto: Marie Uhlen Maurseth).



Figur 47. Grunnvann ved lokalitet Skogmo (Vann-ID 107621) ved stasjon for prøvetaking (Foto: Atle Dagestad).

3 Metoder og analyser

3.1 Uttak av grunnvannsprøver

Uttak av grunnvannsprøver fra overvåkingsbrønner ble utført med 12 V nedsenkbare pumper fra Eikjeltkamp (modell Gigant). Pumpene ble senket ca. 0,5 m under vannspeilet i brønnen, og deretter ble pumpene kjørt i 1 minutt for uttak av prøve. Dersom innledende pumping ga uklart vann, ble brønnen pumpet til vannet var klart. Det ble brukt en pumpe slang av teflon for å hindre at plantevernmidler ble adsorbent til pumpe slangen under prøvetaking.

Det ble tatt ut 5 prøveflasker ved hver prøvetaking, 3x1 l glassflasker og 2x1 l plastflasker (figur 48). Flaskene ble kondisjonert med brønnvann før prøven ble tatt. To glassflasker og en plastflaske ble levert til NIBIO, Avdeling pesticider og naturstoffkjemi, for analyse av plantevernmidler. En glass- og en plastflaske ble levert til Eurofins for analyse av vannkjemiske parametere.

Ved prøvetaking av kildehorisonter, som i Overhalla og på Rimstadmoen, så ble vannprøvene tatt på lokaliteter med overhøyde slik at avrenningen kunne samles opp uten at det ble virvlet opp grums fra omgivelsene.

Vannprøvene ble satt i kjølebager rett etter uttak for mørk og kjølig lagring fram til levering til laboratoriet. Prøvene ble i hovedsak lever samme dag som uttak eller dagen etter. Ved levering dagen etter ble prøvene mellomlagret i kjølerom.

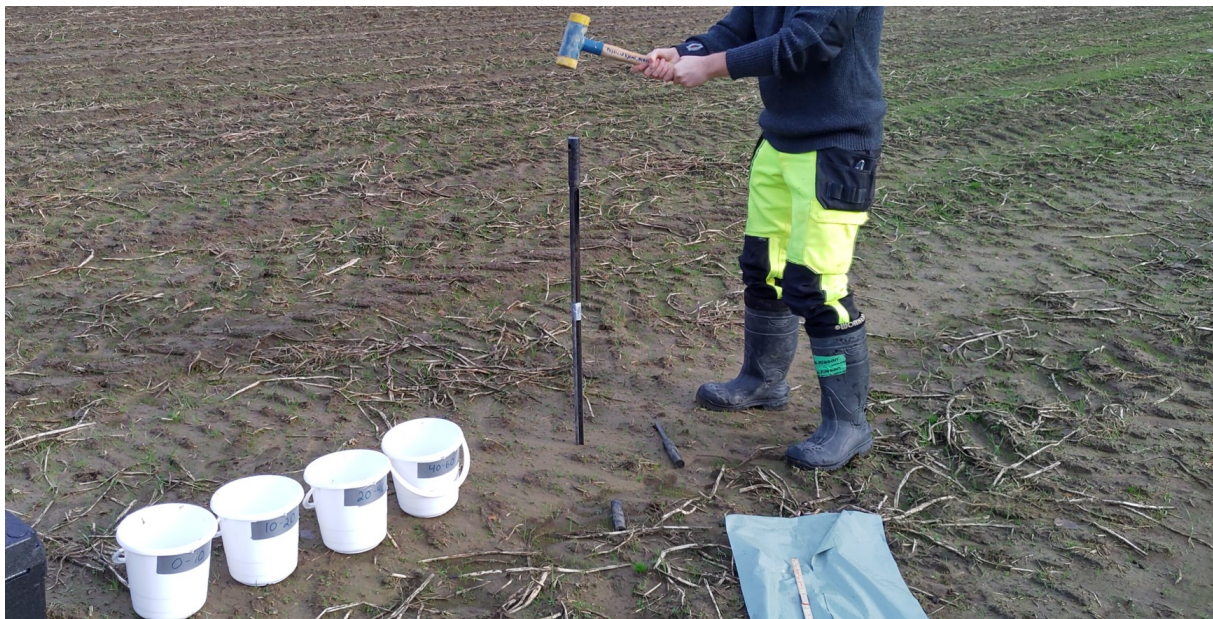


Figur 48. Prøvetaking av overvåkingsbrønn på Haslemoen i 2020 (Foto: Charles H. Carr).

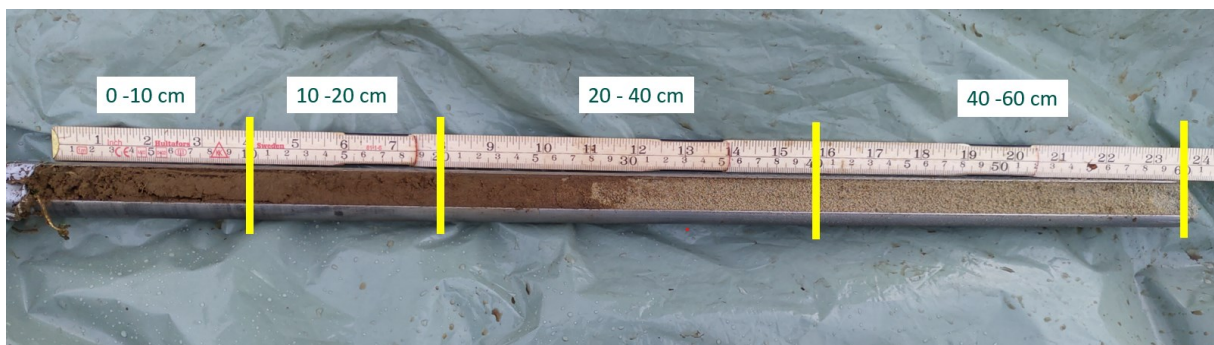
3.2 Uttak av jordprøver

Prosedyren som ble fulgt for jordprøvetaking var at det ble tatt 15 stikk med jordbor (figur 49) på hvert skifte. Jordsøylene fra hvert stikk ble delt i delprøver fra dybdelag 0-10, 10-20, 20-40 og 40-60 cm (figur 50). De 15 delprøvene fra hvert dybdelag ble blandet til en representativ blandprøve fra hvert skifte. Etter uttak ble blandprøvene oppbevart i kjølebag fram til de ble frosset ned i påvente av analyse. Jordprøvene ble analysert for restinnhold av plantevernmidler i ulike dybdelag som beskrevet under «Analyse av jordprøver».

Jordprøvene ble tatt ut for å få innsikt i nedbrytningshastigheten for midlene som hadde vært i bruk på skiftene, samt for å avklare om det var midler som ble vasket nedover i jordprofilen mot grunnvannet.



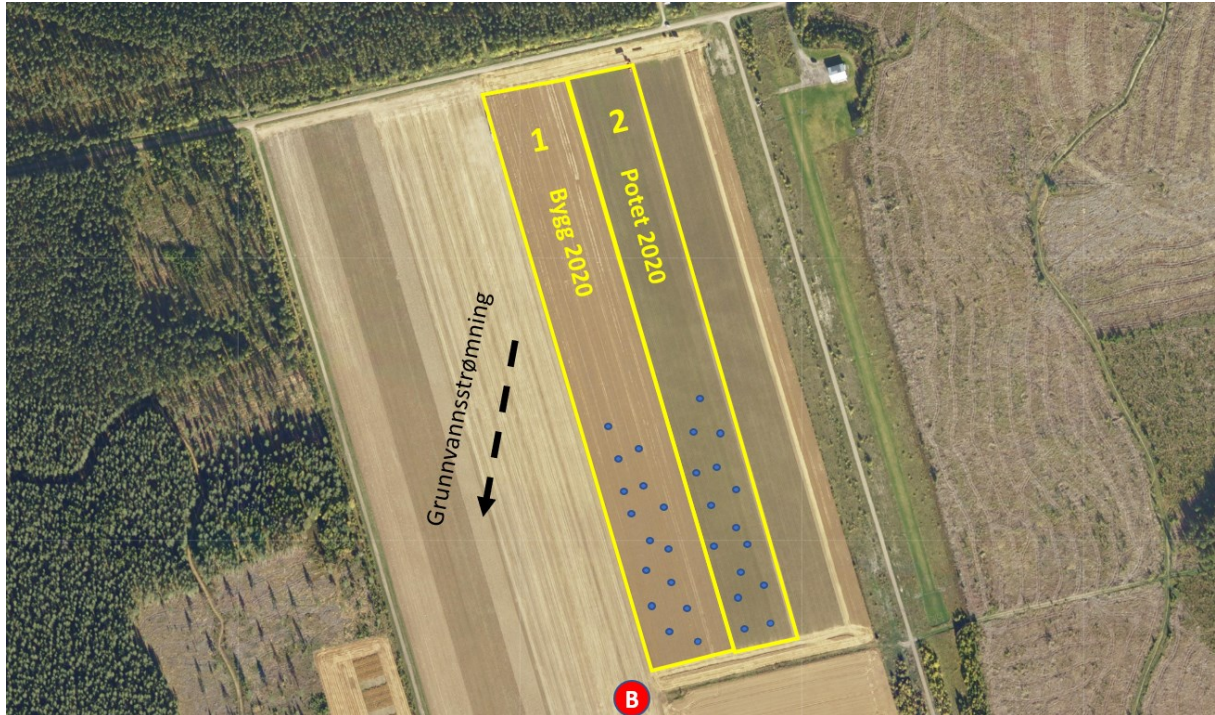
Figur 49. Uttak av jordsøyler for blandprøver fra ulike dybdelag, Rimstadmoen 02.11.21 (Foto: Roger Roseth)



Figur 50. Deling av jordsøyle i dybdelag for representative blandprøver, Rimstadmoen 02.11.21 (Foto: Roger Roseth)

3.2.1 Haslemoen – jordprøver

Blandprøver av jord fra ulike dyp ble tatt ut på skifte 1 og 2 på Haslemoen 11.11.20 (figur 51). Det ble tatt blandprøver fra 15 stikk på hvert skifte. I 2020 var det bygg på skifte 1 og potet på skifte 2 (figur 52). Det ble tatt ut en samtidig prøve fra overvåkingsbrønnen for grunnvann (B).



Figur 51. Skifte 1 og 2 på Haslemoen med uttak av blandprøver av jord fra ulike dyp 11.11.20. Det ble tatt 15 stikk på hvert skifte, indikert med blått. Overvåkingsbrønn for grunnvann er markert med rød sirkel (B).



Figur 52. Viser skifte 1 og 2 på Haslemoen med hhv. bygg og potet i begynnelsen av juli 2020 (Foto: Charles H. Carr).

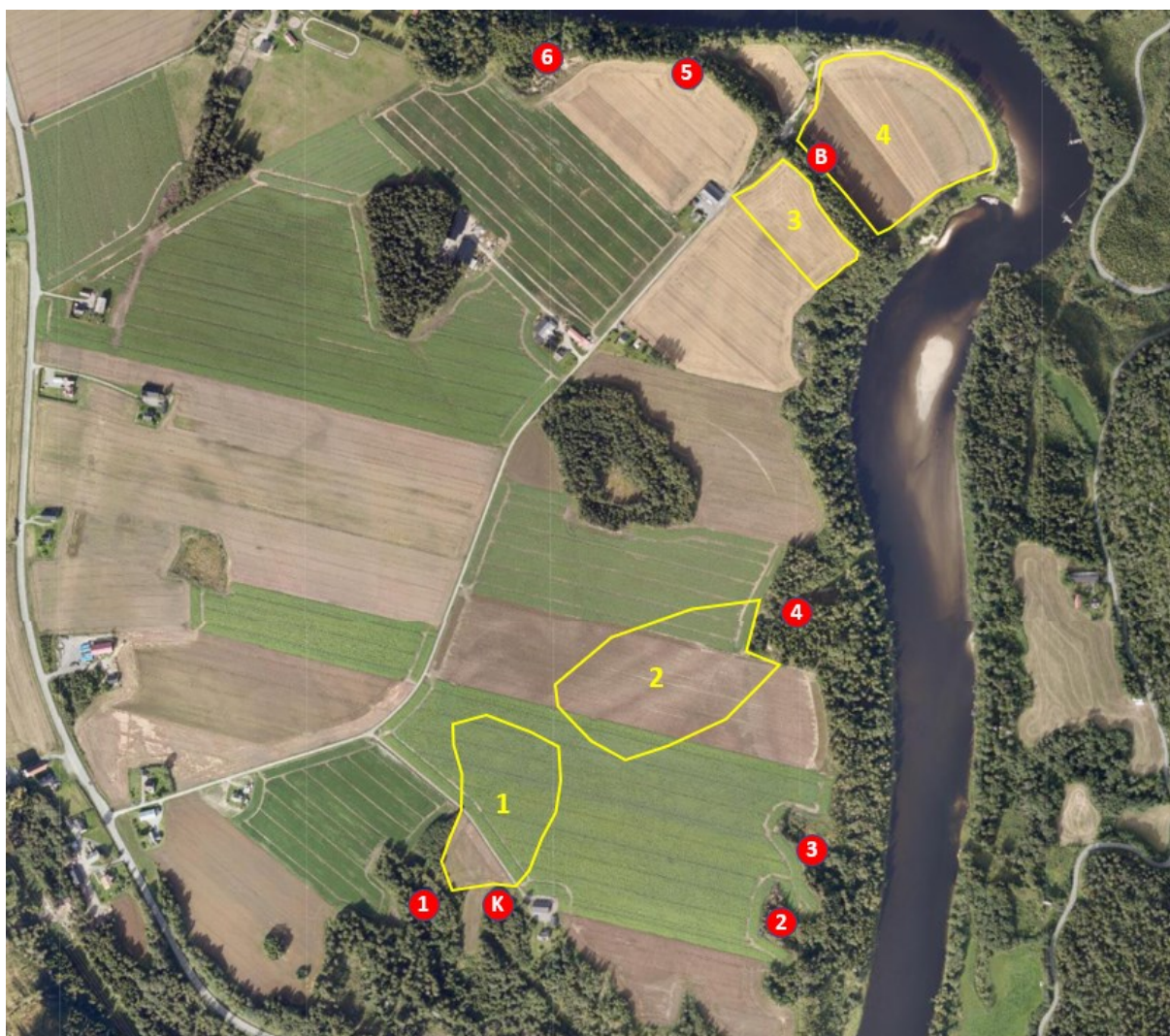
3.2.2 Rimstadmoen – jordprøver og vannprøver fra raviner

Jordprøvetakingen har omfattet fire felt som vist på figur 53. Det har blitt tatt 15 stikk på hvert felt for uttak av blandprøver fra ulike dyp (figur 54 og 55). Samme dag som uttak av jordprøver har det blitt tatt ut grunnvannsprøver fra kildeutspring i ravinene markert 1-6 samt Kilde (K) og Brønn (B) som er de normale prøvetakingslokalitetene for grunnvann. Felt 1 antas å være representativt for området som danner grunnvann til kildeutspring ved **1** og **K**. Felt 2 antas å være representativt for området som

danner grunnvann til kildeutspring **4**. Felt 3 antas å være representativt for dannelse av grunnvann i overvåkingsbrønn **B**.

I 2020 ble det tatt jordprøvene i felt 1-3 tatt 13.11.20, mens prøvene i felt 4 ble tatt 16.11.20. Grunnvannsprøver fra alle kilder samt Brønn (B) og Kilde (K) ble tatt 13.11.20. I 2020 ble det dyrket hvete på felt 1 og 2, potet på felt 3 og gulrot på felt 4 (se vedlegg).

I 2021 ble jordprøver i felt 1-3 tatt 02.11.21, og vannprøvene fra ravine 1-6, brønn (B) og Kilde (K) ble tatt samme dag. I 2021 var det en blanding av korn og potet på felt 1, potet på felt 2 og korn på felt 3 (se vedlegg).



Figur 53. Viser felt 1-4 for jordprøvetaking på Rimstadmoen samt kildeutspring i ravine 1-6 og overvåkingslokalitetene Kilde (K) og Brønn (B).



Figur 54. Viser felt 1 og 2 for jordprøvetaking, der det ble tatt 15 stikk på hvert felt. Viser også prøvetatte raviner 1-4 samt Kilde (K) for normal overvåking av grunnvannskvalitet.



Figur 55. Viser felt 1 og 2 for jordprøvetaking samt prøvetatte raviner (5 og 6) samt overvåkingsbrønn (B).

3.2.3 Horpestad – jordprøver

Jordprøvene på Horpestad ble tatt i området som vist i figur 56. Jordprøvene ble tatt 11.11.20 og 05.11.21.



Figur 56. Viser område for uttak av jordprøver på Horpestad. Området ligger nær overvåkingsbrønn (B).

3.3 Analyse av plantevernmidler

3.3.1 Grunnvannsprøver

Grunnvannsprøvene har blitt analysert ved NIBIO, Avdeling pesticider og naturstoffkjemi, der alle tilgjengelige metoder har blitt tatt i bruk for å avdekke mulige gjenfunn av plantevernmidler og deres metabolitter. Vannprøvene har blitt analysert for følgende metoder:

- M15, en GC-MS metode for polare ugrasmidler, omfatter 9 stoffer
- M101, LC- og GC/MS multimetode for plantevernmidler, omfatter 130 stoffer
- M59, LC-MS/MS, omfatter glyfosat og metabolitten AMPA
- M67, LC-MS/MS, omfatter metribuzin og tre metabolitter
- M72, LC-MS/MS, omfatter lavdosemidler, 6 midler og 4 metabolitter

Samlet omfatter metodene 154 ulike plantevernmidler og metabolitter. En nærmere dokumentasjon av søkespekteret for de ulike metodene er gitt i vedlegg.

I tillegg ble utvalgte prøver analysert med screeningmetoden M119, der resultatene bestemmes mot en database med 800 plantevernmidler og metabolitter. Dette er en forskningsbasert metode der screening utføres vha. LC-MS/MS og LC-HRMS. Gjenfunn av plantevernmidler og metabolitter kvantifiseres gjennom en egen prosesseringsmetode, som gir god deteksjon og nøyaktighet for resultatene. Analysemetoden omfatter ikke clethodim, dithianon, etephton, milbemectin, mecoprop-P, MCPA, glyfosat, og heller ikke prohexadione-calsium som ikke er løselig i organisk løsemiddel.

3.3.2 Jordprøver

Jordprøvene (10 gram) ble opparbeidet med en forenklet fast fase ekstraksjon (Quechers metode), uten tilsats av vann, men med acetonitril-ekstraksjon (10 ml) og tilsats av citratbuffer, før filtrering (VWR PTFE 0.2 µm) til vial. Deuterium-merkede internstandarder (boscalid-d4, cyprodinil-d5 og pyraclostrobin-d3, nivå 50 ng/ml ekstrakt) ble tilsatt jorda før ekstraksjon justerte for evt. tap av pesticider under prøveoppbeidelsen. Kontrolljordprøve med tilsatt kjent pesticidinnhold, og blank jordprøve (10 gram) ble opparbeidet på samme måte som prøvene. Mengden plantevernmidler i jordprøvene ble deretter analysert etter metode M119 på samme måte som vannprøvene.

3.4 Analyser av vannkjemi

Andre vannkjemiske analyser av grunnvannsprøvene ble utført av Eurofins Norge etter akkrediterte metoder. Prøvene ble analysert for innhold av næringsstoffer, miljøproblematiske metaller, trikloreten og tetrakloreten, totalt organisk karbon samt de viktigste basekationene og anionene. Valgte analyseparametere skulle avdekke hvorvidt terskel- og vendepunktsverdi (Veileder 02:2018) for grunnvann ble overholdt samt gi bakgrunn for en helhetlig vurdering av grunnvannskvaliteten.

3.5 Automatisk overvåking

3.5.1 Grunnvann

Det har vært installert automatiske målere for overvåking av grunnvannskvalitet og vannhøyde på følgende overvåkingsfelt:

Haslemoen Brønn: Vannhøyde, vanntemperatur, pH, ledningsevne, redoks, optisk oksygen, turbiditet og optisk nitrat. Det har vært automatiske målinger her siden 2016, men ny måler ble satt ut 26.06.19 og var i drift fram til 13.10.21. Det var et driftsavbrudd i september og oktober 2019, da multiparametersensoren måtte til reparasjon. Sonden for optisk nitrat var i drift fra 26.06.19 til 23.09.20, da kabelen ble gnagd over av mus. Sonden for optisk nitrat ble ikke installert på nytt.

Rimstad kilde: Vannhøyde, vanntemperatur, pH, ledningsevne, redoks og optisk oksygen. Automatiske målinger med ny sonde var i drift fra 09.11.17 til 25.07.19, med et driftsavbrudd i perioden 25.09.18-12.02.19.

Lærdal Brønn: Vannhøyde, vanntemperatur, pH, ledningsevne, redoks og optisk oksygen. Automatiske målinger i perioden 26.06.19-14.12.20. Problem med strømforsyning til måler i 2021.

Horpestad Brønn: Vannhøyde, vanntemperatur, pH, ledningsevne, redoks og optisk oksygen. Automatiske målinger i perioden 25.11.17-31.12.21, med driftsavbrudd 16.01.20-23.06.20.

Grødalen, Brønn1 og Brønn2: Automatiske målinger av vannstand og vanntemperatur i begge brønner. Utført av NGU.

For nytt overvåkingsfelt **Skogmo i Overhalla** har det foreløpig ikke blitt installert utstyr for automatisk overvåking av vannkvalitet.

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

Multiparametersensoren har blitt plassert rundt 1,5 m under grunnvannsstand ved tidspunkt for installasjon. De automatiske målingene har blitt gjennomført med 30 minutters intervaller. Data har blitt lastet over i databasen (Hydrocenter) en gang i døgnet.

Multiparametersensorene har blitt vedlikeholdt og rengjort i forbindelse med uttak av vannprøver, normalt sett 4 ganger hver sommer. Erfaringer viser at det ikke er nødvendig med hyppig vedlikehold av multiparametersensorer som står i «rent» grunnvann.

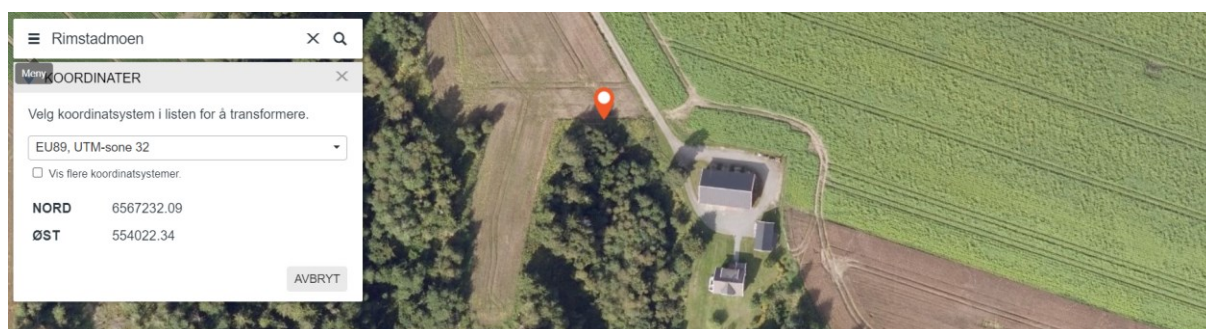
3.5.2 Umettet sone - Rimstadmoen

I november 2017 ble det installert sonder for kontinuerlig måling av jordfuktighet, jordtemperatur og redoksforhold på 20, 40, 60 og 80 cm dyp på Rimstadmoen (figur 57). Målingene i umettet sone ble utført ved en lokalitet ved kanten av jordbruksarealet rett oppstrøms Rimstad kilde (figur 58).

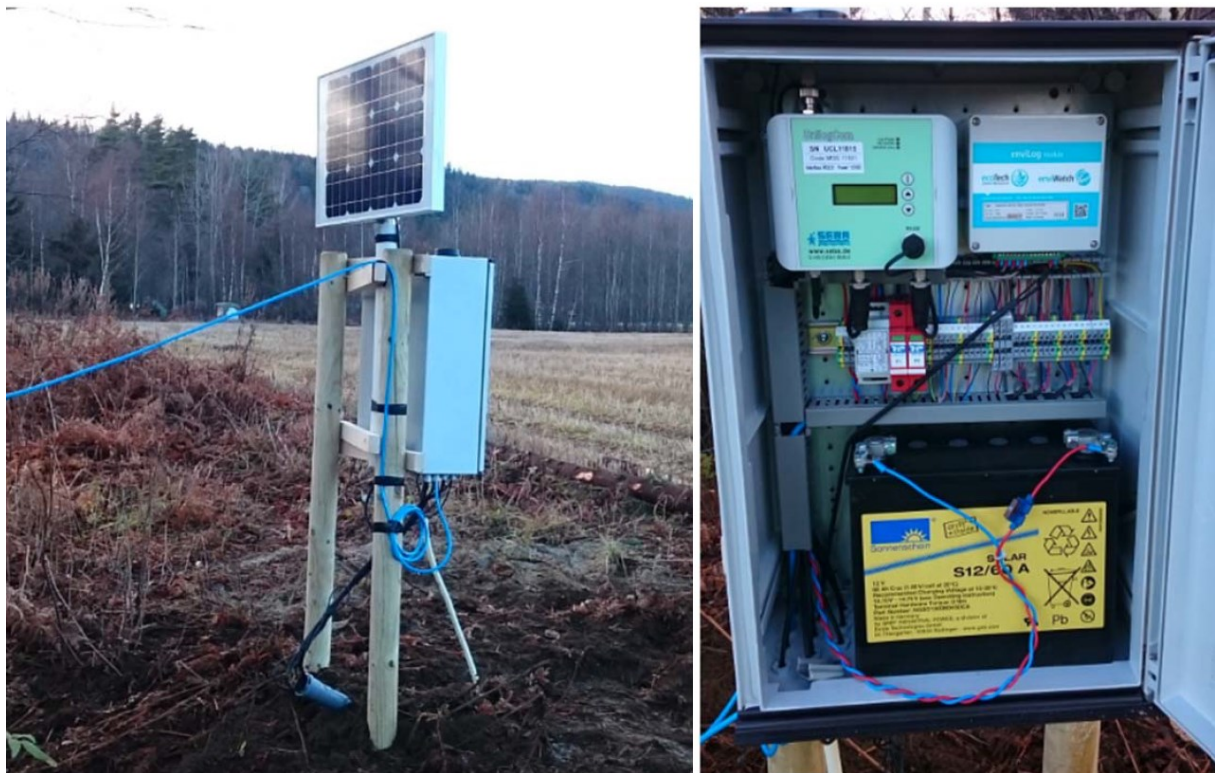
Det ble installert fire målere for jordfuktighet/jordtemperatur (modell Stevens) og 4 redokselektroder (Eco Tech) med referanseelektrode. Jordfuktighet, jordtemperatur og redoksforhold har blitt målt med 30 minutters intervaller i perioden 09.11.17-31.12.21. Målingene videreføres i 2022. Målingene styret av en logger SEBA UnilogCom, der innsamlede data blir overført til den nettbaserte databasen Hydrocenter 6 ganger per døgn. Målingene får strøm fra et solcellepanel og et 12 V batteri (figur 59).



Figur 57. Målere for jordfuktighet og jordtemperatur (Stevens) og redoksmålere (Eco Tech) installert på 20, 40, 60 og 80 cm dyp ved jordekanten på Rimstadmoen.



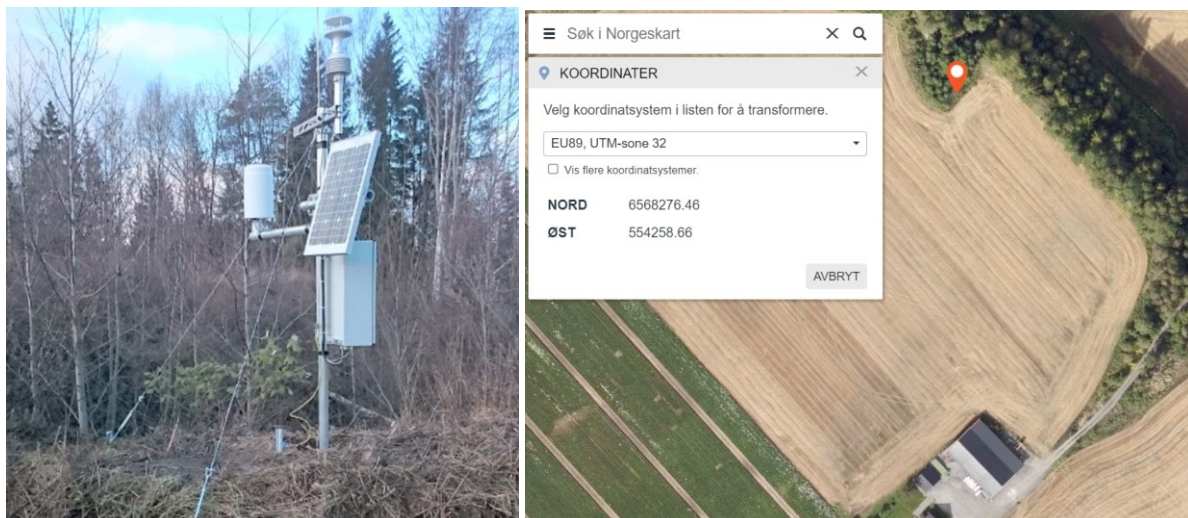
Figur 58. Lokalitet for målinger i umettet sone på Rimstadmoen.



Figur 59. Logger for automatiske målinger umettet sone på Rimstadmoen.

3.5.3 Klima

En værstasjon (SEBA Hydrometrie), med måling av nedbør, lufttemperatur, solinnstråling, vindretning og styrke samt luftfuktighet (figur 60), ble installert på Rimstadmoen 09.11.17, og har vært i drift siden.



Figur 60. Værstasjon (SEBA Hydrometrie) på Rimstadmoen, bilde og plassering.

4 Plantevernmidler og metabolitter

I det følgende er det gitt en kort omtale av plantevernmidler og metabolitter med gjenfunn i jord- eller vannprøver i dette prosjektet. Mht. godkjenning og bruk så kan det raskt skje endringer for de ulike stoffene, samt at ny kunnskap kan endre forståelsen av hvordan midlene brytes ned, hvilke metabolitter som dannes og hva slags mobilitet de har i jord og vann

4.1 Soppmidler

Azoxystrobin

Azoxystrobin (Amistar) er et systemisk soppmiddel vanlig brukt i korn. Adsorpsjonskonstanten (Koc) for midlet er 482 ml/g. Halveringstid (DT50) i henholdsvis jord og vann er 181 og 46 døgn. Midlet vurderes å gi risiko for nedvasking til grunnvann, og dette gjelder spesielt for en metabolitt (R234886)

Bixafen

Bixafen er et bredspektra soppmiddel til bruk i korn. Midlet er relativt persistent i jord. Har fire kjente metabolitter M21, M43, M44 og M20. Metabolitten M44 har blitt vurdert til å kunne vaskes ned til grunnvann (EFSA 2012).

Boskalid

Boskalid er et systemisk soppmiddel som brukes mot storknollet råtesopp og stor skulpesopp i høstraps og vårraps (Pictor® Active) eller mot de samme skadegjørerne i veksthus og grønnsakskulturer (Signum®). Boskalid kan ha effekt mot tørrfleksjuke (Early blight) i potet, men det er rask resistensutvikling (Mostafenezhad mfl. 2022). Boskalid er gjenfunnet i grunnvann i flere internasjonale undersøkelser, og kan være noe mobil i jord med grove sedimenter og lavt innhold av organisk stoff. Boskalid brytes seint ned i jord og grunnvann, og er tilnærmet persistent under anaerobe forhold. Metabolitten **M510F49** er mobil i jord, men brytes fort ned.

Cyazofamid

Cyazofamid (Ranman Top) er et tørråtemiddel som beskytter bladene mot angrep og har sporedrepende effekt. Basert på kjemiske egenskaper vurderes midlet å ha lav risiko for nedlekking til grunnvann

Cyprodinil

Cyprodinil er et systemisk og bredtvirkende soppmiddel som virker mot en mange sopper i korn og andre kulturer. Gir en langvarig beskyttelse av behandlede kulturer, og har vært mye brukt i korn og jordbær. Midlet har vært i bruk i blandinger med andre plantevernmidler under ulike handelsnavn, men ble trukket tilbake fra normal bruk og godkjenning i 2018. Switch 62,5 WG er tilgjengelig for bruk som «off-label» mot gråskimmel i løk og samt soppbeskyttelse for utvalgte kulturer for bær, kryddervekster og grønnsaker. Midlet kan ha effekt mot sølvskurv og tørrfleksjuke i potet (Budde-Rodriguez mfl. 2022). Midlet vurderes å ha lav risiko for nedvasking til grunnvann. Gjenfunn av metabolitten **CGA 249287** er vanlig i jord på skifter der det er brukt cyprodinil.

Difenokonazole

Difenokonazol brukes som tørråtemiddel sammen med mandipropamid (Revus Top) og brukes også som beisemiddel til frø og korn (Celest Extra). Difenokonazol er et triazol, som danner metabolitten **1,2,4 triazole**, som er gjenfunnet i høye konsentrasjoner i dansk grunnvann. Det er flere kilder til denne metabolitten.

Dimetomorf,

Dimetomorf er et systemisk soppmiddel mot tørråte i potet. I preparatet Acrobat® WG brukes dimetomorf i blanding med mancozeb. Midlet er trukket fra alminnelig bruk, men brukes off-label i noen grønnsakskulturer. Dimetomorf er gjenfunnet i grunnvann i flere publiserte undersøkelser, blant annet i Marsala mfl. 2020.

Fenamidon

Fenamidon er et tørråtemiddel (preparatene Concento SC450 og Sereno WG) som mistet sin godkjenning i 2019. Midlet ble trukket av flere årsaker, men blant annet at det kunne vaskes ned til grunnvann i konsentrasjoner som oversteg terskelverdi/drikkevannsgrense på 0,1 µg/l (EU 2018).

Fludioxinil

Fludioxinil er et kontaktvirkende soppmiddel mot jord- og frøoverførte sykdommer. Brukes til beising av korn og beising av settepotet (Maxim® 100 FS). Giftig for vannlevende organismer. Har blitt vurdert å gi risiko for nedvasking til grunnvann, og har blitt gjenfunnet i grunnvannsbrønner. To kjente metabolitter CGA 339833 og CGA 192155.

Mandipropamid

Mandipropamid (Revu®s Top, som inneholder mandipropamid og difenokonazol) er et kontaktvirkende soppmiddel som brukes forebyggende mot tørråte og tørrflekksjuke. Mandipropamid er moderat mobilt i jord, men har metabolitter som er svært mobile og som kan vaskes ned til grunnvann (US EPA 2008).

Metalaksyl

Metalaksyl er ett systemisk sopp- og tørråtemiddel som brukes i potet, kepaløk og sjalottløk. Midlet brukes sammen med mancozeb i preparatet Ridomil Gold MZ Pepite. Midlet trekkes fra normal bruk i 2022. Midlet er gjenfunnet i grunnvann i mange undersøkelser og gir risiko for grunnvannsforurensning (Marsala mfl. 2020).

Oksadiksyll

Oxadiksyll er et systemisk soppmiddel mot tørråte. Midlet mistet sin godkjenning i 1999. Handelsnavnet var Sandofam M8 der det ble brukt i blanding med mancozeb. Oksadiksyll er mobilt i jord og har gjenfunn i grunnvann i mange undersøkelser (Lapworth mfl. 2012, Cordon mfl. 2015 og Cecilia mfl. 2021)

Pencykuron

Pencykuron er et kontaktvirkende soppmiddel som brukes til beising mot svartskurv i potet (Monceren DS 12,5 og Monceren FS 250). Siste sluttdato for godkjenning var 31. mai 2021. Pencykuron er gjenfunnet i grunnvann i tidligere undersøkelse i Norge (Roseth 2013). Metabolitten pencycuron-PB-amine (M16) er den vanligste av tre kjente metabolitter. Den er middels persistent i jord (EFSA 2010).

Propikonazol

Propikonazol er et systemisk soppmiddel som har vært vanlig brukt mot mange soppsykdommer i korn, også i blanding med andre midler. Midlet ble trukket fra normal bruk i 2018. Propikonazol og metabolitten 1,2,4-triazole er gjenfunnet i grunnvann, og sistnevnte utgjør et drikkevannsproblem i Danmark (DEPA 2019).

Protiokonazol

Protiokonazol (Proline EC250, Stereo Bumper mfl.) er et basissoppmiddel i korn, som kan brukes alene eller sammen med andre midler. Propulse, som er et soppmiddel til korn og oljevekster, inneholde midlene protikonazol og flupyram i blanding. Midlet kan ha effekt på tørrflekksjuke i potet. Protiokonazol-destio er vanlig metabolitt fra protiokonazol.

Pyraklostrobin

Pyraklostrobin er et systemisk soppmiddel som har vært vanlig brukt i korn, men der normal bruk er trukket. Midlet er brukt off-label som preparatet Signum i blanding med boskalid. Signum hadde off-label godkjenning for en rekke kulturer fram til 31.01.22. Hverken pyraklostrobin eller metabolitten **BF 500-6** er vurdert å gi risiko for nedlekking til grunnvann.

Tolyfluanid

Tolyfluanid er et kontaktvirkende soppmiddel mot ulike soppsykdommer som mistet sin godkjenning i 2004 pga metabolitt med ukjente egenskaper. Handelsnavn var Euparen M. Stoffet har blant annet blitt brukt i beisemiddel til potet mot sølv- og svartskurv. Tolyfluanid-metabolitten DMST dannes ved hydrolyse, og metabolitten brytes seint ned i jord og er svakt toksisk. Metabolitten vurderes å kunne vaskes ned til grunnvann (EFSA 2005).

4.2 Ugrasmidler

Linuron

Linuron er et systemisk ugrasmiddel som tidligere ble brukt i potet, gulrot og selleri. Brytes langsomt ned i jorda. Det ble trukket av bruk av Mattilsynet i 2009 pga. uheldige egenskaper. Stoffet har potensiale for å lekke ned til grunnvann.

Metribuzin

Metribuzin er et ugrasmiddel som har vært vanlig brukt i potet, men også i gulrot. Midlet er systemisk. Handelsnavn på preparat som er godkjent til bruk i potet og gulrot er Sencor SC600, som er et flytende preparat. Midlet vurderes å kunne vaskes ned til grunnvann og det gjelder også de vanligste metabolittene Metribuzin DADK, DK og DA. Metabolittene er relativt stabile og persistente både i umettet sone og grunnvann og kan gjenfinnes i flere år etter bruk (Olsen mfl. 2005). I norske undersøkelser har det vært hyppige gjenfunn av disse metabolittene i grunnvann, ofte i forhøyede konsentrasjoner (Roseth 2013, 2016 og 2018).

Prosulfokarb

Prosulfokarb (Boxer) er et systemisk ugrasmiddel mot ugras i høstkorn, potet og grasfrøeng. For en del kulturer er midlet på off-label fram til 31.10.22. Midlet er gjenfunnet i grunnvann i andre studier (Nikolaou mfl. 2017).

Rimsulfuron

Rimsulfuron er et «lavdosemiddel» mot ugras der de aktive stoffene er sulfonylureaforbindelser. Midlet (Titus WSP) brukes i hovedsak til ugras i potet. Det har vært økende resistens mot midlet, og det er vanskelig å få god effekt selv ved økt dosering. Midlet er giftig for vannplanter, fisk, grønnalger og blågrønnbakterier. Det skjer en rask nedbryting av morstoffet i jord, men det dannes metabolitter som er mobile og persistente. Herunder metabolittene **IN-70941**, **IN-70942** og **IN-E9260**. Metabolittene kan lekke til grunnvann, og er gjenfunnet i mange av grunnvannsprøvene fra denne og andre undersøkelser (Roseth 2013, 2016 og 2018 samt VKM 2005).

Tribenuron

Tribenuron er et «lavdosemiddel» mot ugras innenfor gruppen sulfonylureaforbindelser. Midlet (Express Gold) brukes mot ugras i korn samt mot frøeng på off-label. Nedbrytning av stoffet gir flere metabolitter, IN-L5296, IN-A4098, M2 og IN-00581. IN-L5296 er svært persistent og mobil, og det samme gjelder IN-A4098 som likevel har noe lavere persistens. Begge metabolitter kan lekke til grunnvann og gi gjenfunn i høye konsentrasjoner. Metabolitter har blitt gjenfunnet i norsk grunnvann i denne undersøkelsen og i andre norske grunnvannsundersøkelser (Roseth 2013, 2016 og 2018, Seither 2019 og EFSA 2017).

4.3 Insektmidler

Fenvalerat

Fenvalerat var et syntetisk pyrethroid som gikk ut av bruk i Norge i 1990. Stoffet er svært toksisk for noen vannlevende organismer som krepsdyr, fisk og amfibier og har en MF-verdi på 0,0005 µg/l.

Imidakloprid

Imidakloprid er et nikotenid for bekjempelse av insekter. Tidligere har midlet vært i omfattende bruk i Norge for grønnsaker, prydplanter i veksthus og som beismiddel til potet. Bruken har blitt sterkt innskrenket og midlet er nå bare bruk på off-label for bekjempelse av salatbladlus i salat i veksthus. Bakgrunnen for at all bruk utendørs ble avsluttet i 2019 er at nikotenidene er svært giftige for bier. Midlet brytes relativt langsomt ned i jord og vann og er moderat til meget giftig for vannlevende organismer. Midlet kan lekke til grunnvann og er påvist i grunnvann i flere norske undersøkelser (Roseth 2013, 2016 og 2018, Seither 2019 og Mattilsynet 2007).

Tiakloprid

Tiakloprid (Preparatene Biscaya og Calypso) er et nikotenid som ikke lenger er tillatt brukt på friland i Norge. På off-label var midlet godkjent til bruk til en del nærmere angitte kulturer fram til 2021. Som de andre nikotenidene brytes tiakloprid seint ned i jord og vann. Det synes ikke å skje nedbrytning under anaerobe forhold. Tiakloprid vurderes å kunne lekke ned til grunnvann. Tiakloprid-Metabolitten **Mo2** er den mest vanlige ved nedbrytning i jord. Tiakloprid vurderes å gi lav risiko for nedlekking til grunnvann.

4.4 Andre midler og kilder – sink og kobber

Bladgjødsling med sink til potet

Bladgjødsling med sink er vanlig til potet, men også i andre kulturer. I potet vil bladgjødsling med sink kunne øke avlingene samt redusere vorteskurv. Det bladgjødsles med sinkulfat eller preparater med chelaterte sinkforbindelser. Det finnes ulike preparater på markedet som YaraVita ZINTRAC, Folio Sink mfl. Normalt forbruk kan være i størrelsesorden 1,5 kg Zn per daa.

Kobbersulfat og kobberoksid mot sopp og snegler samt som mikronæringsstoff

Kobbersulfat kan brukes som mikronæringsstoff i myrjord eller nydyrkingsjord som kan ha for lave verdier av kobber som mikronæringsstoff.

Kobbersulfat brukes også som plantevernmiddel ved økologisk dyrking av frukt og bær, ofte i form av bordeaux-væske (Serikstad 2010). Kobber beskytter mot flere sopp- og bakteriesykdommer i frukt og bær, og skaper ikke resistens. I konvensjonelt jordbruk brukes preparatet Nordox 75 WG som er kobberoksid. Maksimal dosering av dette preparatet er 400 g/daa (Serikstad 2010).

Kobbersulfat er i omfattende bruk til sneglebekjempelse, særlig mot iberiaskogsnegl, blant annet i preparatet Ferromol.

Andre kilder til sink og kobber i jord og grunnvann

Sink og kobber er fôrtilskudd i fôr til ulike dyreslag som gris, kylling og storfe. Overskudd skilles ut i gjødsel og ved gjødselspredning vil disse stoffene kunne anrikes i dyrka jord noe som kan gi økt nedvasking til lokalt grunnvann. Ved vanning med galvaniserte rør vil det kunne avgis sink fra galvanisering til omgivelsene.

5 Resultater

5.1 Haslemoen

5.1.1 Vannprøver 2019

I 2019 ble det påvist lave restkonsentrasjoner av plantevernmidler eller metabolitter i alle fire vannprøver (tabell 1). En av prøvene ble tatt 5. april, før vekstsesongen. Metabolitten IN70941 til lavdosemidlet rimsulfuron (handelsnavn Titus) ble gjenfunnet i lave konsentrasjoner i alle prøver. Tørråtemidlet metalaxyl ble påvist i prøven fra november, og i en konsentrasjon på 0,02 µg/l som tilsvarer MF-verdien til stoffet (der det kan oppstå kroniske gifteffekter på vannlevende organismer). Tørråtemidlet fenamidone (handelsnavn Consent) ble påvist i juli 2019. Godkjenningen for dette midlet ble trukket i 2019. Soppmidlet propikonazole, som brukes mot sopp sykdommer i korn, ble også påvist i juli.

Tabell 1. Resultater for vannkjemi og påviste plantevernmidler for Haslemoen brønn i 2019.

Stoffer/parameter	Terskel Verdi	Vendepunkts Verdi	Haslemoen Brønn 2019			
			05.apr	20.jun	23.jul	20.nov
Nitrat (NO3) - (mg/l)	50	37,5	-	-	24,8	27,9
Klorid (Cl) - (mg/l)	200	150	-	-	9	8,8
Sulfat (SO4) - (mg/l)	100	75	-	-	29,3	25,4
Ammonium (NH4-N) - (µg/l)	500	400	-	-	150	<0,5
Arsen (As) - (µg/l)	10	7,5	-	-	0,17	0,14
Kadmium (Cd) - (µg/l)	5	3,75	-	-	0,096	0,11
Bly (Pb) - (µg/l)	10	7,5	-	-	0,028	0,027
Kvikksølv (Hg) - (µg/l)	0,5	0,4	-	-	<0,002	<0,002
Kobber (Cu) - (µg/l)	15,6**	7,8**	-	-	0,33	0,31
Sink (Zn) - (µg/l)	60**	11**	-	-	2,6	3,6
Jern (Fe) - (µg/l)	-	-	-	-	1,3	1,1
Mangan (Mn) - (µg/l)	-	-	-	-	28	34
1,1,2-Trikloreten (TRI) - (µg/l)	10	77,5	-	-	<0,1	<0,1
Tetrakloreten (PER) - (µg/l)	10	77,5	-	-	<0,1	<0,1
Plantevernmidler						
IN70941, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,00058	0,00021	0,00013	0,0016
Metalaxyl (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	0,019
Fenamidone (µg/l)	0,1	0,075	*	*	0,021	*
Propikonazole (µg/l)	0,1	0,075	*	*	0,013	*
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0,00	0,00	0,03	0,02

*Ikke påvist **Basert på klassegrenser i veileder M608

5.1.2 Vannprøver 2020

I 2020 ble metabolitten IN70941 gjenfunnet i lave konsentrasjoner i alle prøver (tabell 2). Det ble ikke påvist andre plantevernmidler i grunnvannet fra Haslemoen i 2020. En ekstra grunnvannsprøve tatt ut 11.11.20 i forbindelse med jordprøvetaking ble analysert for plantevernmidler etter screeningmetode M119 (søkespekter for 800 plantevernmidler og metabolitter), uten at det ble gjort gjenfunn.

I prøven fra 23.09.20 ble det påvist en konsentrasjon av ammonium godt over terskelverdi for grunnvann. Årsaken til den høye konsentrasjonen er usikker.

Tabell 2. Resultater for vannkjemi og påviste plantevernmidler for Haslemoen brønn i 2020.

Stoffer/parameter	Terskel Verdi	Vendepunkts Verdi	Haslemoen Brønn 2020			
			23.jun	09.jul	11.aug	23.sep
Nitrat (NO3) - (mg/l)	50	37,5	22,6	23,0	16,4	20,8
Klorid (Cl) - (mg/l)	200	150	5,6	5,6	3,9	5,2
Sulfat (SO4) - (mg/l)	100	75	24,8	24	24,6	20,5
Ammonium (NH4-N) - (µg/l)	500	400	10	21	48	1000
Arsen (As) - (µg/l)	10	7,5	0,18	0,17	0,13	0,089
Kadmium (Cd) - (µg/l)	5	3,75	0,099	0,095	0,093	0,076
Bly (Pb) - (µg/l)	10	7,5	0,024	0,03	0,023	0,01
Kvikksølv (Hg) - (µg/l)	0,5	0,4	<0,002	0,006	<0,002	<0,002
Kobber (Cu) - (µg/l)	15,6**	7,8**	0,47	0,28	1,1	0,14
Sink (Zn) - (µg/l)	60**	11**	1,9	2,3	2,9	2,6
Jern (Fe) - (µg/l)	-	-	0,55	0,44	0,62	0,3
Mangan (Mn) - (µg/l)	-	-	33	34	30	32
1,1,2-Trikloreten (TRI) - (µg/l)	10	77,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tetrakloreten (PER) - (µg/l)	10	77,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Plantevernmidler						
IN70941 Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,0003	0,0003	0,0039	0,00065
Metalaxyl (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*
Fenamidone (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*
Propikonazole (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0,00	0,00	0,00	0,00

*Ikke påvist **Basert på klassegrenser i veileder M608

5.1.3 Vannprøver 2021

Metabolitten IN70941 ble gjenfunnet i lave konsentrasjoner i de to prøvene som ble tatt i 2021 (tabell 3).

Tabell 3. Resultater for vannkjemi og påviste plantevernmidler for Haslemoen brønn i 2021.

Stoffer/parameter	Terskel Verdi	Vendepunkts Verdi	Haslemoen Brønn 2021	
			16.jun	13.okt
Nitrat (NO ₃ -N) - (mg/l)	50	37,5	15,0	20,8
Klorid (Cl) - (mg/l)	200	150	4,4	5,4
Sulfat (SO ₄) - (mg/l)	100	75	19,3	17,1
Ammonium (NH ₄ -N) - (µg/l)	500	400	9,8	120
Arsen (As) - (µg/l)	10	7,5	0,13	0,14
Kadmium (Cd) - (µg/l)	5	3,75	0,076	0,088
Bly (Pb) - (µg/l)	10	7,5	0,021	0,013
Kvikksølv (Hg) - (µg/l)	0,5	0,4	<0,002	<0,002
Kobber (Cu) - (µg/l)	15,6**	7,8**	0,29	0,17
Sink (Zn) - (µg/l)	60**	11**	1,7	5,4
Jern (Fe) - (µg/l)	-	-	<0,30	0,83
Mangan (Mn) - (µg/l)	-	-	38	46
1,1,2-Trikloreten (TRI) - (µg/l)	10	77,5	<0,1	<0,1
Tetrakloreten (PER) - (µg/l)	10	77,5	<0,1	<0,1
Plantevernmidler				
IN70941 Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,0016	0,0080
Metalaxyl (µg/l)	0,1	0,075	*	*
Fenamidone (µg/l)	0,1	0,075	*	*
Propikonazole (µg/l)	0,1	0,075	*	*
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0,00	0,01

*Ikke påvist **Basert på klassegrenser i veileder M608

5.1.4 Samlet vurdering av funn i grunnvann på Haslemoen 2019-2021

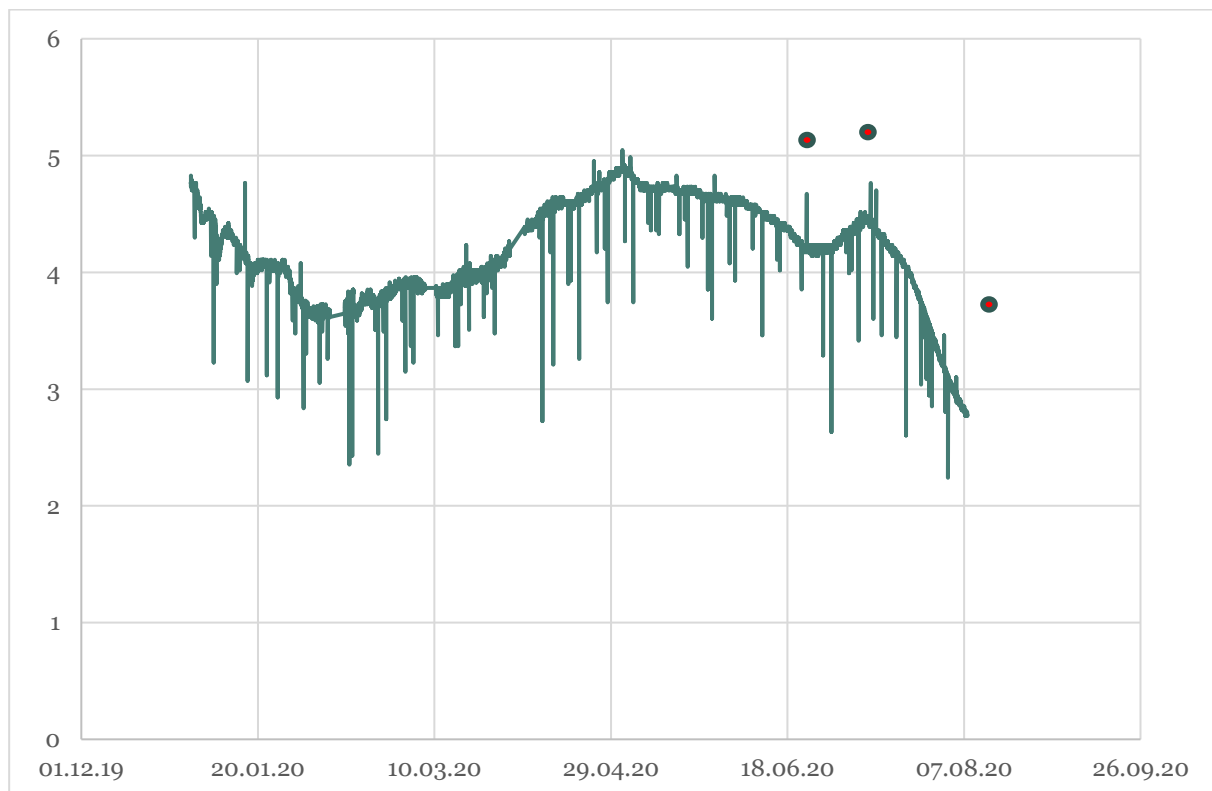
Metabolitten IN70941 fra lavdosemidlet Rimsulfuron (handelsnavn Titus) ble gjenfunnet i lave konsentrasjoner alle år. For 2020 og 2021 var det bare denne metabolitten som ble påvist. I 2019 var det gjenfunn av tørråtemidlene metalaxyl og fenamidion, der førstnevnte ble påvist i en konsentrasjon tilsvarende MF-verdien. I tillegg ble soppmidlet propikonazol påvist. Ingen av stoffene ble påvist over drikkevannsgrensen på 0,1 µg/l.

Sammenlignet med resultatene for perioden 2016-2018 (Seither mfl. 2019) så viste perioden 2019-2021 langt flere påvisninger av metabolitten IN70941, men i lave konsentrasjoner. Men i den forrige perioden var det tre funn og to midler som ble påvist i konsentrasjoner over drikkevannsgrensen på 0,1 µg/l. Dette gjaldt metabolitten Metribuzin-DK (hhv 0,11 og 0,10 µg/l) og MCPA (0,17 µg/l). Ellers ble det påvist en lav konsentrasjon av ugrasmidlet 2,4 D. Resultatene fra perioden 2016-2018 er vist i vedlegg.

5.1.5 Automatiske målinger av nitrat

Resultater for kontinuerlige målinger av optisk nitrat i grunnvannet på Haslemoen i perioden 01.01.20-07.08.20 er vist i figur 61. Resultatene samsvarte relativt bra med resultatene for NO₃-N fra vannprøver tatt 23.06.20 (5,1 mg/l), 09.07.20 (5,2 mg/l) og 11.08.20 (3,7 mg/l). De optiske målingene for de samme tidspunktene viste hhv. 4,2 mg/l, 4,3 mg/l og 2,8 mg/l (07.08.20).

De optiske målingene viste noe lavere verdier enn resultatene for analysert nitrat, men resultatene indikerte en fornuftig samvariasjon. Måleresultater fra andre prosjekter med optiske målinger indikerer at sensoren gir gode målinger av nitratkonsentrasjonen.



Figur 61. Resultater for optiske målinger av nitrat (NO₃-N) i Haslemoen brønn i perioden 01.01-07.08.20 sammenlignet med tre analyseresultater for nitrat (røde sirkler).

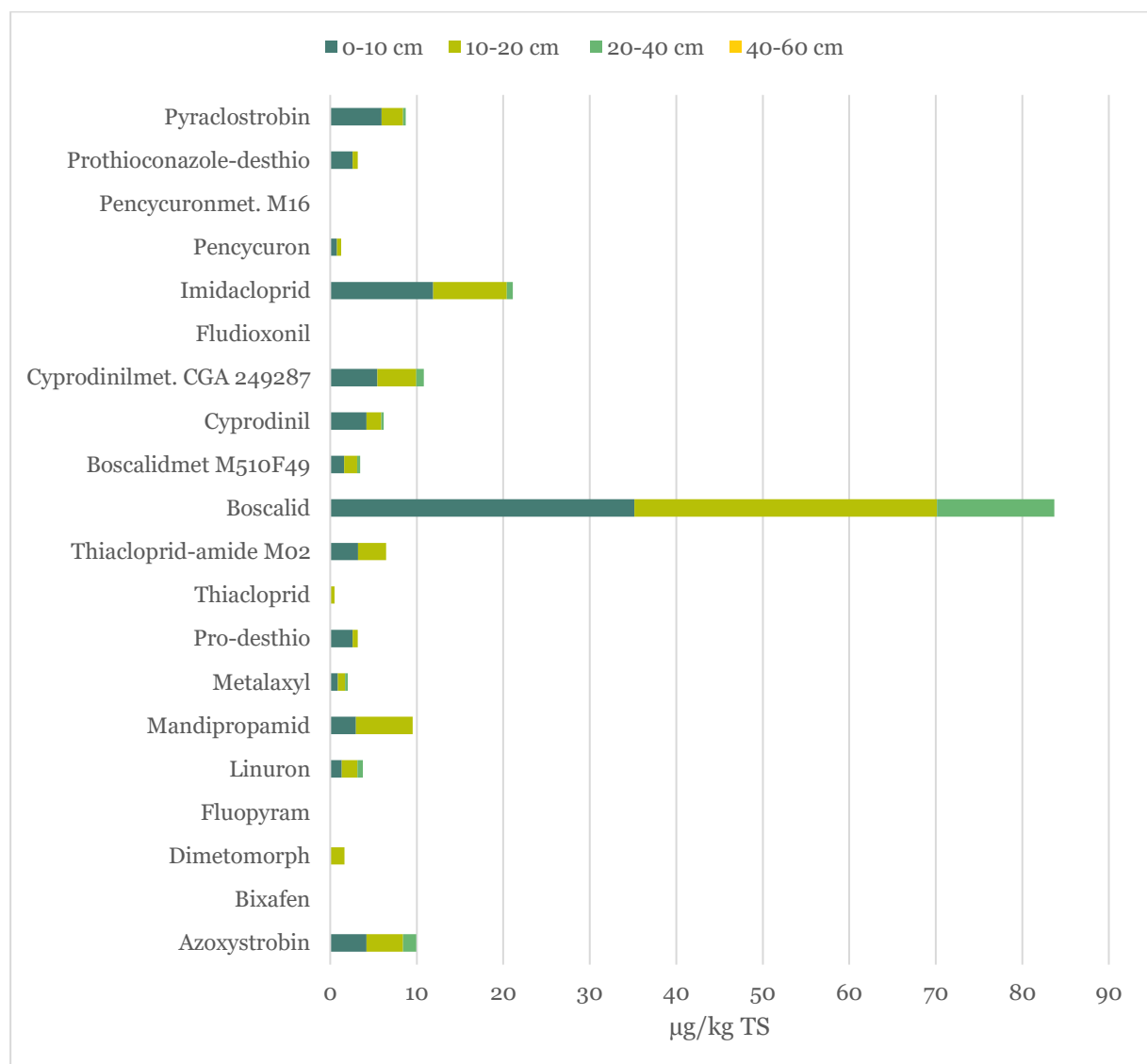
5.1.6 Jordprøver 2020

Felt 1H - bygg

I jordprøvene fra et skifte med bygg fra Haslemoen i 2020 ble det gjort gjenfunn av 16 plantevernmidler og metabolitter (figur 62). Av disse var 12 funn soppmidler, 3 insektmidler og 1 ugrasmiddel. Det ble påvist flere soppmidler brukt i korn, men også midler som bare brukes (eller har vært brukt) ved potetproduksjon. Påviste insektmidler var imidakloprid og tiakloprid og påvist ugrasmiddel var linuron.

Flere av midlene som ble påvist har mistet sin godkjenning, slik at gjenfunn må være restkonsentrasjoner fra tidligere bruk. Midlene som ble påvist i de høyeste konsentrasjonene var soppmidlet boscalid og insektmidlet imidakloprid. Begge disse ble påvist i tre ulike dyp, dvs. 0-10, 10-20 og 20-40 cm. Ingen midler ble påvist i jordprøvene fra 40-60 cm (under ploglaget). Alle midler og metabolitter viste de laveste konsentrasjonene i jordprøvene fra 20-40 cm.

Boscalid ble påvist i en konsentrasjon på 35 µg/kg både i jorddyp 0-10 cm og 10-20 cm, mens påvist konsentrasjon ved 20-40 cm var 14 µg/l.

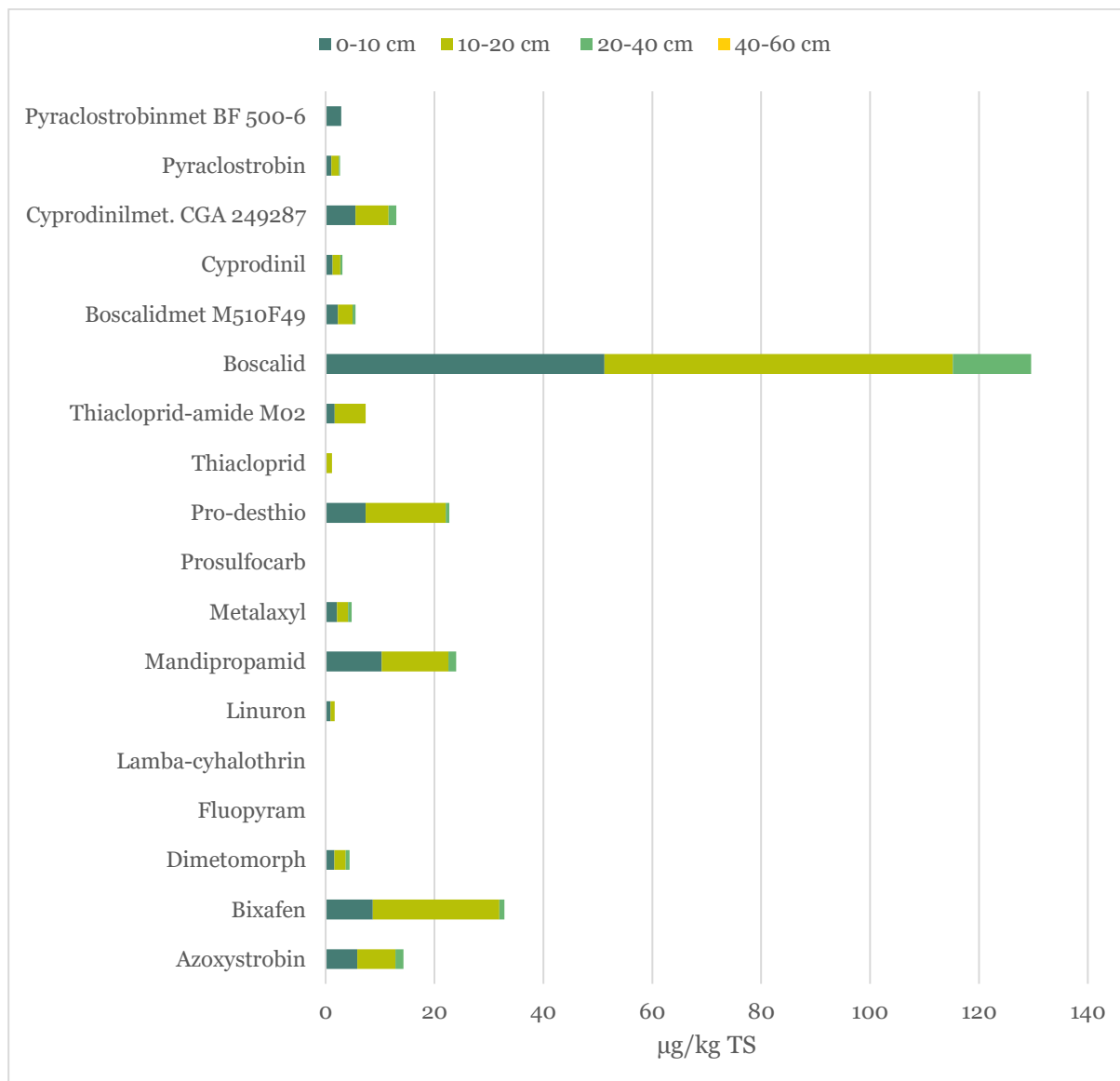


Figur 62. Påviste plantevernmidler og metabolitter i ulike jorddyb for prøver fra skifte med bygg på Haslemoen i 2020.

Felt 2H - Potet

I jordprøvene fra et skifte med potet fra Haslemoen i 2020 ble det også gjort gjenfunn av 16 plantevernmidler og metabolitter (figur 63). Av dette var 13 funn soppmidler eller metabolitter av slike, ett funn var ugrasmiddel og to funn var insektmidler/metabolitter. Soppmidlet boskalid ble påvist i de høyeste konsentrasjonene (64 µg/kg TS i 10-20 cm dyp). Deretter fulgte soppmidlet bixafen og tørråtemidlet mandipropamid.

Det ble ikke påvist noen midler/metabolitter i prøvene fra 40-60 cm dyp.



Figur 63. Påviste plantevernmidler og metabolitter i ulike jorddyb for prøver fra skifte med potet på Haslemoen i 2020.

5.1.7 Samlet vurdering av funn i jordprøver på Haslemoen

På Haslemoen ble det tatt ut jordprøver fra et felt med bygg og et felt med potet i 2020. I begge felt ble soppmidlet boskalid påvist i de høyeste konsentrasjonene. Boskalid ble påvist i like høye konsentrasjoner i prøvene fra 10-20 cm som i 0-10 cm, men ble også påvist i 20-40 cm. Det ble også påvist en metabolitt til midlet, M510F49. Boskalid er et soppmiddel som er godkjent til bruk i flere

kulturer. Preparatet Signum® inneholder to aktive stoffer, boskalid og pyraklostrobin. Boskalid har effekt mot tørrfleksjuka på potet, men soppen blir raskt resistent.

På byggfeltet ble det påvist relativt høye konsentrasjoner av insektmidlet imidaklorprid, både i 0-10 og 10-20 cm samt en mindre konsentrasjon i 20-40 cm. Imidaklorprid ble tidligere brukt som beisemiddel i potet sammen med soppmidlet pencycuron, men er ikke lenger godkjent for bruk på friland.

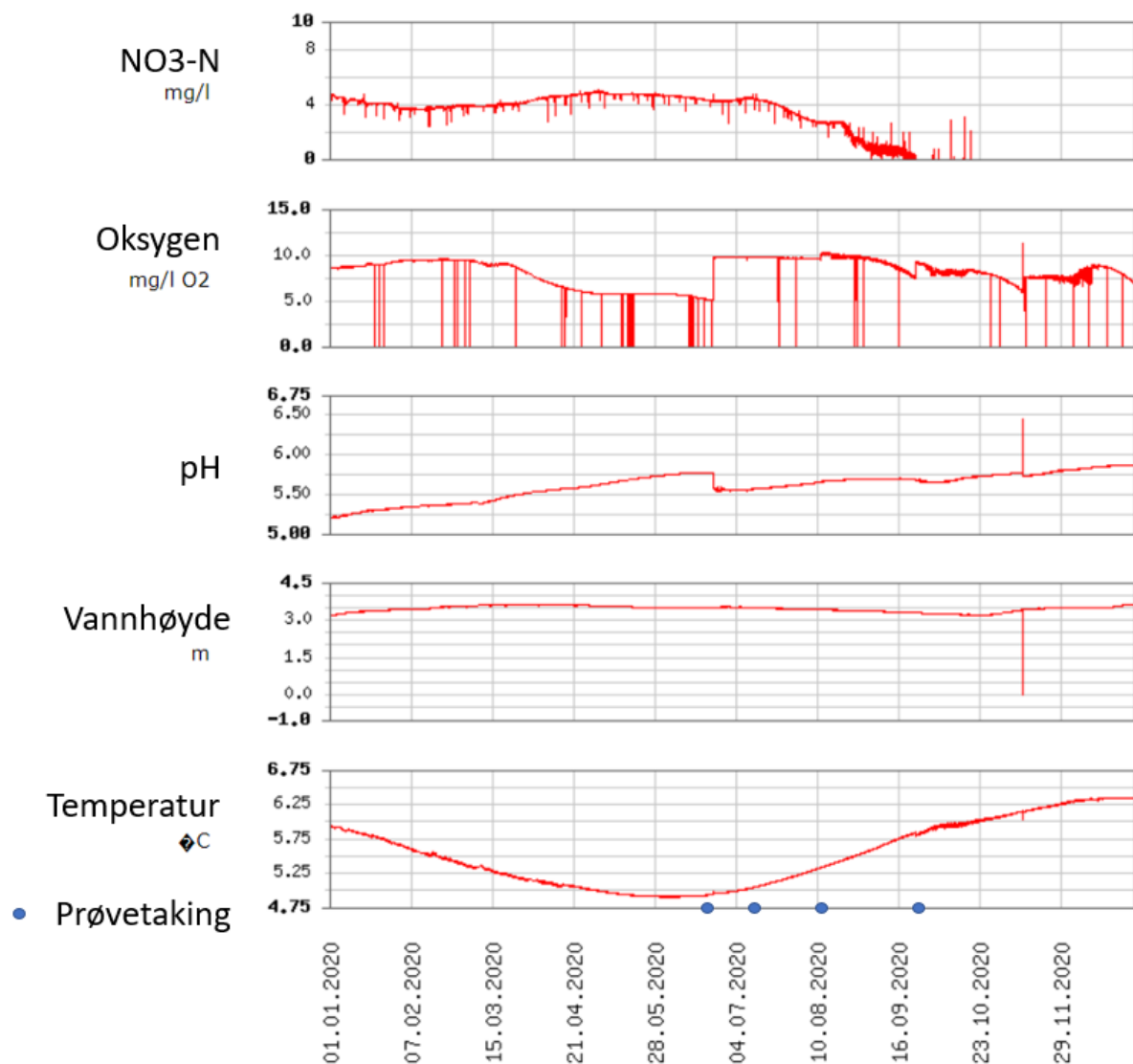
På potetfeltet ble det påvist relativt høye konsentrasjoner av soppmidlene bixafen, mandipropamid og azoksystrobin. Dette er typiske soppmidler brukt i potet.

Ingen midler ble påvist i jordprøvene fra 40-60 cm, men mange midler ble gjenfunnet i 20-40 cm. Gjenfunn av midler i dypere jordlag kan indikere mulig fare for nedvasking til grunnvann.

5.1.8 Automatisk overvåking

Grunnvann 2020

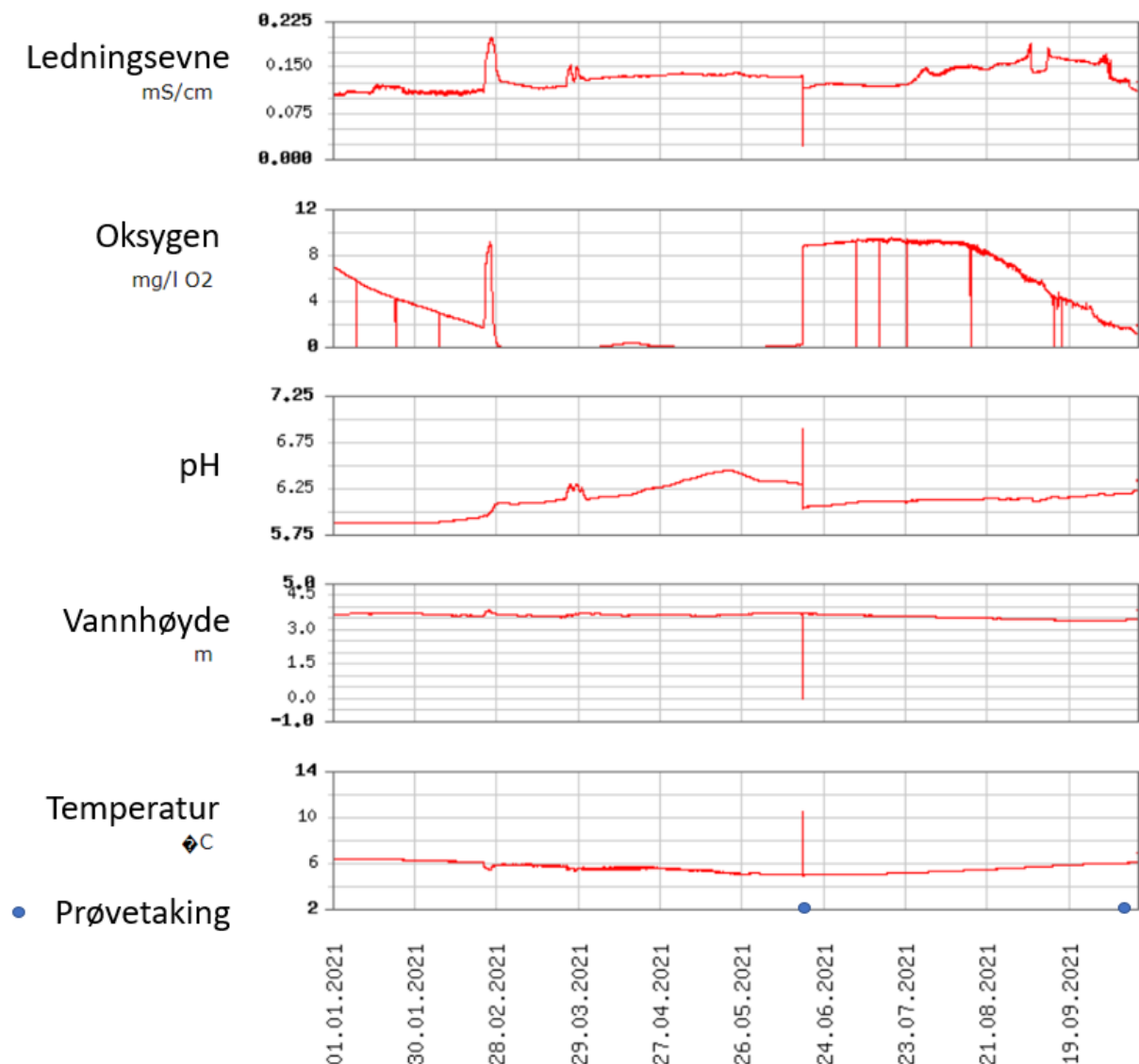
Automatisk overvåking av grunnvannet i overvåkingsbrønnen på Haslemoen viste at nitratkonsentrasjonen varierte mellom 4 og 5 mg NO₃-N/l (figur 64). I september 2020 ble ledningen til den optiske nitratsonden gnagd over av mus. Grunnvannet hadde et høyt innhold av oksygen rundt 10 mg/l. pH økte jevnt gjennom måleperioden fra ca. 5 i januar 2020 til ca. 6 i desember. Vannhøyden var relativt stabil gjennom perioden, rundt 3 m under overflaten. Vanntemperaturen varierte mellom 5 i slutten av mai til 6,3 i desember. Tidspunktene for de fire prøvetakingsomgangene for grunnvann gjennom vekstsesongen 2020 er indikert i figuren.



Figur 64. Resultater for automatisk overvåking av NO₃-N, oksygen, pH, vannhøyde og temperatur i overvåkingsbrønnen på Haslemoen gjennom 2020. Tidspunkter for prøvetaking av grunnvann er indikert i figuren.

Grunnvann 2021

Ledningsevnen i grunnvannet gjennom 2021 varierte i intervallet 0,1 – 0,2 mS/cm (figur 65). Det var en tydelig økning i ledningsevnen i slutten av februar, noe som kan indikere nedvasking i forbindelse med teleløsning. Ledningsevnen økte i perioden fra juni til slutten av september og avtok noe i begynnelsen av oktober. Oksygen synes å vise verdier nær null i perioden mars til midten av juni, men det er mest sannsynlig målefeil, da målingene viste godt med oksygen etter vedlikehold 16. juni. pH varierte mellom 5,9 og 6,5. Vannhøyden var på rundt 3 m under overflaten, og varierte lite. Vanntemperaturen varierte mellom 5 og 6 grader, med de laveste verdiene i juni. Tidspunkt for prøvetaking er indikert i figuren.



Figur 65. Resultater for automatisk overvåking av ledningsevne, oksygen, pH, vannhøyde og temperatur i overvåkingsbrønnen på Haslemoen gjennom 2021. Tidspunkter for prøvetaking av grunnvann er indikert i figuren.

5.2 Rimstadmoen, Brønn og Kilde

5.2.1 Vannprøver 2019

Metabolitten IN70941 fra lavdosemidlet Rimsulfuron ble påvist i 5 av 8 prøver fra Rimstad Brønn og Kilde i 2019, med konsentrasjoner i intervallet 0,00087-0,0046 µg/l (tabell 4). Metabolittene IN70942 (fra Rimsulfuron) og INA 4098 (fra lavdosemidlet Tribenuron-metyl) ble påvist i 1 av 8 prøver.

Tørråtemidlet metalaxyl ble kun påvist i to prøver fra Rimstad Kilde. Begge prøvene viste konsentrasjoner over MF-verdien for stoffet på 0,02 µg/l. Metabolitten metribuzin-DADK til ugrasmidlet metribuzin ble påvist i 3 av 8 prøver med konsentrasjoner i intervallet 0,012-0,027 µg/l.

Mht. vanlig vannkjemi så ble det påvist relativt høye konsentrasjoner av sink i grunnvannet på Rimstadmoen, hvorav to konsentrasjoner i klasse 3 iht. kjemisk tilstand for metaller ferskvann iht. veileder 02-2018 og veileder 608 (rev. 2020). Sinkmangel i potet gir kloroser og nekroser mellom bladnervene på yngre blader, og hemmer bladvekst og reduserer avling. Potet tilføres derfor ofte bladgjødsling med sink en uke etter full oppspiring, og med gjentak etter 10-14 dager ved fortsatt mangel. Det er flere preparater i markedet, eksempelvis YaraVita ZINTRAC og Folio Sink.

Tabell 4. Resultater for vannkjemi og påviste plantevernmidler for Rimstadmoen Brønn og Kilde i 2019.

Stoffer/parameter	Terskel Verdi	Vendepunkts Verdi	Rimstad Brønn 2019				Rimstad Kilde 2019			
			08.apr	18.jun	21.jul	21.aug	08.apr	18.jun	21.jul	21.aug
Nitrat (mg/l)	50	37,5	0,0	0,0	0,0	0,4	19,9	26,5	32,7	34,5
Klorid (mg/l)	200	150	5,7	11	8,9	12	6,2	8,1	8,6	9,2
Sulfat (mg/l)	100	75	8,8	16,4	49,7	33,6	38,5	39	41	38,6
Ammonium (µg/l)	500	400	16	16	93	15	32	10	11	47
Arsen (µg/l)	10	7,5	<0,02	0,024	0,022	0,031	0,15	0,11	0,1	0,19
Kadmium (µg/l)	5	3,75	0,027	0,049	0,065	0,074	0,054	0,064	0,065	0,047
Bly (µg/l)	10	7,5	<0,01	<0,01	<0,01	0,035	0,18	0,099	0,012	0,14
Kvikksølv (µg/l)	0,5	0,4	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Kobber (µg/l)	15,6**	7,8**	0,49	0,73	1,1	0,72	0,4	0,43	<0,05	0,34
Sink (µg/l)	60**	11**	6,3	9,6	19	14	6,1	6,2	8,3	9,2
Jern (µg/l)	-	-	0,43	0,63	4500	1000	5,4	16	12	220
Mangan (µg/l)	-	-	4,2	6,8	200	58	12	18	27	100
1,1,2-Trikloreten (µg/l)	10	77,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tetrakloreten (µg/l)	10	77,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Plantevernmidler										
IN70941 Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	0,0026	*	0,0046	0,00076	0,0026	*	0,00087
IN70942 Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	0,0016	*	*	*	*	*	*
INA 4098 Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	*	*	*	0,0014
INL 5296 Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	*	*	*	*
Metalaxyl (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	*	0,031	*	0,064
Metribuzin-DADK (µg/l)	0,1	0,075	*	0,027	*	0,023	*	0,012	*	*
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1

*Ikke påvist **Basert på klassegrenser i veileder M608

5.2.2 Vannprøver 2020

Metabolitten IN70941 ble påvist i alle 8 prøver fra Rimstad Brønn og Rimstad Kilde i 2020, og med konsentrasjoner i intervallet 0,0023-0,02 µg/l (tabell 5). Metabolitten IN70942, som er mer toksisk enn IN70941, ble påvist i 5 av 8 prøver i intervallet 0,00029-0,0062 µg/l. Tørråtemidlet metalaxyl ble påvist i 6 av 8 prøver. Prøvene fra Rimstad kilde viste konsentrasjoner over terskelverdi på 0,1 µg/l, med en variasjon i intervallet 0,15-0,30 µg/l. Metabolittene Metribuzin-DADK og Metribuzin-DK ble påvist i hhv. 6 og 2 av til sammen 8 prøver, og i konsentrasjonsintervall 0,016-0,041. Insektmidlet fenvalerat ble påvist i en prøve fra Rimstad brønn i en konsentrasjon 0,012 µg/l. Soppmidlet oxadiksyll ble påvist i Rimstad brønn i en konsentrasjon på 0,011 µg/l. Dette er et systemisk soppmiddel som ble brukt til bekjempelse av tørråte i potet, som. Tolyfluamid-metabolitten DMST ble påvist i en prøve fra Rimstad Kilde som ble supplerende analysert med metode M119.

Det var tidvis høye konsentrasjoner av sink i prøvene fra 2020, med konsentrasjoner som tilsvarer «Dårlig» eller «Svært dårlig» kvalitet i ferskvann (iht. veileder 02-2018 og M608, rev. 2020).

Tabell 5. Resultater for vannkjemi og påviste plantevernmidler for Rimstadmoen Brønn og Kilde i 2020. Prøvene tatt ut 12. august ble også analysert for metode M119 med søkespekter for 800 plantevernmidler og metabolitter.

Stoffer/parameter	Terskel Verdi	Vendepunkts Verdi	Rimstad Brønn 2020				Rimstad Kilde 2020			
			24.jun	08.jul	12.aug	23.sep	24.jun	08.jul	12.aug	23.sep
Nitrat (mg/l)	50	37,5	35,8	0,0	0,0	0,0	0,9	4,9	35,4	27,0
Klorid (mg/l)	200	150	6,9	9,1	11	11	11	4,7	6,9	6,5
Sulfat (mg/l)	100	75	48,1	31	32,6	36,5	31,4	57	66,6	79,1
Ammonium (µg/l)	500	400	30	<0,5	<0,5	8,7	<0,5	30	9,4	13
Arsen (µg/l)	10	7,5	0,14	0,044	0,053	0,04	0,052	0,13	0,31	0,26
Kadmium (µg/l)	5	3,75	0,073	0,083	0,087	0,093	0,097	0,057	0,03	0,053
Bly (µg/l)	10	7,5	0,33	0,017	<0,01	<0,01	<0,01	0,22	0,072	0,046
Kvikksølv (µg/l)	0,5	0,4	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Kobber (µg/l)	15,6**	7,8**	17	1,1	0,94	0,66	1	16	5,3	3
Sink (µg/l)	60**	11**	90	18	16	16	19	90	21	34
Jern (µg/l)	-	-	0,95	2,3	1,5	<0,3	0,68	1,7	5,3	2,7
Mangan (µg/l)	-	-	120	35	61	150	28	82	65	130
1,1,2-Trikloreten (µg/l)	10	77,5	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1
Tetrakloreten (µg/l)	10	77,5	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1
Plantevernmidler										
IN70941, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,02	0,019	0,023	0,02	0,0088	0,024	0,0047	0,0025
IN70942, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	*	0,0062	0,0055	*	0,0005	0,00029	0,00044
INA 4098, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	0,0039	0,0063	0,015	0,017
INL 5296, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	*	*	*	*
Metalaxyl (µg/l)	0,1	0,075	*	0,019	*	*	0,15	0,15	0,26	0,3
Metribuzin-DADK (µg/l)	0,1	0,075	0,025	0,02	0,021	0,041	0,017	0,016	*	*
Metribuzin-DK (µg/l)	0,1	0,075	*	*	0,028	*	*	*	*	0,028
Fenvalerate (e) (µg/l)	0,1	0,075	*	0,012	*	*	*	*	*	*
Oxadiksyll (µg/l)	0,1	0,075	-	-	0,011	-	-	-	*	-
DMST (µg/l)	0,1	0,075	-	-	*	-	-	-	0,017	-
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3

*Ikke påvist. Rød skrift, kjørt M119 i tillegg **Basert på klassegrenser i veileder M608

5.2.3 Vannprøver 2021

Metabolitten IN70941 ble påvist i alle prøver i konsentrasjonsintervallet 0,0017-0,076 µg/l, der en konsentrasjon var over vendepunktetsverdien (tabell 6). IN70942 ble påvist i en prøve. Metalaxyl ble påvist i 3 av 6 prøver i konsentrasjonsintervall 0,019-0,040 µg/l. Metabolittene til ugrasmidlet metribuzin, DADK og DK ble påvist i hhv. 4 og 1 av 6 prøver. DADK ble påvist i konsentrasjonsintervallet 0,017-0,058 µg/l. Konsentrasjonen 0,058 tilsvarer MF-verdien for morstoffet Metribuzin, dvs. nivå for potensielt kroniske gifteffekter på vannlevende organismer. Som for 2020 ble det påvist fenvalerate i en prøve fra Rimstad Brønn. Tørråtemidlet cyazofamid (Handelsnavn Ranman Top) ble påvist i 3 av 6 prøver i 2021 og i et intervall 0,022-0,040 µg/l. Ugrasmidlet glyfosat ble påvist i en prøve fra Rimstad Kilde og var det eneste midlet som ble påvist i en konsentrasjon over terskelverdien (0,11 µg/l).

Sink ble påvist i noe forhøyede konsentrasjoner der 4 av 6 prøver falt i klasse «Dårlig» ved bruk av klassifisering for metaller i ferskvann.

Tabell 6. Resultater for vannkjemi og påviste plantevernmidler for Rimstadmoen Brønn og Kilde i 2021.

Stoffer/parameter	Terskel Verdi	Vendepunkts Verdi	Rimstad Brønn 2021			Rimstad Kilde 2021		
			17.jun	11.aug	14.okt	17.jun	11.aug	14.okt
Nitrat (mg/l)	50	37,5	1,8	0,7	0,8	22,6	17,3	11,5
Klorid (mg/l)	200	150	9,9	11	11	7,5	6,3	4,9
Sulfat (mg/l)	100	75	32,6	29,8	30,2	55,5	54,4	50,2
Ammonium (µg/l)	500	400	<5	<5	<5	13	14	<5
Arsen (µg/l)	10	7,5	0,067	0,043	0,043	0,14	0,21	0,17
Kadmium (µg/l)	5	3,75	0,054	0,082	0,077	0,051	0,035	0,036
Bly (µg/l)	10	7,5	0,022	0,015	<0,01	0,023	0,15	0,062
Kvikksølv (µg/l)	0,5	0,4	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Kobber (µg/l)	15,6**	7,8**	0,58	0,89	0,64	4,8	7,5	3
Sink (µg/l)	60**	11**	8,9	13	13	8,7	33	34
Jern (µg/l)	-	-	0,44	0,56	3,3	0,76	3,3	2,5
Mangan (µg/l)	-	-	33	77	44	23	28	24
1,1,2-Trikloreten (µg/l)	10	77,5	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1
Tetrakloreten (µg/l)	10	77,5	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1
Plantevernmidler								
IN70941, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,041	0,043	0,076	0,0017	0,0084	0,014
IN70942, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	0,0032	*
INA 4098, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	*	*
INL 5296, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	*	*
Metalaxyl (µg/l)	0,1	0,075	*	0,019	*	*	0,040	0,025
Metribuzin-DADK (µg/l)	0,1	0,075	0,049	0,058	0,038	0,017	*	*
Metribuzin-DK (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	*	0,028
Fenvalerate (e) (µg/l)	0,1	0,075	*	0,012	*	*	*	*
Cyazofamid (µg/l)	0,1	0,075	*	0,022	*	*	0,040	0,040
Glyfosat (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	0,11	*
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0,1	0,1	0,1	0	0,2	0,1

*Ikke påvist. **Basert på klassegrenser i veileder M608

5.2.4 Samlet vurdering av funn i grunnvann på Rimstadmoen 2019-2021

Metabolitten IN70941 ble gjenfunnet i nesten alle prøver fra Rimstadmoen i perioden 2019-2021. Påviste konsentrasjoner viste en økning, der de høyeste ble påvist i 2021, med en maksverdi på 0,076 µg/l som overstiger vendepunktverdien. Økningen i konsentrasjon kan ha sammenheng med ugrasets resistensutvikling for Rimsulfuron, og behov for sterkere dosering.

Tørråtemidlet metalaxyl ble gjenfunnet i nærmere halvparten av grunnvannsprøvene, og i 2020 ble det påvist konsentrasjoner over terskelverdi for alle 4 prøver tatt i Rimstad kilde. Metalaxyl kan gi kroniske gifteffekter for vannlevende organismer ved en konsentrasjon på 0,02 µg/l (MF-verdi).

Metabolitten DADK ble påvist i de fleste av prøvene, der et av funnene oversteg MF-grensen til morstoffet, ugrasmidlet Metribuzin. Metabolitten DK ble også påvist i mange prøver. Metabolittene til Metribuzin er kjent for å være mobile og kan vaskes ned til grunnvann.

Tørråtemidlet Cyazofamid (Ranman Top) ble gjenfunnet kun i 2021, og da i 3 av 6 prøver. Dette midlet kan ha fått større bruk som følge av økende spredning av en aggressiv tørråtevariant med større resistens mot anvendte tørråtemidler samt potetsortenes egen motstandskraft.

Sink har blitt påvist i forhøyede konsentrasjoner i grunnvannet på Rimstadmoen, og særlig i 2020. Det kan ha sammenheng med bruk av sink til bladgjødsling av potet, bruk av galvaniserte rør i vanningsystem eller også naturlige forhold. Sink og andre metaller ble analysert på filtrerte prøver (0,45 µm), og påvist mengde er dermed den løste fraksjonen.

I perioden 2016-2018 (se vedlegg) ble metribuzin-DADK påvist over terskelverdi for to prøver og over vendepunktverdi for tre prøver. Lavdosemetabolitten IN70941 ble påvist i alle prøver, men viste lavere maks konsentrasjoner enn i 2021. Ellers ble det påvist metalaxyl og propikonazol (soppmiddel i korn).

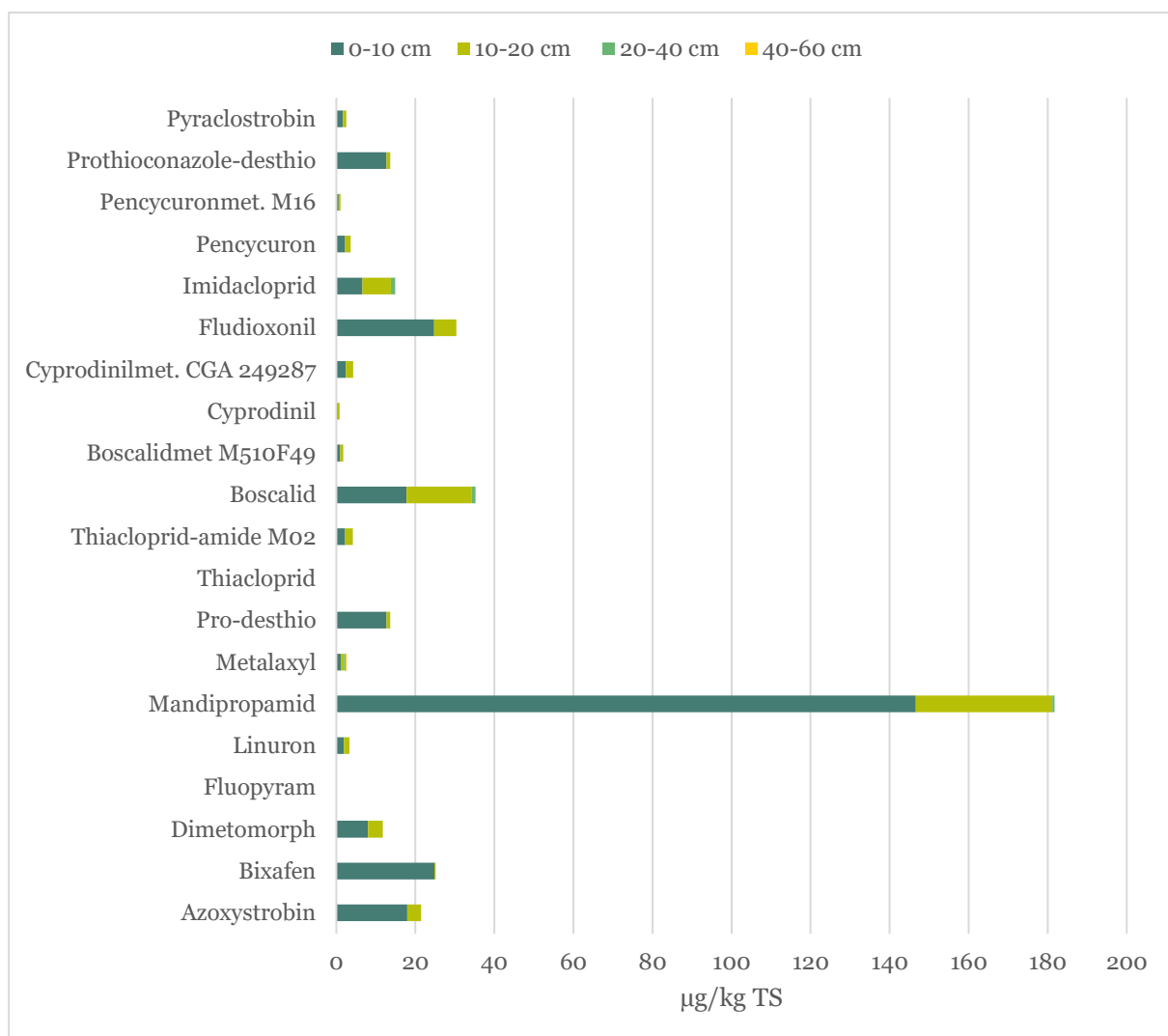
Jordprøver 2020

Felt 1R - Hvete

I 2020 ble det dyrket hvete på felt 1R på Rimstadmoen. I jordprøvene fra dette feltet ble det samlet gjort gjenfunn av 18 plantevernmidler og metabolitter (figur 66). Av dette var det 15 funn for soppmidler, 2 funn for insektmidler og 1 ugrasmiddel. Gjenfunn av midler og metabolitter ble i all hovedsak gjort i de øverste 20 cm av jorda, og særlig i prøvene fra 0-10 cm. For midlene mandipropamid, metalaxyl, boskalid og imidakloprid ble det påvist lave konsentrasjoner i prøver fra 20-40 cm. Metalaxyl ble også påvist i en lav konsentrasjon i prøven fra 40-60 cm.

Tørråtemidlet mandipropamid viste de høyeste konsentrasjonene i dette feltet, med 147 µg/kg TS i jordprøven fra 0-10 cm. Deretter fulgte fludioxinil og bixafen med 25 µg/kg TS og azoxystrobin og boskalid med 18 µg/kg TS.

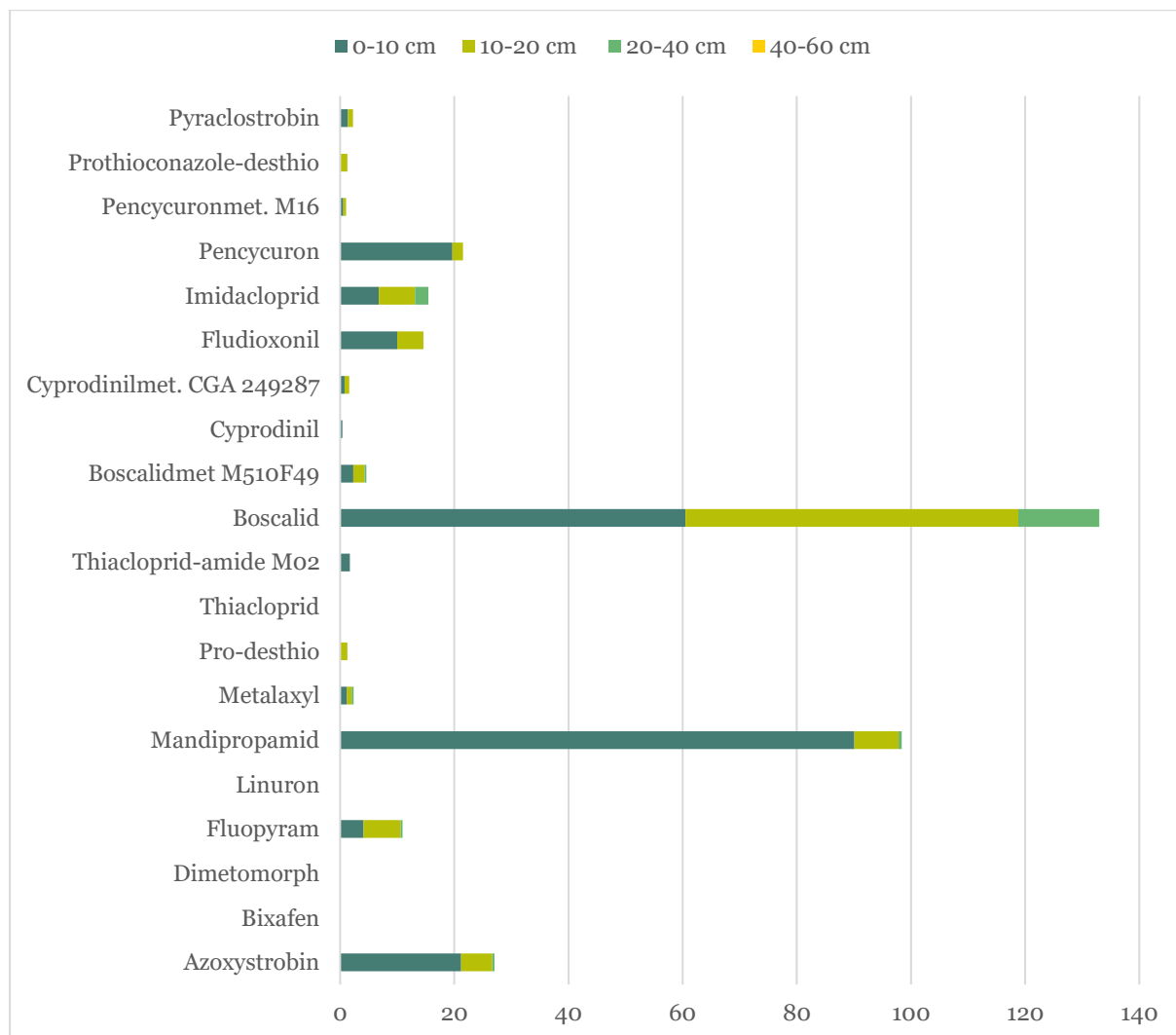
Unedbrutte rester av insektmidlet imidakloprid, som tidligere ble brukt til beising av potet, ble gjenfunnet i prøvene fra 0-10 cm, 10-20 cm og med en lav konsentrasjon i 20-40 cm.



Figur 66. Påviste plantevernmidler og metabolitter i ulike dyp for prøver fra skifte 1R med hvete på Rimstadmoen 2020.

Felt 2R, Hvete

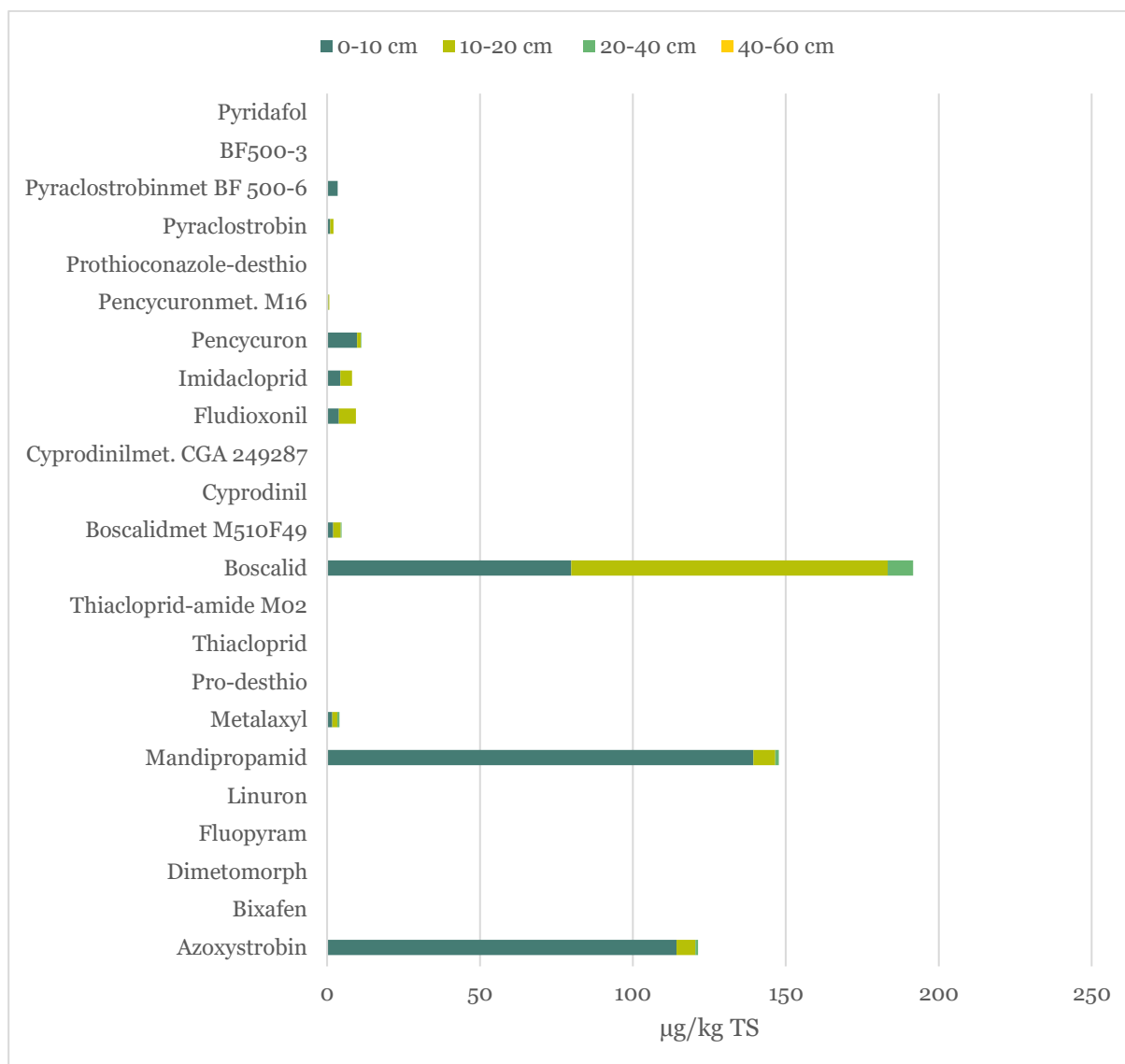
På felt 2R på Rimstadmoen ble det også dyrket hvete i 2020. Samlet ble det påvist 16 ulike midler og metabolitter i jordprøvene fra feltet (figur 67). Av dette var det 14 stoffer knyttet til sopp- og to stoffer til insektbekjempelse. Det var ikke gjenfunn av noen midler eller metabolitter i jordprøvene fra 40-60 cm, og de høyeste konsentrasjonene ble påvist i prøvene fra 0-10 cm. Tørråtemidlet mandipropamid ble påvist i de høyeste konsentrasjonene med 90 µg/kg i jordprøvene fra 0-10 cm. Deretter fulgte soppmidlet boscalid med 60 µg/kg og soppmidlene azoxystrobin og pencycuron med hhv. 21 og 20 µg/kg.



Figur 67. Påviste plantevernmidler og metabolitter i ulike dyp for prøver fra skifte 2R med hvete på Rimstadmoen 2020.

Felt 3R - Potet

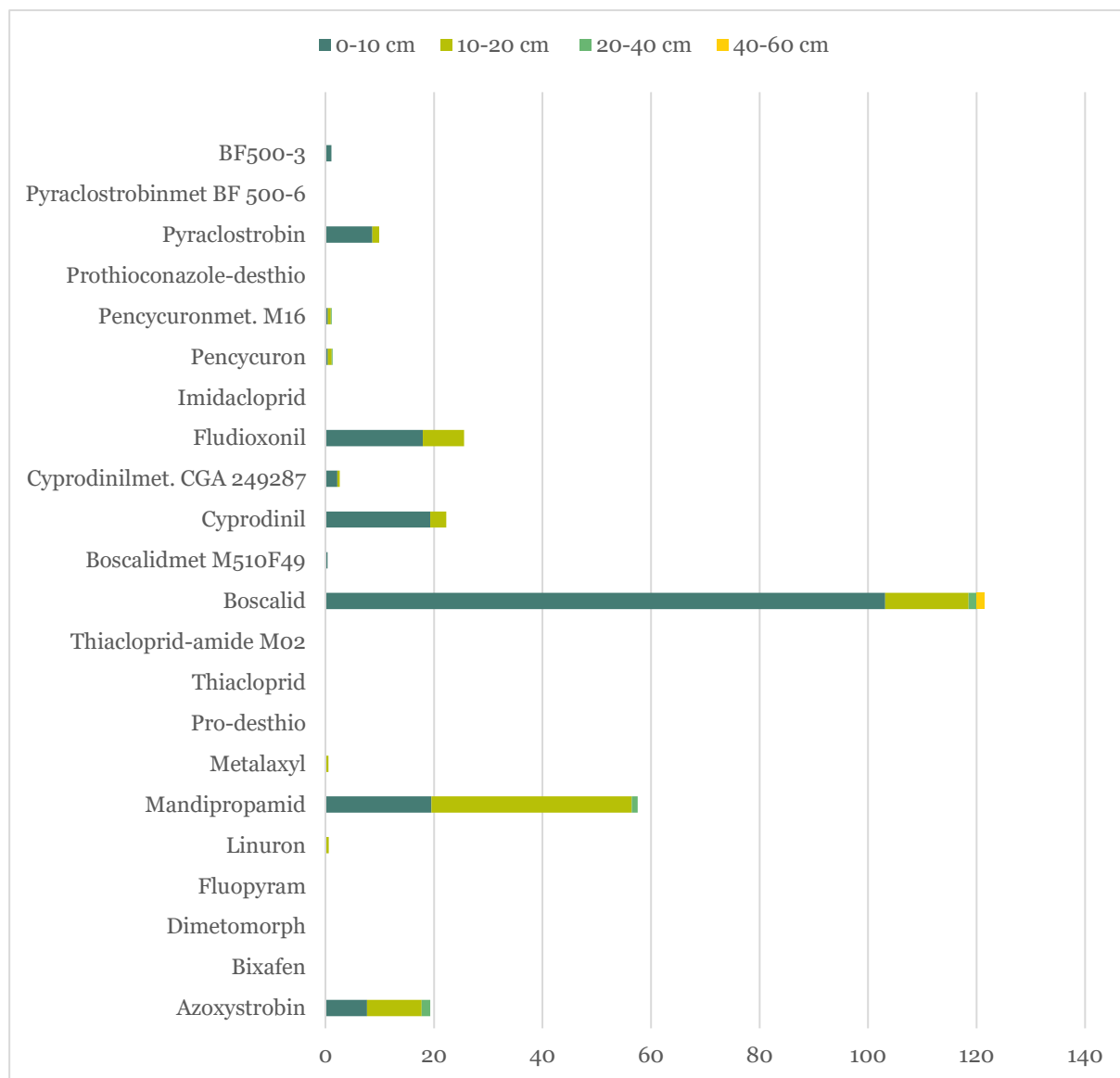
På felt 3R på Rimstadmoen ble det dyrket potet i 2020. Her ble det gjort gjenfunn av til sammen 11 plantevernmidler og metabolitter i jordprøvene (figur 62). Av dette var det 10 stoffer relatert til bekjempelse av sopp og et insektmiddel. Det ble ikke gjort noen gjenfunn av stoffer i jordprøvene fra 40-60 cm. Boscalid ble påvist i relativt høye konsentrasjoner både i prøvene fra 0-10 og 10-20 cm. Mandipropamid og azoksyrobin ble påvist i de høyeste konsentrasjonene, hhv. 139 og 114 µg/kg TS, mens høyeste konsentrasjon for boscalid var 104 µg/kg.



Figur 68. Påviste plantevernmidler og metabolitter i ulike dyp for prøver fra skifte 3R med potet på Rimstadmoen 2020.

Felt 4R - Gulrot

På felt 4 på Rimstadmoen ble det dyrket gulrot i 2020. I jordprøvene ble det gjenfunnet 13 midler og metabolitter (figur 69), hvorav 12 var knyttet til sopp og 1 til ugras. I dette feltet ble boscalid påvist i prøver fra 40-60 cm dyp. Boscalid viste også høyeste påvist konsentrasjon med 103 µg/kg TS i jordprøver fra 0-10 cm. Deretter fulgte mandipropamid, cyprodinil og fludioxonil med hhv. 37, 19 og 18 µg/kg.



Figur 69. Påviste plantevernmidler og metabolitter i ulike dyp for prøver fra skifte 4 med gulrot på Rimstadmoen 2020.

5.2.5 Jordprøver 2021

I 2021 ble det tatt jordprøver på felt 1, 2 og 3 på Rimstadmoen (figur 70).

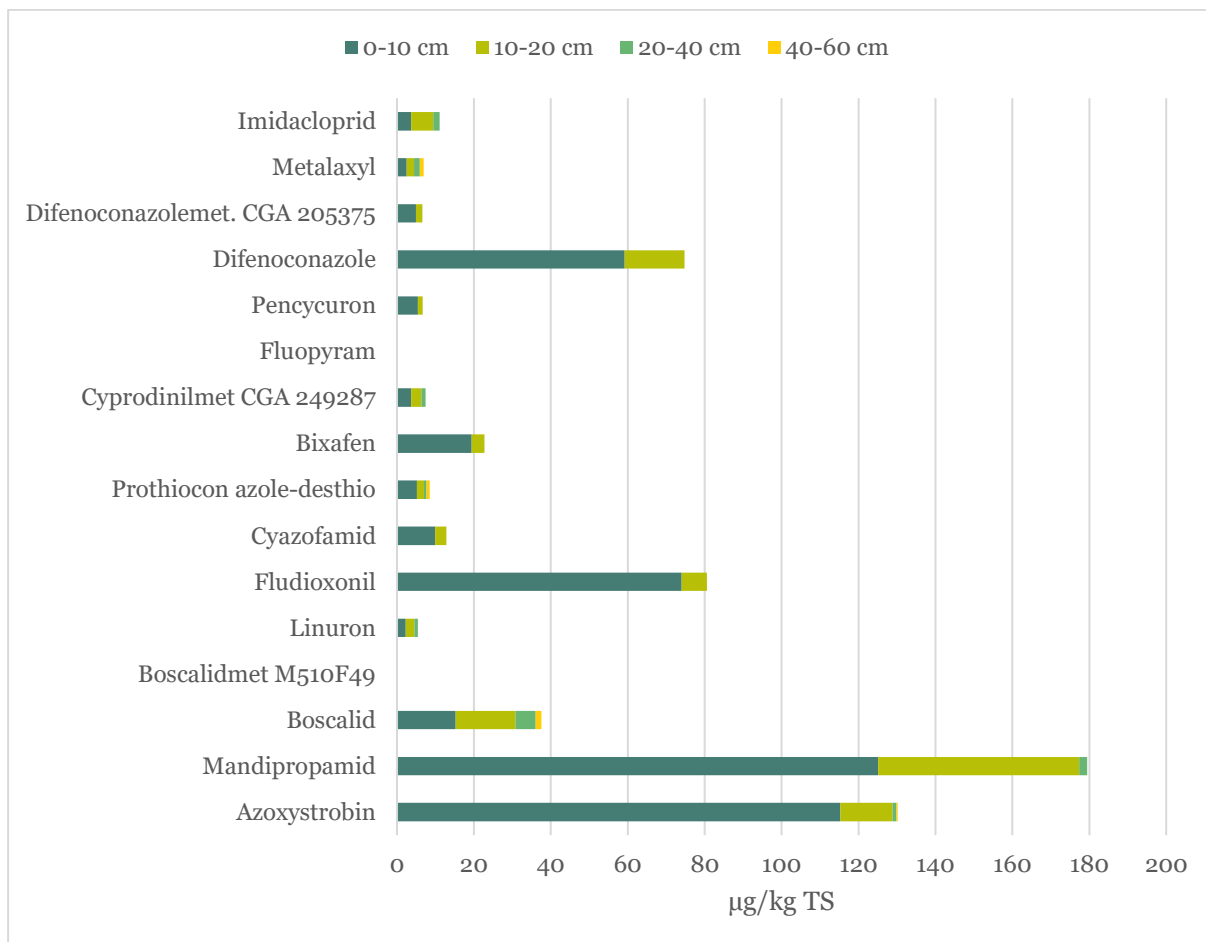


Figur 70. Jordprøvetaking på felt 1 på Rimstadmoen 02.11.21 (Foto: Charles H. Carr).

Felt 1R – Potet (og litt korn)

I jordprøvene fra felt 1 ble det gjort gjenfunn av 14 plantevernmidler og metabolitter (figur 71). Av disse var 12 relatert til soppmidler. I tillegg ble det påvist et ugras- og et soppmiddel. Stoffene som ble påvist i de høyeste konsentrasjonene var soppmidlene mandipropamid (125 µg/kg), azoksystrobin (115 µg/kg), fludioxinil (74 µg/kg) og difenokonazol (59 µg/kg). Mandipropamid og difenokonazol inngår i Revus® som brukes til bekjempelse av tørråte og tørrflekksjuka i potet. Azoksystrobin inngår i Amistar® som brukes til forebyggende bekjempelse av tørrflekksjuka og andre soppsykdommer i potet. Fludioxinil er virkestoffet i Maxim®, som brukes til beising av potet og korn for å bekjempe jord- og frøoverførte soppsykdommer.

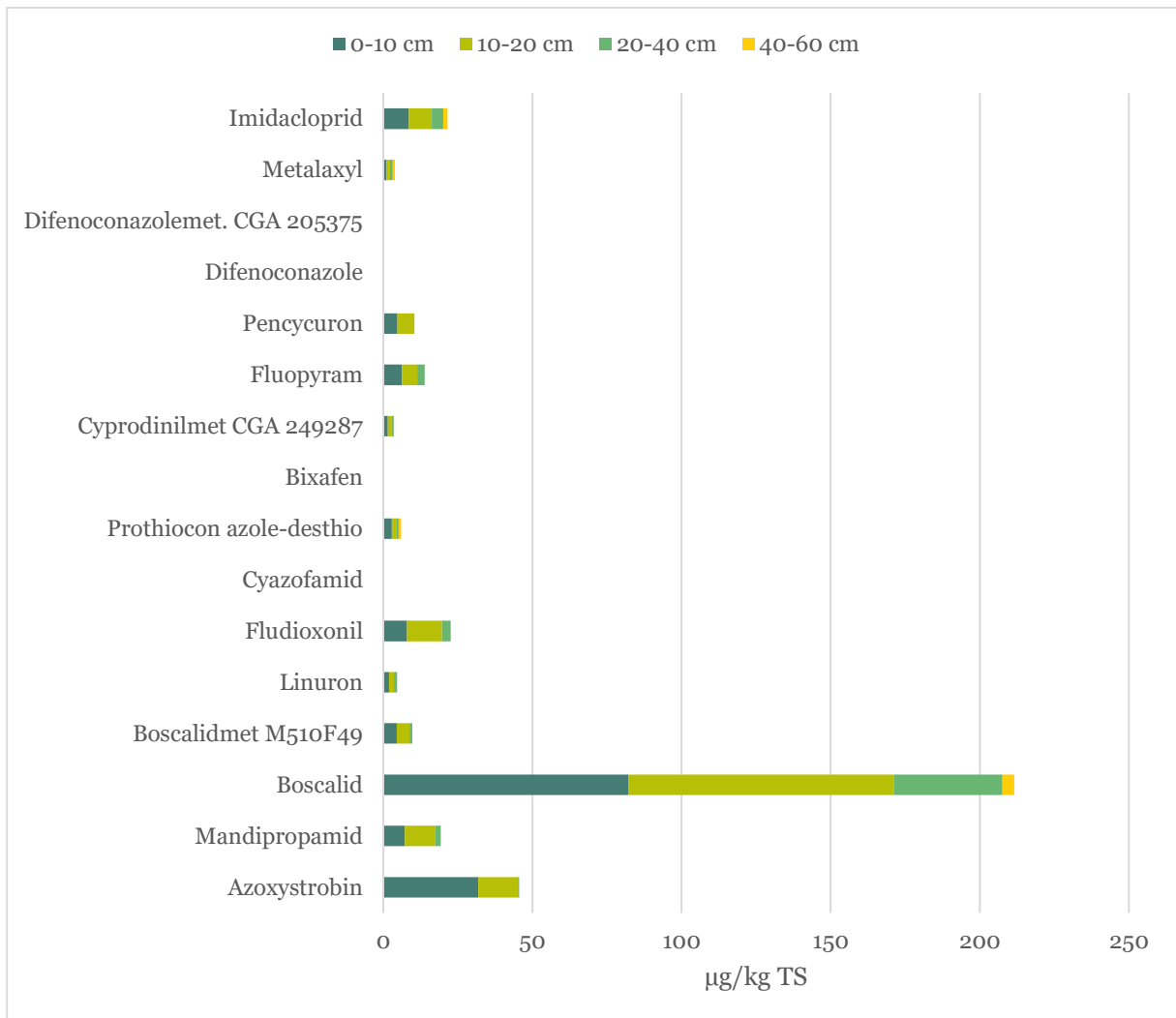
De fleste midlene og metabolittene viste de høyeste konsentrasjonene i jordprøvene fra 0-10 cm. Unntakene var boskalid, linuron og imidakloprid som viste de høyeste konsentrasjonene i 10-20 cm. I de dypeste jordprøvene, fra 40-60 cm, ble det gjort gjenfunn av azoksystrobin, boskalid, metabolitten prothioconazole-desthia fra protikonazol og metalaxyl.



Figur 71. Påviste plantevernmidler og metabolitter i ulike dyp for prøver fra felt 1R på Rimstadmoen høsten 2021.

Felt 2R – Korn (og litt potet)

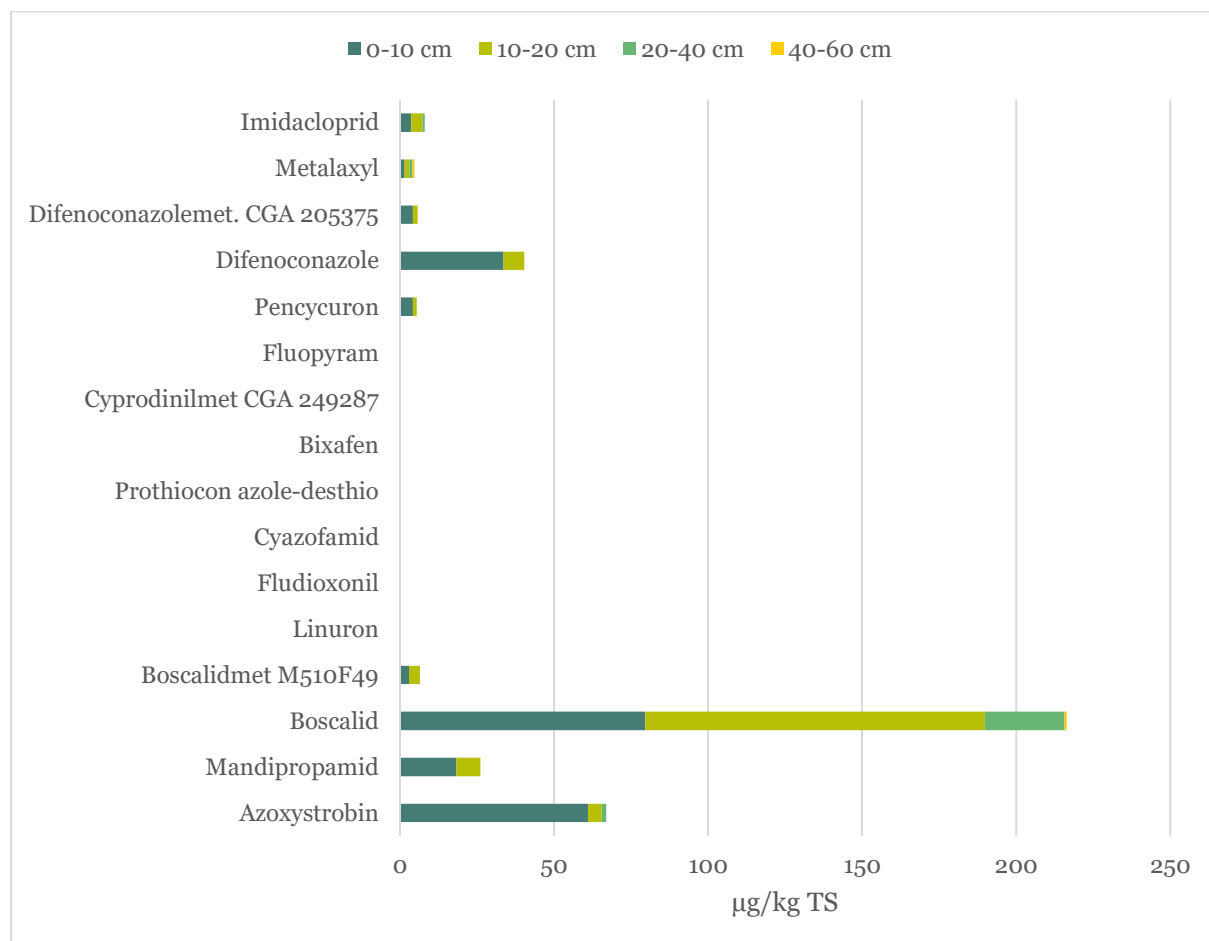
På felt 2R ble det i hovedsak dyrket korn i 2021, men et mindre areal med potet inngikk også i det prøvetatte området. Det ble påvist 12 plantevernmidler og metabolitter i jordprøvene (figur 72). Av disse var 10 relatert til soppbekjempelse. I tillegg ble det påvist et insekt- og et ugrasmiddel. Midlene som ble påvist i de høyeste konsentrasjonene var boskalid (89 µg/kg), azoksystrobin (32 µg/kg) og fludioxinil (12 µg/kg). Boskalid, mandipropamid, fludioxinil og pencycuron viste de høyeste konsentrasjonene ved 10-20 cm. I jordprøvene fra 40-60 cm ble det gjort gjenfunn av boskalid, metabolitten prothiocon azole-desthio, metalaxyl og imidakloprid.



Figur 72. Påviste plantevernmidler og metabolitter i ulike dyp for prøver fra felt 2R på Rimstadmoen høsten 2021.

Felt 3R – Havre

I felt 3R ble det dyrket havre i 2021. I jordprøvene fra 3R ble det påvist 7 plantevernmidler og 2 metabolitter (figur 73). Av påviste plantevernmidler var det et insektmiddel og seks soppmidler. De to metabolittene var fra soppmidler. Midlene som ble påvist i de høyeste konsentrasjonene var boscalid (110 µg/kg), azoksystrobin (61 µg/kg), difenokonazol (34 µg/kg) og mandipropamid (18 µg/kg).



Figur 73. Påviste plantevernmidler og metabolitter i ulike dyp for prøver fra felt 3R på Rimstadmoen høsten 2021.

5.2.6 Samlet vurdering av funn i jordprøver på Rimstadmoen

På Rimstadmoen drives for en stor del vekstskifte mellom potet, korn og gulrot, og gjenfunn av plantevernmidler i jordprøvene speiler plantevern i disse kulturene. Midlene som ble gjenfunnet i de høyeste konsentrasjonene var for en stor del soppmidler brukt i potet. Herunder mandipropamid, difenokonazol, fludioxinil, bixafen, azoksystrobin og pencycuron. I tillegg ble det påvist relativt høye konsentrasjoner av boscalid og noe pyraklostrubin.

Insektmidlet imidakloprid tidligere brukt i beismiddel til potet, ble gjenfunnet i mange av prøvene. Midlet brytes relativt seint ned i jord, og kan vaskes ned til grunnvann.

Flere midler ble påvist i de «dypeste» jordprøvene fra 40-60 cm, herunder boscalid, metabolitten prothioconazole-desthio fra protikonazol, metalaxyl og imidakloprid.

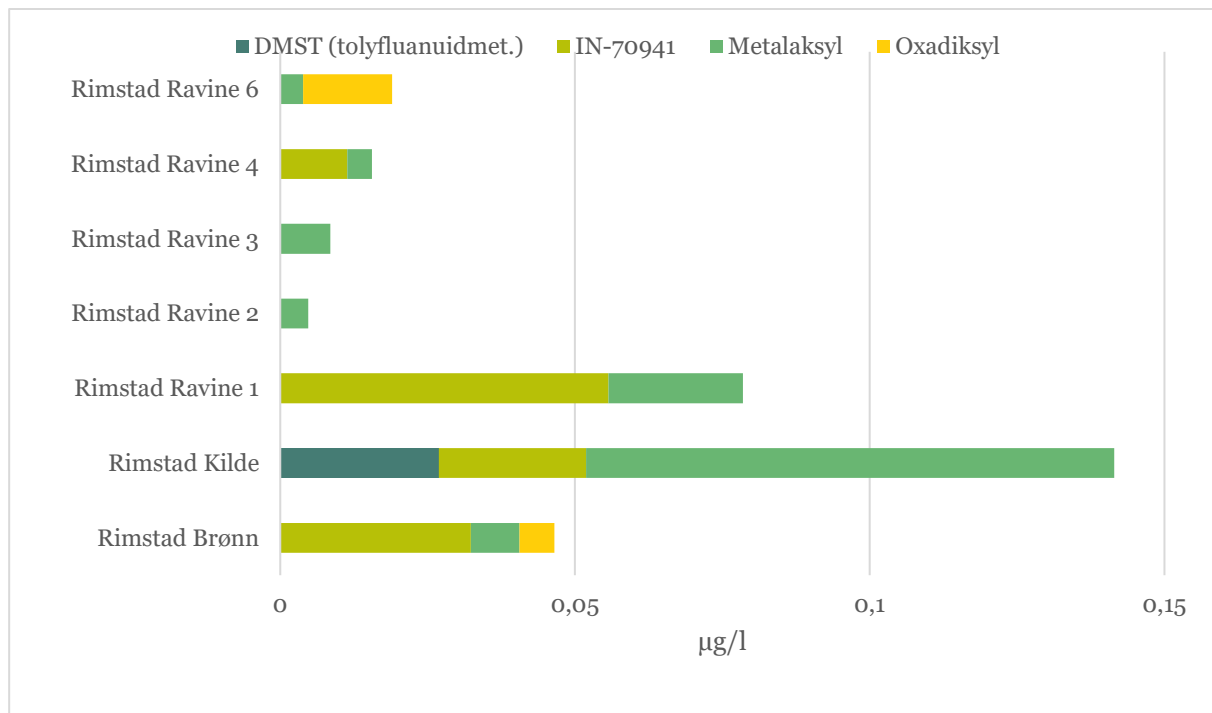
5.2.7 Gjenfunn av plantevernmidler i kilder i raviner

Grunnvannskilder i raviner 2020

Vannprøvene av grunnvann i raviner ble tatt 13.11.20, rett etter uttak av jordprøver på tilgrensende jordbruksarealer. Raviner og prøvepunkter er vist i figur 49.

Det ble gjort gjenfunn av to metabolitter og to plantevernmidler i kildeutspring fra ravinene i 2020 (figur 74). Påviste plantevernmidler var soppmidlene metalaksyl og oksadiksyd. I tillegg ble metabolitten DMST fra soppmidlet tolylfluamid samt metabolitten IN70941 fra lavdosemidlet rimsulfuron påvist.

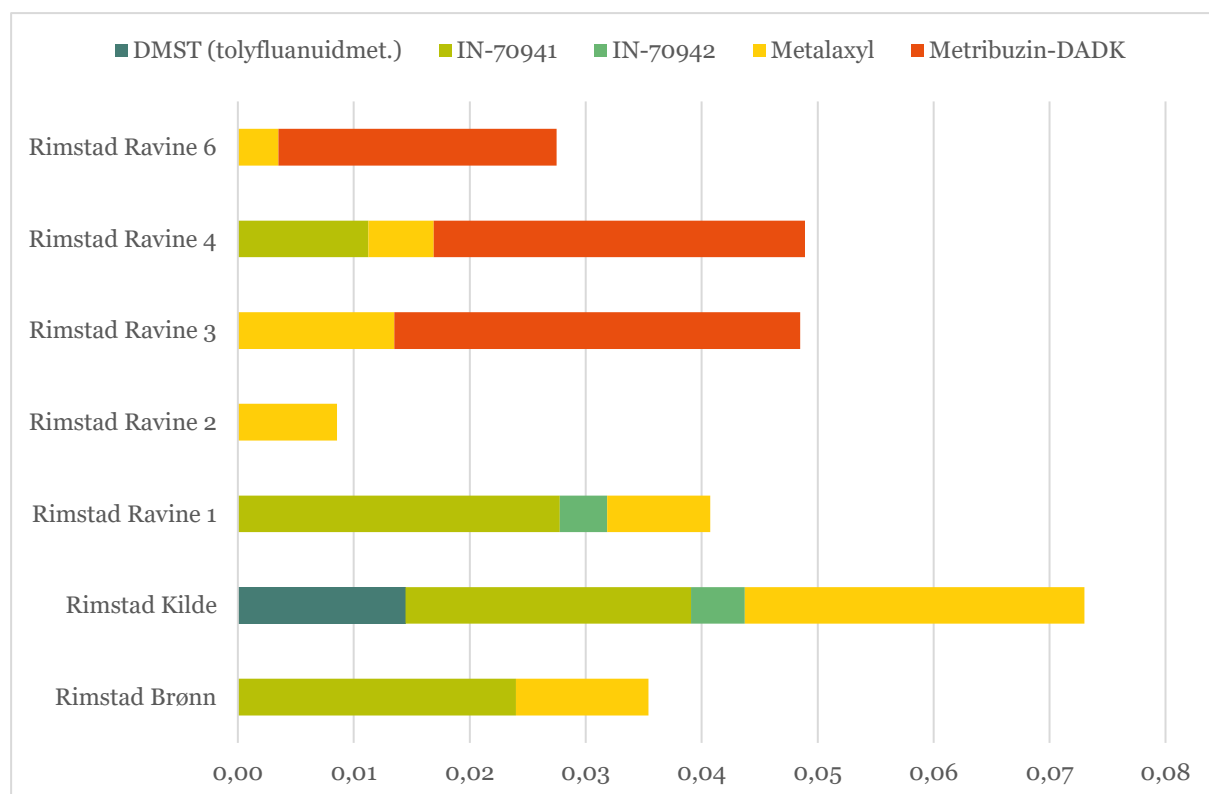
Metalaxyl ble påvist i alle prøvene, og den høyeste konsentrasjonen (0,09 µg/l), ble påvist i Rimstad kilde. Konsentrasjonen er over terskelverdi (0,075 µg/l) for plantevernmidler i grunnvann. Høyeste påviste konsentrasjon for lavdosemetabolitten IN-70941 var 0,06 µg/l, og ble påvist i Ravine 1. Metabolitten DMST fra tolylfluamid ble kun påvist i Rimstad kilde. Oksadiksyd var et tørråtemiddel som har gått ut av bruk. Handelsnavn var Sandofam M8, der det var i blanding med mancozeb.



Figur 74. Plantevernmidler og metabolitter påvist i grunnvannskilder i raviner på Rimstadmoen i prøver hentet 11.11.20.

Grunnvannskilder i raviner 2021

Ved jordprøvetaking i 21.11.21 ble det på samme måte som i 2020 tatt ut prøver i tilgrensende raviner. I disse prøvene ble det påvist fire metabolitter og et plantevernmiddel (figur 75), dvs. tolylfluamidmetabolitten DMST, lavdosemetabolittene IN-70941 og IN-70942, metribuzinmetabolitten DADK samt tørråtemidlet metalaxyl. De høyeste konsentrasjonene ble påvist for DADK (0,04 µg/l) samt metalaxyl og IN-70941 (begge 0,03 µg/l). DMST ble påvist bare i Rimstad kilde, tilsvarende som i 2020.



Figur 75. Plantevernmidler og metabolitter påvist i grunnvannskilder i raviner på Rimstadmoen i prøver hentet 11.11.20.

Samlet vurdering av gjenfunn i grunnvannskilder i raviner

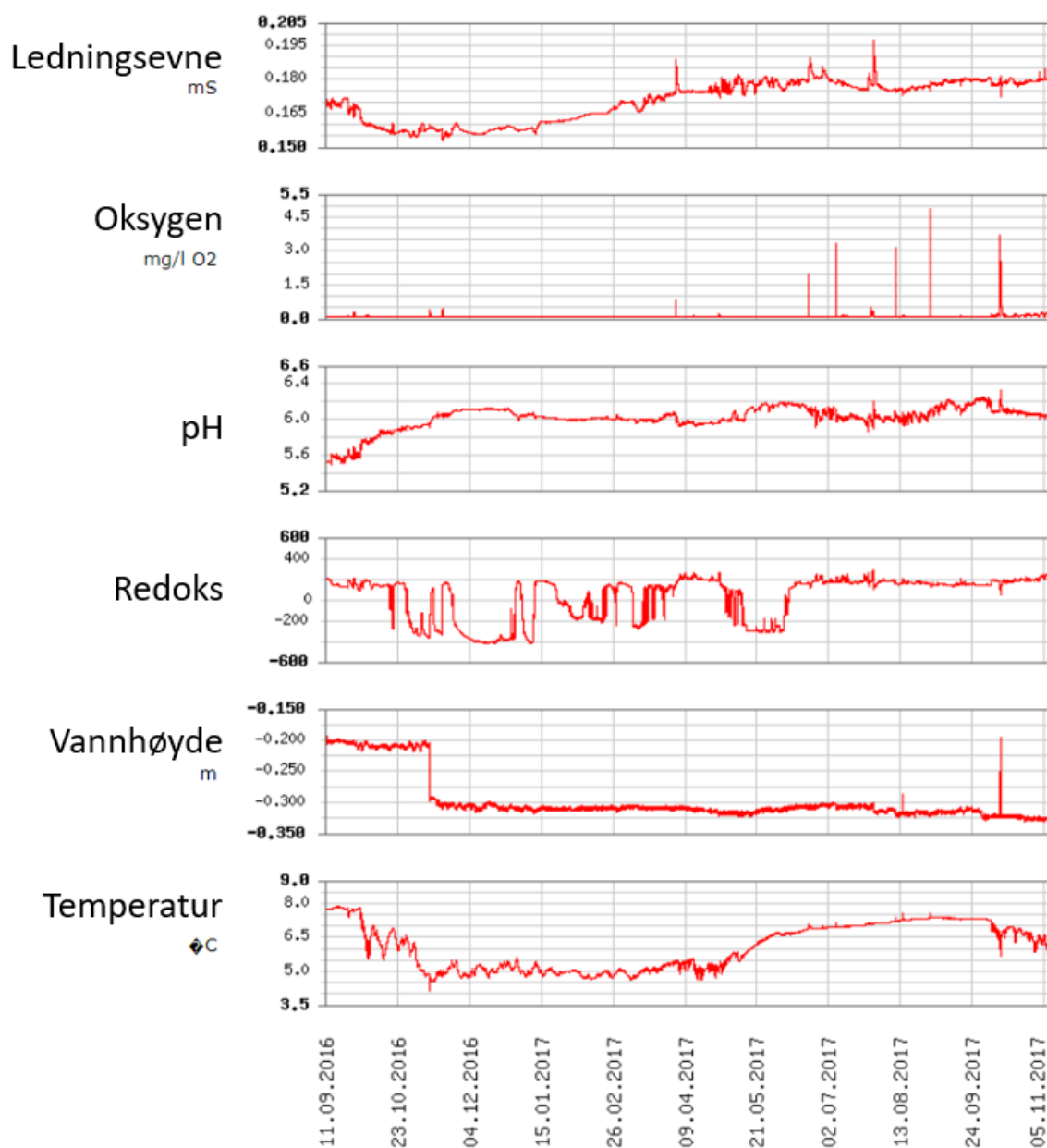
I undersøkelsene av grunnvannskilder i ravinene på Rimstadmoen i 2020 og 2021 ble det samlet påvist to soppmidler (metalaxyl og oxadiksyli) og fire metabolitter (tolyfluamidmetabolitten DMST, lavdosemetabolittene IN-70941 og IN-70942 samt metribuzin-DADK).

Tørråtemidlet metalaxyl ble gjenfunnet i alle de 14 prøvene som ble tatt ut i 2020 og 2021. For en prøve fra Rimstad Kilde oversteg konsentrasjonen av metalaxyl vendepunktverdien for plantevernmidler i grunnvann (0,09 µg/l). Lavdosemetabolitten IN-70941 fra ugrasmidlet rimsulfuron ble gjenfunnet i mange prøver.

5.2.8 Automatisk overvåking

Rimstad Brønn

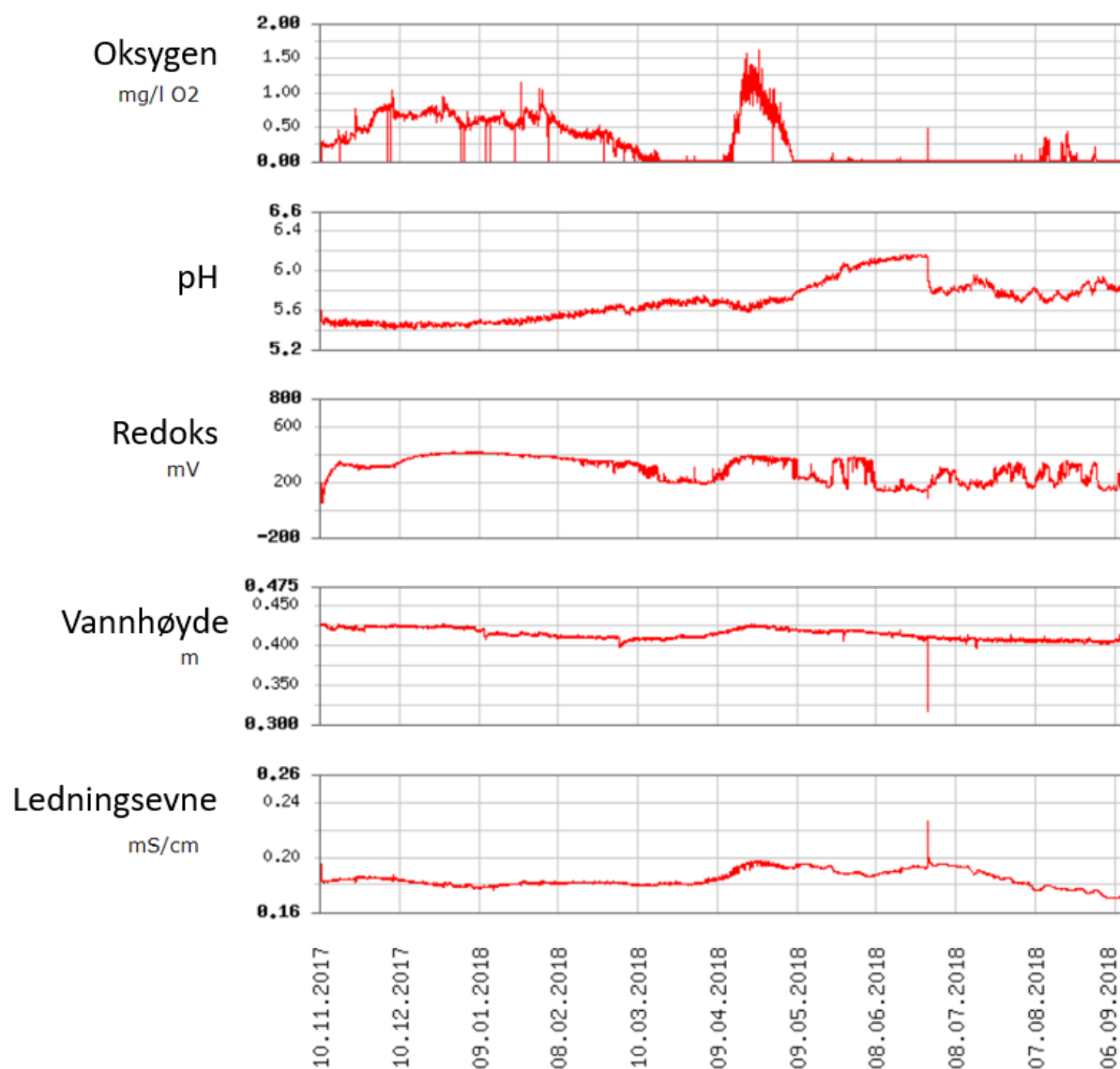
Automatiske målinger av grunnvannet i Rimstad Brønn ble utført i perioden 11.09.16 til 10.11.17. Deretter ble utstyret prioritert flyttet til Rimstadmoen Kilde. Gjennom måleperioden varierte ledningsevnen mellom 0,15 og 0,19 mS/cm (figur 76). Oksygen viste i all hovedsak verdier nær null, og indikerte oksygenfattig grunnvann. pH varierte mellom 5,4 og 6,2, der de laveste verdiene ble målt rett etter oppstart av målinger i september og oktober 2016. Vannhøyden i brønnen var relativt stabil rundt 1 m under overflaten (endringen i november har sammenheng med at måleren ble fiksert på et nytt dyp). Redoksverdiene varierte mellom -400 og 100 mV, og indikerer at grunnvannet i all hovedsak er fritt for oksygen. Vanntemperaturen viste stor variasjon, fra 4 til nærmere 8 grader.



Figur 76. Resultater for automatisk overvåking av ledningsevne, oksygen, pH, redoks, vannhøyde og temperatur i Rimstad Brønn fra 11.09.16 til 10.11.2017.

Rimstad Kilde

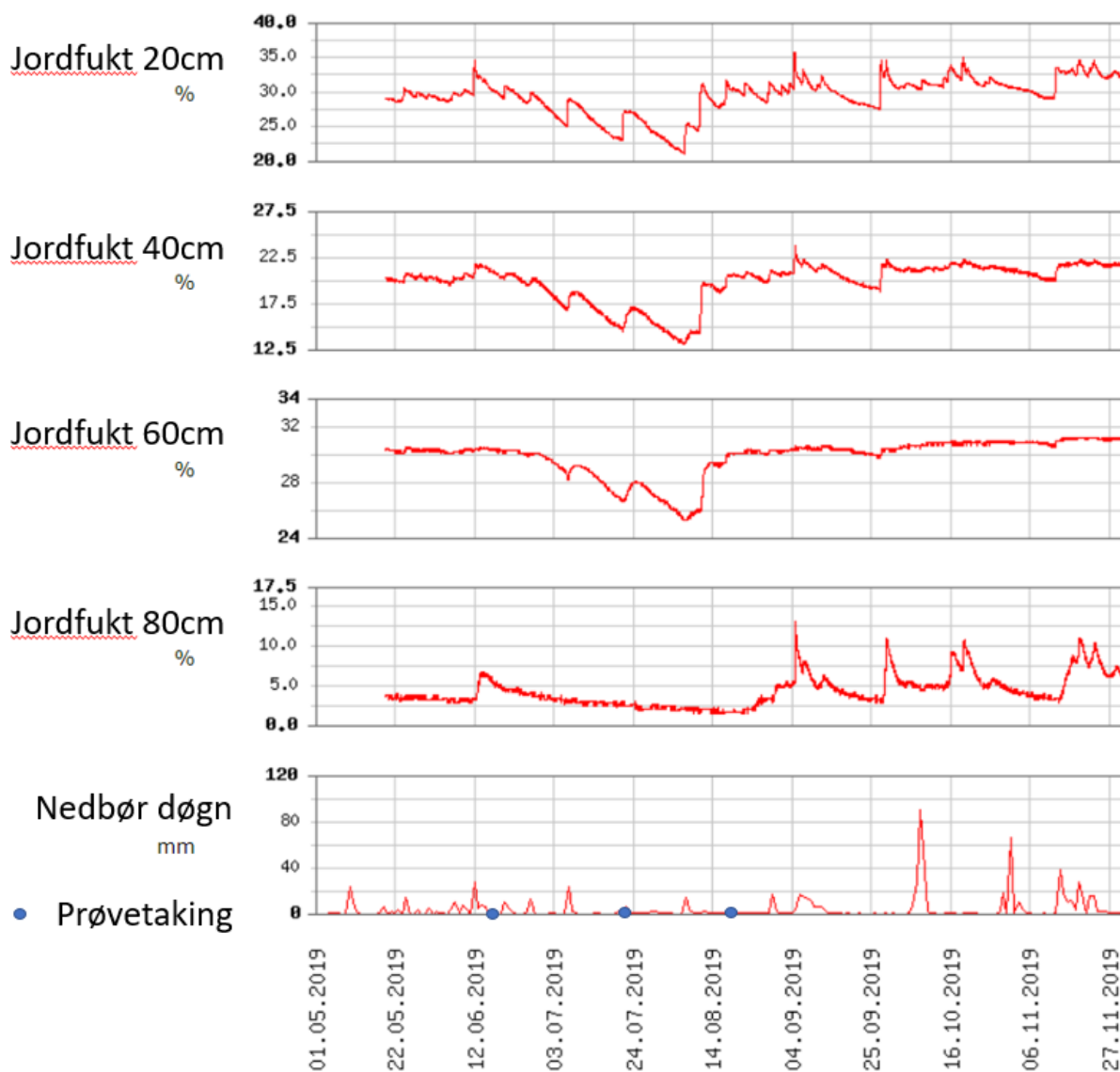
Figur 77 viser resultater for overvåking av Rimstad Kilde i perioden 10.11.17 til 10.09.18. Målingene av oksygen indikerer at vannet i grunnvannskilden har lave oksygenkonsentrasjoner og tidvis er fritt for oksygen. pH har variert fra 5,4 til 6,2. Redoksverdien har variert fra 0 til 400 mV. Vannhøyden i kilden har vært relativt stabil (målingene viser relative verdier). Ledningsevnen har variert mellom 0,17 og 0,20 mS/cm.



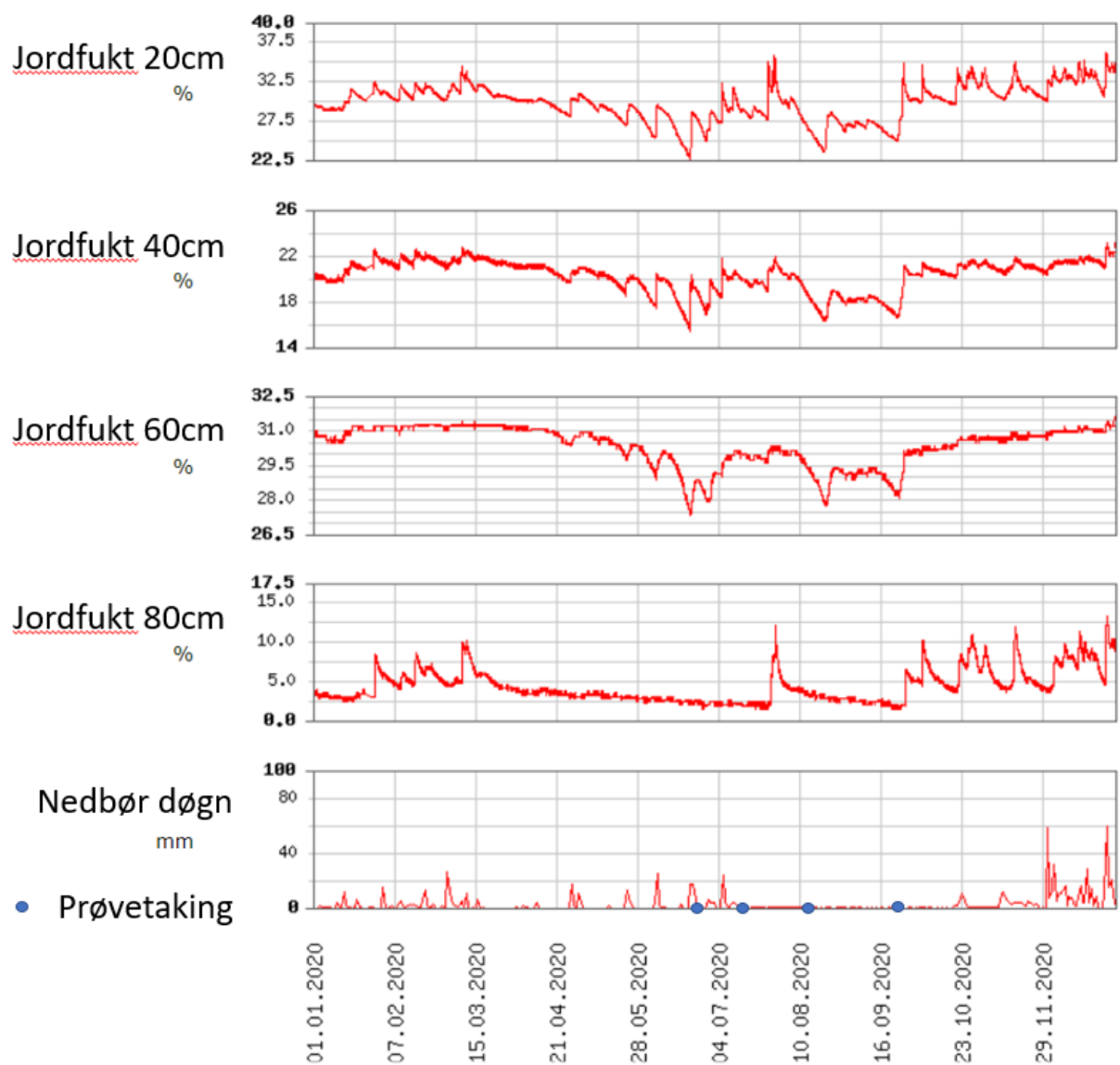
Figur 77. Resultater for automatisk overvåking av oksygen, pH, redoks, vannhøyde og ledningsevne i Rimstad Kilde fra 10.11.17 til 10.09.2018.

Jordfuktighet ved ulike dyp i jordprofil rett oppstrøms Rimstad Kilde

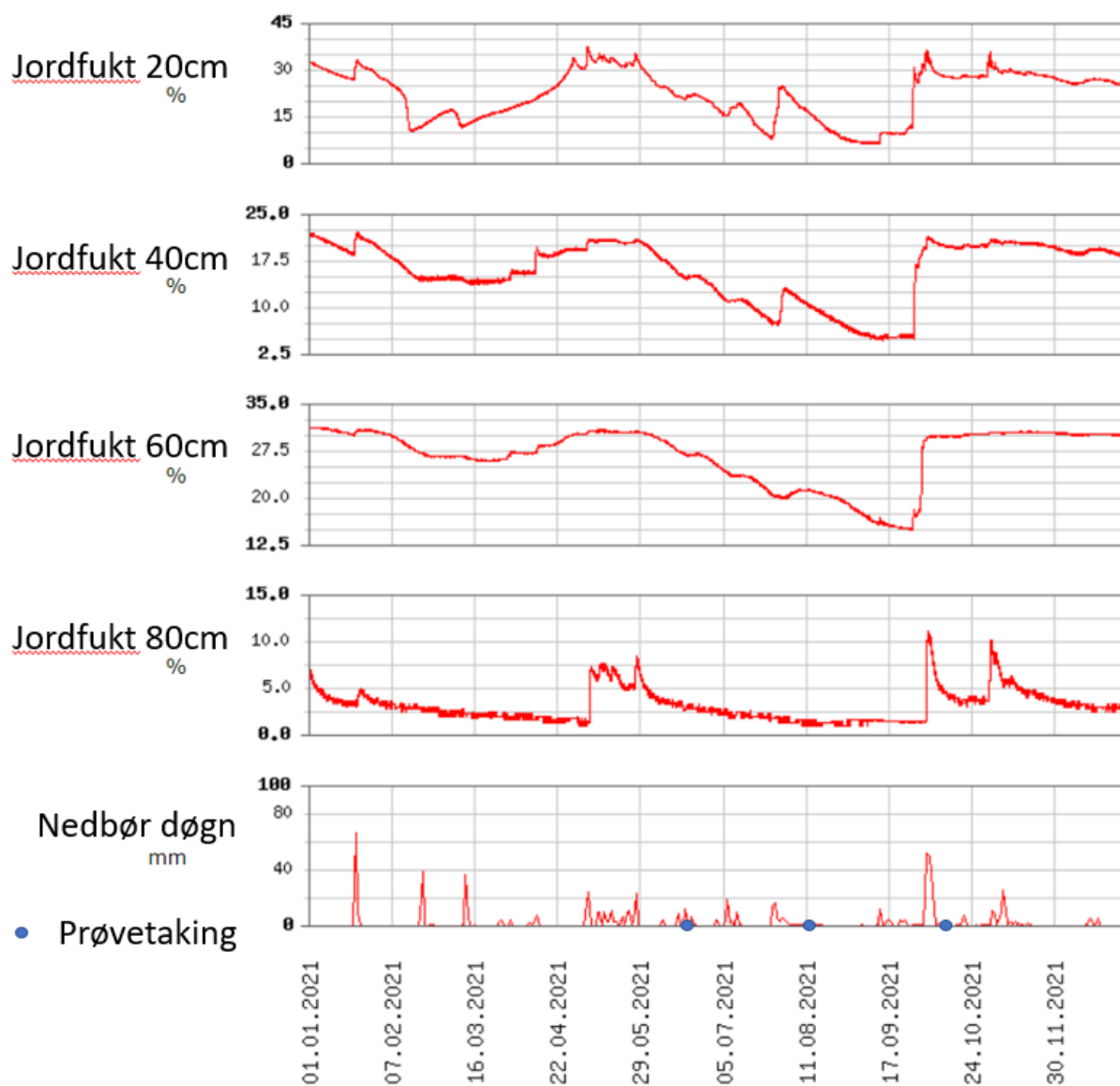
Målingene av jordfuktighet ved 20, 40, 60 og 80 cm dyp er sammenstilt med nedbør per døgn fra værstasjonen på Rimstadmoen for årene 2019, 2020 og 2021 (figur 77-79). Prøvetidspunkt for grunnvannsprøver er indikert i figurene for de ulike årene. Målsettingen er å visualisere om prøvetakingen har skjedd i forbindelse med nedbørsepisoder eller perioder med høy eller lav jordfuktighet i profilet.



Figur 77. Jordfuktighet (%) ved 20, 40, 60 og 80 cm dyp sammenstilt med nedbør per døgn (mm) og tidspunkt for uttak av prøver fra Rimstad Kilde i 2019.



Figur 78. Jordfuktighet (%) ved 20, 40, 60 og 80 cm dyp sammenstilt med nedbør per døgn (mm) og tidspunkt for uttak av prøver fra Rimstad Kilde i 2020.



Figur 79. Jordfuktighet (%) ved 20, 40, 60 og 80 cm dyp sammenstilt med nedbør per døgn (mm) og tidspunkt for uttak av prøver fra Rimstad Kilde i 2021.

5.3 Lærdal, Brønn og Vanningsbrønn

5.3.1 Vannprøver 2019

Metabolitten IN70941 til lavdosemidlet Rimsulfuron ble påvist i alle prøver fra Lærdal i 2019, men i relativt lave konsentrasjoner (tabell 7). Metabolitten IN70942 ble påvist i 1 av 6 prøver.

Sink ble påvist i forhøyede konsentrasjoner i noen av vannprøvene.

Tabell 7. Resultater for vannkjemi og påviste plantevernmidler for Lærdal Brønn og Vanningsbrønn i 2019.

Stoffer/parameter	Terskel Verdi	Vendepunkts Verdi	Lærdal Brønn 2019			Lærdal Vanning 2019		
			19.jun	18.jul	29.aug	19.jun	18.jul	29.aug
Nitrat (mg/l)	50	37,5	5,8	15,5	4,4	15,5	5,3	17,7
Klorid (mg/l)	200	150	6,1	14	4,8	14	5,4	14
Sulfat (mg/l)	100	75	16,5	14,6	14,4	14,8	16,9	14,2
Ammonium (µg/l)	500	400	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	6,2
Arsen (µg/l)	10	7,5	<0,02	0,09	0,045	0,083	<0,02	0,092
Kadmium (µg/l)	5	3,75	0,007	0,009	0,005	0,01	0,006	0,015
Bly (µg/l)	10	7,5	<0,01	0,014	<0,01	0,016	<0,01	0,025
Kvikksølv (µg/l)	0,5	0,4	<0,002	<0,002	0,003	<0,002	<0,002	0,004
Kobber (µg/l)	15,6**	7,8**	0,37	1,5	0,3	2	0,2	2,4
Sink (µg/l)	60**	11**	0,42	21	0,95	79	0,64	74
Jern (µg/l)	-	-	1,7	7,1	1,5	6,5	0,75	<0,3
Mangan (µg/l)	-	-	1,2	2,4	0,85	1,8	2,5	2,4
1,1,2-Trikloreten (µg/l)	10	77,5	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	0
Tetrakloreten (µg/l)	10	77,5	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	0
Plantevernmidler								
IN70941, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,0025	0,0026	0,002	0,0022	0,00296	0,0062
IN70942, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	*	0,0018
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

*Ikke påvist **Basert på klassegrenser i veileder M608

5.3.2 Vannprøver 2020

IN70941 ble påvist i alle vannprøver fra Lærdal i 2020 med konsentrasjonsintervall 0,0061-0,013 µg/l (tabell 8). IN70941 ble påvist i 4 av 8 prøver i konsentrasjonsintervall 0,0002-0,0007 µg/l. I en av prøvene fra Lærdal Brønn ble Glyphosat/AMPA påvist i en konsentrasjon på 0,11 µg/l, som overstiger både terskelverdi og drikkevannsgrense. Metabolitten Metribuzin-DADK ble påvist i en prøve.

En forhøyet konsentrasjon av sink ble påvist i en prøve.

Tabell 8. Resultater for vannkjemi og påviste plantevernmidler for Lærdal Brønn og Vanningsbrønn i 2020.

Stoffer/parameter	Terskel Verdi	Vendepunkts Verdi	Lærdal Brønn 2020				Lærdal Vanning 2020			
			17.jun	06.jul	10.aug	21.sep	17.jun	06.jul	10.aug	21.sep
Nitrat (mg/l)	50	37,5	9,3	8,0	6,6	5,8	16,4	14,6	14,6	16,4
Klorid (mg/l)	200	150	5,9	6,2	5,7	5,6	12	13	14	13
Sulfat (mg/l)	100	75	14,5	15,1	15,5	15,3	13,8	17,6	15,9	17,1
Ammonium (µg/l)	500	400	<0,5	<0,5	5,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	7,3
Arsen (µg/l)	10	7,5	0,026	0,027	0,034	<0,02	0,17	0,19	0,14	0,14
Kadmium (µg/l)	5	3,75	0,007	0,006	0,006	0,005	0,015	0,02	0,016	0,016
Bly (µg/l)	10	7,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,022	0,021	0,015	0,018
Kvikksølv (µg/l)	0,5	0,4	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Kobber (µg/l)	15,6**	7,8**	0,33	0,31	0,32	0,26	2,4	2,7	2,1	2,6
Sink (µg/l)	60**	11**	0,91	0,74	1,4	0,41	5	4,7	10	17
Jern (µg/l)	-	-	<0,3	<0,3	0,62	<0,3	1,5	0,63	1,7	<0,3
Mangan (µg/l)	-	-	3,3	1,9	1,3	1,5	1,2	1,2	1,4	2,3
1,1,2-Trikloreten (µg/l)	10	77,5	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tetrakloreten (µg/l)	10	77,5	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Plantevernmidler										
Glyphosat/AMPA (µg/l)	0,1	0,075	*	*	0,11	*	*	*	*	*
IN70941, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,0092	0,0087	0,0081	0,0061	0,016	0,013	0,013	0,012
IN70942, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	0,0007	0,0003	0,0004	0,00032
Metribuzin-DADK (µg/l)	0,1	0,075	*	*	0,052	*	*	*	*	*
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

*Ikke påvist **Basert på klassegrenser i veileder M608

5.3.3 Vannprøver 2021

For 2021 ble IN70941 påvist i to av fire prøver, mens IN70942 ble påvist i en av prøvene (tabell 9). Ugrasmidlet MCPA ble påvist i 3 av 4 prøver i konsentrasjonsintervallet 0,010-0,055 µg/l.

Prøvene viste lave og normale konsentrasjoner av sink.

Tabell 9. Resultater for vannkjemi og påviste plantevernmidler for Lærdal Brønn og Vanningsbrønn i 2021.

Stoffer/parameter	Terskel Verdi	Vendepunkts Verdi	Lærdal Brønn 2021		Lærdal Vanning 2021	
			14.jun	19.okt	14.jun	19.okt
Nitrat (mg/l)	50	37,5	4,4	2,7	13,3	13,3
Klorid (mg/l)	200	150	4,2	-	12	-
Sulfat (mg/l)	100	75	13,0	-	14,0	-
Ammonium (µg/l)	500	400	<0,5	5,8	<0,5	<5
Arsen (µg/l)	10	7,5	0,026	<0,02	0,081	0,098
Kadmium (µg/l)	5	3,75	0,005	0,020	0,009	0,011
Bly (µg/l)	10	7,5	<0,01	<0,01	0,014	0,019
Kvikksølv (µg/l)	0,5	0,4	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Kobber (µg/l)	15,6**	7,8**	0,25	0,13	1,6	1,8
Sink (µg/l)	60**	11**	1,1	<0,20	2,0	3,3
Jern (µg/l)	-	-	-	-	-	-
Mangan (µg/l)	-	-	-	-	-	-
1,1,2-Trikloreten (µg/l)	10	77,5	<0,1	-	<0,1	-
Tetrakloreten (µg/l)	10	77,5	<0,1	-	<0,1	-
Plantevernmidler						
MCPA (µg/l)	0,1	0,075	0,018	*	0,010	0,055
IN70941, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,0060	*	0,015	*
IN70942, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	*	0,00017	*
Metribuzin-DADK (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1

*Ikke påvist **Basert på klassegrenser i veileder M608

5.3.4 Samlet vurdering vannprøver Lærdal

Metabolittene DADK og DK fra ugrasmidlet Metribuzin ble gjenfunnet i mange av prøvene fra Lærdal i perioden 2019-2021, men i lave konsentrasjoner. Ugrasmidlet MCPA ble påvist i flere prøver i 2021. I en prøve fra 2020 ble glyfosat/AMPA påvist i en konsentrasjon på 0,11 µg/l, som er over terskelverdi og drikkevannsgrensen. I 2019 viste tre prøver forhøyede konsentrasjoner av sink.

Resultatene fra perioden 2016-2018 viste gjenfunn av de samme Metribuzin- og lavdosemetabolittene som påvist i 2019-2021, men med gjenfunn i færre prøver og i hovedsak lavere konsentrasjoner (se vedlegg). Ingen av prøvene fra denne perioden viste forhøyede konsentrasjoner av sink.

5.4 Horpestad

5.4.1 Vannprøver 2019

Lavdosemetabolitten IN70941 ble påvist i alle prøvene fra Horpestad brønn i 2019, men i lave konsentrasjoner (tabell 10). Metabolitten IN70942 ble påvist i en prøve. Tørråtemidlet Metalaxyl og metabolitten DADK fra Metribuzin ble påvist i tre av fire prøver. Metabolitten DK ble påvist i en prøve.

Kobber ble påvist i forhøyede konsentrasjoner i de tre prøvene som ble analysert for kobber, tilsvarende «Dårlig» og «Svært dårlig vannkvalitet».

Tabell 10. Resultater for vannkjemi og påviste plantevernmidler for Horpestad Brønn i 2019.

Stoffer/parameter	Terskel Verdi	Vendepunkts Verdi	Horpestad Brønn 2019			
			01.apr	18.jun	17.jul	19.aug
Nitrat - (mg/l)	50	37,5	66,4	30,1	30,1	31,4
Klorid - (mg/l)	200	150	54	26	25	25
Sulfat - (mg/l)	100	75	19,1	21,5	24	25,4
Ammonium - (µg/l)	500	400	8,2	14	16	70
Arsen - (µg/l)	10	7,5	0,51	0,36	0,39	-
Kadmium - (µg/l)	5	3,75	0,1	0,078	0,077	-
Bly - (µg/l)	10	7,5	0,062	0,023	0,022	-
Kvikksølv - (µg/l)	0,5	0,4	<0,002	<0,002	<0,002	-
Kobber - (µg/l)	15,6**	7,8**	16	15	13	-
Sink - (µg/l)	60**	11**	4,4	5,7	5	-
Jern - (µg/l)	-	-	62	31	24	-
Mangan - (µg/l)	-	-	22	30	35	-
1,1,2-Trikloreten - (µg/l)	10	77,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tetrakloreten - (µg/l)	10	77,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Plantevernmidler						
Thiabendazol (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*
Imazalil (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*
IN70941, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,0059	0,006	0,0062	0,0047
IN70942, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	0,00051
INA 4098, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*
Metalaxyl (µg/l)	0,1	0,075	*	0,029	0,022	0,031
Metribuzin-DADK (µg/l)	0,1	0,075	*	0,018	0,017	0,025
Metribuzin-DK (µg/l)	0,1	0,075	*	*	0,021	*
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0,0	0,1	0,1	0,1

*Ikke påvist **Basert på klassegrenser i veileder M608

5.4.2 Vannprøver 2020

Lavdosemetabolittene IN70941 og IN70942 ble begge påvist i 3 av 4 prøver, mens INA4098 ble påvist i 1 prøve (tabell 11). IN70941 ble påvist i høyere konsentrasjoner enn i 2019. Metalaxyl ble påvist i 2 av 4 prøver. I juli ble soppmidlene Tiabendazol og Imazalil påvist i en konsentrasjon på henholdsvis 0,027 og 0,014 µg/l. Midlene har tidligere blitt brukt til beising av poteter og såkorn, men mistet godkjenning i 2004. Tiabendazol brukes også mot forskjellige parasitter i mage og tarm hos flere dyreslag. Påviste konsentrasjoner er betydelig lavere enn MF-verdien for stoffene på hhv. 1,2 og 4,3 µg/l.

Det ble påvist forhøyede konsentrasjoner av kobber i alle vannprøvene fra Horpestad brønn i 2020, tilsvarende «svært dårlig vannkvalitet» i ferskvann. Kobber er tilsetning i husdyrfor og kan tilføres ved gjødselspredning. Ellers brukes kobbersulfat for soppbekjempelse i potet og andre kulturer, og har tidligere særlig blitt brukt i økologisk landbruk. Kobbersulfat brukes også som sneglemiddel.

Tabell 11. Resultater for vannkjemi og påviste plantevernmidler for Horpestad Brønn i 2020.

Stoffer/parameter	Terskel Verdi	Vendepunkts Verdi	Horpestad Brønn 2020			
			15.jun	06.jul	11.aug	21.sep
Nitrat - (mg/l)	50	37,5	27,4	0,4	21,2	20,8
Klorid - (mg/l)	200	150	24	18	27	21
Sulfat - (mg/l)	100	75	18,3	20,4	23,6	24
Ammonium - (µg/l)	500	400	9,7	7,8	13	17
Arsen - (µg/l)	10	7,5	0,62	0,5	0,55	0,46
Kadmium - (µg/l)	5	3,75	0,069	0,059	0,066	0,066
Bly - (µg/l)	10	7,5	0,072	0,031	0,087	0,026
Kvikksølv - (µg/l)	0,5	0,4	0,004	0,003	<0,002	<0,002
Kobber - (µg/l)	15,6**	7,8**	21	19	19	19
Sink - (µg/l)	60**	11**	4,4	5,8	7,6	10
Jern - (µg/l)	-	-	31	48	100	63
Mangan - (µg/l)	-	-	18	36	36	27
1,1,2-Trikloretten - (µg/l)	10	77,5	-	<0,1	-	<0,1
Tetrakloretten - (µg/l)	10	77,5	-	<0,1	-	<0,1
Plantevernmidler						
Thiabendazol (µg/l)	0,1	0,075	*	0,027	*	*
Imazalil (µg/l)	0,1	0,075	*	0,014	*	*
IN70941, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	0,017	0,016	0,013
IN70942, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	0,0004	0,0013	0,0019
INA 4098, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	0,0022	*	*
Metalaxyl (µg/l)	0,1	0,075	*	0,034	0,011	*
Metribuzin-DADK (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*
Metribuzin-DK (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0

*Ikke påvist **Basert på klassegrenser i veileder M608

5.4.3 Vannprøver 2021

I 2021 ble det kun påvist lave konsentrasjoner av metabolittene IN70941 og IN70942 (tabell 12). Det ble påvist forhøyede konsentrasjoner av kobber og sink tilsvarende «Dårlig» eller «Svært dårlig» vannkvalitet i ferskvann.

Tabell 12. Resultater for vannkjemi og påviste plantevernmidler for Horpestad Brønn i 2021.

Stoffer/parameter	Terskel Verdi	Vendepunkts Verdi	Horpestad Brønn 2021	
			14.jun	26.okt
Nitrat - (mg/l)	50	37,5	8,8	11,9
Klorid - (mg/l)	200	150	17	-
Sulfat - (mg/l)	100	75	3,1	-
Ammonium - (µg/l)	500	400	67	11
Arsen - (µg/l)	10	7,5	0,66	0,37
Kadmium - (µg/l)	5	3,75	0,040	0,036
Bly - (µg/l)	10	7,5	0,23	0,062
Kvikksølv - (µg/l)	0,5	0,4	<0,002	<0,002
Kobber - (µg/l)	15,6**	7,8**	20	15
Sink - (µg/l)	60**	11**	13	15
Jern - (µg/l)	-	-	110	-
Mangan - (µg/l)	-	-	1,8	-
1,1,2-Trikloreten - (µg/l)	10	77,5	<0,1	-
Tetrakloreten - (µg/l)	10	77,5	<0,1	-
Plantevernmidler				
Thiabendazol (µg/l)	0,1	0,075	*	*
Imazalil (µg/l)	0,1	0,075	*	*
IN70941, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,0005	0,00010
IN70942, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	0,00038
INA 4098, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	*
Metalaxyl (µg/l)	0,1	0,075	*	*
Metribuzin-DADK (µg/l)	0,1	0,075	*	*
Metribuzin-DK (µg/l)	0,1	0,075	*	*
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0,0	0,0

*Ikke påvist **Basert på klassegrenser i veileder M608

5.4.4 Prøver fra drikkevannsbrønner på Jæren undersøkt tidligere

Undersøkelser utført i perioden 2007-2012 (Roseth osv.) Analysert med M119, 800 stoffer

Beskrivelse av brønner fra PPT

Stoffer/parameter	Terskel Verdi	Vendepunkts Verdi	Prøver ble tatt ut 18.10.21			
			Brønn 1.1 R. Mjøhus	Brønn 1.3 H. Rugland	Brønn 1.7 G.Torkildsen	Brønn 1.6ny Jostein Salte
Nitrat - (mg/l)	50	37,5	14,2	19,9	20,4	48,7
Ammonium - (µg/l)	500	400	<5	8,4	<5	<5
Arsen - (µg/l)	10	7,5	0,062	0,22	0,22	0,16
Kadmium - (µg/l)	5	3,75	0,027	0,016	0,05	0,057
Bly - (µg/l)	10	7,5	0,32	3,0	0,13	0,95
Kvikksølv - (µg/l)	0,5	0,4	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Kobber - (µg/l)	15,6**	7,8**	11***	45***	37***	40***
Sink - (µg/l)	60**	11**	4,8***	28***	45***	89***
Plantevernmidler						
Azoksystrobin (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	0,018
Simazin (µg/l)	0,1	0,075	0,018	*	*	*
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0

*Ikke påvist **Basert på klassegrenser i veileder M608 ***Tatt i vannkran, ekstra kobber og sink.

5.4.5 Samlet vurdering vannprøver Horpestad Brønn

Lavdosemetabolittene IN70941 og IN70942 ble påvist i mange av prøvene fra Horpestad brønn. Ellers var det gjenfunn av metabolittene til Metribuzin, DADK og DK, samt tørråtemidlet Metalaxyl. Tiabendazol og imazalil ble påvist i en prøve. Ingen plantevernmidler ble påvist over terskelverdi.

For perioden 2017-2018 (se vedlegg) ble det også påvist metabolitter av lavdosemidler i noen av prøvene fra Horpestad brønn. I en prøve ble glyfosat/AMPA påvist over terskelverdien med en konsentrasjon på 0,38 µg/l. Ugrasmidlet MCPA ble påvist i 2 av 4 prøver, hvorav en konsentrasjon var over terskelverdien. Soppmidlet propikonazol ble påvist i en prøve.

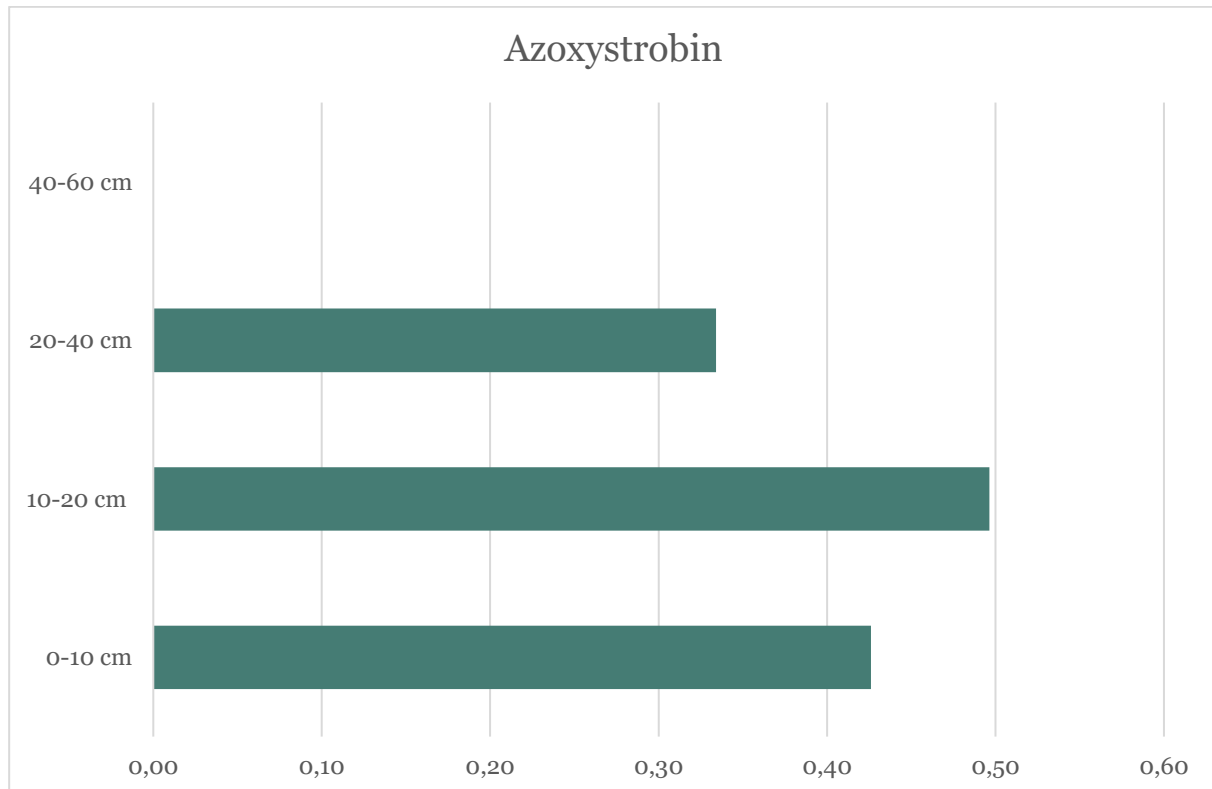
Det ble påvist forhøyede konsentrasjoner av kobber i alle prøvene fra Horpestad brønn samt flere forhøyede konsentrasjoner av sink. Dette kan ha sammenheng med innhold av kobber og sink i utspredd husdyrgjødsel eller bruk av kobbersulfat for sopp- og sneglebekjempelse og evt. bladgjødsling med sink til potet. Det kan også ha sammenheng med naturlig innhold av disse stoffene i lokalt jordsmonn eller andre ukjente lokale forhold.

5.4.6 Jordprøver Horpestad 2020 og 2021

Det ble tatt jordprøver fra ulike dyp på et område nær og oppstrøms overvåkingsbrønnen på Horpestad både i 2020 og i 2021. Det ble tatt blandprøver fra definerte dyp for 15 stikk som vist i figur 52.

I 2020 ble soppmidlet azoxystrobin påvist i jordprøvene for 0-10 cm, 10-20 cm og 20-40 cm (figur 80). Høyeste konsentrasjon på 0,50 µg/kg TS ble påvist i blandprøven fra 10-20 cm.

I jordprøvene fra 2021 ble det ikke påvist plantevernmidler.

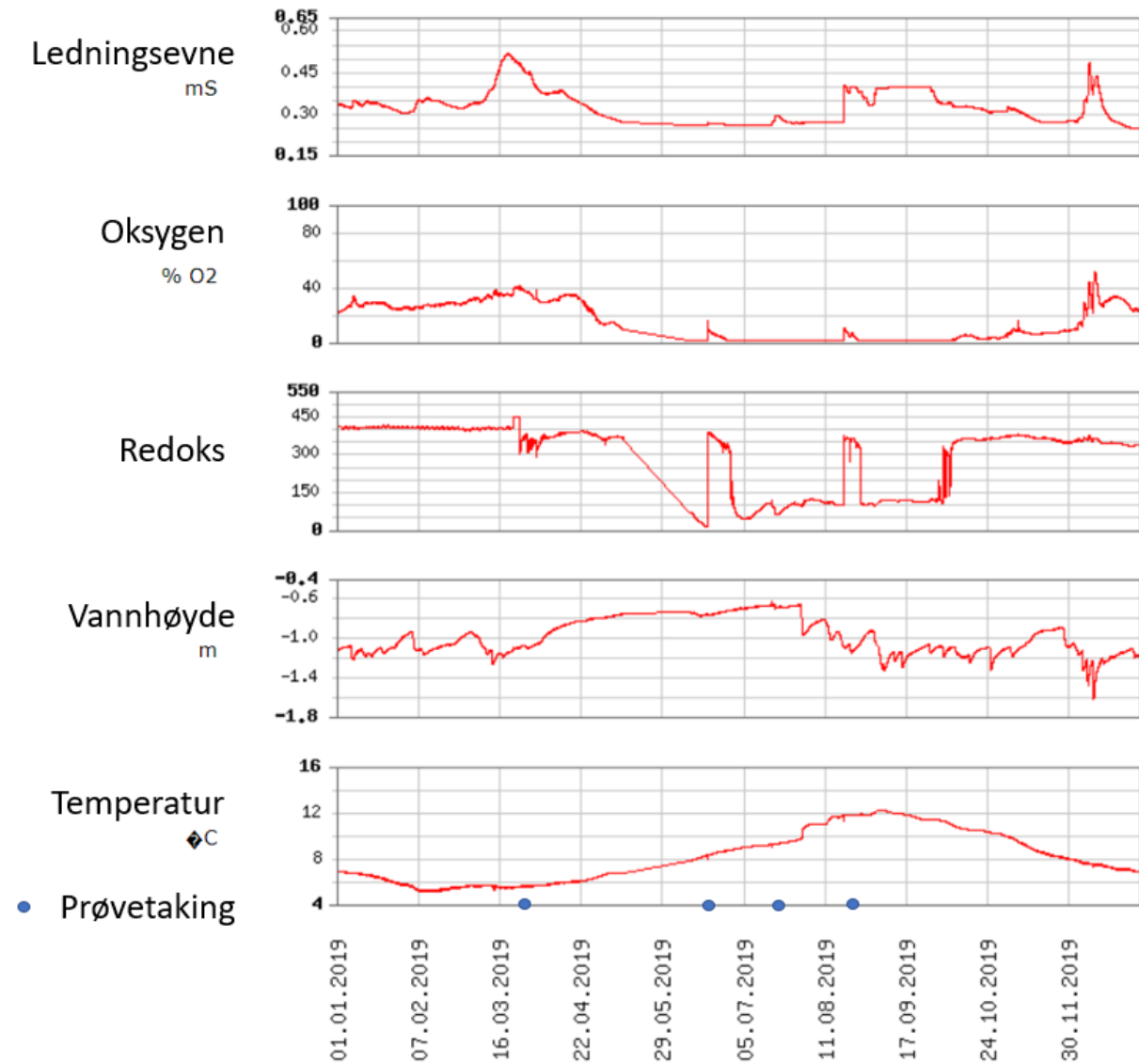


Figur 80. Gjenfunn av azoxystrobin i jordprøver fra ulike dyp i felt oppstrøms Horpestad brønn i 2020.

5.4.7 Automatisk overvåking

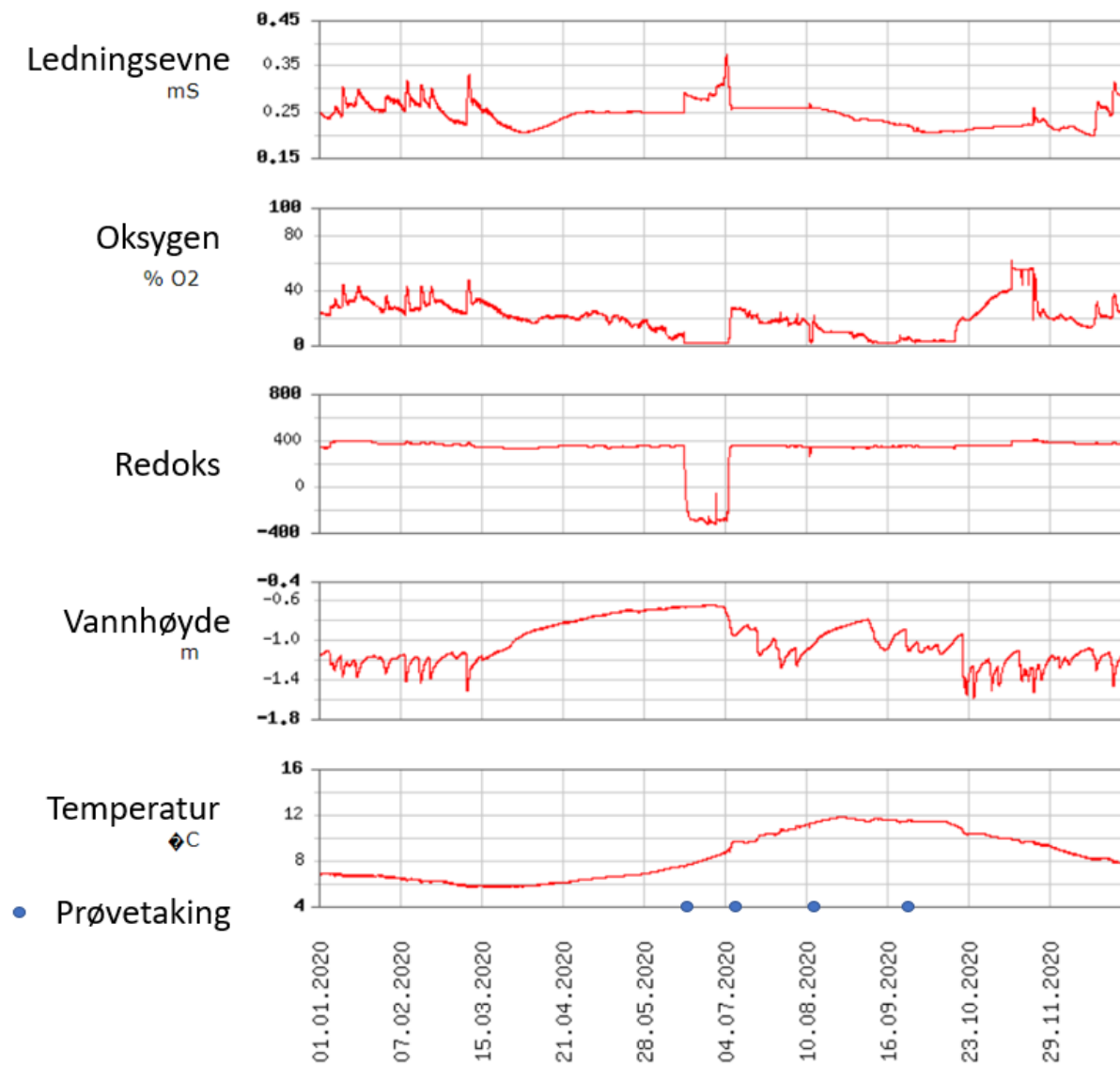
Horpestad Brønn 2019

Ledningsevnen varierte i intervallet 0,2-0,5 mS/cm (figur 81).

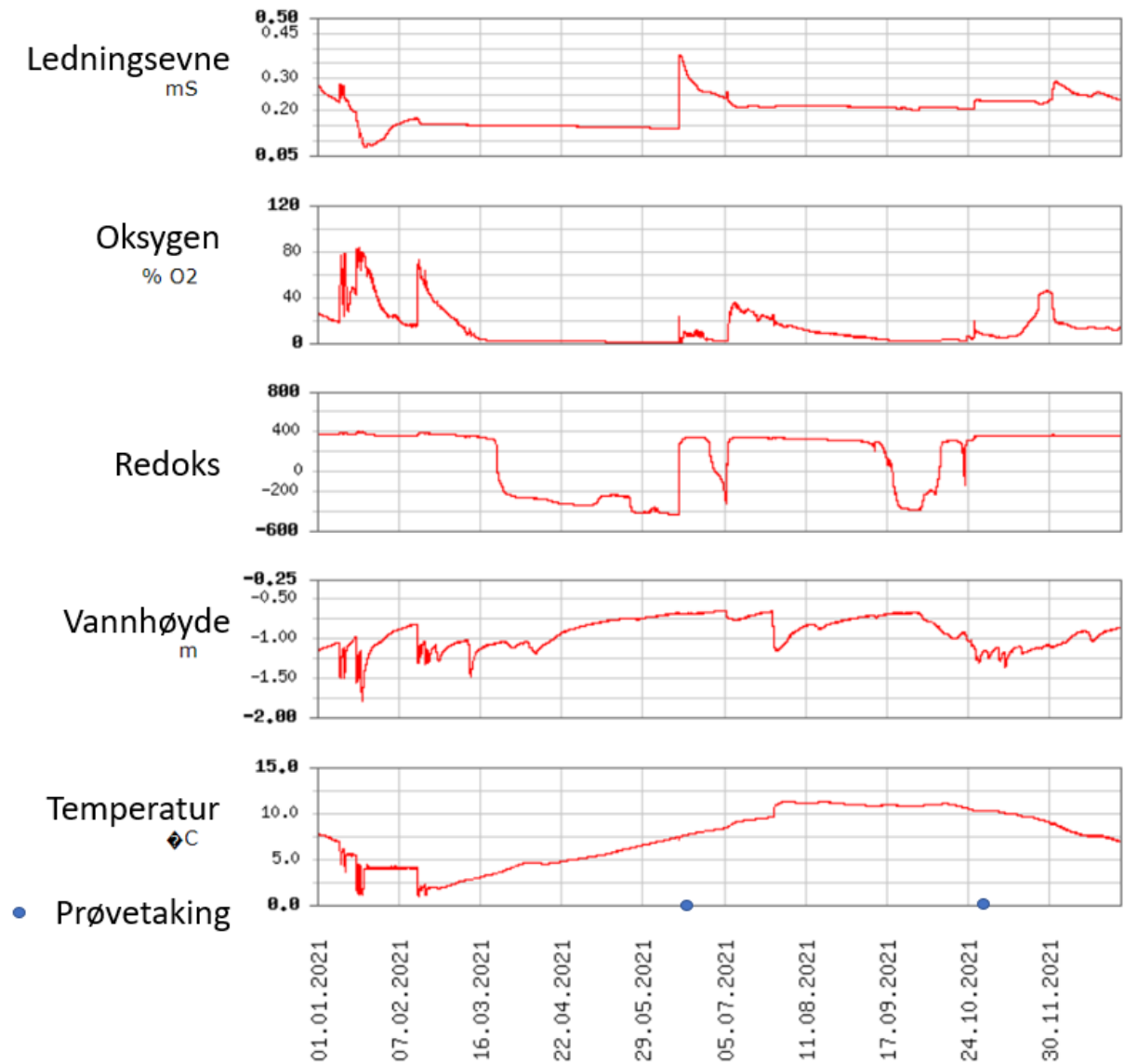


Figur 81. Resultater for automatisk overvåking av ledningsevne, oksygen, redoks, vannhøyde og temperatur i overvåkingsbrønnen på Horpestad gjennom 2019. Tidspunkter for prøvetaking av grunnvann er indikert i figuren.

Horpestad Brønn 2020



Figur 82. Resultater for automatisk overvåking av ledningsevne, oksygen, redoks, vannhøyde og temperatur i overvåkingsbrønnen på Horpestad gjennom 2020. Tidspunkter for prøvetaking av grunnvann er indikert i figuren.



Figur 83. Resultater for automatisk overvåking av ledningsevne, oksygen, redoks, vannhøyde og temperatur i overvåkingsbrønnen på Horpestad gjennom 2019. Tidspunkter for prøvetaking av grunnvann er indikert i figuren.

5.5 Grødalen

5.5.1 Vannprøver 2019

Lavdose-metabolittene IN70941 og IN70942 ble påvist i alle 4 prøver fra 2019 (tabell 13). Metabolittene INA4098 og INL5296 fra lavdosemidlet Tribenuron-metyl ble påvist i 1 av 4 prøver.

Imidacloprid, som er et systemisk insektmiddel, som tidligere ble brukt til beising av potet samt i flere andre kulturer, ble påvist i to prøver i 2019 (0,016 og 0,056 µg/l). Dette nicotenet gikk ut av bruk i 2018. Soppmidlet Pencycuron, som også benyttes i beisemiddel til potet, ble påvist i en prøve. Metabolittene til ugrasmidlet Metribuzin, DADK og DK ble påvist i hhv. 1 og 2 av fire prøver.

Tabell 13. Resultater for vannkjemi og påviste plantevernmidler for Brønn1 og Brønn2 i Grødalen i 2019.

Stoffer/parameter	Terskel Verdi	Vendepunkts Verdi	Brønn1 2019		Brønn2 2019	
			4.jun	5.sep	4.jun	5.sep
Nitrat (mg/l)	50	37,5	16	13	33	23
Klorid (mg/l)	200	150	8,8	9,6	9,0	8,2
Sulfat (mg/l)	100	75	8,6	7,8	19,0	15,6
Ammonium (µg/l)	500	400	<3	<3	350	<3
Arsen (µg/l)	10	7,5	<0,05	<0,05	0,006	0,005
Kadmium (µg/l)	5	3,75	<0,002	0,004	0,003	0,006
Bly (µg/l)	10	7,5	0,05	0,05	0,03	0,06
Kvikksølv (µg/l)	0,5	0,4	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Kobber (µg/l)	15,6**	7,8**	0,63	1,48	6,11	6,61
Sink (µg/l)	60**	11**	2,97	6,53	2,03	5,99
Jern (µg/l)	-	-	1,37	2,48	6,25	8,24
Mangan (µg/l)	-	-	19,8	18,5	1,87	1,89
1,1,2-Trikloreten (µg/l)	10	77,5	-	-	-	-
Tetrakloreten (µg/l)	10	77,5	-	-	-	-
Plantevernmidler						
IN70941, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,018	0,012	0,028	0,020
IN70942, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,0046	0,0042	0,0034	0,0034
INA 4098 (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	0,0063
INL 5296 (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	0,0027
Imidacloprid (µg/l)	0,1	0,075	0,016	0,056	*	*
Pencycuron (µg/l)	0,1	0,075	*	0,011	*	*
Metribuzin-DK (µg/l)	0,1	0,075	*	*	0,048	0,026
Metribuzin-DADK (µg/l)	0,1	0,075	*	*	0,027	*
Azoksystrobin (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*
Fludioxonil (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0,0	0,1	0,1	0,1

*Ikke påvist **Basert på klassegrenser i veileder M608

5.5.2 Vannprøver 2020

Metabolittene IN70941 og IN70942 ble påvist i alle fire prøver (tabell 14). INA4098 og INL5296 ble påvist i 2 av 4 prøver. Imidacloprid ble påvist i en prøve og pencycuron i to. Metabolittene DADK og DK ble påvist i en prøve. Det var ingen midler som ble påvist over terskel- eller vendepunktsverdi.

Kobber ble påvist i en konsentrasjon tilsvarende «Dårlig» i ferskvann iht. veileder M-608 og 02-2018.

Tabell 14. Resultater for vannkjemi og påviste plantevernmidler for Brønn1 og Brønn2 i Grørdalen i 2020.

Stoffer/parameter	Terskel Verdi	Vendepunkts Verdi	Brønn1 2020		Brønn2 2020	
			01.jun	12.okt	01.jun	12.okt
Nitrat (mg/l)	50	37,5	5,1	-	5,5	-
Klorid (mg/l)	200	150	12	-	7,8	-
Sulfat (mg/l)	100	75	5,9	-	20,4	-
Ammonium (µg/l)	500	400	<3	-	5	-
Arsen (µg/l)	10	7,5	0,05	-	0,07	-
Kadmium (µg/l)	5	3,75	0,009	-	0,01	-
Bly (µg/l)	10	7,5	0,04	-	0,03	-
Kvikksølv (µg/l)	0,5	0,4	<0,002	-	<0,002	-
Kobber (µg/l)	15,6**	7,8**	1,34	-	9,25	-
Sink (µg/l)	60**	11**	4,10	-	1,79	-
Jern (µg/l)	-	-	3,48	-	10,5	-
Mangan (µg/l)	-	-	45,3	-	2,35	-
1,1,2-Trikloreten (µg/l)	10	77,5	-	-	-	-
Tetrakloreten (µg/l)	10	77,5	-	-	-	-
Plantevernmidler						
IN70941, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,039	0,034	0,051	0,030
IN70942, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,0025	0,0053	0,0029	0,0030
INA 4098 (µg/l)	0,1	0,075	*	*	0,0049	0,011
INL 5296 (µg/l)	0,1	0,075	*	*	0,0039	0,0069
Imidacloprid (µg/l)	0,1	0,075	0,010	*	*	*
Pencycuron (µg/l)	0,1	0,075	0,026	0,024	*	*
Metribuzin-DK (µg/l)	0,1	0,075	*	*	0,069	*
Metribuzin-DADK (µg/l)	0,1	0,075	*	*	0,046	*
Azoxystrobin (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*
Fludioxonil (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0,1	0,0	0,1	0,0

*Ikke påvist **Basert på klassegrenser i veileder M608

5.5.3 Vannprøver 2021

IN70941 ble påvist i en konsentrasjon over terskelverdi og drikkevannsgrense (0,12 µg/l) i Brønn2, og over vendepunktverdi (0,095 µg/l) i Brønn1 (tabell 15). Konsentrasjonene er uventet høye, og kan ha sammenheng med økt konsentrasjon i bruksløsning for ugrasmidlet Rimsulfuron, som følge av resistensutvikling hos ugras. IN70942 ble også påvist i begge prøver. Metabolittene DADK og DK ble bare påvist i prøven fra Brønn2.

Det systemiske soppmidlet Azoksystrobin ble påvist i en høy konsentrasjon (0,47 µg/l) i prøven fra Brønn1. Konsentrasjonen overstiger terskelverdi og drikkevannsgrense. Azoksystrobin (Handelsnavn Amistar) brukes til bekjempelse av sopp sykdommer i flere kulturer, også potet.

Fludioxinil ble påvist i prøven fra Brønn1. Det er et soppmiddel som brukes mot sopp sykdommer i potet og andre kulturer. Det brukes mye som beisemiddel for settepotet (Handelsnavn Maxim 100 FS). Stoffet er giftig i lave konsentrasjoner i ferskvann, men påvist konsentrasjon (0,012 µg/l) er lavere enn MF-verdien

Tabell 15. Resultater for vannkjemi og påviste plantevernmidler for Brønn1 og Brønn2 i Grøvdalen i 2021.

Stoffer/parameter	Terskel Verdi	Vendepunkts Verdi	Brønn1 2021	Brønn2 2021
			18.sep	18.sep
Nitrat (mg/l)	50	37,5	12	51
Klorid (mg/l)	200	150	11	9,7
Sulfat (mg/l)	100	75	6,8	36
Ammonium (µg/l)	500	400	24	12
Arsen (µg/l)	10	7,5	<0,05	0,08
Kadmium (µg/l)	5	3,75	0,004	0,008
Bly (µg/l)	10	7,5	0,09	0,05
Kvikksølv (µg/l)	0,5	0,4	<0,002	<0,002
Kobber (µg/l)	15,6**	7,8**	0,69	6,05
Sink (µg/l)	60**	11**	2,0	2,2
Jern (µg/l)	-	-	2,2	5,6
Mangan (µg/l)	-	-	27,2	3,3
1,1,2-Trikloretten (µg/l)	10	77,5	-	-
Tetrakloretten (µg/l)	10	77,5	-	-
Plantevernmidler				
IN70941, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,095	0,12
IN70942, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,0015	0,0016
INL 5296 (µg/l)	0,1	0,075	*	0,0056
Imidacloprid (µg/l)	0,1	0,075	*	*
Pencycuron (µg/l)	0,1	0,075	*	*
Metribuzin-DK (µg/l)	0,1	0,075	*	0,056
Metribuzin-DADK (µg/l)	0,1	0,075	*	0,014
Azoksystrobin (µg/l)	0,1	0,075	0,47	*
Fludioxinil (µg/l)	0,1	0,075	0,012	*
			*	*
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0,6	0,2

*Ikke påvist **Basert på klassegrenser i veileder M608

5.5.4 Samlet vurdering vannprøver Grødalen

I de vannprøvene fra Grødalen i 2021 ble IN70941 og Azoksystrobin påvist i konsentrasjoner over terskelverdi og drikkevannsgrense i hhv. prøve fra Brønn2 og Brønn1. Det er uvanlig at IN70941, som er metabolitten til lavdose- og ugrasmidlet Rimsulfuron blir påvist i høye konsentrasjoner. Ellers ble det systemiske insektmidlet imidacloprid, tidligere brukt til beising av potet, påvist i 2019 og 2020. Tilsvarende gjaldt for pencycuron, som fortsatt er i bruk som beisemiddel. Fludioxinil, et systemisk soppmiddel som brukes til beising av potet, ble påvist i en prøve i 2021.

For prøvene tatt i perioden 2016-2018 ble det også påvist konsentrasjoner av IN70941 over terskelverdi for to prøver (se vedlegg). Metribuzin DADK ble også påvist over terskelverdi for en prøve. Ellers ble alle lavdosemetabolittene påvist samt soppmidlene tiabendazol og propikonazol.

5.6 Skogmo

5.6.1 Vannprøver 2019

I en prøve fra Storkjella ble metabolitten AMPA fra glyfosat ble påvist i en konsentrasjon 0,20 µg/l (tabell 16), som er over terskelverdi og drikkevannsgrense. IN70941 ble påvist i begge prøvene fra 2019, mens IN70942 bare ble påvist i den ene. Det gamle og persistente ugrasmidlet atrazin ble påvist i begge prøver.

Tabell 16. Resultater for vannkjemi og påviste plantevernmidler for Storkjella i 2019

Stoffer/parameter	Terskel Verdi	Vendepunkts Verdi	Storkjella 2019	
			5.aug	10.sep
Nitrat (mg/l)	50	37,5	13,7	14,6
Klorid (mg/l)	200	150	13	13
Sulfat (mg/l)	100	75	10,5	10,1
Ammonium (µg/l)	500	400	<5	<5
Arsen (µg/l)	10	7,5	0,062	0,061
Kadmium (µg/l)	5	3,75	0,016	0,019
Bly (µg/l)	10	7,5	<0,01	<0,01
Kvikksølv (µg/l)	0,5	0,4	<0,002	0,004
Kobber (µg/l)	15,6**	7,8**	0,19	0,14
Sink (µg/l)	60**	11**	1,5	1,2
Jern (µg/l)	-	-	0,54	0,45
Mangan (µg/l)	-	-	0,53	0,37
1,1,2-Trikloreten (µg/l)	10	77,5	<0,1	<0,1
Tetrakloreten (µg/l)	10	77,5	<0,1	<0,1
Plantevernmidler				
IN70941, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,0022	0,0027
IN70942, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,00021	*
INA 4098 (µg/l)	0,1	0,075	*	*
INL 5296 (µg/l)	0,1	0,075	*	*
Imidacloprid (µg/l)	0,1	0,075	*	*
Pencycuron (µg/l)	0,1	0,075	*	*
Metribuzin (µg/l)	0,1	0,075	*	*
Metribuzin-DK (µg/l)	0,1	0,075	*	*
Metribuzin-DADK (µg/l)	0,1	0,075	*	*
Metribuzin-DA (µg/l)	0,1	0,075	*	*
Azoxystrobin (µg/l)	0,1	0,075	*	*
Flonicamid (µg/l)	0,1	0,075	*	*
Clomazone (µg/l)	0,1	0,075	*	*
Ampa (µg/l)	0,1	0,075	0,20	*
Atrazine (µg/l)	0,1	0,075	0,011	0,011
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0,2	0,0

*Ikke påvist **Basert på klassegrenser i veileder M608

5.6.2 Vannprøver 2021

Metabolitten IN70941 ble påvist i forhøyede konsentrasjoner i prøvene fra Storkjella, med en påvisning over terskelverdi (0,23 µg/l) og en over vendepunktverdi (0,094 µg/l). Tilsvarende ble utgrasmidlet Metribuzin samt metabolittene DADK og DK påvist i konsentrasjoner over terskel- og vendepunktverdier som vist i tabell 17.

Det systemiske insektmidlet imidacloprid ble påvist i juniprøven fra Storkjella og i september fra Skogmo kilde. Midlet er ute av bruk.

Det systemiske soppmidlet Azoxystrobin og det nye systemiske insektmidlet Flonicamid ble påvist i begge prøvene fra Storkjella. Ugrasmidlet Clomazone ble påvist bare i den ene prøven fra Storkjella. Clomazone har off-label godkjenning for bekjempelse av svartsøtvier og begersøtvier i potet under plast og fiberduk. Clomazone er relativt toksisk for en del vannlevende organismer.

Summen av plantevernmidler og metabolitter påvist i Storkjella overstiger terskelverdi og drikkevannsgrense (0,5 µg/l) med sumkonsentrasjoner på hhv. 0,7 og 1,0 µg/l.

Det gamle og persistente ugrasmidlet Atrazine ble påvist i septemberprøven fra Skogmo kilde.

Tabell 17. Resultater for vannkjemi og påviste plantevernmidler for Storkjella og Skogmo kilde i 2021

Stoffer/parameter	Terskel Verdi	Vendepunkts Verdi	Storkjella 2021		Skogmo kilde 2021
			21.jun	29.sep	29.sep
Nitrat (mg/l)	50	37,5	16,8	17,7	11,1
Klorid (mg/l)	200	150	12	13	13
Sulfat (mg/l)	100	75	8,8	10,1	7,5
Ammonium (µg/l)	500	400	<5	<5	<5
Arsen (µg/l)	10	7,5	0,065	0,055	0,13
Kadmium (µg/l)	5	3,75	0,036	0,047	0,018
Bly (µg/l)	10	7,5	<0,01	<0,01	0,016
Kvikksølv (µg/l)	0,5	0,4	<0,002	<0,002	<0,002
Kobber (µg/l)	15,6**	7,8**	2,6	2,3	0,17
Sink (µg/l)	60**	11**	5,1	5,6	1,5
Jern (µg/l)	-	-	74	10	<1
Mangan (µg/l)	-	-	20	24	0,99
1,1,2-Trikloreten (µg/l)	10	77,5	<0,1	<0,1	<0,1
Tetrakloreten (µg/l)	10	77,5	<0,1	<0,1	<0,1
Plantevernmidler					
IN70941, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,094	0,23	0,0098
IN70942, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,00034	0,00047	*
INA 4098 (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*
INL 5296 (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*
Imidacloprid (µg/l)	0,1	0,075	0,011	*	0,023
Pencycuron (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*
Metribuzin (µg/l)	0,1	0,075	0,045	0,13	*
Metribuzin-DK (µg/l)	0,1	0,075	0,071	0,41	*
Metribuzin-DADK (µg/l)	0,1	0,075	0,33	0,090	*
Metribuzin-DA (µg/l)	0,1	0,075	0,076	0,098	*
Azoksystrobin (µg/l)	0,1	0,075	0,031	0,036	*
Fonicamid (µg/l)	0,1	0,075	0,018	0,012	*
Clomazone (µg/l)	0,1	0,075	0,011		
Atrazine (µg/l)	0,1	0,075	*	*	0,016
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0,7	1,0	0,0

*Ikke påvist **Basert på klassegrenser i veileder M608

5.6.3 Samlet vurdering vannprøver Skogmo

Samlet ble det påvist høye konsentrasjoner av IN70941 samt Metribuzin med metabolittene DADK, DK og DA i vannprøvene fra Storkjella i 2021. Det ble gjort gjenfunn av Azoksystrobin, Fonicamid og Clomazone i de samme prøvene, og Fonicamid og Clomazone har ikke blitt påvist i grunnvann tidligere ved våre undersøkelser.

Det ble ikke påvist forhøyede konsentrasjoner av sink og kobber i vannprøvene fra Storkjella og Skogmo kilde.

6 Sammenfattende vurderinger

6.1 Gjenfunn av plantevernmidler og metabolitter i grunnvann

For undersøkte overvåkingsfelt for grunnvann har det samlet blitt tatt ut 93 grunnvannsprøver som har blitt analysert for plantevernmidler og metabolitter (alle tilgjengelige metoder/søkespekter). Av disse ble det påvist konsentrasjoner over terskelverdi/drikkevannsgrense (0,1 µg/l) for 14 prøver (15 % av prøvene) og over vendepunktetsverdien (0,075 µg/l) for 6 prøver. Tre prøver viste en samlet konsentrasjon av plantevernmidler over terskelverdi for sum av midler (0,5 µg/l).

For Haslemoen og Horpestad ble det ikke påvist plantevernmidler over terskel- eller vendepunktetsverdi.

Midler som ble påvist over terskelverdi og grense for plantevernmidler i drikkevann var metalaxyl og glyfosat. Metabolitter som ble påvist over terskelverdi var IN 70941, azoksystrobin, AMPA, metribuzin, metribuzin DK, metribuzin DADK og metribuzin DA.

Til sammenligning ble det tatt ut 30 grunnvannsprøver fra de samme overvåkingsbrønnene i perioden 2016-2018 (se vedlegg). Av disse viste 9 prøver konsentrasjoner over terskelverdi/drikkevannsgrense (0,1 µg/l) og 4 prøver viste konsentrasjoner over vendepunktetsverdi (0,075 µg/l). Midlene som ble påvist over terskelverdi var MCPA og glyfosat. Metabolittene over terskelverdi var IN 70941, metribuzinDK og metribuzin DADK. I denne perioden var det ingen prøver som ga sum plantevernmidler og metabolitter over terskelverdi på 0,5 µg/l, mens en prøve viste sumkonsentrasjon over vendepunktetsverdi (0,4 µg/l).

I en studie av gjenfunn av plantevernmidler i grunnvannskilder i 6 raviner nedstrøms jordbruksarealet på Rimstadmoen i 2020 og 2021, ble det gjort gjenfunn av plantevernmidlene metalaxyl og oksadiksyll samt metabolittene DMST, IN 70941, IN 70942 og metribuzin DADK. Bare metalaxyl ble påvist over terskelverdien.

6.2 Gjenfunn i jordprøver

Det ble tatt ut jordprøver på Haslemoen i 2020 samt på Rimstadmoen og Horpestad både i 2020 og i 2021. På Haslemoen ble jordprøvene tatt ut på to felt der det ble dyrket hhv. bygg og potet. På Rimstadmoen ble det tatt ut prøver på fire felt i 2020 og tre felt i 2021, som omfattet dyrking av potet, gulrot og korn. På Horpestad ble det tatt prøver fra et felt, der det ble dyrket gras begge år.

For Haslemoen og Rimstad med vekstskifte mellom potet, korn og evt. gulrot, var gjenfunn i jordprøvene dominert av soppmidler brukt i potet. Midlene som ble gjenfunnet i de høyeste konsentrasjonene var mandipropamid, difenokonazol, fludioxinil, bixafen, azoksystrobin og pencycuron. I tillegg ble det påvist relativt høye konsentrasjoner av boskalid og noe pyraklostrobin. Det ble også gjort gjenfunn av insektmidlet imidakloprid som tidligere ble brukt til beising av settepotet.

Midler som ble påvist i de «dypeste» jordprøvene fra 40-60 cm på Rimstadmoen var boskalid, metabolitten prothioconazole-desthio fra protikonazol, metalaxyl og imidakloprid.

For Haslemoen ble det ikke påvist noen midler i jordprøvene fra 40-60 cm, men flere midler ble påvist i 20-40 cm.

Litteraturreferanser

- Andersen, B. G., Wangen, O. P. og Østmoe, S. R. 1987. Quarternary geology of Jæren and adjacent areas, southern Norway, NGU Bulletin 411, 55 s.
- Boström, G., Gönczi, M. og Kreuger, J. 2017. Is Swedish drinking water analysed for all relevant pesticides. Power Point presentation Sveriges lantbruksuniversitet, Kompetenscentrum för kemiska bekämpningsmedel (CKB).
- Boström, G., Lindström, B., Gönczi, M. og Kreuger, J. 2016. Nationell screening av bekämpningsmedel i yt- og grundvatten 2015. Sveriges lantbruksuniversitet, Kompetenscentrum för kemiska bekämpningsmedel (CKB). CKB Rapport 2016:1. ISBN 978-91-576-9378-5.
- Brüsh, W., Rosenbom, A. E., Badawi, N. and Olsen, P. 2016. Monitoring of pesticide leaching from cultivated fields in Denmark. GEUS-publikasjon 35, 2016.
- Budde-Rodriguez, S., Pasche, J. S., Mallik, I. and Gudmestad, N. C. 2022. Sensitivity of *Alternaria* spp. from potato to pyrimethanil, cyprodinil, and fludioxonil. *Crop Protection* 152 (2022) 105855. ISSN 0261-2194,
- Cecilia, D. la., Dax, A., Ehmann, H., Koster, M., Singer, H. and Stamm, C. 2021. Continuous high-frequency pesticide monitoring to observe the unexpected and the overlooked. *Water Research X* 13, 1 (2021) 100125
- Cordón, M. J. M., Castañeda, M. I. A. and Dallos, J. A. G. 2015. Modelación matemática del transporte de oxadixyl en suelos de cultivo de cebolla. In: *Revista Ambiente & Água* 2015. ISSN: 1980-993X
- DEPA. 2019. Potential sources of 1,2,4-triazole in Danish groundwater. Technical note – Final, 06.03.2019. Danish Environmental Protection Agency. COWI-report 2019.
- EFSA 2005. Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance tolylfluanid. *EFSA Scientific Report* (2005) 29, 1-76.
- EFSA 2010. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance pencycuron. *EFSA Journal* 2010;8(10):1828
- EFSA 2012. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance bixafen. *EFSA Journal* 2012;10(11):2917.
- EFSA 2017. Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance tribenuron-methyl. *EFSA Journal* Volume 15, Issue 7.
- Englund, J. O. and Haldorsen, S. 1986. Profiles of Nitrogen Species in a Sand-Silt Aquifer at Haslemoen, Solør, South Norway. *Nordic Hydrology* 17: 295-304.
- EU 2018. Commission implementing regulation (EU) 2018/1043 concerning the non-renewal of approval of the active substance fenamidone. *Official Journal of the European Union* L188/9.25.07.2018.
- Haldorsen, S., Jenssen, P. D. and Samuelsen, J. M. 1986. Hydrogeological properties of the fine sandcoarse silt (koppjord) in Solør, Southeastern Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift* 66: 223-233.
- Hilmo, B. O. 1992. Grunnvann i Overhalla kommune. NGU-Rapport 92.203. ISSN 0800-3416. 20 s
- Hilmo, B. O. og Forbord, R. E. 2019. Grunnvannsundersøkelser ved Sunndalsøra vannverk. Asplan Viak rapport 1/2008-09-19.
- Hilmo, B. O. og Tønnesen, J. F. 1997. Grunnvannsundersøkelser i nedre Lærdal, Lærdal kommune. Fagrapport Norges Geologiske Undersøkelse. NGU-Rapport 97.044.

- Hugdahl, H. 1986. Sand- og gruskartlegging i Overhalla kommune. NGU-Rapport 86.051.
- Juvonen, J. 2016. Pesticides in Finnish groundwater. Results from the monitoring of diffuse loads from agriculture to groundwater. Presentation at "Workshop on pesticide fate in soil and water in the northern zone, SLU, September 7-8, 2016". <https://www.slu.se/en/Collaborative-Centres-and-Projects/centre-for-chemical-pesticides-ckb1/areas-of-operation/workshop-on-pesticide-fate-in-soil-and-water-in-the-northern-zone/>
- Jæger, Ø. og Danielsen, E. 1999. Grunnvannsundersøkelser ved Haugsbakken, Lærdal kommune. NGUrapport 99.029. ISSN 0800-3416.
- Lapworth, D.J., Baran, N., Stuart, M.E., Manamsa, K. and Talbot, J. 2012. Persistent and emerging micro-organic contaminants in Chalk groundwater of England and France. Chalk paper NORA 2012.
- Ludvigsen, G.H, A. Pengerud, K. Haarstad og J. Kværner. 2008. Pesticider i grunnvann i jordbruksområder. Resultater fra prøvetaking i 2007. Bioforsk Rapport Vol 3, nr 110. 2008. 23 s.
- Marsala, R. Z., Capri, E., Russo, E., Bisagni, M., Colla, R., Lucini, L., Gallo, A. and Suciù, N.A. 2020. First evaluation of pesticides occurrence in groundwater of Tidone Valley, an area with intensive viticulture. *Sci Total Environ.* 2020 Sep 20;736:139730. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139730. Epub 2020 May 26. PMID: 32504868.
- Mattilsynet 2007. Vurdering av plantevernmidlet Merit Forest WG-imidakloprid. Mai 2007.
- Mostafanezhad, H., Edin, E. and Grenville-Briggs, L.J. 2022. Rapid emergence of boscalid resistance in Swedish populations of *Alternaria solani* revealed by a combination of field and laboratory experiments. *Eur J Plant Pathol* 162, 289–303 (2022).
- Nikolaou, S., Efstathiou, P., Tiggiroidou, M., Arabatzis, N., Piera, Y. and Aletrari, M. 2017. Monitoring of Pesticides in Drinking, Surface and Ground Water of Cyprus by Liquid-Liquid and Solid Phase Extraction in Combination with GC/MS and UPLC/MS/MS. *Journal of Water Resource and Protection*, 9, 1184-1198.
- Olsen, P., Henriksen, T. and Ullum, M. 2005. Leaching of Metribuzin Metabolites and the Associated Contamination of a Sandy Danish Aquifer. *Environ. Sci. Technol.* 2005, 39, 21, 8374–8381.
- Riis, V., 1992. Hydrogeologi og avsetningsmodell av Haslemoen i Solør. Cand. Scient.oppgave, Institutt for Geologi, Universitetet i Oslo.
- Rosenbom <https://mst.dk/media/208348/dansk-sammendrag-af-vap-rapport-2020.pdf>
- Roseth, R. 2013. Plantevernmidler i grunnvann i jordbruksområdet. Resultater for prøvetaking i 2010 – 2012. Bioforsk Rapport 8 (46) 2013. ISBN 978-82-17-01072-2. 55 s.
- Roseth, R. 2016. Pesticides in groundwater in Norway. A screening investigation of 28 drinking water wells in agricultural areas (2010-2012). Presentation "Workshop on pesticide fate in soil and water in the northern zone, SLU, September 7-8, 2016". <https://www.slu.se/en/Collaborative-Centres-and-Projects/centre-for-chemical-pesticides-ckb1/areas-of-operation/workshop-on-pesticide-fate-in-soil-and-water-in-the-northern-zone/>
- Roseth, R., Kværner, J., Rognan, Y., Reinemo, J. og Mæland, T. 2018. Overvåking av grunnvann påvirket av jordbruk. Haslemoen, Rimstadmoen, Horpestad og Lærdal. NIBIO Rapport 4(117)2018.
- Roseth, R., Rognan, Y. og Johansen, Ø. 2018. Plantevernmidler i grunnvann i faste forsøksfelt. NIBIO Rapport 4 (122) 2018.
- Rød, L. M. og Ludvigsen, G. H. 2010. Pesticider i grunnvann i jordbruksområder. Resultater fra prøvetaking i 2009. Bioforsk Rapport 5 (43) 2010.
- Seither, A., Dagestad, A., Jæger, Ø, Roseth, R. (2019). Sunndalsøra og Grødal – Kartlegging og overvåking av tyvelokaliteter for grunnvann med antropogen belastning. [NGU-rapport 2017.006](#)

- Seither, A., Dagestad, A., Jæger, Ø., Gundersen, P., Roseth, R., Kværner, J., Rognan, Y., Reinemo, J. og Mæland, T. 2020. Overvåking av belastede grunnvannsforekomster i Norge, 2015-2018. Typelokaliteter og resultater fra urbane områder og jordbruksarealer. NGU-Rapport 2019.013. NGU-Rapport 2019.013. 120 s.
- Seither, A., Dagestad, A., Jæger, Ø., Roseth, R., Gundersen, P., Tønnesen, J. F., Minde, Å. og Sunde, P. 2019. Sunndalsøra og Grødal – Kartlegging og overvåking av typelokaliteter for grunnvann med antropogen belastning. NGU rapport 2017.007.
- Seljeset, K. K. og Hove, M. F. 2016. Bacheloroppgave. Geofysisk kartlegging av løsmasser ved Hauge, Lærdal. Geologi og Geofare. GE491. 01.06.2016. Høgskulen i Sogn og Fjordane.
- Serikstad, G. L. 2010. Kobber som plantevernmiddel i økologisk frukt og bær i Norge. Rapport Bioforsk Økologisk.
- Soldal, O. og Jæger, Ø. 1992. Grunnvann i Jæren-regionen. NGU-rapport 92.102. Tønnesen, J. F. 1999. Geofysiske målinger over deponiområde nord for Frøylandsvatnet i Klepp kommune. NGU-rapport 99.102.
- Stokke, J. A., 1987. Kvartærgeologisk kartlegging med oppfølgende sand- og grusundersøkelser i Lærdal, Sogn og Fjordane fylke. Norges geologiske undersøkelse.
- Sørensen, R., Grønlie, G. and Jørgensen, P. 1982. Thickness and layering of the Odbergmoen Late Weichselian and Holocene sediments in Lågendalen, southeastern Norway. Norsk Geologisk Tidsskrift, 72, 7-15.
- US EPA. 2008. Pesticide Fact Sheet. Mandipropamid. January 2008.
- Veileder 02:2018. Direktoratgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Veileder M608. Rev. 2020. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Miljødirektoratet. 24 s
- Virgin, H. 2012. Grundvattenkvalitet i Skåne län. Utvärdering av regional provtagnings av grundvatten 2007-2010. Länsstyrelsen i Skåne län. Länsstyrelsesrapport 2012:12. ISBN 978-91-86533-78-6.
- VKM 2005. Risikovurdering av bruk av plantevernmidlet Titus WSB. VKM Report 2005: 57.
- Østmo, S. R. og Olsen, K. S. 1986. Stavanger 1212 IV. Kvartærgeologisk kart M 1:50 000. NGU.

Vedlegg

Bilder fra overvåkingsfelt for grunnvann

Haslemoen

Felt 1 (bygg) og felt 2 (potet) på Haslemoen 24.09.20



Haslemoen 13.10.21 med produksjon av potet og korn på arealene nord for grunnvannsbrønnen.

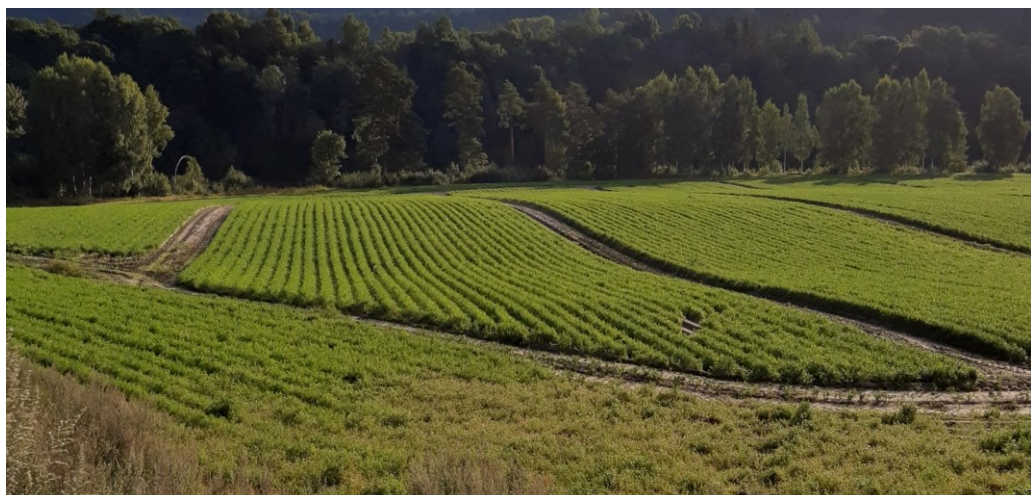


Rimstadmoen

Potet på felt 3 Rimstadmoen, 24.06.20



Gulrot på felt 4 Rimstadmoen 11.08.20.



Hvete på felt 1, Rimstadmoen 28.06.20.



Hvete på felt 2, Rimstadmoen 28.06.20.



Korn på felt 1, Rimstadmoen 02.11.21



Potet på felt 2 og deler av felt 1, Rimstadmoen 02.11.21



Korn på felt 3, Rimstadmoen 02.11.21



Grunnvannskilder på Rimstadmoen 2021

Ravine og kilde 4, Rimstadmoen 02.11.21



Ravine og kilde 3, Rimstadmoen 02.11.21



Ravine og kilde 2, Rimstadmoen 02.11.21



Kilde (K) for overvåking av grunnvann, Rimstadmoen 02.11.21. Ikke jernutfelling og helt klart.



Ravine og Kilde 1, Rimstadmoen 02.11.21



Resultater fra overvåkingsfelt 2016-2018

Haslemoen

Stoffer/Parameter	Terskel verdi	Vende punkt	Haslem. 17.08.16	Haslem. 16.11.16	Haslem. 27.06.17	Haslem. 15.08.17	Haslem. 10.10.17	Haslem. 28.06.18	Haslem. 07.10.18
Nitrat (mg/l)	50	37,5	41,2	48,7	33,2	34,5	41,6	23,9	23,9
Klorid (mg/l)	200	150	8,5	8,5	6,7	7,0	7,0	5,3	6,9
Sulfat (mg/l)	100	75	24,1	24,8	18,1	19,6	19,5	20,2	24,2
Ammonium (µg N/l)	500	400	< 5	<0,1	< 100	<100	<5	< 5	26
Arsen (µg/l)	10	7,5	<0,20	0,32	0,41	0,50	0,48	0,33	0,24
Kadmium (µg/l)	5	3,75	0,09	0,13	0,10	0,09	0,01	0,08	0,08
Bly (µg/l)	10	7,5	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Kobber (µg/l)**	15,6	7,8	<0,50	<0,50	<0,50	0,66	0,82	0,71	0,57
Sink (µg/l)**	60	11	2,9	2,5	2,4	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Jern (µg/l)	-	-	2,9	2,6	10	<2,0	<2,0	3,2	18
Mangan (µg/l)	-	-	32	37	25	24	26	19	23
Plantevernmidler									
Fenpropimorph (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	*	*	*
Pyraclotrubin (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	*	*	*
Metalaxyl (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	*	*	*
Metribuzin-DK	0,1	0,075	0,11	0,10	*	*	*	*	*
Glyfosat/AMPA (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	*	*	*
MCPA (µg/l)	0,1	0,075	*	*	0,17	*	*	*	*
2,4 D (µg/l)	0,1	0,075	*	*	0,011	*	*	*	*
IN70941, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	*	*	0,0001
INA 4098, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	*	*	*
Metsulfuron-methyl, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	*	*	*
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0,11	0,10	0,18	0	0	0	0

*Ikke påvist, ** Fra M608/02:2018, Terskel = Akutt (IV), Vendepunkt= Kronisk (III)

Rimstadmoen

Stoffer/Parameter	Terskel verdi	Vende punkt	Rim. BRØ 10.08.16	Rim. BRØ 10.11.16	Rim. BRØ 28.06.17	Rim. BRØ 14.08.17	Rim. BRØ 10.10.17	Rim. BRØ 27.06.18	Rim. BRØ 11.10.18
Nitrat (mg/l)	50	37,5	4,4	8,4	5,3	1,9	2,5	0,27	3,0
Klorid (mg/l)	200	150	9,1	9,2	10	9,8	9,7	9,3	9,9
Sulfat (mg/l)	100	75	31,7	28,3	38,5	42,2	33,7	47,2	40,7
Ammonium (µg N/l)	500	400	5,2	100	12	290	22	29	20
Arsen (µg/l)	10	7,5	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Kadmium (µg/l)	5	3,75	0,03	0,06	0,07	0,09	0,08	0,09	0,06
Bly (µg/l)	10	7,5	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Kobber (µg/l)**	15,6	7,8	<0,50	0,58	1,3	1,9	3,0	3,6	1,9
Sink (µg/l)**	60	11	4,8	12	14	10	13	19	11
Jern (µg/l)	-	-	45	200	72	2700	310	2000	1400
Mangan (µg/l)	-	-	78	36	32	270	56	360	110
Plantevernmidler									
Propikonazole (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	0,012	*	*	*
Fenpropimorph (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	*	*	*
Pyraclotrubin (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	*	*	*
Metalaxyl (µg/l)	0,1	0,075	0,03	0,02	*	*	*	*	*
Metribuzin-DK	0,1	0,075	*	*	*	*	*	*	*
Metribuzin-DADK	0,1	0,075	*	*	0,11	0,093	0,092	0,089	0,15
Glyfosat/AMPA (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	*	*	*
MCPA (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	*	*	*
2,4 D (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	*	*	*
IN70941, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,010	0,013	0,006	0,002	0,006	0,0013	0,0025
INA 4098, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	*	*	*
Metsulfuron-methyl, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*	*	*	*
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0,04	0,03	0,12	0,1	0,1	0,09	0,15

Horpestad/Klepp

Stoffer/Parameter	Terskel verdi	Vende punkt	Klepp 10.10.17	Klepp 14.11.17	Klepp 25.06.18	Klepp 22.10.18
Nitrat (mg/l)	50	37,5	13,7	19,5	5,3	8,4
Klorid (mg/l)	200	150	25	35	72	27
Sulfat (mg/l)	100	75	8,6	18,5	30,1	22,5
Ammonium (µg N/l)	500	400	110	17	38	14
Arsen (µg/l)	10	7,5	1,8	2,3	0,76	0,47
Kadmium (µg/l)	5	3,75	0,07	0,16	0,03	0,03
Bly (µg/l)	10	7,5	2,3	1,7	0,26	<0,20
Kobber (µg/l)**	15,6	7,8	50	44	14	15
Sink (µg/l)**	60	11	45	13	6,9	15
Jern (µg/l)	-	-	2200	2500	2500	83
Mangan (µg/l)	-	-	79	110	160	31
Triklormetan (µg/l)	2,5	1,9	0,23	*	*	*
Plantevernmidler						
Propikonazole (µg/l)	0,1	0,075	0,012	*	*	*
Fenpropimorph (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*
Pyraclotrubin (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*
Metalaxyl (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*
Metribuzin-DK	0,1	0,075	*	*	*	*
Metribuzin-DADK	0,1	0,075	*	*	*	*
Imazalil	0,1	0,075	*	*	*	*
Glyfosat/AMPA (µg/l)	0,1	0,075	0,38	*	*	*
MCPA (µg/l)	0,1	0,075	0,091	0,016	*	*
2,4 D (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*
IN70941, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	0,006	0,030	*	*
INA 4098, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*
Metsulfuron-methyl, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	*	*	*	*
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0,49	0,046	0	0

*Ikke påvist, ** Fra M608/02:2018, Terskel = Akutt (IV), Vendepunkt= Kronisk (III)

Lærdal

Stoffer/Parameter	Terskel verdi	Vende punkt	Lær. VAN 25.10.17	Lær. BRØ 19.11.17	Lær. BRØ 30.06.18	Lær. BRØ 28.10.18
Nitrat (mg/l)	50	37,5	21,7	5,3	4,4	4,9
Klorid (mg/l)	200	150	15	5,6	5,9	4,9
Sulfat (mg/l)	100	75	17,2	15,5	18,0	15,5
Ammonium (µg N/l)	500	400	<5	<5	<5	<5
Arsen (µg/l)	10	7,5	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Kadmium (µg/l)	5	3,75	<0,010	0,01	0,015	<0,01
Bly (µg/l)	10	7,5	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Kobber (µg/l)**	15,6	7,8	2,3	<0,50	0,88	0,50
Sink (µg/l)**	60	11	3,8	<2,0	<2,0	<2,0
Jern (µg/l)	-	-	9	88	170	3,2
Mangan (µg/l)	-	-	3,6	13	37	2,1
Plantevernmidler						
Metribuzin-DK	0,1	0,075	-	*	*	*
Metribuzin-DADK	0,1	0,075	-	0,016	*	*
IN70941, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	-	0,0074	0,0023	0,0053
IN70942, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	-	*	0,0023	0,00016
INA 4098, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	-	*	*	*
Metsulfuron-methyl, Lavdose (µg/l)	0,1	0,075	-	*	*	*
Sum plantevernmidler	0,5	0,4	0	0,016	0	0,0055

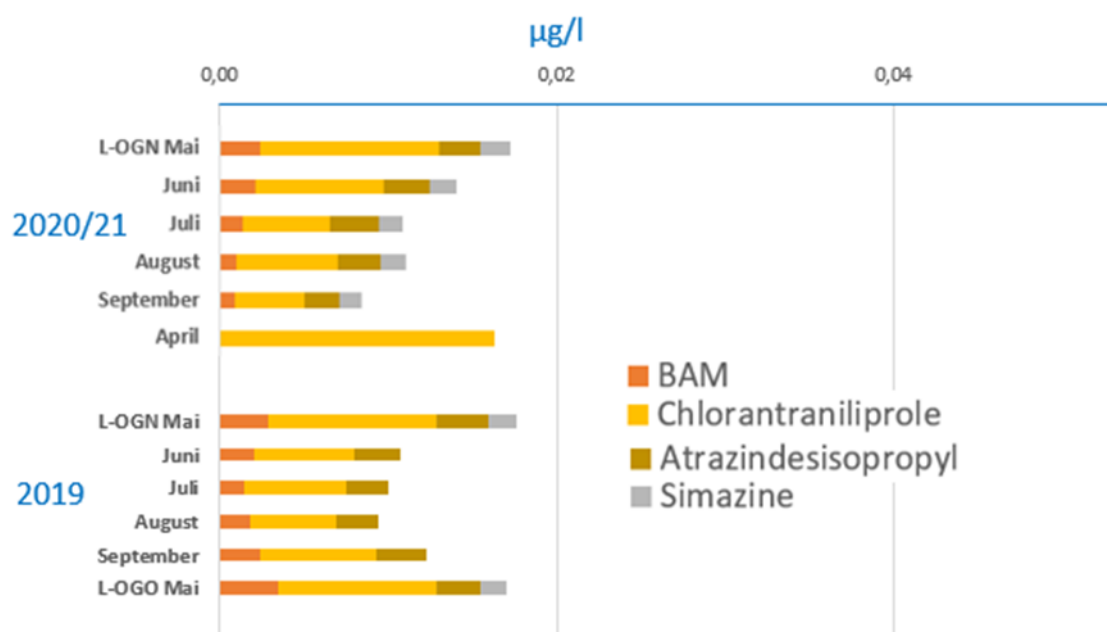
Grødal

	Dato	Plantevernmidler, metode 101			Metribuzin, metode 76			Lavdosemidler, metode 72					SUM
		Propi-konazol µg/l	Thia-bendazol µg/l	Sum, M101 µg/l	Metribuzin_ DK	Metribuzin_ DADK	Sum, M76 µg/l	IN70941 µg/l	IN70942 µg/l	INL5296 µg/l	INA4098 µg/l	Sum, M72 µg/l	
Terskelverdi		0.1			0.1	0.1		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5
Vendepunktverdi		0.075			0.075	0.075		0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.4
Tidligere LGN-brønn	22.06.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	24.08.16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.036	0.002	n.d.	n.d.	0.038	0.038
	06.12.16	0.019	0.052	0.071	n.d.	n.d.	n.d.	0.039	0.002	n.d.	n.d.	0.041	0.112
	23.05.17	0.019	n.d.	0.019	n.d.	n.d.	n.d.	0.032	0.002	n.d.	n.d.	0.034	0.053
	12.10.17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.045	0.004	n.d.	n.d.	0.049	0.049
	26.06.18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.04	0.002	n.d.	n.d.	0.042	0.042
	1.11.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potetbua	06.12.16	0.021	0.04	0.061	-	-	n.d.	0.07	0.003	0.002	0.003	0.077	0.138
	23.05.17	0.025	n.d.	0.025	0.07	0.13	n.d.	0.112	0.004	0.003	0.001	0.120	0.345
	12.10.17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.104	0.004	0.002	0.003	0.113	0.113
	26.06.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	29.08.18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.022	0.001	0.001	0.003	0.027	0.027
	1.11.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.11.18 (DUB)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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

	Dato	NH4-N µg/l	Klorid mg/l	Nitrat mg NO3/l	Sulfat mg/l	Arsen µg/l	Bly µg/l	Kadmium µg/l	Kobber µg/l	Kvikksølv µg/l	Sink µg/l
Terskelverdi		500	200	50	100	10	10	5		0.5	
Vendepunktverdi		400	150	37.5	75	7.5	7.5	3.74		0.4	
Tidligere LGN-brønn	22.06.2016	<10	10.7	10.2	4.64	<10	<5	<0.5	<5	-	7
	24.08.2016	<10	11.9	11.9	4.93	<10	<5	<0.5	<5	-	9.2
	06.12.2016	<10	11.4	10.4	5.13	<10	<5	<0.5	<5	-	8.1
	23.05.2017	16	11.6	12.5	5.12	<0.05	0.16	<0.03	0.88	-	4.5
	12.10.2017	<11	11.6	12.8	5.91	<0.05	0.14	<0.03	1.2	-	7.3
	26.06.2018	<3	12.4	19	5	<0.05	0.04	0.005	0.88	<0.002	4.33
	1.11.2018	110	12	15	6	<0.05	<0.01	<0.002	0.76	<0.002	1.15
Potetbua	06.12.2016	<10	8.41	35.9	22.8	<10	<5	<0.5	5.9	-	8.9
	23.05.2017	<10	8.75	22.1	14.3	0.07	0.09	<0.03	8.44	-	3.3
	12.10.2017	<11	7.47	23.2	15.4	0.06	0.06	<0.03	6.66	-	4.9
	26.06.2018	19	8.58	22	22	<0.05	0.18	0.005	7.15	<0.002	10.2
	29.08.2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.11.2018	14	16	58	26	0.08	0.014	0.006	6.58	<0.002	1.38
	1.11.2018 (DUBLETT)	11	12	58	26	0.08	0.010	0.007	6.56	<0.002	1.33

Resultater grunnvannskilde i Lofthus nedstrøms fruktareal, 2019-2021



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

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

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

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

