



Foto: Forsvarsbygg

Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt
Program Tungmetallovervåkning
2013

MO-Vest

Tittel/Title:

Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt
Program Tungmetallovervåkning 2013
MO-Vest

Forfatter(e)/Author(s) (alphabetical order):

Lars Jakob Gjemlestad & Ståle Haaland

<i>Dato/Date:</i> 10.02.2014	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr./Project No.:</i> -	<i>Saksnr./Archive No.:</i> -
<i>Rapport nr./Report No.:</i> Futura rapport: 562/2014 Bioforsk rapport: 9 (64) 2014	<i>ISBN-nr. (Bioforsk)</i> 978-82-17-01261-0	<i>Antall sider/Number of pages:</i> 92	<i>Antall vedlegg/Number of appendices:</i> 1

<i>Oppdragsgiver/Employer:</i> Forsvarsbygg	<i>Kontaktperson/Contact person:</i> Grete Rasmussen og Øivind Pettersen
<i>Stikkord:</i> Skyte- og øvingsfelt, tungmetaller, overvåkning	<i>Fagområde:</i> Vannkvalitet
<i>Sammendrag:</i> I rapporten gis det en beskrivelse av vannkvaliteten i 2013 for vannforekomster i MO-Vest ved følgende skyte- og øvingsfelt: Mjølffjell/Brandset (3 prøvepunkter), Remmedalen (6 prøvepunkter), Korsnes fort (3 prøvepunkter), Ulven (3 prøvepunkter), Evjemoen (8 prøvepunkter), Haakonsvern (3 prøvepunkter) og Vatneleiren (7 prøvepunkter). Ved Mjølffjell/Brandset måles kun lave konsentrasjoner av tungmetaller og antimon internt i feltet ved prøvepunktene i 2013. Konsentrasjonen er ved deteksjonsgrensen for analysene (kobber, bly, sink og antimon). Dette er som tidligere og det er ingen trender som tyder på endring mht utlekking. Ved Remmedalen er konsentrasjonen av kobber, bly, antimon og sink er som tidligere meget lav og generelt nær eller under deteksjonsgrensen for analysene. Det kan vurderes å opprette et prøvepunkt i bekken som mottar avrenning fra bane 3. Det kan også generelt vurderes å redusere hyppighet av prøvetaking i feltet. Ved Korsnes fort måles det fremdeles høye konsentrasjoner av kobber og bly, og tidvis av antimon (pkt 2). Graving som ble gjennomført på banen ved pkt 2 kan ha medført økt utlekking her i 2013. Ingen støtteparametere skiller seg dog ut i vannprøven. Det har vært spekulert i om kilden til de tidvise høye kobber- og blykonsentrasjonene kan komme via det overliggende pkt 14. Vi finner i 2013 ikke igjen høye konsentrasjoner av kobber nedstrøms ved pkt 9. Det kan allikevel ikke avskrives at kilden til høye målte konsentrasjoner av kobber og bly ved pkt 9 drenerer via pkt 14. Ved Ulven måles det som før høye konsentrasjoner av kobber og bly internt i feltet. Det er til dels stor variabilitet i nivået. Store variasjoner kan tyde på sensitivitet for naturlige klimavariasjoner i feltet, eller annen militær aktivitet i feltet. Ved bane 10/11 like oppstrøms pkt 14 ble det gjennomført en større opprydding i gammel forurensing og nyetablering av bane 10/11 i overgangen 2009/2010. I 2013 er konsentrasjonen på et vesentlig lavere nivå. Sårbarhet for utvasking ved høy vannføring om sommeren kan til dels også være tilfelle ved pkt 3 og 5 og bør vurderes og følges opp. Vannprøvene var ikke særlig turbide ved prøvetaking i 2013. Ved Haakonsvern måles det som tidligere høye konsentrasjoner av tungmetaller og antimon. Det påpekes derimot at bekken det måles i ligger i rør og at vannforekomsten har dermed har liten biologisk verdi. Avrenningen vil via stor fortynning ha liten påvirkning på vannkvaliteten i resipienten (sjøen).	

Ved Evjemoen er det som tidligere store variasjoner i konsentrasjonen av kobber og bly, både internt i feltet ved pkt 6/NIVA2, samt ved prøvepunktene som drenerer ut av feltet. Tidligere tendensen fra 2012 med en bedring ved pkt 4 og internt ved pkt 6/NIVA2 sees retrospektivt på med mer varsomhet, nettopp pga de store sesongmessige variasjoner i feltet. Sett over et lengre tidsrom (2002-2013), har det tilsynelatende vært en økt utlekking av kobber og bly internt ved pkt 6/NIVA2 (sør i feltet), men en mer stabil utlekking ut av feltet via pkt 1 (nord i feltet). Nivået for kobber og bly målt ut av feltet via pkt 5 (den største bekken/elva som drenerer ut av feltet), viser derimot en tilsynelatende økende trend i perioden dersom vi ser 2011-2013 opp mot perioden 2008-2010. Det anbefales å vurdere tiltak for å redusere utlekkingen av kobber og bly fra feltet. Forsvarsbygg har planer om å gjennomføre tiltak for å redusere denne utlekkingen.

Ved Vatneleiren måles det som tidligere høye konsentrasjoner av kobber, bly og sink ut fra interne felter, både sør i Svartemyr (pkt 5 og 23) og fra Vatnefjellet (pkt 7a og 7b). Det er tendenser til økt utlekking av kobber, bly og antimon ved pkt 7b. Utlekkingen er størst ved høy vannføring i feltet. Ut av feltet ved pkt 3 og ved pkt 11 ligger kobber og bly som tidligere i tilstandsklasse III-IV. Nivået er uendret i forhold til tidligere år. Ved pkt 3 er vannprøvene som tidligere turbide, hvorav de suspenderte partiklene i vannprøvene for det meste trolig kommer fra områder utenfor det militære området, og følger naturlige erosjonsprosesser i fra de ikke-militære områdene av nedbørfeltet (tilsvarende ved 12Ref). Vi anbefaler at det vurderes tiltak for å redusere utlekkingen av kobber og bly fra feltet. Forsvarsbygg har planer om å gjennomføre tiltak for å redusere denne utlekkingen, og det er utarbeidet tiltaksplaner for flere av banene.

Madlaleiren behandles i egen rapport fra Forsvarsbygg

Land/Country: Norge

Sted/Lokalitet: SØF Mjølfjell/Brandset, SØF Remmedalen; SØF Korsnes fort, SØF Ulven, SØF Haakonssvern, SØF Evjemoen, SØF Vatneleiren

Godkjent / Approved



Per Stålnacke

Prosjektleder / Project leader



Ståle Haaland

Forord



Forsvarsbyggs forord

Forsvarsbygg kartla i 2006-2008 vannkvalitet og avrenning av metaller, sprengstoff og hvitt fosfor i elver og bekker i 47 skyte- og øvingsfelt (SØF), og alle resultatene er samlet i rapporten "Kartlegging av vannkvalitet ved Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt, sluttrapport Program Grunnforurensning 2006-2008". Rapporten gir en status av forurensningsnivået i alle aktive SØF.

Alle aktive SØF inngår nå i Program for Tungmetallovervåking, der feltene overvåkes med varierende hyppighet. Formålet med overvåkingen er å registrere eventuelle økninger i utlekking, slik at vi kan identifisere årsak til økningen og eventuelt iverksette tiltak. I overvåkingen for 2013 ble 25 skyte- og øvingsfelt prøvetatt vår og høst. I tillegg ble det gjennomført et mer omfattende prøvetakingsprogram i Leksdal SØF, Rødsmoen SØF og Regionfelt Østlandet i forbindelse med tillatelse til utslipp fra forurensningsmyndighet. Det er utarbeidet egne rapporter for disse feltene, men resultatene er også oppsummert i denne rapporten.

Markedsområdene i Forsvarsbygg har ansvar for å samle inn vannprøver. I enkelte felt har skytefeltadministrasjonen eller miljøvernoffiserer stått for prøvetakingen. Vannprøvene analyseres for metallene bly, kobber, antimon og sink, som er hovedbestanddelene i håndvåpenammunisjon. I tillegg analyseres det på vannkjemiske parametre som pH, TOC, jern, turbiditet og kalsium. Alle prøver er analysert av ALcontrol Laboratories.

Forsvarsbygg har etter mange års overvåking god oversikt over forurensningssituasjonen i skyte- og øvingfeltene. Det er store ulikheter i utlekking av metaller fra hvert enkelt felt. Metallutlekkingen fra hvert SØF er derimot relativt stabilt fra år til år. Derfor er hovedformålet med overvåkingen å se etter trender på økt utlekking, uforventede økninger i konsentrasjoner, samt reduksjoner i utlekking etter gjennomførte tiltak.

Forsvarsbygg har gjennomført en mer grundig kartlegging av forurensningssituasjonen i flere SØF hvor Bioforsk har anbefalt tiltak. Hvilke dette gjelder kommer frem i rapporten. I Giskås og Hengsvann SØF skal det gjennomføres tiltak for totalt 10 MNOK for å redusere metallutlekking fra skytebanene. Arbeidet starter i 2014.

Forsvarsbygg retter en stor takk til Bioforsk, ALcontrol, Markedsområdene i Forsvarsbygg samt Forsvaret for samarbeidet.

Per Siem
Oberstløytnant
Avdelingssjef Grunneiendom og SØF
Forsvarsbygg Utleie

Innhold

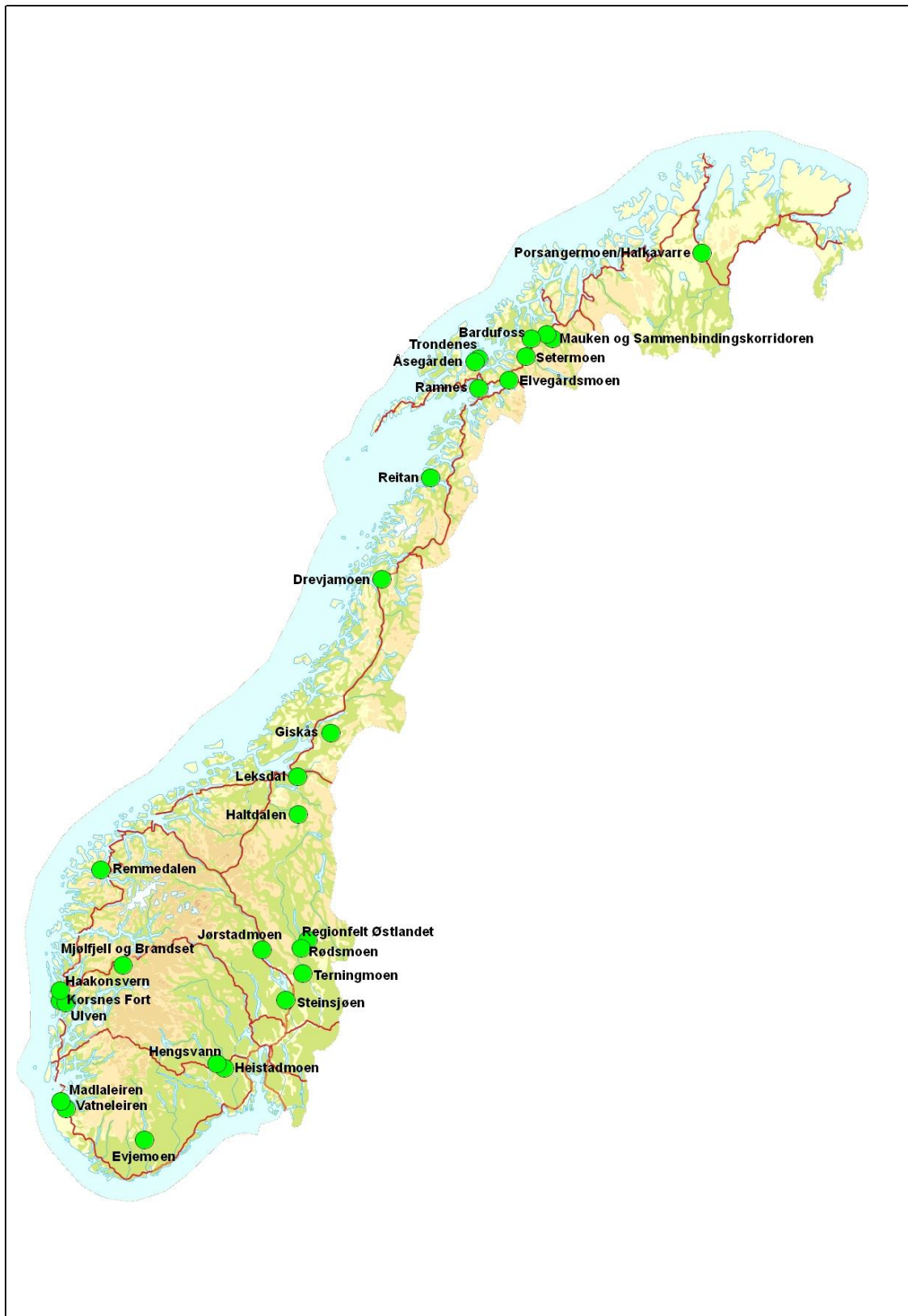
Mjølfjell/Brandset	8
Remmedalen	19
Korsnes fort	32
Ulven	43
Haakonsvern	54
Evjemoen	64
Vatneleiren	79
Vedlegg	93

Innledning

Forsvarets bruk av tradisjonell håndvåpenammunisjon har ført til akkumulering av tungmetaller på skytebaner og i skytefelt. Det skytes på basisskytebaner (skyting på faste skiver med en oppsamlingsvoll bak) og feltskytebaner (baner med bevegelige oppdukkende mål, hovedsakelig uten kulefang). Blyholdig håndvåpenammunisjon består av en kjerne med bly og antimon og en mantel av kobber og sink, og det er derfor hovedfokus mht utlekking av disse metallene. I de siste årene har bruk av blyfriammunisjon økt gradvis, der kjernen av bly og antimon er byttet ut med jern (stål). Tungmetaller og korrosjonsforbindelser som dannes i nedbørfeltet vil i løsnings- eller som bundet til partikler kunne lekke ut til bekker og elver. Tungmetaller kan være toksiske for akvatiske (og terrestriske) organismer selv ved lave doser.

Forsvarsbygg (FB) forvalter alle Forsvarets skyte- og øvingsfelt (SØF) og skytebaner i Norge, hvorav de fleste er gamle felt/baner der det har vært virksomhet i en årrekke (jf fig 1). En viktig del av FB sin miljøpolicy er å ha et omfattende miljøovervåkningsprogram for vann- kvalitet i vannforekomster som drenerer SØF. Program Tungmetallovervåkning skal kunne fange opp endringer i utlekking av tungmetaller som kan relateres til bruken av håndvåpenammunisjon.

I perioden 1991-2006 hadde NIVA ansvaret for tungmetallovervåkingen, mens SWECO fikk ansvaret i perioden 2006-2009. Fra og med 2010 fikk Bioforsk ansvaret for tungmetallovervåkingen. Konsentrasjonen av tungmetaller måles ved en rekke prøvepunkter ved SØF.



Figur 1. Skyte- og øvingsfelt som inngår i Program Tungmetallovervåkning i 2013.

Kobber, bly og sink er tungmetaller, dvs at de har en egenvekt $> 5 \text{ g/cm}^3$, mens antimon er et mobilt metalloid under nøytrale og alkaliske forhold og ofte i assosiasjon med jern og mangan. For å vurdere miljøtilstanden ved prøvepunktene blir konsentrasjonen av disse metallene vurdert opp imot grenseverdier; tilstandsklasser satt av Miljødirektoratet (tidl Klif og SFT) (jf tab 1). Konsentrasjonen av antimon blir vurdert opp mot ulike grenseverdier (Drikkevannsforskriften har drikkevannsnorm for antimon på $5 \text{ } \mu\text{g Sb/l}$, mens WHO har satt grensen til $20 \text{ } \mu\text{g Sb/l}$). I overvåkingsprogrammet er det spesielt fokus på endringer og trender.

Tabell 1. Tilstandsklasser for bly, kobber og sink. Klassene er utarbeidet på grunnlag av ufiltrerte vannprøver (Andersen mfl 1997).

Parameter ($\mu\text{g/l}$)	I Ubetydelig forurensset	II Moderat forurensset	III Markert forurensset	IV Sterkt forurensset	V Meget sterkt forurensset
Bly	<0,5	0,5-1,2	1,2-2,5	2,5-5	>5
Kobber	<0,6	0,6-1,5	1,5-3	3-6	>6
Sink	<5	5-20	20-50	50-100	>100

I tillegg til analyse av tungmetaller er også støtteparametere tatt inn som del av overvåkingsprogrammet, dvs parametere som kan påvirke tungmetallers mobilitet og/eller toksisitet. Dette er parametere som vannføring, turbiditet og/eller suspendert stoff (SS), organisk materiale (NOM, målt ufiltrert som konsentrasjon av organisk karbon, TOC), redoksfølsomme og kompleksdannende metaller som jern, samt ledningsevne (sier noe om vannprøvens totale innhold av ioner) og pH eller kalsium (som kan gi informasjon om tungmetallenes potensielle løselighet). De kjemiske analysene har i 2013 blitt utført av ALcontrol AB Sverige, som er akkreditert for de aktuelle analysene. Samtlige analyser er utført på ufiltrerte vannprøver etter norsk standard.

Mjølfjell/Brandset

1. Innledning	9
Områdebeskrivelse	9
Aktivitet i feltet	9
2. Material og metode	12
Vannprøvetaking	12
Analyser	12
3. Resultater og diskusjon	13
Klima	13
Støtteparametere	13
Sink og antimon	13
Kobber og bly	14
Prøvepunkt internt i feltet og punkter som drenerer ut av feltet	14
4. Konklusjon og anbefalinger	17
Referanser	18
Vedlegg	93

1. Innledning

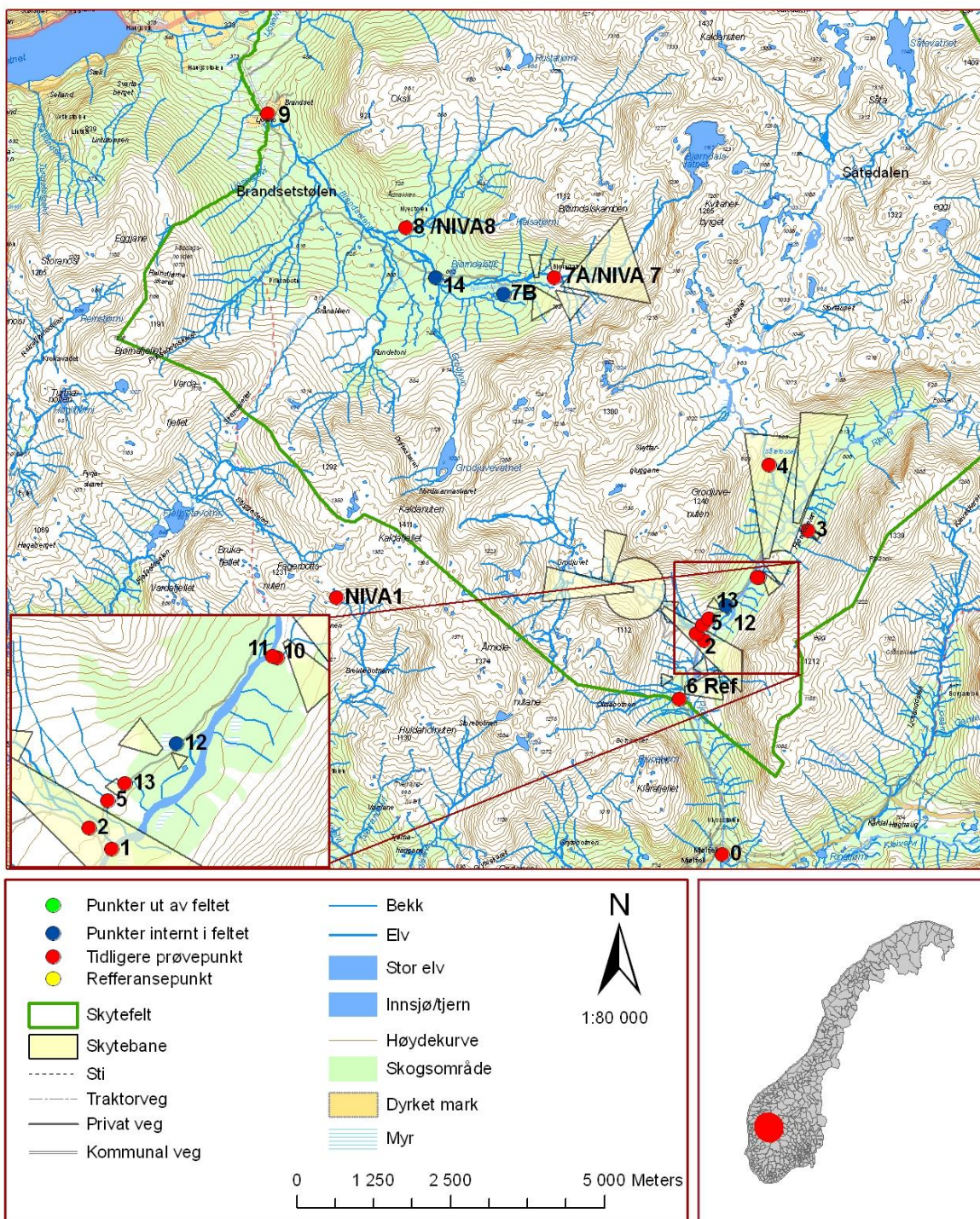
Områdebeskrivelse

Mjølfjell og Brandsetdalen ligger på henholdsvis sør- og nordsiden av Kaldafjellet, og er tidligere behandlet som et felt i overvåkingen til tross for at de drenerer til ulike vannforekomster, hhv Brandsetelvi og Rjoåni (jf fig 1). Feltenes størrelse totalt er cirka 130 km². Skyte- og øvingsfeltet ligger i Voss kommune. Skytefeltet ble anlagt på slutten av 1950-tallet og har blitt utviklet i flere etapper. Berggrunnen er sammensatt av diorittisk til granittisk gneis og migmatitt i SV, og ellers hovedsakelig anortositt og mangerittsyenitt med innslag av båndgneis. Det er også noe innslag av kvartsitt. Det er områder med bart fjell, mens løsmassene bestående av tynn morene dekke, torv/myr og forvittringsmateriale.

Aktivitet i feltet

Både hæren, sjøforsvaret, luftforsvaret og heimevernet bruker området til nasjonale øvelser, også sammen med de allierte. Det skytes med de fleste infanteri- og artillerivåpen. Prøvepunkter for 2013 er gitt i tab 1. Det er tillatt å bruke frangible ammunisjon på bane 7 i Mjølfjell, og bane 26 i Brandset. Det er prøvepunktene som mottar avrenning fra disse banene som er prøvetatt i 2013.

Mjølfjell og Brandset



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Mjølfjell og Brandset i 2013.

Tabell 1. Oversikt over prøvepunkter ved Mjølfjell og Brandset. Etter Mørch mfl 2009.

Prøvepunkt (id)	Beskrivelse	Dreneringsområde	Avrenning årsmiddel (l/s)	Kommentar
Mjølfjell				
12	Liten bekk	Bane 7		Nytt punkt i 2012
Brandset				
7B	Liten bekk	Mulig påvirkning fra bane 21, 25 og 26	3	Østlig del med flere mindre bekker/sig
14		Bjørndalselvi, nedstrøms 7A og 7B		Nytt punkt 2012

2. Material og metode

Vannprøvetaking

I 2013 ble det tatt ut vannprøver ved Mjølfjell 25. juni og 15. oktober og ved Brandset 7. juli og 15. oktober. Det er i år kun tatt prøver ved prøvepunkt 12 som drenerer bane 7 på Mjølfjell. På Brandset er det kun tatt prøver ved pkt 7B som drenerer banene 21, 25 og 26, samt ved pkt 14 som er et stykke nedstrøms pkt 7B.

Analyser

Det har blitt analysert for bly, kobber, sink og antimon i ufiltrerte prøver, samt for støtteparameterne naturlig organisk materiale (analysert som totalt organisk karbon, TOC), pH, ledningsevne, kalsium og jern.

3. Resultater og diskusjon

Klima

Ved prøvetakingen på Mjølfjell i juni hadde det vært varierende vær den siste tiden, det var opphold på selve prøvetakingsdagen og vannføringen var normal. Ved prøvetakingen i juli var det sol og pent på Brandset og vannføringen var normal. Før prøvetakingen i oktober hadde det vært vekslende vær den siste måneden, men pent og opphold den siste uka og vannføringen var normal ved prøvepunktene på Mjølfjell, og lav til normal på Brandset.

Støtteparametere

Ledningsevnen i feltet er lav og ligger nær eller under 1 mS/m. Konsentrasjonen av både kalsium og TOC er lave, hhv 0,5-1 mg Ca/l og < 2 mg TOC/l. pH er med det moderat høy og mellom 6,3-6,5 ved samtlige prøvepunkt. Konsentrasjonen av jern er lav (< 0,02 mg Fe/l). Konsentrasjonen av suspendert stoff (målt som turbiditet) er lav og < 0,15 FNU ved alle prøvepunkt. Dette er som i 2012.

Sink og antimon

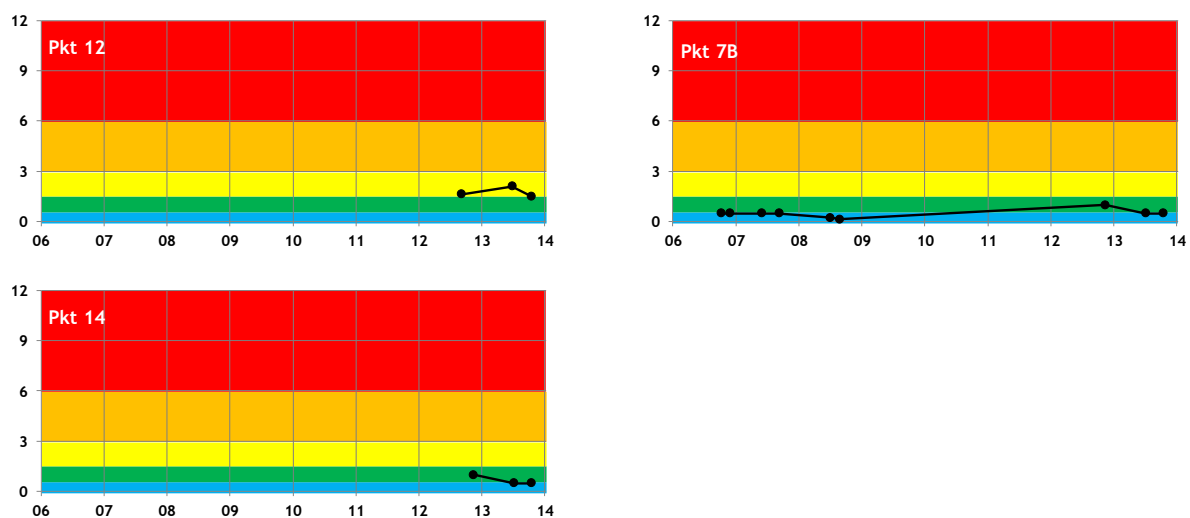
Konsentrasjoner av sink og antimon er som tidligere meget lave og nær eller under deteksjonsgrensene for analysene (hhv 3 µg Zn/l og 0,2 µg Sb/l). Dette tilsvarer tilstandsklasse I for sink (Andersen mfl 1997), samt at konsentrasjoner mht antimon er langt under Drikkevannforskriftens krav på 5 µg Sb/l (Helse- og omsorgsdepartementet 2004).

Kobber og bly

Prøvepunkt internt i feltet

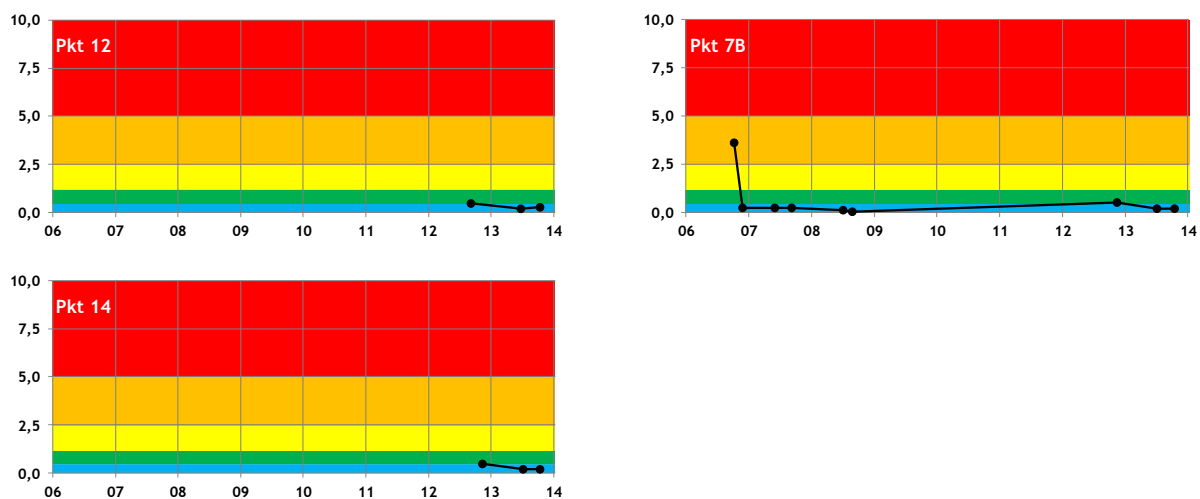
Det lekker også meget lite av tungmetaller og antimon ut, både fra internt i feltet og ut av feltet. Konsentrasjonen av kobber og bly ved pkt 7b og 14 nær eller under deteksjonsgrensen for analysene ($1,0 \mu\text{g Cu/l}$ og $0,5 \mu\text{g Pb/l}$) ved alle prøvepunkter i 2013. Dette er som tidligere og det er ingen trender som tyder på endring mht utlekking.

Kobber ($\mu\text{g Cu/l}$)



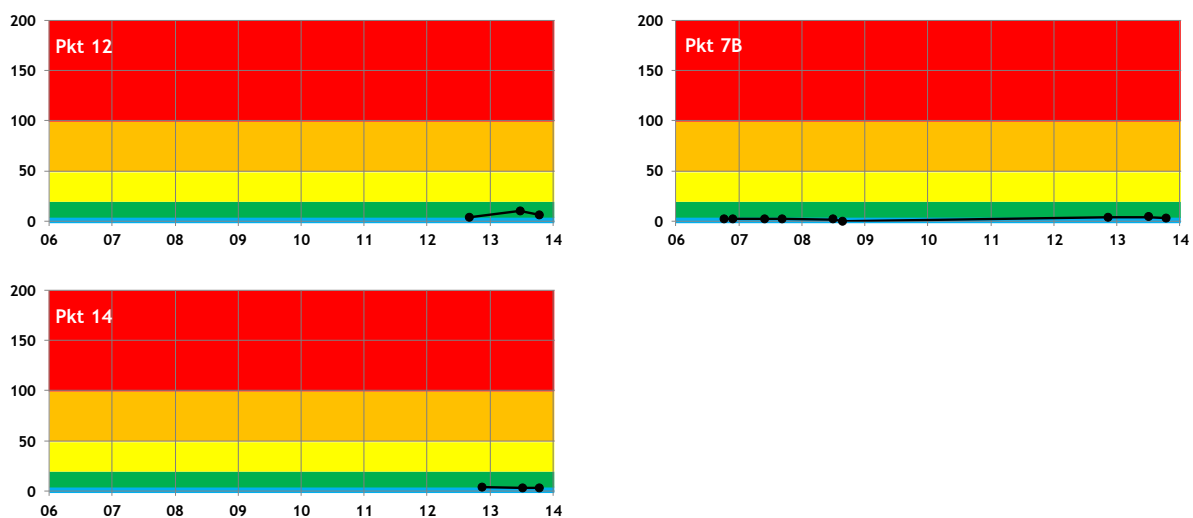
Figur 2. Analyseresultater for kobber i perioden 2006-2013. Pkt 12 er ved Mjølfjell. Pkt 7B og pkt 13 er ved Brandset. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg.).

Bly ($\mu\text{g Pb/l}$)



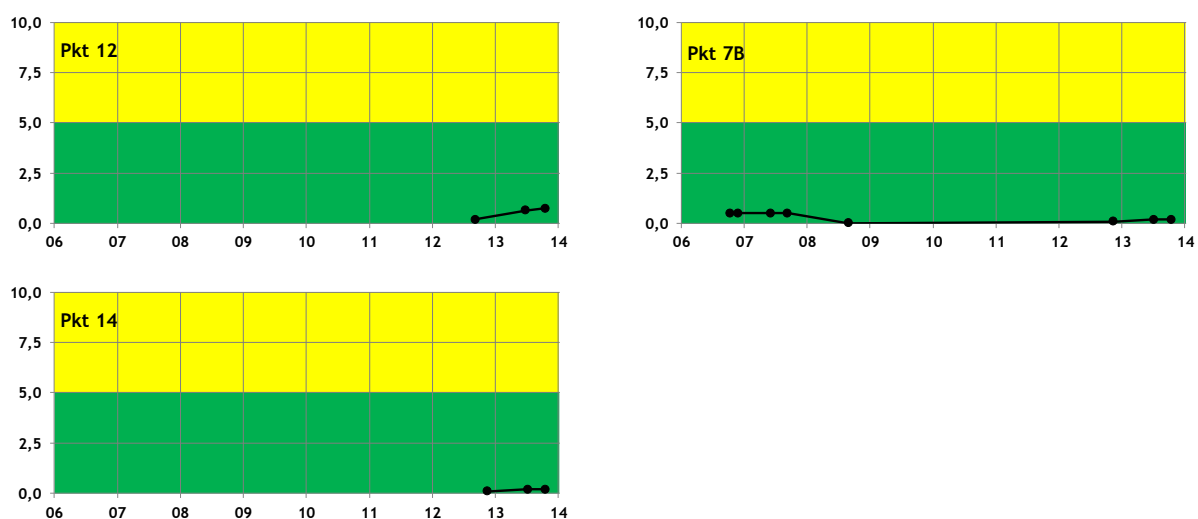
Figur 3. Analyseresultater for bly i perioden 2006-2013. Pkt 12 er ved Mjølfjell. Pkt 7B og pkt 13 er ved Brandset. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg.).

Sink ($\mu\text{g Zn/l}$)



Figur 4. Analyseresultater for sink i perioden 2006-2013. Pkt 12 er ved Mjølfjell. Pkt 7B og pkt 13 er ved Brandset. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg.

Antimon ($\mu\text{g Sb/l}$)



Figur 5. Analyseresultater for antimon i perioden 2006-2013. Pkt 12 er ved Mjølfjell. Pkt 7B og pkt 13 er ved Brandset. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg.

4. Konklusjon og anbefalinger

Feltet preges av vann med meget lave konsentrasjoner av organisk materiale og moderat høy pH, samt lite turbiditet og trolig lite erosjon. Det lekker meget lite tungmetaller og antimon ut internt i feltet ved prøvepunktene i 2013. Konsentrasjonen er ved deteksjonsgrensen for analysene (kobber, bly, sink og antimon). Dette er som tidligere og det er ingen trender som tyder på endring mht utlekking.

Referanser

Andersen, J. R., Bratli, J. L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B. O. & Aanes, K. J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veileder 97:04. TA-nr. 1468/1997. 31 s.

Breyholtz, B., Lambertsen, E., Størseth, L., Været, L., Mørch, T. & Pedersen, R. 2010. Avrenning fra Forsvarets skyte- og øvingsfelt. Overvåking av vannforurensning. Program Tungmetallovervåkning 1991-2009 MO Stavanger. Sweco/forsvarsbygg-rapport 152034. 93 s.

Helse- og omsorgsdepartementet 2004. Forskrift om vannforsyning og drikkevann. FOR 2001-12-04 nr. 1357 (Drikkevannsforskriften).

Mørch, T., Pedersen, R., Sørli, S., Breyholtz, B., Lambertsen, E., Farestveit, T. & Været, L. 2009. Kartlegging av vannkvalitet ved Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt. Sluttrapport - program grunnforurensning 2006-2008. Sweco/forsvarsbygg-rapport 152030-4. 268 s.

Remmedalen

1. Innledning.....	20
Områdebeskrivelse	20
Aktivitet i feltet	20
2. Material og metode.....	23
Vannprøvetaking.....	23
Analyser	23
3. Resultater og diskusjon	24
Klima	24
Støtteparametere	24
Sink og antimon.....	24
Kobber og bly	25
Referansepunkt.....	25
Prøvepunkter i feltet	25
4. Konklusjon og anbefalinger.....	30
Referanser	31
Vedlegg	93

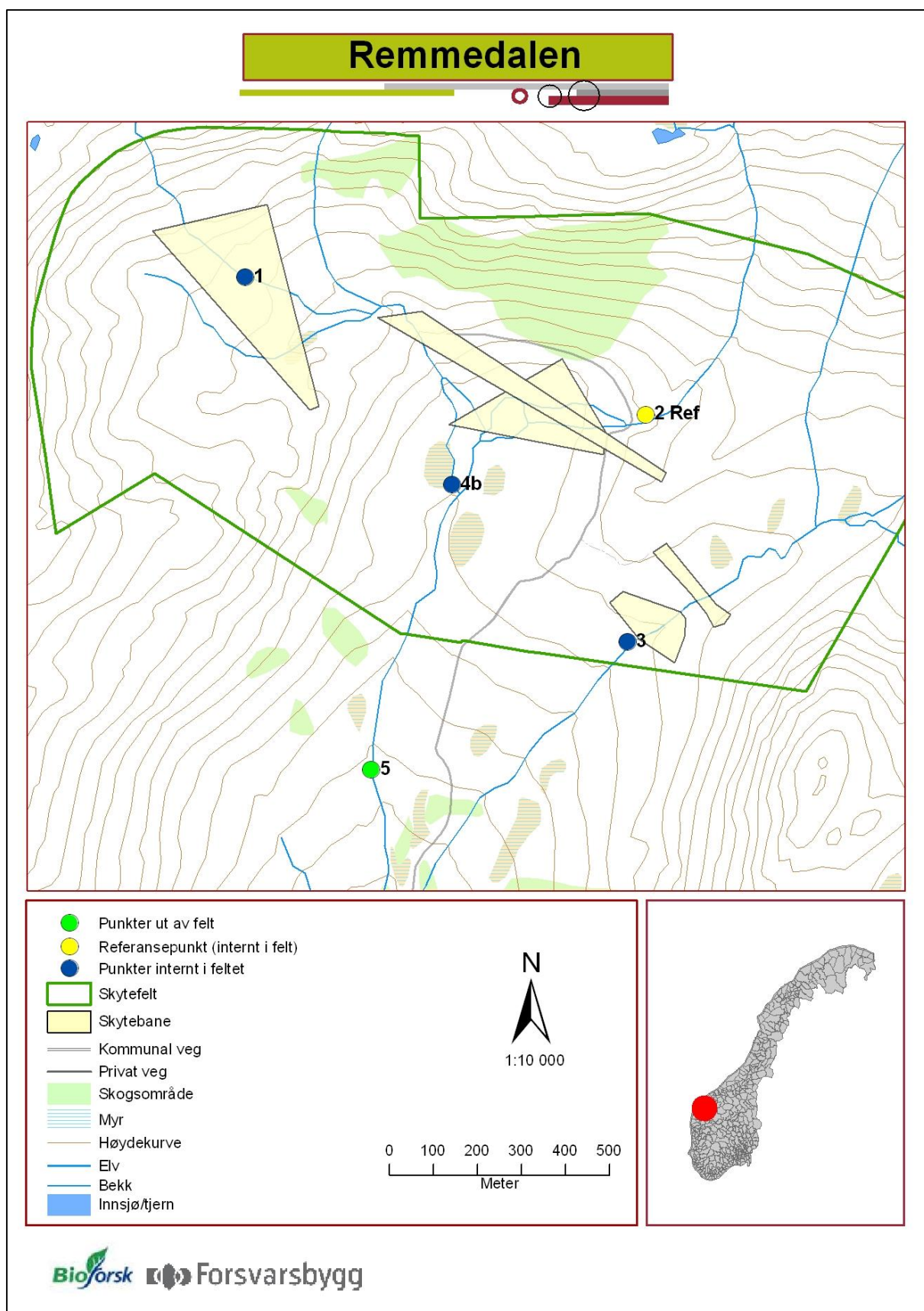
1. Innledning

Områdebeskrivelse

Remmedalen skyte- og øvingsfelt ligger i Eid kommune, nord for Eidsfjorden, som er en del av Nordfjord i Sogn og fjordane. Skytefeltet ligger i fjellterreng om lag 800 moh, nord for selve Remmedalen ved fjellet Holevassegga, og dekker et areal på cirka 1,7 km². Området ble tatt i bruk i 1982. Området er preget av fjell i dagen og mindre myrer som drenerer via bekker sørover via Remmedalen til Eidsfjorden. Berggrunnen består diorittisk til granittisk gneis stedvis dekket av tynt morenedekke (Mørch mfl 2009).

Aktivitet i feltet

Det er etablert fem skytebaner, hvorav fire er håndvåpenbaner og er en kanonbane. Det skytes stort sett med øvelsesammunisjon. Det har tidligere vært brukt noe skarp ammunisjon, selv om omfanget trolig har vært lite. Også på en av håndvåpenbanene, bane 4, er det brukt eller lagt til rette for noe bruk av granatkastere og mindre raketter (kaliber 12,7 og 30x173 mm). Området benyttes stort sett bare om sommeren av heimevernet og for tiden brukes trolig kun håndvåpen (etter Mørch mfl 2009). Det er i dag en del beitedyr som ferdes i feltet. Prøvepunkter for 2013 er gitt i tab 1.



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Remmedalen i 2013.

Tabell 1. Oversikt over prøvepunkter i Remmedalen skyte- og øvingsfelt 2013. Mørch mfl (2009a)

Prøve punkt (id)	Beskrivelse	Dreneringsområde	Avrenning* Årsmiddel (l/s)
1	Liten bekk	Øverst i felt, nedstrøms blindgjengerfelt (bane 4 og 5).	19
2Ref	Middels bekk	Utkanten av felt, referansepunkt.	77
3	Middels bekk	Ved bane 1, nedstrøms bane 1 og 2.	87
4b	Stor bekk	Fanger opp blindgjengerfeltet, bane 4 og bane 5.	106
5	Stor bekk	Utkanten av skytefeltet. Avrenning fra banene 3, 4 og 5.	262

* Avrenningen er beregnet ut fra normalavrenning (1961-1990) og feltareal fra N50 kart

2. Material og metode

Vannprøvetaking

Forsvarsbygg gjennomførte en undersøkelse av området i 2003 og 2004 (Rasmussen & Bolstad 2005), hvor det ble foretatt en risikovurdering i tillegg til miljøundersøkelsen. Det har blitt gjennomført undersøkelser av vannkvalitet i 2006-2008 av Sweco (Mørch mfl 2009) og fra 2010 av Bioforsk.

I 2013 ble de samme prøvepunktene som i 2012 prøvetatt. Ett referansepunkt (2Ref) ble prøvetatt. I tillegg ble det tatt prøver i tre prøvepunkter plassert internt i feltet for å kunne måle avrenning fra hhv bane 1 og 2 (pkt 3) og bane 4 og 5 (pkt 1 og 4b), samt i ett punkt for å måle avrenningen ut av feltet (pkt 5). Det ble tatt prøver 27. juni og 17. oktober 2013.

Analyser

Det har blitt analysert for bly, kobber, sink og antimon i ufiltrerte prøver, samt for støtteparameterne naturlig organisk materiale (analysert som totalt organisk karbon, TOC), pH, ledningsevne, kalsium og jern.

3. Resultater og diskusjon

Klima

Før prøvetakingen i juni hadde det vært vekslende vær. På prøvetakingsdagen var det sol og skyfritt og vannføringen var lav ved alle prøvepunktene. Værforholdene den siste måneden før prøvetakingen i oktober hadde vært vekslende, men den siste uka var det pent og opphold. På prøvetakingsdagen var det lette snøbyger og vannføringen var normal ved alle prøvepunktene.

Støtteparametere

Ledningsevnen er relativt lav og ligger nær 2 mS/m. Konsentrasjonen av kalsium er også lav med konsentrasjoner under 1 mg Ca/l. Konsentrasjonen av TOC er også generelt lav med i feltet konsentrasjoner under 5 mg TOC/l. Et unntak i 2013 er ved pkt 4b, som fanger opp blindgjengerfeltet. Ved 4b er også pH markant lavere enn tidligere med pH-verdier fra 4,8-5,8. pH ellers i feltet er som tidligere moderat høy og mellom 6,1-6,7. Samtlige vannprøver er lite turbide og det måles som regel < 0,5 FNU. Konsentrasjonen av jern er som tidligere relativt lav i feltet og ligger mellom 0,04 - 0,9 mg Fe/l.

Sink og antimon

Konsentrasjoner av sink og antimon var i 2013 som tidligere generelt meget lav ved alle prøvepunktene og ned mot eller under deteksjonsgrensen for analysene (< 3 µg Zn/l og < 0,2 µg Sb/l; fig 4). Dette er i tråd med tidligere analyseresultater (fig 4-5). Et unntak i 2013 er at det måles noe sink i ved pkt 5 (ut av feltet; 28 µg Zn/l og tilstandsklasse III) i juni. Tidligere lett forhøyde konsentrasjoner av sink har også vært målt ved pkt 4b (64 µg Zn/l høst 2007 og 11 µg Zn/l høst 2008). Det påpekes at vannføringen var lav ved prøvetaking i juni 2013.

Kobber og bly

Referansepunkt

Ved referansepunktet 2Ref, plassert i bekken oppstrøms bane 3, er konsentrasjonen av kobber og bly i 2013 meget lav og under deteksjonsgrensen for analysene (hhv < 0,5 µg Cu/l og 0,4 µg Pb/l; fig 2-3).

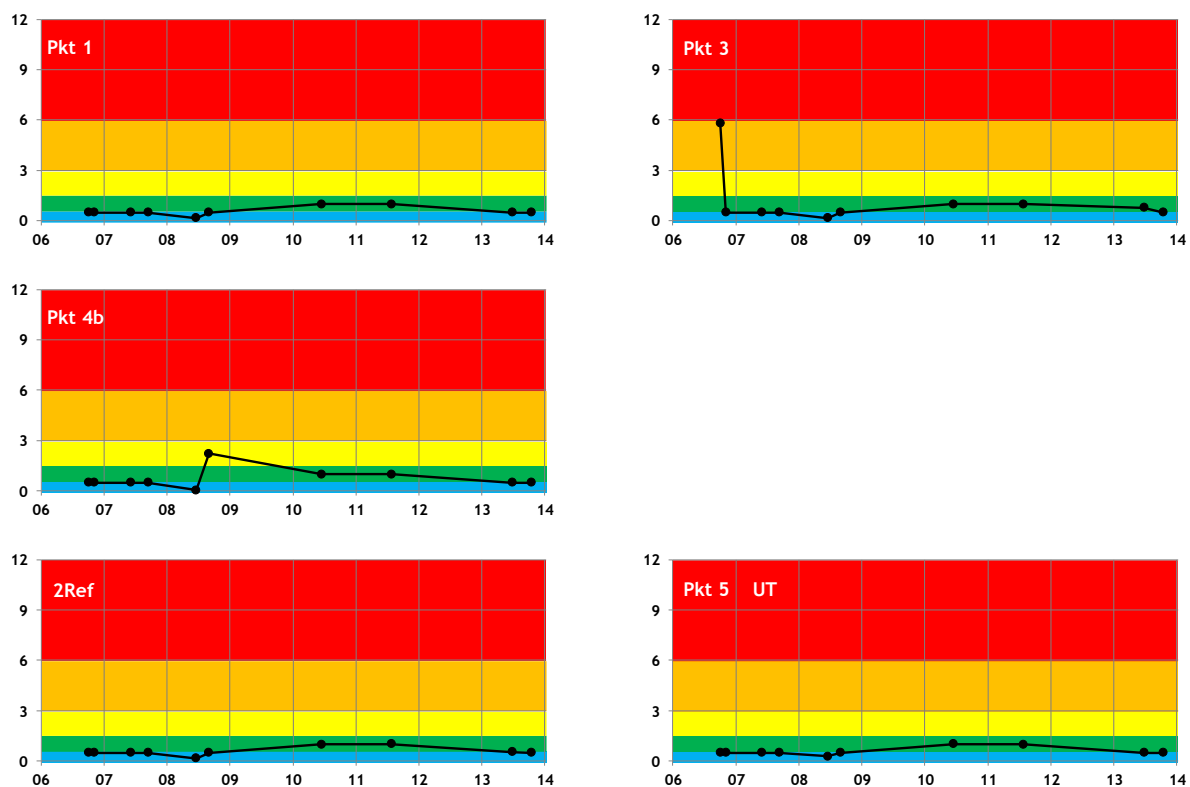
Prøvepunkter i feltet

Konsentrasjonen av kobber og bly for delfeltene som drenerer til prøvepunktene 1 og 3, samt til pkt 4b (jf fig 1), er som tidligere generelt meget lav og under deteksjonsgrensen for analysene (fig 2-3). Dette er som tidligere. Det påpekes at vannføringen var lav ved prøvetaking i juni 2013. Enkelte forhøyede konsentrasjoner av kobber har tidligere også blitt målt ved pkt 3 (høst 2006) og ved pkt 4b (høst 2008).

Vannforekomster som drenerer ut av feltet

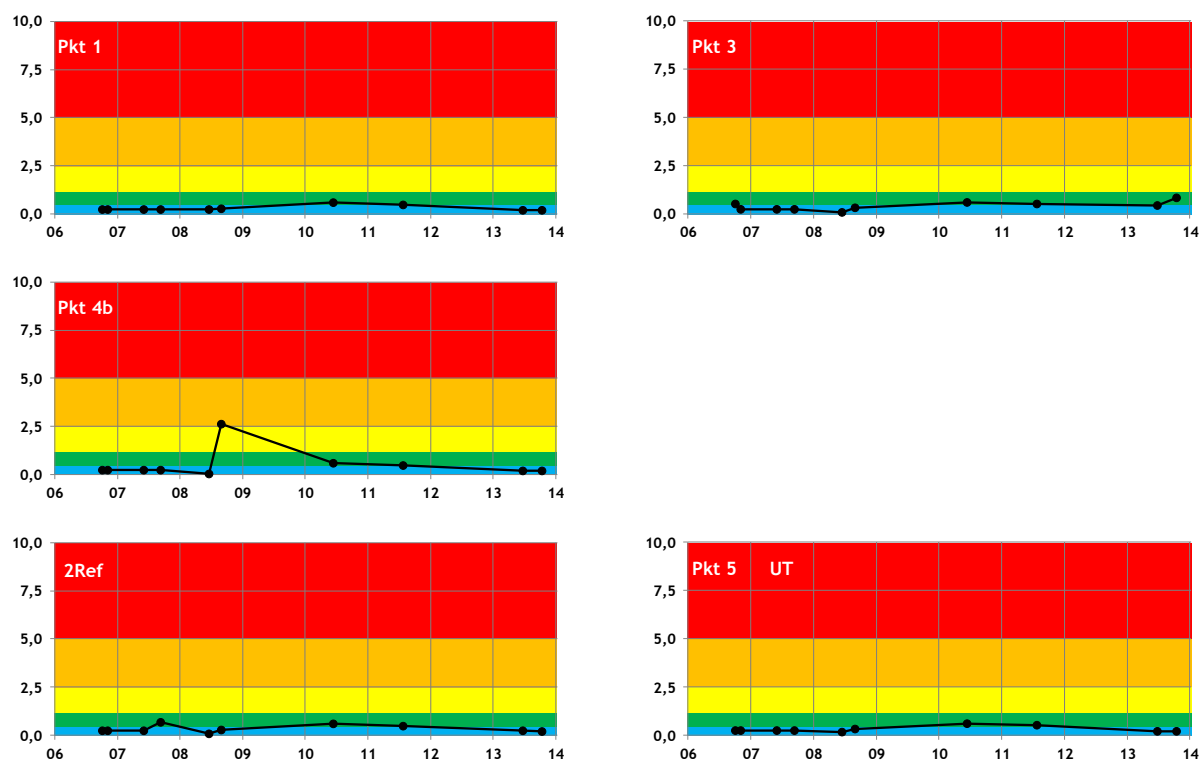
Delfeltet som drenerer ut av skytefeltet (pkt 5), har tilsvarende meget lave konsentrasjoner som generelt også måles internt i feltet. Konsentrasjonen i 2013 under deteksjonsgrensen for analysene for både kobber og bly (hhv < 0,5 µg Cu/l og 0,4 µg Pb/l; fig 2-3).

Kobber ($\mu\text{g Cu/l}$)



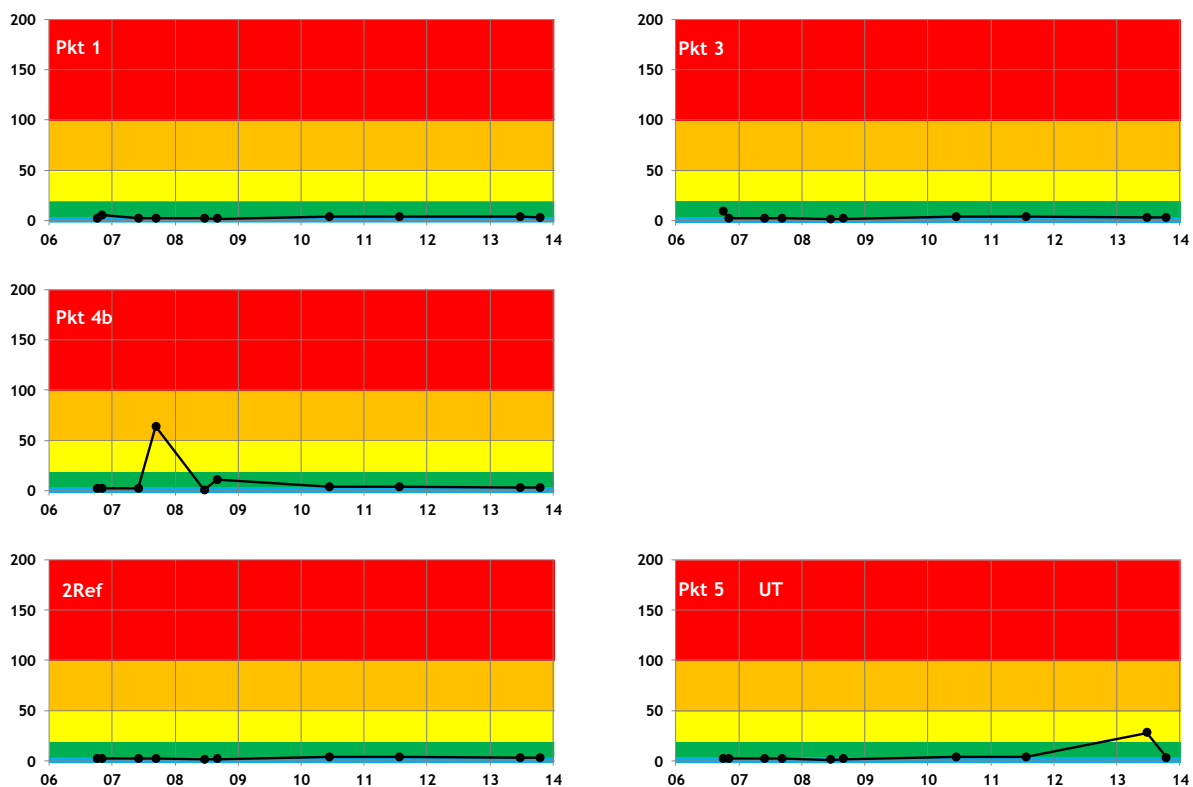
Figur 2. Analyseresultater for kobber i perioden 2007-2014. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. UT betyr at punktet representerer vannkvalitet som drenerer ut av feltet.

Bly ($\mu\text{g Pb/l}$)



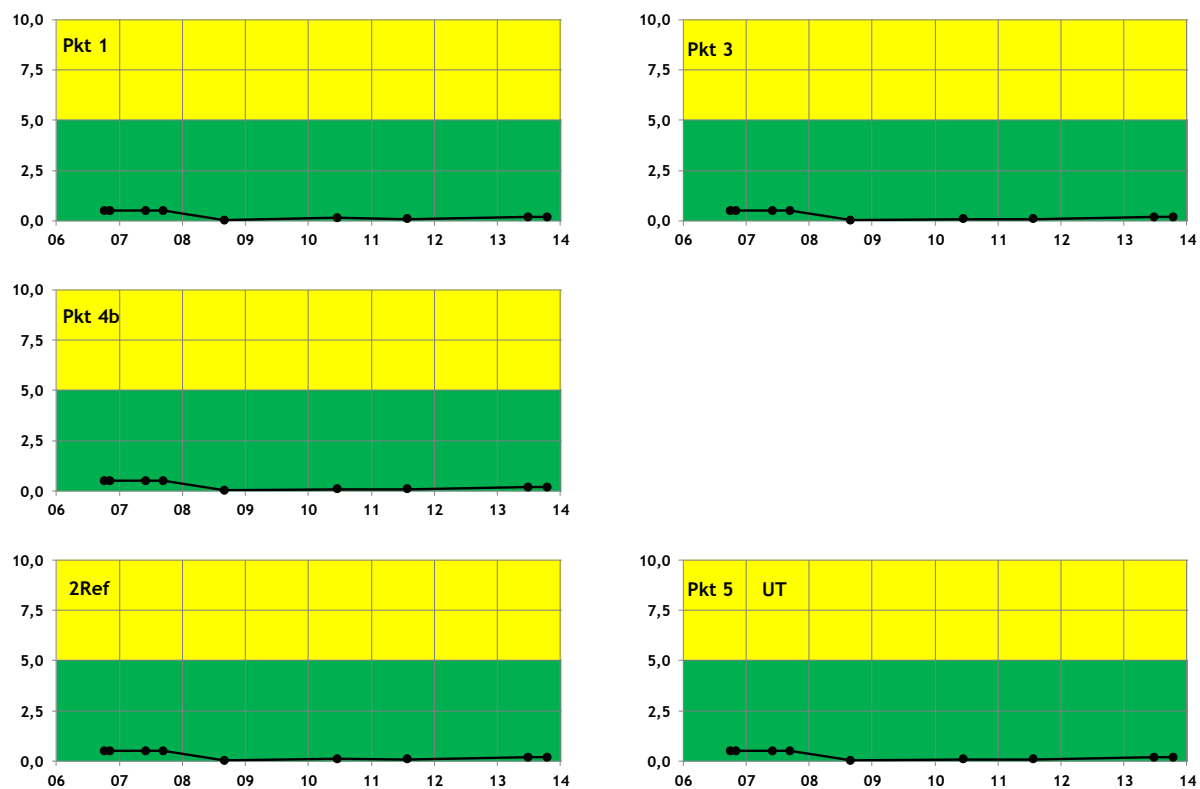
Figur 3. Analyseresultater for bly i perioden 2007-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjongrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. UT betyr at punktet representerer vannkvalitet som drenerer ut av feltet.

Sink ($\mu\text{g Zn/l}$)



Figur 4. Analyseresultater for sink i perioden 2007-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjongrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. UT betyr at punktet representerer vannkvalitet som drenerer ut av feltet.

Antimon ($\mu\text{g Sb/l}$)



Figur 5. Analyseresultater for antimon i perioden 2007-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. UT betyr at punktet representerer vannkvalitet som drenerer ut av feltet.

4. Konklusjon og anbefalinger

Konsentrasjonen av kobber, bly, antimon og sink ved Remmedalen er i 2013 meget lav og generelt nær eller under deteksjonsgrensen for analysene. Dette er på nivå med tidligere års undersøkelser. Vannprøvene er tatt ut ved lav vannføring og fluksen av tungmetaller ut av feltet er som tidligere trolig meget lav. Det kan vurderes å redusere hyppighet av prøvetaking. Det kan vurderes å opprette et prøvepunkt i den store bekken som mottar avrenning fra bane 3.

Referanser

Andersen, J. R., Bratli, J. L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B. O. & Aanes, K. J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veileder 97:04. TA-nr. 1468/1997. 31 s.

Helse- og omsorgsdepartementet 2004. Forskrift om vannforsyning og drikkevann. FOR 2001-12-04 nr. 1357 (Drikkevannsforskriften).

Mørch, T., Pedersen, R., Sørli, S., Breyholtz, B., Lambertsen, E., Farestveit, T. & Været, L. 2009a. Kartlegging av vannkvalitet ved Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt. Sluttrapport - program grunnforurensning 2006-2008. Sweco/forsvarsbygg-rapport 152030-4. 268 s.

Rasmussen, G. & Bolstad, M. 2005. Miljøundersøkelser og vurdering av risiko og tiltak i Remmedalen skytefelt. Rapport etter befaring 31.08.2004 - 01.09.2004. GS-rapport nr. 2-2005. 60 s

Korsnes fort

1. Innledning.....	33
Områdebeskrivelse	33
Aktivitet i feltet	33
2. Material og metode	36
Vannprøvetaking.....	36
Analyser	36
3. Resultater og diskusjon	37
Klima	37
Støtteparametere	37
Sink og antimon.....	37
Kobber og bly	38
Prøvepunkter i feltet	38
4. Konklusjon og anbefalinger.....	41
Referanser	42
Vedlegg	93

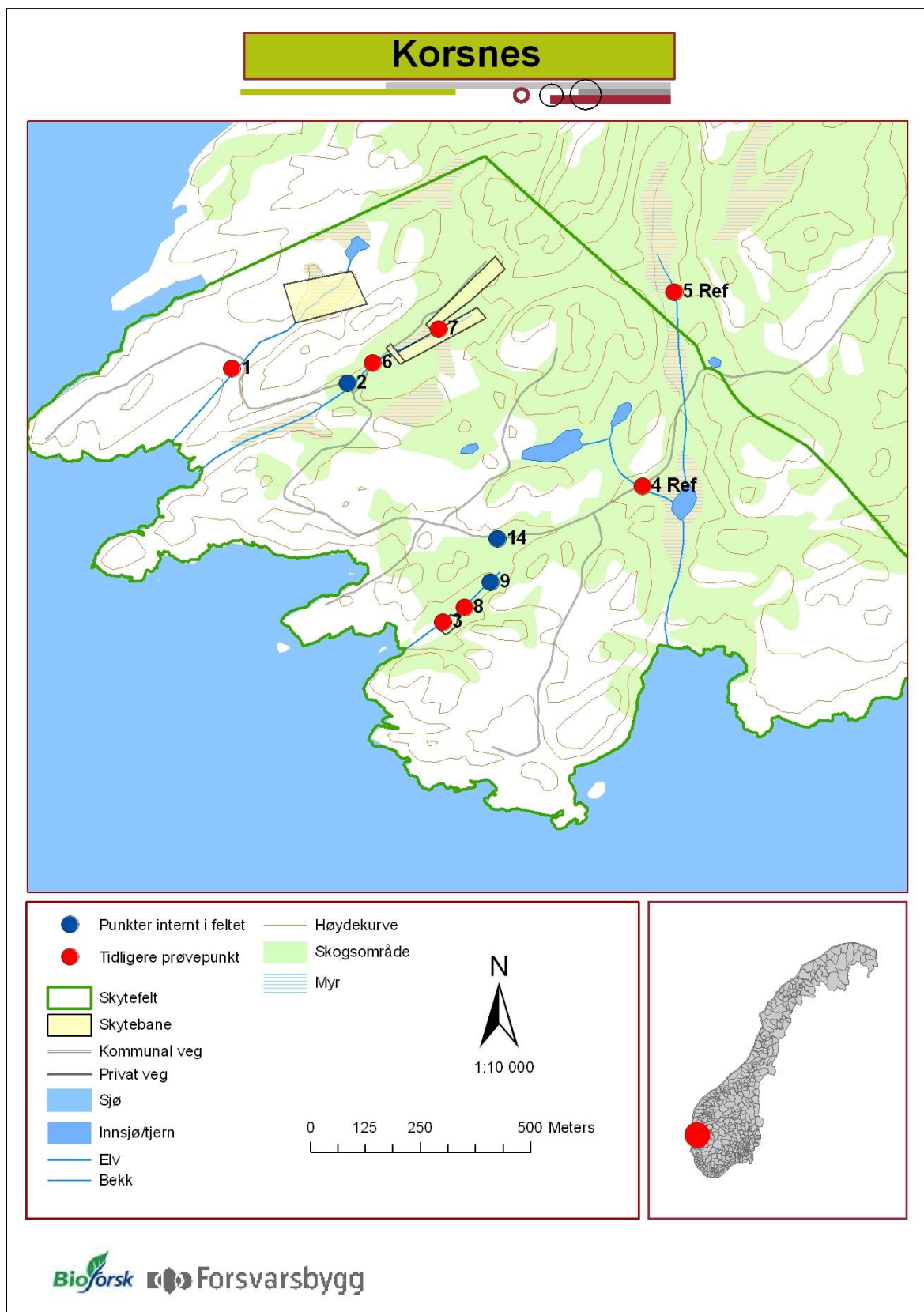
1. Innledning

Områdebeskrivelse

Korsnes fort er et skyte- og øvingsfelt som ligger i Fana bydel i Bergen. Feltet ble etablert rundt 1940. Skytefeltet ligger på Korsneset og har avrenning via fire små vassdrag direkte til havet. Tre av disse (de nordvestlige) mottar avrenning fra områder med militær aktivitet. Området er preget av myr og berggrunnen består av granitt og granodioritt, og ligger i dagen eller er dekket av et tynt lag med løsmasser.

Aktivitet i feltet

Korsnes fort har hatt en 100 meter og en 200 meter geværskytebane, en pistolbane og en 25-110 meter feltbane. Det har også vært en håndgranatbane her. Feltbanen og pistolbanen ble nedlagt 1993/94, mens 100 meterbanen ble nedlagt i 1990. Håndgranatbanen ble nedlagt i 1993. Her er det nå etablert en grusflate som også er tilvokst. Det er fortsatt jevn aktivitet på 200 meterbanen. På feltbanen har det vært brukt skarp M72 (kun få skudd), og på håndgranatbanen har også skarpe granater vært brukt. I første halvdel av 2013 var det gravearbeider ved kulefanget på 200 m banen. Dette kan ha påvirket vannkvaliteten nedstrøms. Arbeidene fortsatte høsten 2013.



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Korsnes fort i 2013.

Tabell 1. Oversikt over prøvepunkter ved Korsnes fort i 2013.

Prøve punkt (id)	Beskrivelse	Dreneringsområde	Avrenning* Årsmiddel (l/s)
2	Liten bekk	Eksisterende 200 m geværbane, nedlagt 30-200 m feltbane og midlertidig pistolbane.	6
9	Liten bekk	Prøven er tatt for å finne kilde til metaller i pkt 3. derfor plassert oppstrøms pkt 3 og 8	
14	Liten bekk	Oppstrøms pkt 9. Samme årsak som over.	

* Avrenningen er beregnet ut fra normalavrenning (1961-1990) og feltareal fra N50 kart. Fra Breyholtz mfl (2010) og Mørch (2009).

2. Material og metode

Vannprøvetaking

Det har blitt overvåket metallavrenning fra feltet siden 2007 (Breyholtz mfl 2010). I 2010 ble det etablert fire nye prøvepunkt (pkt 6 og 7 oppstrøms pkt 2, og pkt 8 og 9 oppstrøms pkt 3). I 2013 ble det opprettet et nytt pkt, 14, oppstrøms pkt 9. Formålet med de nye punktene har vært å finne kildene til metallutlekking.

I 2013 ble det tatt prøver ved tre prøvepunkt (fig 1; tab 1), mot åtte prøvepunkt i 2010 - 2011 og fem i 2012. Det er prøvetatt tre punkt internt i feltet (pkt 2, 9 og 14) for å kunne måle avrenning nær feltskytebaner og i småbekker som drenerer disse. Vannprøvetakingen ble utført av Forsvarsbyggs eget personell 16. juli og 18. oktober 2013.

Analyser

Det har blitt analysert for bly, kobber, sink og antimon i ufiltrerte prøver, samt for støtteparameterne naturlig organisk materiale (analysert som totalt organisk karbon, TOC), pH, ledningsevne, kalsium, jern og suspendert stoff (via turbiditet).

3. Resultater og diskusjon

Klima

Før prøvetakingen i juli hadde det vært skiftende vær. På prøvetakingsdagen var det regn og vannføringen var normal ved de tre prøvepunktene. Måneden før prøvetakingen i oktober var preget av vekslende vær, men pent /opphold siste uken. På prøvetakingsdagen var det pent vær og vannføringen var lav til svært lav.

Støtteparametere

Ledningsevnen i feltet er moderat høy og ligger ved årets prøvepunkt (pkt 2, 9 og 14) mellom 5-8 mS/m. Tilsvarende er konsentrasjonen av kalsium moderat lav og ligger mellom 2-4 mg Ca/l. Konsentrasjonen av løst organisk materiale er moderat høy (12-23 mg TOC/l), og pH måles fra 5,9-6,8. Konsentrasjonen av jern er generelt meget lav og som regel < 0,7 mg Fe/l. Vannprøvene tatt ut ved pkt 14 i 2013 var moderat turbide (1,9-5,1 FNU), mens vannprøvene tatt ut ved pkt 2 (nedenfor gevær, felt- og pistolbaner) og pkt 9 (målt oppstrøms pkt 14) er ikke særlig turbide (< 0,2-1,2 FNU).

Sink og antimon

Det er en del sink i feltet, noe som også har blitt målt ved 4Ref (jf fig 1; 12-14 µg Zn/l; tilstandsklasse II). Konsentrasjonen av sink ved prøvepunktene i 2013 ligger nær dette nivået, med unntak for vannprøvene tatt ut i juli ved pkt 2 (28 µg Zn/l; tilstandsklasse III) og pkt 14 (55 µg Zn/l; tilstandsklasse IV). Vannprøvene var som nevnt ikke turbide. Konsentrasjonen av antimon er som tidligere lav ved alle prøvepunktene og som regel ned mot eller under deteksjonsgrensen for analysen (0,2 µg Sb/l). Et unntak var i den samme prøven det ble målt noe sink i ved pkt 14 (2,6 µg Sb/l). Dette er uansett lavt og godt under Drikkevannforskriftens krav på 5 µg Sb/l (Helse- og omsorgsdepartementet 2004; fig 5). Det er ingen tendenser til nivåendringer ifht tidligere (jf pkt 2 og pkt 9 i fig 4-5).

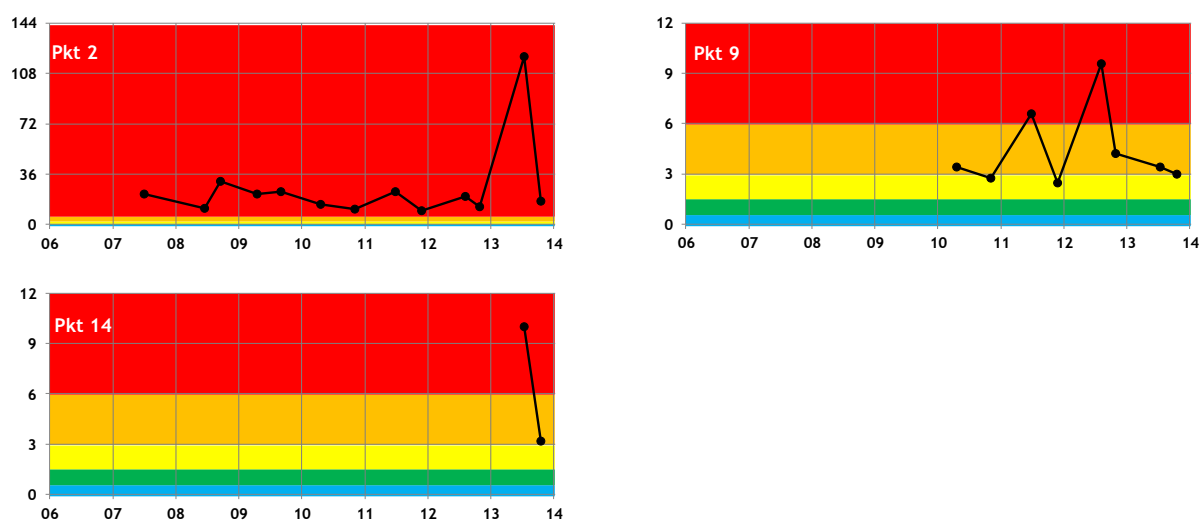
Kobber og bly

Prøvepunkter i feltet

Ved pkt 2, som drenerer 200 m geværbane, 30 - 200 m feltbane og midlertidig pistolbane nord i feltet, er konsentrasjonen av kobber og bly som tidligere til dels meget høye (hhv 17 og 120 µg Cu/l og 7,2-10 µg Pb/l, begge i tilstandsklasse V). Det ble gjennomført gravearbeider/utfylling på myr første halvår 2013, og dette kan ha medført økt utlekking av kobber. Det er derimot ingen støtteparametere som skiller seg ut i vannprøven, hvor konsentrasjoner av kalsium, organisk materiale og jern er som forventet, det samme gjelder pH og ledningsevne, samt innholdet av suspendert stoff (som er lavt). Med unntak av den forhøyde konsentrasjonen av kobber på 120 µg Cu/l, er nivået for kobber som tidligere ved pkt 2 (jf fig 2). For bly er nivået som det har vært siden 2010, dvs fremdeles lavere enn det var i perioden 2008/2009.

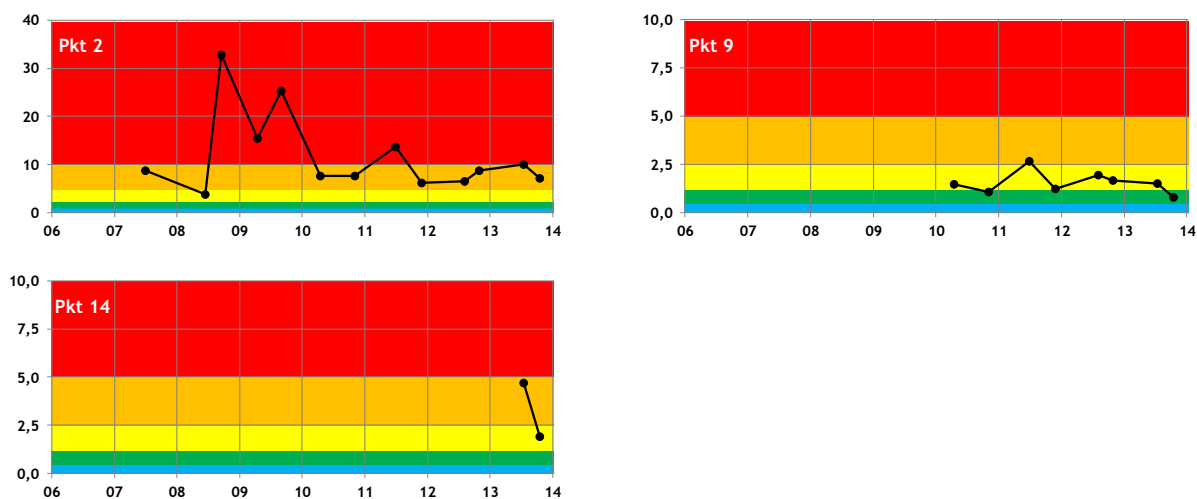
Ved pkt 9 er konsentrasjonen av kobber på nivået med hva som har blitt målt om høsten tidligere i feltet (hhv 3-3,4 µg Cu/l; tilstandsklasse III-IV; jf fig 2). Det ble ikke målt høye konsentrasjoner om sommeren, slik det ble i både 2011 og 2012. Konsentrasjonen av bly er i 2013 på et noe lavere nivå enn tidligere (0,8-1,5 µg Pb/l; tilstandsklasse II-III; jf fig 3). Ved pkt 14 (oppstrøms pkt 9) er konsentrasjonen av kobber i tilstandsklasse IV-V (3,2-10 µg Cu/l) og i tilstandsklasse III-IV for bly (1,9-4,7 µg Pb/l), jf fig 3. De høye konsentrasjonene ble målt i juli. I 2013 har ikke dette påvirket vannkvaliteten ved pkt 9 vesentlig (jf fig 2-3).

Kobber ($\mu\text{g Cu/l}$)



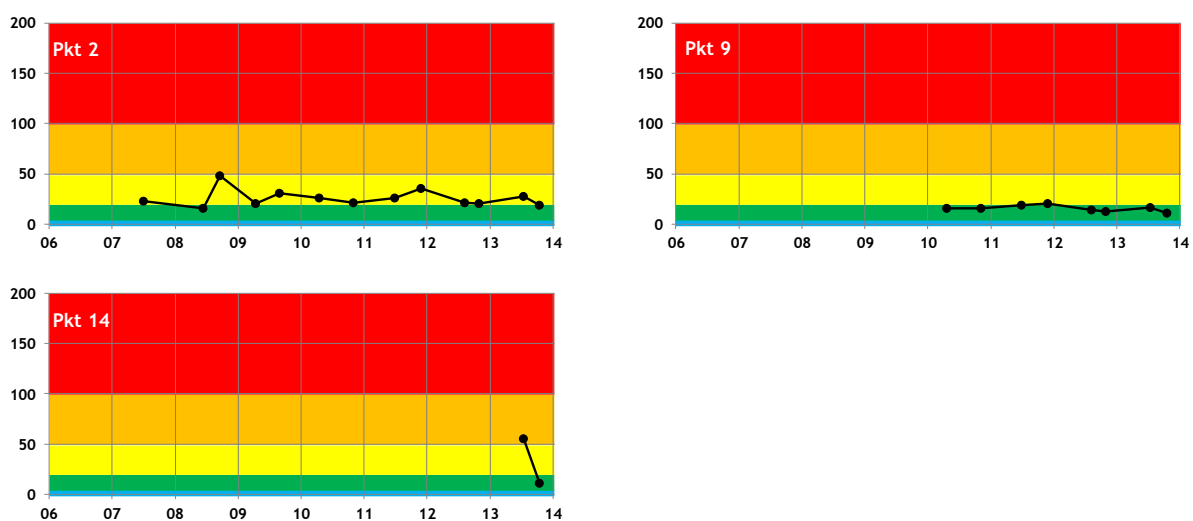
Figur 2. Analyseresultater for kobber i perioden 2007-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksene er ikke like.

Bly ($\mu\text{g Pb/l}$)



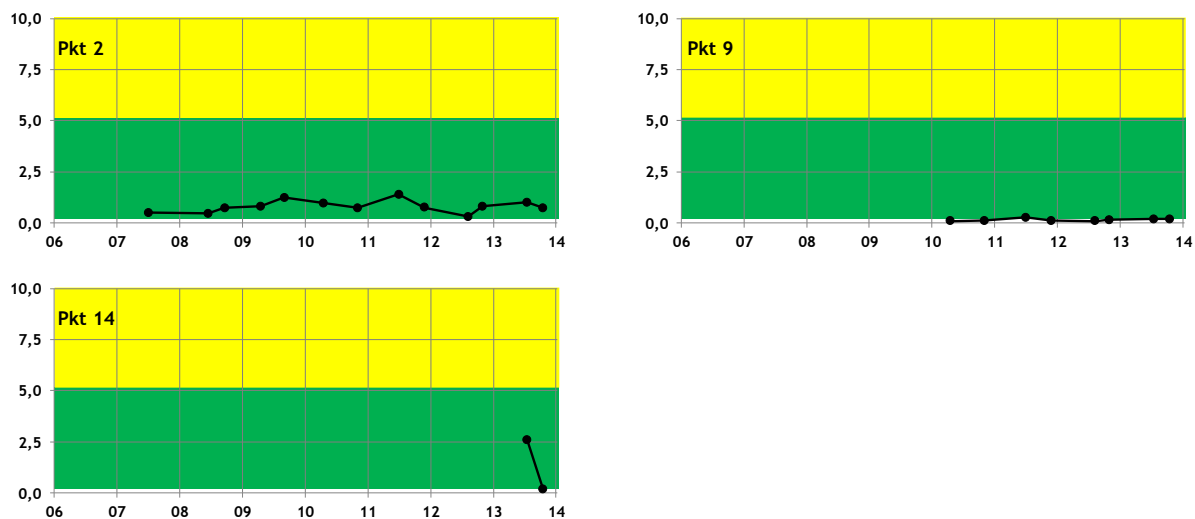
Figur 3. Analyseresultater for bly i perioden 2007-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksene er ikke like.

Sink ($\mu\text{g Zn/l}$)



Figur 4. Analyseresultater for sink i perioden 2007-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg.

Antimon ($\mu\text{g Sb/l}$)



Figur 5. Analyseresultater for antimon i perioden 2007-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg.

4. Konklusjon og anbefalinger

Med unntak av den forhøyde konsentrasjonen av kobber på 120 µg Cu/li juli, er nivået for kobber, bly, sink og antimon som tidligere ved pkt 2 (jf fig 2). Graving som ble gjennomført på banen kan ha medført økt utlekking av kobber. Ingen støtteparametere skiller seg dog ut i vannprøven. Ved pkt 9 er konsentrasjonen av tungmetaller og antimon som tidligere eller noe lavere. De tidvise forhøyede konsentrasjonene av kobber og bly som har blitt målt om sommeren måles ikke i 2013. Det har vært spekulert i om kilden til de tidvise høye kobber- og blykonsentrasjonene kan komme via det overliggende pkt 14, hvor det også måles forhøyede konsentrasjoner særlig av kobber (tilstandsklasse V), men også bly (tilstandsklasse IV). Vi finner ikke igjen høye konsentrasjoner av kobber nedstrøms ved pkt 9 i 2013. Det kan allikevel ikke avskrives at kilden til høye målte konsentrasjoner av kobber og bly ved pkt 9 drenerer via pkt 14. Det er fordi det trolig er en del forskjeller mellom år mht avrenningsforholdet ved pkt 14 vs ved pkt 9, samt at konsentrasjonen av suspendert stoff tidvis trolig kan være relativt høy ved pkt 14 (jf vedl). Analyser av turbiditet ble implementert i overvåkingsprogrammet i 2012, og vi så da at den uvanlig høye konsentrasjonen av kobber i sommerprøven ved pkt 9 korrelerte med en noe forhøyet turbiditet i vannprøven (jf vedl).

Referanser

Andersen, J. R., Bratli, J. L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B. O. & Aanes, K. J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veileder 97:04. TA-nr. 1468/1997. 31 s.

Breyholtz, B., Lambertsen, E., Størseth, L., Været, L., Mørch, T. & Pedersen, R. 2010. Forsvarets skyte- og øvingsfelt. Program Tungmetallovervåkning 1991-2009. Sweco/Forsvarsbygg-rapport. 93 s.

Helse- og omsorgsdepartementet 2004. Forskrift om vannforsyning og drikkevann. FOR 2001-12-04 nr. 1357 (Drikkevannsforskriften).

Mørch, T., Pedersen, R., Sørli, S., Breyholtz, B., Lambertsen, E., Farestveit, T. & Været, L. 2009. Kartlegging av vannkvalitet ved Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt. Sluttrapport - program grunnforurensning 2006-2008. Sweco/forsvarsbygg-rapport 152030-4. 268 s.

Ulven

1. Innledning.....	44
Områdebeskrivelse	44
Aktivitet i feltet	44
2. Material og metode.....	47
Vannprøvetaking.....	47
Analyser	47
3. Resultater og diskusjon	48
Klima	48
Støtteparametere	48
Sink og antimon.....	48
Kobber og bly	49
Prøvepunkt internt i feltet	49
4. Konklusjon og anbefalinger.....	52
Referanser	53
Vedlegg	93

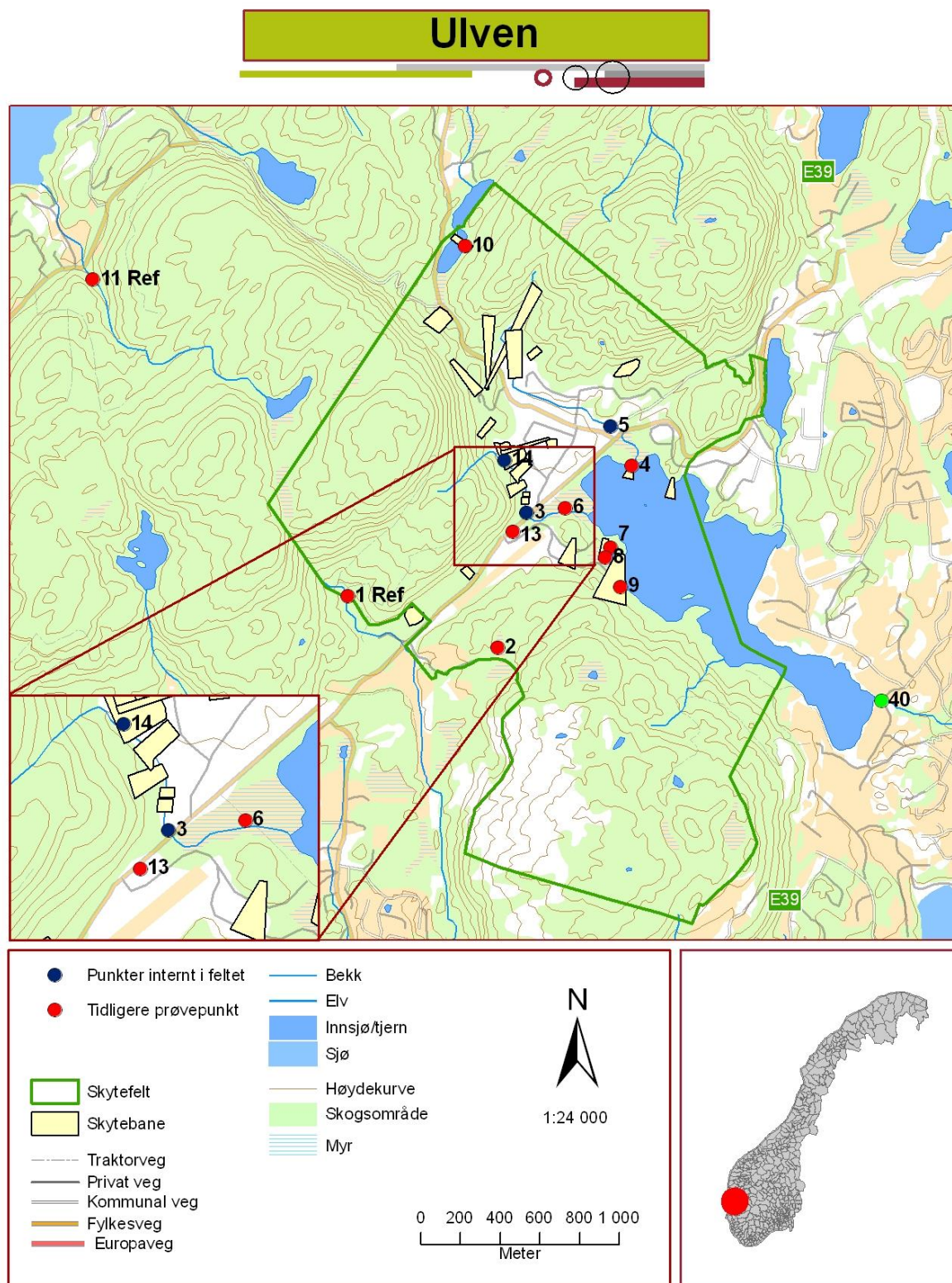
1. Innledning

Områdebeskrivelse

Ulven skyte- og øvingsfelt ligger i Os kommune, Hordaland fylke, og er på cirka 2 km². Det meste av skytefeltet har fjell i dagen eller et tynt løsmassedekke, mens det i mindre deler av området er breelvavsetninger og tynt morenedekke. Berggrunnen i området er sterkt foldet og har variert sammensetning med metabasalt, diorittisk til granittisk gneis, migmatitt, gabbro, amfibolitt og kvartsitt. I skytefeltet drenerer en bekk sør- og østsiden av Skogafjell og renner ut i Ulvenvatnet (fig 1). Ved nordsiden av Skogafjell ligger Åsavatnet, et lite tjern like ved bane 17. Fra Ulvenfjellet og Veslefjell renner det en liten bekk som har sitt utløp i Ulvenvatnet. Rett før utløpet renner bekken igjennom et myrområde. I tillegg ligger det myr og en mindre bekk nedstrøms enkelte baner nede ved Ulvenvatnet. Etter Breyholtz mfl 2010.

Aktivitet i feltet

Hovedbrukere er Sjøforsvaret og Heimevernet. I tillegg brukes feltet av Politiet og noe av Norske reserveoffiserers pistolklubb, og har også vært arena for Landsskytterstevnet ved flere anledninger.



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Ulven i 2013.

Tabell 1. Oversikt over prøvepunkter på Ulven.

Prøve- punkt (id)	Beskrivelse	Avrenning* Årsmiddel (l/s)	Dreneringsområde	Kommentarer
3	Liten bekk	25	Bane 7-11 og ter- reng rundt sivil sky- tebane, bane 12.	Tvers ovenfor fly- plassen.
5	Liten bekk	65	Bane 20 og 16 og sivile feltbanemål- områder, samt leir- området.	Delvis i lukket ka- nal og rør gjennom leir og baneområ- der. Renner ut i Ul- venvatnet.
14	Liten bekk	21	Utløp Slambasseng, nedstrøms bane 10/11.	Vann fra Ulvenfjel- let.

* Avrenningen er beregnet ut fra normalavrenning (1961-1990) og feltareal fra N50 kart. Det meste av data fra Breyholtz mfl (2010).

2. Material og metode

Vannprøvetaking

Tungmetallavrenningen har vært overvåket ved Ulven skytefelt siden 2007 (Breyholtz mfl 2010; Haaland og Gjemlestad 2011). I 2013 ble det tatt ut prøver ved tre prøvepunkter, 3, 5, 14 (fig 1; tab 1). Det ble tatt ut vannprøver, 16. juli og 18. oktober 2013. Ved pkt 14 ble den siste prøven tatt ut 6. september.

Analyser

Det har blitt analysert for bly, kobber, sink og antimon i ufiltrerte prøver, samt for støtteparameterne naturlig organisk materiale (analysert som totalt organisk karbon, TOC), pH, ledningsevne, kalsium, jern og suspendert stoff (via turbiditet).

3. Resultater og diskusjon

Klima

Ved prøvetaking i midten av juli hadde det vært vekslende værforhold i tiden før. På prøvetakingsdagen var det regn og vannføringen var høy ved de tre prøvepunktene. Den siste måneden før prøvetakingen i oktober var det vekslende vær, men pent og opphold den siste uka. På prøvetakingsdagen var det pent vær og vannføringen var lav ved pkt 3 og 5. Ved prøvetaking i september var det mye regn og høy vannføring i uken før prøvetakingen. På prøvetakingsdagen var det oppholdsvær og over normal vannføring i bekken ved pkt 14.

Støtteparametere

Ledningsevnen i 2013 var som tidligere moderat høy og lå mellom 5,4-18 mS/m. Konsentrasjonen av kalsium er tilsvarende moderat høy og ligger mellom 3-12 mg Ca/l og konsentrasjonen av TOC var moderat lav (2-8 mg TOC/l). pH er høy og ligger mellom 6,6-7,7. Konsentrasjonen av jern var lav og < 0,5 mg Fe/l. Det er generelt lite turbiditet vannprøver (0,5-2 FNU).

Sink og antimon

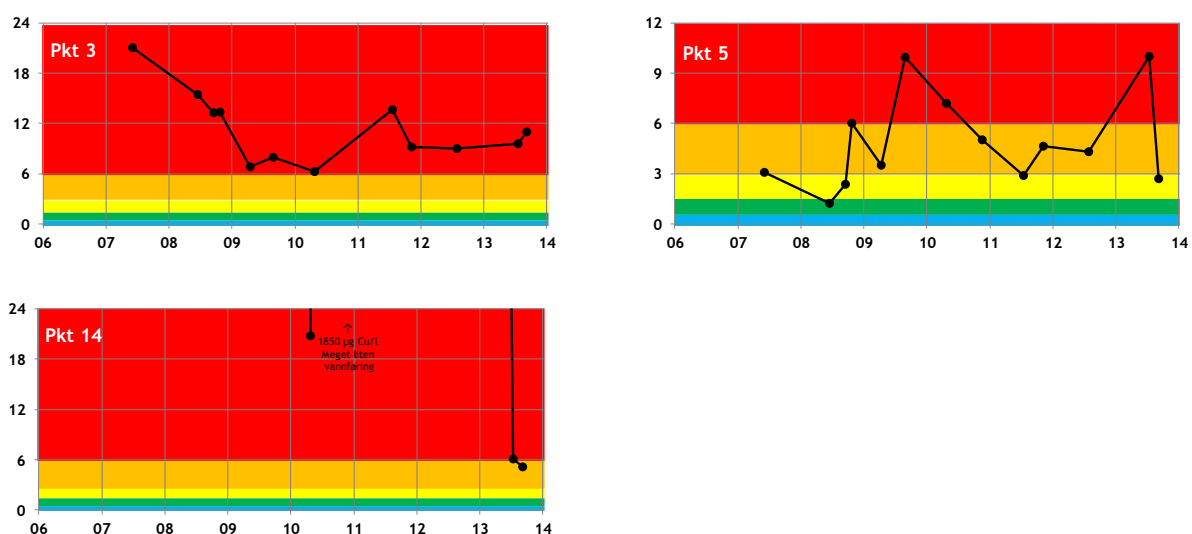
Konsentrasjoner av sink var som tidligere lav i prøvepunktene (tilstandsklasse I-II). Dette er som tidligere, med unntak for ved pkt 14 der konsentrasjonen er nå vesentlig lavere enn ved anleggsarbeidet ved bane 10/11 i 2009/10 (jf fig 4). Konsentrasjonen av antimon var som tidligere relativt lav ved pkt 5 (0,4-2,5 µg Sb/l). Ved pkt 3 er konsentrasjonen som tidligere på et noe høyere nivå (5-29 µg Sb/l). 29 µg Sb/l ble målt i vannprøven fra juli og er det høyeste som er målt ved pkt 3 (gj snitt ved pkt 3 siden 2007 er på 10 µg Sb/l; jf vedl). Vannprøven var ikke turbid. Dette er over grensen for drikkevann på 5 µg Sb/l (Helse- og omsorgsdepartementet 2004), men lavere enn grensen satt av WHO på 20 µg Sb/l. Ved pkt 14 var konsentrasjonen av antimon < 2 µg Sb/l, som er vesentlig lavere enn hva som ble målt i 2010 etter anleggsarbeidet ved bane 10/11 (jf fig 5).

Kobber og bly

Prøvepunkt internt i feltet

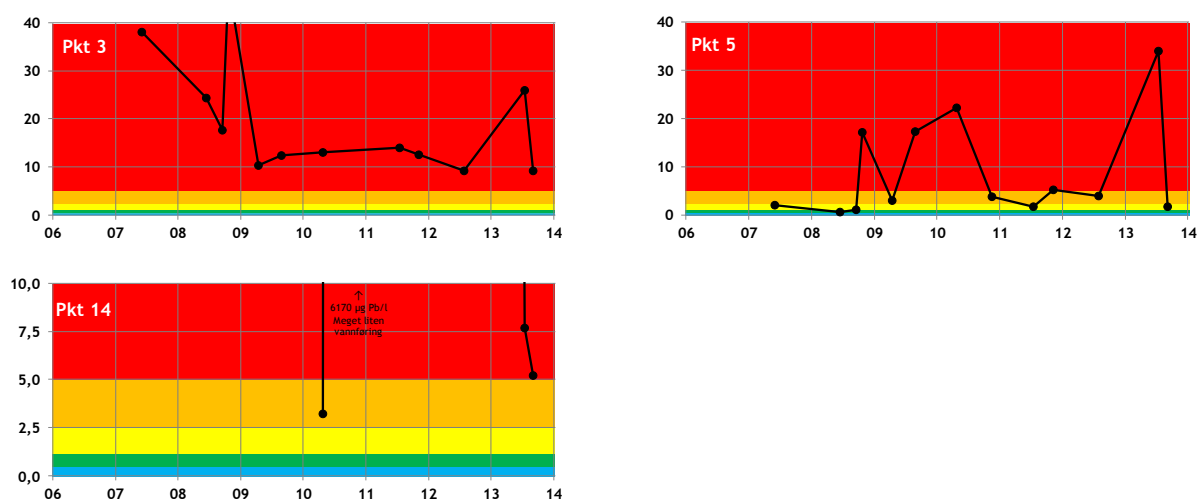
Ved pkt 3, som mottar avrenning fra bane 7-11, terreng rundt sivil skytebane og bane 12, var det som tidligere høye konsentrasjoner av kobber (10-11 µg Cu/l) og bly (9-26 µg Pb/l; begge i tilstandsklasse V). Dette er som tidligere. Ved pkt 5 var konsentrasjonen av kobber som før relativt høy (3-10 µg Cu/l; tilstandsklasse III-V). Konsentrasjonen av bly var til dels meget høy (5-29 µg Pb/l; tilstandsklasse V), som er tilsvarende som ved enkelte tidligere målinger (for eksempel juni 2007), men det er som for kobber også stor nivåvariasjon ved prøvepunktet (fig 2-3). Vannprøvene var ikke turbide. Ved pkt 14 er nivået nå på et vesentlig lavere nivå enn etter anleggsarbeidet ved bane 10/11 i 2009/10, hhv (5,2-6,1 µg Cu/l; tilstandsklasse V) og (5,2-7,7 µg Pb/l; tilstandsklasse IV-V). Med høy vannføring i juli, men relativt lite turbide prøver, synes det å være en del lekkasje av kobber og særlig bly fra feltet via pkt 14 ved høy vannføring.

Kobber ($\mu\text{g Cu/l}$)



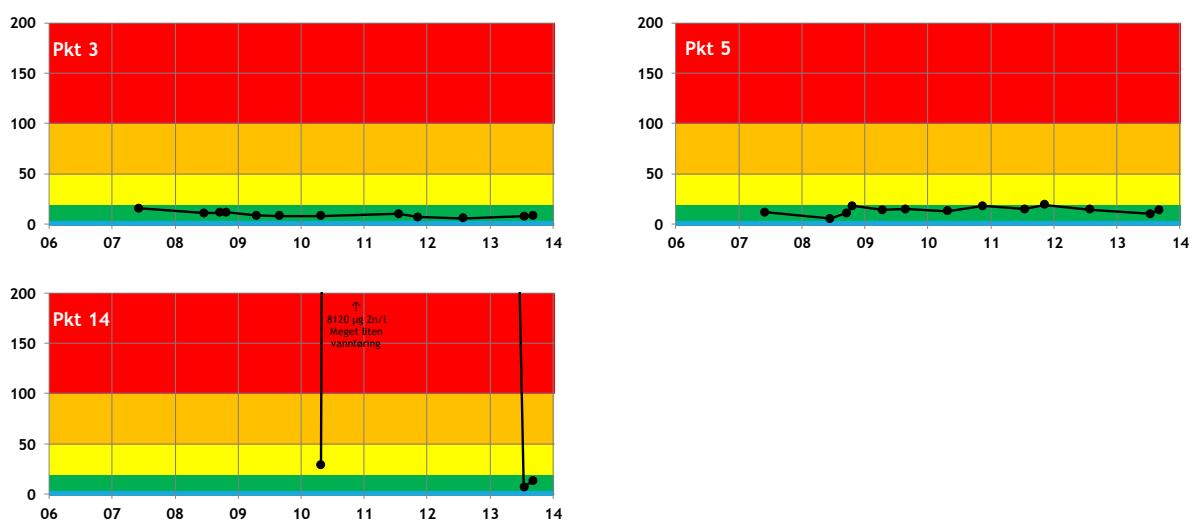
Figur 2. Analyseresultater for kobber i perioden 2007-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksene er ikke like.

Bly ($\mu\text{g Pb/l}$)



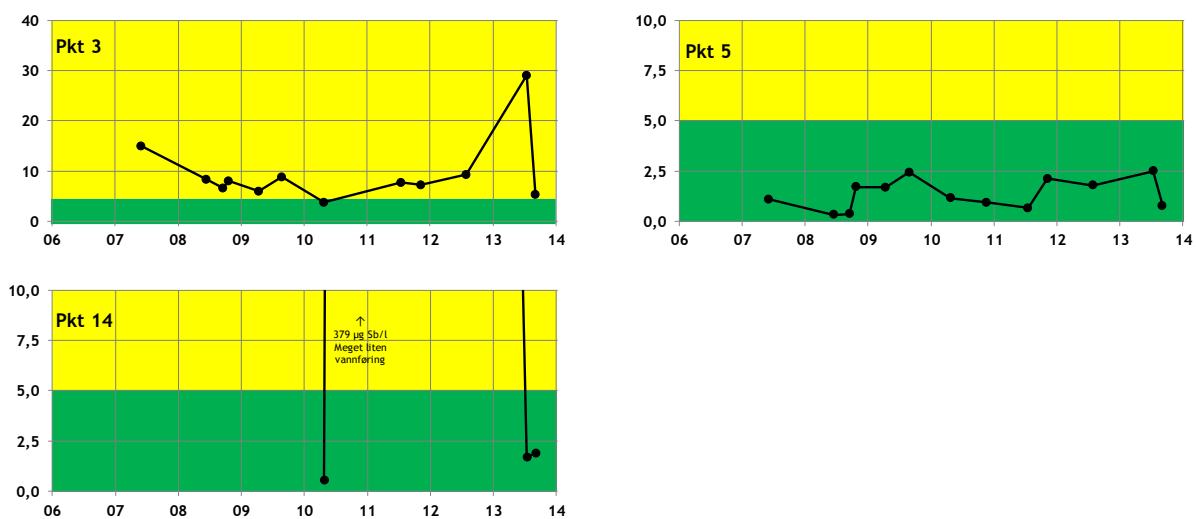
Figur 3. Analyseresultater for bly i perioden 2007-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksene er ikke like.

Sink ($\mu\text{g Zn/l}$)



Figur 4. Analyseresultater for sink i perioden 2007-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg.

Antimon ($\mu\text{g Sb/l}$)



Figur 5. Analyseresultater for antimon i perioden 2007-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksene er ikke like.

4. Konklusjon og anbefalinger

Det måles fremdeles høye konsentrasjoner av kobber og bly, samt noe antimon, ved pkt 3 (drenerer bane 7-11 og terreng rundt sivil skytebane, bane 12). Det er i 2013 en del variasjoner i konsentrasjonen av bly og antimon. Det samme gjelder for kobber og bly ved pkt 5. Sårbarhet for utvasking ved høy vannføring om sommeren kan til dels også være tilfelle ved pkt 3 og 5 og bør vurderes og følges opp. Store variasjoner kan tyde på sensitivitet for naturlige klimavariasjoner i feltet, eller annen militær aktivitet i feltet. Ved bane 10/11 like oppstrøms pkt 14 ble det gjennomført en større opprydding i gammel forurensing og nyetablering av bane 10/11 i overgangen 2009/2010. I 2013 er konsentrasjonen på et vesentlig lavere nivå, men fremdeles i tilstandsklasse IV-V. Vannprøvene var ikke særlig turbide ved prøvetaking i 2013.

Referanser

Andersen, J. R., Bratli, J. L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B. O. & Aanes, K. J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veileder 97:04. TA-nr. 1468/1997. 31 s.

Breyholtz, B., Lambertsen, E., Størseth, L., Været, L., Mørch, T. & Pedersen, R. 2010. Forsvarets skyte- og øvingsfelt. Program Tungmetallovervåkning 1991-2009. Sweco/Forsvarsbygg-rapport. 93 s.

Haaland, S. & Gjemlestad, L. 2011. Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt. Program Tungmetallovervåkning 1991-2010, MO-Bergen. Bioforsk rapport: 6(78) 2011/ Futura rapport: 241/2011. 51 s.

Helse- og omsorgsdepartementet 2004. Forskrift om vannforsyning og drikkevann. FOR 2001-12-04 nr. 1357 (Drikkevannsforskriften).

Haakonsvern

1. Innledning.....	65
Områdebeskrivelse	65
Aktivitet i feltet	65
2. Material og metode.....	69
Vannprøvetaking.....	69
Analyser	69
3. Resultater og diskusjon	70
Klima	70
Støtteparametere	70
Sink og antimon.....	70
Kobber og bly	71
Referansepunkt.....	71
Prøvepunkt nær skytebaner i feltet	71
Prøvepunkt som drenerer ut av feltet	72
4. Konklusjon og anbefalinger.....	77
Referanser	78
Vedlegg	93

1. Innledning

Områdebeskrivelse

De tre banene på Haakonsvern er plassert inne på Håkonsvern marinebase i Bergen kommune. Banene ligger på opparbeidede masser på fjell cirka 350 meter i luftlinje fra sjø. Avrenning følger terreng cirka 200 meter før det fanges opp av et drenerings-system som leder avrenning av overvann fra veier og andre asfalterte flater til i sjø. Bearbeidet etter Mørch mfl 2009

Aktivitet i feltet

Banene, som trolig ble anlagt tidlig på 1970-tallet, består i dag av en 25 meters pistolbane (9 mm), en 100 meters geværbane (AG3) og en prøveskytebane.

Haakonsvern

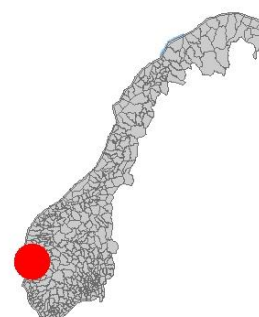
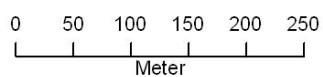


- Punkt internt i feltet
- Skytebane

Flybilde fra wms.geonorge.no



1:5 000



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Haakonsvern i 2013.

Tabell 1. Oversikt over prøvepunktet ved Håkonsvern skytebane. Data fra Mørch mfl 2009.

Prøve punkt (id)	Beskri- velse	Dreneringsområde	Avrenning Årsmiddel (l/s)	Kommentar
1	Grøft til rør, til sjø	Selve skytebanene	Cirka 0,4	Anleggsvirksomhet på 100m bane, men dette skal ikke påvirke målepunktet.

2. Material og metode

Vannprøvetaking

Vannprøven ved pkt 1 er tatt på samme sted som i 2008 og 2011 og er plassert så nær utløpet fra banen som mulig (fig 1; tab 1). Det ble kun tatt en prøverunde den 18. oktober 2013

Analyser

Det har blitt analysert for bly, kobber, sink og antimon i ufiltrerte prøver, samt for støtteparameterne naturlig organisk materiale (analysert som totalt organisk karbon, TOC), pH, ledningsevne, kalsium og jern.

3. Resultater og diskusjon

Klima

Måneden før prøvetakingen i oktober var værforholdene vekslende, men siste uka var det opphold og pent. På prøvetakingsdagen var det pent vær og vannføringen var lav til veldig lav.

Støtteparametere

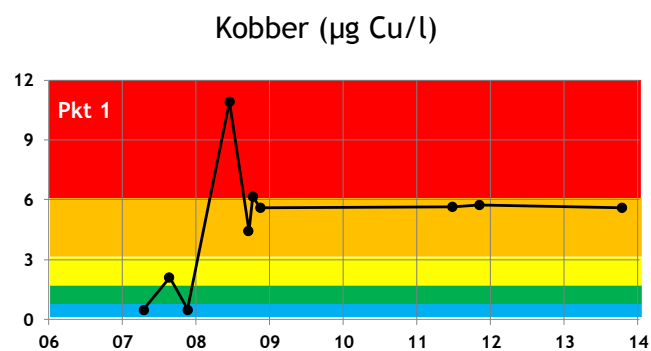
Ledningsevnen var som før moderat høy (8-10 mS/m). Konsentrasjonen av kalsium var også relativt høy og om lag 6,0 mg Ca/l. pH var tilsvarende høy (7,1). Konsentrasjonen av TOC var moderat lav (4,6-5,2 mg TOC/l). Konsentrasjonen av jern var som tidligere lav og < 0,4 µg Fe/l.

Sink og antimon

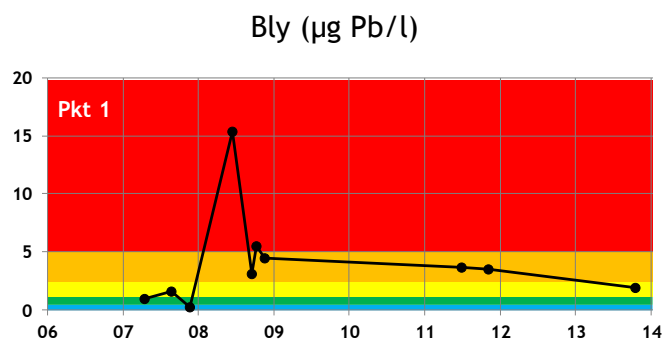
Konsentrasjoner av sink lå på nivå med det som ble målt i 2008 og 2011 (29 µg Zn/l og tilstandsklasse III; jf fig 3). Konsentrasjonen av antimon var som tidligere relativt høy (20 µg Sb/l; Drikkevannforskriften (Helse- og omsorgsdepartementet 2004 har satt en grense på 5 µg Sb/l). Konsentrasjonen av antimon har økt i forhold til tidligere målinger (jf fig 4). Det er tendenser til en utflating av utlekkingen av sink og antimon etter 2008/2009 (jf fig 4-5).

Kobber og bly

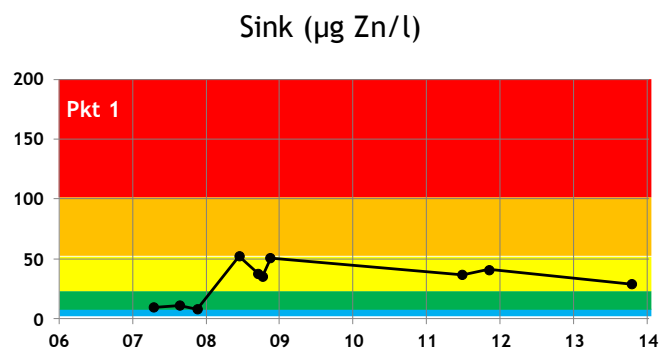
Vannkvaliteten mht kobber og bly har stabilisert seg på 2008/2009 nivå, men med en tendens til en noe lavere blykonsentrasjon i 2013 (1,9 µg Pb/l og tilstandsklasse III; jf fig 3). Det bemerkes at det ikke er vanlig at en vannprøve ved skytefelt inneholder mer sink og antimon enn kobber og bly. Det er fordi prosjektiler inneholder mest kobber og bly, og innholdet av sink og antimon er under 10 %.



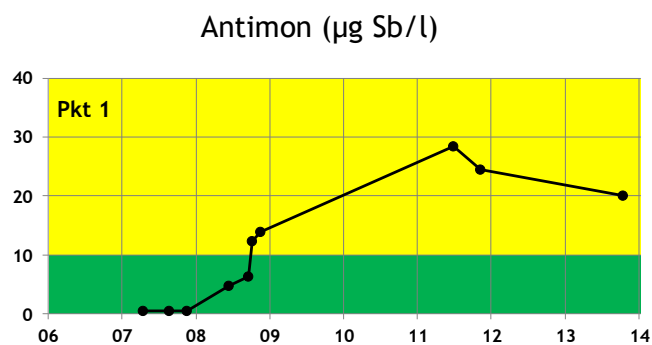
Figur 2. Analyseresultater for kobber i perioden 1995-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg.



Figur 3. Analyseresultater for bly i perioden 1995-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg.



Figur 4. Analyseresultater for sink i perioden 2006-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg.



Figur 5. Analyseresultater for antimon i perioden 1999-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg.

4. Konklusjon og anbefalinger

Det måles som tidligere høye konsentrasjoner av tungmetaller og antimon ved Haa-konsvern. Det påpekes derimot at bekken det måles i ligger i rør og at vannforekomsten har dermed har liten biologisk verdi. Avrenningen vil via stor fortynning ha liten påvirkning på vannkvaliteten i resipienten (sjøen).

Referanser

Andersen, J. R., Bratli, J. L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B. O. & Aanes, K. J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veileder 97:04. TA-nr. 1468/1997. 31 s.

Helse- og omsorgsdepartementet 2004. Forskrift om vannforsyning og drikkevann. FOR 2001-12-04 nr. 1357 (Drikkevannsforskriften).

Mørch, T., Pedersen, R., Sørli, S., Breyholtz, B., Lambertsen, E., Farestveit, T. & Været, L. 2009. Kartlegging av vannkvalitet ved Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt. Sluttrapport - program grunnforurensning 2006-2008. Sweco/forsvarsbygg-rapport 152030-4. 268 s.

Evjemoen

1. Innledning.....	65
Områdebeskrivelse	65
Aktivitet i feltet	65
2. Material og metode.....	69
Vannprøvetaking.....	69
Analyser	69
3. Resultater og diskusjon	70
Klima	70
Støtteparametere	70
Sink og antimon.....	70
Kobber og bly	71
Referansepunkt.....	71
Prøvepunkt nær skytebaner i feltet	71
Prøvepunkt som drenerer ut av feltet	72
4. Konklusjon og anbefalinger.....	77
Referanser	78
Vedlegg	93

1. Innledning

Områdebeskrivelse

Evjemoen skyte- og øvingsfelt ligger i Evje og Hornes kommune, Aust-Agder. Selve skyte- og øvingsfeltet er på cirka 9 km², mens det er en klausulert manøverrettsområde på 20 km². Berggrunnen består hovedsakelig av øyegneis/granitt/foliert granitt i vest, og båndgneis (amfibolitt, hornblendegneis, glimmergneis) i øst. Den vestlige delen dekkes av breelvavsetninger, mens den østlige delen er dekket av tynn morene. Det er i hovedsak to bekke-/elvesystemer som renner ut av feltet. Bekkesystemet i nord har utløp direkte i Otra og drenerer feltskytebanen (banene H1 og H2 samt L1, L2, L3), bane 1, samt kulefangervollene ved Steinsfjellet. Bjoråna (inkludert sidebekker som Saubå og Tjombå) drenerer flere feltskytebaner i sør, før den renner ut i den sakteflytende delen av Otra (B Reidflå). I tillegg ligger det tre mindre bekker vest i området som også drenerer skytefeltet og renner ut i Otra. Sulfidmalm AS har mutinger som grenser til skytefeltet i nordøst (nikkel og kobber i Flåt nikkelgruve). Drift på mineralske råstoffer, sannsynligvis pegmatitt, er markert på berggrunnskartet rett nord for Listeinsfjellet i skytefeltets nordvestre hjørne (etter Breyholtz 2010).

Aktivitet i feltet

Feltet ble tatt i bruk i 1907. Det var relativt stor aktivitet ved feltet under 2. verdenskrig. Evjemoen har vært standkvartal for infanteriets øvingsavdeling nr 2 (IØ2) som utdannet rekrutter til Hærens oppsetninger. På det meste var det cirka 800 soldater inne samtidig. Forsvaret avviklet denne virksomheten i 2002. Evjemoen skyte- og øvingsfelt ble beholdt for videre bruk med Forsvarsbygg som forvalter. Bruken er nå mer varierende, med perioder med meget høy bruksfrekvens. Hovedbruker av Evjemoen nå er KNM Harald Hårfagre, med sine fire innkallinger av rekrutter hvert år. De øver med flere rekruttkompanier ved hvert innrykk. Andre militære brukere er LSK, LBSK, HV08, LSKNROF, FJK, TMbn og Felles opptak og seleksjon (FOS). I tillegg avvikles ofte HV sine samlinger her i helgene. Av sivile brukere kan nevnes Politiet,

Evje og Hornnes skytterlag, Hornnes jeger og fiskerlag, Evje pistolklubb og Otra idrettslag. Det er også flere ganger avholdt landsskytterstevne på Evjemoen, siste gang i 2009. Det benyttes hovedsakelig håndvåpen med ammunisjon av kaliber 7,62 og 9 mm. Det skytes i overkant av 800 000 skudd i året i feltet. Det er også i noe beskjedent omfang benyttet 12,7 mm ammunisjon. Det er videre et sprengningsfelt hvor det bl.a. brukes svartkrutt. Øvrig bruk omfatter tilvenningssprengning for ladninger opp til 5 kg. Det skal ikke være benyttet krumbanevåpen som inneholder hvitt fosfor på feltet. Hornnes jeger og fiskerlag har benyttet hagleammunisjon.

Evjemoen



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Evjemoen i 2013.

Tabell 1. Oversikt over prøvepunkter ved Evjemoen i 2012. Etter Breyholtz mfl 2010 og Mørch mfl 2009.

Prøvepunkt (id)	Beskrivelse	Dreneringsområde	Avrenning årsmiddel (l/s)	Kommentar
1	Middels stor bekk	Bane H1 og H2 samt L1, L2, L3 og bane 1, Pistol og AG-3 / HK 416	61	Ved skytefeltgrense ved Steinsfjellet
2	Liten bekk	Bane O og myr, Pistol og AG-3 / HK 416	6,5	Ved skytefeltgrense, mellom bebyggelse og Otra.
3	Liten, nesten gjengrodd bekk ved myrområde	Bane P, Y og Y2 og manøverplass, Pistol og AG-3 / HK 416	8	Ved skytefeltgrense, parallell med Otra, på oversiden av vei
4	Liten bekk	Bane V (kortholdsbane), Pistol og AG-3 / HK 416	11	Utenfor feltet nær Bjorvika, oversiden av vei
5/F2	Middels stor elv, Bjoråna	Hele feltet, Bjoråna på grensen av skytefeltet, Pistol og AG-3 / HK 416	730	Pkt F2 og 5 er slått sammen til ett pkt
6/NIVA2	Liten bekk som drenerer myr sydover	Feltskytebane, sprengningsgrop og bane Z og FKS, håndvåpen og PV (M- 72), RFK	15	Drenerer myr, sidebekk til Bjoråna
7Ref	Stor bekk, Tjombå	Oppstrøms feltet ved skytefeltgrense	500	Referanse
8Ref	Liten bekk, Steinsfjellet	Oppstrøms feltet ved skytefeltgrense, nær Steinsfjellet	24	Referanse i Skogsterreng med myr

2. Material og metode

Vannprøvetaking

Vannkvaliteten ved Evjemoen har blitt overvåket siden 1991 (Rognerud 2006). Fra 2006 ble det etablert flere prøvepunkt og det er i dag 17 punkter plassert i feltet, men ikke alle er i bruk (fig 1). Feltet overvåkes nå hvert år.

I 2013 har det blitt tatt vannprøver på de samme 8 stasjonene som i 2011 og 2012 (fig 1). Det er to referansepunkter (7Ref og 8Ref), et punkt (pkt 6) er plassert internt i feltet for å kunne måle avrenning fra feltskytebane, inkl. sprengningsgrop, bane Z og FKS (fig 1; tab 1), mens fem punkter (pkt 1-4 og 5/F2) er plassert for å kunne måle avrenning ut av feltet. Vannprøvetakingen ble utført av Forsvarsbyggs eget personell 13. juni og 17. oktober 2013.

Analyser

Det har blitt analysert for bly, kobber, sink og antimon i ufiltrerte prøver, samt for støtteparameterne naturlig organisk materiale (analysert som totalt organisk karbon, TOC), pH, ledningsevne, kalsium, jern og suspendert stoff (via turbiditet).

3. Resultater og diskusjon

Klima

Månedens før prøvetaking i juni var det tørt og fint, men litt regn siste dagene før prøvetakingsdagen. Ved prøvetaking var det grått, men opphold og det var normal vannføring ved alle prøvepunkt med unntak av pkt 1 hvor det var lav vannføring. Månedens før prøvetakingen i oktober hadde det vært noe nedbør, men lite nedbør siste uken. Ved prøvetaking var det grått, men opphold, og vannføringen var normal ved alle prøvepunkter med unntak for ved pkt 3 hvor den var lav.

Støtteparametere

Ledningsevnen var som tidligere relativt lav i feltet (1,8-3,2 mS/m). Konsentrasjonen av kalsium var også som før og lav (0,8-2,2 mg Ca/l). Konsentrasjonen av organisk materiale varierer som før noe mellom punktene, fra moderate til høye konsentrasjoner (7-22 mg TOC/l). pH blir med det lav ved enkelte punkter (4,5-4,7) der konsentrasjonen av TOC er meget høy (15-20 mg TOC/l, som for eksempel ved pkt 3 og 4), og pH er noe høyere (5-6) ved de fleste andre prøvepunktene. Her følger pH i større grad konsentrasjonen av kalsium(karbonat), trolig via grunnvannvariasjoner. (Konsentrasjonen av jern er som før relativt lav (0,7-2,9 mg Fe/l). Konsentrasjonen av suspendert stoff (målt som turbiditet) er lav (0,4-3,2 FNU) og på nivå med det som ble målt i 2012.

Sink og antimon

Ved pkt 1 var konsentrasjonen av sink i juni noe forhøyet ifht tidligere (44 µg Zn/l; tilstandsklasse III). Denne prøven ble tatt ut ved lav vannføring. Konsentrasjoner av sink var ellers som tidligere ved prøvepunktene og gjennomgående relativt lav (4-24 µg Zn/l; jf fig 4). Konsentrasjonen av antimon var som tidligere meget lav ved alle prøvepunkt (< 1,2 µg Sb/l), men ofte ned mot eller under deteksjonsgrensen for analysen (0,2 µg Sb/l; jf fig 5). Drikkevanforskriften har til sammenlikning et krav på 5 µg Sb/l, mens Verdens helseorganisasjon (WHO) har satt grensen til 20 µg Sb/l.

Kobber og bly

Referansepunkt

Referansepunktet 8Ref, plassert i bekken som renner inn i skytefeltet ved Steinsfjellet, har som tidligere noe kobber (1,2-2,2 µg Cu/l; tilstandsklasse II-III), og meget lave konsentrasjoner av bly (ned mot deteksjonsgrensen for analysen; 0,5 µg Pb/l). Konsentrasjonen av kobber varierer en del mellom sesonger med tendenser til høyere målte konsentrasjonene av kobber om sommeren (jf fig 2). Referansepunktet 7Ref, i bekk som renner inn i feltet og senere inn i Bjøråna, har som tidligere relativt lave konsentrasjoner av kobber (0,7-1,8 µg Cu/l; tilstandsklasse II), samt meget lave konsentrasjoner av bly (0,4-0,5 µg Pb/l; tilstandsklasse I; jf fig 2-3).

Prøvepunkt nær skytebaner i feltet

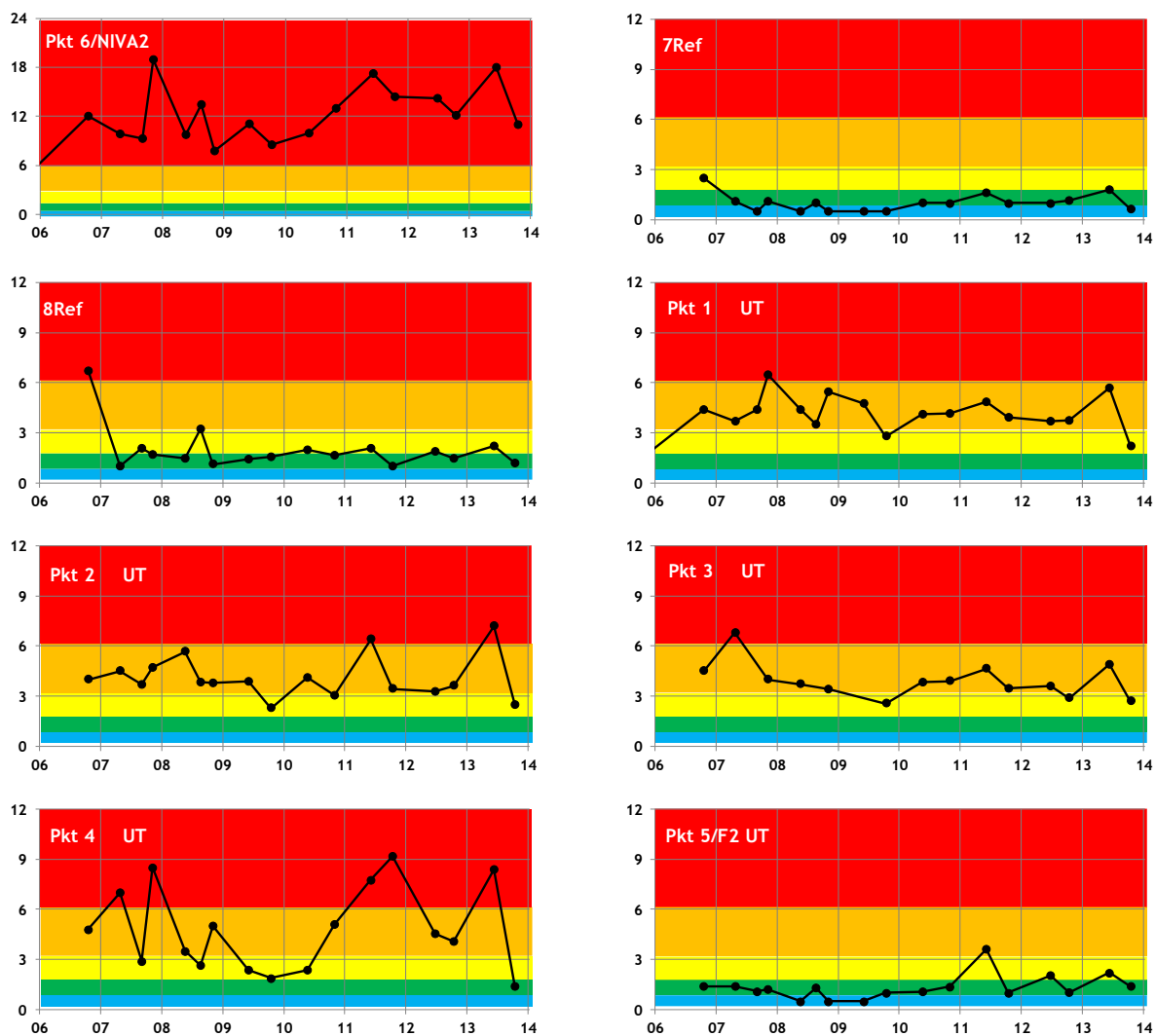
Vannkvaliteten for kobber og bly ved pkt 6/NIVA2 (plassert i en liten bekk med mid-delavrenning på 15 l/s), er på nivå med hva som har vært målt der de 2-3 siste årene. Det er derimot en tilsynelatende økende trend til utlekking av kobber og bly sett over perioden 2002-2013 (jf vedlegg). I 2013 er kobber i tilstandsklasse V (11-18 µg Cu/l og bly i tilstandsklasse IV-V (3,7-6,8 µg Pb/l). Det bemerkes at konsentrasjonen i avrenningen for både kobber og bly varierer tilsynelatende mye gjennom sesongen, og følger i stor grad variasjonene som vi finner for kobber ved 8Ref (men med betydelig større amplituder; jf fig2-3). Tidvise perioder med meget høy bruksfrekvens vil ikke påvirke konsentrasjoner av tungmetaller i avrenningen på denne måten ved 8Ref. Typiske klimavariabler som kan påvirke utlekking av metaller på Evjemoen vil være avrenningsforskjeller i kvantitet og kvalitet, pga naturlig variasjon i nedbørmengder og grunnvannsnivå. Løselighet av tungmetaller i feltet mht pH varierer en god del, men det er dårlige sammenhenger mellom pH og konsentrasjoner av kobber og bly (pH i feltet bestemmes som nevnt i stor grad både av organiske syrer (jf TOC-analyser) og kalsiumkarbonater). Det er per i dag ingen indikasjon på at suspendert stoff via erosjon i felt og bekkeløp (som kunne ha hatt en innvirkning på analyse-resultatene), har særlig betydning for konsentrasjonsnivået av kobber og bly i vann-

prøver. Til det er vannprøvene for lite turbide. Datamengden for turbiditet er derimot sparsom og strekker seg kun tilbake til 2012 (jf vedl). Vi trenger mer data opp mot klimavariabel for å forstå utlekkingsmønstrene bedre.

Prøvepunkt som drenerer ut av feltet

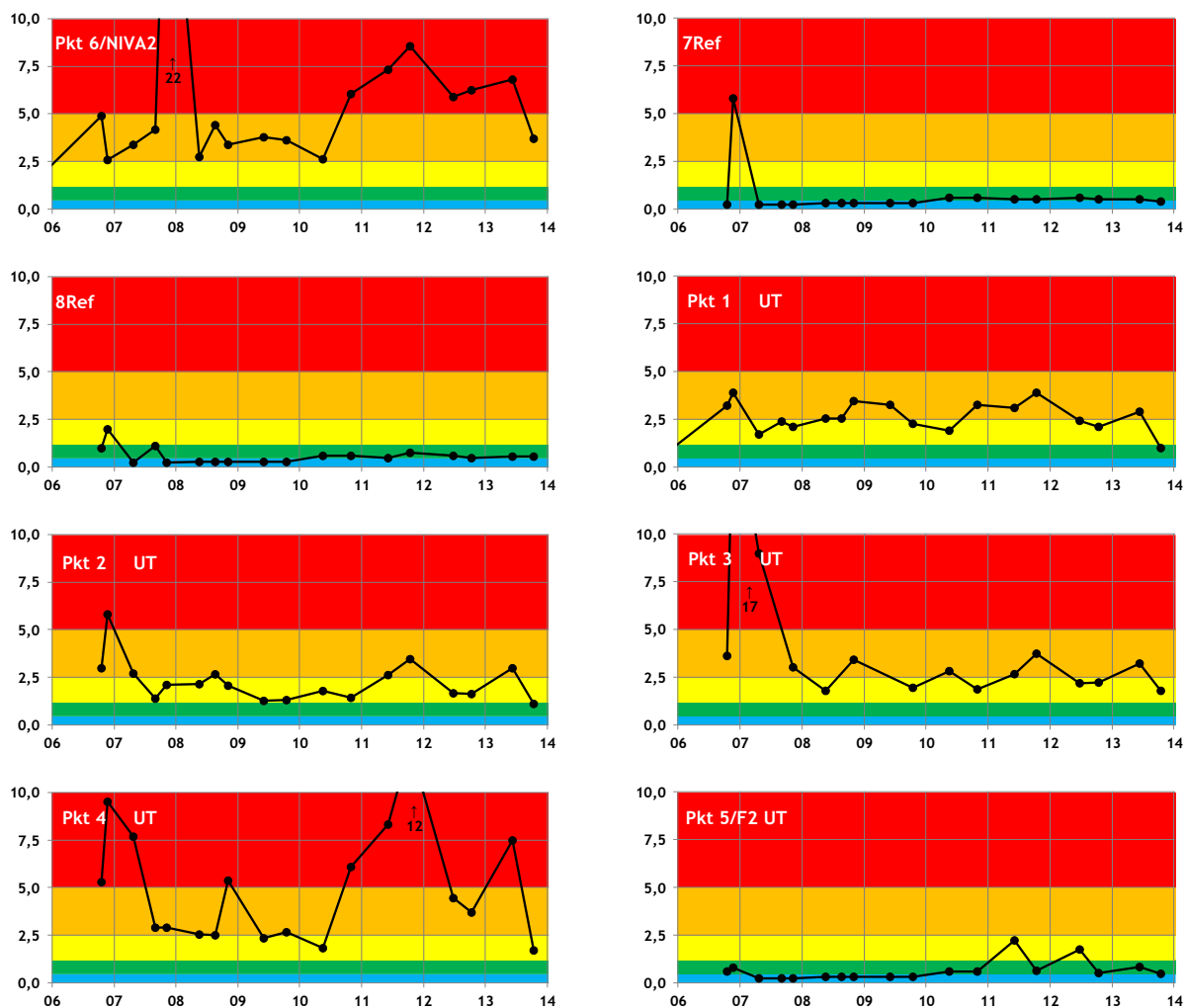
I prøvepunktene ut av feltet er nivået for konsentrasjonen av både kobber og bly om lag som for de siste årene (jf fig 2-3). Dette er tilsvarende som ved pkt 6/NIVA2 internt i feltet, og det måles også tilsvarende stor variasjon mht nivå for kobber og bly gjennom sesongen. Som et eksempel har den middels store bekken som drenerer ut via pkt 1 (middelvanntføring på 61 l/s), et spenn i kobberkonsentrasjon i 2013 fra opp mot nær tilstandsklasse V i juni, til ned mot nær tilstandsklasse II i oktober (jf fig 2). Vannprøven i juni ble tatt ut ved noe lavere vanntføring, noe som kan potensielt påvirke vannkvaliteten en del. Tilsvarende variasjon i både kobber og blykonsentrasjoner er imidlertid å finne ved de andre punktene som drenerer ut av feltet og som ble tatt ut ved normal vanntføring både i juni og i oktober (ved pkt 2 og 4). Det er også samme tendenser (om enn i vesentlig mindre grad) å spore i den mye større vannforekomsten Bjoråna ved pkt 5. Vannprøvene er ikke turbide og det trengs som nevnt mer data opp mot klimavariabel internt i feltet.

Kobber ($\mu\text{g Cu/l}$)



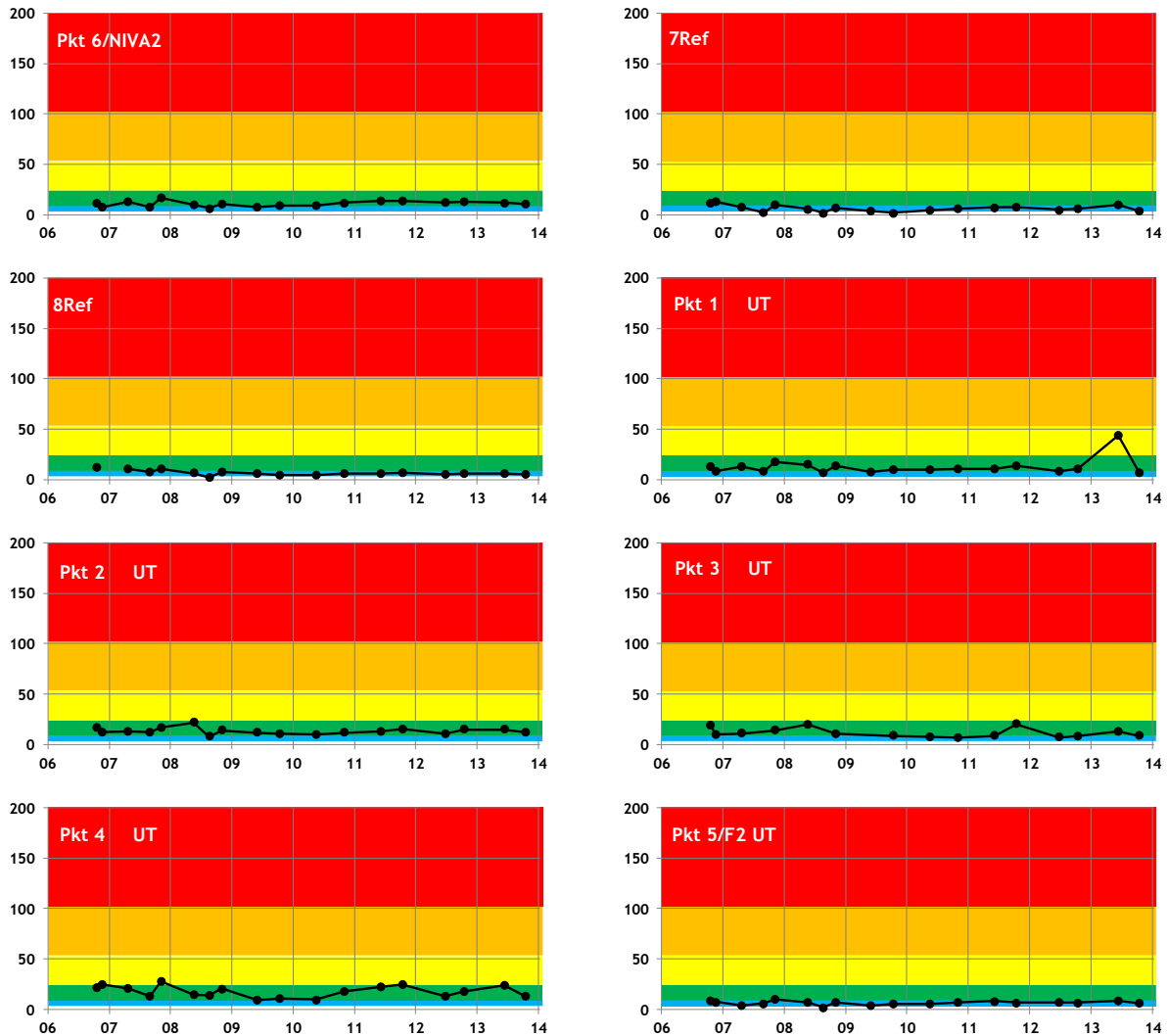
Figur 2. Analyseresultater for kobber i perioden 1995-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksene er ikke like. UT betyr at punktet representerer vannkvalitet som drenerer ut av feltet.

Bly ($\mu\text{g Pb/l}$)



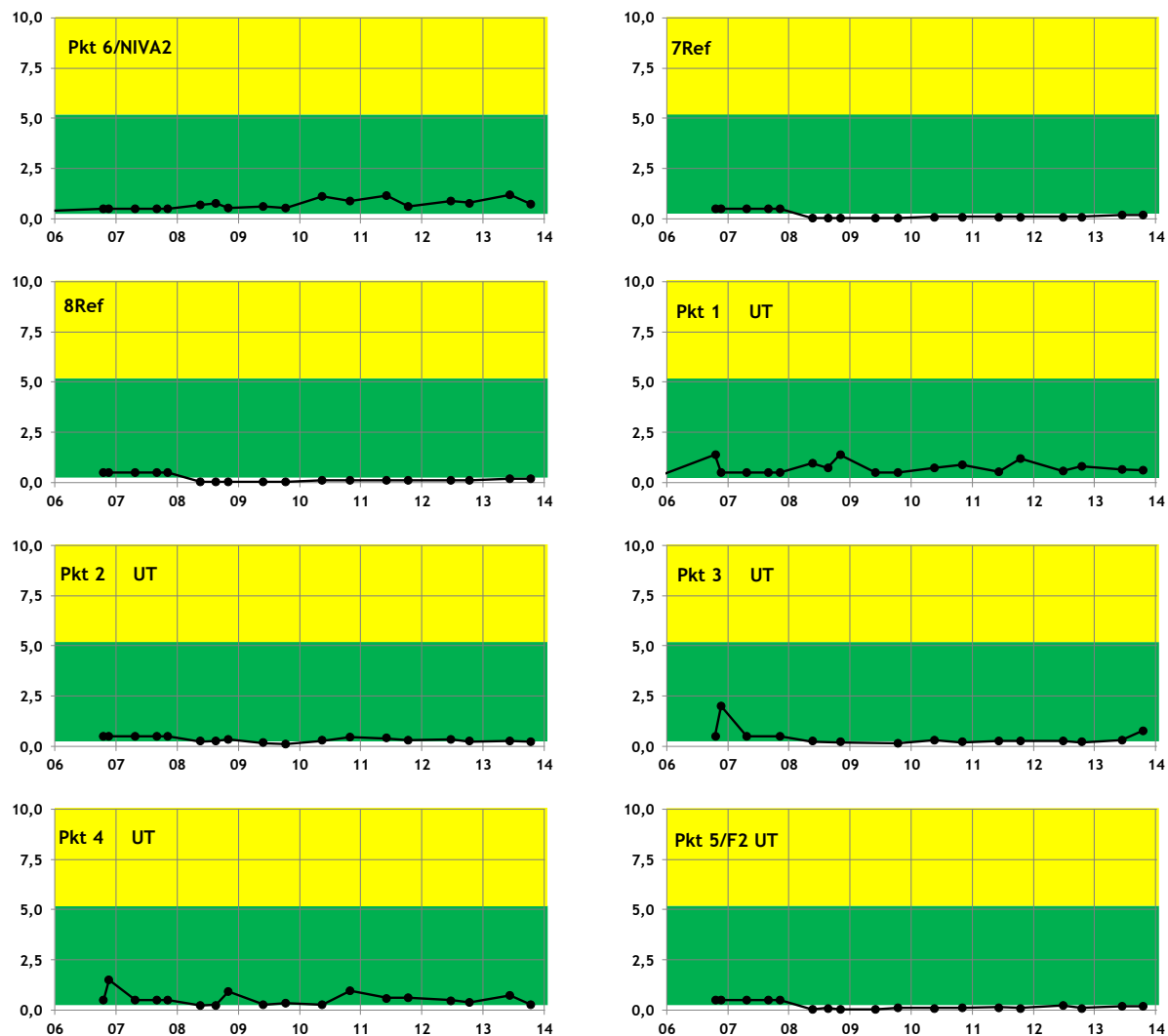
Figur 3. Analyseresultater for bly i perioden 1995-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjongrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. UT betyr at punktet representerer vannkvalitet som drenerer ut av feltet.

Sink ($\mu\text{g Zn/l}$)



Figur 4. Analyseresultater for sink i perioden 2006-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjongrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. UT betyr at punktet representerer vannkvalitet som drenerer ut av feltet.

Antimon ($\mu\text{g Sb/l}$)



Figur 5. Analyseresultater for antimon i perioden 1999-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. UT betyr at punktet representerer vannkvalitet som drenerer ut av feltet.

4. Konklusjon og anbefalinger

Det måles som tidligere store variasjoner i konsentrasjonen av kobber og bly, både internt i feltet ved pkt 6/NIVA2, samt ved prøvepunktene som drenerer ut av feltet. Tidligere tendensen fra 2012 med en bedring ved pkt 4 og internt ved pkt 6/NIVA2 sees retrospektivt på med mer varsomhet, nettopp pga de store sesongmessige variasjoner i feltet. Sett over et lengre tidsrom (2002-2013; jf vedlegg), har det tilsynelatende vært en økt utlekking av kobber og bly internt ved pkt 6/NIVA2 (sør i feltet), men en mer stabil utlekking ut av feltet via pkt 1 (nord i feltet). Nivået for kobber og bly målt ut av feltet via pkt 5 (den største bekken/elva som drenerer ut av feltet), viser derimot en tilsynelatende økende trend i perioden dersom vi ser 2011-2013 opp mot perioden 2008-2010.

Det anbefales å vurdere tiltak for å redusere utlekkingen av kobber og bly fra feltet. Forsvarsbygg har planer om å gjennomføre tiltak for å redusere denne utlekkingen. Måling av turbiditet har nå blitt tatt inn i analyseprogrammet for å vurdere om tiltak mot erosjon kan være aktuelle for å redusere utlekkingen av tungmetaller fra SØF. Det trengs mer data opp mot klimavariabeler internt i feltet for å forstå variasjonen i vannkvalitet bedre.

Referanser

Andersen, J. R., Bratli, J. L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B. O. & Aanes, K. J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veileder 97:04. TA-nr. 1468/1997. 31 s.

Breyholtz, B., Lambertsen, E., Størseth, L., Været, L., Mørch, T. & Pedersen, R. 2010. Forsvarets skyte- og øvingsfelt. Program Tungmetallovervåkning 1991-2009. Sweco/Forsvarsbygg-rapport. 93 s.

Gjemlestad, L. & Haaland, S. Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt. Program Tungmetallovervåkning 2011. Hovedrapport. Futura-rapport 338. ISBN 978-82-17-00952-8. 413 s.

Mørch, T., Pedersen, R., Sørli, S., Breyholtz, B., Lambertsen, E., Farestveit, T. & Været, L. 2009. Kartlegging av vannkvalitet ved Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt. Sluttrapport - program grunnforurensning 2006-2008. Sweco/forsvarsbygg-rapport 152030-4. 268 s.

Rognerud, S. 2006. Overvåking av metallforurensning fra militære skytefelt og demoleringsplasser - Resultater fra 15 års overvåking. NIVA-rapport LNR 5162-2006. 44 s.

Vatneleiren

1. Innledning	80
Områdebeskrivelse	80
Aktivitet i feltet	80
2. Material og metode	83
Vannprøvetaking	83
Analyser	83
3. Resultater og diskusjon	84
Klima	84
Støtteparametere	84
Sink og antimon	84
Kobber og bly	85
Referansepunkt	85
Prøvepunkt nær skytebaner i feltet	85
Prøvepunkt som drenerer ut av feltet	86
4. Konklusjon og anbefalinger	91
Referanser	92
Vedlegg	93

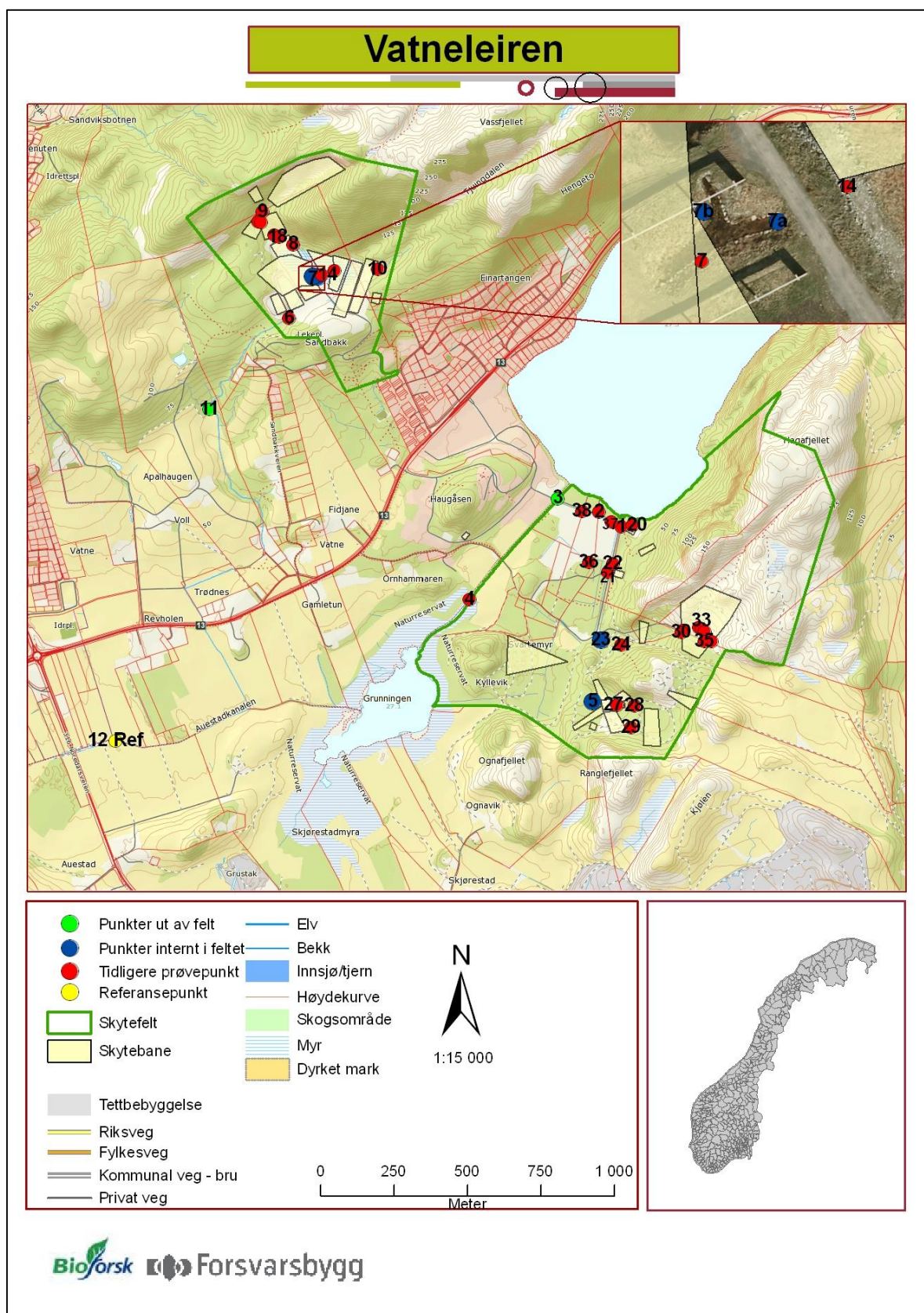
1. Innledning

Områdebeskrivelse

Vatneleiren ligger i Sandnes kommune i Rogaland fylke. Skyte- og øvingsfeltet består av et område med skytebaner på Vatnefjellet (nordvest for leiren) og et område med skytebaner på Svartemyra (sydøst for leiren; tab 1; fig 1). Totalt dekker skyte- og øvingsfeltet et areal på om lag 1 km² (0,85 km² på Svartemyr og 0,23 km² på Vatnefjellet). Berggrunnen består av granitt og granodioritt i Svartemyr og diorittisk til granittisk gneis og migmatitt i Vatnefjellet. Overdekningen er en dels av torv/myr og dels tykk morene, samt noe breelvavsetning i området langs Grunningen mot Dybingen. Mot høydedragene i østlig og vestlig side av skytefeltene er det bare tynt morenedekke og det er bart fjell på toppene. Mellom Vatnefjellet og Svartemyra ligger et mindre vann, Grunningen, som renner ut i et noe større vann Dybingen. Dybingen er mye brukt til sportsfiske av ørret. Fisken vandrer trolig mellom de to vannene via kanalen/elven som forbinder dem. Vatnefjellet drenerer inn i Grunningen og derfra til Dybingen, mens Svartemyra drenerer direkte til Dybingen. Forsvarsbygg har startet et prosjekt for å gjennomføre tiltak for å redusere utlekking av metaller fra Svartemyr og Vatnefjellet. Etter Breyholtz mfl 2010.

Aktivitet i feltet

Feltet har blitt brukt siden 2. verdenskrig. Det benyttes håndvåpen med 7,62 mm og 9 mm skarp ammunisjon, inkludert sporlys. 12,7 mm ammunisjon benyttes ikke i dag. Det brukes også løsammunisjon og knallskudd i Svartemyr. Det ble for flere år siden brukt M-72 rakettvåpen. Tidligere har det også vært brukt krumbanevåpen og pyrotekniske våpensystemer ved Svartemyr. Pistolbanen i Svartemyr brukes også av NOP. På Vatnefjellet har også Gann skytterlag sin bane C samt avtale om bruk av Forsvarets anlegg. Leietaker av Vatneleiren er HV-08 som også har en filmskytebane som brukes sporadisk inne i leiren. Leietaker av selve skytefeltet (Svartemyr og Vatnefjellet) er KNM HH, Heimevernet og rekruttskolen. KNM HH er hovedbrukere. Feltet brukes også av øvrige militære avdelinger i Rogaland. Av sivile aktører er foruten NOP og Gann skytterlag Politiet en stor bruker av både militære og den sivile banen. Landskytterstevnet har vært avholdt flere ganger, senest i 2004 og det forventes brukt også i 2014.



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Watneleiren (Svartemyr/Vatnefjell) i 2013.

Tabell 1. Oversikt over prøvepunkter ved Vatneleiren. Det meste av data fra Breyholtz mfl 2010.

Prøve punkt (id)	Beskrivelse	Dreneringsområde	Avrenning, årsmiddel (l/s)	Kommentar
3	Stor bekk	Alle baner fra Vatnefjellet, samt landbruksområde.	280	Ved utløp til Dybningen
5	Liten bekk (myr)	Felt A, sprengningsfelt, blindgjengerfelt, felt I (bevegelig PV bane) og felt E.	6	
7a	Liten bekk	Bane A, elgbane, nedlagt feltskytebane og kortholdsbane.	6,5	
7b	Liten bekk	Bane B, og tre nedlagte baner.	Noe mer enn ved 7a	
11	Liten bekk	Alle skytebaner på Vatnefjellet.	10	Ovenfor jordbruksareal
12Ref		Referansepunkt, sørvest for feltbanene.		
23	Liten bekk	Felt C og B.		

2. Material og metode

Vannprøvetaking

Vannkvaliteten ved Vatneleieren har blitt overvåket siden 2007 (Gjemlestad & Haaland 2012). I dag er det totalt 36 prøvepunkter plassert i feltet (fig 1), der flere er etablert ifm utarbeidelse av tiltaksplaner. I 2013 har det blitt tatt vannprøver, som i 2012, ved 7 punkter (fig 1; tab 1). Et referansepunkt (12Ref), og fem punkt plassert internt i feltet for å kunne måle avrenning nær feltskytebaner og i småbekker som drenerer disse (pkt 5, 7a, 7b, 23), samt to prøvepunkter (pkt 3 og 11) plassert for å kunne måle avrenning ut av feltet. Vannprøvetakingen ble utført av Forsvarsbyggs eget personell 12. juni og 30. oktober.

Analyser

Det har blitt analysert for bly, kobber, sink og antimon i ufiltrerte prøver, samt for støtteparameterne naturlig organisk materiale (analysert som totalt organisk karbon, TOC), pH, ledningsevne, kalsium, jern og suspendert stoff (via turbiditet).

3. Resultater og diskusjon

Klima

Værtypen i tiden før prøvetaking i juni var varierende, men opphold den siste uken. Ved prøvetaking var det fint vær, og vannføringen var lav ved alle prøvepunktene. Tiden før prøvetaking i oktober var værtypen varierende, siste uken med regn. Ved prøvetaking var det lettskyet/sol og vannføringen var høy ved alle prøvepunktene. Vannet ved prøvepunkt 12Ref var brunfarget og så ut til å inneholde suspenderte partikler.

Støtteparametere

Det er ofte vesentlige forskjeller i vannkvalitet mellom vår og høstprøvene mht støtteparametrene. Ledningsevnen varierer betydelig mellom og ved prøvepunktene 5-37 mS/m, høyest som tidligere ved pkt 12Ref og ut av feltet ved pkt 3 (som drenerer hele feltet, samt landbruksområder rundt). Konsentrasjonen av kalsium(karbonat) følger svingningen i ledningsevnen og måles fra 2-29 mg Ca/l. Feltet har god uorganisk bufferevne ved 12Ref og ut av feltet ved pkt 3. Deler av feltet er påvirket av avrenning fra skogsområder med tidvis høye konsentrasjoner av organisk materiale (særlig om høsten; 20 mg TOC/l ved 12Ref og 12 mg TOC/l ved pkt 3 ut av feltet). Ellers er konsentrasjonen av TOC moderat lav i feltet (3-8 mg TOC/l). pH lå som før relativt høyt og mellom 6,4-7,4. Konsentrasjonen av jern lå mellom 0,1-3,1 mg Fe/l. Det er generelt lite suspendert stoff i vannprøvene (0,5-3 FNU). Unntakene er igjen ved 12Ref og ved pkt 3, der vannprøvene som tidligere var relativt turbide (10-27 FNU).

Sink og antimon

Konsentrasjoner av sink var som tidligere moderat lave og i tilstandsklasse II-III (jf Andersen mfl 1997). Dette er på nivå med tidligere og på nivå med det som måles ved referansepunktet i feltet (12Ref); jf fig 4). Konsentrasjonen av antimon var som tidligere lave og høyest ved pkt 7b (3,7-8,6 µg Sb/l; drenerer bane B og tre andre

nedlagte baner). Ved referansepunktet 12Ref, samt ut av feltet ved pkt 3, er konsentrasjonen av antimon som før meget lave (0,2-0,6 µg Sb/l). Drikkevannforskriftens har til sammenlikning et krav på 5 µg Sb/l (Helse- og omsorgsdepartementet 2004).

Kobber og bly

Referansepunkt

Ved 12Ref ligger kobber som tidligere i tilstandsklasse III-IV (2,5-3,2 µg Cu/l). Dette tilsier en tidvis noe forhøyet bakgrunnskonsentrasjon av både kobber og bly i feltet. Det ligger næringsområder oppstrøms som kanskje kan påvirke noe (inkl lager for e-verket). Konsentrasjonen av bly er som tidligere meget lav (<1,0 µg Pb/l; tilstandsklasse I-II).

Prøvepunkt nær skytebaner i feltet

I 2013 har de fleste prøvepunktene internt i skytefeltet som tidligere hatt høye konsentrasjonene av kobber og bly (tilstandsklasse V).

Sør i Svartemyr

I området sør i Svartemyr ligger det flere felt som har avrenning til en bekk som prøvetas ved pkt 5, og her har konsentrasjonen av kobber og bly vært høye i flere år og på nivå med tidligere og i tilstandsklasse V, samt med store svingninger for konsentrasjonen av kobber og i enda større grad for bly (fig 2-3). Svingningen finnes til dels også igjen ved 12Ref, men med vesentlig mindre amplituder. Tilsvarende måles ved pkt 23 (mottar avrenning fra de nedlagte felt C og B), lokalisert litt nord for pkt 5 (jf fig 1). Dette er som ved tidligere målinger og det er ingen tendenser til endring i nivået.

Vatnefjellet

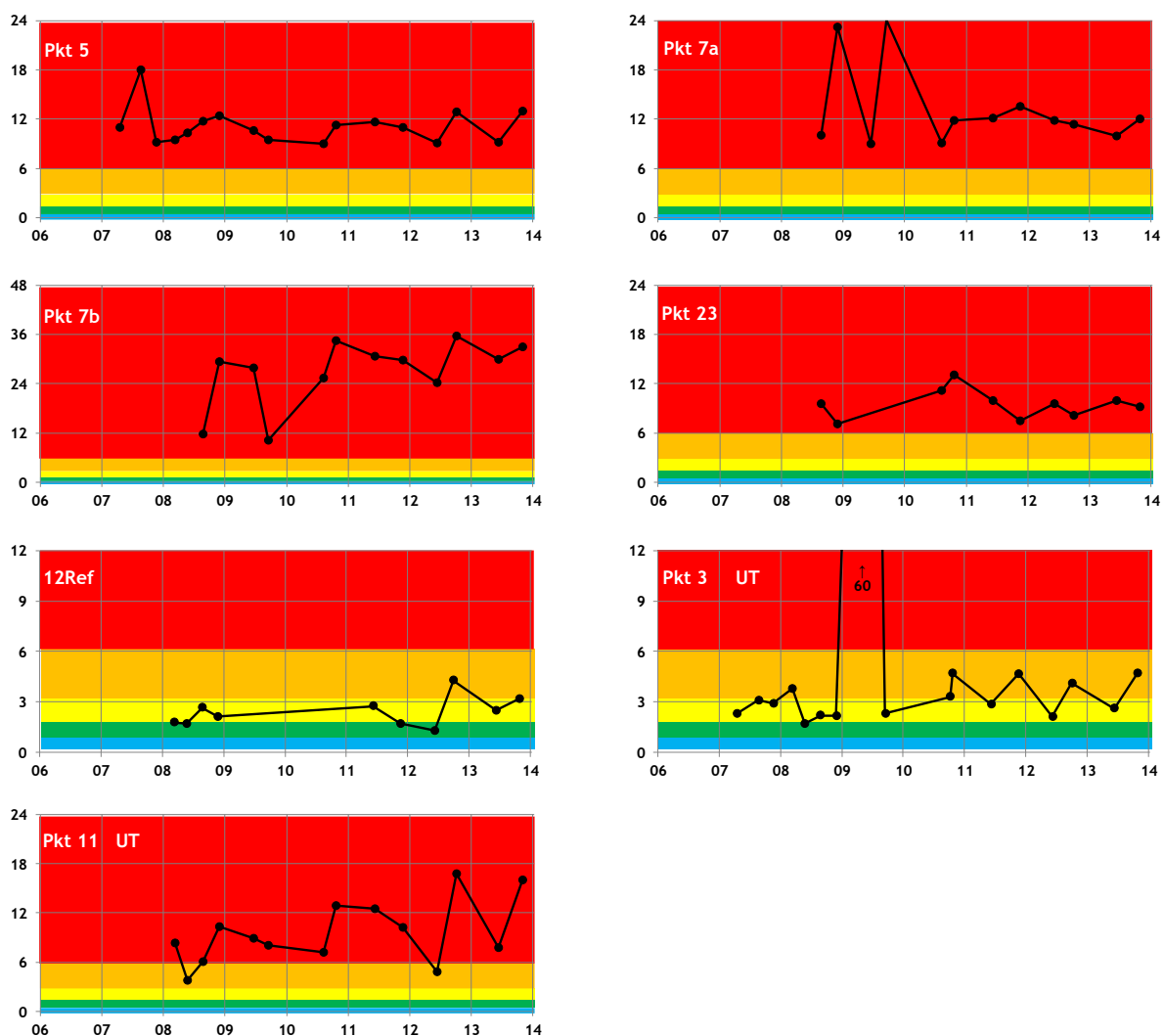
På Vatnefjellet mottar en bekk (7b) avrenning fra de nordligste banene, som inkluderer større områder hvor det tidligere ble skutt direkte på fjell. Avrenningen er betydelig og konsentrasjonen er høye (tilstandsklasse V) og har som for sør i Svartemyr store variasjoner selv innenfor samme år, spesielt for bly. I 2013 varierte konsentrasjonen mellom 46-81 µg Pb/l. Konsentrasjonene av kobber er også betydelig med konsentrasjoner mellom 30-33 µg Cu/l. Dette er på nivå med fjorårets målinger. Det er videre en tilsynelatende økt utlekking av kobber fra feltet ifht tidligere år (jf fig 2).

Bekken som mottar avrenning fra banene i øst (7a) har noe lavere konsentrasjoner av metaller enn ved 7b (om lag det halve for både kobber og bly), men nivået er allikevel høyt og som tidligere i tilstandsklasse V. Konsentrasjonen av bly varierte i 2013 mellom 12-31 µg Pb/l. Konsentrasjonen av kobber lå tilsvarende mellom 9-13 µg Cu/l. Utlekking av kobber og bly var på nivå med tidligere målinger. Da vannføringen ved 7b er noe høyere enn ved 7a, er utlekkingen av kobber og bly som tidligere en god del høyere fra banene nord i feltet enn fra de i øst (fig 1).

Prøvepunkt som drenerer ut av feltet

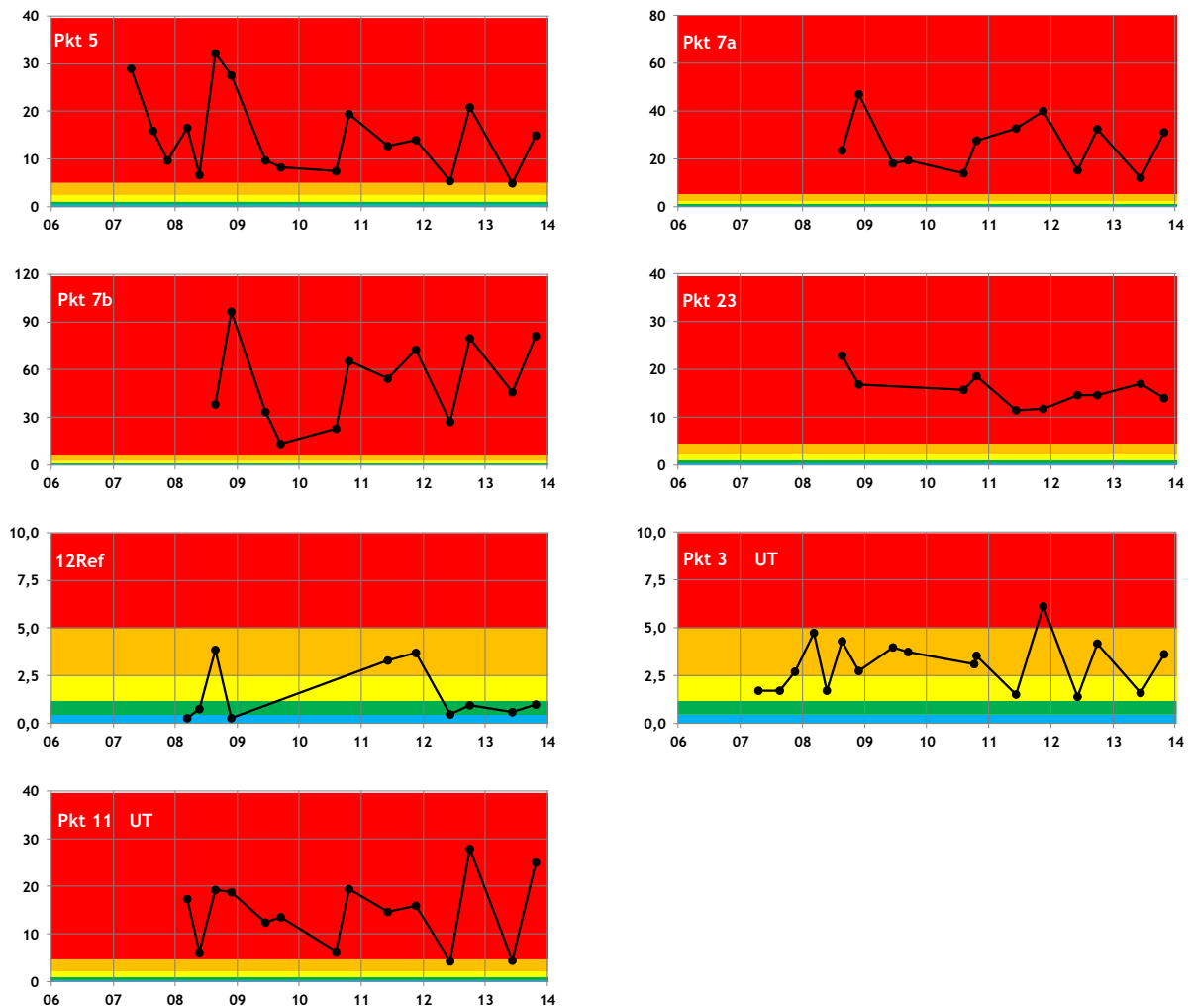
Ut av feltet ved pkt 11, nedstrøms Vatnefjellet, ble det som tidligere målt høye konsentrasjoner av både kobber (8-16 µg Cu/l; tilstandsklasse V) og bly (4,5-25 µg Pb/l; tilstandsklasse IV-V). Som for ved pkt 7a og 7b, samt flere av punktene sør i Svartemyr, samt ved pkt 3, måltes vesentlig høyere konsentrasjoner om høsten. Vannprøvene var ikke turbide. Ut av feltet ved pkt 3 var vannkvaliteten i 2013 i for både kobber (2,6-4,7 µg Cu/l; tilstandsklasse III-IV) og bly (1,6-3,6 µg Pb/l; tilstandsklasse III-IV). Her er vannprøvene som tidligere turbide, og de høyeste konsentrasjonene av kobber og bly måles i de mest turbide vannprøvene, men det suspenderte stoffet i vannprøvene kommer trolig for det meste fra områder utenfor de militære feltene (jf 12Ref), og følger trolig naturlige erosjonsprosesser i feltet via naturlige variasjoner i avrenningsmønsteret. Konsentrasjonen av kobber og bly ved pkt 3 har stort sett ligget på samme nivå siden overvåkingen startet opp i 2007 (fig 2-3).

Kobber ($\mu\text{g Cu/l}$)



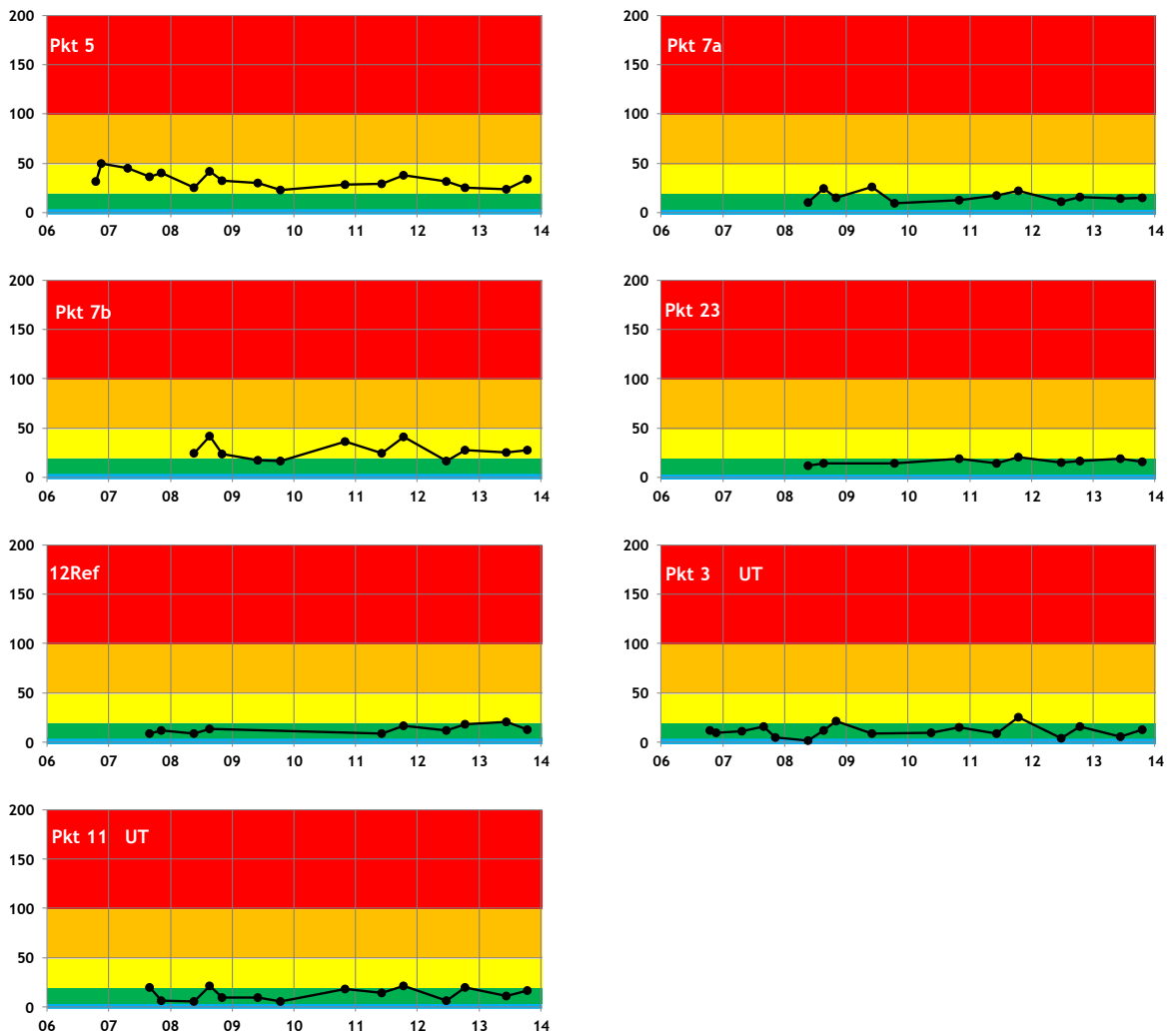
Figur 2. Analyseresultater for kobber i perioden 2007-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksene er ikke like. UT betyr at punktet representerer vannkvalitet som drenerer ut av feltet.

Bly ($\mu\text{g Pb/l}$)



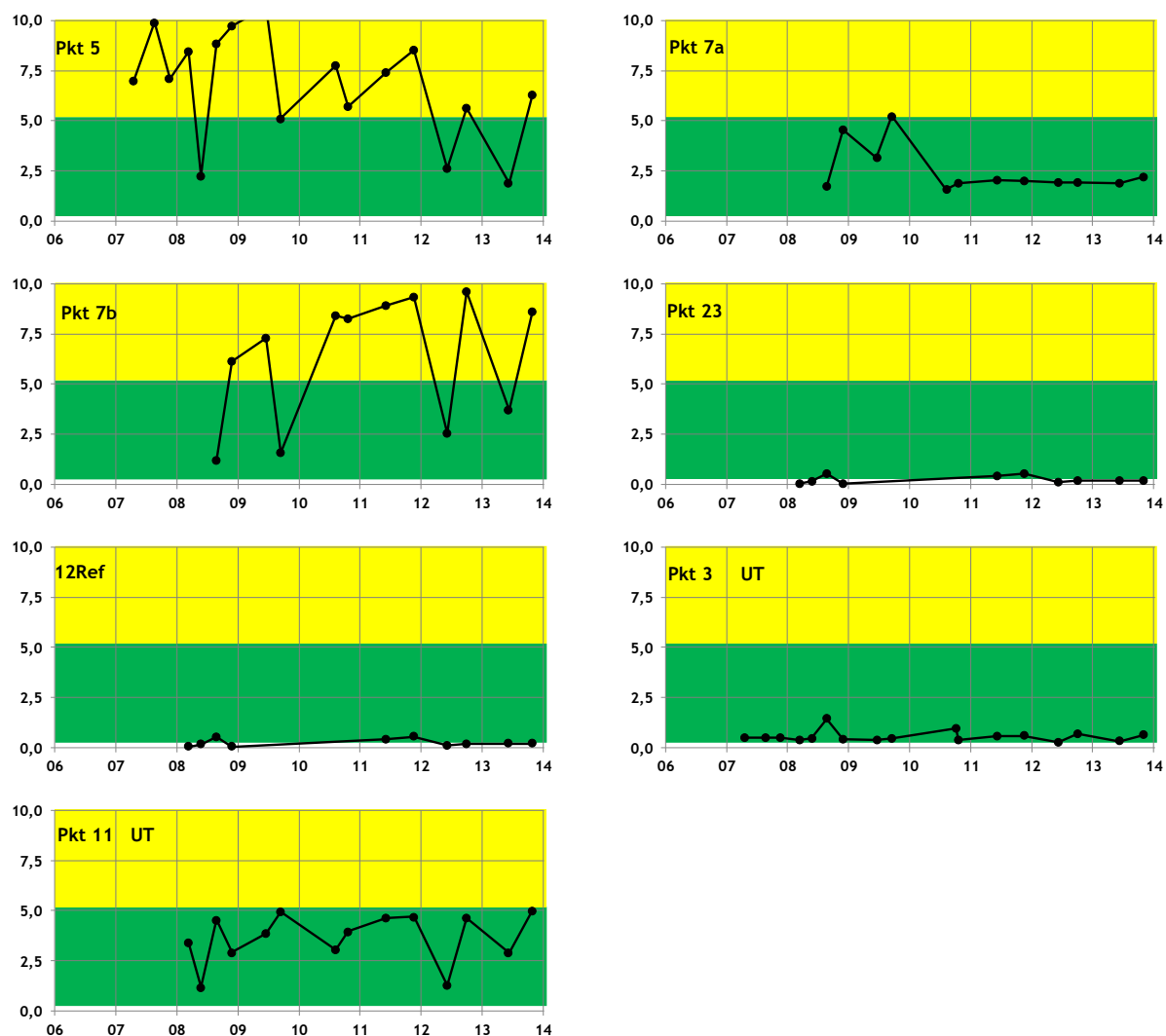
Figur 3. Analyseresultater for bly i perioden 2007-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjongrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksene er ikke like. UT betyr at punktet representerer vannkvalitet som drenerer ut av feltet.

Sink ($\mu\text{g Zn/l}$)



Figur 4. Analyseresultater for sink i perioden 2007-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjongrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. UT betyr at punktet representerer vannkvalitet som drenerer ut av feltet.

Antimon ($\mu\text{g Sb/l}$)



Figur 5. Analyseresultater for antimon i perioden 2007-2013. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. UT betyr at punktet representerer vannkvalitet som drenerer ut av feltet.

4. Konklusjon og anbefalinger

Det lekker en del kobber, bly og sink ut fra interne felter, både sør i Svartemyr (pkt 5 og 23) og fra Vatnefjellet (pkt 7a og 7b). Det er tendenser til økt utlekking av kobber, bly og antimon ved pkt 7b. Utlekkingen er størst ved høy vannføring i feltet. pH er høy og vannprøvene er ikke turbide.

Ut av feltet ved pkt 3 og ved pkt 11 ligger kobber og bly som tidligere i tilstandsklasse III-IV. Nivået er uendret i forhold til tidligere år. Ved pkt 3 er vannprøvene som tidligere turbide, hvorav de suspenderte partiklene i vannprøvene for det meste trolig kommer fra områder utenfor det militære området, og følger naturlige erosjonsprosesser i fra de ikke-militære områdene av nedbørfeltet (tilsvarende ved 12Ref).

Vi anbefaler at det vurderes tiltak for å redusere utlekkingen av kobber og bly fra feltet. Forsvarsbygg har planer om å gjennomføre tiltak for å redusere denne utlekkingen, og det er utarbeidet tiltaksplaner for flere av banene. Det trengs trolig mer data opp mot klimavariabeler internt i feltet for å forstå variasjonen i vannkvalitet mht utlekkingen av tungmetaller bedre.

Referanser

Andersen, J. R., Bratli, J. L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B. O. & Aanes, K. J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veileder 97:04. TA-nr. 1468/1997. 31 s.

Breyholtz, B., Lambertsen, E., Størseth, L., Været, L., Mørch, T. & Pedersen, R. 2010. Forsvarets skyte- og øvingsfelt. Program Tungmetallovervåkning 1991-2009. Sweco/Forsvarsbygg-rapport. 93 s.

Gjemlestad, L. & Haaland, S. Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt. Program Tungmetallovervåkning 2011. Hovedrapport. Futura-rapport 338. ISBN 978-82-17-00952-8. 413 s.

Helse- og omsorgsdepartementet 2004. Forskrift om vannforsyning og drikkevann. FOR 2001-12-04 nr. 1357 (Drikkevannsforskriften).

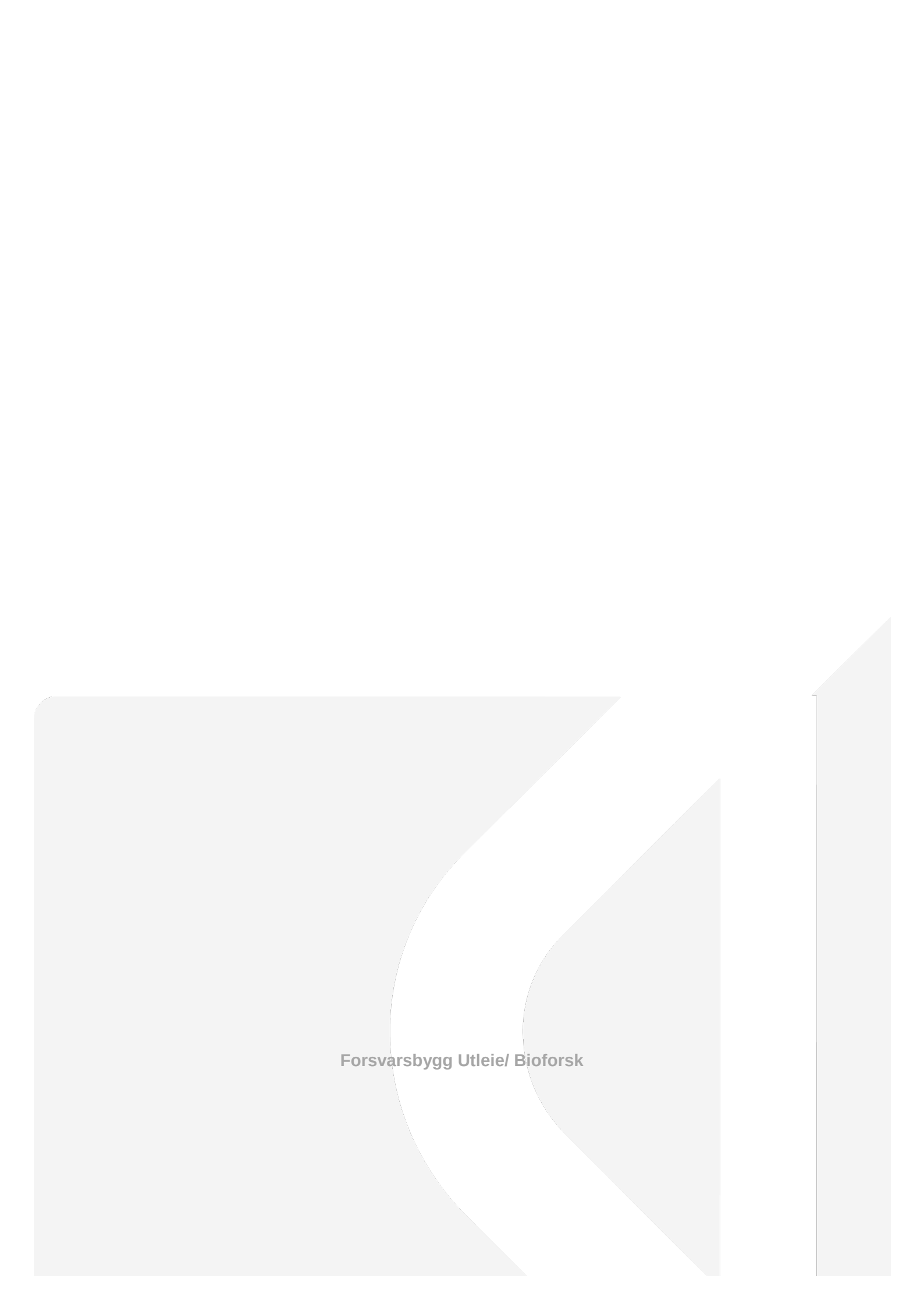
Mørch, T., Pedersen, R., Sørli, S., Breyholtz, B., Lambertsen, E., Farestveit, T. & Været, L. 2009. Kartlegging av vannkvalitet ved Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt. Sluttrapport - program grunnforurensning 2006-2008. Sweco/forsvarsbygg-rapport 152030-4. 268 s.

Vedlegg

Felt	Prøvepunkt	Prøvedato	Kalsium	Kobber	Jern	Ledn.	Bly	pH	Antimon	TOC	Turb.	Sink
			Ca mg/l	Cu µg/l	Fe mg/l	mS/m	Pb µg/l		Sb µg/l	mg/l	fnu	Zn µg/l
Mjølfjell	12	05.09.2012	0.83	1.63	<0.01	1.02	<0.5	6.6	0.20	1.1	0.35	<4
Mjølfjell	12	25.06.2013	1.30	2.10	0.03	1.22	0.22	6.5	0.65	1.4	0.13	10
Mjølfjell	12	15.10.2013	1.10	1.50	<0.02	1.18	0.27	6.6	0.74	1.4	0.11	6.20
Brandset	14	14.11.2012	0.57	<1	<0.01	0.69	<0.5	6.5	<0.1	<0.50	0.59	<4
Brandset	14	07.07.2013	0.47	<0.5	<0.02	<1	<0.2	6.3	<0.2	1.6	<0.1	<3
Brandset	14	15.10.2013	0.71	<0.5	<0.02	<1	<0.2	6.5	<0.2	1	<0.1	<3
Brandset	7B	14.11.2012	0.61	<1	<0.01	0.72	<0.5	6.6	<0.1	<0.50	0.42	<4
Brandset	7B	07.07.2013	0.66	<0.5	<0.02	<1	<0.2	6.3	<0.2	<1	<0.1	4.40
Brandset	7B	15.10.2013	0.79	<0.5	<0.02	<1	<0.2	6.6	<0.2	<1	<0.1	<3
Remmedalen	1	27.07.2011	0.40	<1	0.04	1.34	<0.5	6.7	<0.1	1.9		<4
Remmedalen	1	27.06.2013	0.31	<0.5	0.05	1.64	<0.2	6.4	<0.2	2.4	0.21	4
Remmedalen	1	17.10.2013	0.74	<0.5	0.03	1.93	<0.2	6.7	<0.2	1	<0.1	<3
Remmedalen	2 Ref	27.07.2011	<0.2	<1	0.04	0.77	<0.5	6.4	<0.1	2.2		<4
Remmedalen	2 Ref	27.06.2013	0.25	<0.5	0.07	1.22	<0.2	6.1	<0.2	2.7	0.21	<3
Remmedalen	2 Ref	17.10.2013	0.34	<0.5	0.06	1.40	<0.2	6.6	<0.2	1.9	0.12	<3
Remmedalen	3	27.07.2011	0.80	1.01	0.36	1.82	<0.5	6.8	<0.1	4.4		<4
Remmedalen	3	27.06.2013	0.95	0.55	0.89	2.42	0.26	6.7	<0.2	8.4	1.50	<3
Remmedalen	3	17.10.2013	0.96	<0.5	0.40	2.14	<0.2	6.7	<0.2	4.1	0.46	<3
Remmedalen	4b	27.06.2013	0.54	6.50	0.22	2.00	<0.2	6.3	<0.2	4.8	0.29	<3
Remmedalen	4b	17.10.2013	0.58	<0.5	0.21	1.80	<0.2	6.4	<0.2	2.2	0.20	<3
Remmedalen	5	27.07.2011	0.48	<1	0.08	1.43	<0.5	6.6	<0.1	2.6		<4
Remmedalen	5	27.06.2013	0.51	<0.5	0.15	1.84	<0.2	6.4	<0.2	3.5	0.31	28
Remmedalen	5	17.10.2013	0.65	<0.5	0.07	1.94	<0.2	6.7	<0.2	2.5	0.16	<3
Korsnes fort	2	30.06.2011	1.59	23.80	0.30	5.38	13.70	5.4	1.40	14.7		26.50
Korsnes fort	2	28.11.2011	2.47	10.10	0.20	8.96	6.25	5.3	0.76	6.4		35.70
Korsnes fort	2	07.08.2012	1.96	19.90	0.39	8.16	6.50	6.8	0.31	14.7	0.49	21.50
Korsnes fort	2	29.10.2012	1.46	12.70	0.32	7.96	8.83	6.4	0.83	10	0.74	20.70
Korsnes fort	2	16.07.2013	2.50	120.00	0.37	6.66	10.00	5.9	1	15	0.76	28
Korsnes fort	2	18.10.2013	2.10	17.00	0.31	6.01	7.20	6.3	0.73	12	0.22	19
Korsnes fort	9	30.06.2011	3.18	6.57	0.60	5.90	2.65	6.6	0.27	19		19.20
Korsnes fort	9	28.11.2011	4.68	2.47	0.37	10.80	1.21	5.7	0.11	7.5		20.30
Korsnes fort	9	07.08.2012	5.36	9.56	1.02	16.50	1.93	7.7	<0.1	19.2	2.23	14.20
Korsnes fort	9	29.10.2012	3.26	4.24	0.56	6.67	1.66	6.7	0.17	14.6	1.26	13
Korsnes fort	9	16.07.2013	3.60	3.40	0.66	6.55	1.50	6.3	<0.2	22	1.20	17
Korsnes fort	9	18.10.2013	4.30	3.00	0.47	7.42	0.78	6.8	<0.2	13	0.50	11
Korsnes fort	14	16.07.2013	3.20	10.00	0.70	6.07	4.70	6.4	2.60	23	1.90	55
Korsnes fort	14	18.10.2013	3.20	3.20	3.10	6.28	1.90	6.2	<0.2	16	5.10	11
Ulven	3	04.06.2007		21.00	0.36		38.00		15	2.1		16
Ulven	3	19.07.2011	11.50	13.70	0.35	11.40	14.10	6.9	7.70	2.1		10.20
Ulven	3	09.11.2011	9.37	9.24	0.23	9.80	12.60	7.2	7.29	3.0		7.20
Ulven	3	30.07.2012	10.70	8.97	0.23	11.20	9.20	7.1	9.30	2.5	0.75	5.87
Ulven	3	16.07.2013	6.60	9.60	0.42	7.31	26.00	6.8	29	6.7	1.40	7.70
Ulven	3	18.10.2013	11.00	11.00	0.29	10.70	9.30	6.8	5.40	2.3	0.57	8.20
Ulven	5	19.07.2011	10.90	2.89	0.13	18.80	1.70	7.1	0.68	1.4		15.10
Ulven	5	09.11.2011	7.72	4.65	0.20	12.80	5.26	7.3	2.14	2.9		19.30
Ulven	5	30.07.2012	8.73	4.31	0.15	14.20	3.90	7.2	1.80	2.1	1.15	14.70
Ulven	5	16.07.2013	3.30	10.00	0.29	5.74	34.00	6.6	2.50	7.7	1.40	10
Ulven	5	18.10.2013	11.00	2.70	0.25	18.30	1.80	7.1	0.80	2.2	1	14
Ulven	14	27.04.2010	10.30	20.80	0.33	10.5	3.24	8.0	0.55	5.1		28.80
Ulven	14	04.11.2010	93.40	1850	141	10.0	6170	7.5	379	11		8120
Ulven	14	16.07.2013	7.50	6.10	0.24	7.91	7.70	6.9	1.70	7.3	1.40	7.20
Ulven	14	06.09.2013	10.00	5.20	0.20	9.04	5.20	7.0	1.90	5.6	0.66	13.00
Haakonssvern	1	19.04.2007	0.50	0.50	2.60		0.96	5.3	0.50	7.5		9.30
Haakonssvern	1	23.08.2007	1.40	2.10	3.10	5.50	1.60	6.2	0.50	14		11
Haakonssvern	1	21.11.2007	1.20	0.50	0.26	5.64	0.25	5.9	0.50	2		7.80
Haakonssvern	1	16.06.2008	4.11	10.90	1.18	7.80	15.40	7.0	4.75	4.3		52.50
Haakonssvern	1	19.09.2008	5.13	4.45	0.31	9.70	3.14	7.0	6.30	2.7		37.60
Haakonssvern	1	10.10.2008	4.90	6.15	0.16	9.40	5.54	6.8	12.30	6.1		35.40
Haakonssvern	1	17.11.2008	5.83	5.61	0.18	10.80	4.49	6.8	13.90	5.3		50.50
Haakonssvern	1	30.06.2011	6.01	5.67	0.14	9.28	3.66	7.1	28.40	4.8		36.60
Haakonssvern	1	09.11.2011	5.92	5.74	0.13	9.46	3.54	7.1	24.50	4.6		41
Haakonssvern	1	18.10.2013	6.00	5.60	0.35	8.25	1.90	7.1	20	5.2	0.80	29

Felt	Prøvepunkt	Prøvedato	Kalsium	Kobber	Jern	Ledn.	Bly	pH	Antimon	TOC	Turb.	Sink
			Ca mg/l	Cu µg/l	Fe mg/l	mS/m	Pb µg/l	pH	Sb µg/l	mg/l	fnu	Zn µg/l
Evjemoen	1 / NIVA1	08.06.2011	1.09	4.87	1.08	2.9	3.11	5.1	0.55	13.7		10.80
Evjemoen	1 / NIVA1	16.10.2011	1.89	3.93	2.70	3.3	3.89	5.7	1.20	14		14.10
Evjemoen	1 / NIVA1	26.06.2012	1.24	3.72	1.53	3.0	2.41	5.4	0.59	12.8	1.02	8.57
Evjemoen	1 / NIVA1	15.10.2012	1.63	3.76	1.81	3.1	2.12	6.2	0.79	10.6	1.69	10.50
Evjemoen	1 / NIVA1	13.06.2013	1.70	5.70	2.30	2.5	2.90	5.6	0.66	14	1.50	44
Evjemoen	1 / NIVA1	17.10.2013	2.20	2.20	2.30	3.0	0.98	6	0.61	9	3.20	7
Evjemoen	2	08.06.2011	1.35	6.41	1.14	2.5	2.65	5.0	0.39	13.6		12.80
Evjemoen	2	16.10.2011	1.40	3.44	2.51	2.7	3.47	5	0.31	15.6		15.10
Evjemoen	2	26.06.2012	1.47	3.27	1.54	2.3	1.69	5.4	0.33	10.1	1.64	10.50
Evjemoen	2	15.10.2012	1.35	3.62	1.39	2.5	1.65	5.4	0.24	11.7	1.36	14.80
Evjemoen	2	13.06.2013	1.60	7.20	2.90	2.6	3	5	0.26	21	2	15
Evjemoen	2	17.10.2013	1.80	2.50	1.50	2.2	1.10	5.6	0.22	9.8	0.92	12
Evjemoen	3	08.06.2011	0.67	4.64	0.85	3.3	2.66	4.3	0.25	17.9		8.73
Evjemoen	3	16.10.2011	0.96	3.47	2.54	3.5	3.75	4.4	0.25	20.3		20.20
Evjemoen	3	26.06.2012	0.71	3.59	0.89	3.7	2.20	4.4	0.25	16.3	0.97	7.29
Evjemoen	3	15.10.2012	0.88	2.89	1.39	2.3	2.22	4.5	0.20	18.8	1.52	8.48
Evjemoen	3	13.06.2013	0.82	4.90	1.60	2.7	3.20	4.6	0.30	22	0.88	13
Evjemoen	3	17.10.2013	1	2.70	1.30	3.2	1.80	4.5	0.77	16	0.42	8.60
Evjemoen	4	08.06.2011	0.62	7.77	0.83	2.9	8.30	4.3	0.61	19.7		22.50
Evjemoen	4	16.10.2011	0.89	9.17	1.48	3.0	12.40	4.6	0.63	19.5		24.60
Evjemoen	4	26.06.2012	0.58	4.54	0.77	3.3	4.45	4.5	0.49	16.4	1.01	13.30
Evjemoen	4	15.10.2012	0.86	4.08	1.07	2.9	3.72	4.5	0.38	19	1.74	18
Evjemoen	4	13.06.2013	0.96	8.40	1.30	2.6	7.50	4.7	0.74	22	1	24
Evjemoen	4	17.10.2013	1	1.40	1.10	2.6	1.70	4.7	0.27	16	0.50	13
Evjemoen	5 / F2	08.06.2011	1.11	3.61	0.56	2.2	2.24	5.2	0.14	9.4		8.24
Evjemoen	5 / F2	16.10.2011	1.51 <1		0.87	2.5	0.62	5.9 <0.1		9.3		6.77
Evjemoen	5 / F2	26.06.2012	1.15	2.03	0.47	2.4	1.73	5.7	0.25	7.6	0.99	7.29
Evjemoen	5 / F2	15.10.2012	1.33	1.02	0.64	2.6 <0.5		6.0 <0.1		7.6	1.20	6.71
Evjemoen	5 / F2	13.06.2013	1.30	2.20	1.10	2.4	0.84	5.7 <0.2		8.8	1.80	8.70
Evjemoen	5 / F2	17.10.2013	1.80	1.40	0.69	2.5	0.46	6.3 <0.2		6.4	0.78	6.30
Evjemoen	6 / NIVA2	08.06.2011	1.16	17.30	0.51	2.2	7.31	5.7	1.16	8.5		14.10
Evjemoen	6 / NIVA2	16.10.2011	1.56	14.40	1.44	2.4	8.54	6.0	0.62	8.0		14.10
Evjemoen	6 / NIVA2	26.06.2012	1.18	14.20	0.52	2.2	5.91	6.0	0.87	8.1	0.40	12.50
Evjemoen	6 / NIVA2	15.10.2012	1.26	12.10	0.80	2.3	6.24	5.9	0.79	8.1	1.10	13.20
Evjemoen	6 / NIVA2	13.06.2013	1.20	18	0.79	1.8	6.80	5.9	1.20	9.3	0.38	12
Evjemoen	6 / NIVA2	17.10.2013	1.60	11	1.30	2.2	3.70	6.1	0.73	7.2	1.50	11
Evjemoen	7 Ref	08.06.2011	1.20	1.64	0.47	2.3 <0.5		6.0 <0.1		7.2		7.42
Evjemoen	7 Ref	16.10.2011	1.62 <1		1.02	2.5 <0.5		6.1 <0.1		8.4		7.54
Evjemoen	7 Ref	26.06.2012	1.23 <1		0.48	2.4	0.58	6.0 <0.1		6.7	1.04	5
Evjemoen	7 Ref	15.10.2012	1.59	1.15	1.08	3 <0.5		6.4 <0.1		7.8	2.93	6.11
Evjemoen	7 Ref	13.06.2013	1.20	1.80	0.94	2.2	0.50	5.9	0.21	10	2	10
Evjemoen	7 Ref	17.10.2013	2	0.66	0.56	2.5	0.40	6.5 <0.2		7.1	1.40	4.20
Evjemoen	8 Ref	08.06.2011	0.76	2.10	0.56	3 <0.5		5.1 <0.1		10.7		6.06
Evjemoen	8 Ref	16.10.2011	0.98 <1		2.06	3.1	0.77	5.3 <0.1		15.2		6.82
Evjemoen	8 Ref	26.06.2012	0.78	1.91	0.82	3.1	0.59	5.2 <0.1		10.2	0.66	5.09
Evjemoen	8 Ref	15.10.2012	0.92	1.47	1.11	3.1 <0.5		5.7 <0.1		10.3	1.51	6.01
Evjemoen	8 Ref	13.06.2013	0.85	2.20	1.20	2.8	0.58	5.2 <0.2		12	0.71	6
Evjemoen	8 Ref	17.10.2013	1	1.20	1.10	2.7	0.56	5.5 <0.2		9.1	0.43	5.20

Felt	Prøvepunkt	Prøvedato	Kalsium	Kobber	Jern	Ledn.	Bly	pH	Antimon	TOC	Turb.	Sink
			Ca mg/l	Cu µg/l	Fe mg/l	mS/m	Pb µg/l	pH	Sb µg/l	mg/l	fnu	Zn µg/l
Vatneleiren	3	10.06.2011	14.10	2.87	0.98	18.6	1.50	7.2	0.58	10.4		8.64
Vatneleiren	3	20.11.2011	12	4.66	2.57	14.9	6.11	7.2	0.59	11.7		25.50
Vatneleiren	3	10.06.2012	19.30	2.11	1.57	20.9	1.38	7.5	0.25	7.7	6.93	4.45
Vatneleiren	3	03.10.2012	9.93	4.10	1.94	10.8	4.17	7.2	0.68	11.3	30.40	16.10
Vatneleiren	3	12.06.2013	20	2.60	1.20	25.8	1.60	7.2	0.32	9.9	14	6
Vatneleiren	3	30.10.2013	12	4.70	1.50	13.9	3.60	6.8	0.63	12	27	13
Vatneleiren	5	10.06.2011	2.34	11.70	0.53	5.1	12.70	6.8	7.41	4.2		29.30
Vatneleiren	5	20.11.2011	2.48	11	0.46	5.8	14	6.8	8.54	4.8		38.30
Vatneleiren	5	10.06.2012	4.91	9.11	1.99	8.7	5.37	7.2	2.62	4.2	3.33	31.50
Vatneleiren	5	03.10.2012	1.57	12.90	0.75	4.5	20.80	6.7	5.64	7.4	1.75	25
Vatneleiren	5	12.06.2013	2.70	9.20	0.96	6.3	5	6.6	1.90	4.6	1.90	24
Vatneleiren	5	30.10.2013	2	13	0.45	5.0	15	6.5	6.30	5.6	0.65	34
Vatneleiren	7a	10.06.2011	3.35	12.10	0.39	7.3	32.60	6.7	2.06	3.1		17.10
Vatneleiren	7a	20.11.2011	2.52	13.60	0.11	7.2	40.10	6.6	2.02	4.2		21.90
Vatneleiren	7a	10.06.2012	5.34	11.90	0.46	10.2	15.20	7.2	1.94	3.7	0.88	10.80
Vatneleiren	7a	03.10.2012	1.50	11.40	0.13	5.2	32.40	6.5	1.93	5.4	0.80	16
Vatneleiren	7a	12.06.2013	8.20	10	1.80	9.4	12	6.4	1.90	4.2	1	14
Vatneleiren	7a	30.10.2013	1.90	12	0.14	5.6	31	6.4	2.20	5.4	0.44	15
Vatneleiren	7b	10.06.2011	4.42	30.80	0.27	7.5	54.70	7.0	8.93	2.9		24.60
Vatneleiren	7b	20.11.2011	3.99	29.70	0.11	7.5	72.70	6.9	9.34	4.2		40.80
Vatneleiren	7b	10.06.2012	17.80	24.30	1.04	14.9	27.10	7.6	2.53	4.5	2.28	16.60
Vatneleiren	7b	03.10.2012	3.02	35.70	0.18	5.9	79.90	6.8	9.61	4.7	0.74	27.40
Vatneleiren	7b	12.06.2013	13	30	2.30	12.4	46	6.7	3.70	5.8	2.60	25
Vatneleiren	7b	30.10.2013	3.40	33	0.20	6.4	81	6.8	8.60	4.8	0.45	28
Vatneleiren	11	10.06.2011	4.48	12.50	0.25	7.9	14.60	7.1	4.64	3.2		14.10
Vatneleiren	11	20.11.2011	4.44	10.20	0.24	8.0	15.90	7.2	4.70	4.5		21.10
Vatneleiren	11	10.06.2012	8.98	4.89	0.28	10.6	4.36	7.7	1.27	2.5	2.96	6.79
Vatneleiren	11	03.10.2012	2.74	16.80	0.24	6.0	27.90	7.0	4.63	5.3	1.67	19.60
Vatneleiren	11	12.06.2013	7.40	7.80	0.14	11.1	4.50	7.4	2.90	3.4	0.81	11
Vatneleiren	11	30.10.2013	3.10	16	0.20	6.5	25	7	5	5.3	0.88	17
Vatneleiren	12 Ref	10.06.2011	1.46	2.75	0.12	5.8	3.29	6.3	0.43	2.5		9.10
Vatneleiren	12 Ref	20.11.2011	1.49	1.71	0.11	6.8	3.72	6.7	0.55	3.6		16.40
Vatneleiren	12 Ref	10.06.2012	25	1.30	1.76	30.3	<0.5	7.6	<0.1	9.0	6.73	11.90
Vatneleiren	12 Ref	03.10.2012	11.10	4.28	0.96	11	0.94	6.8	0.18	16.8	11	18.30
Vatneleiren	12 Ref	12.06.2013	29	2.50	3.10	37.1	0.60	6.8	<0.2	12	10	21
Vatneleiren	12 Ref	30.10.2013	15	3.20	1.30	15.4	1	6.6	<0.2	20	10	13
Vatneleiren	23	10.06.2011	3.13	9.98	0.50	6.3	11.50	7.1	5.55	7.7		14.70
Vatneleiren	23	20.11.2011	2.92	7.50	0.38	6.6	11.80	7.0	3.97	5.4		21
Vatneleiren	23	10.06.2012	3.88	9.62	1.76	7.4	14.60	7.2	1.55	5.5	2.25	15.20
Vatneleiren	23	03.10.2012	2.11	8.19	0.60	4.8	14.70	6.9	4.42	8.5	2.75	16.30
Vatneleiren	23	12.06.2013	3.60	10	2.30	7.8	17	6.6	4.40	6.4	2.80	19
Vatneleiren	23	30.10.2013	2.70	9.20	0.55	6.0	14	6.7	3.80	7.8	2.50	16



Forsvarsbygg Utleie/ Bioforsk