

Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt
Program Tungmetallovervåkning
2012

MO-Vest

<p><i>Tittel/Title:</i></p> <p style="text-align: center;">Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt Program Tungmetallovervåkning 2012 MO-Vest</p>
<p><i>Forfatter(e)/Author(s) (alphabetical order):</i></p> <p>Lars Jakob Gjemlestad & Ståle Haaland</p>

<i>Dato/Date:</i> 12.03.2013	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr./Project No.:</i> -	<i>Saksnr./Archive No.:</i> -
<i>Rapport nr./Report No.:</i> Futura rapport: 437 Bioforsk rapport: 8(82) 2013	<i>ISBN-nr. (Bioforsk)</i> 978-82-17-01101-9	<i>Antall sider/Number of pages:</i> 115	<i>Antall vedlegg/Number of appendices:</i> 1

<i>Oppdragsgiver/Employer:</i> Forsvarsbygg	<i>Kontaktperson/Contact person:</i> Grete Rasmussen, Trygve Drange og Øivind Pettersen
--	--

<i>Stikkord:</i> Skyte- og øvingsfelt, tungmetaller, overvåking	<i>Fagområde:</i> Vannkvalitet
--	-----------------------------------

Sammendrag:

I rapporten gis det en beskrivelse av vannkvaliteten i 2012 for vannforekomster i Markedsområde Vest ved følgende skyte- og øvingsfelt: Evjemoen (8 prøvepunkter), Giskeilid/Agdertun (3 prøvepunkter), Kjevik (3 prøvepunkter), Korsnes fort (5 prøvepunkter), Kråkenesmarka (3 prøvepunkter), Mjølfjell/Brandset (11 prøvepunkter), Sikveland/Jolifjell (1 prøvepunkter), Ulven (5 prøvepunkter) og Vatneleiren (7 prøvepunkter).

SØF Evjemoen

Ved pkt 1-4 og 5/F2, som alle drenerer ut av skytefeltet, var vannkvaliteten i 2012 generelt på samme nivå som tidligere og noe bedre enn i fjor (tilstandsklasse IV-V for både kobber og bly). Konsentrasjonen av kobber og bly er vesentlig lavere i år enn i fjor ved pkt 4, som drenerer skytebane V. Det har også vært en bedring i vannkvaliteten ifht i fjor ved 6/NIVA2 (som drenerer flere feltskytebaner sør i feltet), men fremdeles er vannkvaliteten her dårligere i forhold til det nivået konsentrasjonen av kobber og bly lå på i perioden 2000-2010.

SØF Giskeilid/Agdertun

Konsentrasjonen av tungmetaller og antimon var i 2012 lav ved pkt 4 som drenerer ut av feltet ved Giskeilid/Agdertun. Konsentrasjonene ligger under deteksjonsgrensen for analysene, og er på nivå med den naturlige bakgrunnskonsentrasjonen fra feltet. Det måles som tidligere noe kobber ved pkt 1 (som drenerer feltbanene 1A og 1B mot øst). Konsentrasjonen av bly, sink og antimon er som tidligere lave ved pkt 1.

SØF Kjevik

Ut av feltet ved pkt 1 var vannkvaliteten i 2012 som tidligere i tilstandsklasse V for både kobber (21-24 µg Cu/l) og bly (24-48 µg Pb/l). Konsentrasjonene er på nivå med tidligere målinger. Det er derimot en tilsynelatende trend til økt utlekking av sink og også antimon ved pkt 1. Det er noe partikler i prøvene (6-7 FNU).

SØF Korsnes fort

Konsentrasjonen av kobber og bly er fremdeles høye ved pkt 2 og moderat høye ved pkt 3 og 8, konsentrasjonene er stort sett innenfor variasjonene som har forekommet de siste to årene og det er derfor ikke noen trender å spore. Måling av turbiditet er implementert i overvåkingsprogrammet og vi ser at den uvanlig høye konsentrasjonen av kobber i sommerprøven ved pkt 9 korrelerer med en noe forhøyet turbiditet. Det kan derfor hende at prøven er forstyrret av sedimenter ved prøvetaking

eller at det har forekommet forstyrrelser/graving etc som har ført til økt konsentrasjon av kobber ved prøvetakingen.

SØF Kråkenesmarka

Det lekker fremdeles lite tungmetaller og antimon ut av feltet og konsentrasjonene ligger nær eller under deteksjonsgrensen for analysene. Det er meget høy pH i feltet og lave konsentrasjoner av suspendert stoff i vannprøvene.

SØF Mjølfjell/SØF Brandset

Det lekker lite tungmetaller og antimon ut fra feltet, både internt i feltet og ut av feltet. Konsentrasjonen av tungmetaller er som den naturlige bakgrunnskonsentrasjonen og er ved deteksjonsgrensen for analysene (kobber, bly, sink og antimon) ved alle prøvepunkter i 2012. Dette er som tidligere og det er ingen trender som tyder på endring mht utlekking.

SØF Sikveland/Jolifjell

Konsentrasjonen av tungmetaller og antimon var i 2012 lav ved pkt 9 som drenerer til Jolivatnet. Konsentrasjonen ligger nær deteksjonsgrensen for kobber, bly, sink og antimon, og er på nivå med den naturlige bakgrunnskonsentrasjonen fra feltet.

SØF Ulven

Ut av feltet (utløpet av Ulvenvannet), ved pkt 40, er konsentrasjonen, er konsentrasjonen av kobber og bly lavere enn deteksjonsgrensen for analysene. Det samme gjelder for antimon (under deteksjonsgrensen for analysen) og konsentrasjonen av sink er også lav (tilstandsklasse II). Internt i feltet lekker det som tidligere ut en del kobber og bly ved pkt 3 og pkt 5.

SØF Vatneleiren

Ut av feltet ved pkt 3 var vannkvaliteten i 2012 i tilstandsklasse III-IV for både kobber (2,1-4,1 µg Cu/l) og bly (1,4-4,2 µg Pb/l). Høyere konsentrasjoner av bly i høstprøven kan skyldes høy vannføring med en del partikler i vannet (30 FNU). Konsentrasjonene er på nivå med tidligere målinger.

Land/Country: Norge

Sted/Lokalitet: SØF Evjemoen, SØF Giskeilid/Agdertun, SØF Kjevik, SØF Korsnes fort, SØF Kråkenesmarka, SØF Mjølfjell/Brandset, SØF Sikveland/Jolifjell, SØF Ulven, 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 2012 ble 29 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.

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. For å fokusere mer på disse trendene, og mindre på konsentrasjoner, har fargekodene for tilstandsklasser for ferskvann blitt fjernet fra figurene.

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

Per Siem
Oberstløytnant
Avdelingsleder Grunneiendom og SØF
Forsvarsbygg Utleie

Innhold

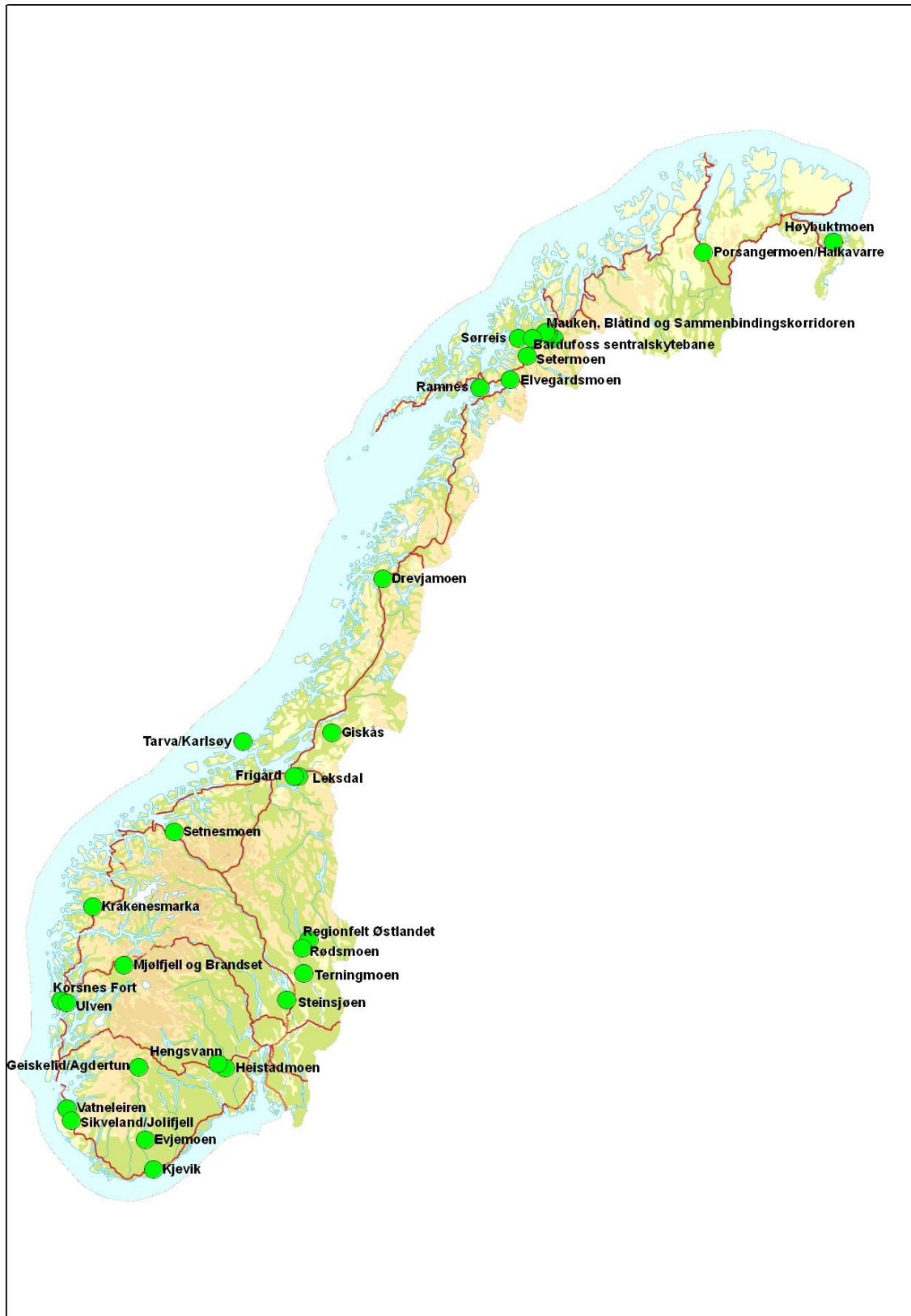
Evjemoen.....	8
Geiskelid/Agdertun	22
Kjevik	33
Korsnes fort	44
Kråkenesmarka	57
Mjølfjell/Brandset	67
Sikveland/Jolifjell	80
Ulven.....	91
Vatneleiren	102
Vedlegg	116

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 kulefangervoller). 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 2012.

Kobber, bly og sink er tungmetaller, dvs at de har en egenvekt $> 5 \text{ g/cm}^3$, mens antimon er et mobilt matalloid 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 i mot grenseverdier; tilstandsklasser satt av Klima og forurensningsdirektoratet (Klif, tidl SFT) (jf tab 1). Konsentrasjonen av antimon blir vurdert opp ulike grenseverdier (Drikkevannsforskriften har drikkevannsnorm for antimon på $5 \text{ } \mu\text{g/l}$, mens WHO har satt grensen til $20 \text{ } \mu\text{g/l}$). 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 forurenset	II Moderat forurenset	III Markert forurenset	IV Sterkt forurenset	V Meget sterkt forurenset
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 2012 blitt utført av ALS Laboratory Group, som er akkreditert for de aktuelle analysene. Samtlige analyser er utført på ufiltrerte vannprøver etter norsk standard.

Evjemoen

1. Innledning.....	9
Områdebeskrivelse	9
Aktivitet i feltet	9
2. Material og metode.....	13
Vannprøvetaking.....	13
Analyser	13
3. Resultater og diskusjon	14
Klima	14
Støtteparametere	14
Sink og antimon.....	14
Kobber og bly	15
Referansepunkt.....	15
Prøvepunkt nær skytebaner i feltet	15
Prøvepunkt som drenerer ut av feltet	15
4. Konklusjon og anbefalinger.....	20
Referanser	21
Vedlegg	116

1. Innledning

Områdebeskrivelse

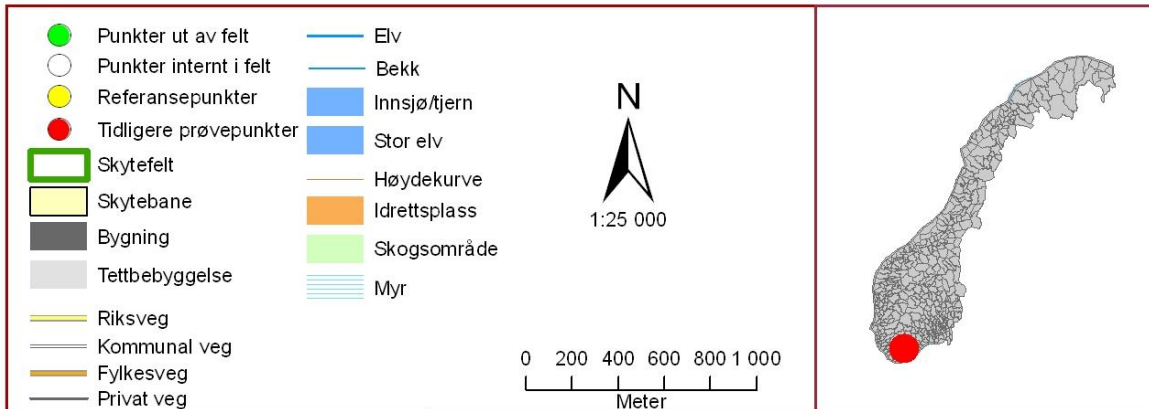
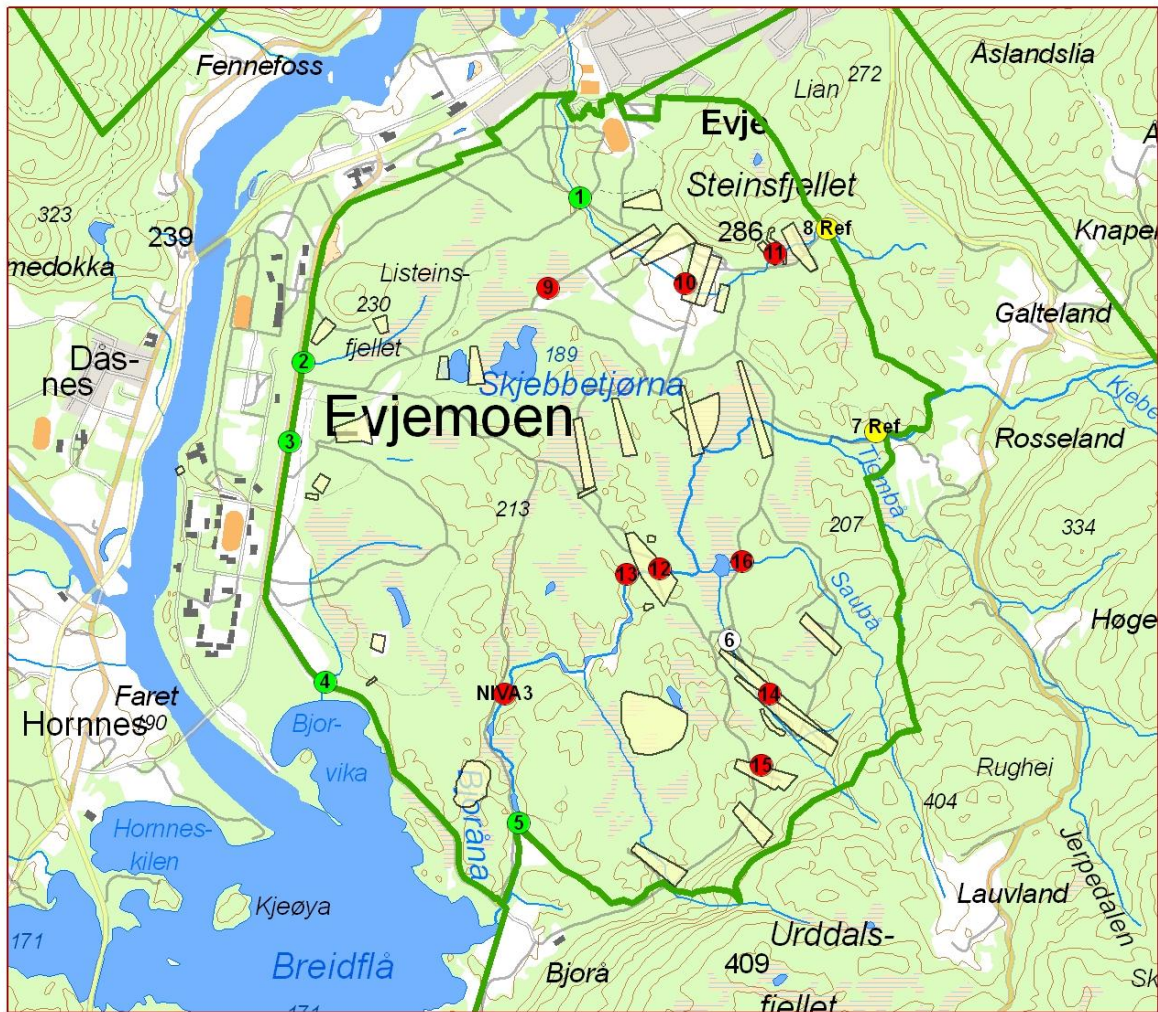
Evjemoen skyte- og øvingsfelt ligger i Evje og Hornes kommune, Aust-Agder. Selve skyte- og øvingsfeltet er på cirka 9 km², mens det er en klausulert manøverrettsområde på 20 km². Berggrunnen består hovedsakelig av øyegneis/granitt/foliert granitt i vest, og båndgneis (amfibolitt, hornblendegneis, glimmergneis) 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 (Breidflå). 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 sporadisk, 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 fem rekruttkompanier ved hvert innrykk. Andre militære brukere er LSK, LBSK, HV07, HV08, LSKNROF, FJK, TMbn og Felles opptak og seleksjon (FOS). I tillegg avvikles ofte HV07s samlinger her i helgene. Av sivile brukere kan nevnes Politiet, Evje og Hornnes skytterlag, Hornnes jeger og fiskerlag, Evje

pistolklubb, øvrige sivile skytterlag (Lista sportsskytterklubb), Kristiansand Offroadklubb, Vipers paintball-klubb og Otra idrettslag. Det er også flere ganger avholdt landsskytterstevne på Evjemoen. Det benyttes hovedsakelig håndvåpen med ammunisjon av kaliber 7,62 og 9 mm. Det skytes i overkant av ca 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 (etter Breyholtz 2010).

Evjemoen



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Evjemoen i 2012.

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	61	Ved skytefeltgrense ved Steinsfjellet
2	Liten bekk	Bane O og myr, Pistol og AG-3	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	8	Ved skytefeltgrense, parallell med Otra, på oversiden av vei
4	Liten bekk	Bane V (kortholdsbane), Pistol og AG-3	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	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 SKF, håndvåpen og PV (M- 72), RFK	15	Drenerer myr, sidebekk til Bjoråna
7Ref	Middels 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 2012 har det blitt tatt vannprøver på de samme 8 stasjonene som i 2011 (fig 1). Det er to referansepunkter (7Ref og 8Ref), et punkt (6) er plassert internt i feltet for å kunne måle avrenning fra feltskytebane, inkl. sprengningsgrop, bane Z og SKF (fig 1; tab 1), mens fem punkter (1-4 og 5/F2) er plassert for å kunne måle avrenning ut av feltet. Vannprøvetakingen ble utført av Forsvarsbyggs eget personell 26. juni og 15. oktober. Det har blitt benyttet vannhenter med teleskopstang ved prøvetaking.

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). Analysene ble utført ved akkreditert laboratorium (ALS Scandinavia). Data fra ALS Scandinavia er lastet inn i en Access database.

3. Resultater og diskusjon

Klima

Månedet før prøvetaking i juni var værtypen vekslende, men ganske tørt og kjølig, mens uken før prøvetakingen var det en god del nedbør. Ved prøvetaking var det sol og pent vær og det var normal vannføring ved alle prøvepunkt med unntak av pkt av 3 og 7Ref med henholdsvis lav- og høy vannføring. Månedet før prøvetakingen i oktober hadde det vært vekslende vær med til dels mye nedbør. Ved prøvetaking var det yr. Det var som i juni lav vannføring ved pkt 3, men dette er en grøft og det er alltid mye vann her, selv om det ikke er særlig fart i vannet. Ved prøvepunkt 5 og 7Ref var det høy vannføring, ved pkt 1 og 8Ref var det normal vannføring og ved de andre noe over normal vannføringen.

Støtteparametere

Det var generelt ingen særlige forskjeller i vannkvalitet mellom vår og høstprøvene i 2012. Ledningsevnen var relativt lav og lå mellom 2,2-3,7 mS/m. Konsentrasjonen av kalsium var lav og varierer en del mellom prøvepunktene, med konsentrasjoner fra 0,6-1,6 mg/l. pH var også lav ved alle punkter og lå mellom 4,4-6,4, noe som kan medføre høy mobilitet av en del tungmetaller i vannfasen. Konsentrasjonen av TOC var relativt høy med konsentrasjoner mellom 7-19 mg/l. Konsentrasjonen av jern lå mellom 0,5-1,8 mg/l. Konsentrasjonen av suspendert stoff (målt som turbiditet) er relativt lav i feltet og varierte mellom 0,4-2,9 FNU i 2012.

Sink og antimon

Konsentrasjoner av sink var som tidligere lav ved alle prøvepunktene ($< 20 \mu\text{g Zn/l}$) og i tilstandsklasse II eller bedre (jf Andersen mfl 1997; fig 4). Konsentrasjonen av antimon var også som tidligere lav ved alle prøvepunkt ($< 0,9 \mu\text{g Sb/l}$; fig 5). Drikkevanforskriften har krav på $5 \mu\text{g Sb/l}$, mens Verdens helseorganisasjon (WHO) har satt grensen til $20 \mu\text{g Sb/l}$.

Kobber og bly

Referansepunkt

Referansepunktet 8Ref, plassert i bekken som renner inn i skytefjellet ved Steinsfjellet, har som tidligere lave konsentrasjoner av bly ($< 0,6 \mu\text{g Pb/l}$; tilstandsklasse I-II), men en del kobber ($1,5\text{-}1,9 \mu\text{g Cu/l}$; tilstandsklasse III). Referansepunktet 7Ref, i bekk som renner inn i feltet og senere inn i Bjøråna, har som tidligere lave konsentrasjoner av kobber ($< 1,2 \mu\text{g Cu/l}$; tilstandsklasse II), og også lave konsentrasjoner av bly ($< 0,6 \mu\text{g Pb/l}$; tilstandsklasse I-II).

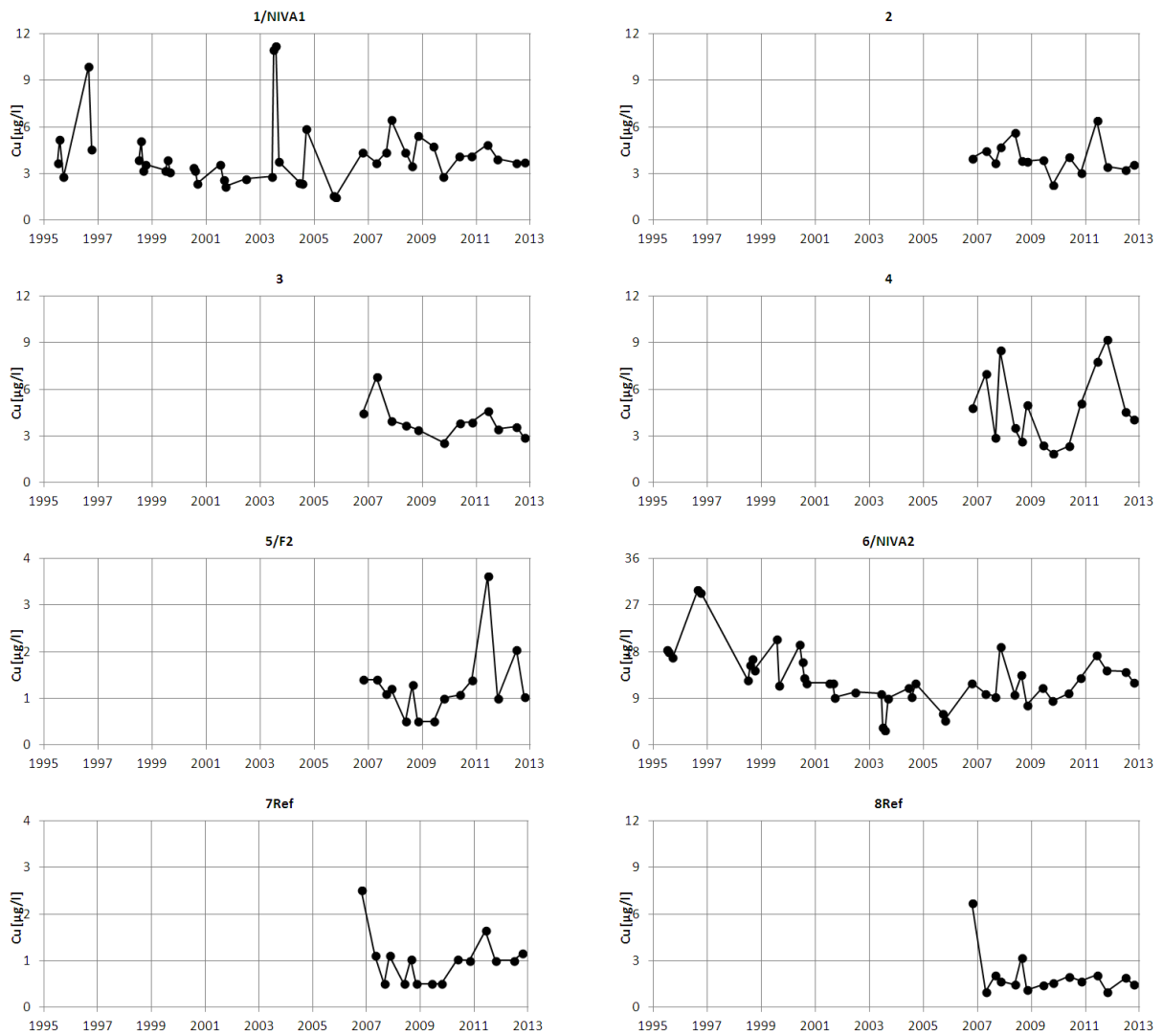
Prøvepunkt nær skytebaner i feltet

Vannkvaliteten for bly og kobber i høstprøvene for delfeltene som drenerer til prøvepunktet 6/NIVA2 var i tilstandsklasse V ($12\text{-}14 \mu\text{g Cu/l}$ og $5,9\text{-}6,2 \mu\text{g Pb/l}$). Dette er noe lavere enn i fjor, men fremdeles en forverring mht både kobber og bly i forhold til nivået det lå på i perioden 2000-2010 (Gjemlestad & Haaland 2012; fig 2).

Prøvepunkt som drenerer ut av feltet

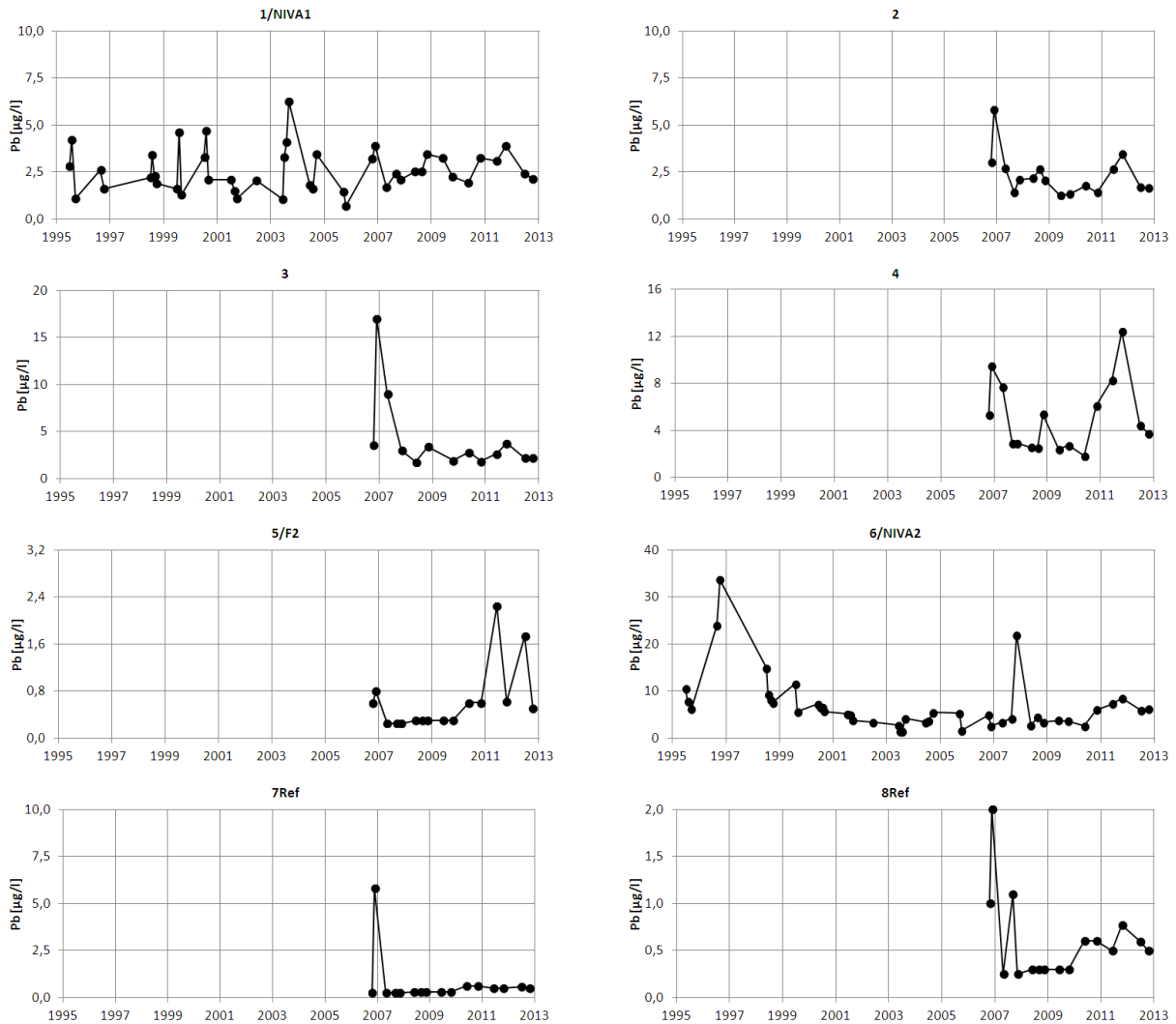
Generelt er vannkvaliteten mht konsentrasjoner av kobber og bly i vannforekomster som drenerer ut av Evjemoen (pkt 1-5), på samme nivå som tidligere og noe bedre enn i fjor. Vannkvaliteten for det aller meste i tilstandsklasse III-IV for kobber og i tilstandsklasse IV for bly. Ved pkt 1-4 måles det ofte lav pH i både vår- og høstprøver (ofte $4,5\text{-}5,5$), noe som trolig skyldes naturlig bufring via organiske syrer i nedbørfeltet ($10\text{-}19 \text{ mg TOC/l}$). Vår og høstprøven ved pkt 4 ligger i tilstandsklasse IV for kobber og bly ($4,1\text{-}4,5 \mu\text{g Cu/l}$ og $3,7\text{-}4,5 \mu\text{g Pb/l}$; fig 2-3), dvs noe lavere enn i 2011 (jf fig 2). I delfeltet som drenerer til pkt 5/F2 (Bjøråna), var vannkvaliteten mht kobber og bly som i fjor markant dårligere i vårprøven enn ved tidligere målinger ($2,0 \mu\text{g Cu/l}$ og $1,7 \mu\text{g Pb/l}$; begge i tilstandsklasse III).

Kobber



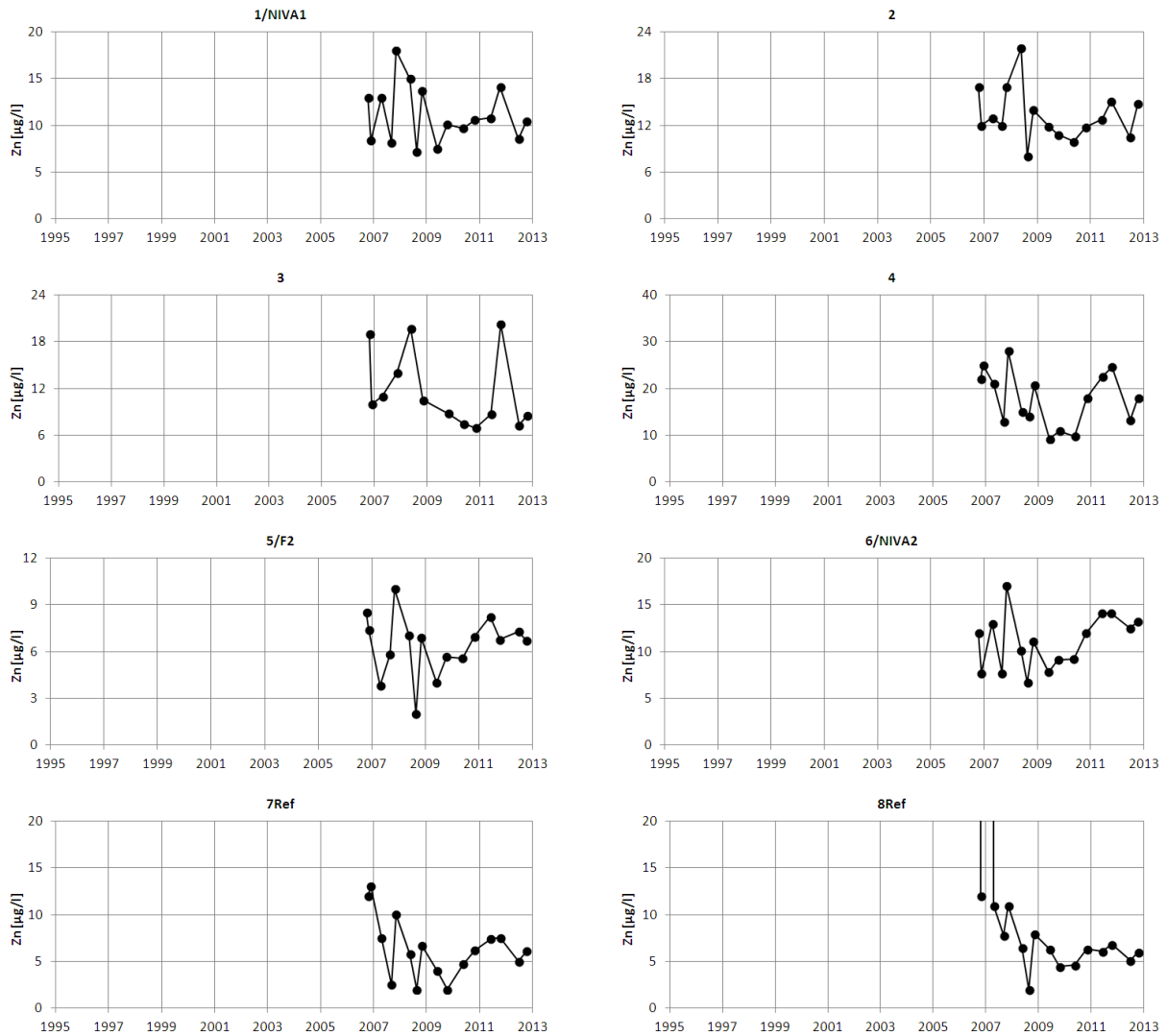
Figur 2. Analyseresultater for kobber i perioden 1995-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Bly



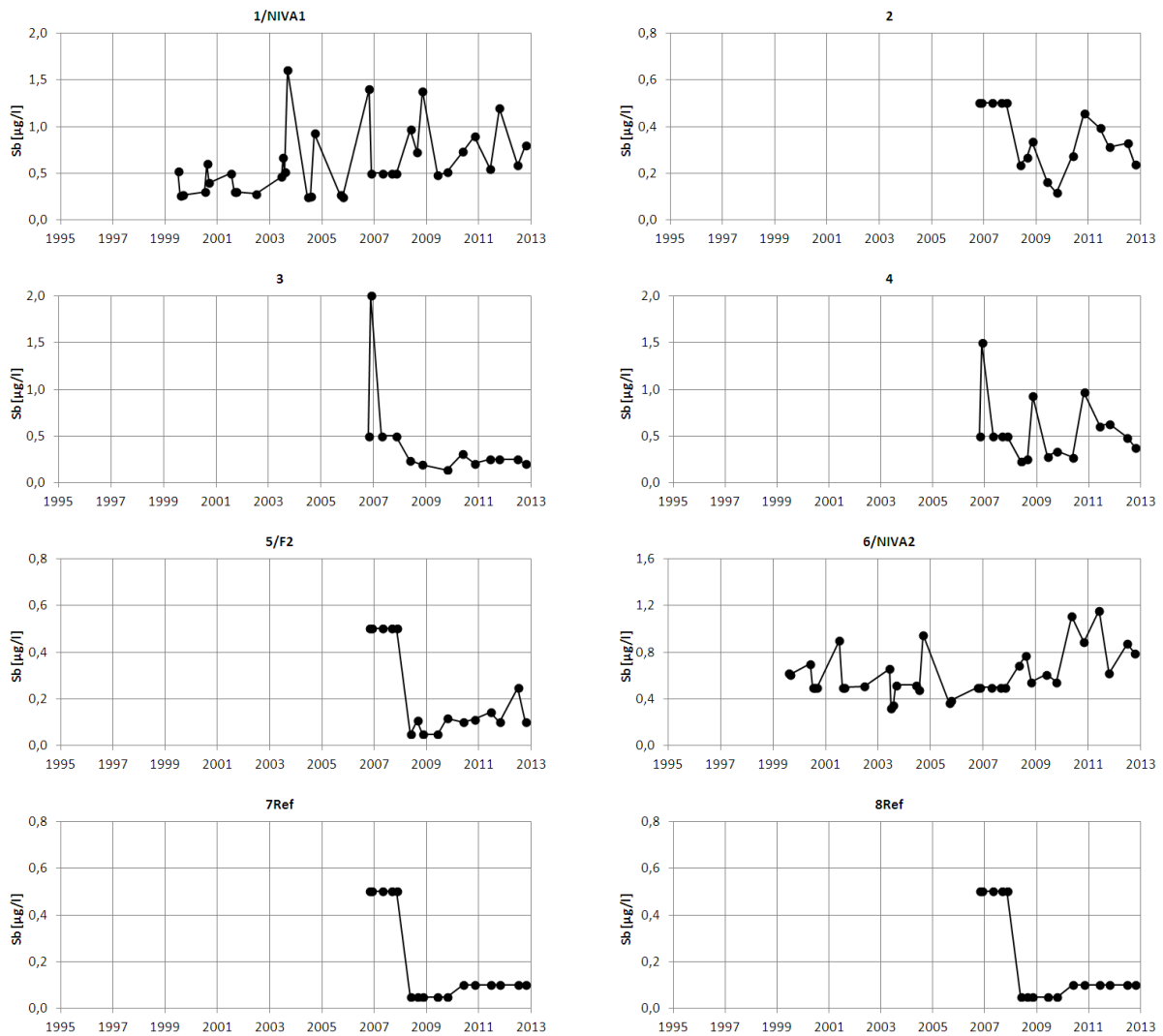
Figur 3. Analyseresultater for bly i perioden 1995-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Sink



Figur 4. Analyseresultater for sink i perioden 2006-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Antimon



Figur 5. Analyseresultater for antimon i perioden 1999-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

4. Konklusjon og anbefalinger

Ved pkt 1-4 og 5/F2, som alle drenerer ut av skytefeltet, var vannkvaliteten i 2012 generelt på samme nivå som tidligere og noe bedre enn i fjor (tilstandsklasse IV-V for både kobber og bly). Konsentrasjonen av kobber og bly er vesentlig lavere i år enn i fjor ved pkt 4, som drenerer skytebane V. Det har også vært en bedring i vannkvaliteten ifht i fjor ved 6/NIVA2 (som drenerer flere feltskytebaner sør i feltet), men fremdeles er vannkvaliteten her dårligere i forhold til det nivået konsentrasjonen av kobber og bly lå på i perioden 2000-2010.

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 feltet. I 2012 var det kun moderat lave konsentrasjoner av suspendert stoff i prøvene.

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.

Geiskelid/Agdertun

1. Innledning.....	23
Områdebeskrivelse	23
Aktivitet i feltet	23
Vannprøvetaking.....	26
Analyser	26
3. Resultater og diskusjon	27
Klima	27
Støtteparametere	27
Sink og antimon.....	27
Kobber og bly	28
Referansepunkt.....	28
Prøvepunkt nær skytebaner i feltet	28
Prøvepunkt som drenerer ut av feltet	28
4. Konklusjon og anbefalinger.....	31
Referanser	32
Vedlegg	116

1. Innledning

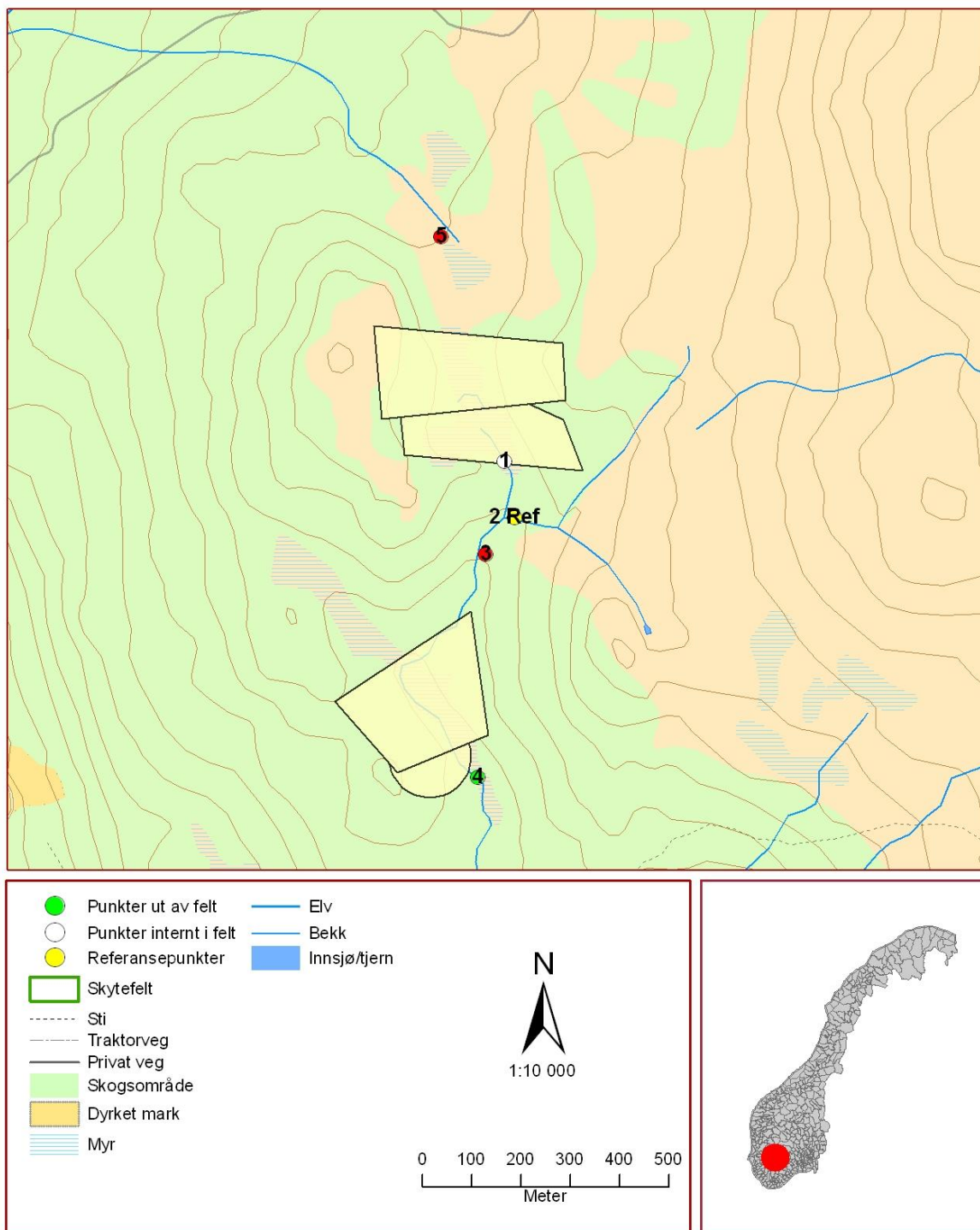
Områdebeskrivelse

Geiskeli/Agdertun skytefelt ligger i Bykle kommune i Aust Agder fylke. Feltet består av to skytebaner/felt på hhv 1,0 og 0,01 km². Forsvaret eier Agdertun øvings-senter (bygning). Like ved Agdertun ligg Bykle skytebane en sivil 100 og 200 m skytebane, som eies og driftes av Bykle skytterlag. Forsvaret bruker denne banen kun sporadisk. Det er derfor ikke tatt prøver herfra. Geiskeli var eid av nå avdøde Salmon Geiskeli som vederlagsfritt ga Forsvaret øvingsrett i feltet. Grunneiere er nå Geisklis etterfølgere. Feltet ligger på høyfjellet, 1000 m.o.h. Området domineres av tynt morenedekke og stedvis bart fjell. Berggrunnen består av granitt og granodioritt. I bunnen av dalen er det et myrområde. Vegetasjonen er relativt beskjeden og består hovedsakelig av lyng og lavt voksende busker og trær. Snøen kan ligge 2-3 m over terreng. Etter Breyholtz mfl 2010.

Aktivitet i feltet

Det skytes hovedsakelig med 7,62 og 9 mm ammunisjon. I begrenset omfang skytes også med kaliber 22 mm i forbindelse med skiskyting. Det brukes også noen lysraketter for å lyse opp ved skyting på kveldstid. Det skytes i snitt rundt 2000 skudd pr år, men dette kan variere sterkt. Det er ikke brukt krumbanevåpen eller pyrotekniske våpensystemer. Det foregår ingen sprengning på feltet, selv om det er et sprengningsfelt. Det brukes kun markørladninger med 50 g TNT som henges i trær. Hovedbruker er Heimevernet ved HV 07, og feltet brukes også sporadisk av Luftforsvarets skolesenter (LSK) og av politiet. Feltet brukes også av Røde kors og Sivilforsvaret til manøverøvelser som ikke innebærer skyting. Feltet brukes hovedsakelig om vinteren og hovedsakelig i februar og mars. Feltet og øvingscenteret ble tatt i bruk i 1967 og har vært i kontinuerlig bruk siden. På Geiskeli skytefelt er det ingen etablerte faste baner, kun tre feltbaner med ytre begrensinger. Når det skytes om vinteren blir det markert en stilling i snøen og skyteskiver settes opp i snøen på motsatt side av dalen. Om våren plukkes uskadde tomhylser og de prosjektiler som finnes. Det er tidligere skutt mot selvanvisere.

Geiskeli / Agdertun



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Geiskelid/Agdertun i 2012.

Tabell 1. Oversikt over prøvepunkter Geiskelid/Agdertun. Etter Breyholtz mfl 2010

Prøve punkt (id)	Beskrivelse	Dreneringsområde	Avrenning årsmiddel (l/s)	Kommentar
1	Liten bekk	Feltbane 1 A og B, mot øst	3,4	Fanger trolig opp ca 80% av nedslag. Utløp av lite tjern.
2Ref	Liten bekk		40	Referanse
4	Liten bekk	Nedslag felt 3	52	

2. Material og metode

Vannprøvetaking

Geiskelid/Agdertun ble undersøkt for tungmetallavrenning første gang i 2008, så årlig fram til 2010, med opphold i 2011. I 2012 ble det tatt vannprøver ved tre prøvepunkter mot tidligere fem. Prøvepunkt 4 er plassert for å kunne måle avrenning ut av felt. Prøvepunkt 1 er plassert internt i feltet, i tillegg er det et referansepunkt (2Ref) (tab 1; vedl 1). Vannprøvene ble hentet ut av forswarets eget personell 20. juni og 15. oktober 2012.

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). Analysene ble utført ved akkreditert laboratorium (ALS Scandinavia). Data fra ALS Scandinavia er lastet inn i en Access database.

3. Resultater og diskusjon

Klima

Måneden før prøvetakingen i juni hadde det vært lite nedbør og kjølig, det ble noe varmere den siste uka og det falt litt regn. Ved prøvetaking var det lett overskyet og det var fortsatt noe snø igjen i feltet og vannføringen var normal ved alle prøvepunktene. Værtypen i tiden før prøvetaking i oktober var varierende, men en god del nedbør, den siste uka var det noe snø og kjølig. Ved prøvetaking var det 0-2 °C og sludd/snø, vannføringen var normal ved alle prøvepunktene.

Støtteparametere

Det er generelt ingen særlige forskjeller i vannkvalitet mellom vår og høstprøvene i 2012. Ledningsevnen ligger mellom 0,2-2,3 mS/m, så vannet er relativt ionefattig. Konsentrasjonen av kalsium er lav med konsentrasjoner fra 0,6-1,3 mg Ca/l, mens pH er relativt høy ved alle punkter og ligger mellom 6,4-6,7. Konsentrasjonen av TOC er lav med konsentrasjoner fra 0,5-2,0 mg/l. Konsentrasjonen av jern ligger under 0,1 mg Fe/l. Konsentrasjonen av suspendert stoff (målt som turbiditet) er også lav i 2012 (< 0,7 FNU).

Sink og antimon

Konsentrasjoner av sink var som tidligere relativt lav ved alle prøvepunktene (tilstandsklasse II eller III (Andersen mfl 1997); fig 4). Konsentrasjonen av antimon varierte under deteksjongrensen for analysen (< 0,1 µg Sb/l). Dette er som tidligere analyseresultater (jf fig 5). Dette er godt under drikkevannskravet på 5 µg Sb/l (Helse- og omsorgsdepartementet 2004), og godt under kravet til WHO som har satt grensen til 20 µg/l.

Kobber og bly

Referansepunkt

Konsentrasjonen av både kobber og bly ligger under deteksjonsgrensen for analysene (1,0 µg Cu/l og 0,5 µg Pb/l). Dette er som ved tidligere målinger (jf fig 2-3).

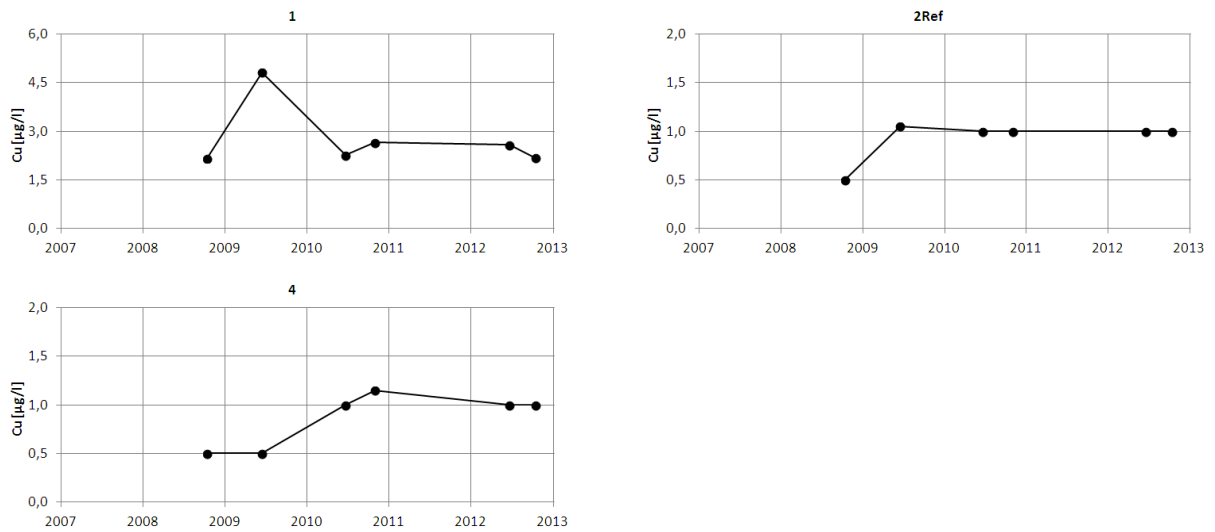
Prøvepunkt nær skytebaner i feltet

Ved pkt 1, som drenerer feltbanene 1A og 1B mot øst, er konsentrasjonen av kobber i tilstandsklasse III (fra 2,2-2,6 µg Cu/l). Dette er som i fjor og på nivå med tidligere målinger (jf fig 2). Konsentrasjonen av bly ligger under deteksjonsgrensen for analysen, som også er som ved tidligere målinger (jf fig 3).

Prøvepunkt som drenerer ut av feltet

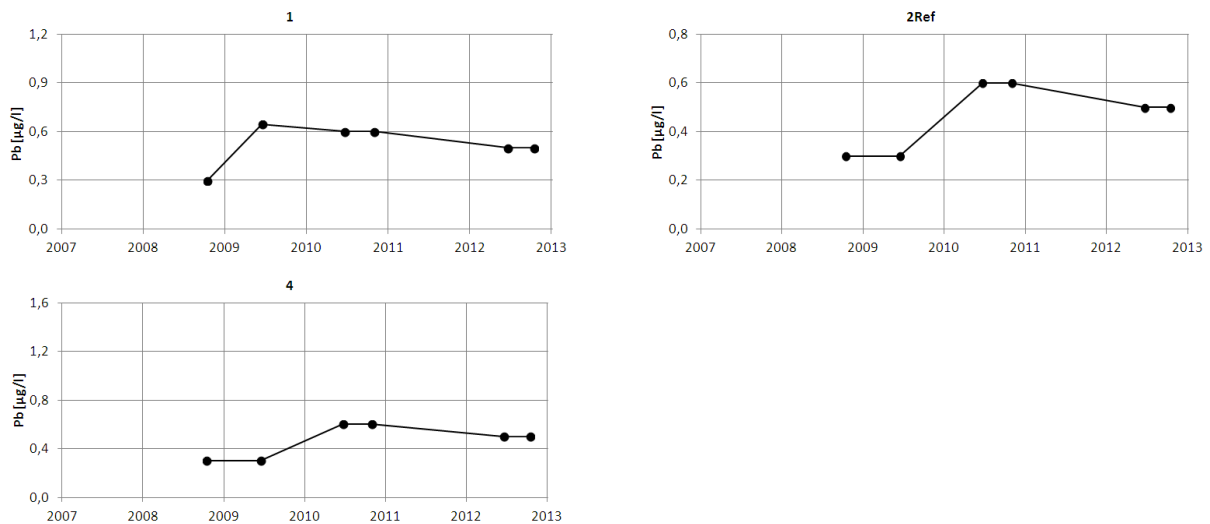
Ut av feltet ved pkt 4, som drenerer felt 3, er konsentrasjonen av både kobber og bly under deteksjonsgrensen for analysene (1,0 µg Cu/l og 0,5 µg Pb/l). Dette er som ved tidligere målinger (jf fig 2-3).

Kobber



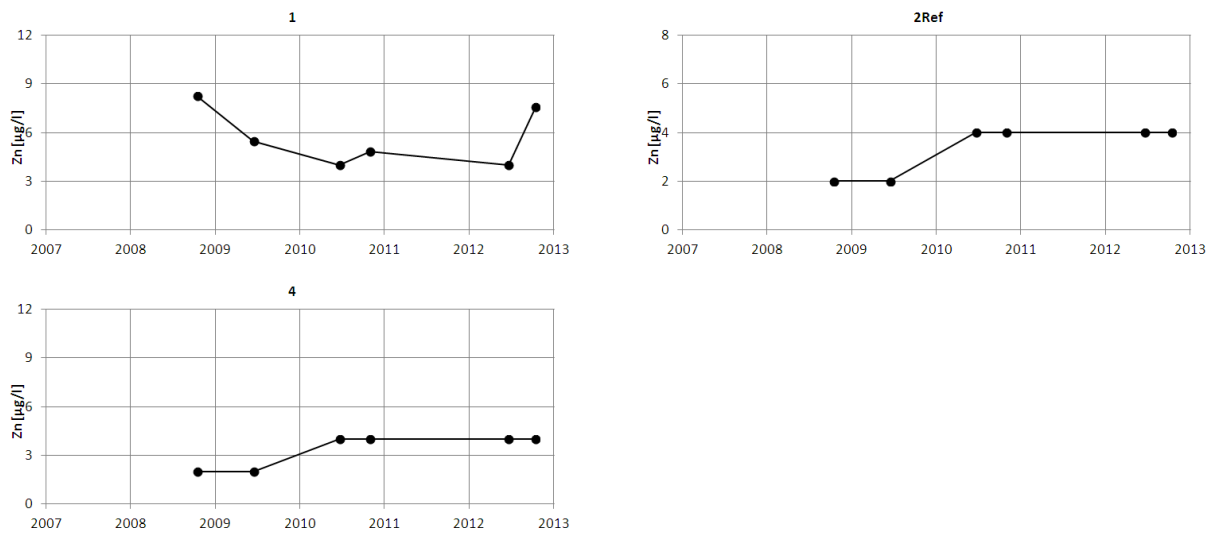
Figur 2. Analyseresultater for kobber i perioden 2007 - 2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Bly



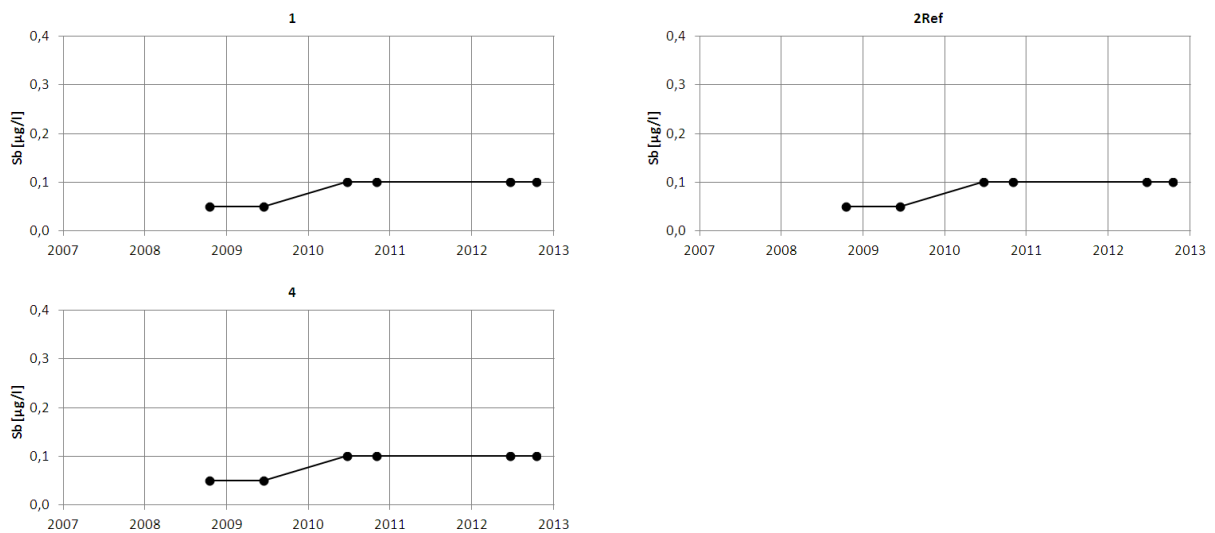
Figur 3. Analyseresultater for bly i perioden 2007 - 2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Sink



Figur 4. Analyseresultater for sink i perioden 2007 - 2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Antimon



Figur 5. Analyseresultater for antimon i perioden 2007 - 2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg.

4. Konklusjon og anbefalinger

Konsentrasjonen av tungmetaller og antimon var i 2012 lav ved pkt 4 som drenerer ut av feltet ved Giskerlid/Agdertun. Konsentrasjonene ligger under deteksjonsgrensen for analysene, og er på nivå med den naturlige bakgrunnskonsentrasjonen fra feltet. Det måles som tidligere noe kobber ved pkt 1 (som drenerer feltbanene 1A og 1B mot øst). Konsentrasjonen av bly, sink og antimon er som tidligere lave ved pkt 1.

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 vannforurensing. 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).

Kjevik

1. Innledning.....	34
Områdebeskrivelse	34
Aktivitet i feltet	34
2. Material og metode.....	37
Vannprøvetaking.....	37
Analyser	37
3. Resultater og diskusjon	38
Klima	38
Støtteparametere	38
Sink og antimon.....	38
Kobber og bly	39
Prøvepunkt internt i feltet	39
Prøvepunkt som drenerer ut av feltet	39
4. Konklusjon og anbefalinger.....	42
Referanser	43
Vedlegg	116

1. Innledning

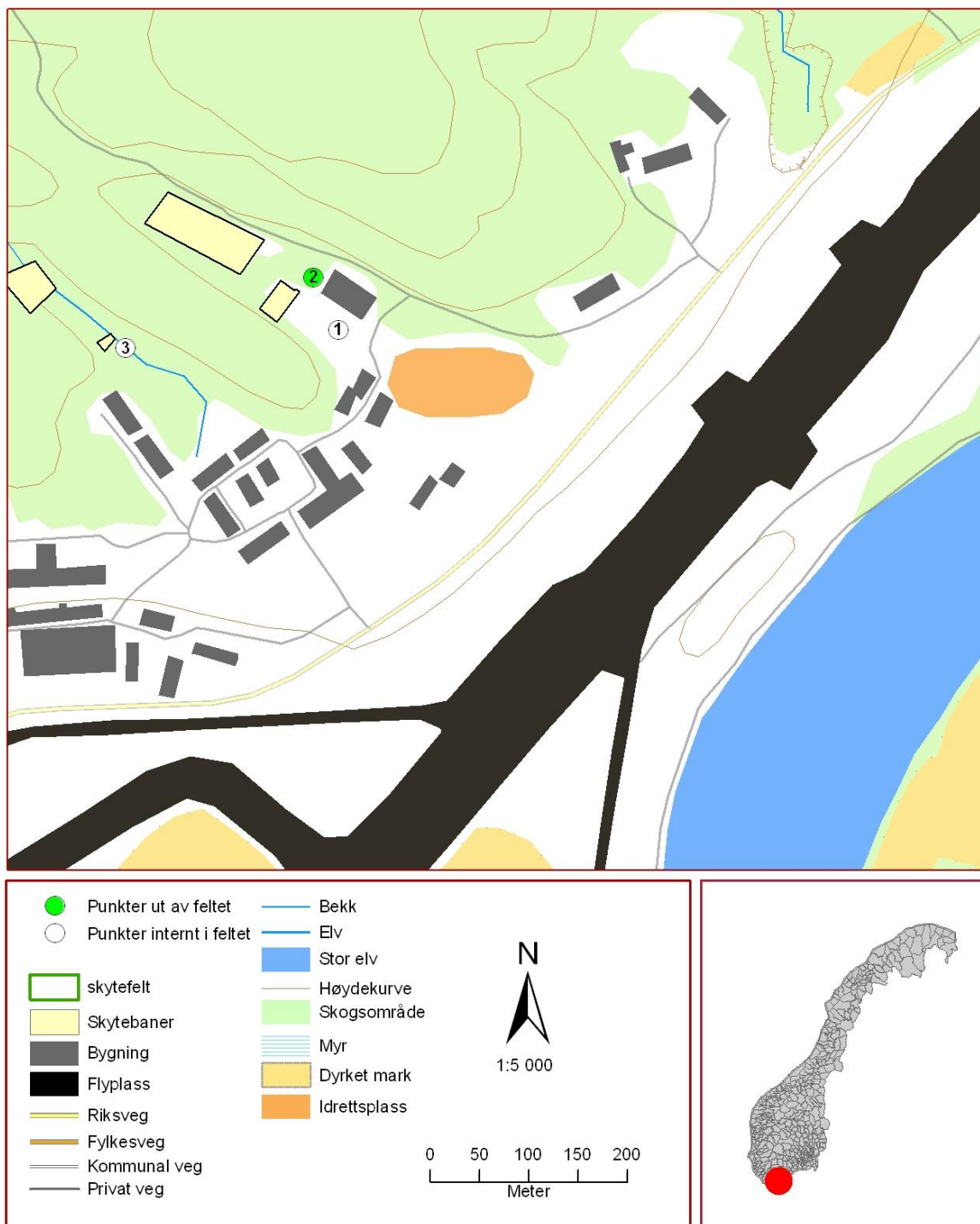
Områdebeskrivelse

Kjevik skytebane ligger i Kristiansand kommune i Vest-Agder fylke. Banen ble etablert av tyskerne under 2. verdenskrig og tatt i bruk av det norske Forsvaret i 1945. Det renner én bekk gjennom selve baneanlegget som er delvis lagt i rør og får tilført vann fra skytebanen (Breyholtz mfl 2010). Videre renner bekken i rør nedover i leiren og inn i en større kulvert som ledes inn på Avinors område før vannet havner i Topdalsfjorden og sjøområdet mot Hamresanden og Varoddbroa. Terrenget i området består hovedsakelig av sandige masser og morene. Underliggende berggrunn varierer fra amfibolitt og gabbro til båndgneiser med granittisk sammensetning. Etter Breyholtz mfl 2010.

Aktivitet i feltet

Anlegget består av en kortholdsbane for pistol, som i tillegg blir brukt til filmskyting (skyting mot et lerret med film med ulike scenarier). Det var tidligere 20 skiver på banen. Nå er det kun 10 skiver som blir brukt. Hovedbruker er HV-07, politiet, samt Luftforsvarets skolesenter (LSK) i begrenset omfang. Skyteaktiviteten de siste årene har vært vesentlig mindre enn på 70- og 80 tallet. Banen er nå kun sporadisk i bruk, om lag 3-4 ganger i måneden. Håndvåpen som benyttes er 9 mm pistol. Det er ikke brukt krumbanevåpen eller pyrotekniske våpensystemer. Det skal heller ikke være skutt mot selvanvisere.

Kjevik



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Kjevik i 2012.

Tabell 1. Oversikt over prøvepunkter ved Kjevik. Delvis etter Breyholtz mfl 2010.

Prøve punkt (id)	Beskrivelse	Dreneringsområde	Kommentar
1	Bekk/grøft delvis i rør, i overvannskum	Overflate- og drenevann fra skytebaneområdet	Røret ved kulefangervollen ledes til pkt 2.
2	Bekk/grøft delvis i rør	Et myrområde oppstrøms banen	Påvirket av nedlagte baner.
3		Nabodalsøkk ved oppstillingsplass	Bekkeløp utenfor baneområde, men som er påvirket av nedlagte baner.

2. Material og metode

Vannprøvetaking

På Kjevik startet overvåkingen av tungmetallavrenning i 2008, og har fortsatt årlig siden. I 2012 ble det tatt prøver på tre punkter, pkt 1 er plassert internt og like ved skytebanen, pkt 2 er plassert lengre nedstrøms, Prøvepunkt 3 var i utgangspunkt et referansepunkt, men det er uegnet da det er påvirket av aktiviteten i feltet. Det blir likevel prøvetatt som et internt punkt. Vannprøvene ble tatt av Forsvarsbyggs eget personell 25. juni og 16. oktober 2012.

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. Analysene ble utført ved akkreditert laboratorium (ALS Scandinavia). Data fra ALS Scandinavia er lastet inn i en Access database.

3. Resultater og diskusjon

Klima

Værtypen i tiden før prøvetaking i juni var varierende, generelt lite nedbør, men til dels mye nedbør den siste uken. Ved prøvetaking var det lettskyet pent, og vannføringen var normal ved alle prøvepunktene. I tiden før prøvetaking i oktober var værtypen dominert av til dels mye nedbør. Ved prøvetaking var det oppholds- vær og vannføringen var normal ved pkt 1 og 2, og høy ved pkt 3.

Støtteparametere

Ledningsevnen i feltet ligger mellom 5-10 mS/m som tilsier en moderat mengde ioner i vannprøven. Konsentrasjonen av kalsium varierer en del mellom prøvepunktene, med konsentrasjoner fra 1-12 mg/l, og pH varierer mellom 4,5-7,6. Konsentrasjonen av TOC varierer også en del mellom feltene med konsentrasjoner fra 4-20 mg/l. Det er høyest pH ved pkt 1 ved skytebanen, og høy pH korresponderer med høye kalsiumkonsentrasjoner og lave TOC konsentrasjoner. Konsentrasjonen av jern er relativt lav og < 1 mg/l. Konsentrasjonen av suspendert stoff (målt som turbiditet) er moderat høy varierer en del fra 1-7 FNU, og er høyest ved pkt 1. Det er generelt ingen særlige forskjeller i vannkvalitet mellom vår og høstprøvene i 2012.

Sink og antimon

Konsentrasjoner av sink og antimon er som tidligere høy og har økt noe ved pkt 1 nær skytebanen (hhv 188-210 µg Zn/l og 10-20 µg Sb/l; fig 4-5). Ved prøvepunktet lenger oppstrøms (pkt 2), samt ved prøvepunktet i nabosøkket ved oppstillingsplassen er konsentrasjonen av sink og antimon lavere og nær deteksjonsgrensen for antimon (0,1-0,3 µg Sb/l) og i tilstandsklasse II for sink (10-20 µg Zn/l). Dette er som tidligere og konsentrasjoner er mht antimon under Drikkevannforskriftens krav på 5 µg Sb/l (Helse- og omsorgsdepartementet 2004).

Kobber og bly

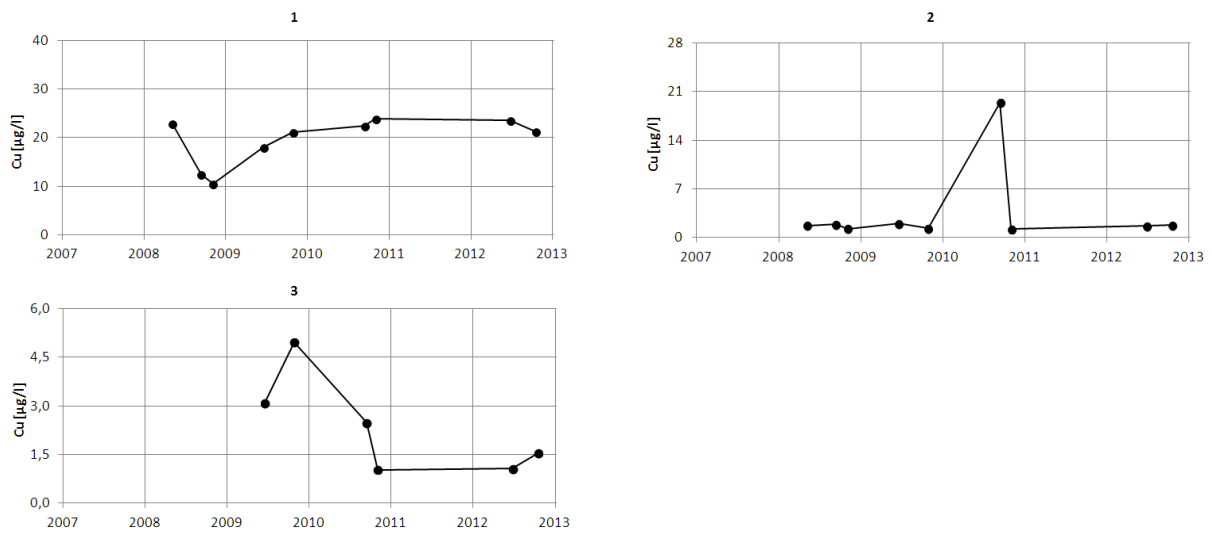
Prøvepunkt internt i feltet

Pkt 2 oppstrøms skytebanen (som i tidligere rapporter feilaktig har blitt omtalt som pkt 1) har som tidligere lave konsentrasjoner av kobber og moderat høye konsentrasjoner av bly. Kobber ligger i tilstandsklasse III (1,6-1,8 µg Cu/l) og bly ligger i tilstandsklasse III-IV (2,3-2,9 µg Pb/l). Dette er som ved tidligere prøvetaking og det er ingen trender i utviklingen. Pkt 3 ligger i nabosøkket vest for skytebanen og her måles som tidligere relativt lave konsentrasjoner av kobber (1,1-1,5 µg Cu/l; tilstandsklasse II) og moderat høye konsentrasjoner av bly (2,4-2,8 µg Pb/l; tilstandsklasse III-IV). Vannprøver tatt ved pkt 3 har til dels meget lav pH, noe som kan bidra til økt mobilitet løselighet av tungmetaller i vann.

Prøvepunkt som drenerer ut av feltet

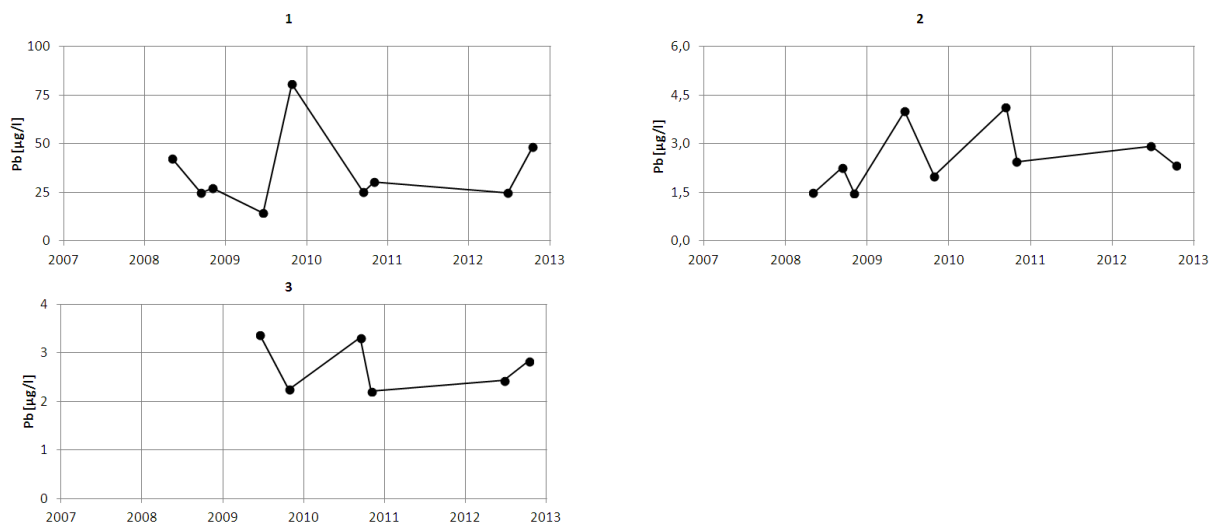
Ved pkt 1, som tar imot vann fra skytebaneområdet, er konsentrasjonen av kobber og bly meget høy. Kobberkonsentrasjonen ligger mellom 21-24 µg Cu/l og konsentrasjonen av bly mellom 24-48 µg Pb/l, begge i tilstandsklasse V. Konsentrasjonen har ligget relativt stabilt høyt de siste årene. Det er en del suspendert stoff i prøvene, noe som tyder på noe erosjon i feltet, og dette kan være med på å gi høye konsentrasjoner av tungmetaller (turbiditetsverdier mellom 6-7 FNU).

Kobber



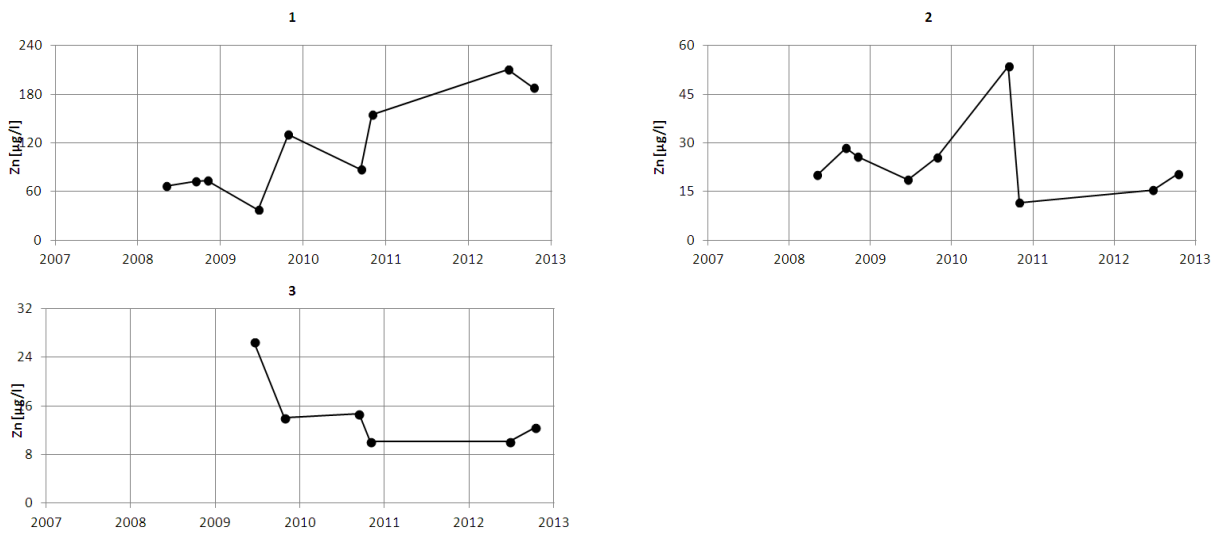
Figur 2. Analyseresultater for kobber i perioden 2008-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg.). Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Bly



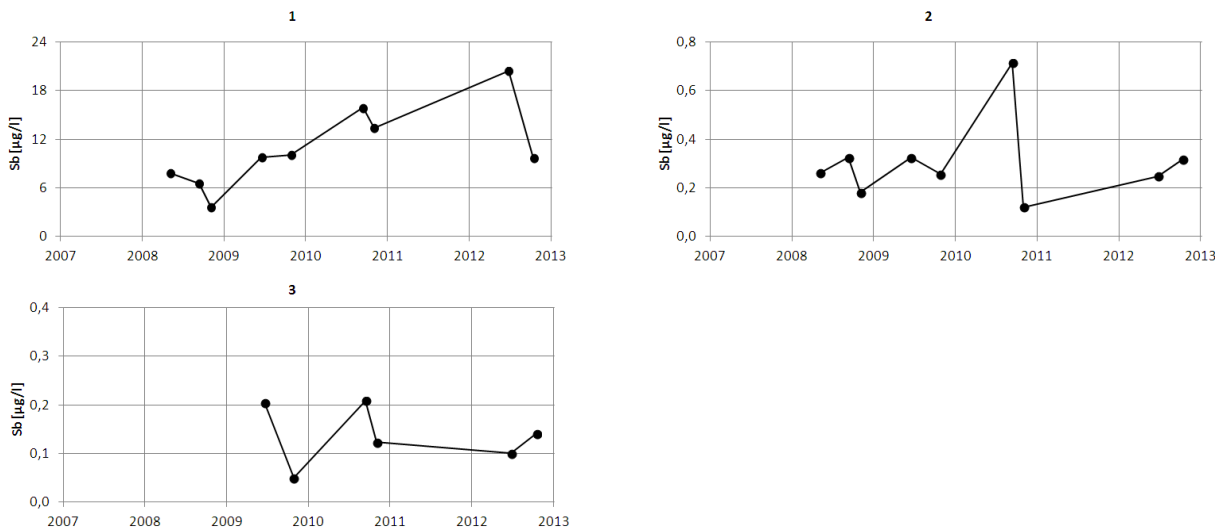
Figur 3. Analyseresultater for bly i perioden 2008-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Sink



Figur 4. Analyseresultater for sink i perioden 2008-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Antimon



Figur 5. Analyseresultater for antimon i perioden 2008-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

4. Konklusjon og anbefalinger

Ut av feltet ved pkt 1 var vannkvaliteten i 2012 som tidligere i tilstandsklasse V for både kobber (21-24 µg Cu/l) og bly (24-48 µg Pb/l). Konsentrasjonene er på nivå med tidligere målinger. Det er derimot en tilsynelatende trend til økt utlekking av sink og også antimon ved pkt 1. Det er noe partikler i prøvene (6-7 FNU).

Ved prøvepunktene 2 og 3 (hhv oppstrøms pkt 1 og i nabosøkket lengre vest) er vannkvaliteten mht bly og kobber vesentlig bedre enn ved pkt 1, men det lekker en del bly fra feltet (tilstandsklasse III-IV). Konsentrasjonen av sink og antimon er i 2012 og som tidligere relativt lave.

Vi anbefaler at det vurderes tiltak for å redusere utlekkingen av kobber og bly fra feltet. Måling av turbiditet har nå blitt tatt inn i analyseprogrammet og tiltak mot erosjon kan være aktuelt for å redusere utlekkingen av tungmetaller fra feltet via pkt 1.

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 vannforurensing. 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.

Korsnes fort

1. Innledning.....	45
Områdebeskrivelse	45
Aktivitet i feltet	45
2. Material og metode.....	48
Vannprøvetaking.....	48
Analyser	48
3. Resultater og diskusjon	49
Klima	49
Støtteparametere	49
Sink og antimon.....	49
Kobber og bly	50
Referansepunkt.....	50
Prøvepunkter i feltet	50
4. Konklusjon og anbefalinger.....	55
Referanser	56
Vedlegg	116

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.

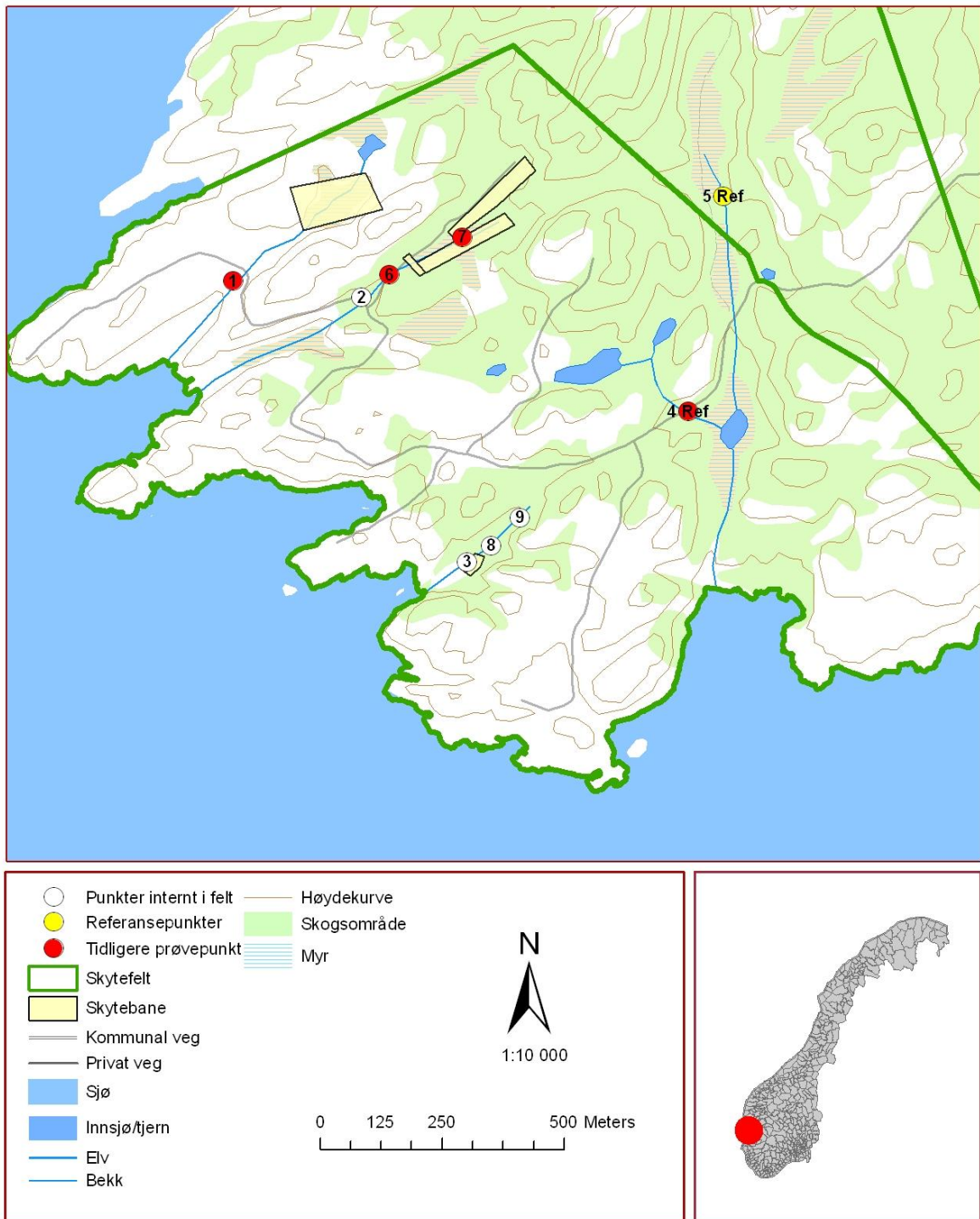
Aktivitet i feltet

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.

Tabell 1. Oversikt over prøvepunkter ved Korsnes fort i 2012. * Avrenningen er beregnet ut fra normalavrenning (1961-1990) og feltareal fra N50 kart. Fra Breyholtz mfl (2010) og Mørch (2009).

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
3	Liten bekk	Nedlagt håndgranatbane	5
5Ref	Liten bekk	Områder som ikke er berørt av forsvarets aktiviteter	32
8	Liten bekk	Oppstrøms håndgranatbane og pkt 3	
9	Liten bekk	Oppstrøms pkt 3 og 8	

Korsnes



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Korsnes fort i 2012.

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). Formålet med de nye punktene har vært å finne kildene til metallutlekking.

I 2012 ble det tatt prøver ved fem prøvepunkt (fig 1; tab 1), mot åtte prøvepunkt i 2010 - 2011. Det er prøvetatt et referansepunkt (5Ref) og fire punkt internt i feltet (pkt 2, 3, 8, 9) for å kunne måle avrenning nær feltskytebaner og i småbekker som drenerer disse. Vannprøvetakingen ble utført av Forsvarsbyggs eget personell ca 7. august og 29. oktober (mangler feltskjema og har ikke fått nøyaktig datao, datoen er satt på bakgrunn av når analysen er mottatt laboratoriet). Det ble benyttet vannhenter med teleskopstang ved prøvetaking.

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). Analysene ble utført ved akkreditert laboratorium (ALS Scandinavia). Data fra ALS Scandinavia er lastet inn i en Access database.

3. Resultater og diskusjon

Klima

Nedbør ved nærliggende Fana-Strend meteorologiske stasjon indikerer en del regn før prøvetakingen i juli, men forholdsvis beskjeden med nedbør den siste uka. Vannføringen var derfor trolig normal. Før prøvetakingen i slutten av oktober hadde det vært en del nedbør den siste uka før prøvetakingen, men rolig de siste dagene, vannføringen var derfor trolig normal også her (forbehold om at vi opererer med riktig dato).

Støtteparametere

Det er generelt ingen særlige forskjeller i vannkvalitet mellom vår og høstprøvene i 2012, med unntak av generelt noe høyere ledningsevnen om høsten, spesielt ved pkt 9. Ledningsevnen ligger mellom 5-7 mS/m. Konsentrasjonen av kalsium varierer som tidligere en del mellom prøvepunktene, med konsentrasjoner fra 1-6 mg/l. Konsentrasjonen av TOC er moderat høy, med konsentrasjoner fra 10-19 mg TOC/l. pH ligger mellom 5,8 - 7,7 og er som i 2011, lavest om høsten. Konsentrasjonen av jern er moderat lav og ligger mellom 0,3-1 mg Fe/l. Turbiditeten var generelt lav (< 2 FNU) ved prøvepunktene i feltet, og høyest på sommeren ved pkt 9 (men kun like over 2 FNU).

Sink og antimon

Konsentrasjoner av sink var med unntak ved pkt 2 som tidligere lav ved alle prøvepunktene. De noe forhøyede sinkkonsentrasjonene ved pkt 2 (21-22 µg/l; tilstandsklasse III (Andersen mfl 1997); fig 4) er allikevel lavere enn i 2011. Konsentrasjonen av antimon er som tidligere lav ved alle prøvepunktene og lavere under Drikkevannforskriftens krav på 5 µg Sb/l (Helse- og omsorgsdepartementet 2004; fig 5).

Kobber og bly

Referansepunkt

Ved 5Ref ble det i 2012 målt lave konsentrasjoner av kobber, konsentrasjonen av kobber lå under deteksjonsgrensen ($< 0,1 \mu\text{g Cu/l}$; fig 2). Som foregående år ble det kun målt moderat lave konsentrasjoner av bly ($< 1 \mu\text{g Pb/l}$; fig 3).

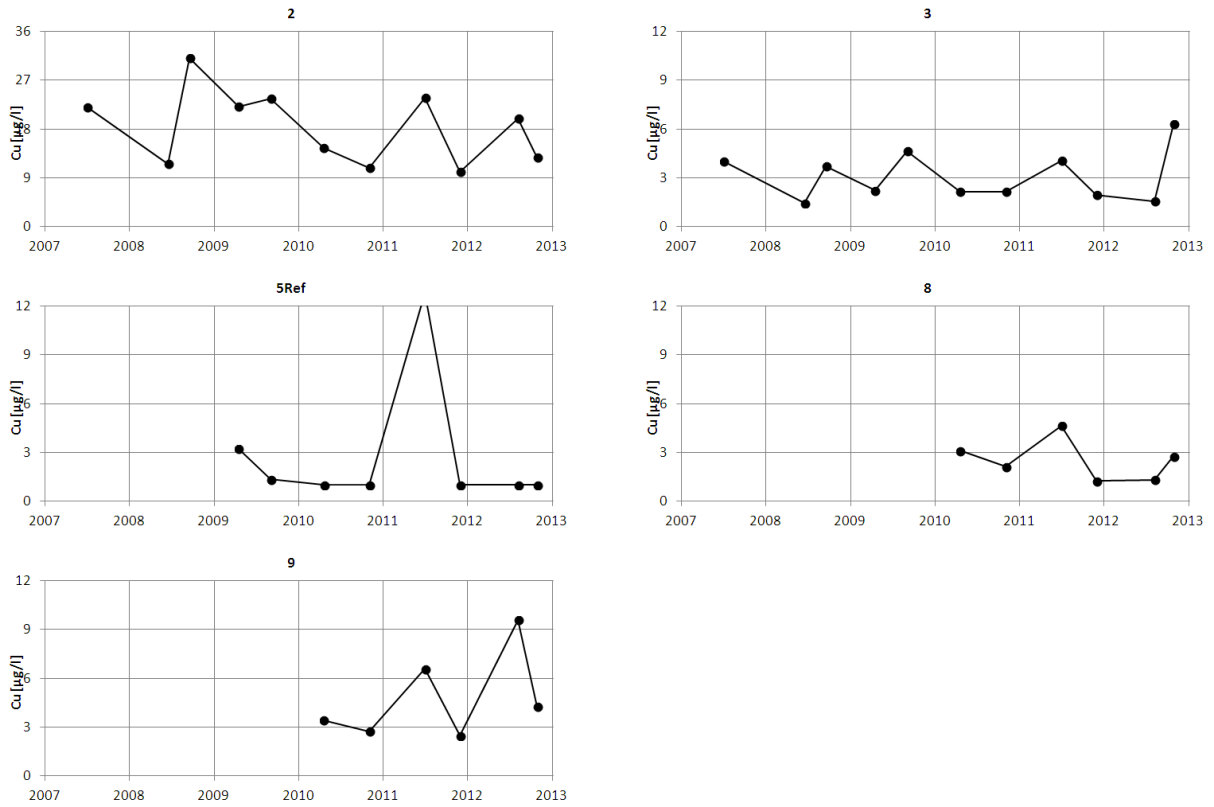
Prøvepunkter i feltet

Ved 200 m geværbane, 30 - 200 m feltbane og midlertidig pistolbane - nord i feltet
Ved pkt 2 er konsentrasjonen av kobber og bly høye (hhv $13\text{-}20 \mu\text{g Cu/l}$ og $6,5\text{-}8,8 \mu\text{g Pb/l}$, begge i tilstandsklasse V). Dette er som ved tidligere målinger for kobber, men noe lavere enn tidligere for bly.

Oppstrøms og ved nedlagt håndgranatbane - sør i feltet

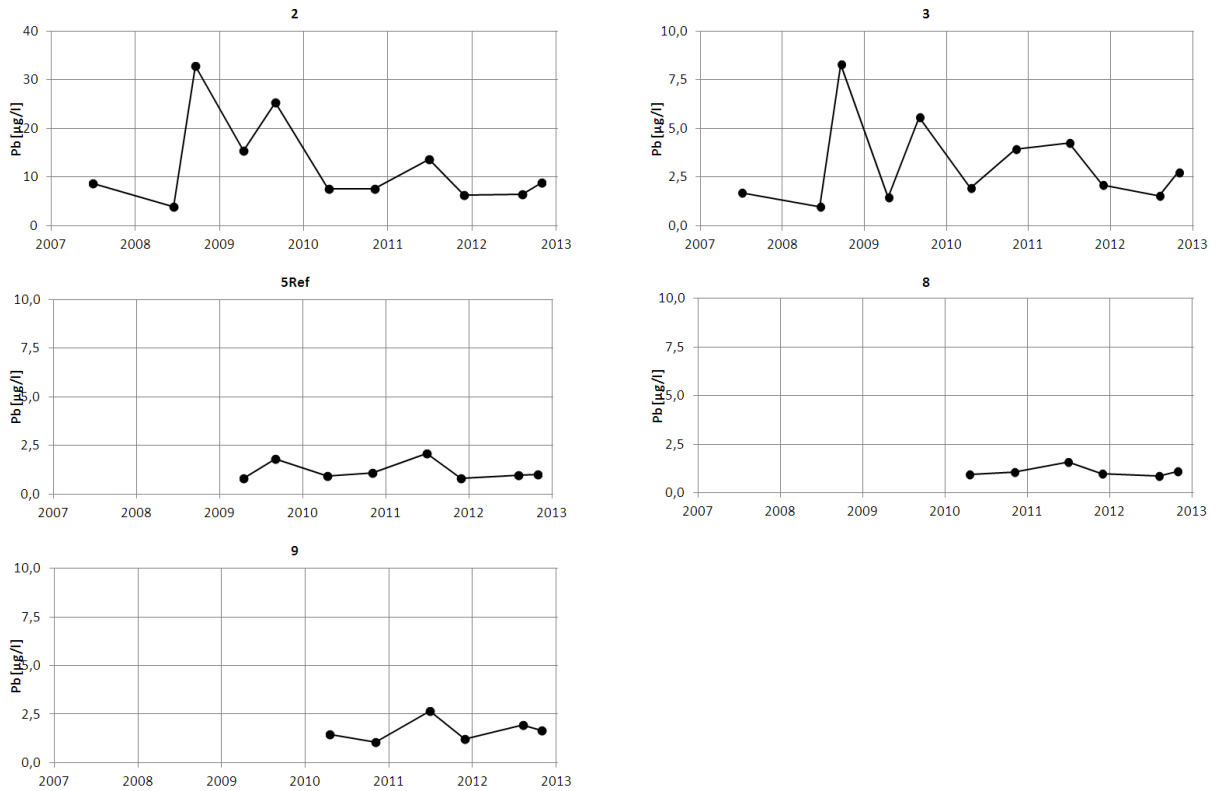
Det er tatt tre prøver (pkt 3, 8 og 9) i bekken som renner forbi håndgranatbanen, da det er mistanke om at de forhøyede metallkonsentrasjonene i bekken ikke kommer fra banen. Resultater fra tidligere indikerte at det kunne finnes en kilde til utlekking av tungmetaller oppstrøms pkt 9. Resultater fra 2012 indikerer tilsvarende, men resultatene er ikke entydige da konsentrasjonen av bly og kobber tidvis er høyest nederst i bekken ved pkt 3 (jf fig 1-3). Det måles generelt lite suspendert stoff i vannprøvene, men noe ved pkt 9 ($> 2 \text{ FNU}$ i august) som kan se ut til å ha gitt utslag i en høyere konsentrasjon av kobber ved prøvetakingen i august ved dette prøvepunktet ($9,6 \mu\text{g Cu/l}$; tilstandsklasse V).

Kobber



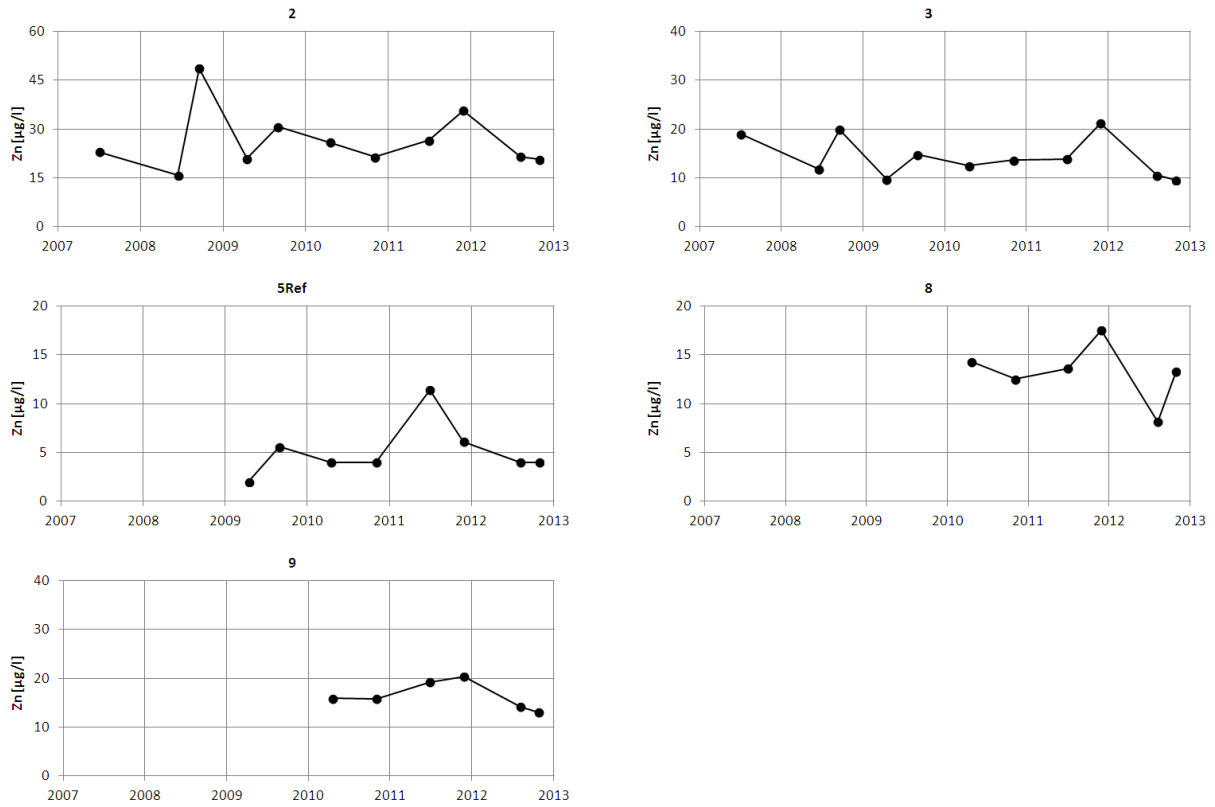
Figur 2. Analyseresultater for kobber i perioden 2007 - 2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Bly



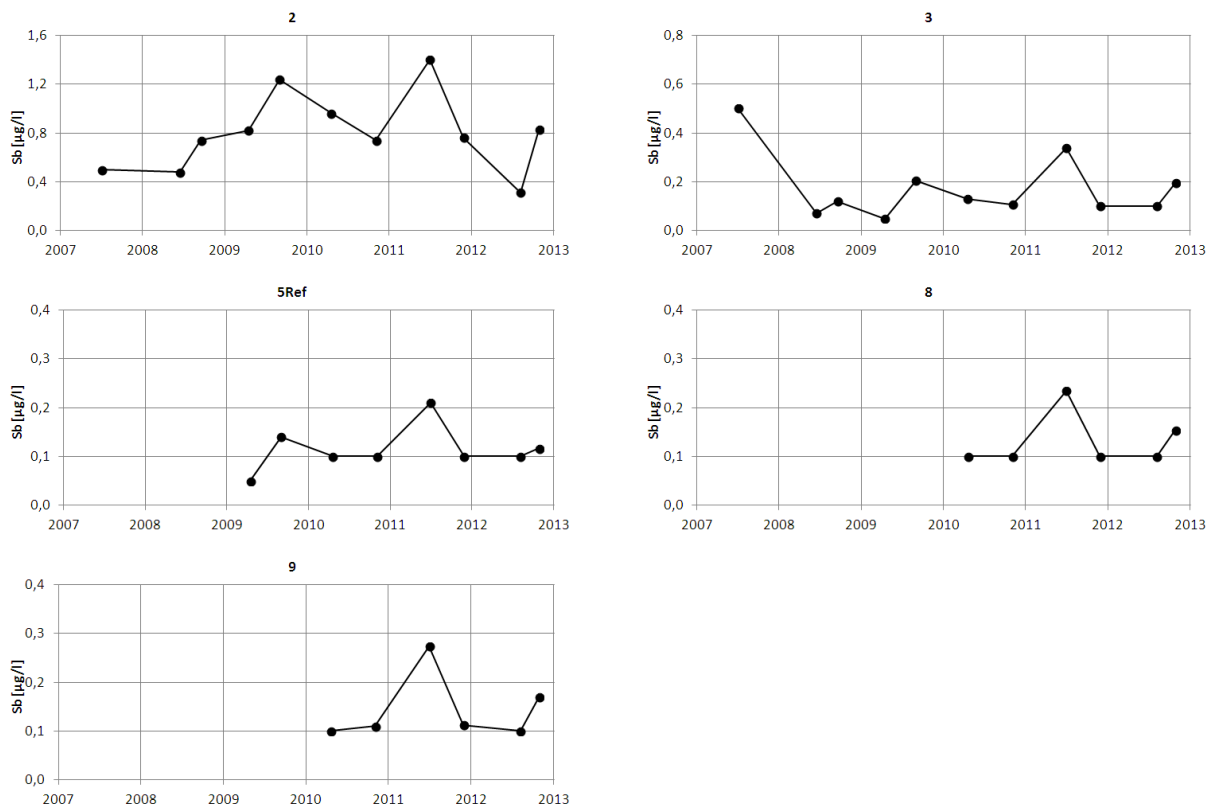
Figur 3. Analyseresultater for bly i perioden 2007 - 2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Sink



Figur 4. Analyseresultater for sink i perioden 2007 - 2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Antimon



Figur 5. Analyseresultater for antimon i perioden 2007 - 2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

4. Konklusjon og anbefalinger

Som tidligere resultater også viser er det forhøyede konsentrasjoner av kobber og bly i flere av bekkene ved Korsnes, inkl bly ved referansepunktet 5Ref og også oppstrøms håndgranatbanen ved pkt 9. Dette kan tyde på naturlig høye blykonsentrasjoner i feltet, samt ukjente tungmetallkilder i feltet.

Konsentrasjonen av kobber og bly er fremdeles høye ved pkt 2 og moderat høye ved pkt 3 og 8, konsentrasjonene er stort sett innenfor variasjonene som har forekommet de siste to årene og det er derfor ikke noen trender å spore. Måling av turbiditet er implementert i overvåkingsprogrammet og vi ser at den uvanlig høye konsentrasjonen av kobber i sommerprøven ved pkt 9 korrelerer med en noe forhøyet turbiditet. Det kan derfor hende at prøven er forstyrret av sedimenter ved prøvetaking eller at det har forekommet forstyrrelser/graving etc som har ført til økt konsentrasjon av kobber ved prøvetakingen.

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.

Kråkenesmarka

1. Innledning.....	58
Områdebeskrivelse	58
Aktivitet i feltet	58
2. Material og metode.....	61
Vannprøvetaking.....	61
Analyser	61
3. Resultater og diskusjon	62
Klima	62
Støtteparametere	62
Sink og antimon.....	62
Kobber og bly	62
4. Konklusjon og anbefalinger.....	65
Referanser	66
Vedlegg	116

1. Innledning

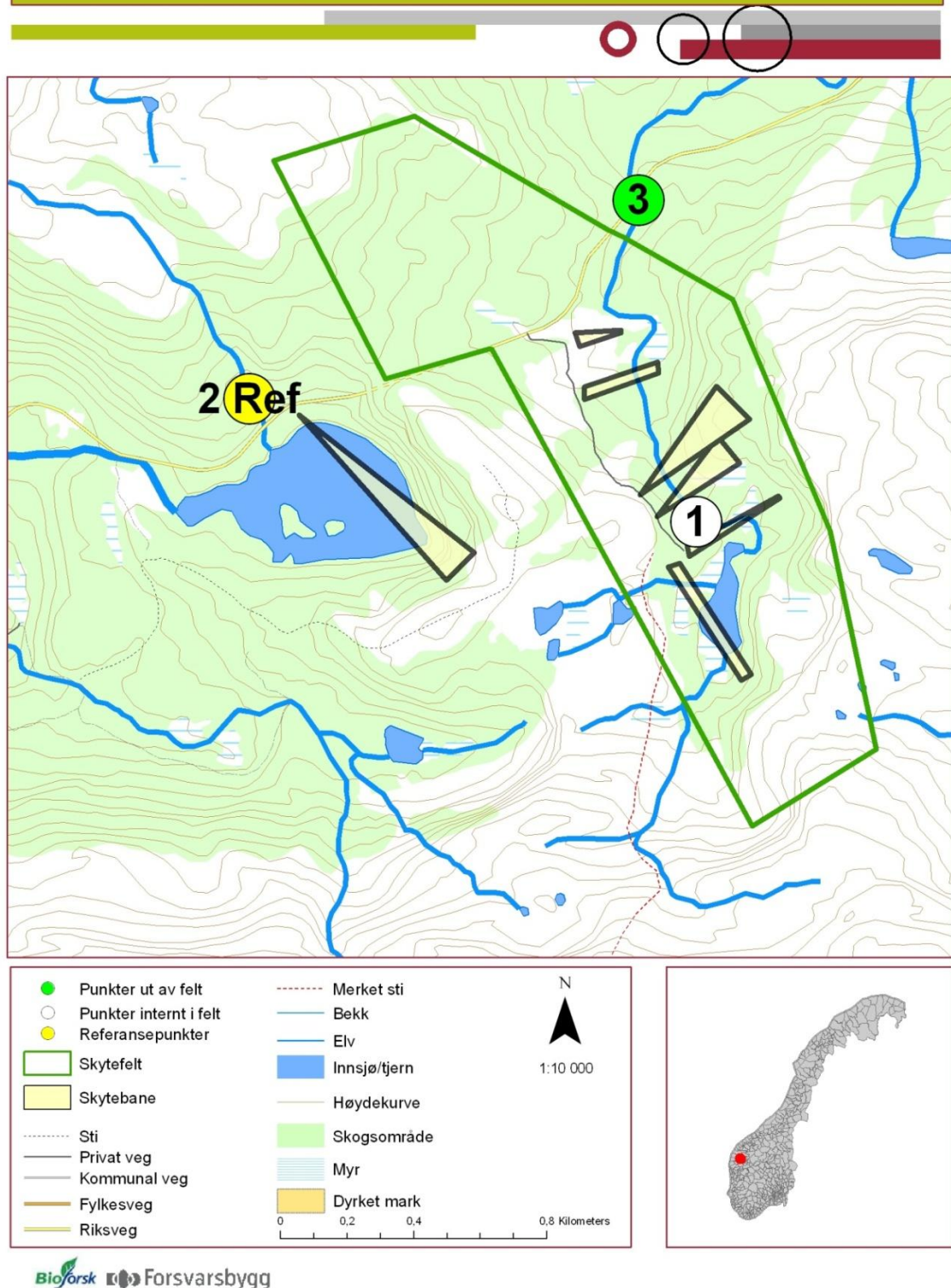
Områdebeskrivelse

Kråkenesmarka skyte- og øvingsfelt har et areal på 1 500 daa og ligger i Førde kommune i Sogn og Fjordane. Berggrunnen består hovedsakelig av diorittisk til granittisk gneis, migmatitt, samt et mindre område med granitt og grandioritt. Løsmassene i skytefeltet består tynt morenedekke og bart fjell.

Aktivitet i feltet

Feltet består av ulike skytebaner, hvor det stort sett er brukt gevær (7,62 mm), samt 12,7 mm skarp- og 21 mm øvingsammunisjon. Det er ikke bygd opp fangvoller eller baner, og det er stort sett skutt mot fjell på avstander ca 200 meter eller mer (Mørch mfl 2009). Banene ble tatt i bruk av forsvaret på slutten av 1970-tallet, og som nå har forsvaret rett til å bruke banen i inntil 50 øvingsdøgn pr. år. Det har vært liten aktivitet i feltet de seinere år.

Kråkenesmarka skytefelt



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Kråkenesmarka i 2012.

Tabell 1. Oversikt over prøvepunkter ved Kråkenesmarka. Etter Mørch mfl 2009.

Prøvepunkt (id)	Beskrivelse	Dreneringsområde	Avrenning årsmiddel (l/s)
1	Stor bekk	Bane 5 og 6	175
2Ref	Liten bekk	Bekk som ikke skal være påvirket av skytebaner	29
3	Liten elv	Like ved hovedveg, fanger opp all aktivitet fra banene 1-6 og sivile baner	297

2. Material og metode

Vannprøvetaking

Det ble gjennomført to prøverunder i juni og september både i 2007 og 2008 (Mørch mfl 2009). Det ble da etablert tre prøvepunkter (1, 2Ref og 3), som også ble prøvetatt 5. juli 2012.

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. Analysene ble utført ved akkreditert laboratorium (ALS Scandinavia). Data fra ALS Scandinavia er lastet inn i en Access database.

3. Resultater og diskusjon

Klima

Nærmeste meteorologiske stasjon at det hadde vært en del regn i området i uka før prøvetakingen, men det var likevel lav vannføring ved alle prøvepunkter ved prøvetaking.

Støtteparametere

Ledningsevnen er lav ved pkt 1 og 3 (1,2-1,8 mS/m) og moderat lav ved 2Ref (3,4 mS/m). Konsentrasjonen av TOC var lav ved pkt 1 og 2Ref (< 2 mg TOC/l) og moderat høye ved pkt 3 (8 mg TOC/l). Konsentrasjonen av jern er også lav (0,05-0,6 µg Fe/l). Konsentrasjonen av kalsium var generelt lave og lå mellom 0,4-0,9 mg Ca/l og pH lå mellom 7,2-9,3, noe som er til dels meget høyt. Det var lav turbiditet ved alle punktene (0,4 FNU).

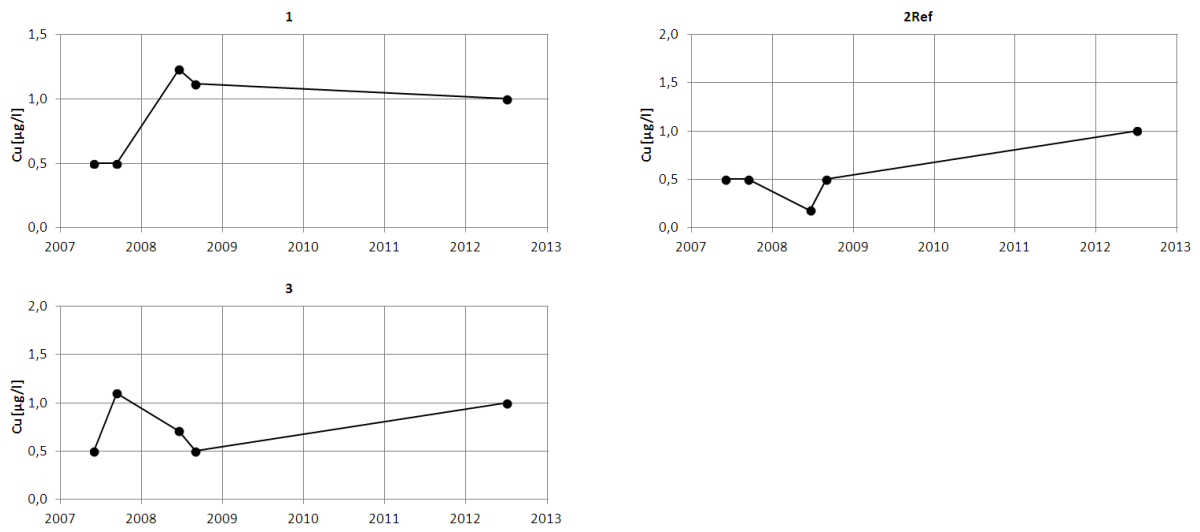
Sink og antimon

Konsentrasjoner av sink og antimon var lav og under deteksjonsgrensen ved alle prøvepunkt (< 4 µg Zn/l og < 0,1 µg Sb/l; fig 4-5). Dette er som tidligere og konsentrasjoner er med det mht sink i tilstandsklasse I (Andersen mfl 1997) og mht antimon under Drikkevannforskriftens krav på 5 µg Sb/l (Helse- og omsorgsdepartementet 2004).

Kobber og bly

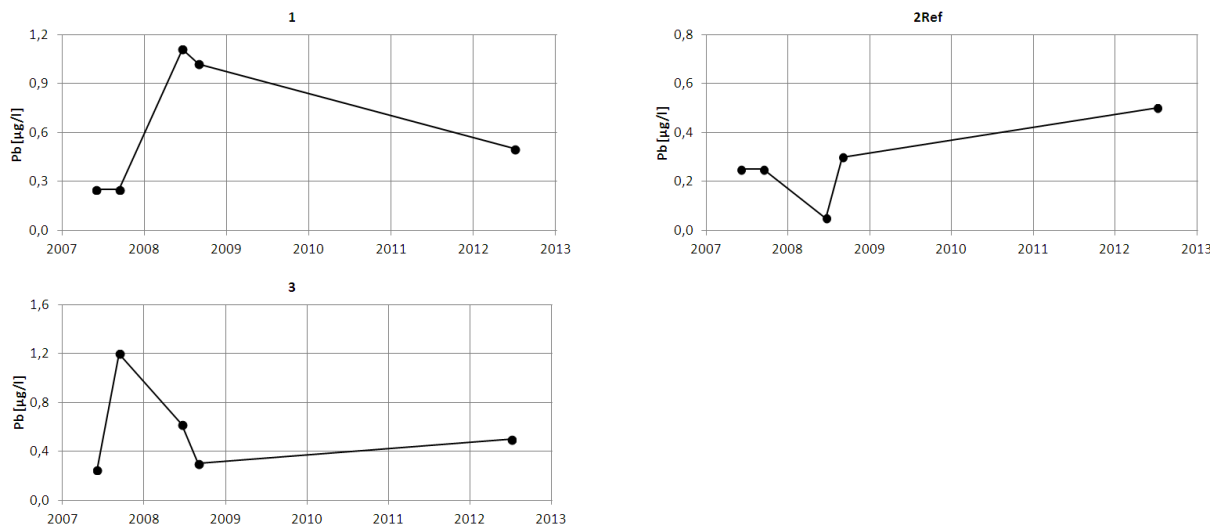
Konsentrasjonene av kobber og bly var også meget lav og under deteksjonsgrensen ved alle prøvepunkt (< 1,0 µg Cu/l og < 0,6 µg Pb/l). Dette er som tidligere (jf fig 2-3).

Kobber



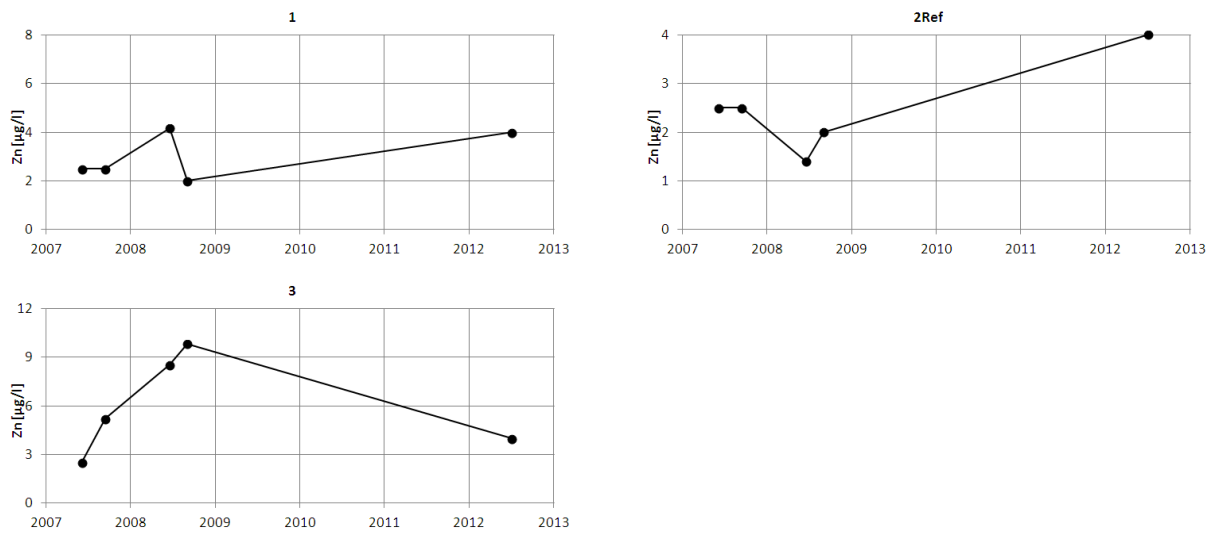
Figur 2. Analyseresultater for kobber i perioden 2007-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg.). Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Bly



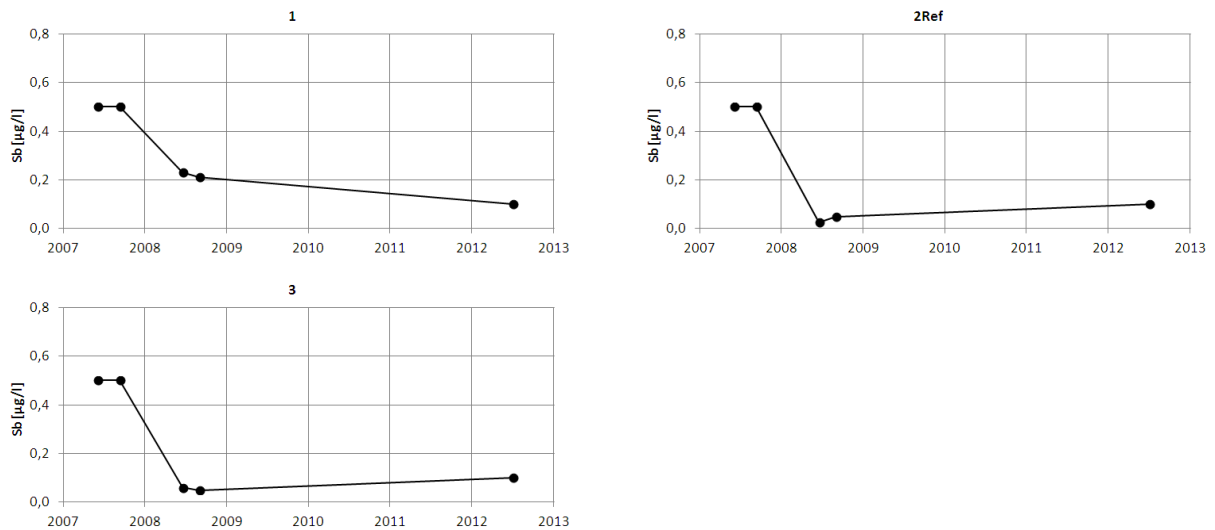
Figur 3. Analyseresultater for bly i perioden 2007-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Sink



Figur 4. Analyseresultater for sink i perioden 2007-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Antimon



Figur 5. Analyseresultater for antimon i perioden 2007-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg.

4. Konklusjon og anbefalinger

Det lekker fremdeles lite tungmetaller og antimon ut av feltet og konsentrasjonene ligger nær eller under deteksjonsgrensen for analysene. Det er til dels meget høy pH i feltet og lave konsentrasjoner av suspendert stoff i vannprøvene.

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.

Mjølfjell/Brandset

1. Innledning.....	68
Områdebeskrivelse	68
Aktivitet i feltet	68
2. Material og metode.....	71
Vannprøvetaking.....	71
Analyser	71
3. Resultater og diskusjon	72
Klima	72
Støtteparametere	72
Sink og antimon.....	72
Kobber og bly	73
Prøvepunkt internt i feltet og punkter som drenerer ut av feltet	73
4. Konklusjon og anbefalinger.....	78
Referanser	79
Vedlegg	116

1. Innledning

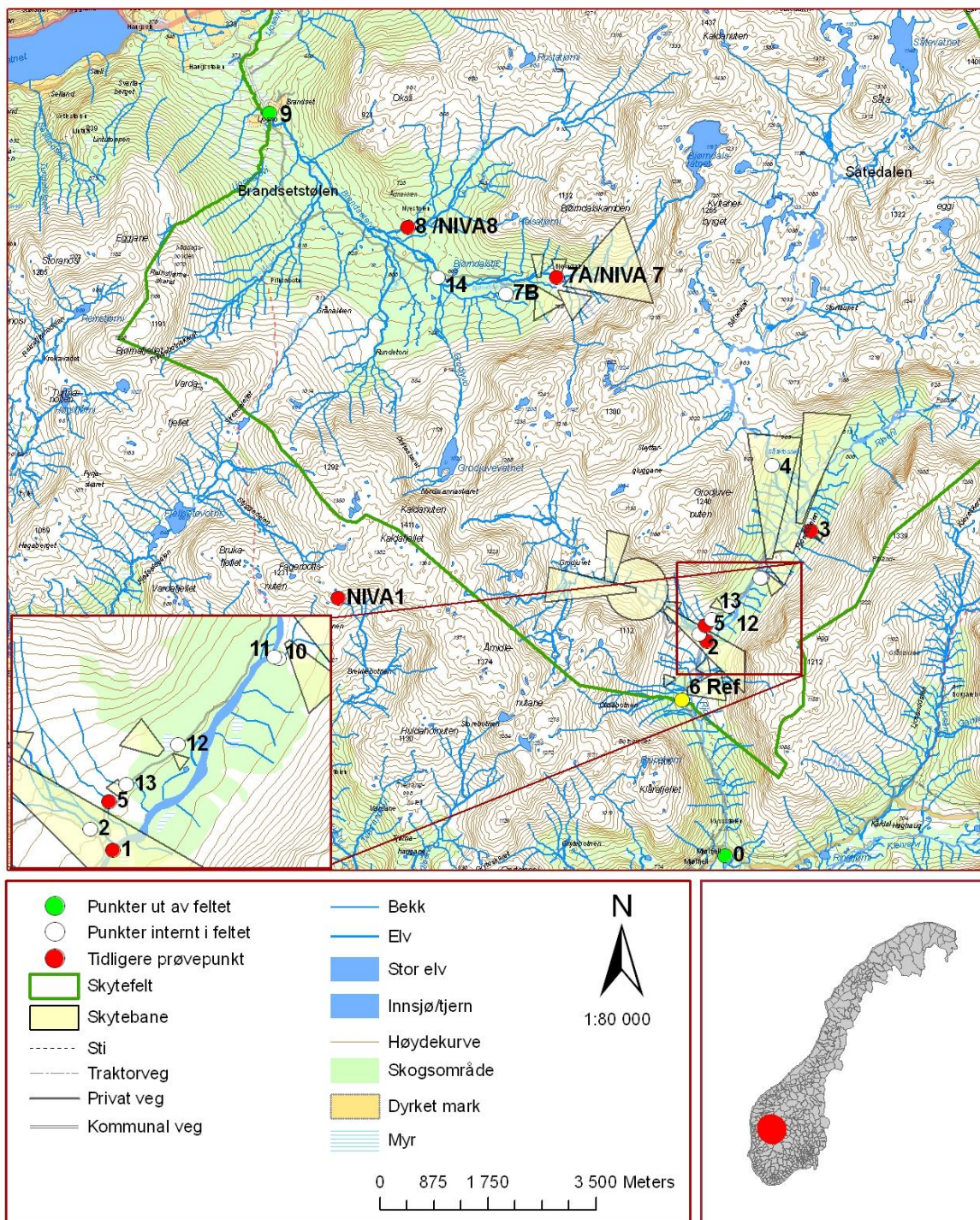
Områdebeskrivelse

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. 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.

Mjølfjell og Brandset



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Mjølfjell og Brandset i 2012.

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

Prøvepunkt (id)	Beskrivelse	Dreneringsområde	Avrenning årsmiddel (l/s)	Kommentar
Mjølfjell				
0	Stor elv	Hele Mjølfjell	9000	Punkt ut av felt i Rjoåni
2	Middels elv	Skytebaner 5, 6, 17a, 17b og 19	900	
4	Stor elv	Såtefoss, øverst i feltet	2300	
6Ref	Stor Bekk	Utkanten av feltet	100	Referanse
10	Liten bekk	Bane 8 og 9		Nytt punkt i 2012
11	Stor elv	Øvre del av Rjoåni		Nytt punkt i 2012
12	Liten bekk	Bane 7		Nytt punkt i 2012
13	Liten bekk	Bane 6		Nytt punkt i 2012
Brandset				
7A/NIVA 7	Liten elv/myr	Bane 22, 23 og 24	450	Fra Bjørndalsvatnet
7B	Liten bekk	Mulig påvirkning fra bane 21, 25 og 26	3	Østlig del med flere mindre bekker/sig
9	Stor elv	Hele Brandsetdalen	2750	Brandsdalselvi
14		Bjørndalselvi, nedstrøms 7A og 7B		Nytt punkt 2012

2. Material og metode

Vannprøvetaking

I 2012 ble det tatt ut vannprøver ved Mjølfjell 5. september og i Brandset 14. november. Ved prøvetakingen i Mjølfjell hadde det vært regn de to siste ukene før prøvetakingen, men opphold ved prøvetaking. Vannføringen var høy ved alle prøvepunktene i Mjølfjell. Ved Brandset hadde det vært en del nedbør i ukene før prøvetaking, men opphold under selve prøvetakingen. Det var også her høy vannføring ved alle prøvepunktene.

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. Analysene ble utført ved akkreditert laboratorium (ALS Scandinavia). Data fra ALS Scandinavia er lastet inn i en Access database.

3. Resultater og diskusjon

Klima

Værtypen i tiden før prøvetaking i juni var varierende, generelt lite nedbør, men til dels mye nedbør den siste uken. Ved prøvetaking var det lettskyet pent, og vannføringen var normal ved alle prøvepunktene. I tiden før prøvetaking i oktober var værtypen dominert av til dels mye nedbør. Ved prøvetaking var det oppholdsvær og vannføringen var normal ved pkt 1 og 2, og høy ved pkt 3.

Støtteparametere

Det er generelt ingen særlige forskjeller i vannkvalitet mellom vår og høstprøvene, og heller ikke mellom prøvepunkt i 2012. Ledningsevnen i feltet er lav og ligger mellom 1-2 mS/m. Konsentrasjonen av kalsium og TOC er lave, hhv < 1,0 mg Ca/l og < 0,5-1,0 mg TOC/l. pH er med det moderat høy og mellom 6,5-7,0 ved samtlige prøvepunkt. Konsentrasjonen av jern er lav (< 0,05 mg Fe/l). Konsentrasjonen av suspendert stoff (målt som turbiditet) er lav og < 0,6 FNU ved alle prøvepunkt.

Sink og antimon

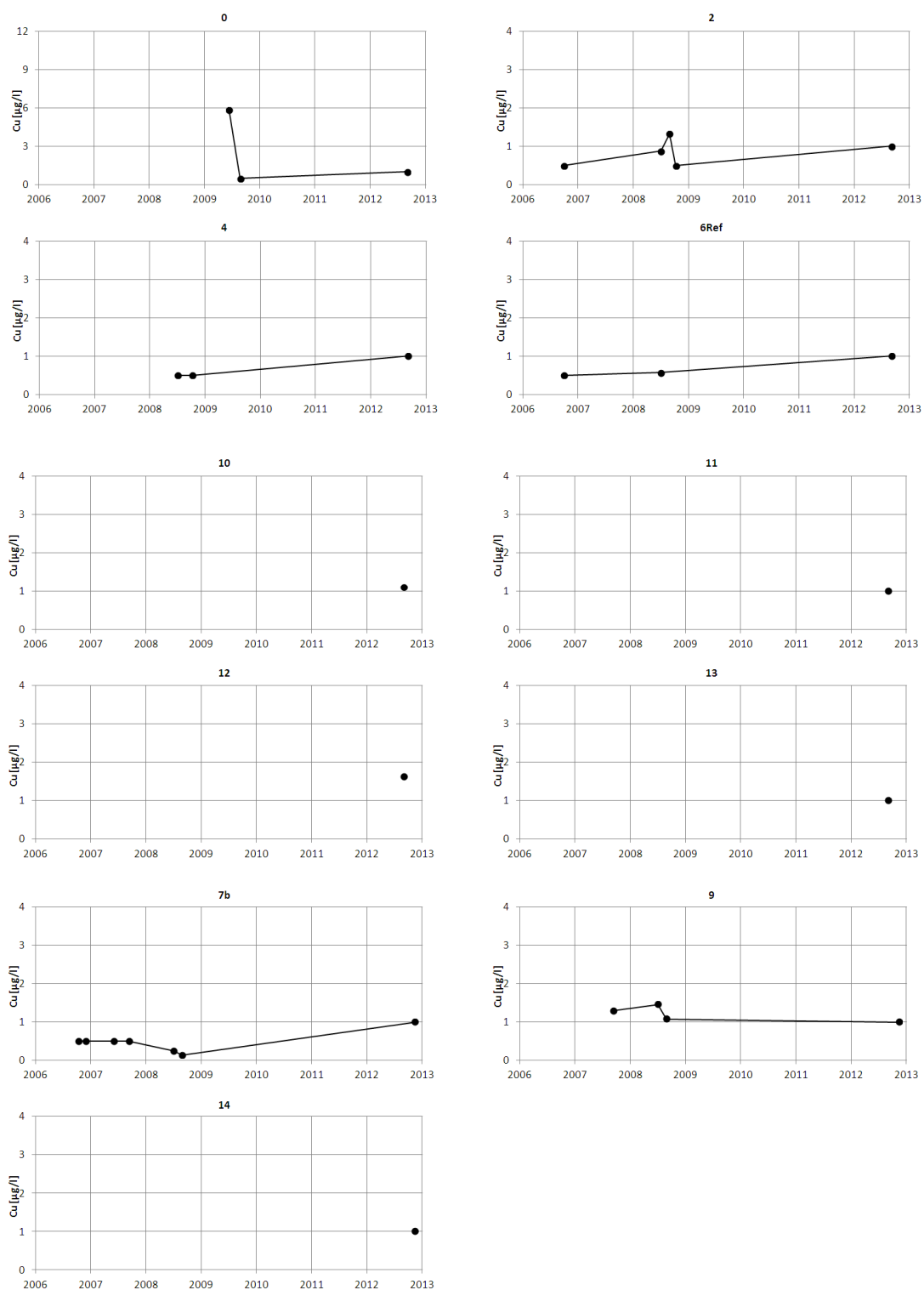
Konsentrasjoner av sink og antimon er meget lave og nær eller under deteksjonsgrensene for analysene < 4 µg Zn/l og < 0,1 µg Sb/l. Dette er som tidligere og dvs tilstandsklasse I for sink (Andersen mfl 1997), samt at konsentrasjoner mht antimon er under Drikkevannforskriftens krav på 5 µg Sb/l (Helse- og omsorgsdepartementet 2004).

Kobber og bly

Prøvepunkt internt i feltet og punkter som drenerer ut av feltet

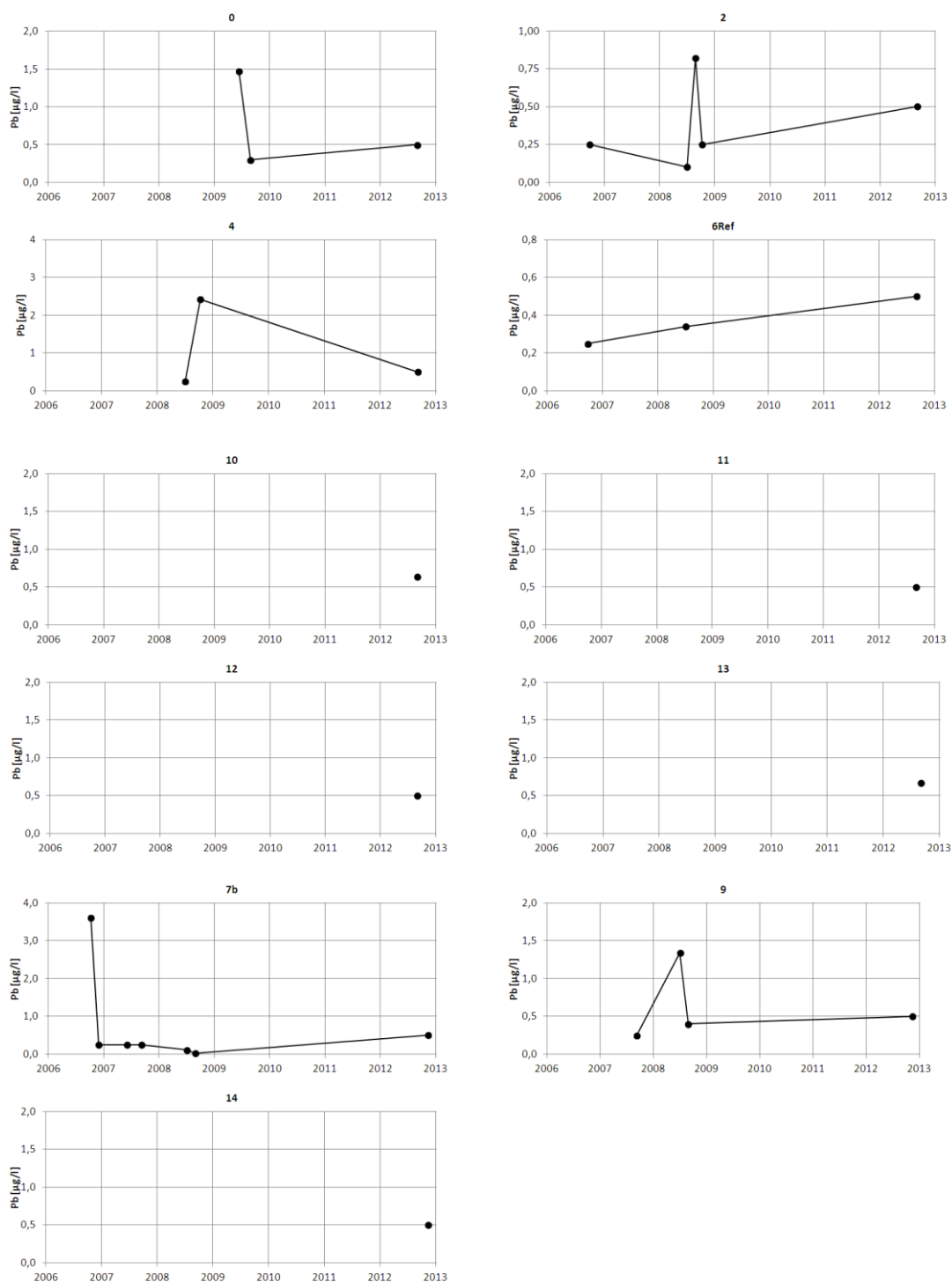
Feltet preges av vann med meget lave konsentrasjoner av organisk materiale og moderat høy pH, samt lite turbiditet og trolig lite erosjon. Det lekker også meget lite av tungmetaller og antimon ut, både fra internt i feltet og ut av feltet. Konsentrasjonen av tungmetaller er som den naturlige bakgrunnskonsentrasjonen og er nær eller under deteksjonsgrensen for analysene (1,0 µg Cu/l, 0,5 µg Pb/l, 4 µg Zn/l og 0,1 µg Sb/l) ved alle prøvepunkter i 2012. Dette er som tidligere og det er ingen trender som tyder på endring mht utlekking.

Kobber



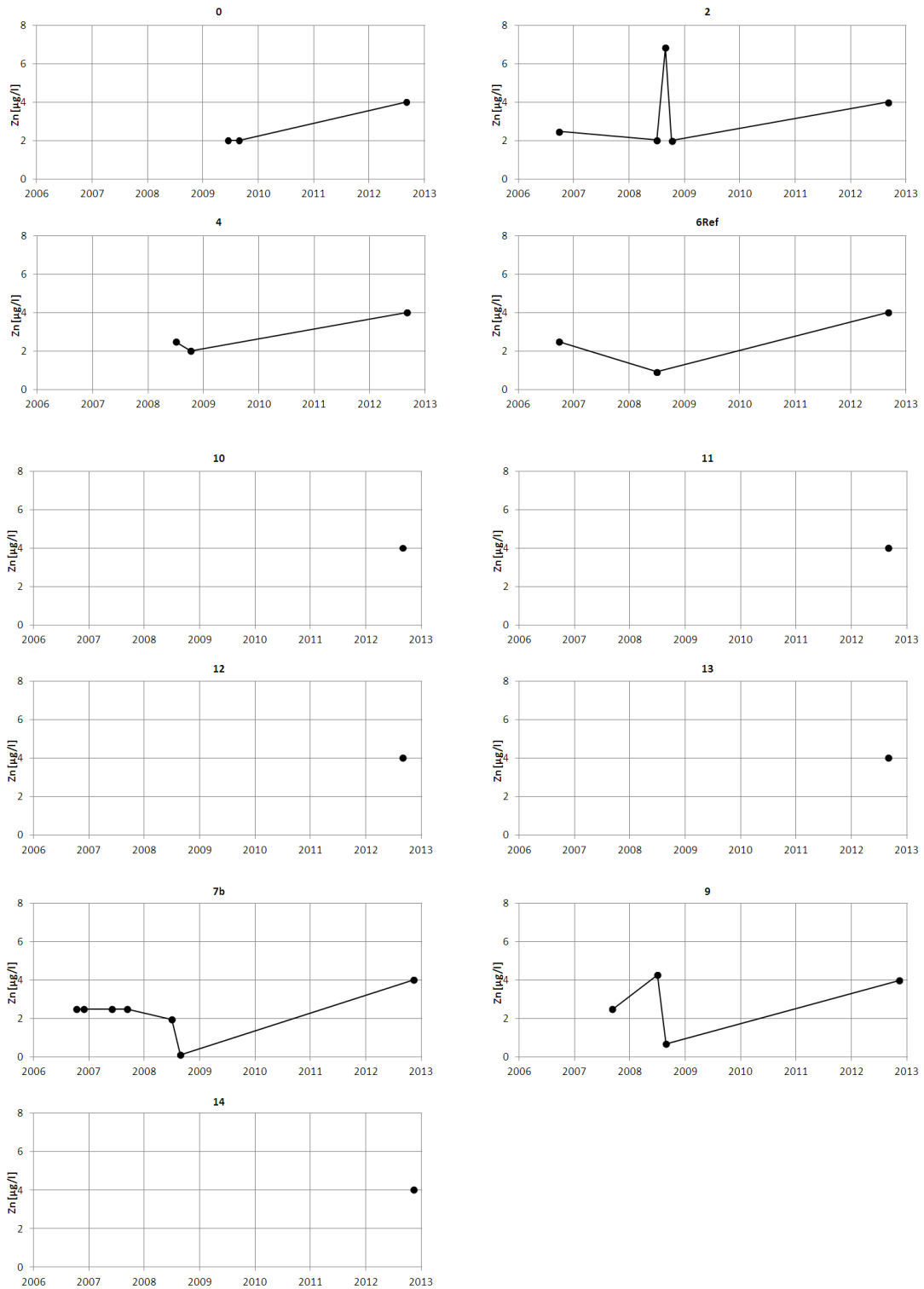
Figur 2. Analyseresultater for kobber i perioden 2006-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg.). Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Bly



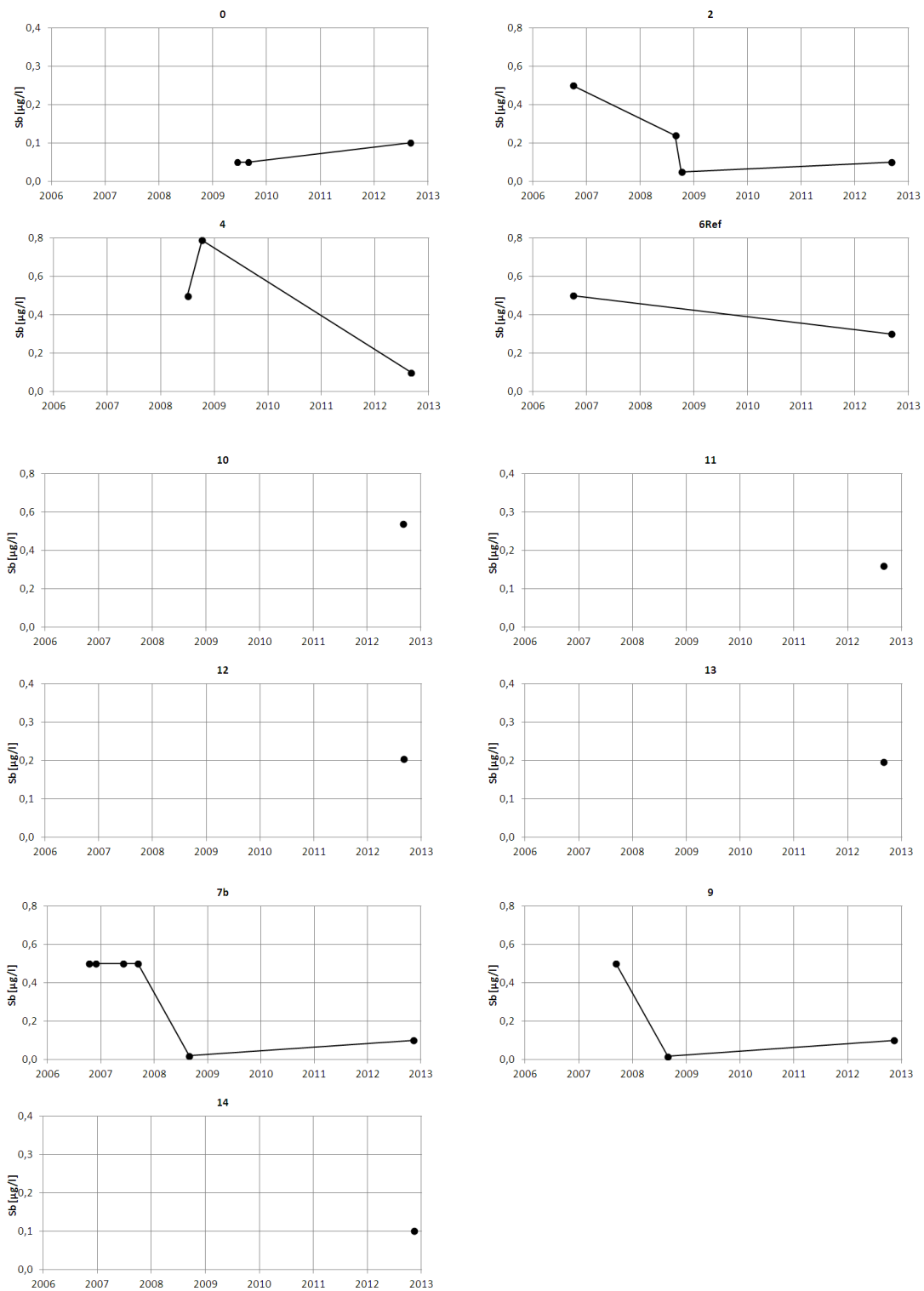
Figur 3. Analyseresultater for bly i perioden 2006-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjongrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Sink



Figur 4. Analyseresultater for sink i perioden 2006-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Antimon



Figur 5. Analyseresultater for antimon i perioden 2006-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

4. Konklusjon og anbefalinger

Det lekker lite tungmetaller og antimon ut fra feltet, både internt i feltet og ut av feltet. Konsentrasjonen av tungmetaller er som den naturlige bakgrunnskonsentrasjonen og er ved deteksjonsgrensen for analysene (kobber, bly, sink og antimon) ved alle prøvepunkter i 2012. 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 vannforurensing. 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.

Sikveland/Jolifjell

1. Innledning.....	81
Områdebeskrivelse	81
Aktivitet i feltet	81
2. Metode	84
Vannprøvetaking.....	84
Analyser	84
3. Resultat og diskusjon.....	85
Klima	85
Støtteparametere	85
Sink og antimon.....	85
Kobber og bly	86
Referansepunkt.....	86
Prøvepunkt som drenerer internt i feltet	86
4. Konklusjon og anbefaling	89
Referanser	90
Vedlegg	116

1. Innledning

Områdebeskrivelse

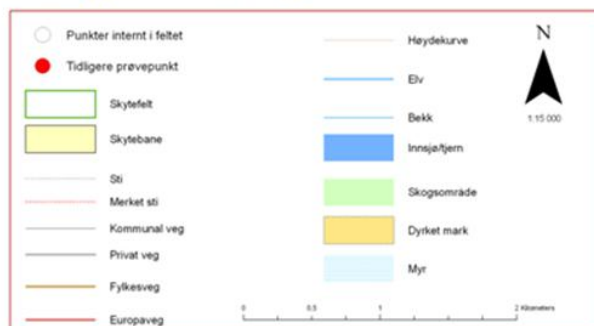
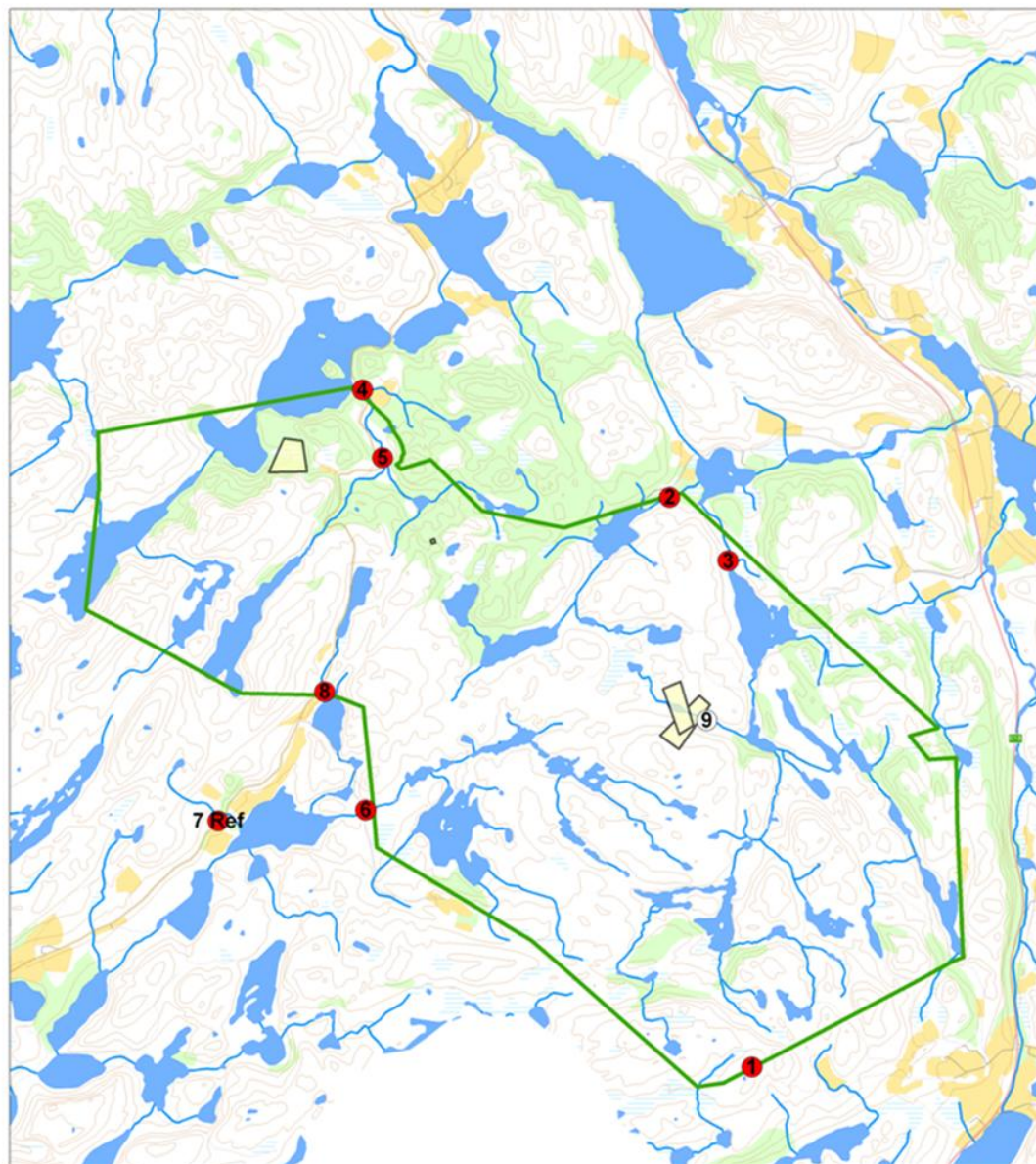
Skytefeltet er forholdsvis stort og dekker et areal på om lag 2,5 km². Feltet ligger i Gjesdal kommune i Rogaland. Det er noe usikkert når feltet ble tatt i bruk og hvor mange baner som har vært brukt. I dag er kun deler av feltet i bruk.

Skytefeltet består av utmark og fjell, hvor berggrunnen består av diorittisk til granittisk gneis og migmatitt. Det er en del bart fjell og ellers stedvis dekket av torv/myr og tynn morene.

Aktivitet i feltet

Hovedbruker er Heimevernet med HV-08 og IR-8 (nå nedlagt). I Mørch mfl 2009 er det oppgitt følgende bruk av feltet: Det er blitt skutt med håndvåpen 7,62 mm og 9 mm, i tillegg er det skutt med 12,7 mm mitraløse. Det ble også brukt krumbanevåpen som for eksempel BK på banen ved prøvepunkt 3. Banene som benyttes i dag er Bane C1 og C2 på disse banene benyttes det i dag følgende våpen AG 3, 12,7 mm og RFK. Det er ikke etablert noen kulefangere av sand, all skyting foregår mot et etablert blindgjengerfelt. Det skytes mot skiver i terrenget blant annet mot fjell. Bruken av feltet er kun sporadisk.

Sikveland/Jolifjell



Figur 1. Prøvepunkter ved Sikveland/Jolifjell 2012.

Tabell 1. Oversikt over prøvepunkter ved Sikveland/Jolifjell prøvetatt i 2012.

Prøvepunkt (id)	Beskrivelse	Dreneringsområde	Avrenning årsmiddel (l/s)	Kommentar
9	Stor bekk mellom Store- og Lille Jolifjellet, med utløp i Jolivatnet.	Bane C1 og C2		Nytt punkt i 2012

2. Metode

Vannprøvetaking

Det ble etablert 8 prøvestasjoner i 2007 (Mørch mfl 2009), men disse er ikke prøvetatt i 2012. Det ble i 2012 opprettet et nytt prøvepunkt (pkt 9) som ble prøvetatt 8. juni og 11. 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). Analysene ble utført ved akkreditert laboratorium (ALS Scandinavia). Data fra ALS Scandinavia er lastet inn i en Access database.

3. Resultat og diskusjon

Klima

Ved prøvetaking i juni hadde det vært lite nedbør og tørt i ukene før prøvetakingen og det var lav vannføring ved prøvetaking. Ved prøvetakingen i oktober hadde det vært mye nedbør i ukene før prøvetaking og vannføringen var høy ved selve prøvetakingen.

Støtteparametere

Det var generelt noe mer ioner i vårprøvene ved pkt 9 enn i høstprøvene i 2012. Ledningsevnen ligger om våren var på 5,7 mS/m og 3,4 mS/m om høsten. Det tilsier også et moderat lavt ioneinnhold. Konsentrasjonen av kalsium lå fra 0,9-3,4 mg Ca/l, mens pH er moderat høy og ligger fra 6,3-7,3. Konsentrasjonen av TOC er moderat høy med konsentrasjoner fra 3-6 mg/l, og konsentrasjonen av jern er lav og fra 0,2-0,8 mg Fe/l. Konsentrasjonen av suspendert stoff (målt som turbiditet) er lav (0,3-1,3 FNU).

Sink og antimon

Konsentrasjoner av sink var lav (4,0-5,9 µg Zn/l; tilstandsklasse I-II (Andersen mfl 1997); fig 4). Konsentrasjonen av antimon var meget lav og kun noe over 0,1 µg Sb/l. Drikkevannforskriftens har krav på 5 µg Sb/l (Helse- og omsorgsdepartementet 2004), mens kravet til WHO er satt til 20 µg/l.

Kobber og bly

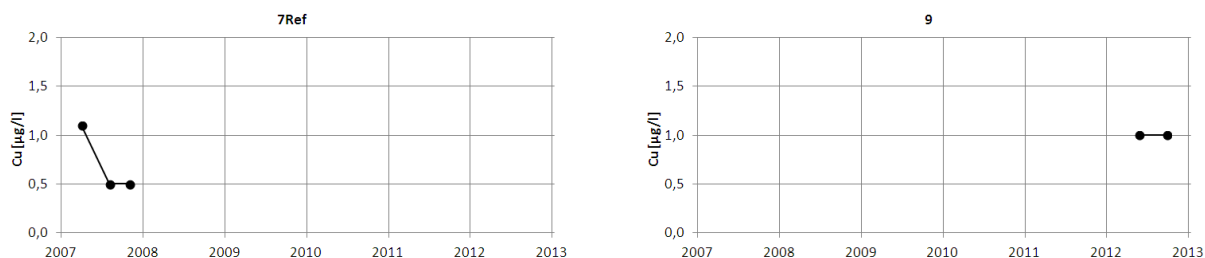
Referansepunkt

For å få en viss sammenlikning av nivå er målinger fra 2007 ved referansepunktet 7Ref lagt ved. Her var konsentrasjonen av både kobber og bly lav og nær deteksjonsgrensen for analysene (jf fig 2-3).

Prøvepunkt som drenerer internt i feltet

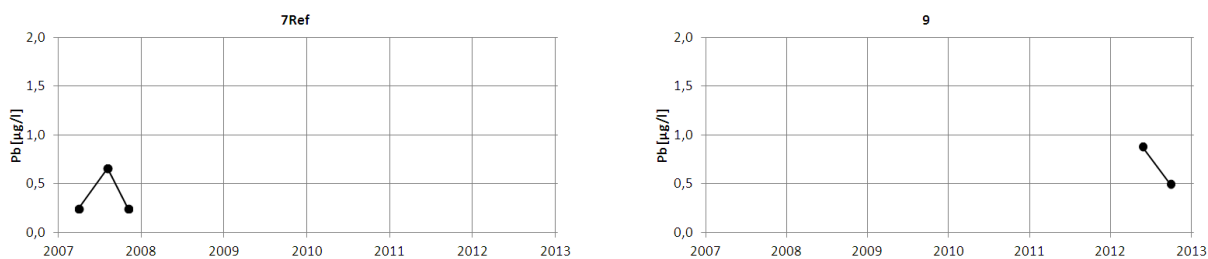
Ved pkt 9 er konsentrasjonen av kobber i 2012 under deteksjonsgrensen for analysen ($< 1 \mu\text{g Cu/l}$). Det samme er tilfellet for bly med konsentrasjoner fra under deteksjonsgrense ($< 0,5 \mu\text{g Pb/l}$) til $0,9 \mu\text{g Pb/l}$. Dette tilsvarer tilstandsklasse II.

Kobber



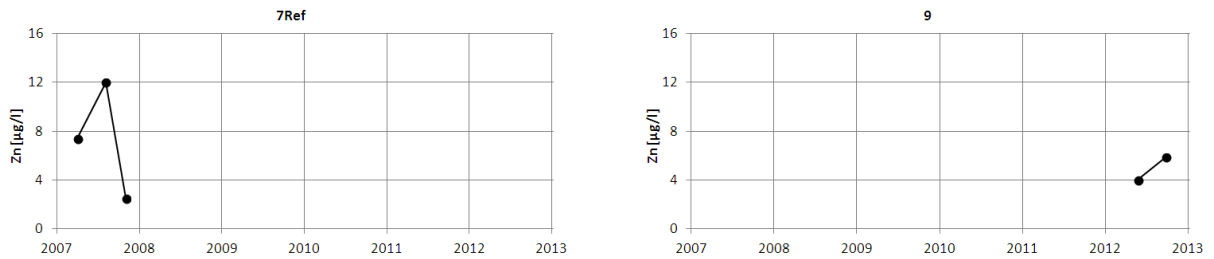
Figur 2. Analyseresultater for kobber i perioden 2007-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg.

Bly



Figur 3. Analyseresultater for bly i perioden 2007-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg.

Sink



Figur 4. Analyseresultater for sink i perioden 2007-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg.

Antimon



Figur 5. Analyseresultater for antimon i perioden 2007-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg.

4. Konklusjon og anbefaling

Konsentrasjonen av tungmetaller og antimon var i 2012 lav ved pkt 9 som drenerer til Jolivatnet. Konsentrasjonen ligger nær deteksjonsgrensen for kobber, bly, sink og antimon, og er på nivå med den naturlige bakgrunnskonsentrasjonen fra feltet.

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.

Ulven

1. Innledning.....	92
Områdebeskrivelse	92
Aktivitet i feltet	92
2. Material og metode.....	95
Vannprøvetaking.....	95
Analyser	95
3. Resultater og diskusjon	96
Klima	96
Støtteparametere	96
Sink og antimon.....	96
Kobber og bly	97
Prøvepunkt internt i feltet	97
Prøvepunkt som drenerer ut av feltet	97
4. Konklusjon og anbefalinger.....	100
Referanser	101
Vedlegg	116

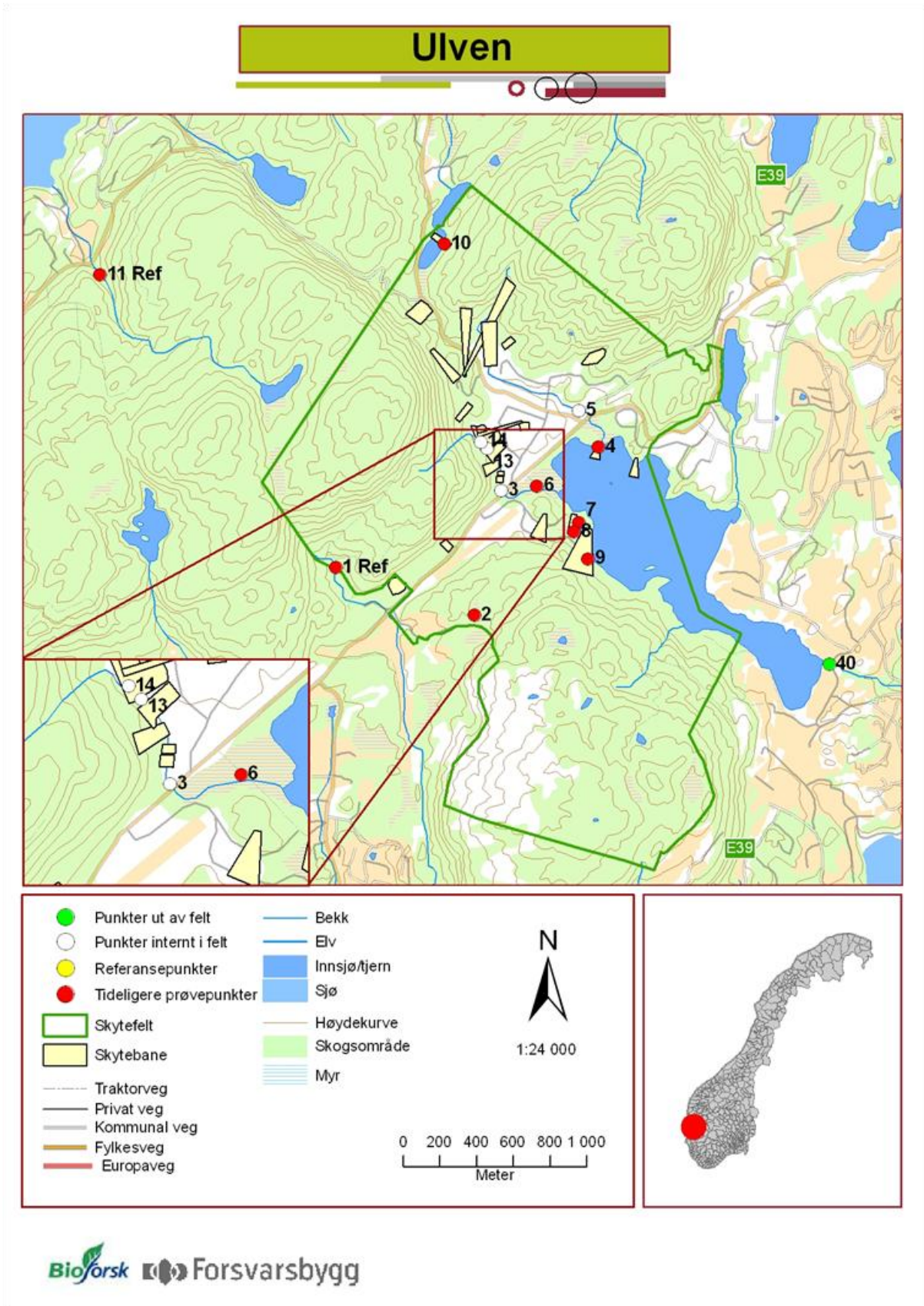
1. Innledning

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 2012.

Tabell 1. Oversikt over prøvepunkter på Ulven. * Avrenningen er beregnet ut fra normalavrenning (1961-1990) og feltareal fra N50 kart. Det meste av data fra Breyholtz mfl (2010).

Prøvepunkt (id)	Beskrivelse	Avrenning* Årsmiddel (l/s)	Dreneringsområde	Kommentarer
3	Liten bekk	25	Bane 7-11 og terreng rundt sivil skytebane, bane 12.	Tvers ovenfor flyplassen.
5	Liten bekk	65	Bane 20 og 16 og sivile felt-banemålområder, samt leir-området.	Delvis i lukket kanal og rør gjennom leir og baneområder. Renner ut i Ulvenvatnet.
13	Liten bekk	21	Slambasseng, nedstrøms bane 10/11.	Vann fra Ulvenfjellet.
14	-	-	-	Tørt ved prøvetaking
40	-	-	Hele feltet	Etablert 2012 i utløpet av Ulvenvannet.

2. Material og metode

Vannprøvetaking

Tungmetallavrenningen har vært overvåket ved Ulven skytefelt siden 2007 (Breyholtz mfl 2010; Haaland og Gjemlestad 2011). I 2012 ble det tatt ut prøver ved fire prøvepunkter, 3, 5, 13 og 40 (fig 1; tab 1). Pkt 40 er nyetablert ved utløpet av Ulvenvatnet. Det ble kun tatt ut en vannprøve, 30. juli. Det ble benyttet vannhenter med teleskopstang ved prøvetaking. Det er utført arbeider ved en av kulefangerene i feltet.

Analyser

Det har blitt analysert for bly, kobber, sink og antimon i ufiltrede prøver, samt for støtteparameterne naturlig organisk materiale (analysert som totalt organisk karbon, TOC), pH, ledningsevne, kalsium, jern og suspendert stoff (via turbiditet). Analysene ble utført ved akkreditert laboratorium (ALS Scandinavia). Data fra ALS Scandinavia er lastet inn i en Access database.

3. Resultater og diskusjon

Klima

Ved prøvetaking 30. juli hadde det vært mye nedbør i måneden før, men med mindre nedbør den siste uken. Ved prøvetaking var det opphold og lav vannføring ved prøvepunktene.

Støtteparametere

Ledningsevnen var moderat høy og lå mellom 5,6-14,2 mS/m. Konsentrasjonen av kalsium er ofte moderat høy ligger mellom 2,6-10,7 mg Ca/l og konsentrasjonen av TOC var moderat lav (2,1-3,6 mg TOC/l). pH er høy og ligger mellom 7,0-7,2. Konsentrasjonen av jern var lav og lå under 0,3 mg Fe/l. Det er generelt lav turbiditet i feltet < 1 FNU (> 2 FNU ved pkt 13).

Sink og antimon

Konsentrasjoner av sink var lav ved alle prøvepunkt (tilstandsklasse I-II), og det er ingen markante endringer. Det kan se ut til at konsentrasjonen av sink har stabilisert seg på et noe høyere nivå enn tidligere ved pkt 5, og et noe lavere nivå enn tidligere ved pkt 13 i forhold til tidligere (jf fig 4). Konsentrasjonen av antimon var som tidligere lav ved pkt 5 (< 2 µg Sb/l). Konsentrasjonen er også lav ved pkt 40 (0,1 µg Sb/l) og ved pkt 13 (5 µg Sb/l), mens konsentrasjonen som tidligere ligger på et noe høyere nivå ved pkt 3 (9 µg Sb/l; fig 5). Dette er også 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.

Kobber og bly

Referansepunktet ble ikke prøvetatt i år, da det ble antatt at dette var påvirket av naturlige forekomster av kobber og sink i berggrunnen i området.

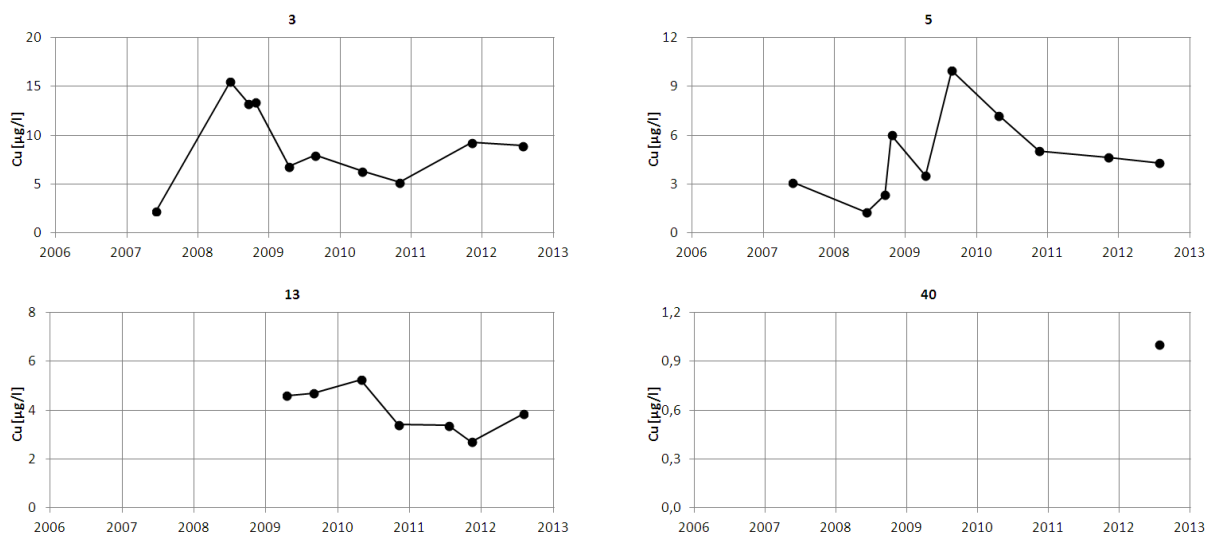
Prøvepunkt internt i feltet

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 (9 µg Cu/l) og bly (9 µg Pb/l; begge i tilstandsklasse V). Ved pkt 5 var konsentrasjonen av kobber relativt høy (4 µg Cu/l; tilstandsklasse IV) og på samme nivå som tidligere. Konsentrasjonen av bly var også relativt høy (4 µg Pb/l; tilstandsklasse IV) og på nivå med tidligere målinger (fig 2). Ved pkt 13 var det til dels høye konsentrasjoner av kobber og lave konsentrasjoner av bly (hhv 4 µg Cu/l og 2 µg Pb/l). For bly ser det ut til at konsentrasjonen har stabilisert seg på et lavere nivå enn tidligere (fig 3). Ved bane 10/11 like oppstrøms prøvepunkt 13 ble det gjennomført en større opprydding i gammel forurensing og nyetablering av bane 10/11 i 2009/2010.

Prøvepunkt som drenerer ut av feltet

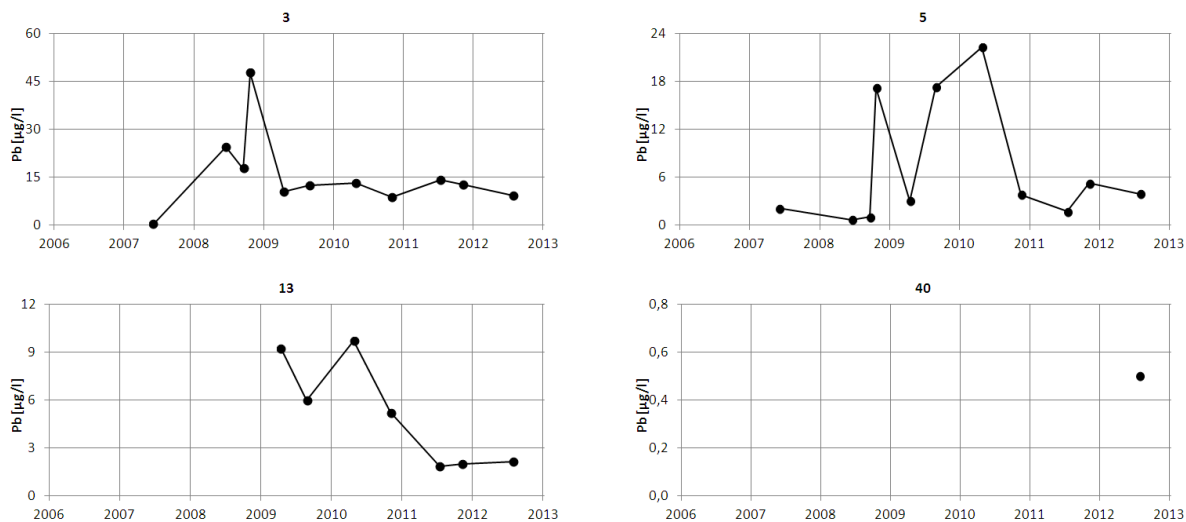
Ved det nyetablerte prøvepunkt 40, som drenerer ut av feltet, ble det i 2012 kun målt lave konsentrasjoner av kobber (< µg Cu/l) og bly (< 0,5 µg Pb/l), som er lavere enn deteksjonsgrensen for analysene. Det ble i tillegg målt lite suspendert stoff i vannprøven ved pkt 40 (0,24 FNU).

Kobber



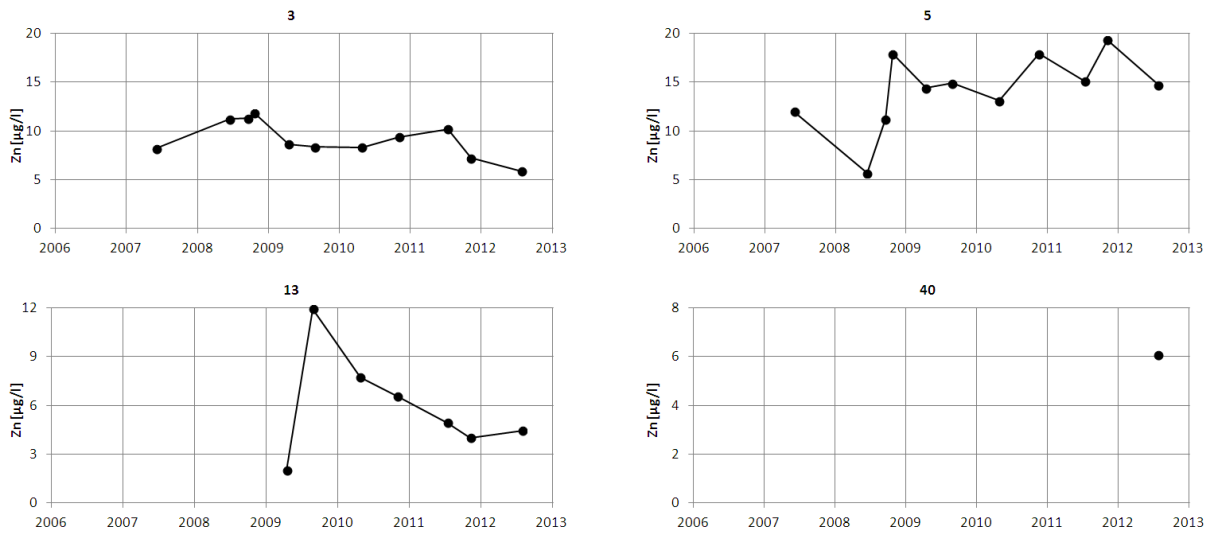
Figur 2. Analyseresultater for kobber i perioden 2007 - 2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Bly



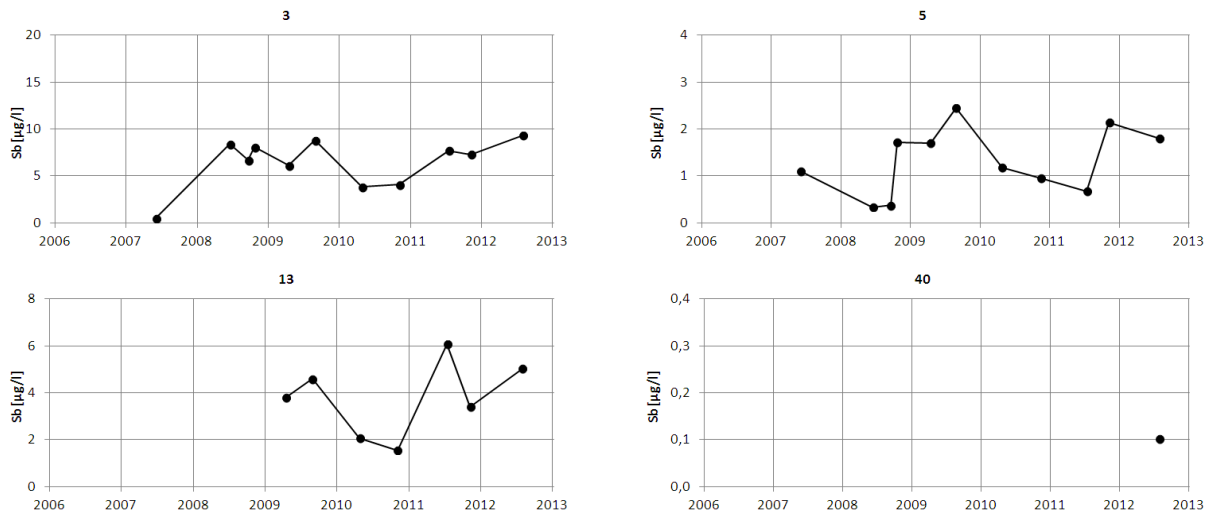
Figur 3. Analyseresultater for bly i perioden 2007 - 2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Sink



Figur 4. Analyseresultater for sink i perioden 2007 - 2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Antimon



Figur 5. Analyseresultater for antimon i perioden 2007 - 2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

4. Konklusjon og anbefalinger

Ut av feltet, ved pkt 40 i utløpet av Ulvenvatnet, er konsentrasjonen av kobber og bly lavere enn deteksjonsgrensen for analysene. Det samme gjelder for antimon (under deteksjonsgrensen for analysen) og konsentrasjonen av sink er også lav (tilstandsklasse II).

Internt i feltet der bekkene møter resipienten Ulvenvatnet, lekker det ut en del kobber og bly ut ved pkt 3 (9 µg/l; tilstandsklasse V for både bly og kobber) og ved pkt 5 (4 µg/l og tilstandsklasse IV for både bly og kobber). Det er tendenser til en nedadgående trend ved pkt 5. Det lekker derimot noe mer sink enn før ved pkt 5, men lite ved pkt 3 og markant mindre enn før ved pkt 13 (nå nær deteksjonsgrensen for analysen) som ligger et stykke oppstrøms pkt 3. Konsentrasjonen av antimon er som før 2-10 µg Sb/l, og det lekker mest ut ved pkt 3 som også viser tendenser til svak økt utlekking.

Forsvarsbygg skal oppgradere og bygge nye baner på Ulven og i denne forbindelse vil det bli fjernet en mindre mengde forurenset jord. Det vil da bli bygget nye baner med avrenningssikring. Det er allerede gjennomført noen tiltak ved flere kulefangere som trolig vil medfører redusert utlekking av tungmetaller og antimon på sikt.

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).

Vatneleiren

1. Innledning.....	103
Områdebeskrivelse	103
Aktivitet i feltet	103
2. Material og metode.....	106
Vannprøvetaking.....	106
Analyser	106
3. Resultater og diskusjon	107
Klima	107
Støtteparametere	107
Sink og antimon.....	107
Kobber og bly	108
Referansepunkt.....	108
Prøvepunkt nær skytebaner i feltet.....	108
Prøvepunkt som drenerer ut av feltet	109
4. Konklusjon og anbefalinger.....	114
Referanser	115
Vedlegg	116

1. Innledning

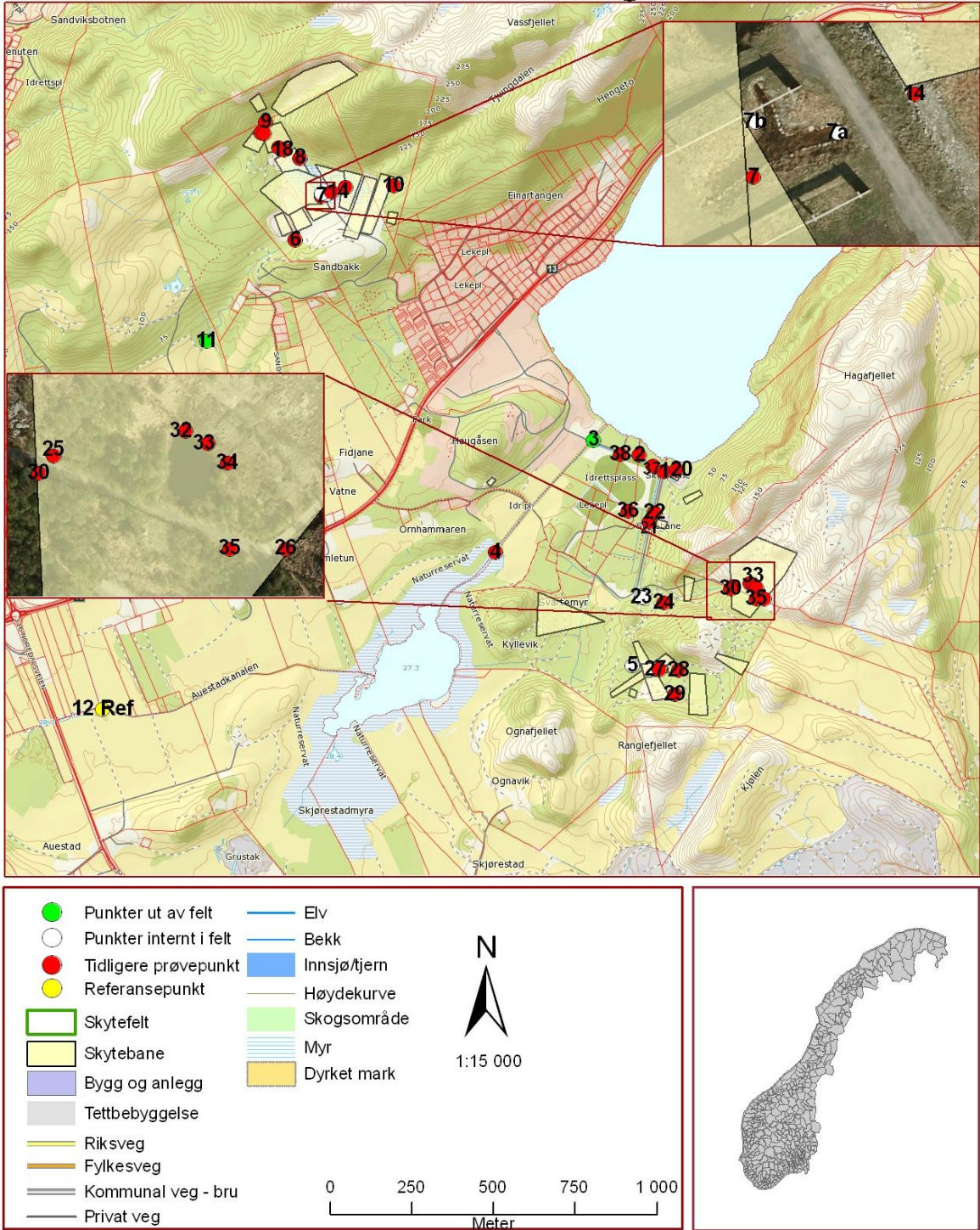
Områdebeskrivelse

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 del av torv/myr og delvis tykk morene, samt noe breelavsetning 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 ble tatt i bruk under 2. verdenskrig mellom 1940-45 og har vært i mer eller mindre kontinuerlig bruk siden. 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. Forsvaret har en samarbeidsavtale med Gann skytterlag/Rogaland skyttersamlag om bruk av banen. Leietaker ved Vatneleiren er FLO/RSF, og Heimevernet (HV-08 og rekruttskolen for HV) er hovedbrukere. Feltet brukes også av SHV kommando Vest, Flo Base Rogaland-Agder, FOH, JWC, KNM Harald Haarfagre / Rekruttskolen for Sjø- og Luftforsvaret. Politiet ved Rogaland Politidistrikt bruker feltet til øvelsesskyting. Etter Breyholtz mfl 2010.

Vatneleiren



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Vatneleiren (Svartemyr/Vatnefjell) i 2012.

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.		
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 2012 har det blitt tatt vannprøver 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 19. juni og 3. oktober. Det ble benyttet vannhenter med teleskopstang ved prøvetaking.

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). Analysene ble utført ved akkreditert laboratorium (ALS Scandinavia). Data fra ALS Scandinavia er lastet inn i en Access database.

3. Resultater og diskusjon

Klima

Værtypen i tiden før prøvetaking i juni var varierende, generelt lite nedbør, men noe regn den siste uken. Ved prøvetaking var det fint vær, og vannføringen var lav ved alle prøvepunktene. Tiden før prøvetaking i oktober var værtypen varierende, men til dels mye nedbør. Ved prøvetaking var det lettskyet oppholdsvær og vannføringen var høy ved alle prøvepunktene.

Støtteparametere

Det er generelt ingen særlige forskjeller i vannkvalitet mellom vår og høstprøvene i 2012. Ledningsevnen ligger mellom 5-30 mS/m. Konsentrasjonen av kalsium varierer en del mellom prøvepunktene, med konsentrasjoner fra 2-25 mg/l, mens pH er relativt høy ved alle punkter og ligger mellom 6,5-7,7. Konsentrasjonen av TOC er lav til moderat høy, med konsentrasjoner fra 2-17 mg/l, og konsentrasjonen av jern ligger mellom 0,1-2,0 mg/l. Konsentrasjonen av suspendert stoff (målt som turbiditet) varierer en del både mellom og ved punkter. Konsentrasjonen var i 2012 som i fjor høyest i høstprøven ved pkt 3 (30 FNU).

Sink og antimon

Konsentrasjoner av sink var som tidligere relativt lav ved alle prøvepunktene (tilstandsklasse II eller III (Andersen mfl 1997); fig 4). Konsentrasjonen av antimon varierte mellom 0,1-9,6 µg Sb/l. Dette er som tidligere analyseresultater (Breyholtz mfl 2010; Mørch mfl 2009; fig 5). Ved pkt 5 og 7b ligger konsentrasjonen av antimon over Drikkevannforskriftens krav på 5 µg Sb/l (Helse- og omsorgsdepartementet 2004), men har alltid ligget godt under kravet til WHO som har satt grensen til 20 µg/l. Ved pkt 7b var det frem til i fjor en tilsynelatende økning av antimon, men i år var igjen konsentrasjonen lav i vårprøven (fig 5).

Kobber og bly

Referansepunkt

Ved 12Ref var det i 2012 en del kobber (1,3-4,3 µg Cu/l; tilstandsklasse II-IV) og lave konsentrasjoner av bly (0,5-0,9 µg Pb/l; tilstandsklasse I-II). Dette er noe høyere for kobber i høstprøven og vesentlig lavere for bly både vår og høst enn i fjor. Vannkvaliteten er med unntak av den høye kobberkonsentrasjonen i høstprøven på nivå med tidligere målinger i 2008 ved punktet (fig 2-3). Dette tilsier en tidvis noe forhøyet bakgrunnskonsentrasjon av både kobber og bly i feltet. Det ligger næringsområder oppstrøms som kan påvirke, bl.a. lager for e-verket.

Prøvepunkt nær skytebaner i feltet

I 2012 har de fleste prøvepunktene internt i skytefeltet hatt høye konsentrasjonene av bly og kobber (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, med store svingninger spesielt av bly (fig 2-3). I 2012 var konsentrasjonen av kobber høy i både vår og høstprøven (9-13 µg Cu/l). Konsentrasjonen av bly var tilsvarende høy (5-21 µg Pb/l). Pkt 23 mottar avrenning fra de nedlagte felt C og B (tab 1; fig 1). Avrenningen fra disse feltene er betydelige med kobberkonsentrasjoner mellom 8,2-9,6 µg Cu/l µg/l og bly på om lag 14,5 µg Pb/l i 2012. Nivåene har vært tilsvarende ved tidligere med en tilsynelatende nedgang i konsentrasjonen av bly, men ligger i 2012 noe over nivået fra i fjor (fig 3).

Vatnefjellet

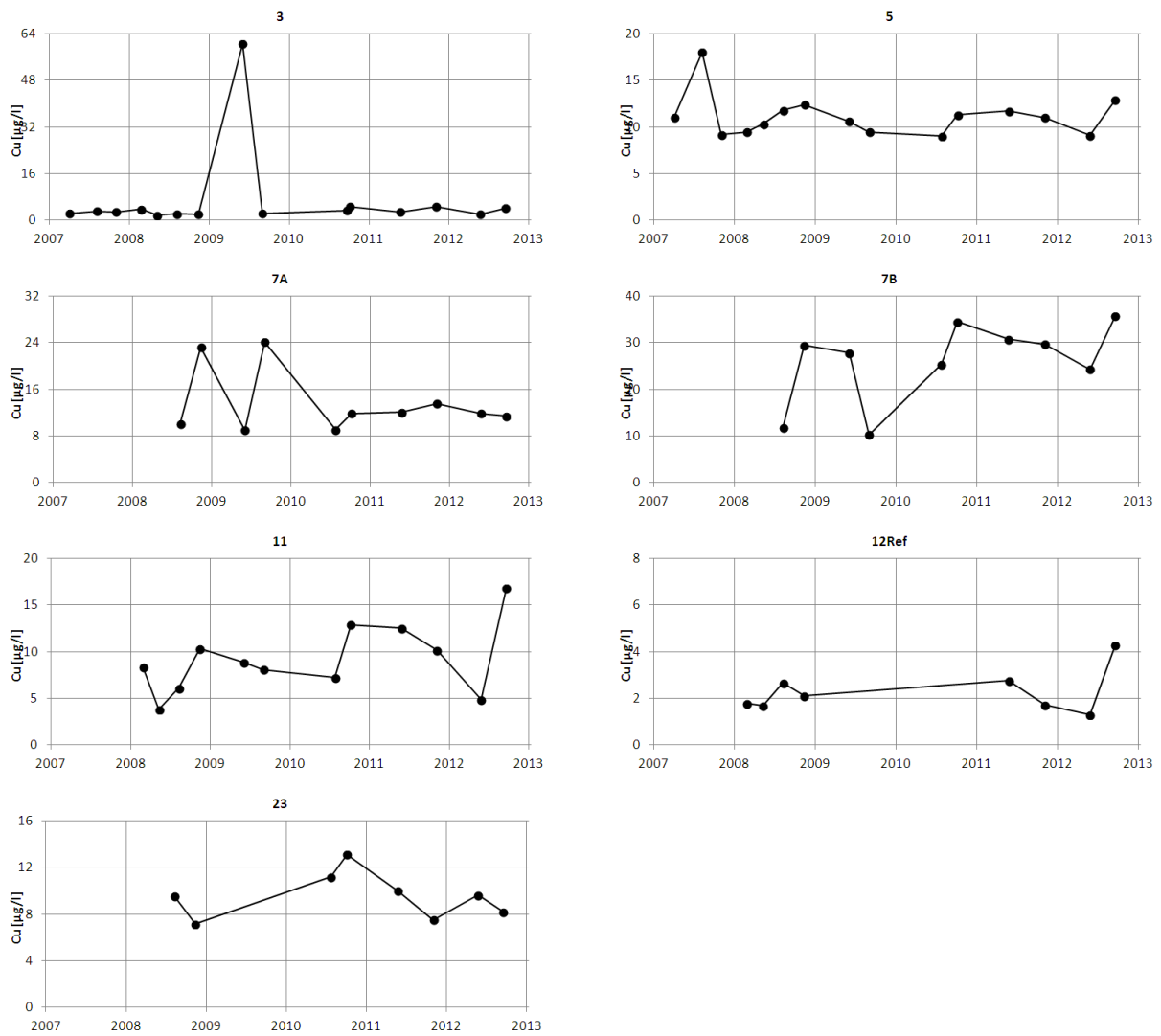
På Vatnefjellet mottar en bekk (7b) avrenning fra de nordligste banene, som inkluderer større områder hvor det tidligere ble skutt direkte på fjell. Avrenningen er betydelig og konsentrasjonen har store variasjoner selv innenfor samme år, spesielt for bly. I 2012 varierte konsentrasjonen mellom 27-80 µg Pb/l. Konsentrasjonene av

kobber er også betydelig med konsentrasjoner i 2012 mellom 24-36 $\mu\text{g Cu/l}$. Dette er på nivå med fjorårets målinger, men det er 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, men nivået er allikevel høyt. Konsentrasjonen av bly varierte mellom 15-32 $\mu\text{g Pb/l}$ i 2011. Konsentrasjonen av kobber var tilsvarende mellom 11-12 $\mu\text{g Cu/l}$. Utlekking av kobber og bly var generelt på nivå med tidligere målinger. Da vannføringen i 7b er noe høyere enn i 7a er det tydelig at bidraget til forurensning er høyere fra banene nord i feltet enn i øst (fig 1). Pkt 11 er plassert nedstrøms Vatnefjellet og hadde i 2012 høye konsentrasjoner av både kobber (4-28 $\mu\text{g Cu/l}$) og bly (5-17 $\mu\text{g Pb/l}$). Høstprøven 2012 hadde de høyeste målte konsentrasjonene ved punktet, og det er en mulig økt utlekking av kobber og bly fra punktet, men store variasjoner i konsentrasjon.

Prøvepunkt som drenerer ut av feltet

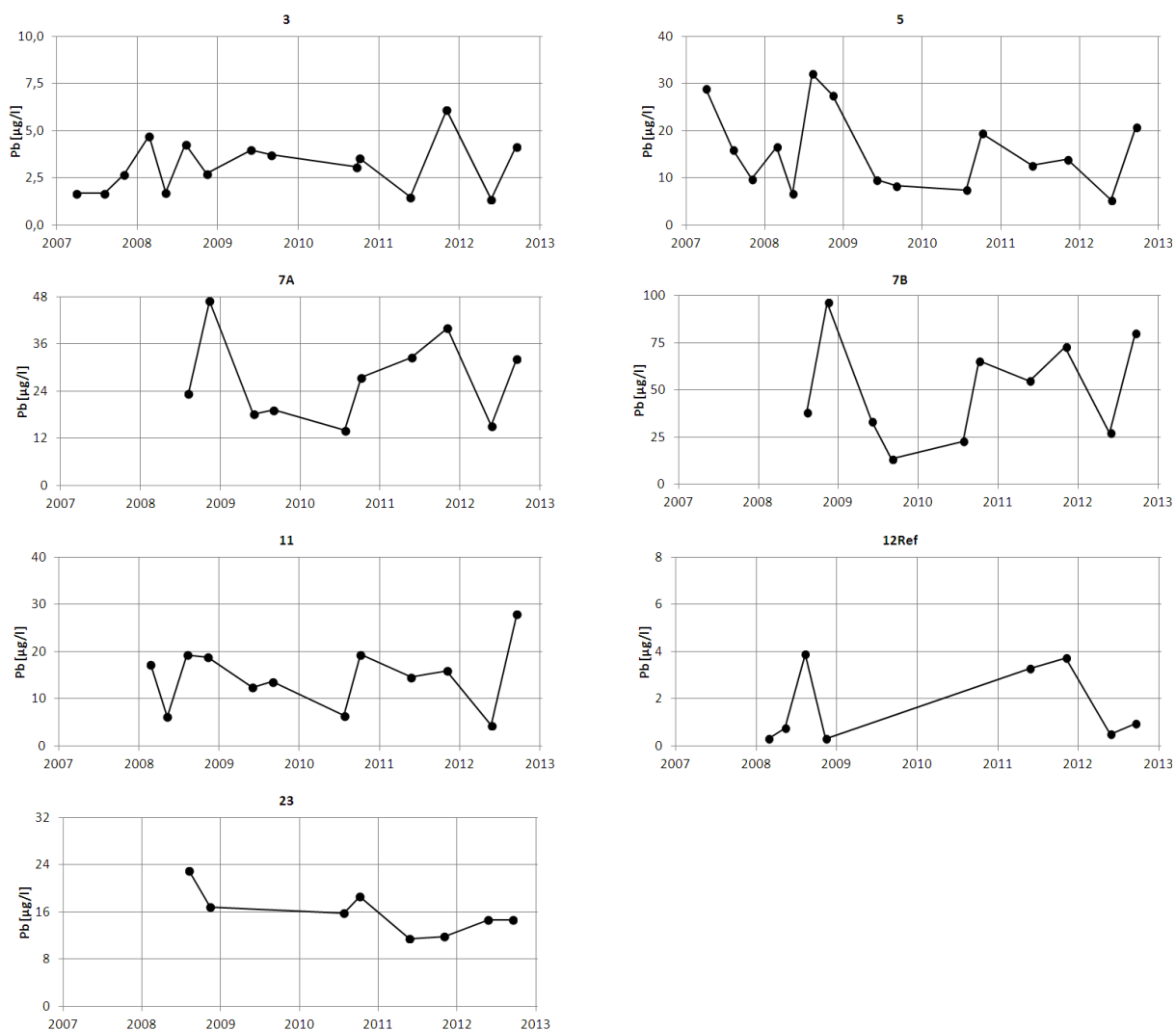
Ut av feltet ved pkt 3 var vannkvaliteten i 2012 i tilstandsklasse III-IV for både kobber (2,1-4,1 $\mu\text{g/l}$) og bly (1,4-4,2 $\mu\text{g Pb/l}$). Høyere konsentrasjoner av bly i høstprøven, kan skyldes høy vannføring med en del partikler i vannet (30 FNU). Konsentrasjonen av kobber og bly i bekken har stort sett ligget på samme nivå siden overvåkingen startet opp i 2007 (fig 2-3).

Kobber



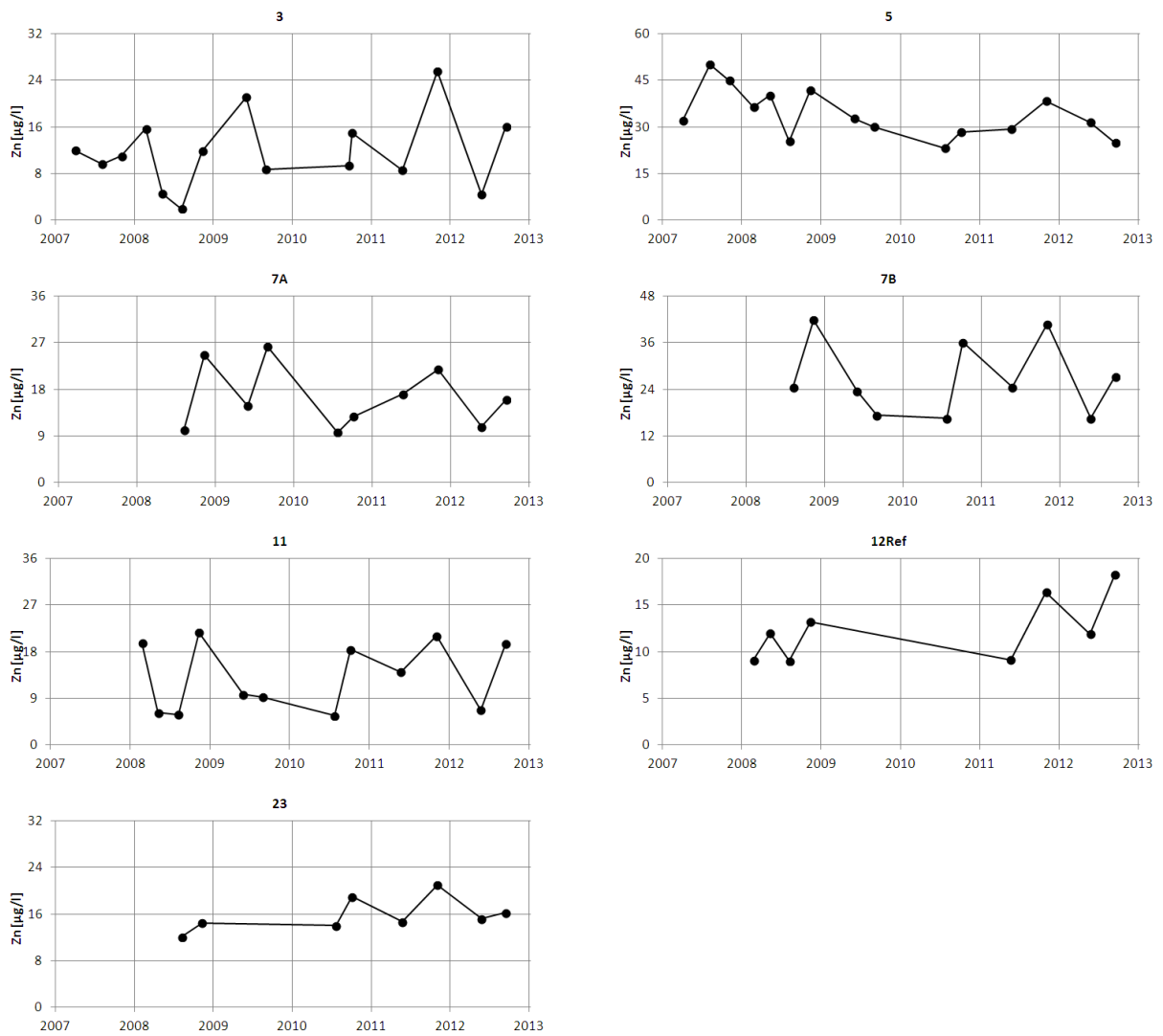
Figur 2. Analyseresultater for kobber i perioden 2007-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Bly



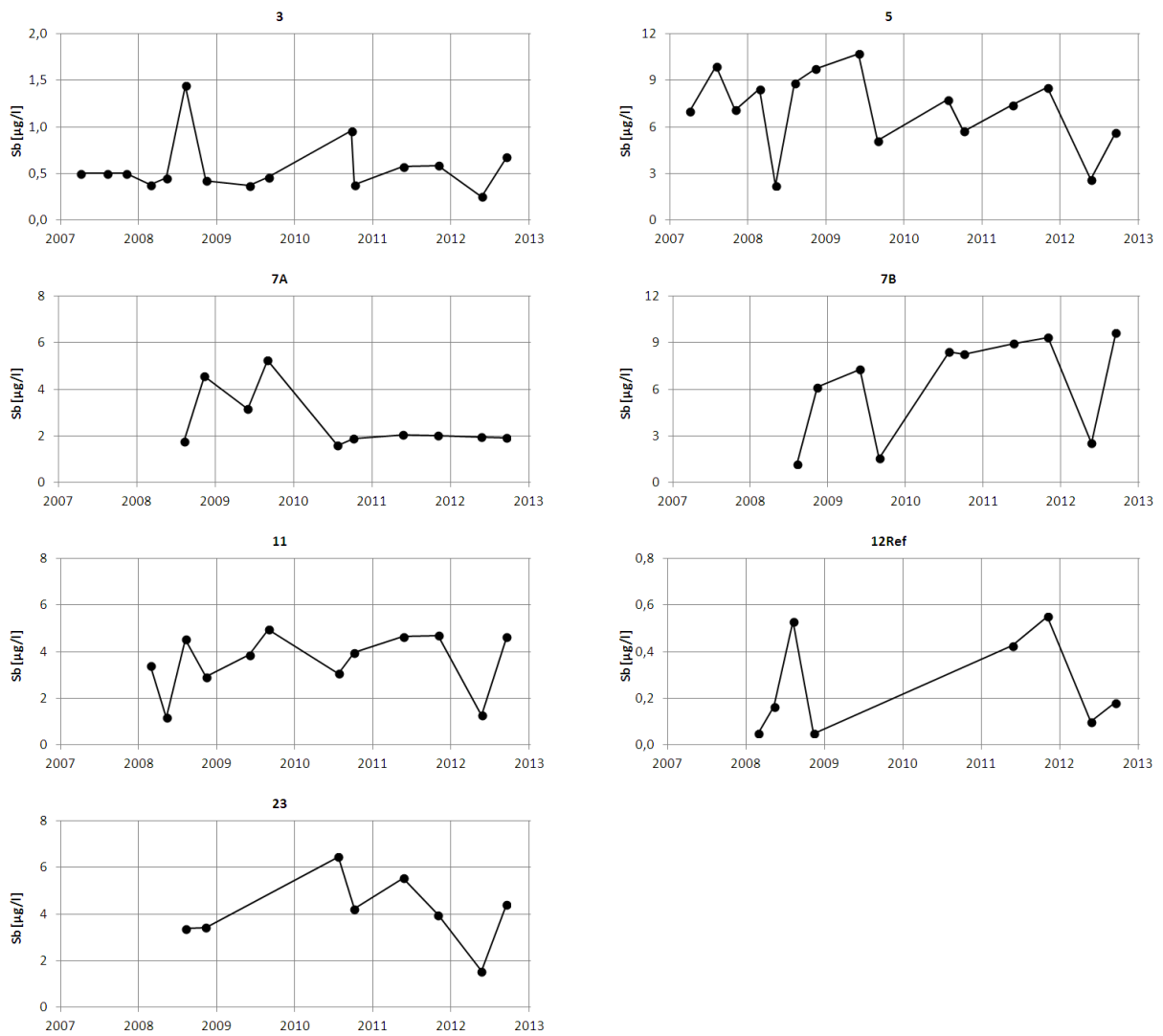
Figur 3. Analyseresultater for bly i perioden 2007-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Sink



Figur 4. Analyseresultater for sink i perioden 2007-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Antimon



Figur 5. Analyseresultater for antimon i perioden 2007-2012. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

4. Konklusjon og anbefalinger

Ut av feltet ved pkt 3 var vannkvaliteten i 2012 i tilstandsklasse III-IV for både kobber (2,1-4,1 µg Cu/l) og bly (1,4-4,2 µg Pb/l). Høyere konsentrasjoner av bly i høstprøven, kan skyldes høy vannføring med en del partikler i vannet (30 FNU). Konsentrasjonene er på nivå med tidligere målinger.

Ved prøvepunkter nær felt sør i Svartemyr og baner ved Vatnefjellet, var vannkvaliteten i 2012 generelt som tidligere. Konsentrasjonen av kobber og bly varierer til dels mye mellom år, men det er tendenser til en reduksjon (mrk feil i tekst i fjorårets rapport) i konsentrasjoner av bly ved pkt 23 i Svartemyr, samt tendenser til økt utlekking av kobber ved pkt 7b ved Vatnefjellet. Det er også en tendens til økning i konsentrasjonen av kobber og bly nedstrøms Vatnefjellet ved pkt 11.

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. Måling av turbiditet har nå blitt tatt inn i analyseprogrammet for å vurdere om tiltak mot erosjon kan være aktuelt for å redusere utlekkingen av tungmetaller fra feltet.

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
Evjemoen	2	21.05.2010	2,11	4,11	1,56	2,50	1,79	5,9	0,28	10,9		9,95
Evjemoen	2	01.11.2010	1,09	3,05	0,83	2,68	1,42	4,9	0,46	14,8		11,80
Evjemoen	2	08.06.2011	1,35	6,41	1,14	2,51	2,65	5	0,39	13,6		12,80
Evjemoen	2	16.10.2011	1,40	3,44	2,51	2,65	3,47	5	0,31	15,6		15,10
Evjemoen	2	26.06.2012	1,47	3,27	1,54	2,25	1,69	5,4	0,33	10,1	1,64	10,50
Evjemoen	2	15.10.2012	1,35	3,62	1,39	2,47	1,65	5,4	0,24	11,7	1,36	14,80
Evjemoen	3	21.05.2010	0,92	3,84	0,81	2,76	2,83	4,7	0,31	17,5		7,47
Evjemoen	3	01.11.2010	0,67	3,90	0,69	3,69	1,86	4,3	0,21	19,7		6,94
Evjemoen	3	08.06.2011	0,67	4,64	0,85	3,28	2,66	4,3	0,25	17,9		8,73
Evjemoen	3	16.10.2011	0,96	3,47	2,54	3,52	3,75	4,4	0,25	20,3		20,20
Evjemoen	3	26.06.2012	0,71	3,59	0,89	3,72	2,20	4,4	0,25	16,3	0,97	7,29
Evjemoen	3	15.10.2012	0,88	2,89	1,39	2,33	2,22	4,5	0,20	18,8	1,52	8,48
Evjemoen	4	21.05.2010	0,84	2,36	0,60	2,17	1,82	4,9	0,28	13,0		9,81
Evjemoen	4	01.11.2010	0,66	5,09	0,72	3,40	6,11	4,4	0,97	21,0		18,00
Evjemoen	4	08.06.2011	0,62	7,77	0,83	2,94	8,30	4,3	0,61	19,7		22,50
Evjemoen	4	16.10.2011	0,89	9,17	1,48	2,95	12,40	4,6	0,63	19,5		24,60
Evjemoen	4	26.06.2012	0,58	4,54	0,77	3,25	4,45	4,5	0,49	16,4	1,01	13,30
Evjemoen	4	15.10.2012	0,86	4,08	1,07	2,92	3,72	4,5	0,38	19,0	1,74	18,00
Evjemoen	1 / NIVA1	21.05.2010	2,20	4,12	2,02	3,54	1,92	6,1	0,73	10,2		9,69
Evjemoen	1 / NIVA1	01.11.2010	1,40	4,16	1,15	3,24	3,26	5,7	0,90	14,9		10,60
Evjemoen	1 / NIVA1	08.06.2011	1,09	4,87	1,08	2,89	3,11	5,1	0,55	13,7		10,80
Evjemoen	1 / NIVA1	16.10.2011	1,89	3,93	2,70	3,25	3,89	5,7	1,20	14,0		14,10
Evjemoen	1 / NIVA1	26.06.2012	1,24	3,72	1,53	3,03	2,41	5,4	0,59	12,8	1,02	8,57
Evjemoen	1 / NIVA1	15.10.2012	1,63	3,76	1,81	3,13	2,12	6,2	0,79	10,6	1,69	10,50
Evjemoen	5 / F2	21.05.2010	1,41	1,08	0,43	2,46	<0,6	6	<0,1	5,8		5,59
Evjemoen	5 / F2	01.11.2010	1,26	1,38	0,52	2,46	<0,6	5,2	0,11	9,1		6,93
Evjemoen	5 / F2	08.06.2011	1,11	3,61	0,56	2,22	2,24	5,2	0,14	9,4		8,24
Evjemoen	5 / F2	16.10.2011	1,51	<1	0,87	2,46	0,62	5,9	<0,1	9,3		6,77
Evjemoen	5 / F2	26.06.2012	1,15	2,03	0,47	2,41	1,73	5,7	0,25	7,6	0,99	7,29
Evjemoen	5 / F2	15.10.2012	1,33	1,02	0,64	2,55	<0,5	6	<0,1	7,6	1,2	6,71
Evjemoen	6 / NIVA2	21.05.2010	1,57	10,00	0,69	2,24	2,65	6,3	1,11	5,6		9,19
Evjemoen	6 / NIVA2	01.11.2010	1,13	13,00	0,42	2,25	6,05	5,5	0,89	8,8		12,00
Evjemoen	6 / NIVA2	08.06.2011	1,16	17,30	0,51	2,15	7,31	5,7	1,16	8,5		14,10
Evjemoen	6 / NIVA2	16.10.2011	1,56	14,40	1,44	2,44	8,54	6	0,62	8,0		14,10
Evjemoen	6 / NIVA2	26.06.2012	1,18	14,20	0,52	2,15	5,91	6	0,87	8,1	0,4	12,50
Evjemoen	6 / NIVA2	15.10.2012	1,26	12,10	0,80	2,31	6,24	5,9	0,79	8,1	1,1	13,20
Evjemoen	7 Ref	21.05.2010	1,45	1,02	0,45	2,51	<0,6	6,1	<0,1	6,3		4,69
Evjemoen	7 Ref	01.11.2010	1,22	<1	0,46	2,41	<0,6	5,6	<0,1	8,1		6,18
Evjemoen	7 Ref	08.06.2011	1,20	1,64	0,47	2,32	<0,5	6	<0,1	7,2		7,42
Evjemoen	7 Ref	16.10.2011	1,62	<1	1,02	2,48	<0,5	6,1	<0,1	8,4		7,54
Evjemoen	7 Ref	26.06.2012	1,23	<1	0,48	2,43	0,58	6	<0,1	6,7	1,04	5,00
Evjemoen	7 Ref	15.10.2012	1,59	1,15	1,08	3,00	<0,5	6,4	<0,1	7,8	2,93	6,11
Evjemoen	8 Ref	21.05.2010	0,91	2,00	0,82	3,89	<0,6	5,7	<0,1	10,3		4,64
Evjemoen	8 Ref	01.11.2010	0,93	1,68	0,52	3,29	<0,6	5	<0,1	11,0		6,36
Evjemoen	8 Ref	08.06.2011	0,76	2,10	0,56	3,00	<0,5	5,1	<0,1	10,7		6,06
Evjemoen	8 Ref	16.10.2011	0,98	<1	2,06	3,05	0,77	5,3	<0,1	15,2		6,82
Evjemoen	8 Ref	26.06.2012	0,78	1,91	0,82	3,06	0,59	5,2	<0,1	10,2	0,66	5,09
Evjemoen	8 Ref	15.10.2012	0,92	1,47	1,11	3,14	<0,5	5,7	<0,1	10,3	1,51	6,01

			Kalsium	Kobber	Jern	Ledn.	Bly	pH	Antimon	TOC	Turb.	Sink
Felt	Prøvepunkt	Prøvedato	Ca mg/l	Cu µg/l	Fe mg/l	mS/m	Pb µg/l		Sb µg/l	mg/l	fnu	Zn µg/l
Geiskelid/Agdertun	1	22.06.2010	0,89	2,26	0,04	1,22	<0,6	6,9	<0,1	3,2		<4
Geiskelid/Agdertun	1	01.11.2010	0,66	2,65	0,04	0,85	<0,6	6,3	<0,1	3,7		4,82
Geiskelid/Agdertun	1	20.06.2012	0,74	2,58	0,09	1,03	<0,5	6,6	<0,1	2,0	0,69	<4
Geiskelid/Agdertun	1	15.10.2012	0,97	2,18	0,08	1,17	<0,5	6,4	<0,1	2,5	0,59	7,58
Geiskelid/Agdertun	4	22.06.2010	0,91	<1	<0,02	0,71	<0,6	6,9	<0,1	0,7		<4
Geiskelid/Agdertun	4	01.11.2010	0,99	1,15	0,02	0,98	<0,6	6,7	<0,1	1,6		<4
Geiskelid/Agdertun	4	20.06.2012	0,81	<1	<0,01	0,50	<0,5	6,7	<0,1	<0,50	0,56	<4
Geiskelid/Agdertun	4	15.10.2012	1,26	<1	0,01	2,25	<0,5	6,6	<0,1	0,9	0,31	<4
Geiskelid/Agdertun	2 Ref	22.06.2010	0,81	<1	<0,02	0,72	<0,6	6,9	<0,1	0,8		<4
Geiskelid/Agdertun	2 Ref	01.11.2010	0,83	<1	<0,02	0,88	<0,6	6,6	<0,1	1,4		<4
Geiskelid/Agdertun	2 Ref	20.06.2012	0,63	<1	<0,01	0,15	<0,5	6,7	<0,1	<0,50	0,18	<4
Geiskelid/Agdertun	2 Ref	15.10.2012	1,22	<1	<0,01	1,73	<0,5	6,7	<0,1	0,8	0,71	<4
Kjevik	1	14.09.2010	11,60	22,40	2,03	10,40	25,2	7	15,9	4,8		87,20
Kjevik	1	02.11.2010	14,50	23,90	0,13	12,70	30,1	7,4	13,4	3,5		155,00
Kjevik	1	25.06.2012	12,00	23,50	0,38	10,20	24,7	7,6	20,4	4,9	5,99	210,00
Kjevik	1	16.10.2012	6,91	21,30	0,39	7,91	48,2	6,7	9,67	4,2	7,07	188,00
Kjevik	2	14.09.2010	8,12	19,40	0,33	9,75	4,12	5,6	0,714	28,4		53,50
Kjevik	2	02.11.2010	1,07	1,25	0,29	7,33	2,44	5,5	0,121	16,0		11,60
Kjevik	2	25.06.2012	3,99	1,64	0,54	6,26	2,92	5,8	0,248	19,8	1,12	15,50
Kjevik	2	16.10.2012	3,77	1,83	0,27	6,31	2,32	5,2	0,318	18,1	1,38	20,50
Kjevik	3	14.09.2010	1,39	2,48	0,40	5,26	3,31	5	0,209	13,7		14,70
Kjevik	3	02.11.2010	1,09	1,03	0,30	7,31	2,21	5,6	0,123	14,8		10,10
Kjevik	3	25.06.2012	0,95	1,06	0,46	4,95	2,43	4,9	<0,1	11,7	0,93	10,20
Kjevik	3	16.10.2012	0,94	1,54	0,44	5,34	2,83	4,5	0,141	13,4	1,6	12,50
Korsnes fort	2	19.04.2010	1,88	14,50	0,17	6,39	7,65	5,9	0,962	8,9		25,90
Korsnes fort	2	04.11.2010	1,98	10,80	0,22	6,10	7,58	5,5	0,741	10,3		21,40
Korsnes fort	2	30.06.2011	1,59	23,80	0,30	5,38	13,7	5,4	1,4	14,7		26,50
Korsnes fort	2	28.11.2011	2,47	10,10	0,20	8,96	6,25	5,3	0,763	6,4		35,70
Korsnes fort	2	07.08.2012	1,96	19,90	0,39	8,16	6,5	6,8	0,313	14,7	0,49	21,50
Korsnes fort	2	29.10.2012	1,46	12,70	0,32	7,96	8,83	6,4	0,827	10,0	0,74	20,70
Korsnes fort	3	19.04.2010	2,65	2,14	0,24	8,32	1,94	6,5	0,13	8,8		12,50
Korsnes fort	3	04.11.2010	2,45	2,14	0,45	7,36	3,94	6,1	0,106	11,0		13,60
Korsnes fort	3	30.06.2011	2,11	4,07	0,55	5,95	4,25	6,1	0,339	17,8		13,90
Korsnes fort	3	28.11.2011	3,40	1,97	0,28	11,70	2,09	5,9	<0,1	6,9		21,20
Korsnes fort	3	07.08.2012	3,40	1,58	0,69	10,60	1,53	7,2	<0,1	12,7	0,87	10,50
Korsnes fort	3	29.10.2012	2,16	6,29	0,56	6,35	2,75	6,5	0,194	13,6	0,84	9,55
Korsnes fort	8	19.04.2010	3,25	3,13	0,28	8,21	0,947	6,7	<0,1	10,5		14,30
Korsnes fort	8	04.11.2010	2,97	2,15	0,34	7,21	1,07	6,4	<0,1	11,2		12,50
Korsnes fort	8	30.06.2011	2,49	4,65	0,50	6,42	1,57	6,6	0,235	17,2		13,60
Korsnes fort	8	28.11.2011	2,13	1,25	0,46	10,00	0,977	4,7	<0,1	8,6		17,50
Korsnes fort	8	07.08.2012	2,86	1,33	0,88	10,20	0,866	7,1	<0,1	12,4	0,94	8,16
Korsnes fort	8	29.10.2012	3,07	2,78	0,59	6,48	1,09	6,7	0,154	13,2	0,94	13,30
Korsnes fort	9	19.04.2010	3,81	3,42	0,30	8,39	1,46	6,7	<0,1	12,3		15,90
Korsnes fort	9	04.11.2010	3,68	2,75	0,30	7,33	1,05	6,5	0,11	11,0		15,80
Korsnes fort	9	30.06.2011	3,18	6,57	0,60	5,90	2,65	6,6	0,273	19,0		19,20
Korsnes fort	9	28.11.2011	4,68	2,47	0,37	10,80	1,21	5,7	0,113	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	0,169	14,6	1,26	13
Korsnes fort	5 Ref	19.04.2010	1,36	<1	0,24	6,11	0,922	5,8	<0,1	7,8		<4
Korsnes fort	5 Ref	04.11.2010	1,20	<1	0,31	5,36	1,09	5,4	<0,1	9,9		<4
Korsnes fort	5 Ref	30.06.2011	1,08	12,80	0,34	5,26	2,07	5,4	0,21	13,7		11,40
Korsnes fort	5 Ref	28.11.2011	1,66	<1	0,25	8,03	0,803	5,1	<0,1	6,8		6,11
Korsnes fort	5 Ref	07.08.2012	1,67	<1	0,80	7,68	0,97	6,5	<0,1	13,1	0,76	<4
Korsnes fort	5 Ref	29.10.2012	1,17	<1	0,43	4,74	0,991	5,8	0,117	10,5	0,64	3,99
Kråkenesmarka	1	05.07.2012	0,37	<1	0,06	1,18	<0,5	9,3	<0,1	2,0	0,38	<4



Forsvarsbygg Utleie/ Bioforsk