

# Bradalsmyra testsenter. Overvåkning av metallkonsentrasjoner i bekker og grunnvannsig i perioden 2004-2018.



# RAPPORT

**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00

**NIVA Region Sør**

Jon Lilletuns vei 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 22 18 51 00

**NIVA Region Innlandet**

Sandvikaveien 59  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00

**NIVA Region Vest**

Thormøhlensgate 53 D  
5006 Bergen  
Telefon (47) 22 18 51 00

**NIVA Danmark**

Njalsgade 76, 4. sal  
2300 København S, Danmark  
Telefon (45) 39 17 97 33

Internett: [www.niva.no](http://www.niva.no)

Tittel Bradalsmyra testsenter. Overvåkning av metallkonsentrasjoner i bekker og grunnvannsig i perioden 2004-2018.	Løpenummer 7352-2019	Dato 22.02.2019
Forfatter(e) Asle Økelsrud Sigurd Rognerud	Fagområde Miljøgifter - ferskvann	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Oppland	Sider 28

Oppdragsgiver(e) Nammo Raufoss AS	Oppdragsreferanse Trond Simen Aasmundstad
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 180208

<p>Sammendrag</p> <p>Bradalsmyra er Nammo Raufoss AS sitt testsenter for utprøving av ny ammunisjon. Området avvannes av Veltmannåa, og to mindre bekker. Vi fortsetter her rapportering av overvåkingen av metaller, som har pågått siden 1991. For 2018 ble det ikke observert overskridelser av gjeldende miljøkvalitetsstandard (EQS) for prioriterte stoffer (kadmium, bly og nikkel). For sink ble det påvist en marginal overskridelse av EQS i bekken som avvanner testsenteret. Resultatet fra kildesporingen av sink ved verkstedsområdet og omkringliggende område, indikerer at tilførselen fra verkstedområdet er lav sammenlignet med bidrag fra kilder utenfor testsenteret. Den årlige overvåkingen har den fordel at eventuelle episodiske utslipp kan stanses på et tidlig tidspunkt, og hindre negative effekter på biota nedstrøms testsenteret.</p>
--

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Skytefelt</li> <li>Overvåkning</li> <li>Metallkonsentrasjoner</li> <li>Forurensningsgrad</li> </ol>	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Shooting range</li> <li>Monitoring</li> <li>Metal concentration</li> <li>Degree of impact</li> </ol>
--	--

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Asle Økelsrud  
Prosjektleder

Øyvind Aaberg Garmo  
Kvalitetssikrer

Marianne Olsen  
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7087-7  
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

## **Bradalsmyra testsenter**

Overvåkning av metalkonsentrasjoner i bekker og grunnvannsig i perioden 2004-2018

## Forord

Vi rapporterer her resultatene fra målinger av metall-konsentrasjoner og viktige forklaringsvariabler som pH og DOC i bekker, en dam og et grunnvannsig på Bradalsmyra testsenter i perioden 2004 til november 2018. De målte konsentrasjoner for 2018 i vannforekomstene vurderes i henhold til Veileder 02:2018, Miljødirektoratet 2018.

Nammo Raufoss AS er oppdragsgiver. Kontaktperson ved testsenteret har vært Trond Simen Aasmundstad, som sammen med andre gode hjelpere på testsenteret takkes for godt samarbeid.

Feltarbeidet i 2018 og rapporteringen har vært gjennomført av Asle Økelsrud og Sigurd Rognerud. Alle kjemiske analyser er utført ved NIVAs laboratorium i Oslo. Rapporten følger i all hovedsak malen etter tidligere års rapportert, for slik å sikre oversikten over tidsserier på målte parametere.

Ottestad, 22. februar 2019

Asle Økelsrud

---

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Metoder</b> .....	<b>8</b>
2.1	Innsamling og vannanalyser .....	8
2.2	Grunnvannsbrønner.....	8
2.3	Klassifisering av tilstand.....	8
<b>3</b>	<b>Resultater</b> .....	<b>9</b>
3.1	Referansestasjon og mindre vannansamlinger på testsenteret.....	9
3.1.1	Referansestasjon .....	9
3.1.2	Rakettstandplass .....	11
3.1.3	Utlekking av metaller fra deponiet.....	12
3.2	Veltmannåa.....	13
3.2.1	Tidstrend basert på vannanalyser .....	13
3.3	Bekkene fra verkstedområdet, miljøtestanlegget og rakettstandplass.....	14
3.3.1	Tidstrend basert på vannanalyser .....	14
3.4	Kildesporing av sink ved verkstedområdet.....	16
3.5	Kjemisk og økologisk tilstand i henhold til vannforskriften i de nederste stasjonene i utgående bekker.....	17
<b>4</b>	<b>Konklusjon</b> .....	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>Vedlegg</b> .....	<b>20</b>

## Sammendrag

Bradalsmyra er Nammo Raufoss AS sitt testsenter for utprøving av ny ammunisjon. Området avvannes hovedsakelig av Veltmannåa, men også av en mindre bekk fra verkstedområdet, samt en bekk som starter i en dam ved raketstandplass og renner videre forbi miljøtestanlegget og ut av feltet i sydøstlig retning. I 2016 ble det etablert en ny stasjon (st.10) i en bekk som drenerer deler av åsen vest for Veltmannåa. Hensikten var å få en indikasjon på naturgitte konsentrasjoner av metaller. Testsenteret har også et deponi som inneholder metallavfall etter overflate-behandling ved tidligere Raufoss Våpenfabrikk. Dette er avsluttet og tildekket, men potensielt drenerer deponiet til Veltmannåa. Tilstanden i bekkene er gitt i henhold til Miljødirektoratets 5-delte klassifiseringssystem for forurensningstilstand som er beskrevet i økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann og elver (Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vanddirektivet, 2018).

Året 2018 var spesielt værmessig, med lengre tørkeperioder i sommermånedene juni til august, hvor nedbøren var under normalen for alle månedene. Dette har ført til lav vannføring samt uttørring av mindre bekker. Det er også sannsynlig at dette har påvirket vannkjemien i bekker som avvanner Bradalsmyra, med økte konsentrasjoner av målte metaller. Det ble målt konsentrasjoner av sink, arsen, bly, kadmium, kobber, krom og nikkel fra juni til og med november. I august og september var enkelte av stasjonene ikke mulig å prøveta, enten på grunn av tørrlegging eller svært lav vannstand.

Ved raketstandplassen (st.9), overskred målte konsentrasjoner EQS for sink og kobber og for bly. Stasjon 8 nedstrøms raketstandplassen hadde allikevel god kjemisk tilstand. Påvirkning av kjemisk tilstand nedstrøms feltet vurderes derfor som liten. Ingen av metall-konsentrasjonene i 2018 overskred miljøkvalitetsstandarder (EQS-verdier) for de vannregionspesifikke stoffene kobber, sink, arsen og krom eller de prioriterte stoffene kadmium, bly og nikkel i bekken ved et gammelt metalldeponi (st. B4). Denne bekken renner ut i Veltmannåa, men bidrar ikke til målbare økninger av metall-konsentrasjonene i Veltmannåa. Dette skyldes antagelig at delnedbørfeltet der deponiet ligger utgjør en svært liten del av nedbørfeltet til Veltmannåa oppstrøms utløpet fra testsenteret, og at metaller bindes til finkorna partikler i jorda nedenfor deponiet.

De målte konsentrasjonene ved de tre nederste stasjonene i utgående bekker (st. 4, 7 og 8) oppnår god kjemisk tilstand for de prioriterte stoffene (kadmium, bly og nikkel). I august ved stasjon 8, bekk i sørgående retning, ble det påvist én overskridelse av EQS for sink. Overskridelsen ved denne episoden var marginal og vil ha hatt liten betydning for vannforekomsten lenger ned (002-595-R Sagvollelva). Bekken fra verkstedsområdet (st.7), har lave vannføringer. Eventuelle utslipp av metaller vil derfor raskt kunne spores i form av økte konsentrasjoner. Kildesporingen av sink i september 2018 tyder på at bidraget fra verkstedsområdet er lavere enn det antatt naturgitte bidraget av sink fra området utenfor testsenteret.

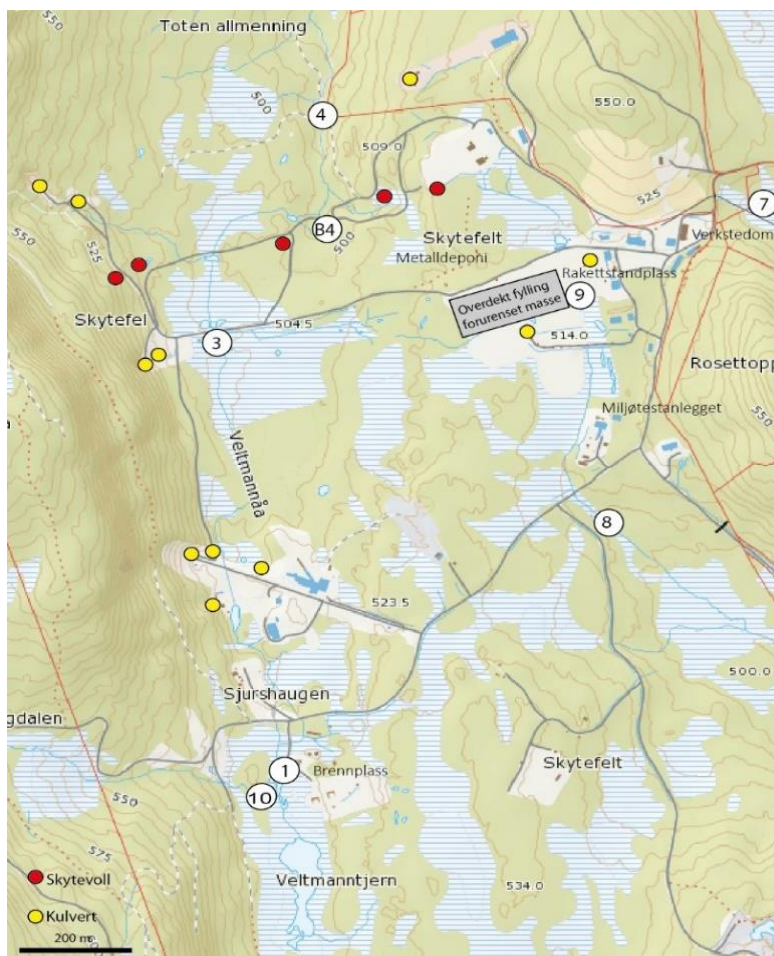
Resultatene sannsynliggjør at aktiviteten ved testsenteret ikke har bidratt til vesentlig forurensning av metaller i bekkene når de renner ut av skytefeltet. Likevel kan det lokalt forekomme forhøyede konsentrasjoner av metaller i mindre vannansamlinger i forbindelse med forsøk, testing eller annen aktivitet. Overvåkingen som er utført over 27 år er en viktig styrke for denne konklusjonen. Den årlige overvåkingen har også den fordel at eventuelle episodiske utslipp kan stanses på et tidlig tidspunkt og hindre negative effekter på biota nedstrøms testsenteret.

# 1 Innledning

På Bradalsmyra, vest for Raufoss sentrum, tester Nammo Raufoss AS ut konvensjonell og ny ammunisjon. Området som ligger på ca. 500 til 700 moh. avvannes hovedsakelig av Veltmannåa, men også av mindre bekker fra miljøtestanlegget, verkstedområdet og raketstandplass (Figur 1). Nord for kjøretraseen til det nordligste kulvertanlegget ligger et metalldeponi (Figur 1), hvor det i 2004 ble opprettet 5 grunnvannsbrønner for overvåking av metallavrenning fra dette depotet (Rognerud 2004). I dag er det kun en målestasjon her (St.B4), siden de tidligere etablerte grunnvannsbrønnene nå er fylt opp av finstoff (Rognerud 2018). Vannkvaliteten i Veltmannåa ble først undersøkt i 2004, og konklusjonen var at deponiet ikke forurenset Veltmannåa (Rognerud 2004). I tillegg ble det i 2006 etablert et nytt målepunkt (st.3) der man forventet at utlekking fra metalldeponiet kunne nå bekkene (Rognerud 2011). Høsten 2011 ble det opprettet en stasjon (st.9) i en dam ved raketstandplassen. Denne avvannes syddover via st. 8. I 2016 ble st.10 opprettet (Figur 1) for å måle bakgrunns-konsentrasjoner av metaller i området. Avrenning fra verkstedområdet blir overvåket ved st. 7 (Figur 1), hvor det tidligere er rapportert (Rognerud 2018) konsentrasjoner av sink som tilsvarer klasse III, moderat tilstand i veileder M-608 (Miljødirektoratet 2016). Det ble derfor i september 2018 foretatt kildesporing av sink i nærheten verkstedområdet hvor 4 midlertidige stasjoner ble opprettet i tillegg til den allerede eksisterende st. 7 (kap. 3.4).

Selv om det har vært rapportert høye konsentrasjoner i vannforekomster lokalt innenfor testsenteret, gjennom de 27 årene overvåkingen har pågått (siden 1991), ser dette ut til å påvirke vannkvaliteten i bekkene som renner ut av skytefeltet i liten grad. I tillegg viser bunndyrundersøkelser ved tre stasjoner i bekker, hvorav to inngår i den faste overvåkingen av Bradalsmyra testsenter (st.1 og st.4), at utlekking av tungmetaller fra testsenteret har hatt liten effekt på akvatiske organismer i Veltmannåa høsten 2017/vinteren 2018 (vedlegg 4).

Hensikten med overvåkingen er å avklare om vannkvaliteten i bekkene, med hensyn til metaller, er tilfredsstillende når de renner ut av testsenterets avgrensede område. Vi rapporterer her resultatene fra undersøkelsene i 2018, sammen med tidligere data over vannkvalitet. Overvåkingen omfatter månedlige undersøkelser i den isfrie delen av året. Dette gjør det mulig å følge tidsutvikling i vannkvaliteten over tid. Dersom det skjer episodiske utslipp, eller en negativ utvikling over tid, kan tiltak settes inn relativt raskt. I 2017 ble området befart av Ole Nashoug, som er godt kjent med geologien i Mjøs-regionen. Hensikten var å avdekke i hvilken utstrekning naturgitte metaller i løsavsetningene på Bradalsmyra kan ha betydning for vannkvaliteten i skytefeltet. Det ble da konkludert med at siden morenen i de sentrale deler av skytefeltet delvis består av kambro-siluriske materiale, kan en ikke utelukke at deler av tungmetallinnholdet i vannet skyldes løsmassenes kjemiske sammensetning (Rognerud 2018).



sone 33v	Ø/V	N/S
St.1	257026	6737863
St.3	256867	6738907
St.4	257065	6739639
St.7	257839	6739153
St.8	257573	6738543
St.9	257548	6738978
St. B4	257102	6739185
St.10	256932	6737991

**Figur 1.** Bradalsmyra testsenter med veinett, bekker, og målestasjoner i Veltmannåa (St.1,3, 4), fra verkstedsområdet (st.7), miljøtest-senteret (st. 8), en dam ved rakettsandplass (st.9), og en grunnvanns-brønn nedstrøms deponiet (brønn 4). I 2011 var denne brønnen fylt av sedimenter og nytt prøvepunkt (B4) ble etablert i et grunnvannsig som kommer ut i dagen 15 m nedenfor brønn 4. Koordinatene for målestasjonene er gitt ovenfor. Fra og med 2016 er det tatt det prøver i en bekk som kommer fra åsen i vest (St.10), og ender opp i dammen ved brenn-plassen nær st.1.

### Vanntype

#### Vanntypeinndeling

Vanntype elv  
 VanntypeID  
 Nasjonal vanntype  
 Vannkategori  
 Økoregion  
 Klimasoner  
 Nedbørfelt i km<sup>2</sup>  
 Kalsium og alkalinitet  
 Humus  
 Turbiditet

#### Verdi

Små, kalkfattig, humøs  
 REM1221  
 17  
 Elv  
 Østlandet  
 Middels(200-800moh.)  
 Små (< 10 km<sup>2</sup>)  
 Kalkfattig (Ca = 1 - 4 mg/l, Alk = 0.05-0.2 mekv/l)  
 Humøse (30-90 mg P/L, TOC 5-15 mg/L)  
 Klare (STS < 10 mg/L (uorganisk andel minst 80%))

### Hydrologisk og administrativ informasjon

Vannforekomstnavn	Veltmannåa	Vannregionmyndighet	Østfold
VannforekomstID	002-2670-R	Vannregion	Glomma
Vannkategori	Elv	Vannområde	Mjøsa
Vanntype	Små, kalkfattig, humøs	Fylker	Oppland
Lengde (km)	14,21	Kommuner	Gjøvik, Vestre Toten
Areal av vannforekomstens nedbørfelt	0.00	Vassdragsområde	002
Nedbørfelt	Veltmannåa	Lengdegrad	
		Breddegrad	



## 2 Metoder

### 2.1 Innsamling og vannanalyser

Det er samlet inn prøver fra 3 stasjoner i Veltmannåa, og en stasjon i bekkene som avvanner henholdsvis verkstedområdet, miljøtestsentret og raketstandplassen i 2018. I 2006 ble det opprettet en ny stasjon i Veltmannåa (st.3) oppstrøms et sig som kan være påvirket av et eldre metalldeponi. Det ble samlet inn vannprøver fra en grunnvannsbrønn (Brønn 4) av i alt 5 brønner som ble opprettet nedstrøms deponiet i 2004 (Rognerud 2004). Prøvene fra brønnen ble hentet opp med elektriske miljøpumper. Fra og med 2011 er prøvene tatt 15 m nedenfor brønn 4, der hvor grunnvannet slår ut i dagen. Årsaken til dette var at brønnen ble fylt opp av finstoff. Vann-prøvene for metallanalyser ble samlet inn på syrevaskede plastflasker, mens vann for analyse av pH og TOC/DOC ble samlet inn i egne plastflasker. Metallene er analysert ved NIVAs laboratorium.

### 2.2 Grunnvannsbrønner

I 2004 ble det etablert 5 stk. 63 mm overvåkningsbrønner. Renset filtersand (kvarts) ble benyttet til fylling rundt brønnen. Lengden på rørene er ca. 2 m. Brønn 0 (referansen) ligger ovenfor deponiet, Brønn 1 var i selve deponiet, mens Brønn 2, 3 og 4 lå i økende avstand fra deponiet. I 2005 ble bare Brønn 0 og 4 undersøkt, men fra og med 2006 ble kun Brønn 4 undersøkt som var det siste målepunkt før grunnvannsiget fra deponiet når Veltmannåa. Den er nå fylt med finstoff og prøvene tas nå i en bekk (Bekk 4) som slår ut i dagen ca.30 m nedenfor deponiet (Figur 1).

### 2.3 Klassifisering av tilstand

Forhøyede konsentrasjoner av metaller kan ha en negativ effekt på biota i vann. Gjeldende tilstandsklasser i Norge er gitt i Tabell 1 (Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vanddirektivet, 2018.). Av metallene i Tabell 1 inngår kadmium (Cd), bly (Pb) og nikkel (Ni) blant EUs 45 prioriterte stoffer, mens sink (Zn), kobber (Cu), arsen (As) og krom (Cr) er blant de nasjonalt definerte vannregionspesifikke stoffene. For alle de oppgitte metallene er det fastsatt grenseverdier, såkalte miljøkvalitetsstandarder (Environmental Quality Standards =EQS) i Vannforskriften (se Miljødirektoratets veileder 02:2018). Vurdering av de vannregionspesifikke stoffene i forhold til grenseverdi («god» eller «ikke god») blir benyttet til fastsettelse av økologisk tilstand. Siden biologiske kvalitetselementer ikke inngår i denne undersøkelsen er de vannregionspesifikke stoffene det eneste og dermed gjeldende grunnlaget for økologisk tilstandsklassifisering i denne undersøkelsen. Kjemisk tilstand i en vannforekomst bestemmes på bakgrunn av konsentrasjoner i vann, sediment eller biota, som sammenlignes med EQS-verdiene. Konsentrasjoner over EQS gir «Ikke god» tilstand, mens konsentrasjoner under EQS gir «God» tilstand.

Klassifisering av vannkvalitet (økologisk og kjemisk tilstand) ved mindre vannansamlinger inne på testsentret vektlegges ikke på samme måte i rapporten som klassifisering av bekker som renner ut av området (utgående bekker). Stasjonene i de mindre vannansamlingene er først og fremst opprettet for referansetilstand og/eller kildeporing og utlekking fra kjente deponier (st.10, 1, 3, B4 og 9). De nederste stasjonene i de tre utgående bekkene (st.4, 7 og 8) er derimot klassifisert til tilstand etter vannforskriften (Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vanddirektivet, 2018).

**Tabell 1.** Tilstandsklasser for metaller i ferskvann ( $\mu\text{g/l}$ ), sammenholdt med fastsatte grenseverdier etter Vannforskriften, såkalte miljøkvalitetsstandarder (Environmental Quality Standards =EQS). Referanse; Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann og elver (Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vanddirektivet, 2018). For kadmium er klassegrensene avhengig av kalkinnholdet i bekkene, som det er tatt hensyn til i denne rapporten. For antimon brukes «Forskriften om vannforsyning og drikkevann (FOR-2016-12-22-1868)», der grenseverdien for antimon er satt til  $5,0 \mu\text{g/l}$ .  $\leq$  = mindre eller lik, mens  $>$  er større enn. AA-EQS: årsmiddel av alle prøver tatt ved en stasjon skal ikke overstige denne verdien. MAC-EQS: grense for maksimal årlig konsentrasjon som ikke skal overstiges i enkeltprøver.

Navn på substans	Bakgrunn	AA-EQS	MAC-EQS	Omfattende akutt tox eff.		
	<b>Grenseverdi (EQS)</b>	<b>GOD</b>	<b>IKKE GOD</b>			
Prioriterte stoffer						
Cd	0,08	0-0,003	$\leq 0,08$	$\leq 0,45$	$\leq 4,5$	$\leq 4,5$
Pb	1,2	0-0,02	$\leq 1,2$	1,2-14	14-57	$> 57$
Ni	4	0-0,5	0,5-4	4-34	34-67	$> 67$
Vannregionspesifikke stoffer	<b>Grenseverdi (EQS)</b>	<b>Klasse I Bakgrunn</b>	<b>Klasse II God</b>	<b>Klasse III Moderat</b>	<b>Klasse IV Dårlig</b>	<b>Klasse V Svært dårlig</b>
Cu	7,8	0-0,3	7,8	7,8	7,8-15,6	$> 15,6$
Zn	11	0-1,5	11	11	11-60	$> 60$
As	0,5	0-0,15	0,15-0,5	0,5-8,5	8,5-85	$> 85$
Cr	3,4	0-0,1	3,4	3,4	3,4	$> 3,4$

## 3 Resultater

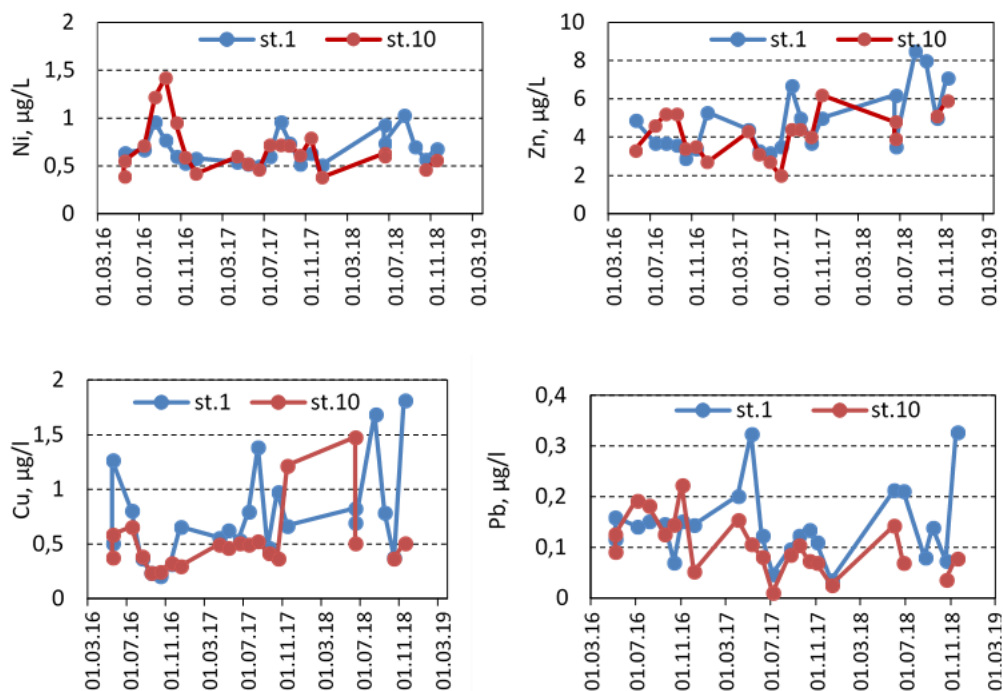
### 3.1 Referansestasjon og mindre vannansamlinger på testsenteret

#### 3.1.1 Referansestasjon

I 2016 ble det opprettet en ny stasjon (st.10) i en bekk som avvanner åssiden vest for brenn-plassen (Figur 1). Bekken renner inn i branddammen (Figur 1), som også mottar vann fra Veltmantjernet, og danner Veltmannåa (Figur 1). I områdene like nordvest for åsen er det betydelige forekomster av metallholdig alunskifer (Lutro, O., og Nordgulen, Ø. 2004). Nedsmeltingen av innlandsisen under siste istid, og den sydøstlige bevegelsen av denne, har ført med seg alunskifer til løs-massene på Bradalsmyra testsenter. Dette ble undersøkt i 2017 (Rognerud 2018), slik at det er mulig å vurdere bidraget fra naturlige metall-kilder og fra antropogene kilder.

Alunskifer inneholder betydelige mengder metaller og kan påvirke konsentrasjoner av metaller i Veltmannåa, særlig i tørre perioder når grunnvannet preger vannkvaliteten. Hensikten med den nye stasjonen var å få en indikasjon på betydningen av naturgitte metallutsig fra denne åssiden på vannkvaliteten i Veltmannåa (Rognerud 2018). I 2016 lå konsentrasjonene i bekkene for viktige metaller i alunskifer som nikkel, sink og bly høyere (st.10) enn i Veltmannåa's utløp fra brenn-plassen sommerstid (st.1, Figur 2). Ingen forskjell ble funnet for kobber. Dette kan indikere at i tørke-

perioder sommerstid, når vannet i bekken preges av grunnvann fra åssiden, vil metall utløst fra alunskifer-holdige løsavsetninger kunne prege vannkvaliteten (Rognerud 2018). Dessverre var det ikke mulig å ta vannprøver fra denne bekken i august og september 2018, på grunn av uttørring.



**Figur 2.** Konsentrasjoner av metaller i Veltmannåa ved utløpet av branddammen (st.1), og i en bekk som avvanner deler av høydedraget vest for Veltmanntjernet (st.10).

**Tabell 2.** Analyser av metaller, pH og DOC i en innløpsbekk (st.10) til Veltmanntjernet i 2018.

st.	dato	pH	DOC mgC/L	Sb µg/L	As µg/L	Pb µg/L	Fe µg/L	Cd µg/L	Ca mg/L	Cu µg/L	Cr µg/L	Mn µg/L	Ni µg/L	Zn µg/L	Bi µg/L
10	01.06.2018	6,49	4,00	0,035	0,13	0,144	291	0,020	1,34	1,48	0,10	277	0,63	4,8	<0,07
10	25.06.2018	6,18	3,90	0,033	0,19	0,07	461	0,024	1,59	0,51	0,10	609	0,6	3,9	<0,07
10	21.08.2018														
10	12.09.2018														
10	18.10.2018	6,06	6,00	0,076	0,17	0,037	125	0,021	1,98	0,37	0,14	119	0,46	5,1	<0,07
10	15.11.2018	5,60	9,40	0,082	0,18	0,079	238	0,028	1,55	0,51	0,22	57,3	0,56	5,9	<0,07
Gj.snitt		6,08	5,83	0,06	0,17	0,08	279	0,02	1,62	0,72	0,14	265,58	0,56	4,93	<0,07

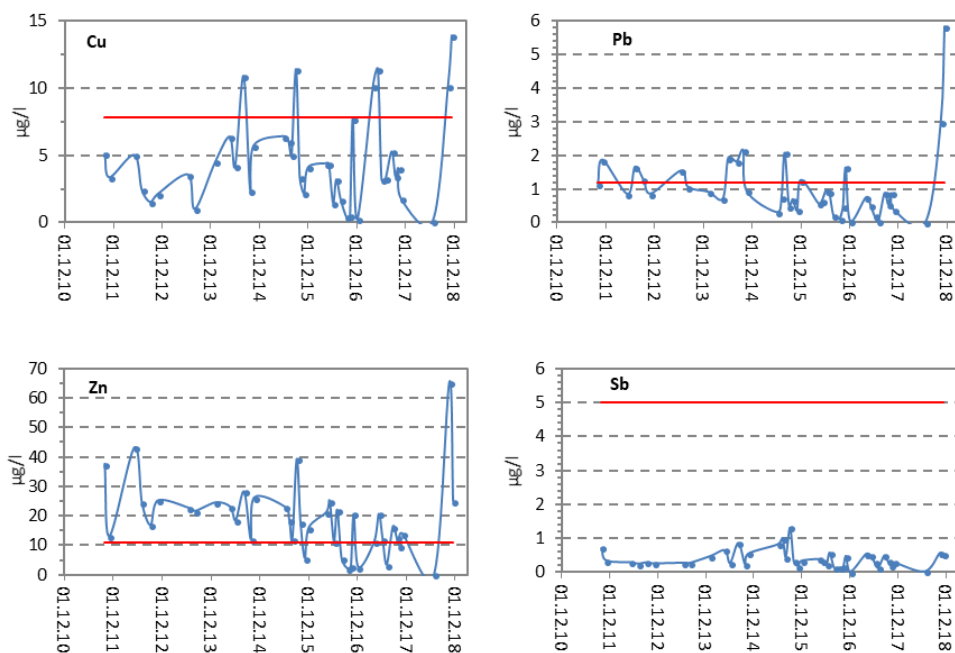
Det var ingen overskridelser av gjeldende EQS for de vannregionspesifikke stoffene kobber, sink, arsen og krom eller gjeldende EQS for de prioriterte stoffene kadmium, bly og nikkel ved stasjon 10 (tabell 2/tabell 1).

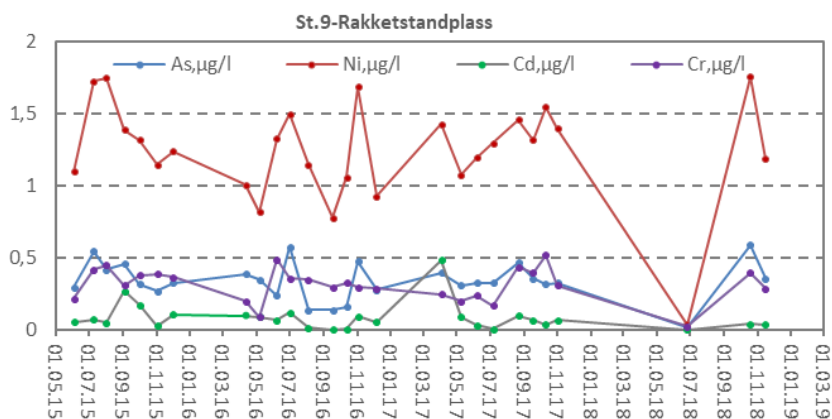
### 3.1.2 Raketstandplass

Dette målepunktet er en åpen vann-ansamling som ligger i et myr/sumpområde foran raketstandplass (st.9, Figur 1). Den dreneres av bekken som renner forbi miljøtestanlegget og videre sydover (Figur 1). Resultatet av målingene i 2018 er gitt i vedlegg 1, og tidstrenden er vist i Figur 3. Vannkvaliteten kan beskrives som alkalisk og betydelig humus-påvirket. Konsentrasjonene av metaller har generelt vært høyere her enn i Veltmannåa og i bekken nedstrøms miljøtestanlegget (st.8).

I 2018 var årsmidlene for kobber og sink høyere enn for tidligere år, og middelveiden for begge metallene tilsvarer tilstandsklasse IV (d med hht på kobber og sink. Bly hadde en middelveid på 2,96 µg/l som tilsvarer ikke god kjemisk tilstand. Dessverre var det ikke mulig å ta prøver i august og september, på grunn av veldig lav vannstand. Prøvene fra oktober og november hadde høyt organisk innhold, med hhv 26,2 og 51,6 mg C/l (vedlegg 1). Dette kan være med på å forklare de høye metallkonsentrasjonene i oktober og november, ved at en økning i DOC ofte er positivt korrelert med økte metallkonsentrasjoner. Dette utelukker allikevel ikke at vannkvaliteten ved st.9 er påvirket av utlekking av metaller fra tilgrensende metalldeponi (Figur 1).

Til tross for økte konsentrasjoner av bly er vannkvaliteten nedstrøms i bekken som drenerer området (st. 8), innenfor god kjemisk tilstand. Dette kan skyldes at vannføringen er generelt lav ut av det flate området ved raketstandplassen (st.9), og at tilførselen av vann fra områder utenfor testsenteret fører til en fortykning av metallkonsentrasjonene nedstrøms i bekken. Metall-forurensningen nedstrøms feltet vurderes derfor som liten.

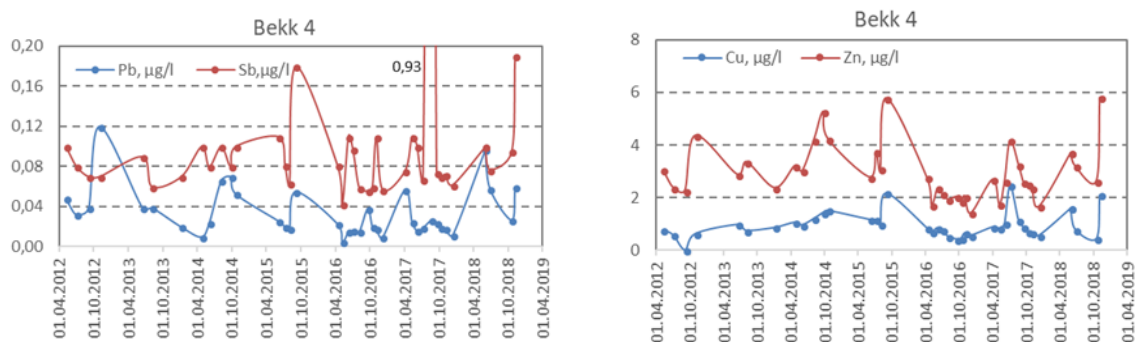




**Figur 3.** Konsentrasjoner av kobber (Cu), bly (Pb), sink (Zn) og antimon (Sb) i perioden i 2011-2018 ved raketstandplass (st.9) (øvre paneler) der grenseverdi (EQS) god/ikke god (Tabell 1) er indikert med rød linje. Konsentrasjoner av arsen (As), nikkel (Ni), kadmium (Cd) og krom (Cr) i sig fra raketstandplassen (st.9) i perioden 2015-2018 er vist i nedre panel.

### 3.1.3 Utlekking av metaller fra deponiet

Denne stasjonen ligger 15 m nedstrøms den gjenfylte grunnvannsbrønnen. Der kommer grunnvannet ut i dagen, og danner en liten bekk (Bekk 4) som renner videre ut i Veltmannåa (Figur 1). Vi antar at bekken ved målepunktet også tilføres vann fra andre deler av dalsøkket der deponiet befinner seg. Dette er det eneste synlige utsiget i området. Vannkvaliteten kan beskrives som svakt alkalisk, med lave til moderate metall-konsentrasjoner (Figur 4). Ingen av metall-konsentrasjonene i 2018 medførte overskridelser av gjeldende EQS for de vannregionspesifikke stoffene kobber, sink, arsen og krom eller gjeldende EQS for de prioriterte stoffene kadmium, bly og nikkel (Tabell 1 og i vedlegg 1). De lave verdiene stemmer godt overens med at konsentrasjonene ikke øker i Veltmannåa fra st.3 til st.4 (Figur 1).



**Figur 4.** Konsentrasjoner av bly (Pb), antimon (Sb), kobber (Cu) og sink (Zn) i Bekk 4 som avvanner det gamle deponiet (2012-2018).

## 3.2 Veltmannåa

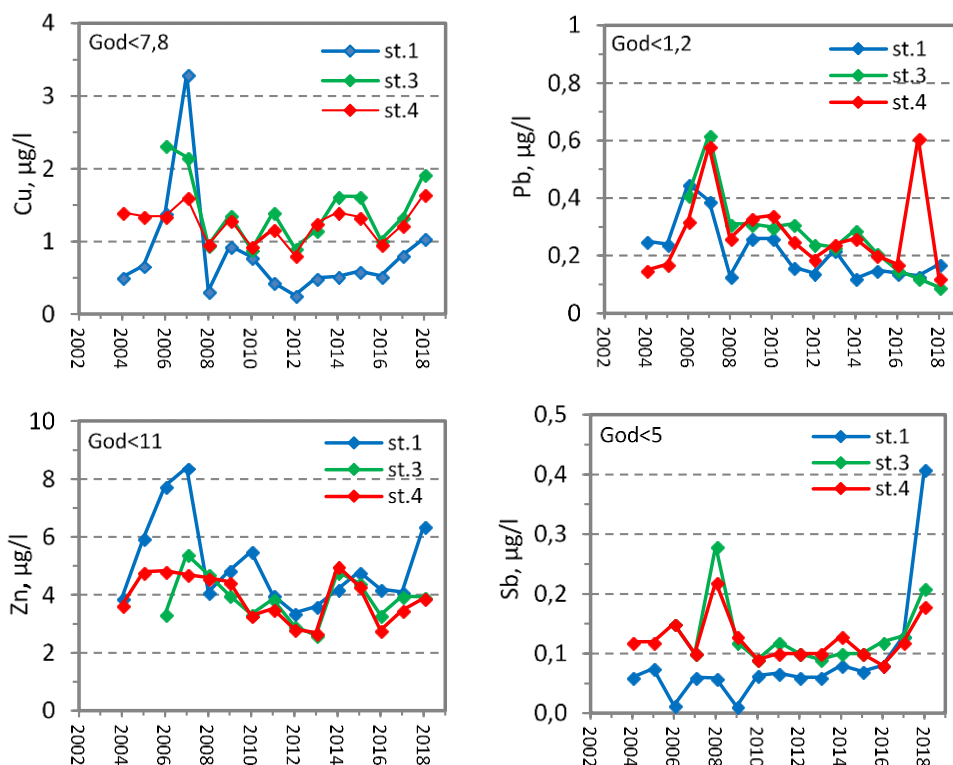
### 3.2.1 Tidstrend basert på vannanalyser

I 2018 var middelkonsentrasjonene av kobber, sink og antimon høyere enn i 2017 ved alle tre stasjonene i tilknytning til Veltmannåa (Figur 5). Unntaket var bly som viste en kraftig nedgang fra året før. Disse variasjonene i metallkonsentrasjoner fra år til år skyldes høyst sannsynlig variasjoner i vannføring og humusinnhold. Sommeren 2018 var spesielt tørr (vedlegg 2) og med lav vannføring og tidvis tørrlegging i mindre bekker, og dette kan forklare økte konsentrasjoner av metaller i prøvene. Sink gikk betraktelig ned ved st.1 (bekken ut av Veltmanntjernet) etter 2007, dette kan skyldes opprydding i tidligere sinkkilde. I årene etter 2007 årsmiddel for sink holdt seg jevnt på et nivå rundt 4 µg/l (Rognerud 2018). Økningen i sink ved denne stasjonen i 2018 kan skyldes økt metallutsig fra alunskifer i åssiden vest for Veltmanntjernet på grunn av tørke og større innslag av grunnvann i avrenningen (se 3.1).

Avrenning av metaller knyttet til virksomhet høsten 2006 og i 2007 kan være en mulig forklaring på hvorfor konsentrasjonene av kobber og sink var betydelig høyere ved st.1 i denne perioden, enn etter 2007 (Figur 3). Etter at sink-kilden ved brenn-plassen forsvant har det vært små forskjeller på sink-konsentrasjoner inn og ut av feltet. I 2018 var det vesentlig høyere konsentrasjoner av sink fra innløp (st.1) til utløp (st.4) i feltet. Dette kan tyde på naturlig høyere bidrag av sink fra åssiden ovenfor Veltmannstjernet, spesielt i tørre perioder, med en fortykning videre nedstrøms.

Siden 2010 har konsentrasjonene av bly vist en synkende trend, men i 2017 var det en økning ved st.4. Med unntak av dette har det i praksis ikke vært noen forskjell på middelkonsentrasjonen av bly ved innløp og utløp av feltet. Generelt har konsentrasjonene av metaller i Veltmannåa vært relativt lave i hele overvåknings-perioden. De noe høyere konsentrasjoner som opptrer episodisk har ofte vært knyttet til lav vannføring, og høye humuskonsentrasjoner. Til tross for uttørring av mindre bekkefar sommeren 2018, var det vann i Veltmannåa gjennom sommeren. Dette tyder på et jevnt tilsig (vedlegg 3) og dermed et bra potensial for fortykning av episodiske utslipp. Vi kan derfor konkludere med at testsenteret ikke forurenses Veltmannåa nevneverdig med metaller relatert til bruk av ammunisjon slik som kobber, bly, sink og antimon, men tidvis kan det være økt avrenning av metaller fra brenn-plassen oppstrøms feltet.

Det var ingen overskridelser av gjeldende EQS for de vannregionspesifikke stoffene kobber, sink, arsen og krom eller gjeldende EQS for de prioriterte stoffene kadmium, bly og nikkel ved noen av stasjonene i Veltmannåa i 2018.



**Figur 5.** Middelkonsentrasjoner av kobber (Cu), bly (Pb), sink (Zn) og antimon (Sb) i Veltmannåa ved innløpet til testsenteret (st.1), ovenfor siget fra metalldeponiet (st.3) og ved utløpet av feltet (st.4). Grensen for god vannkvalitet (klasse II) er gitt i panelene for de ulike metallene.

### 3.3 Bekkene fra verkstedområdet, miljøtestanlegget og raketstandplass

#### 3.3.1 Tidstrend basert på vannanalyser

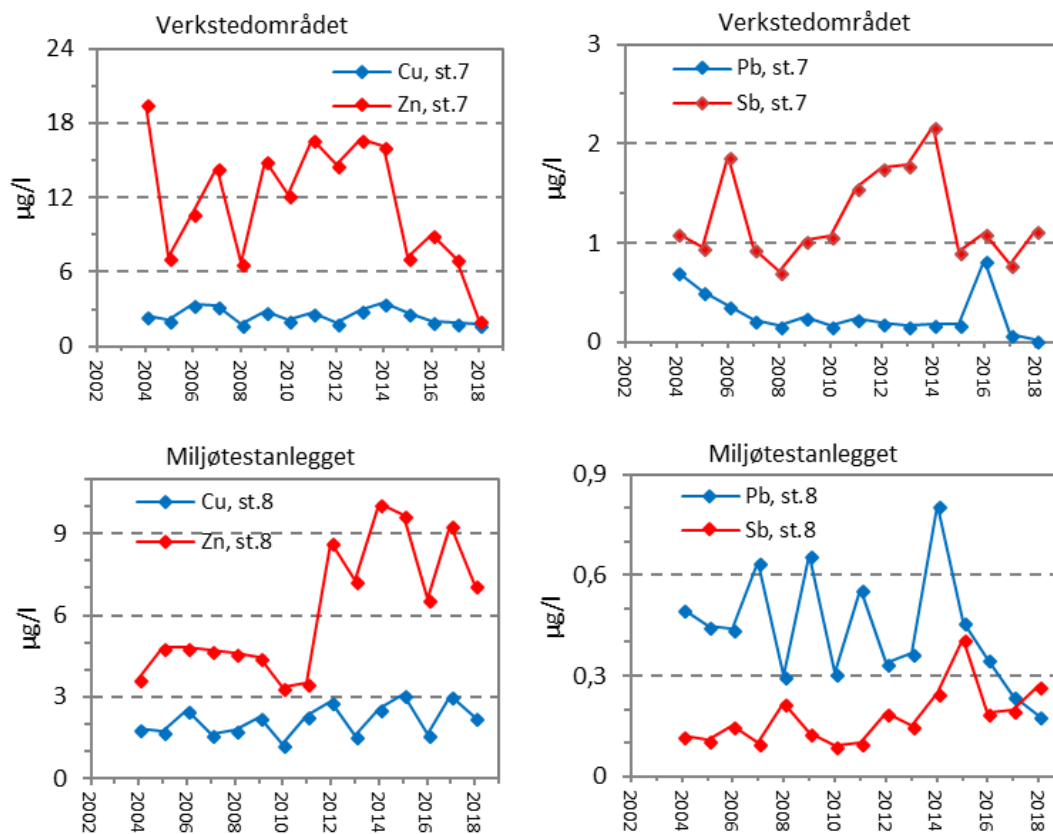
##### *Verkstedområdet*

I bekken fra verkstedsområdet (Figur 6) var middelkonsentrasjonene av bly i 2018 svært lave og nivået er nært øvre klassegrense for tilstandsklasse I (Bakgrunn). Tidligere fantes det en antimonkilde på verkstedområdet, men betydningen av denne ser nå ut til å være liten. Konsentrasjonen av antimon var godt under grensen (5 µg/l) gitt i Drikkevannsforskriften. Konsentrasjonene av kobber har vært nær 3 µg/l i hele perioden i fra 2004 til 2018, som tilsvarer tilstandsklasse II (God). Middelkonsentrasjonen av sink var tidligere ofte over øvre klassegrense for tilstandsklasse III (< 11 µg/l), men de siste 4 årene har den vært klart lavere og klassifiseres som god (Figur 4). På grunn av tidligere rapporterte overskridelser av MAC-EQS for sink (Rognerud 2018), ble det høsten 2018 fortatt en kildesporing av sink (se 3.6). Det var ingen overskridelser av gjeldende EQS for de vannregionspesifikke stoffene kobber, sink, arsen og krom eller gjeldende EQS for de prioriterte stoffene kadmium, bly og nikkel ved stasjon 7 i 2018.

##### *Miljøtestanlegget*

Bekken som avvanner miljøtestanlegget har, fram til og med 2011, hatt relativt lave metallkonsentrasjoner (Figur 6), og nær de vi har målt i Veltmannåa (Figur 5). Konsentrasjonene av sink var i perioden 2012-2017 betydelig høyere enn tidligere, men årlige middelveier var likevel innenfor

tilstandsklasse II. Konsentrasjonen av antimon var vesentlig høyere i 2015 i forhold til foregående år, men har siden nærmet seg nivåene fra årene før. Konsentrasjonen av bly har sunket jevnt de siste fire årene og var i 2018 på det laveste nivået siden målingen begynte i 2004.



**Figur 6.** Middelkonsentrasjon av metaller i perioden (april/mai - desember) av kobber (Cu), bly (Pb), sink (Zn) og antimon (Sb) i bekken fra verkstedområdet og fra miljøtestanlegget.

Det var ingen overskridelser av gjeldende EQS for de vannregionspesifikke stoffene kobber, sink, arsen og krom eller gjeldende EQS for de prioriterte stoffene kadmium, bly og nikkel ved stasjon 8 i 2018. Unntaket er sink, der det ved en anledning ble målt konsentrasjon (14 µg/l) som tilsvarer tilstandsklasse IV og dermed overskred MAC-EQS (se vedlegg 1).



### 3.4 Kildesporing av sink ved verkstedområdet

Nammo Raufoss AS ble pålagt fra Miljødirektoratet i brev datert 07.06.2018 å foreta en kildesporing av sink i området som avvanner verkstedet (Figur 7), dette med bakgrunn i tidligere rapporterte overskridelser av MAC-EQS for sink (Rognerud 2018). Kildesporing ble foretatt 12.09.2018, hvor midlertidige stasjoner ble opprettet i bekken som avvanner Rosetmyra nord-øst for verkstedsområdet (st.7B og 7C), og nedstrøms etter samløp (st.7D og 7C) med bekken som avvanner området rett nedenfor verkstedområdet (st. 7A).



UTM 33	N/S	Ø/V
St.7A	6739153.000	257839.000
St.7B	6739277.603	257975.307
St.7C	6739245.078	257979.361
St.7D	6739130.712	258032.186
St.7E	6739081.505	258053.802

**Figur 7.** Stasjoner opprettet i forbindelse med kildesporing av sink. Stasjon 7A tilsvarer stasjon 7 i det ordinære overvåknings-programmet.

**Tabell 3.** Kildesporing av sink 12.09.2018. Tabellen viser pH, TOC og sink (Zn) ved de ulike målestasjonene.

Stasjon	Dato	pH	DOC mg/l	Zn µg/l
St 7A	12.09.2018	7,88	7,3	4,2
St 7B	12.09.2018	5,43	31,4	11,1
St 7C	12.09.2018	5,41	30,6	9
St 7D	12.09.2018	6,68	23,6	8,1
St 7E	12.09.2018	6,76	24,5	6,3

Resultatene viser at den høyeste konsentrasjonen av sink ble målt på st.7B i bekken som ligger nedstrøms Rosetmyra, med avtagende sinkkonsentrasjoner nedover i bekkeløpet (st. 7C til st.7E) (tabell 3). Den laveste konsentrasjonen ble målt på st.7A, i bekken som avvanner verkstedområdet direkte. Det høyere humusinnholdet (DOC) og den lavere pH ved stasjonene 7B-7E sammenlignet med ved st. 7A kan forklare noe av økningen i sinkkonsentrasjoner, ved at et høyere humusinnhold (DOC) øker transporten av sink, og et surere miljø (pH) fører til økt ionebytting. Til tross for dette tyder resultatene på at tilførselen av sink fra bekken som avvanner Rosetmyra tilfører bekken nedstrøms samløpet en relativt større andel av sink enn bekken som avvanner verkstedsområdet. Vannkjemien i stasjonene etter samløpet (st.7D og 7E) mellom bekken fra Rosetmyra (st.7B og 7C) og bekken fra verkstedsområdet (st.7A) gjenspeiler slik bidraget fra begge bekkene, men hvor bidraget

av sink er størst fra bekken som avvanner Rosetmyra. Dette tyder på bidraget fra verkstedområdet er lavere enn det naturlige bidraget fra omkringliggende områder.

### 3.5 Kjemisk og økologisk tilstand i henhold til vannforskriften i de nederste stasjonene i utgående bekker

**Tabell 4.** Resultatet for gjennomsnittskonsentrasjoner av metaller ved målepunktene i utgående punkter på Bradalsmyra i 2018. Resultatene er klassifisert i henhold til klassifiseringssystem i veileder 02:2018. Fargekoder for tilstandsklasser: Blå: bakgrunn (klasse I), Grønn: god tilstand (klasse II), Gul: moderat tilstand (klasse III), Orange: dårlig tilstand (klasse IV).

Parameter	Enhet	Stasjon 4 Veltmannåa	Stasjon 7 Verkstedområdet	Stasjon 8 Miljøtestanlegget
Cd	µg/l	0,01	0,01	0,03
Pb	µg/l	0,21	0,03	0,18
Ni	µg/l	0,56	0,54	1,03
Cu	µg/l	1,65	1,86	2,24
Zn	µg/l	3,88	2,20	7,13
As	µg/l	0,21	0,20	0,34
Cr	µg/l	0,16	0,25	0,64

Som det framgår av resultatene ligger alle målte parametere innenfor gjeldene grenseverdi (EQS), tilsvarende tilstandsklasse god, både for prioriterte og vannregionspesifikke stoffer (tabell 4). Unntaket er sink (Zn) ved stasjon 8, der det ved en anledning ble målt konsentrasjon (14 µg/l) som tilsvarer tilstandsklasse IV og dermed overskred MAC-EQS (se vedlegg 1).

## 4 Konklusjon

I 2018 ble vannkvaliteten målt på 3 stasjoner (1,3,4) i Veltmannåa, en stasjon i bekken som renner ned i branddammen rett nord for Veltmanntjernet (st.10), en stasjon ved vanddammen foran raketstandplass (st. 9), en stasjon som avvanner både raketstandplass og miljøtestsenteret (st.8), samt en stasjon i bekken fra verkstedsområdet (st.7). I perioden 2004-2014 ble det analysert på pH, TOC, og metallene kobber, bly, antimon, og sink. Fra og med 2015 er antall metallanalyser utvidet med jern, kalsium, mangan, nikkel og vismut (Bi) og DOC (løst organisk karbon) erstatter tidligere analyser av TOC (totalt organisk karbon, se vedlegg 1). Parallell-analyser på TOC og DOC viser imidlertid små forskjeller i skytefeltets bekker.

I 2018 var konsentrasjonene av de undersøkte prioriterte stoffene (kadmium, bly og nikkel) innenfor gjeldende EQS for klassifisering til god kjemisk tilstand på de nederste stasjonene (st. 4, 7 og 8) som renner ut av testsenteret. De vannregionspesifikke stoffene (kobber, sink, arsen og krom) som inngikk som kvalitetselementer for økologisk tilstand, var under gjeldene EQS for alle parametere, tilsvarende tilstandsklasse god, unntatt for sink ved stasjon 8 hvor det i august ble målt konsentrasjon (14 µg/l) som tilsvarer tilstandsklasse IV. Dette tilsvarer dårlig økologisk tilstand, og stasjon 8 oppnår derfor ikke miljømålet for vannregionspesifikke stoffer og god økologisk tilstand. Det bør allikevel nevnes at dette kun gjelder en måling, og at årsmiddel ligger innenfor klasse II (AA-

EQS) som tilsvarer god økologisk tilstand. Bidraget av sink fra naturgitte metaller i løsavsetningene i og utenfor testsenteret kan også influere på episodiske høye bidrag av sink i vannforekomstene i området. Dette understøttes av kildesporingen av sink i september 2018 som tyder på at bidraget fra verkstedsområdet er lavere enn bidraget fra området utenfor testsenteret når det gjelder konsentrasjonen av sink i bekken nedstrøms.

Bekken som slår ut i dagen nedstrøms grunnvanns-brønnen (st. B4) hadde lave konsentrasjoner av metaller, og ingen målinger oversteg gjeldende øvre klassegrenser for god kjemisk tilstand (prioriterte stoffer) og god økologisk tilstand (vannregionspesifikke stoffer). Vi kan derfor konkludere med at grunnvannsiget fra deponiet ikke har forurenset Veltmannåa nevneverdig.

I 2018 var årsmidlene for kobber og sink høyere enn for tidligere år ved raketstandplass (st.9), og middelveidien for begge metallene tilsvarer tilstandsklasse IV. Bly hadde en middelveid på 2,96 µg/l som tilsvarer ikke god kjemisk tilstand. Lenger ned i bekken (st.8), etter miljøtestanlegget, var det allikevel god kjemisk tilstand for alle prioriterte stoffer. Påvirkning av kjemisk tilstand nedstrøms feltet vurderes derfor som liten.

I overvåkingsperioden har det generelt vært lite bidrag av kobber og bly fra feltet, og dette bidraget har vært så lite at vi kan konkludere med at testsenteret ikke forurenser Veltmannåa nevneverdig med ovennevnte metaller. Resultater fra undersøkelser av bunndyrundersøkelsene i 2017 understøtter dette (vedlegg 4). Bidrag av vann fra skogsområdene nedstrøms testsenteret vil føre til en fortykning av metall-konsentrasjonene i bekkene. Med unntak av ovennevnte episode ved miljøtestanlegget er det lite sannsynlig at testsenteret har forurenset bekkene nevneverdig, og følgelig ikke hatt negative konsekvenser for bunndyr i bekkene eller for brukere nedstrøms.

Som en oppsummering kan vi si at aktiviteten ved testsentret ikke har bidratt til nevneverdig forurensning av metaller i bekkene når de renner ut av skytefeltet. Likevel kan det lokalt være høye konsentrasjoner av metaller i vannforekomster inne i feltet i forbindelse med ulike forsøk eller annen aktivitet. Overvåkningen gjennom 27 år er også en viktig styrke for denne konklusjonen. Den årlige overvåkningen har også den store fordel at eventuelle episodiske utslipp i feltet kan stanses på et tidlig tidspunkt og hindre at negative biologiske effekter skjer i bekkene nedstrøms testsenteret.

## 5. Referanser

Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vanndirektivet, 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann og elver. Veileder 02:2018.

Lutro and Nordgulen, 2004. Bedrock geology map of the Oslo area featuring the NNE-SSW Oslo Rift with its associated igneous rock assemblage, flanked on both sides by largely crystalline basement rocks (simplified from).

Rognerud, S. 2004, Bradalsmyra testsenter. Vannkvalitet i grunnvann i tilknytting til et deponi og i Veltmannåa som avanner størstedelen av testsenteret. NIVA-rapport Lnr.4919-2004

Rognerud, S. 2011, Bradalsmyra testsenter. Overvåkning av metallkonsentrasjoner i bekker og grunnvannsig i perioden. NIVA-rapport Lnr.6103-2011

Rognerud, S. 2018, Bradalsmyra testsenter. Overvåkning av metallkonsentrasjoner i bekker og grunnvannsig i perioden 1991-2017. NIVA-rapport Lnr.7243-2018

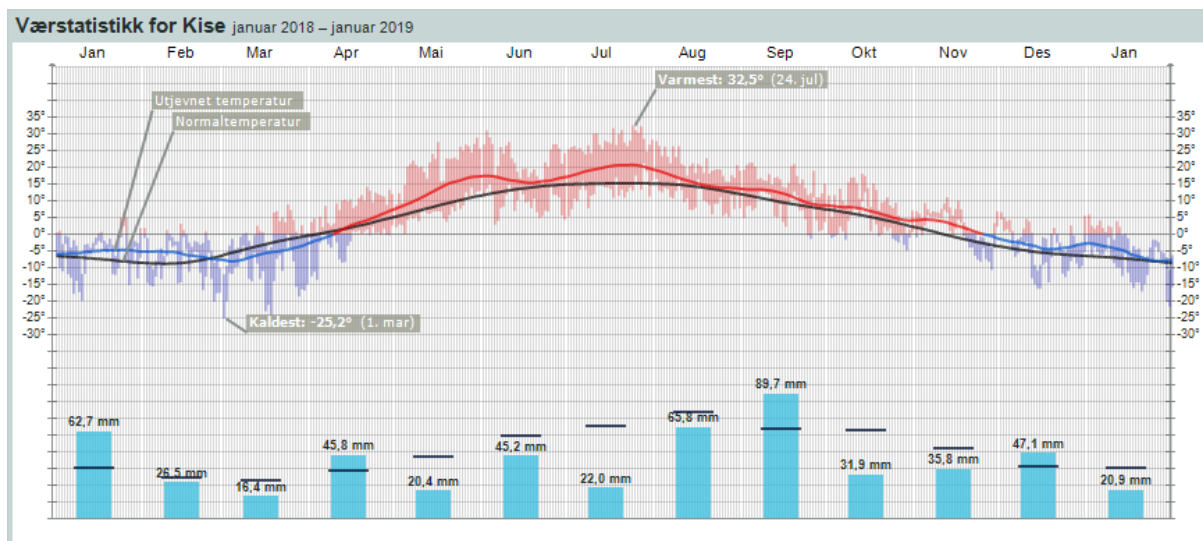
## 6. Vedlegg

### Vedlegg 1. Primærdata og klassifisering av tilstand i henhold til tabell 1.

		pH	DOC	Sb	As	Pb	Fe	Cd	Ca	Cu	Cr	Mn	Ni	Zn	Bi
st.	dato		mgC/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
1	01.06.2018	6,37	11,70	0,160	0,46	0,214	879	0,031	2,42	0,83	0,20	533	0,93	6,2	0,13
1	25.06.2018	6,39	7,80	0,180	0,43	0,212	1580	0,017	2,3	0,7	0,20	558	0,74	3,5	0,14
1	21.08.2018	6,23	6,70	0,160	0,29	0,081	279	0,018	3,51	1,69	0,09	266	1,03	8,5	0,2
1	12.09.2018	6,41	10,50	0,190	0,23	0,14	264	0,025	3,67	0,79	0,20	97,3	0,70	8	0,19
1	18.10.2018	6,30	8,60	0,900	0,25	0,074	213	0,014	3,12	0,38	0,16	148	0,57	5	0,08
1	15.11.2018	6,07	11,10	0,880	0,21	0,328	276	0,035	2,57	1,82	0,24	62,7	0,68	7,1	0,12
Gj.snitt (AA-EQS)		6,30	9,40	0,41	0,31	0,17	582	0,02	2,93	1,04	0,18	277,50	0,78	6,38	0,14
MAC-EQS															
		pH	DOC	Sb	As	Pb	Fe	Cd	Ca	Cu	Cr	Mn	Ni	Zn	Bi
st.	dato		mgC/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
3	01.06.2018	7,19	6,80	0,099	0,23	0,028	101	0,007	11	1,65	0,11	1,63	0,61	2,7	0,09
3	25.06.2018	7,13	5,60	0,110	0,24	0,034	175	0,003	10,4	1,23	0,10	2,1	0,56	2,2	0,1
3	21.08.2018	6,96	7,60	0,120	0,17	0,18	416	0,003	10,2	3,41	0,12	1,74	0,6	4,2	0,15
3	12.09.2018	6,76	13,90	0,170	0,24	0,1	195	0,013	5,40	1,75	0,22	8,64	0,76	5,6	0,16
3	18.10.2018	6,91	8,50	0,380	0,20	0,111	267	0,007	7,11	1,35	0,16	44,5	0,6	4	<0,07
3	15.11.2018	6,71	11,10	0,400	0,22	0,085	173	0,016	4,58	2,16	0,20	3,38	0,72	4,9	0,09
Gj.snitt (AA-EQS)		6,94	8,92	0,21	0,22	0,09	221	0,01	8,12	1,93	0,15	10,33	0,64	3,93	0,12
MAC-EQS															
		pH	DOC	Sb	As	Pb	Fe	Cd	Ca	Cu	Cr	Mn	Ni	Zn	Bi
st.	dato		mgC/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
4	01.06.2018	7,60	6,30	0,110	0,21	0,089	289	0,004	9,56	1,05	0,11	3,55	0,44	1,8	<0,07
4	25.06.2018	7,55	5,10	0,100	0,23	0,182	528	0,010	9,45	2,72	0,12	88,7	0,75	5,1	<0,07
4	21.08.2018	7,41	6,80	0,120	0,18	0,082	340	0,003	10,80	1,13	0,11	1,96	0,39	1,2	0,12
4	12.09.2018	6,78	16,10	0,200	0,26	0,156	237	0,019	5,96	2,23	0,23	33,2	0,67	7	0,11
4	18.10.2018	7,25	8,40	0,260	0,19	0,109	267	0,007	7,52	1,16	0,15	35,1	0,52	3,7	<0,07
4	15.11.2018	6,82	10,80	0,290	0,20	0,118	190	0,013	4,79	1,59	0,21	12,4	0,59	4,5	<0,07
Gj.snitt (AA-EQS)		7,24	8,92	0,18	0,21	0,12	309	0,01	8,01	1,65	0,16	29,15	0,56	3,88	0,08
MAC-EQS															
		pH	DOC	Sb	As	Pb	Fe	Cd	Ca	Cu	Cr	Mn	Ni	Zn	Bi
st.	dato		mgC/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
7	01.06.2018														
7	25.06.2018			0,031	0,04	0,038	6,9	0,003	0,01	0,28	0,03	0,16	0,04	0,3	0,28
7	21.08.2017														
7	12.09.2018	7,88	7,30	2,680	0,30	0,051	105	0,009	48	3,74	0,55	0,53	0,89	4,2	<0,07
7	18.10.2018	7,97	5,80	0,760	0,25	0,009	19,3	0,007	55,1	1,3	0,09	50,5	0,71	2	<0,07
7	15.11.2018	7,76	5,30	1,060	0,20	0,034	47,8	0,008	27,7	2,12	0,33	1,01	0,51	2,3	<0,07
Gj.snitt		7,87	6,13	1,13	0,20	0,03	45	0,01	32,70	1,86	0,25	13,05	0,54	2,20	0,12
MAC-EQS															

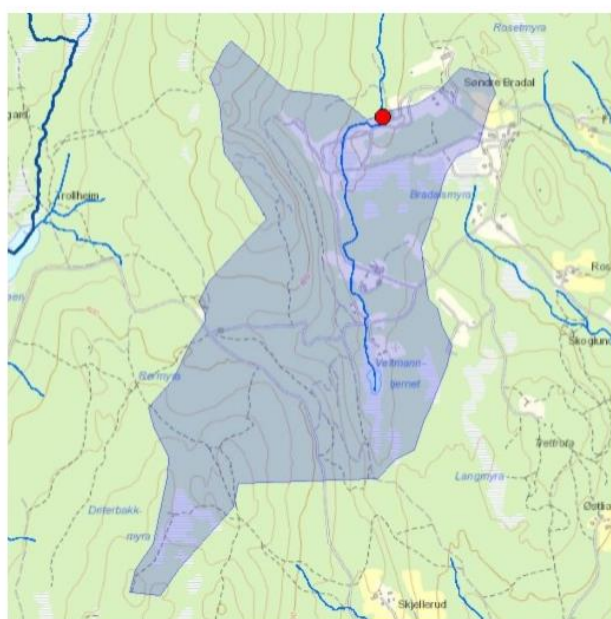
		pH	DOC	Sb	As	Pb	Fe	Cd	Ca	Cu	Cr	Mn	Ni	Zn	Bi
st.	dato		mgC/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
8	01.06.2018	7,92	13,20	0,150	0,35	0,017	111	0,013	32,3	1,35	1,09	0,26	0,86	3,2	<0,07
8	25.06.2018	7,74	11,00	0,120	0,33	0,018	86,2	0,008	33,9	1,41	1,03	0,57	0,9	3,7	<0,07
8	21.08.2018	5,65	8,00	0,043	0,19	0,03	68,9	0,089	8,26	0,46	0,09	658	1,3	14,0	0,08
8	12.09.2018	7,45	30,10	0,520	0,44	0,493	495	0,037	23	4,26	0,55	2,91	1,26	8,8	0,12
8	18.10.2018	7,75	13,90	0,260	0,36	0,177	414	0,012	31	2,1	0,67	36,2	0,93	5,0	<0,07
8	15.11.2018	7,36	20,40	0,520	0,37	0,325	366	0,033	18,7	3,84	0,43	11,4	0,95	8,1	0,07
Gj.snitt (AA-EQS)		7,31	16,10	0,27	0,34	0,18	257	0,03	24,53	2,24	0,64	118,22	1,03	7,13	0,08
MAC-EQS														14,00	
		pH	DOC	Sb	As	Pb	Fe	Cd	Ca	Cu	Cr	Mn	Ni	Zn	Bi
st.	dato		mgC/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
9	06.06.2018														
9	25.06.2018			0,019	0,02	0,016	3,2	0,003	0,028	0,14	0,03	0,083	0,04	0,22	0,15
9	21.08.2018														
9	12.09.2018														
9	18.10.2018	6,58	26,20	0,570	0,59	3,01	466	0,042	10,5	10,2	0,40	16	1,76	65,4	<0,07
9	15.11.2018	6,60	51,60	0,530	0,36	5,85	691	0,037	2,75	13,9	0,29	11	1,19	25,1	0,1
Gj.snitt (AA-EQS)		6,59	38,90	0,37	0,32	2,96	387	0,03	4,43	8,08	0,24	9,03	1,00	30,24	0,11
MAC-EQS						5,85				13,90				65,40	
		pH	DOC	Sb	As	Pb	Fe	Cd	Ca	Cu	Cr	Mn	Ni	Zn	Bi
st.	dato		mgC/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
B4	01.06.2018	7,53	6,50	0,100	0,20	0,097	293	0,005	9,51	1,61	0,11	3,63	0,51	2,1	<0,07
B4	25.06.2018	7,48	5,20	0,077	0,22	0,058	309	0,010	9,77	0,79	0,09	64,30	0,38	2,4	<0,07
B4	21.08.2018														
B4	12.09.2018														
B4	18.10.2018	7,31	7,10	0,095	0,23	0,027	851	0,005	22,1	0,44	0,21	38,6	0,52	2,2	<0,07
B4	05.11.2018	7,47	7,90	0,190	0,16	0,06	53,9	0,008	19,2	2,1	0,91	0,92	0,61	3,7	<0,07
Gj.snitt (AA-EQS)		7,45	6,68	0,12	0,20	0,06	377	0,01	15,15	1,24	0,33	26,86	0,51	2,60	<0,07
MAC-EQS															
		pH	DOC	Sb	As	Pb	Fe	Cd	Ca	Cu	Cr	Mn	Ni	Zn	Bi
st.	dato		mgC/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
10	01.06.2018	6,49	4,00	0,035	0,13	0,144	291	0,020	1,34	1,48	0,10	277	0,63	4,8	<0,07
10	25.06.2018	6,18	3,90	0,033	0,19	0,07	461	0,024	1,59	0,51	0,10	609	0,6	3,9	<0,07
10	21.08.2018														
10	12.09.2018														
10	18.10.2018	6,06	6,00	0,076	0,17	0,037	125	0,021	1,98	0,37	0,14	119	0,46	5,1	<0,07
10	15.11.2018	5,60	9,40	0,082	0,18	0,079	238	0,028	1,55	0,51	0,22	57,3	0,56	5,9	<0,07
Gj.snitt (AA-EQS)		6,08	5,83	0,06	0,17	0,08	279	0,02	1,62	0,72	0,14	265,58	0,56	4,93	<0,07
MAC-EQS															

## Vedlegg 2. Værdata fra Kise, Ringsaker januar 2018-januar 2019



[https://www.vr.no/sted/Norge/Hedmark/Ringsaker/Kise\\_m%c3%a5lestasjon/statistikk.html](https://www.vr.no/sted/Norge/Hedmark/Ringsaker/Kise_m%c3%a5lestasjon/statistikk.html)

## Vedlegg 3. Nedbørfeltdata for Veltmannåa ved stasjon 4b



## Lavvannskart

Vassdragsnr.: 002.DCC1  
 Kommune: Vestre Toten  
 Fylke: Oppland  
 Vassdrag: Hunnselva

## Feltparametere

Areal (A)	2,8 km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (S <sub>eff</sub> )	0,0 %
Elvelengde (E <sub>L</sub> )	1,8 km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	13,0 m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (G <sub>1085</sub> )	17,4 m/km
Feltlengde (F <sub>L</sub> )	2,8 km
H <sub>min</sub>	495 moh.
H <sub>10</sub>	513 moh.
H <sub>20</sub>	518 moh.
H <sub>30</sub>	521 moh.
H <sub>40</sub>	531 moh.
H <sub>50</sub>	562 moh.
H <sub>60</sub>	587 moh.
H <sub>70</sub>	603 moh.
H <sub>80</sub>	622 moh.
H <sub>90</sub>	647 moh.
H <sub>max</sub>	687 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,4 %
Myr	7,3 %
Sjø	0,3 %
Skog	83,9 %
Snaufjell	0,0 %
Urban	0,0 %

## Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	14,1 l/(s*km <sup>2</sup> )
Alminnelig lavvannføring	1/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (hele året)	1/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (1/5-30/9)	1/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (1/10-30/4)	1/(s*km <sup>2</sup> )
Base flow	0,0 l/(s*km <sup>2</sup> )

## BFI

## Klima

Klimaregion	Ost
Årsnedbør	701 mm
Sommernedbør	356 mm
Vinternedbør	345 mm
Årstemperatur	1,6 °C
Sommertemperatur	9,8 °C
Vintertemperatur	-4,2 °C
Temperatur Juli	12,5 °C
Temperatur August	12,0 °C

1) Verdien er editert



Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

NVE

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindeks. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

## Vedlegg 4. Bunndyrundersøkelser



### NOTAT

14. juni 2018

Mottakere:	NAMMO Raufoss AS
Utarbeidet av NIVA v/:	Øyvind Garmo og Torleif Bækken
Kopi:	Arkiv
Journalnummer:	0816/18
Prosjektnummer:	17135

### Undersøkelse av bunndyrfauna på fire stasjoner ved Bradalsmyra testsenter

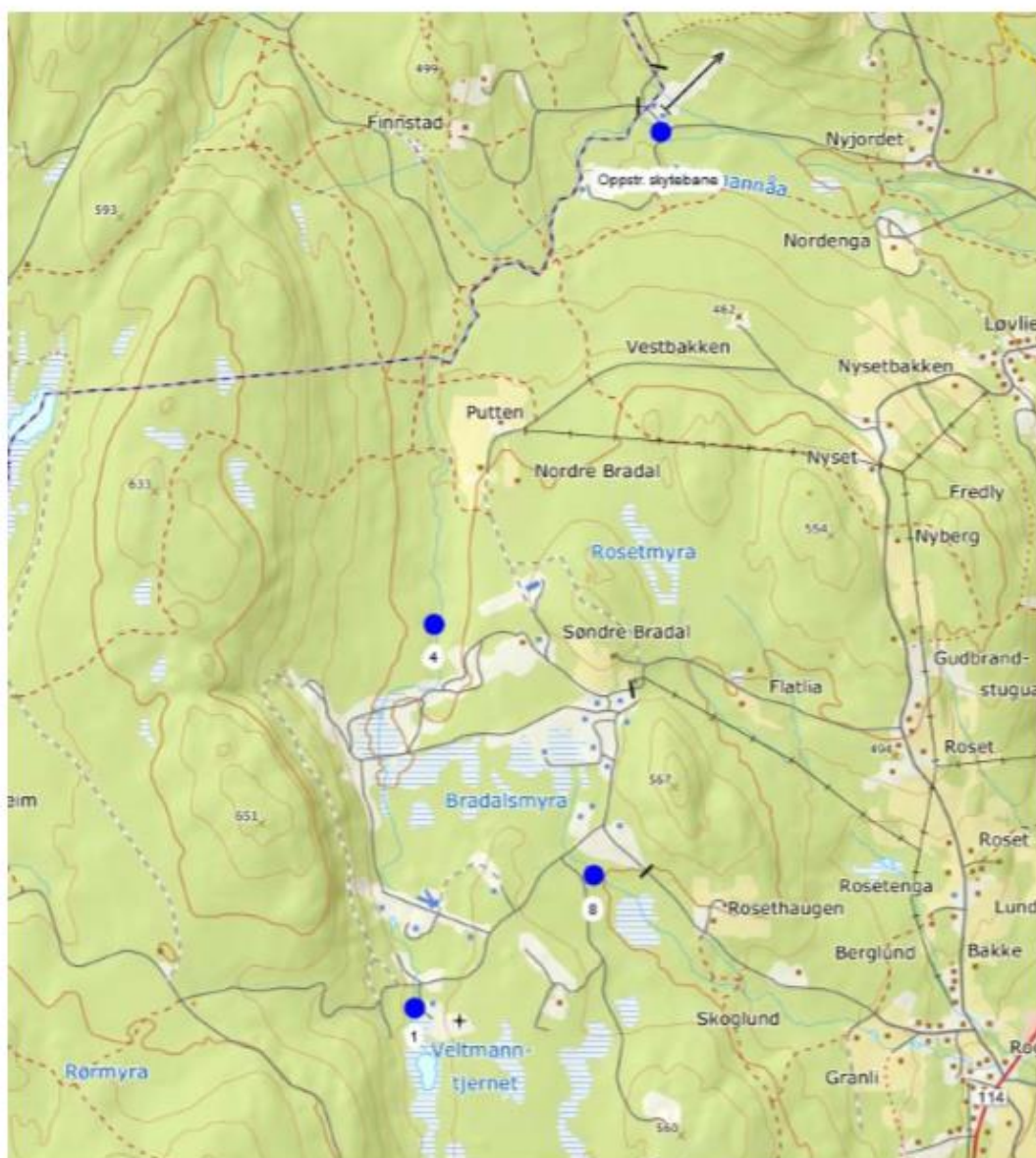
#### Innledning

Utlekking av metaller fra Bradalsmyra testsenter har blitt overvåket i en årrekke (se Rognerud og Nashoug, 2018 og tidligere rapporter). For 2017-programmet ble det også avtalt at det skulle gjennomføres en undersøkelse av bunndyrfaunaen ved relevante stasjoner. Det er ikke etablert spesifikke indekser for tungmetallpåvirkning for noen av de biologiske kvalitetselementene som nevnes i vannforskriften, men vanlig forekommende bunndyrarter i ordenen døgnfluer er sårbare for tungmetaller. Tilstedeværelse av slike arter i habitater der man forventer å finne dem indikerer derfor at påvirkningen fra tungmetaller er liten.

#### Metode

Torleif Bækken gjennomførte prøvetakingen og den taksonomiske bestemmelsen. Tre stasjoner som inngår i den faste overvåkingen av Bradalsmyra testsenter og én stasjon lenger ned i Veltmannåa (Figur 1) ble undersøkt den 25. april 2018. Prøvene ble tatt med en standardisert sparkemetode (NS-EN 16150:2012 og NS-EN-ISO 10870:2012) og konserverv i felt i 96 % etanol. Metoden er i henhold til retningslinjer gitt i klassifiseringsveilederen til vannforskriften (Veileder 02:2013-Revidert 2015). Sen høst til tidlig vår regnes som egnet periode for prøvetaking av bunndyrfaunaen.



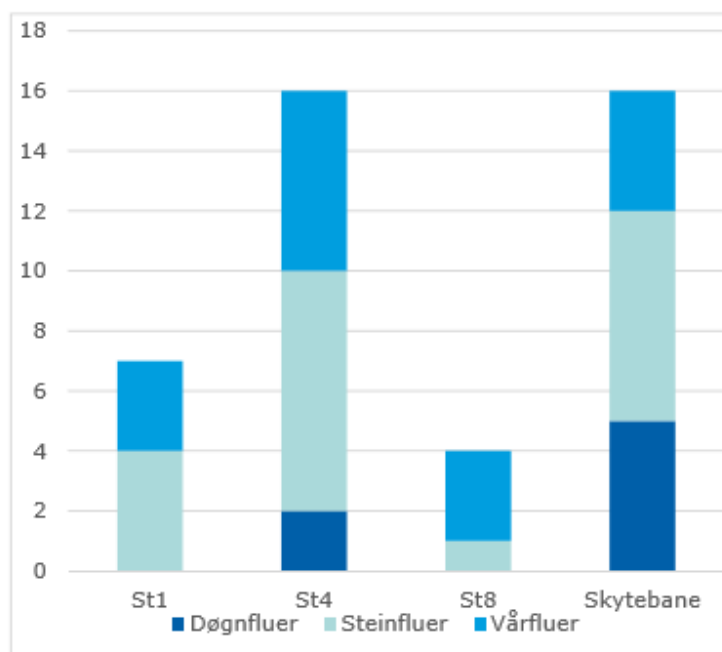


Figur 1. Prøvetakingsstasjoner ved Bradalsmyra testsenter (kart fra kartverket).

### Resultater

Antall arter i ordnene døgnfluer (Ephemeroptera), steinfluer (Plecoptera) og vårflyer (Trichoptera) er vist i Figur 2. Fullstendig artsliste fra den taksonomiske undersøkelsen er vedlagt (Vedlegg 1). Stasjon 8 (bekk fra Rundmyra, nedstrøms Miljøsentret) er en typisk liten skogsbekk med sparsomt dyreliv, og artsfattig bunndyrfauna. Arter fra ordenen døgnfluer ble ikke påvist, men stasjonen ble bedømt som mindre egnet for bunndyrundersøkelser. Ved eventuell videre overvåking av bunndyr i bekken bør stasjonen flyttes lenger ned. Ved stasjon 1 er Veltmannåa en

liten skogsbekk. Også her var bunndyrfaunaen artsfattig med totalt 7 vår- og steinfluearter, og ingen døgnfluer. Fraværet av døgnfluearter ved disse to stasjonene kan skyldes tungmetaller, men kan også være forårsaket av periodevis uttørking og eventuelt surstøt. Ved stasjon 4 og oppstrøms skytebanen hadde Veltmannåa betydelig høyere antall arter enn ved stasjon 1, inkludert døgnfluer (baetider) som regnes som følsomme for metaller. Dette indikerer at utlekking av tungmetaller fra testsenteret har hatt liten effekt på akvatiske organismer i Veltmannåa høsten 2017/vinteren 2018.



Figur 2. Antall arter i gruppene døgnfluer (*Ephemeroptera*), steinfluer (*Plecoptera*) og vårfluer (*Trichoptera*) i prøver fra de ulike stasjonene tatt 25. april 2018.

#### Litteratur

- Rognerud, S., Nashoug, O., 2018. Bradalsmyra testsenter: Overvåking av metallkonsentrasjoner i bekker og grunnvannsig i perioden 1991-2018. NIVA-rapport 7243-2018.
- Veileder 02:2013-Revidert 2015. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanndirektivet.

## Vedlegg1: Artsliste og antall individer.

TaxaGroup			St1	St4	St8	Oppstrøms skytebane
Bivalvia	Sphaeriidae	Sphaeriidae indet.		1		
Coleoptera	Dytiscidae	Dytiscidae indet. Lv				
Coleoptera	Elmidae	Elmis aena lv.				8
Coleoptera	Elmidae	Limnius volckmari lv.				
Coleoptera	Elmidae	Oulimnius sp. Lv.				
Coleoptera	Scirtidae	Scirtidae indet. Lv				
Crustacea	Asellidae	Asellus aquaticus				
Diptera	Ceratopogonidae	Ceratopogonidae indet. Lv.	1	5		1
Diptera	Chironomidae	Chironomidae indet. Lv.	112	472	124	202
Diptera		Dicranota sp. Lv.	6	2	10	2
Diptera		Diptera indet. Lv.	4			
Diptera		Pericoma sp. Lv.				
Diptera	Cylindrotominade	Phalacropera				
Diptera	Simuliidae	Simuliidae indet. Lv.		14	64	24
Diptera	Tipulidae	Tipulidae indet. Lv.				
Ephemeroptera	Baetidae	Alainites muticus lv.				
Ephemeroptera	Baetidae	Ameletus inopinatus				1
Ephemeroptera	Baetidae	Baetis rhodani lv.		5		1
Ephemeroptera	Baetidae	Baetis sp. Lv.				1
Ephemeroptera	Caenidae	Caenis luctuosa Lv.				
Ephemeroptera	Caenidae	Caenis sp. Lv.				
Ephemeroptera	Baetidae	Centroptilum luteolum Lv.				
Ephemeroptera	Ephemerellidae	Ephemerella aurivillii lv.				
Ephemeroptera	Ephemerellidae	Ephemerella ignita lv.				
Ephemeroptera	Ephemerellidae	Ephemerella mucronata lv.				
Ephemeroptera		Ephemeroptera				
Ephemeroptera	Heptagenidae	Heptagenia dalearlica lv.				
Ephemeroptera	Heptagenidae	Heptagenia sp. Lv.				
Ephemeroptera	Heptagenidae	Heptagenia sulphurea lv.				
Ephemeroptera	Heptagenidae	Kageronia fuscogrisea lv.				
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Leptophlebia sp. Lv.				1
Ephemeroptera	Baetidae	Nigrobaetis niger lv.		8		1
Ephemeroptera	Siphonuridae	Siphonuridae indet. Lv.				
Gastropoda	Ancylidae	Ancylus fluviatilis				
Gastropoda	Planorbidae	Planorbidae indet.				
Gastropoda	Lymnaeidae	Radix labiata				
Hirudinea	Glossiphonidae	Glossiphonidae indet.				
Hirudinea	Erpobdellidae	Erpobdella sp.				
Hirudinea	Helobdellidae	Helobdella stagnalis				

TaxaGroup			St1	St4	St8	Oppstrøms skytebane
Hydrachnidia	Hydrachnidia	Hydrachnidia indet. Ad.				2
Neuroptera	Sialidae	Sialis sp. Lv.				
Odonata	Anisoptera	Anisoptera indet. Lv				
Odonata	Zygoptera	Zygoptera indet. Lv				
Oligochaeta	Oligochaeta	Oligochaeta indet.	16	4	12	18
Plecoptera	Nemouridae	Amphinemura sp. Lv.		70		14
Plecoptera	Nemouridae	Amphinemura sulcicollis lv.		8		5
Plecoptera	Taeniopterygidae	Brachyptera risi lv.		22		3
Plecoptera	Capnidae	Capnia sp. Lv.				
Plecoptera	Capnidae	Capnopsis schilleri lv.				1
Plecoptera	Perlodidae	Diura nanseni lv.				
Plecoptera	Perlodidae	Isoperla difformis lv.		5		
Plecoptera	Perlodidae	Isoperla sp. Lv.		5		
Plecoptera	Leuctridae	Leuctra hippopus lv.	1	34		9
Plecoptera	Leuctridae	Leuctra sp. Lv.	17	3		4
Plecoptera	Leuctra/Capnia	Leuctra/Capnia indet. Lv.				
Plecoptera	Leuctridae	Leuctra digitata lv.				
Plecoptera	Leuctridae	Leuctra nigra			1	
Plecoptera	Nemouridae	Nemoura avicularis	8			1
Plecoptera	Nemouridae	Nemoura cinerea lv.				
Plecoptera	Nemouridae	Nemoura sp. Lv.	44	1		
Plecoptera	Nemouridae	Nemurella pictetii lv.				
Plecoptera	Plecoptera	Plecoptera indet. Lv.				
Plecoptera	Nemouridae	Protonemura meyeri lv.				
Plecoptera	Chloroperlidae	Siphonoperla burmeisteri lv.				
Plecoptera	Taeniopterygidae	Taeniopteryx nebulosa lv.				
Trichoptera	Leptoceridae	Acidella reducta lv.				
Trichoptera	Glossosomatidae	Agapetus ochripes lv.				
Trichoptera	Hydropsychidae	Arctopsyche ladogensis lv.				
Trichoptera	Leptoceridae	Athripsodes sp. Lv.				
Trichoptera	Beraeidae	Beraeidae indet. Lv.				
Trichoptera	Beraeidae	Beraeodes minutus lv.				
Trichoptera	Hydropsychidae	Cheumatopsyche nevae lv.				
Trichoptera	Philopotamidae	Chimarra marginata				
Trichoptera	Hydroptilidae	Hydroptila sp. Lv.		8		6
Trichoptera	Hydropsychidae	Hydropsyche contubernalis lv.				
Trichoptera	Hydropsychidae	Hydropsyche pellucidula lv.				
Trichoptera	Hydropsychidae	Hydropsyche siltalai lv.				
Trichoptera	Hydropsychidae	Hydropsyche sp. Lv.				
Trichoptera	Hydroptilidae	Ithytrichia lamellaris lv.				
Trichoptera	Lepidostomatidae	Lepidostoma hirtum lv.				

TaxaGroup			St1	St4	St8	Oppstrøms skytebane
Trichoptera	Leptoceridae	Leptoceridae indet. Lv.				
Trichoptera	Leptophlebiidae	Leptophlebia marginata lv.				
Trichoptera	Limnephilidae	Limnephilidae indet. Lv.			1	
Trichoptera	Psychomyiidae	Lype sp. Lv.				
Trichoptera	Leptoceridae	Metatype fragilis lv.				
Trichoptera	Brachycentridae	Micrasema setiferum lv.				
Trichoptera	Brachycentridae	Micrasema gelidum				
Trichoptera	Leptoceridae	Mystacides sp. Lv.				
Trichoptera	Polycentropodidae	Neureclipsis bimaculata lv.				
Trichoptera	Leptoceridae	Oecetis testacea lv.				
Trichoptera	Hydroptilidae	Oxyethira sp. Lv.		3		3
Trichoptera	Philopotamidae	Philopotamus montanus lv.				
Trichoptera	Phryganeidae	Phryganeidae indet.				
Trichoptera	Polycentropodidae	Plectrocnemia conspersa lv.			2	
Trichoptera	Polycentropodidae	Polycentropodidae indet. Lv.	6	2		
Trichoptera	Polycentropodidae	Polycentropus flavomaculatus lv.	1	2		
Trichoptera	Psychomyiidae	Psychomyia pusilla lv.				
Trichoptera	Rhyacophilidae	Rhyacophila nubila lv.		5		20
Trichoptera	Sericostomatidae	Sericostoma personatum lv.				
Trichoptera	Goeridae	Silo pallipes lv.				
Trichoptera	Psychomyiidae	Tinodes waeneri lv.				
Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera indet. Lv.	1	2	2	1
E		Døgnfluer	0	2	0	5
P		Steinfluer	4	8	1	7
T		Vårfluer	3	6	3	4
EPT			7	16	4	16

## NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)