

Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt  
Program Tungmetallovervåkning  
2011

**Tittel/Title:**

Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt  
Program Tungmetallovervåkning 2011

MO-Vest

**Forfattere (alfabetisk)/Authors (alphabetically):**

Lars Jakob Gjemlestad & Ståle Haaland

<b>Dato/Date:</b> 05.06.2012	<b>Tilgjengelighet:</b> Åpen	<b>Prosjekt nr./Project No.:</b> -	<b>Saksnr./Archive No.:</b> -
<b>Rapport nr./Report No.:</b> Futura rapport: 331 Bioforsk rapport: 7(84) 2012	<b>ISBN-nr.(Bioforsk)</b> 978-82-17-00948-1	<b>Antall sider/Number of pages:</b> 109	<b>Antall vedlegg/Number of appendices:</b> 1

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

**Stikkord:**

Skyte- og øvingsfeltfelt, overvåking,  
kobber, bly, sink, antimon

**Fagområde:**

Vannkvalitet

**Sammendrag:**

SØF Evjemoen: Det har vært en ekstra stor økning av utlekking av bly ved pkt 4, som drenerer skytebane V, samt ved pkt 6 (som drenerer flere feltskytebaner sør i feltet). Vannkvaliteten mht bly og kobber i vårprøven ved pkt 5/F2 var også dårligere enn ved tidligere målinger (hhv tilstandsklasse III og IV). Ved pkt 1 - 4, som alle drenerer ut av skytefeltet, var vannkvaliteten i 2011 generelt dårligere enn for året før (tilstandsklasse IV - V for både kobber og bly).

SØF Haakonsvern: Det er som tidligere relativt høye konsentrasjoner av tungmetaller og antimon ved begge prøverundene i 2011. Det bør evt sjekkes ut om metallene i tillegg til skytebanene har andre kilder, som for eksempel parkeringsplassen.

SØF Korsnes fort: Som tidligere er det forhøyede konsentrasjoner av kobber og bly i flere av bekke- ne ved Korsnes, inkl ved referansepunktet 5Ref og oppstrøms håndgranatbanen ved pkt 9. Dette kan tyde på naturlig høye bakgrunnskonsentrasjoner, evt ukjente tungmetallkilder i feltet. Konsentra- sjonen av kobber og bly er fremdeles høye ved pkt 7 (nedstrøms aktiv 200 meterbane), og viser ten- denser til en økende trend. Konsentrasjonene i de andre prøvepunktene er på samme nivå eller lavere enn tidligere (med unntak av nedbørepisoden i juni).

SØF Norfjordeid: Det er høye konsentrasjoner av kobber og bly ved prøvepunktet nær skytebanen (pkt 6). Konsentrasjonen er vesentlig lavere nedstrøms ved pkt 4 pga fortykning, og ligger her frem- deles i tilstandsklasse V, men med vesentlig lavere konsentrasjoner enn i 2010.

SØF Remmedalen: Konsentrasjonen av kobber, bly, antimon og sink ved Remmedalen er i 2011 lave og nær eller under deteksjonsgrensen for analysene. Dette er på nivå med tidligere års undersøkel- ser.

SØF Ulven: Det er lavere konsentrasjoner av både kobber og bly ved pkt 5 og 13 enn de høyeste registrert konsentrasjonene høsten 2009 og våren 2010. Det er fremdeles høye konsentrasjoner av kobber og bly ved pkt 3. Det er også høye konsentrasjoner av kobber og bly ved pkt 9, samt bly ved

10, som begge drenerer ut av feltet. Konsentrasjonen av kobber og bly har derimot en nedadgående trend ved pkt 9 (drenerer bane 23A).

SØF Vatneleiren: Ved prøvepunkter nær felt sør i Svartemyr og baner ved Vatnefjellet, var vannkvaliteten i 2011 generelt som tidligere. Konsentrasjonen av kobber og bly varierer til dels mye mellom år. Det er tendenser til økning i konsentrasjoner av bly ved pkt 23 i Svartemyr og av kobber ved pkt 7b ved Vatnefjellet. Det er også en tendens til økning i konsentrasjonen av kobber nedstrøms Vatnefjellet ved pkt 11. I bekken som drenerer ut av feltet (Svartemyr; pkt 3) var vannkvaliteten i tilstandsklasse III for kobber. For bly var vannkvaliteten i tilstandsklasse II i vår prøven og tilstandsklasse V for høstprøven. Høyere konsentrasjoner av bly i høstprøven kan skyldes høy konsentrasjon av suspendert stoff i bekken. Konsentrasjonene er på nivå med tidligere målinger.

SØF Øyradalen/Lærdal: Det er forhøyede kobberkonsentrasjoner ved referansestasjonen (1Ref). Det er derfor grunn til å tro at det naturlig er noe forhøyede bakgrunnskonsentrasjon eller at referansepunktet kan være påvirket av demoleringsaktiviteten. Nivået ved pkt 2 og 3 er på nivå med det som måles ved referansen. Det er derfor vanskelig å se om det er en reel utlekking av kobber fra demoleringsfeltet og skytebanene. Tidligere undersøkelser har vist at det er høye bakgrunnsnivåer av kobber i området oppstrøms demoleringsfeltet. Vi anbefaler en vurdering vedr om referansepunktet er egnet.

*Generelt anbefales det at turbiditet bør inn i analyseprogrammet. Dette for å vurdere om tiltak mot erosjon kan være aktuelt for å redusere utlekking av tungmetaller fra feltet.*

Land/Country: Fyl-	Norge/Norway
ke/County:	Akershus
Sted/Lokalitet:	Ås

Godkjent / Approved

Per Stålnacke

Prosjektleder / Project leader

Ståle Haaland



## 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 2011 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 og kalsium. Det analyseres i tillegg for sprengstoff i de to bekkene hvor dette ble tidligere påvist.

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



Per Siem  
Oberstløytnant  
Sjef Skyte- og øvingsfelt  
Forsvarsbygg Utleie

# 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). Prosjektiler i ammunisjonen består som regel av en mantel laget av kobber og sink, og en kjerne laget av bly og antimon. Andel tungmetaller i projektiler varierer, men for den mest brukte ammunisjonen (7,62 x 51 mm skarp) inneholder et enkelt prosjektil om lag 60 % bly, 29 % kobber, 8 % antimon og 3 % sink. I de siste årene har bruk av blyfriammunisjon økt gradvis, der kjernen av bly og antimon er byttet ut med jern (stål). I 2011 ble det deponert 71 tonn kobber, 45 tonn bly, 6 tonn sink og 5 tonn antimon i skytefeltene. En del tungmetaller og korrosjonsforbindelser som dannes i nedbørfeltet vil i løsnings eller som bundet til partikler kunne lekke ut til bekker og elver. Tungmetaller vil kunne være toksiske for akvatiske (og terrestriske) organismer selv ved lave doser. Kobber og sink er essensielle elementer for en rekke organismer, men blir toksiske ved for høye doser. Tungmetaller som bly er ikke-essensielle.

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 (jfr fig 1). Samfunnet og miljømyndigheter har fokus på de miljømessige sidene ved Forsvarets aktiviteter, og en viktig del av FB sin miljøpolicy er å ha et omfattende miljøovervåkingsprogram for vann- kvalitet i vannforekomster som drenerer SØF. Målsettingen med tungmetallovervåkingen er å registrere eventuelle økninger i utlekking av metaller fra skytebaner i feltene. På den måten vil FB ha mulighet til å iverksette tiltak for å redusere utlekking av forurensning til bekker og elver. FB har derfor overvåket tungmetallkonsentrasjoner i vannforekomster ved Forsvarets SØF siden 1991 via Program Tungmetallovervåking. Program Tungmetallovervåking 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 2011.

For å vurdere miljøtilstanden ved prøvepunktene, blir konsentrasjonen av tungmetaller vurdert opp i mot grenseverdier; enten for ulike tilstandsklasser satt av Klima og forurensningsdirektoratet (Klif, tidl. SFT) (jfr tab 1). Konsentrasjonen av halvmetallet antimon blir vurdert opp ulike grenseverdier (Drikkevannsforskriften har drikkevannsnorm for antimon på 5 µg/l, mens WHO har satt grensen til 20 µg/l).

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

Parameter (µg/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 overvåkningsprogrammet, 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 2011 blitt utført av ALS Laboratory Group, som er akkreditert for de aktuelle analysene. Samtlige analyser er utført på ufiltrerte vannprøver etter norsk standard.

# MO-Vest

---

Evjemoen.....	9
Haakonsvern .....	23
Korsnes fort.....	34
Norfjordeid.....	48
Remmedalen.....	59
Ulven.....	72
Vatneleiren .....	85
Øyradalen/Lærdal .....	99
Vedlegg 1 - MO Vest .....	110



# Evjemoen

---

1. Innledning.....	10
Områdebeskrivelse .....	10
Aktivitet i feltet .....	10
2. Material og metode.....	14
Vannprøvetaking.....	14
Analyser .....	14
3. Resultater og diskusjon .....	15
Generelt .....	15
Referansepunkt .....	16
Prøvepunkt nær skytebaner i feltet .....	16
Prøvepunkt som drenerer ut av feltet.....	16
4. Konklusjon og anbefalinger.....	21
Referanser .....	22
Vedlegg 1 - MO Vest .....	110

# 1. Innledning

---

## Områdebeskrivelse

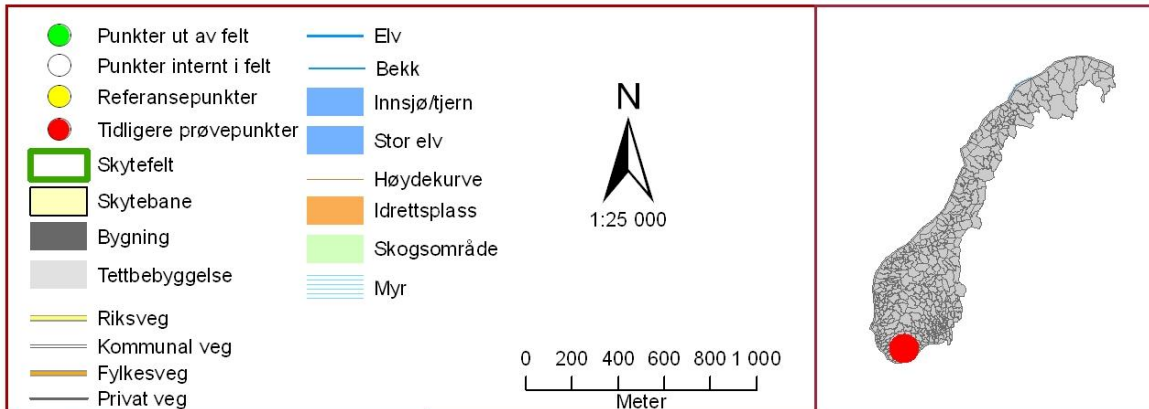
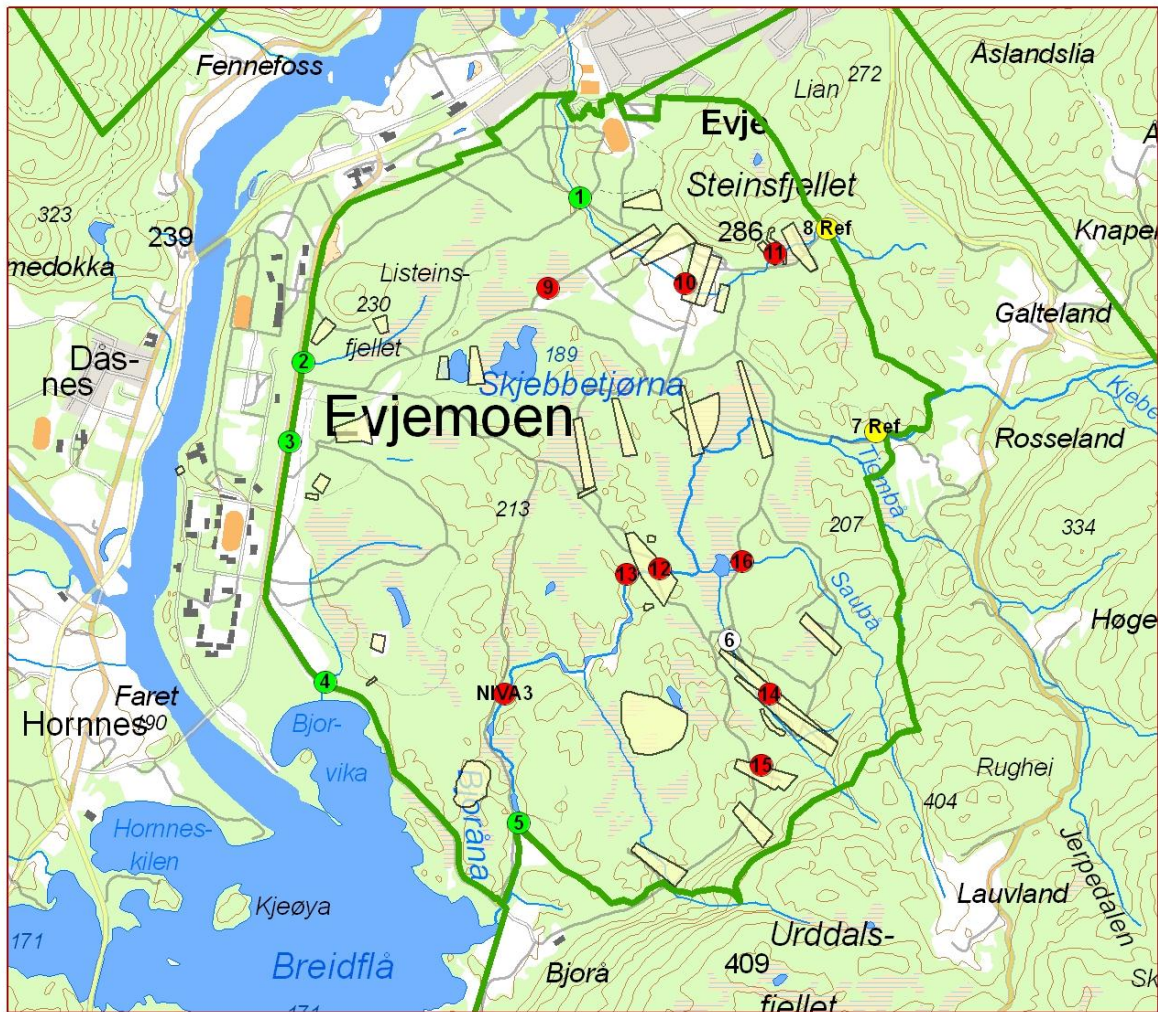
Evjemoen skyte- og øvingsfelt ligger i Evje og Hornes kommune, Aust-Agder. Selve skyte- og øvingsfeltet er på ca 9 km<sup>2</sup>, mens det er en klausulert manøverrettsområde på 20 km<sup>2</sup>. Berggrunnen består hovedsakelig av øyegneis/granitt/foli-ert granitt i vest, og båndgneis (amfibolitt, 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 ca 800 soldater inne samtidig. Forsvaret avvirket 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 pistol-

klubb, øvrige sivile skytterlag (Lista sportsskytterklubb), Kristiansand Offroadklubb, Vipers paintball-klubb og Otra idrettslag. Det er også flere ganger avholdt landskytterstevne 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 tilvennings-sprengning 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 2011.

Tabell 1. Oversikt over prøvepunkter på Evjemoen. 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 (fig 1). Feltet overvåkes nå hvert år.

I 2011 har det blitt tatt vannprøver på 8 stasjoner (fig 1). To referansepunkter (7Ref og 8Ref), et punkt er plassert internt i feltet for å kunne måle avrenning fra feltskytebane, inkl. sprengningsgrop, bane Z og SKF (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 7. juni og 6. november. Det har blitt benyttet vannhenter med teleskopstang ved prøvetaking.

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

## 3. Resultater og diskusjon

---

### Generelt

Analysedata er gitt i vedl 1. Resultatene for kobber, bly, sink og antimon er vist i fig 2 - 5.

### *Klima*

Perioden før prøvetaking i juni var værtypen vekslende og med en del med nedbør. Forut for prøvetaking i november var værtypen omtrent lik, men med noe mindre nedbør. Ved prøvetakingen i juni var det grått men oppholdsvær, mens det i november var lett overskyet og opphold. Vannføringen ved prøvetakingen i juni var normal, med unntak ved pkt 3 og 7Ref der vannføringen var hhv lav og høy. Vannføringen ved prøvetakingen i november var normal, med unntak ved pkt 2 og 3 der vannføringen var lav.

### *Støtteparametere*

Det var generelt ingen særlige forskjeller i vannkvalitet mellom vår og høstprøvene i 2011. Ledningsevnen var relativt lav og lå mellom 2,2 - 3,5 mS/m. Konsentrasjonen av kalsium var lav og varierer en del mellom prøvepunktene, med konsentrasjoner fra 0,5 - 1,9 mg/l. pH var også lav ved alle punkter og lå mellom 4,3 - 6,1, noe som kan medføre høy mobilitet av en del tungmetaller i vannfasen. Konsentrasjonen av TOC var relativt høy med konsentrasjoner mellom 7 - 20 mg/l. Konsentrasjonen av jern lå mellom 0,6 - 2,7 mg/l.

### *Sink og antimon*

Konsentrasjoner av sink var som tidligere lav ved alle prøvepunktene (tilstandsklasse I eller II; fig 4). Konsentrasjonen av antimon var som tidligere i tilstandsklassen god eller bedre ved alle prøvepunkt ifølge Drikkevannforskriften (Helse- og omsorgsdepartementet 2004; fig 5). Dette er i tråd med tidligere analyseresultater (Breyholtz mfl 2010; Mørch mfl 2009). Drikkevannforskriften har krav på 5 µg Sb/l, mens Verdens helseorganisasjon (WHO) har satt grensen til 20 µg Sb/l.

## **Referansepunkt**

Referansepunktet 8Ref, plassert i bekken som renner inn i skytefjellet ved Steinsfjellet, inneholder som tidligere en del kobber og ligger i tilstandsklasse III (fig 2). Referansepunktet 7Ref, i bekk som renner inn i feltet og senere inn i Bjøråna, inneholder lave konsentrasjoner av metaller, alle i tilstandsklasse I eller II, med unntak for kobber i vårprøven (så vidt over i tilstandsklasse III; fig 2).

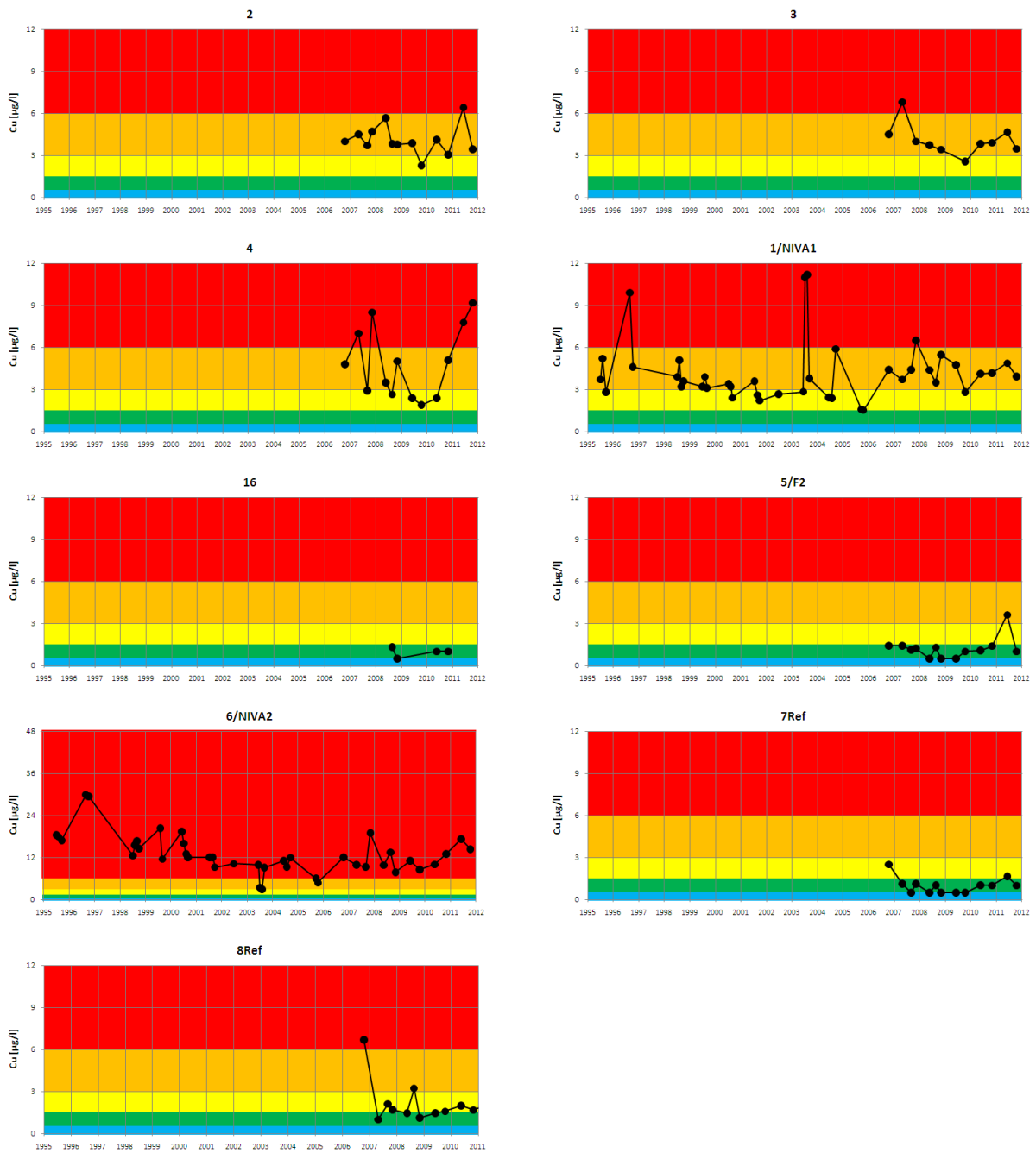
## **Prøvepunkt nær skytebaner i feltet**

Vannkvaliteten for bly og kobber i høstprøvene for delfeltene som drenerer til prøvepunktene 6/NIVA2 var i tilstandsklasse V. Dette er en forverring for bly i forhold til trenden ved 6/NIVA2, med lavere blykonsentrasjoner i perioden fra 1990-tallet og frem til i fjor (Breyholtz mfl 2010; Mørch mfl 2009; Rognerud 2006).

## **Prøvepunkt som drenerer ut av feltet**

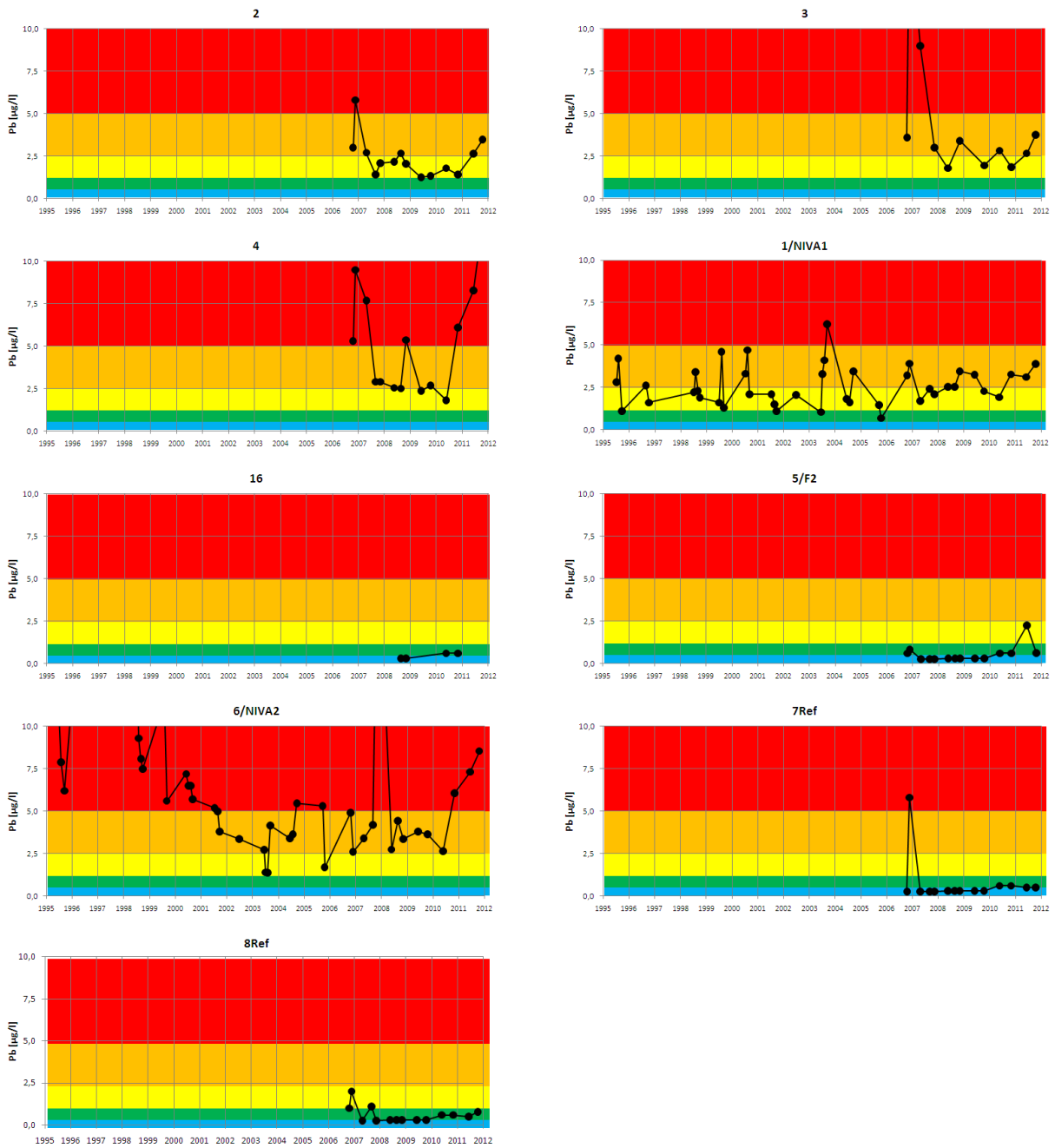
Av delfeltene som drenerer ut av skytefeltet (pkt 1 - 5), ligger vår og høstprøven ved pkt 4 i tilstandsklasse V for kobber og bly (fig 2 - 3), og konsentrasjonene er høyere ved her enn for tidligere år. Ved pkt 1 - 4 er det i 2011 lav pH (4,3 - 5,7) i både vår- og høstprøvene, trolig via naturlig bufring med høye konsentrasjoner av TOC (14 - 20 mg/l). Ellers ligger vannkvaliteten for det aller meste i tilstandsklasse III eller IV for kobber, og i tilstandsklasse IV for bly (fig 3). I delfeltet som drenerer til pkt 5/F2 (Bjøråna), var vannkvaliteten mht bly og kobber i vårprøven dårligere enn ved tidligere målinger (hhv tilstandsklasse III og IV). Med det er vannkvaliteten mht konsentrasjoner av kobber og bly på samme nivå eller dårligere enn i fjor, i vannforekomster som drenerer ut av Evjemoen.

## Kobber



**Figur 2.** Analyseresultater for kobber i perioden 1995-2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997). Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

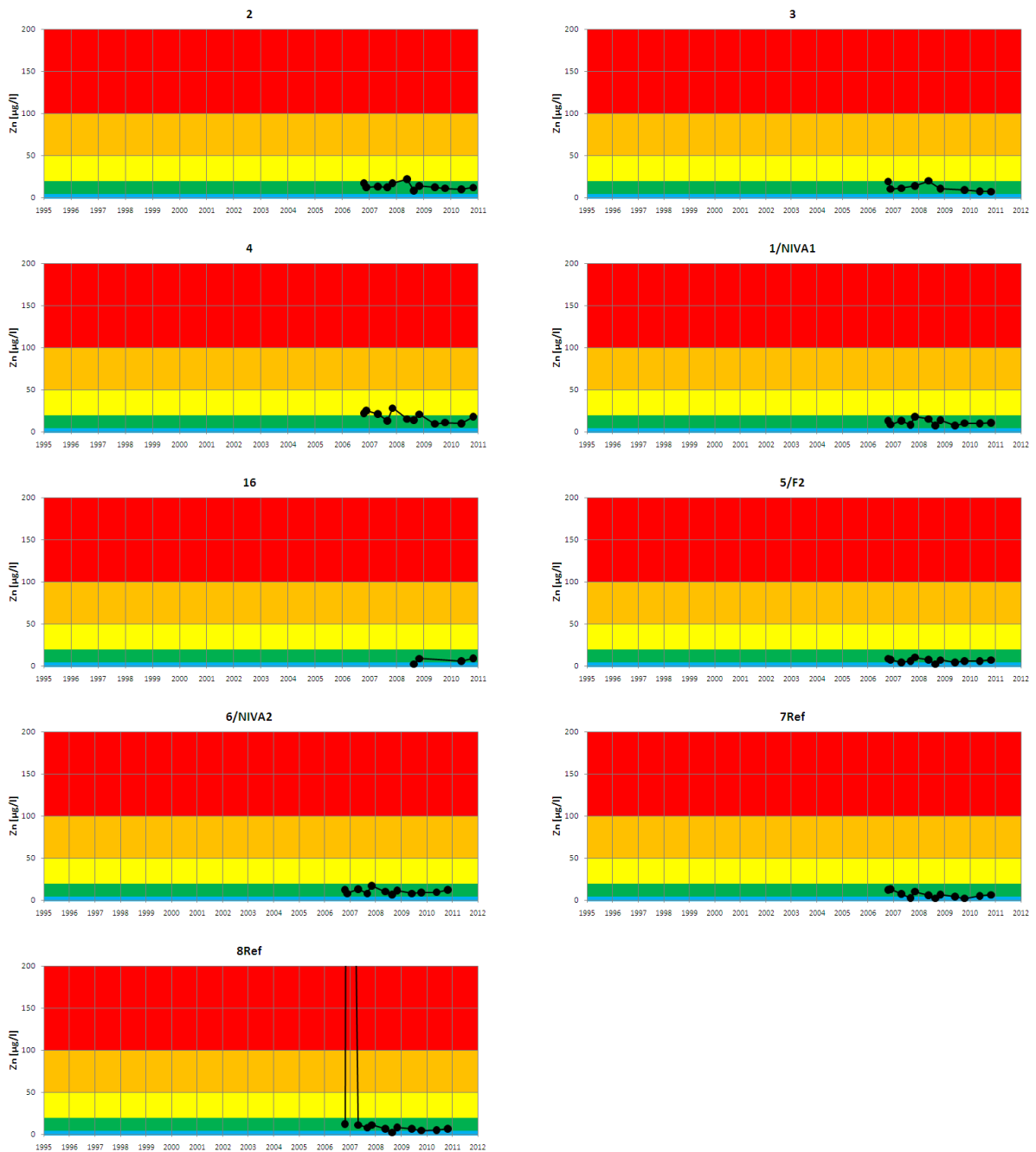
## Bly



**Figur 3.** Analyseresultater for bly i perioden 1995-2010. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjongrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997).

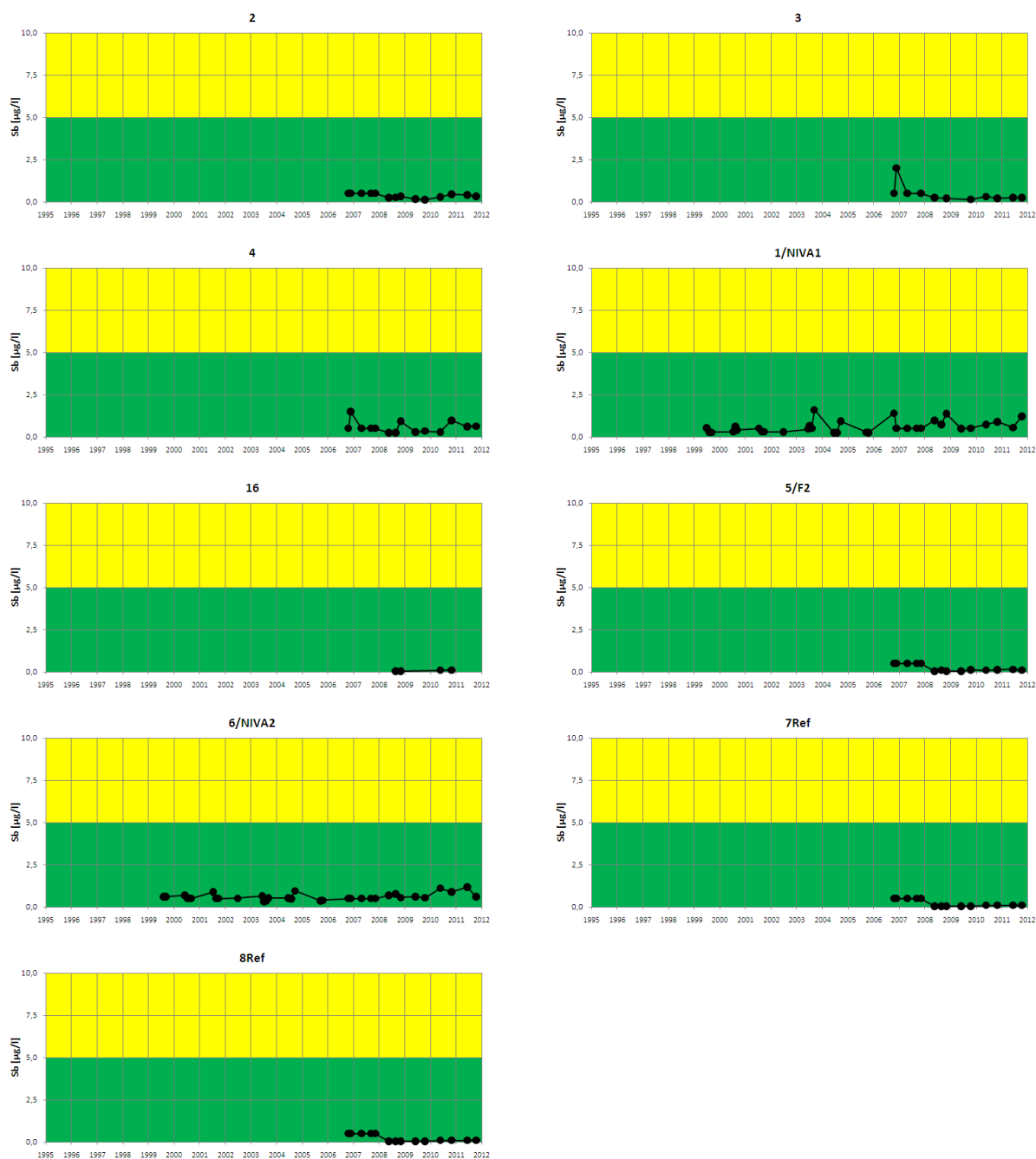


## Sink



**Figur 4.** Analyseresultater for sink i perioden 1995-2010. Før 2010 ble analyseresultater under dekteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997). Vi antar at ekstremverdien våren 2007 er trolig en målefeil.

## Antimon



**Figur 5.** Analyseresultater for antimon i perioden 1995-2010. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer klassegrenser basert på Drikkevannforskriften (Helse- og omsorgsdepartementet 2004).

## 4. Konklusjon og anbefalinger

---

Ved pkt 1 - 4, som alle drenerer ut av skytefeltet, var vannkvaliteten i 2011 generelt dårligere enn for året før (tilstandsklasse IV - V for både kobber og bly). Det har vært en ekstra stor økning av utlekking av bly ved pkt 4, som drenerer skytebane V, samt ved pkt 6 (som drenerer flere feltskytebaner sør i feltet). Vannkvaliteten mht bly og kobber i vårprøven ved pkt 5/F2 var også dårligere enn ved tidligere målinger (hhv tilstandsklasse III og IV).

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 bør inn i analyseprogrammet, for å vurdere om tiltak mot erosjon kan være aktuelle 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.

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. NINA-rapport LNR 5162-2006. 44 s.

# Haakonsvern

---

1. Innledning.....	24
Områdebeskrivelse .....	24
Aktivitet i feltet .....	24
2. Material og metode.....	27
Vannprøvetaking.....	27
Analyser .....	27
3. Resultater og diskusjon .....	28
Generelt .....	28
Prøvepunkt ved skytebanene .....	29
4. Konklusjon og anbefalinger.....	32
Referanser .....	33
Vedlegg 1 - MO Vest .....	110



# 1. Innledning

---

## Områdebeskrivelse

De tre banene på Haakonsvern er plassert inne på Håkonsvern marinebase i Bergen kommune. Banene ble trolig anlagt tidlig på 1970-tallet og består i dag av en 25 meters pistolbane (9 mm), en 100 meters geværbane (AG3) og en prøveskytebane.

Banene ligger på opparbeidede masser på fjell ca 350 meter i luftlinje fra sjø. Avrenning følger terrenget ca 200 meter før det fanges opp av et dreneringssystem som leder avrenning av overvann fra veier og andre asfalterte flater til i sjø. Bearbeidet etter Mørch mfl 2009.

## Aktivitet i feltet

Skytebanene har tidligere vært brukt av militære, men brukes i dag kun av sivile. 11, Politiet og noe av sivile skytterlag. Demoleringsfeltet brukes bare om sommeren til å sprengte gammel ammunisjon.

# Haakonsvern



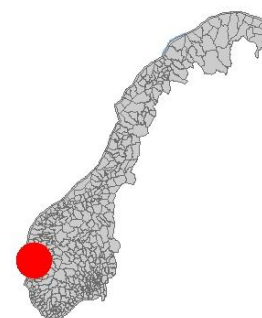
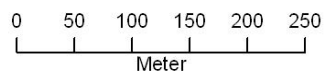
○ Punkt internt i feltet

■ Skytebane

Flybilde fra wms.geonorge.no



1:5 000



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Haakonsvern i 2011.

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

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

## 2. Material og metode

---

### Vannprøvetaking

Vannprøven ved pkt 1 er tatt på samme sted som i 2008 og er plassert så nær utløpet fra banen som mulig (fig 1; tab 1). 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 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

---

### Generelt

Analysedata er gitt i vedl 1. Resultatene for kobber, bly, sink og antimon er vist i fig 2 - 5.

### *Klima*

Ved prøvetakingen i 30. juni 2011 hadde det den siste måneden vært 3 - 4 perioder med 1-2 dager med mye nedbør, ellers lite nedbør og perioder med tørt vær. I uka før prøvetakingen var det varmt og tørt, men dagen før prøvene ble tatt var det mye nedbør, som gav høy vannføring og farge på vannet. På selve prøvetakingsdagen var det oppholdsvær. Ved prøvetakingen 9. November har vi ikke informasjon om værforholdene i tiden før prøvetakingen. På prøvetakingsdagen var det opphold og vannet var klart ved prøvepunktet.

### *Støtteparametere*

Ledningsevnen var moderat høy og lå mellom 9,3 - 9,5 mS/m. Konsentrasjonen av kalsium var også relativt høy og om lag 6,0 mg/l. pH var tilsvarende høy og lå på 7,1. Konsentrasjonen av TOC var moderat lav med konsentrasjoner mellom 4,6 - 4,8 mg/l. Konsentrasjonen av jern var lav og om lag 0,14 mg/l.

### *Sink og antimon*

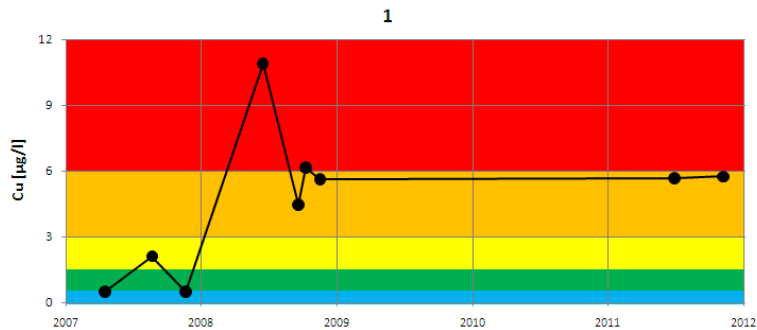
Konsentrasjoner av sink lå på nivå med det som ble målt i 2008 (37 - 41 µg/l og tilstandsklasse III; fig 3). Konsentrasjonen av antimon var høy i både vår- og høstprøven (hv 25 og 28 µg/l), noe som i ifølge Drikkevannforskriften (Helse- og omsorgsdepartementet 2004) og WHO (grense på 20 µg/l) er høyt. Konsentrasjonen av antimon har økt i forhold til tidligere målinger (jfr fig 4).

## **Prøvepunkt ved skytebanene**

Vannkvaliteten mht kobber og bly ved pkt 1 lå begge i tilstandsklasse III, men nær tilstandsklasse IV for kobber. Konsentrasjonen var hhv om lag 5,7 µg Cu/l og 3,6 µg Pb/l. Dette er som ved tidligere målinger (jfr fig 2 . 3), men lavere enn det som ble målt våren 2008.

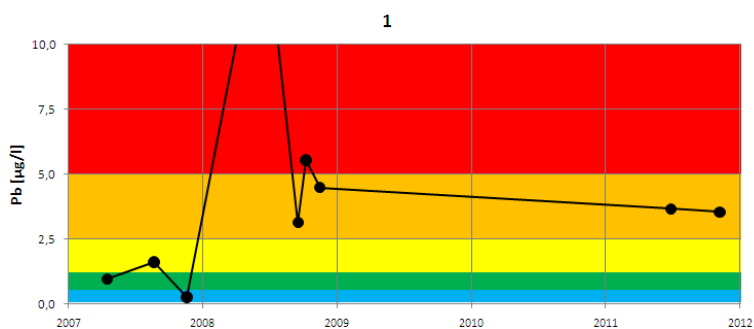
Prosjektiler inneholder mest kobber og bly, og innholdet av sink og antimon er under 10 %. Det er derfor uvanlig at vannprøven inneholder mest sink og antimon. Prøvepunktet ligger ved en parkeringsplass, og metallene kan ha andre kilder enn skytebanene. Bekken renner i rør og har den liten biologisk verdi. Avrenningen vil ha liten påvirkning på vannkvaliteten i sjøen.

## Kobber

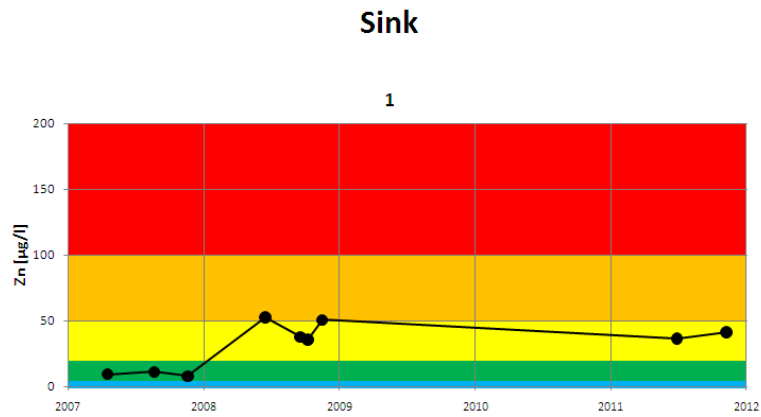


**Figur 2.** Analyseresultater for kobber i perioden 2007 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997).

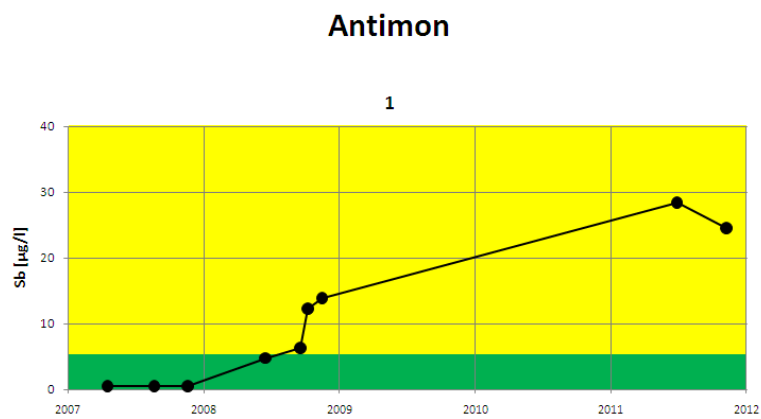
## Bly



**Figur 3.** Analyseresultater for bly i perioden 2007 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997).



**Figur 4.** Analyseresultater for sink i perioden 2007 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997).



**Figur 5.** Analyseresultater for antimon i perioden 2007 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer klassegrenser basert på Drikkevannforskriften (Helse- og omsorgsdepartementet 2004).



## 4. Konklusjon og anbefalinger

---

Det er som tidligere relativt høye konsentrasjoner av tungmetaller og antimon ved begge prøverundene i 2011. Bekken er meget liten (årsmiddelavrenning på 0,4 l/s). Det bør evt sjekkes ut om metallene i tillegg til skytebanene har andre kilder, som for eksempel parkeringsplassen.

# 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.

# Korsnes fort

---

Korsnes fort .....	34
1. Innledning .....	35
Områdebeskrivelse .....	35
Aktivitet i feltet .....	35
2. Material og metode .....	38
Vannprøvetaking .....	38
Analyser .....	38
3. Resultater og diskusjon .....	39
Generelt .....	39
Referansepunkt .....	40
Prøvepunkter i feltet .....	40
4. Konklusjon og anbefalinger .....	46
Referanser .....	47

# 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

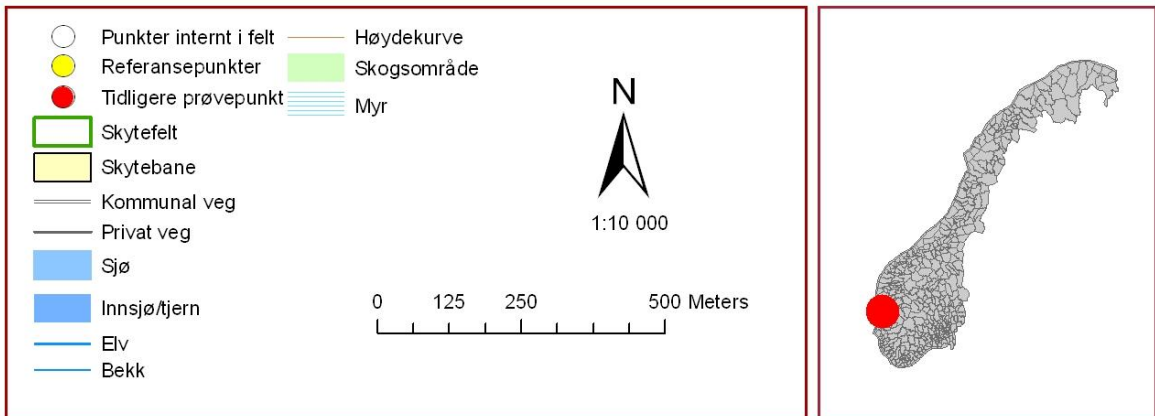
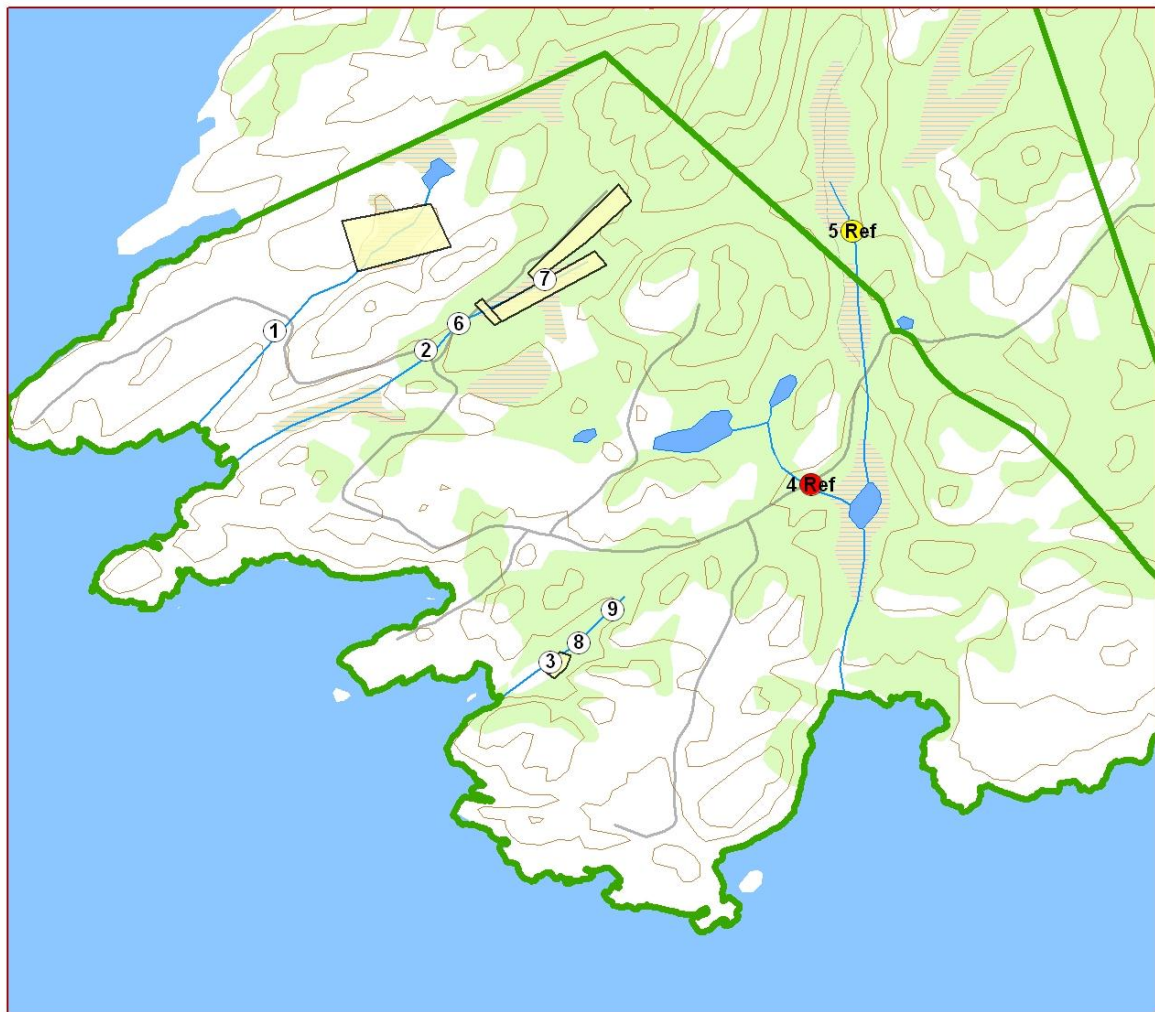
Korsnes fort har hatt en 100 meter og en 200 meter geværskytebane, en pistolbane og en 25 - 110 meter feltbane. Det har også vært en håndgranatbane her. Feltbanen og pistolbanen ble nedlagt 1993/94, mens 100 meterbanen ble nedlagt i 1990. Håndgranatbanen ble nedlagt i 1993. Her er det nå etablert en 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. Fra Breyholtz mfl (2010) og Mørch (2009)

Prøve punkt (id)	Beskrivelse	Dreneringsområde	Avrenning* Årsmiddel (l/s)
1	Liten bekk	25 - 110 m feltbane	19
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
6	Liten bekk	Samme som pkt 2. Oppstrøms pkt 2	
7	Liten bekk	200 m geværbane. Oppstrøms pkt 2 og 6	
8	Liten bekk	Oppstrøms håndgranatbane og pkt 3	
9	Liten bekk	Oppstrøms pkt 3 og 8	

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

# Korsnes



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Korsnes fort i 2011.

## 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 var å finne kildene til metallutlekking.

I 2011 ble de samme åtte prøvepunktene som i 2010 prøvetatt (fig 1; tab 1). Et referansepunkt (5Ref), samt syv punkt plassert internt i feltet for å kunne måle avrenning nær feltskytebaner og i småbekker som drenerer disse (1, 2, 3, 6, 7, 8, 9). Vannprøvetakingen ble utført av Forsvarsbyggs eget personell 30. juni og 28. november. Det ble benyttet vannhenter med teleskopstang ved prøvetaking.

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

## 3. Resultater og diskusjon

---

### Generelt

Analysedata er gitt i vedl 1. Resultatene for kobber, bly, sink og antimon er vist i fig 2 - 5.

### *Klima*

Før prøvetakingen i 30. juni hadde det den siste måneden vært 3 - 4 perioder med mye nedbør i 1-2 døgn, ellers lite nedbør og perioder med oppholdsvær. Den siste uka var det lite nedbør, men siste døgn om lag 30 mm nedbør, på prøvetakingsdagen var det igjen oppholdsvær, og vannføringen var normal ved alle prøvepunktene. Ved prøvetakingen 28. november hadde det også vært 3 - 4 perioder med mye nedbør i 1-2 døgn, ellers lite nedbør og perioder med oppholdsvær. Den siste uka inkl prøvetakingsdagen var det en del nedbør. Vannføringen var allikevel normal. Før begge prøverundene i 2011 var det altså mye regn døgnet før prøvene ble tatt og prøvetakeren opplyser at det var ”tydelige spor i terrenget om at det har vært stor vannføring siste døgn, men overraskende at vannføring allerede i dag har stabilisert seg til normal nivå. Vannprøver er farget, noe som sannsynligvis skyldes store nedbørsmengder siste døgn”. Mye av det som beskrives som farge på vannet er trolig suspendert minerogent stoff ved enkelte prøvepunkt (ikke målt), i tillegg til organisk materiale.

### *Støtteparametere*

Det er generelt ingen særlige forskjeller i vannkvalitet mellom vår og høstprøvene i 2011. Ledningsevnen ligger mellom 4 - 12 mS/m, og høyest om høsten. Konsentrasjonen av kalsium i 2011 varierer en del mellom prøvepunktene, med konsentrasjoner fra 0,5 - 5 mg/l, mens pH ligger mellom 4,7 - 6,6, lavest om høsten. Konsentrasjonen av TOC er lav til moderat høy, med konsentrasjoner fra 4 - 19 mg/l, også her lavest om høsten. Konsentrasjonen av jern ligger mellom 0,2 - 6,5 mg/l.



### *Sink og antimon*

Konsentrasjoner av sink var med to unntak, vårprøven i pkt 6 og høstprøven i pkt 7, som tidligere lav ved alle prøvepunktene (tilstandsklasse II eller III, < 40 µg/l ; fig 4). De høye konsentrasjonene ved pkt 6 og 7 sammenfaller også med høye konsentrasjoner av kobber og bly, som igjen kanskje skyldes høyere konsentrasjoner av suspendert stoff i bekkene. Konsentrasjonen av antimon var som tidligere og god ved alle prøvepunkt ifølge Drikkevannforskriften (Helse- og omsorgsdepartementet 2004; fig 5). Dette er i tråd med tidligere analyseresultater (Breyholtz mfl 2010; Mørch mfl 2009).

### **Referansepunkt**

Ved 5Ref ble det i 2011 målt en meget høy konsentrasjon av kobber i juniprøven (12,7 µg/l), noe som kan skyldes mye nedbør i døgnet før prøvetaking (30 mm). Konsentrasjonen av kobber lå under deteksjonsgrensen (< 0,1 µg/l) i novemberprøven. Det ble målt moderat høye konsentrasjoner av bly (0,8 - 2,1 µg/l). Dette kan tilsa en tidvis noe forhøyet bakgrunnskonsentrasjon av både kobber og bly i feltet.

### **Prøvepunkter i feltet**

Som ved referansen 5Ref, er det også et mønster med forhøyede konsentrasjoner av kobber og bly i juniprøven ved de andre prøvepunktene, med unntak for pkt 7 (fig 2 - 3). Det var det en kraftig økning i konsentrasjon av bly og spesielt kobber i flere punkt i juniprøven.

### *Nedstrøms 25 - 110 m feltbane - nordøst i feltet*

Konsentrasjoner av kobber og bly i bekken som mottar avrenning fra den nedlagte bane 1 (pkt 1), har gradvis blitt redusert fra 2009 frem til i dag (fig 1 - 3). Konsentrasjonen av bly og kobber ligger i høstprøven 2011 på nivå med analysene fra 2007 - 2008 (om lag 3 µg/l).

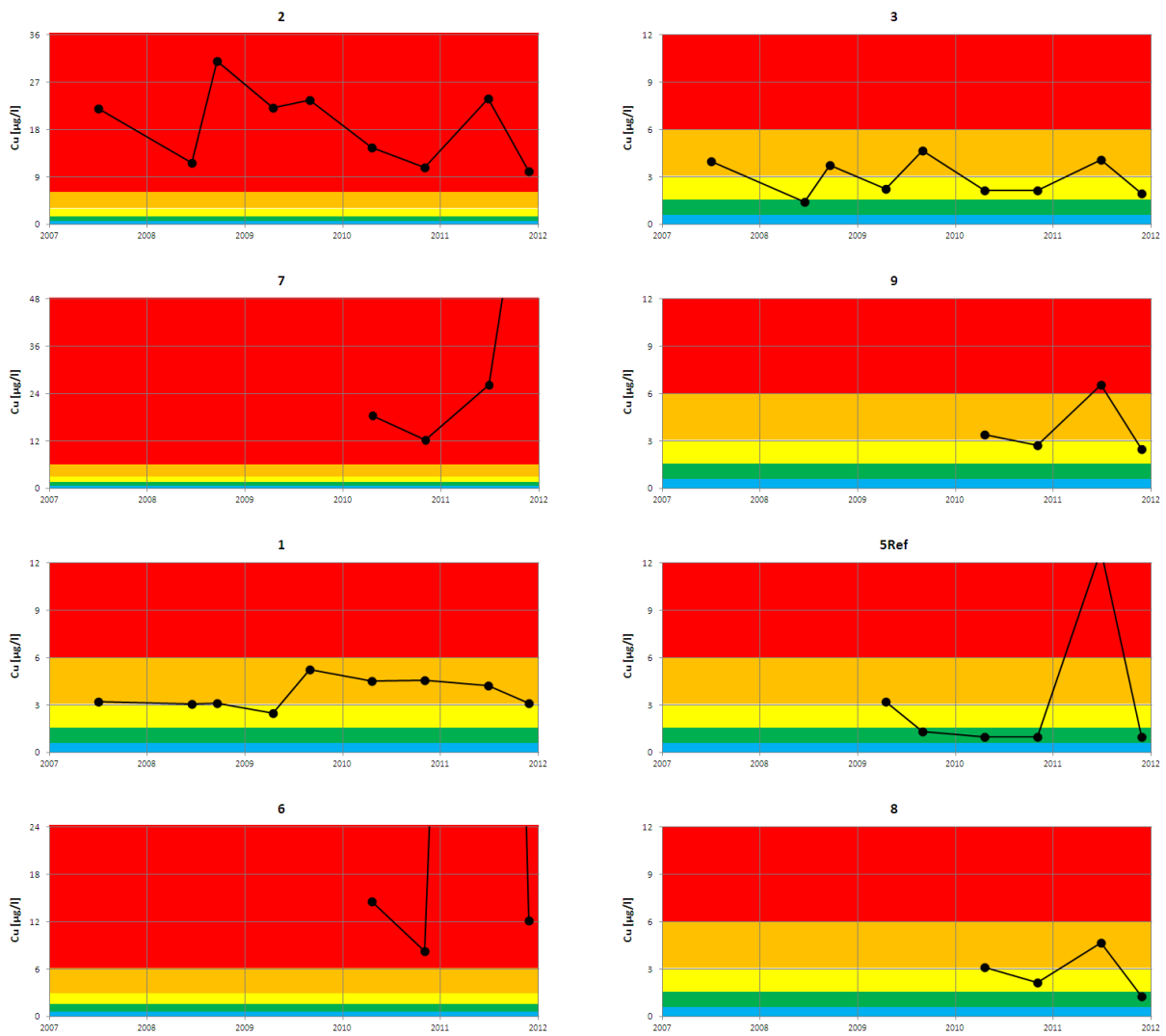
*Ved 200 m geværbane, 30 - 200 m feltbane og midlertidig pistolbane - nord i feltet*

Pkt 7 nedfor den aktive 200 meter banen, har kun vært prøvetatt to år. Konsentrasjonene av kobber og bly var høyere i 2011 enn i 2010 (26 - 93 µg Cu/l og 15 - 20 µg Pb/l; fig 2 - 3). Prøven tas i et myrområdet med lav vannføring helt inntil banen, og det er derfor forventet høye konsentrasjoner. Pkt 6 tas lenger nede i samme bekk, men mottar i tillegg avrenning fra en nedlagt feltbane og en midlertidig pistolbane (fig 1). Konsentrasjonene av kobber og bly ved pkt 6 økte betydelig under nedbørs-episoden i juniprøven 2011 (216 µg Cu/l og 75 µg Pb/l). Dette er høyere konsentrasjoner enn det som ble målt ved pkt 7, noe som indikerer at kilden ligger nedstrøms den aktive 200 meter banen. Konsentrasjonen av kobber og bly var derimot lavere i høstprøven og lavere enn hva som ble målt ved pkt 7, noe som tyder på en fortyningseffekt nedstrøms ved høstprøvetakingsrunden. Ved pkt 2, nedstrøms pkt 6, er konsentrasjonen av kobber og bly på nivå eller lavere enn ved pkt 6. Dette er som ved tidligere målinger.

*Oppstrøms og ved nedlagt håndgranatbane - sør i feltet*

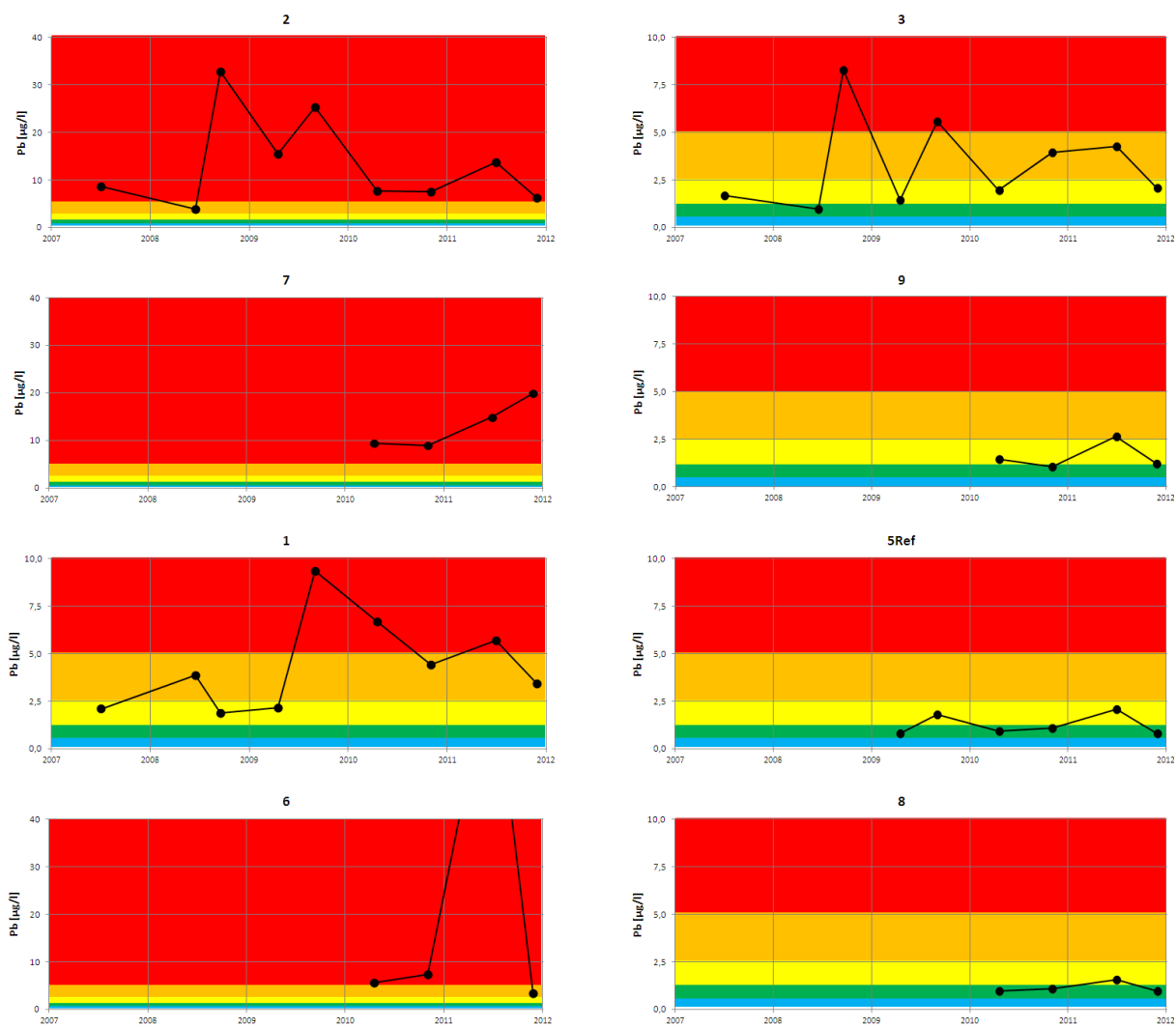
Det er tatt tre prøver (pkt 3, 8 og 9) i bekken som renner forbi håndgranatbanen, da det er mistanke om at de forhøyede metallkonsentrasjonene i bekken ikke kommer fra banen. Det var en økt utlekking av kobber og bly i alle tre prøvepunkt under nedbørsepisoden i juni (fig 2 - 3). Resultatene viser at konsentrasjonene av kobber er høyest i den øverste prøven (pkt 9), og reduseres gradvis nedover i bekken. Det ble derimot målt noe høyere konsentrasjoner av bly i det nederste punktet, pkt 3 ved håndgranat banen, i forhold til de to prøvepunktene oppstrøms. Forskjellene er derimot små, og kan skyldes naturlige avvik i forhold til usikkerhet i prøvetaking, fortykning og analyse på ufiltrerte prøver. Foreløpige resultater indikerer at det kan finnes en kilde til utlekking av metaller oppstrøms pkt 9.

## Kobber



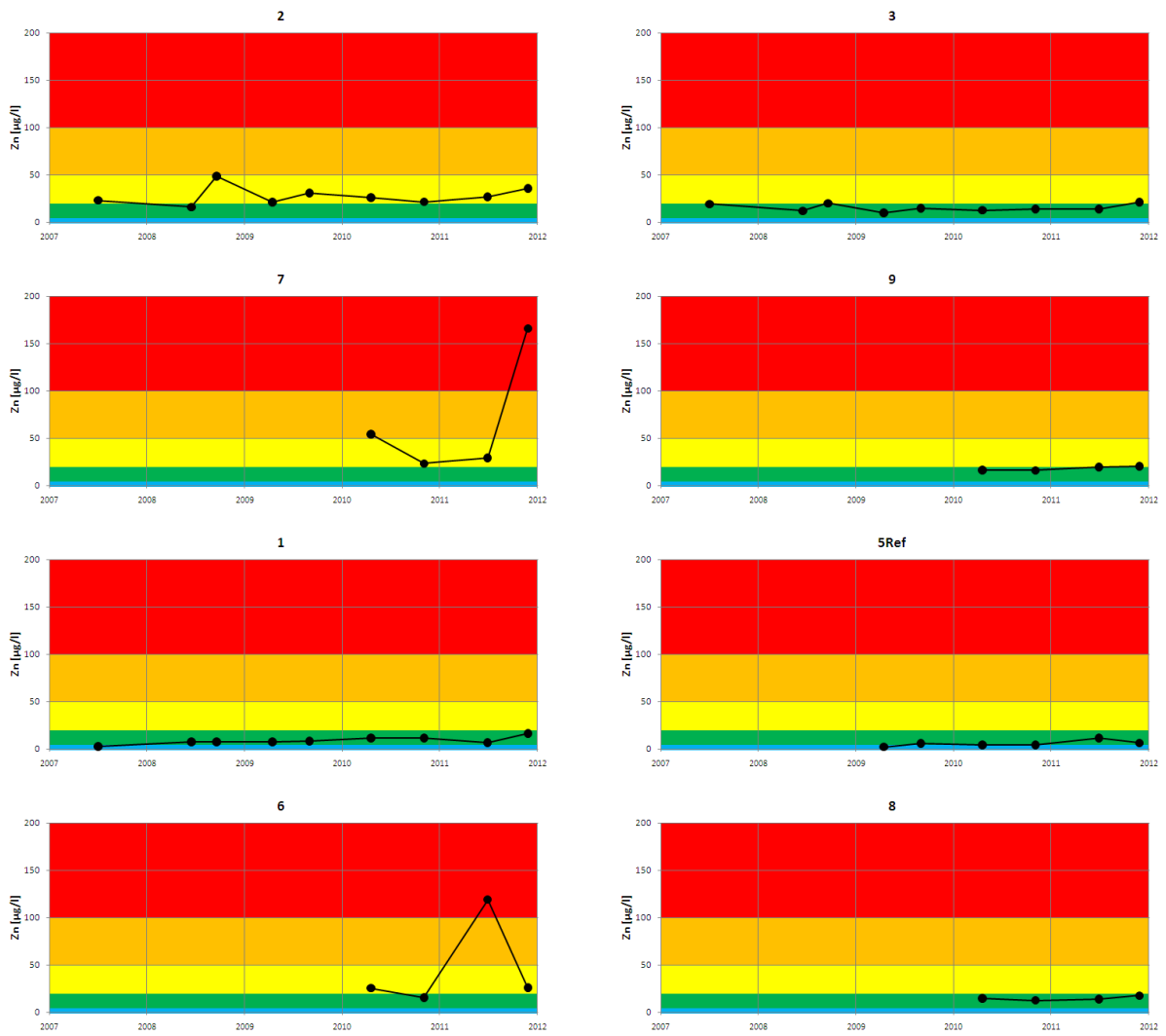
**Figur 2.** Analyseresultater for kobber i perioden 2007 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997). Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

## Bly



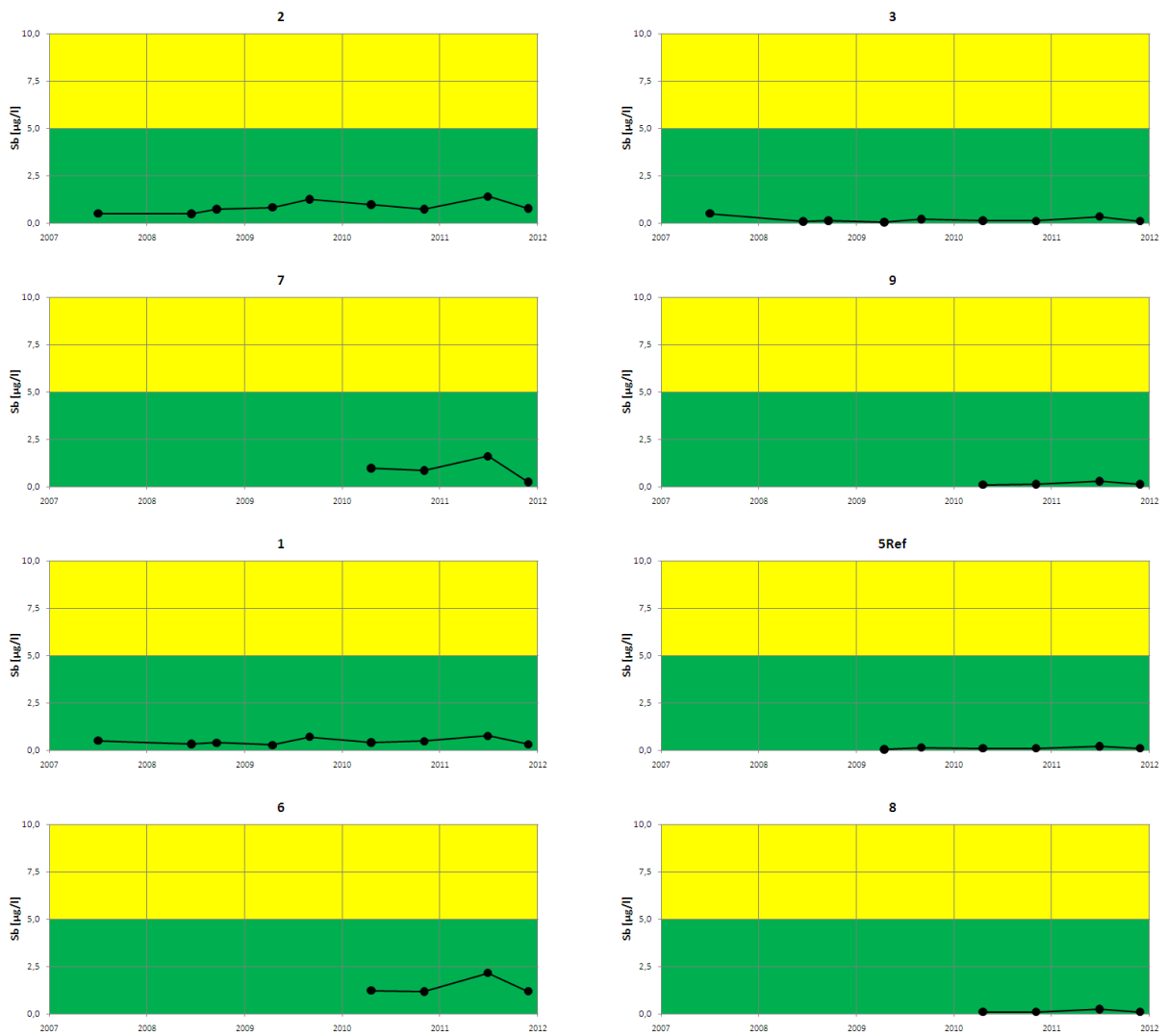
**Figur 3.** Analyseresultater for bly i perioden 2007 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997). Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

## Sink



**Figur 4.** Analyseresultater for sink i perioden 2007 - 2010. Før 2010 ble analyseresultater under de-teksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997).

## Antimon



**Figur 5.** Analyseresultater for antimon i perioden 2007 - 2010. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer klassegrenser basert på Drikkevannforskriften (Helse- og omsorgsdepartementet 2004).

## 4. Konklusjon og anbefalinger

---

Som tidligere resultater også viser er det forhøyede konsentrasjoner av kobber og bly i flere av bekkene ved Korsnes, inkl ved referansepunktet 5Ref og oppstrøms håndgranatbanen ved pkt 9. Dette kan tyde på naturlig høye bakgrunnskonsentrasjoner, evt ukjente tungmetallkilder i feltet. Konsentrasjonen av kobber og bly er fremdeles høye ved pkt 7 (nedstrøms aktiv 200 meterbane), og viser tendenser til en økende trend. Konsentrasjonene i de andre prøvepunktene er på samme nivå eller lavere enn tidligere (med unntak av nedbørepisoden i juni). Måling av turbiditet bør inn i analyseprogrammet, for å vurdere om tiltak mot erosjon kan være aktuelle 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.

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.



# Norfjordeid

---

1. Innledning.....	49
Områdebeskrivelse .....	49
Aktivitet i feltet .....	49
2. Material og metode.....	52
Vannprøvetaking.....	52
Analyser .....	52
3. Resultater og diskusjon .....	53
Generelt .....	53
Referansepunkt .....	54
Prøvepunkt ved skytebanen.....	54
Prøvepunkt nedstrøms skytebane .....	54
4. Konklusjon og anbefalinger.....	57
Referanser .....	58
Vedlegg 1 - MO Vest .....	110

# 1. Innledning

---

## Områdebeskrivelse

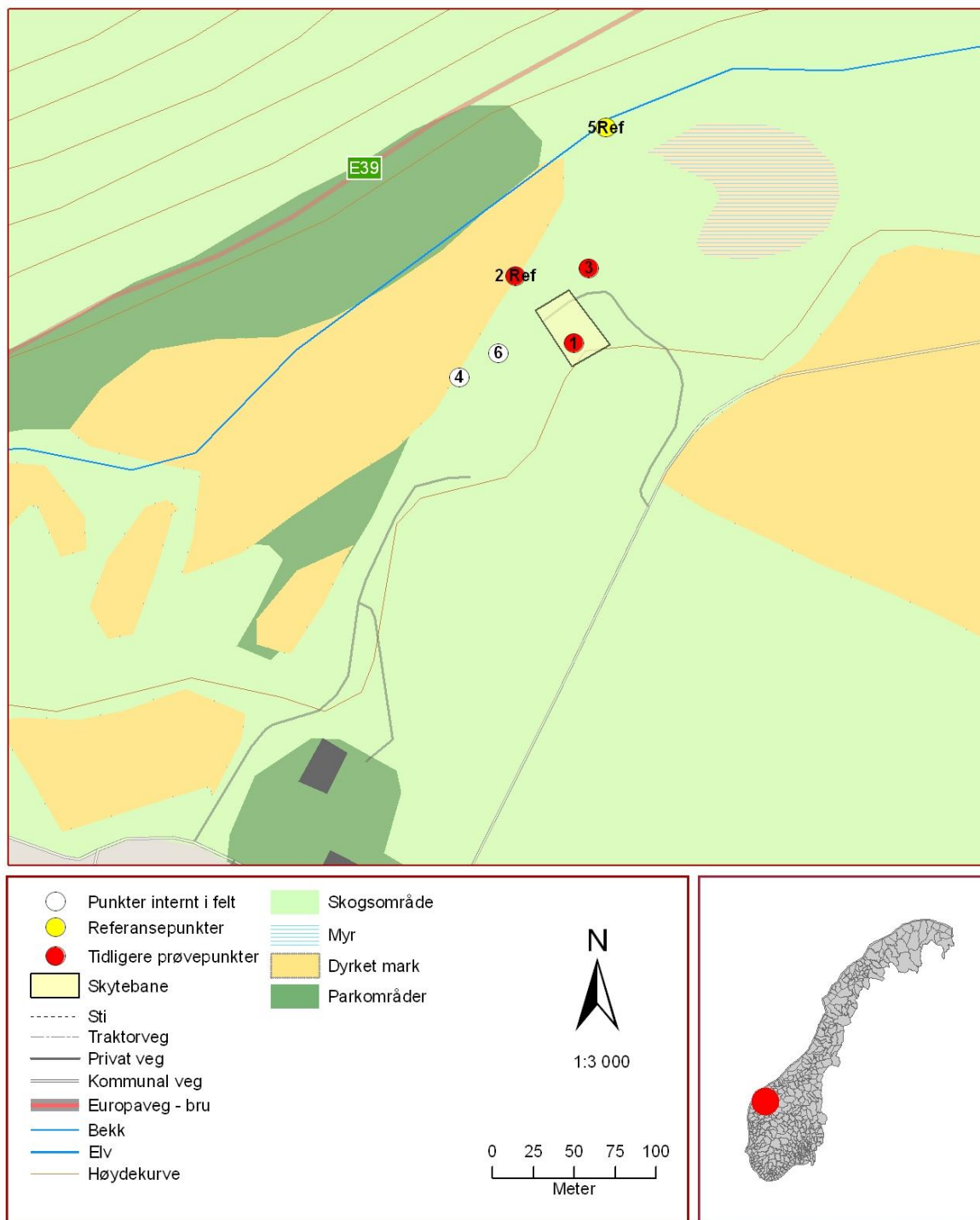
Nordfjordeid skytebane ligger i Eid kommune i Sogn og Fjordane fylke. Terrenget rundt skytebanen er preget av skog og dyrket mark. Selve banen er anlagt i et sandtak og ligger på elveavsetninger som grenser til bart fjell i dagen mot nord (oppstrøms) og breelvavsetninger mot sør (nedstrøms). Berggrunnen består av øyegneis og granitt (Breyholtz mfl 2010).

Kulefangervollen er bygd opp av naturgrus (bakgrunnsmasser) som er dekket med et lag med knuste masser. Ut av kulefangervollen renner det mye vann som dreneres vekk i en åpen grøft i forkant av kulefangervollen. Herfra renner det i en åpen grøft ca 10 m fra målområdet. Fra utløpet av grøften sprer vannet seg over et myrlendt terreng (ved pkt 6) med relativt lav vanngjennomstrømning. Vannet renner delvis i dagen og trekker delvis ned i myren og renner deretter mot en større og dypere oppgravd grøft i grenselinjen for Forsvarsbyggs eiendom. Vannet blandes her med mer grøftevann (tab 1; fig 1). Vannføringen i bekken ved pkt 4 er betydelig større enn tilførselen av vann fra myra. Beskrivelse bearbeidet fra Breyholtz mfl 2010.

## Aktivitet i feltet

Skytebanen er en kortholdsbane (30 m) med et areal på om lag 1500 m<sup>2</sup> (fig 1). Banen ble tatt i bruk på 1980-tallet og har vært i jevnlig bruk siden. Anlegget har blitt benyttet av Møre og Romsdal HV-distrikt 11, Politiet og noe av sivile skytterlag.

# Nordfjordeid



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Nordfjordeid i 2011.

Tabell 1. Oversikt over prøvepunkter på Nordfjordeid. En del data fra Breyholtz mfl (2010)

Prøve punkt (id)	Beskrivelse	Dreneringsområde	Kommentarer
4	Grøft	Området øst og nedstrøms for skytebane. Mottar avrenning fra pkt 6, samt grøftevann langs eiendomsgrensen.	Grøft i grenseskille mellom Forsvarsbygg og sivil grunn. Overvann fra skytebaneområdet og myr ved skytebane drenerer mot grøft. Anlagt 2009.
5Ref	Bekk /elv	Referansepunkt oppstrøms skytebane.	Anlagt 2009. Varierende vannføring.
6	Myr	Renner gjennom skytebane. Vann fra myr oppstrøms og mulig oppkomme av grunnvann.	Anlagt 2009. Lite vann, men jevnt sig.

## 2. Material og metode

---

### Vannprøvetaking

Tungmetallavrenning fra Nordfjordeid skytebane har vært overvåket siden 2008, men ingen av disse punktene ble videreført i 2009 (Breyholtz mfl 2010). Det ble etablert tre nye prøvepunkter i 2009 som er videreført i 2011 (fig 1; tab 1). Det ble tatt ut vannprøver 27. juli. 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 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

---

### Generelt

Analysedata er gitt i vedl 1. Resultatene for kobber, bly, sink og antimon er vist i fig 2 - 5.

### *Klima*

Perioden før prøvetaking i juli hadde det vært mye regn, men på ved prøvetakingen var det opphold og varmt. Vannføringen var normal til lav vannføring ved alle prøvepunktene.

### *Støtteparametere*

Ledningsevnen var relativt lav og lå mellom 2,2 - 3,2 mS/m. Konsentrasjonen av kalsium var også relativt lav med konsentrasjoner fra 0,9 - 2,2 mg/l. pH var moderat høy ved alle punkter og lå mellom 6,1 - 6,6. Konsentrasjonen av TOC varierte mye mellom prøvepunktene med konsentrasjoner mellom 3 mg/l (lite) - 21 mg/l (mye). Konsentrasjonen av jern var lav og lå mellom 0,05 - 0,25 mg/l.

### *Sink og antimon*

Konsentrasjoner av sink er under deteksjonsgrensen (4 µg/l) ved 5Ref. Konsentrasjonen av sink er også lav ved pkt 4 (5 µg/l), som mottar avrenning fra pkt 6, samt grøftevann langs eiendomsgrensen. Ved pkt 4 er vannet vesentlig fortynnet i forhold til vannkvaliteten ved pkt 6, som ligger rett ved skytebanen. Ved pkt 6 er konsentrasjonen av sink 31 µg/l og i tilstandsklasse III. Dette er som ved tidligere målinger, som har ligget i tilstandsklasse III - IV (fig 4). Konsentrasjonen av antimon var som tidligere i tilstandsklassen lav ved 5Ref og pkt 4. Ved pkt 6 var konsentrasjonen 14 µg Sb/l. Dette er i tråd med tidligere analyseresultater (Breyholtz mfl 2010; Mørch mfl 2009; fig 5). Drikkevanforskriften har krav på 5 µg Sb/l, mens Verdens helseorganisasjon (WHO) har satt grensen til 20 µg Sb/l.

## **Referansepunkt**

Referansepunktet 5Ref er plassert oppstrøms skytebanen. Som tidligere ligger konsentrasjonen av kobber og nær eller bly under deteksjonsgrensen for analysene (1 µg Cu/l og 0,5 µg Pb/l).

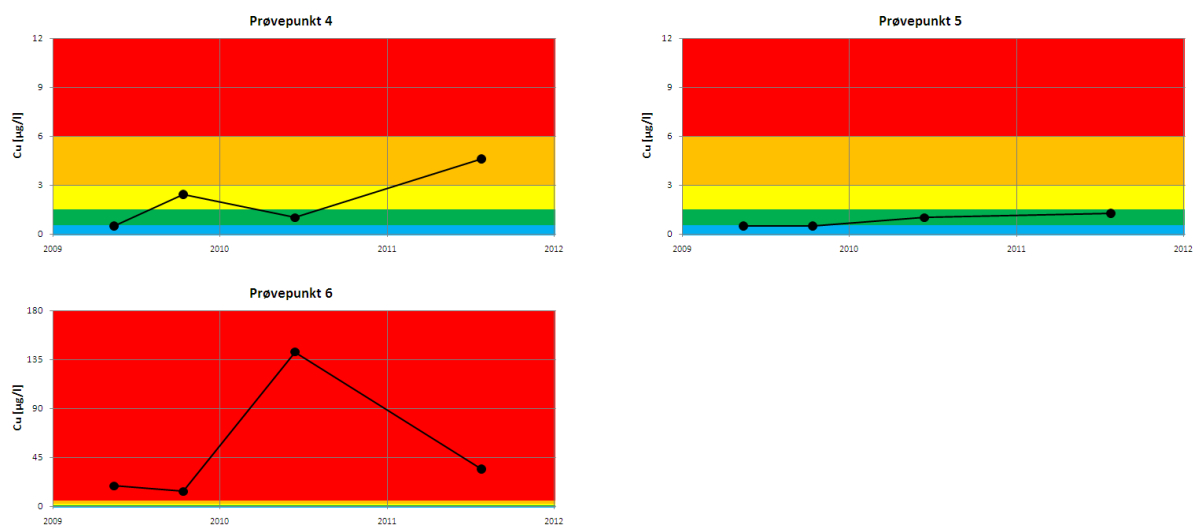
## **Prøvepunkt ved skytebanen**

Vannkvaliteten mht bly og kobber ved pkt 6 er som tidligere i tilstandsklasse V for både kobber og bly. Konsentrasjonen var noe høyere enn det som ble målt i 2009, men vesentlig lavere enn hva som ble målt i 2010 (jfr fig 2 - 3). Konsentrasjonen av kobber var 34 µg/l, og blykonsentrasjonen var på 84 µg/l.

## **Prøvepunkt nedstrøms skytebane**

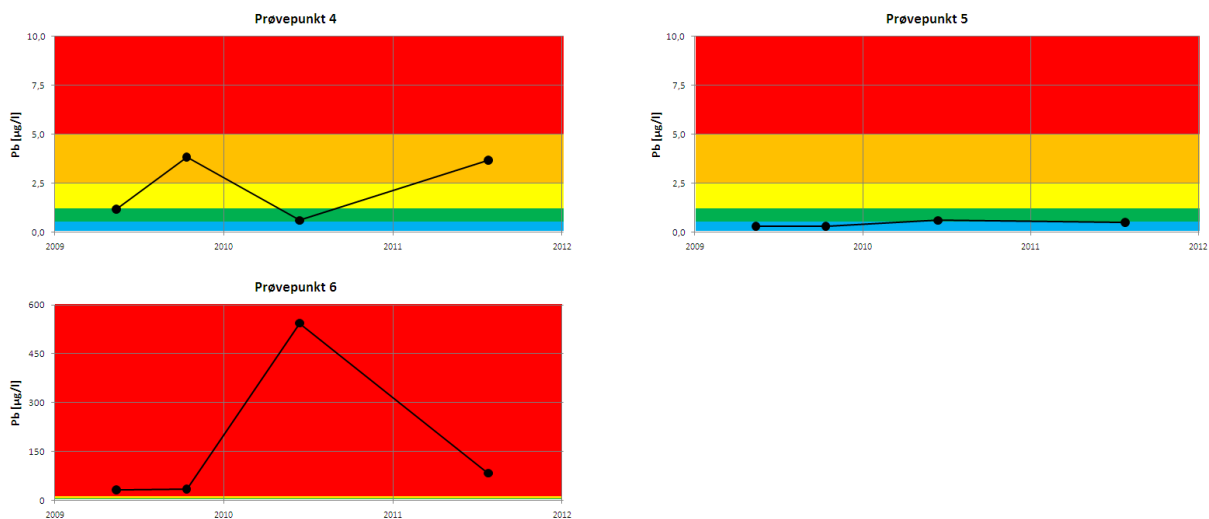
Vannkvaliteten mht bly og kobber ved pkt 4 er som tidligere vesentlig bedre enn ved pkt 6, og er i tilstandsklasse IV (fig 2 - 3). Konsentrasjonen av kobber (4,6 µg/l) var noe høyere enn det som har blitt målt tidligere, mens konsentrasjonen av bly 3,7 µg/l er tilsvarende det som ble målt høsten 2009 (jfr fig 2 - 3).

## Kobber



**Figur 2.** Analyseresultater for kobber i perioden 2009 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997). Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

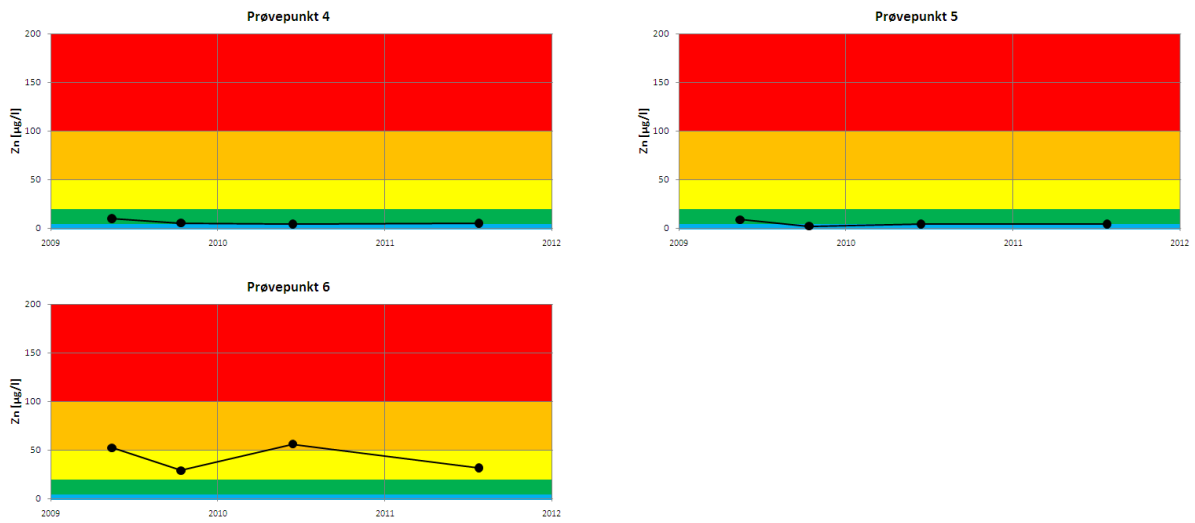
## Bly



**Figur 3.** Analyseresultater for bly i perioden 2009 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997). Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

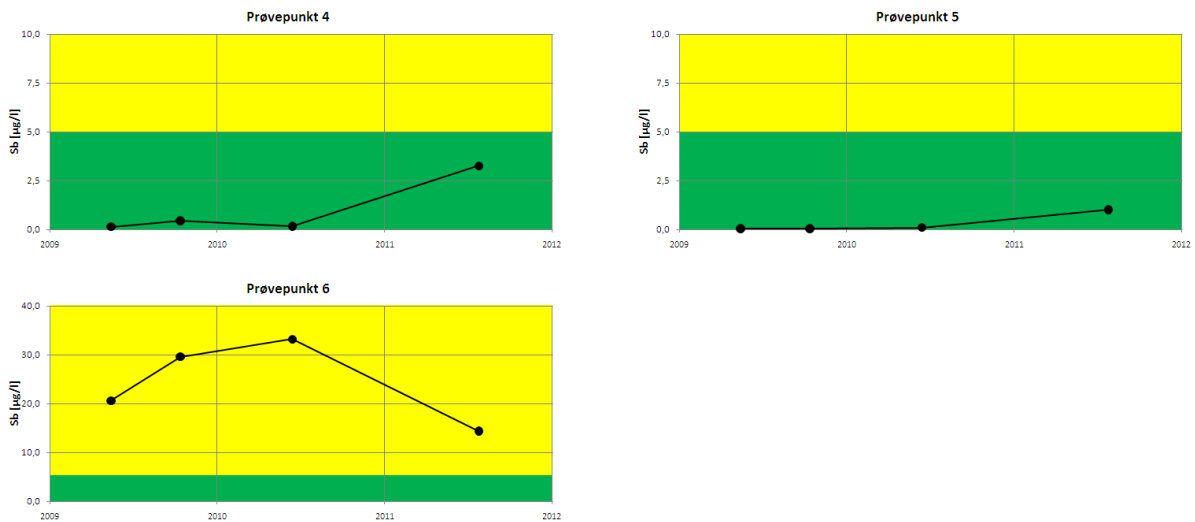


## Sink



**Figur 4.** Analyseresultater for sink i perioden 2009 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997).

## Antimon



**Figur 5.** Analyseresultater for antimon i perioden 2009 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer klassegrenser basert på Drikkevannforskriften (Helse- og omsorgsdepartementet 2004).

## 4. Konklusjon og anbefalinger

---

Det er høye konsentrasjoner av kobber og bly ved prøvepunktet nær skytebanen (pkt 6). Konsentrasjonen er vesentlig lavere nedstrøms ved pkt 4 pga fortynning, og ligger her fremdeles i tilstandsklasse V, men med vesentlig lavere konsentrasjoner enn i 2010. Det anbefales å innføre måling av turbiditet, for å avdekke evt sammenhenger mellom suspendert stoff og konsentrasjoner av tungmetaller.

# 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.

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

# Remmedalen

---

1. Innledning.....	60
Områdebeskrivelse .....	60
Aktivitet i feltet .....	60
2. Material og metode.....	63
Vannprøvetaking.....	63
Analyser .....	63
3. Resultater og diskusjon .....	64
Generelt .....	64
Referansepunkt .....	65
Prøvepunkt nær skytebaner i feltet .....	65
Vannforekomster som drenerer ut av feltet.....	65
4. Konklusjon og anbefalinger.....	70
Referanser .....	71
Vedlegg 1 - MO Vest .....	110

# 1. Innledning

---

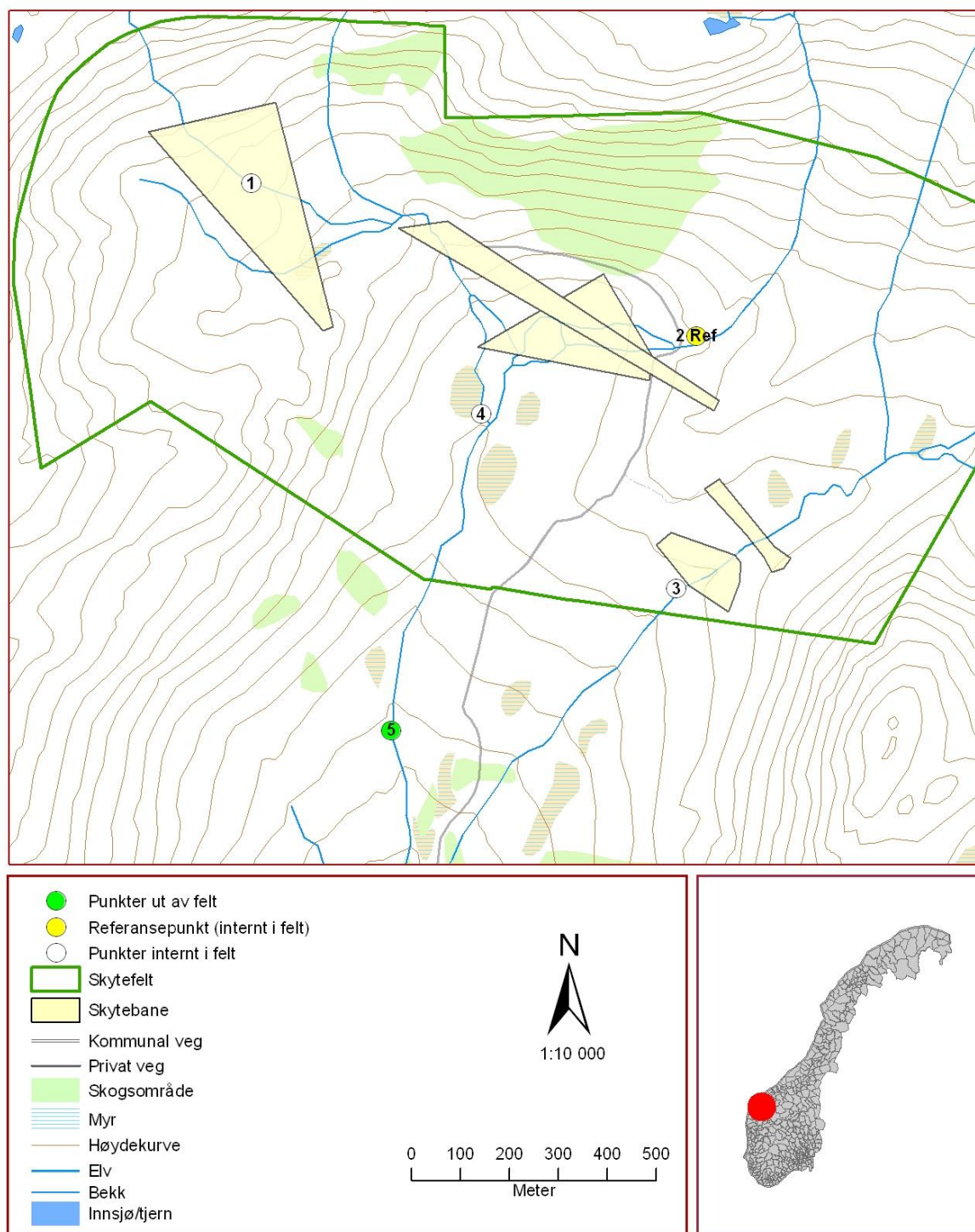
## Områdebeskrivelse

Remmedalen skyte- og øvingsfelt ligger i Eid kommune, nord for Eidsfjorden, som er en del av Nordfjord i Sogn og fjordane. Skytefeltet ligger i fjellterreng om lag 800 moh, nord for selve Remmedalen ved fjellet Holevassegga, og dekker et areal på ca 1,7 km<sup>2</sup>. Området ble tatt i bruk i 1982. Området er preget av fjell i dagen og mindre myrer som drenerer via bekker sørover via Remmedalen til Eidsfjorden. Berggrunnen består diorittisk til granittisk gneis stedvis dekket av tynt morenedekke (etter Mørch mfl 2009).

## Aktivitet i feltet

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

# Remmedalen



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Remmedalen i 2011.

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

Prøve punkt (id)	Beskrivelse	Dreneringsområde	Avrenning* Årsmiddel (l/s)
1	Liten bekk	Øverst i felt, nedstrøms blindgjengerfelt (bane 4 og 5).	19
2Ref	Middels bekk	Utkanten av felt, referansepunkt.	77
3	Middels bekk	Ved bane 1, nedstrøms bane 1 og 2.	87
4	Stor bekk	Bekk fra blindgjengerfeltet, bane 4 og 5, nedstrøms pkt 1 og 2Ref.	105
5	Stor bekk	Utkanten av skytefeltet. Avrenning fra banene 3, 4 og 5.	260

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

## 2. Material og metode

---

### Vannprøvetaking

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

Ett referansepunkt (2Ref) ble prøvetatt. I tillegg ble det prøvetatt i tre prøvepunkter plassert internt i feltet for å kunne måle avrenning fra hhv bane 1 og 2 (pkt 3) og bane 4 og 5 (pkt 1 og 4), samt i ett punkt for å måle avrenningen ut av feltet (pkt 5). Vannprøvetakingen ble utført av Forsvarsbyggs eget personell 27. juli. Det har blitt benyttet vannhenter påmontert 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 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

---

### Generelt

Analysedata er gitt i vedl 1. Resultatene for kobber, bly, sink og antimon er vist i fig 2 - 5.

### *Klima*

Før prøvetakingen hadde det vært mye nedbør den siste uka. Ved prøvetaking var det opphold og vannføringen var lav - normal.

### *Støtteparametere*

Ledningsevnen er relativt lav og lå mellom 0,8 - 1,8 mS/m. Konsentrasjonen av kalsium er lav med konsentrasjoner under 0,8 mg/l. pH ligger på om lag 6,5 ved alle prøvepunkter. Konsentrasjonen av TOC er lav med konsentrasjoner mellom 1,4 - 4,4 mg/l. Konsentrasjonen av jern er relativt lav og ligger mellom 0,04 - 0,4 mg/l.

### *Sink og antimon*

Konsentrasjoner av sink og antimon var som tidligere lav ved alle prøvepunktene og under deteksjonsgrensen for analysene ( $< 4 \mu\text{g Zn/l}$  og  $< 0,1 \mu\text{g Sb/l}$ ; fig 4). Dette er i tråd med tidligere analyseresultater (fig 4 - 5). Drikkevannforskriften har krav på  $5 \mu\text{g Sb/l}$ , mens Verdens helseorganisasjon (WHO) har satt grensen til  $20 \mu\text{g Sb/l}$ .

## **Referansepunkt**

Referansepunktet 2Ref, plassert i bekken oppstrøms bane 3, inneholder lite kobber og bly i den prøvetatte vårprøven i 2011, og under deteksjonsgrensen for analysene (hhv < 1 µg Cu/l og 0,5 µg Pb/l; fig 2 - 3). Dette er som tidligere (med unntak for en høstprøve i 2008).

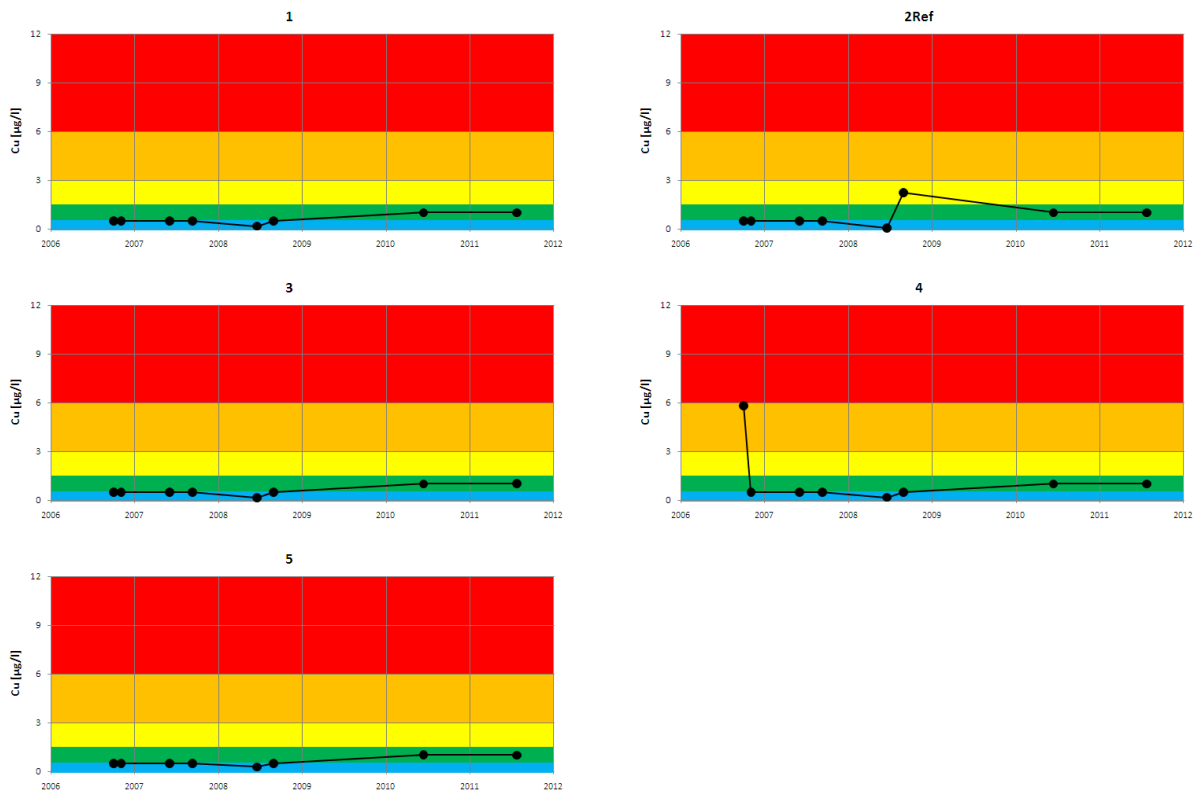
## **Prøvepunkt nær skytebaner i feltet**

Vannkvaliteten for bly og kobber for delfeltene som drenerer til prøvepunktene 1, 3 og 4 (fig 1), inneholder som tidligere lite kobber og bly (fig 2 -3). For både bly og kobber er konsentrasjonen under deteksjonsgrensen for analysene (hhv < 1 µg Cu/l og 0,5 µg Pb/l; fig 2 - 3). Dette er som tidligere.

## **Vannforekomster som drenerer ut av feltet**

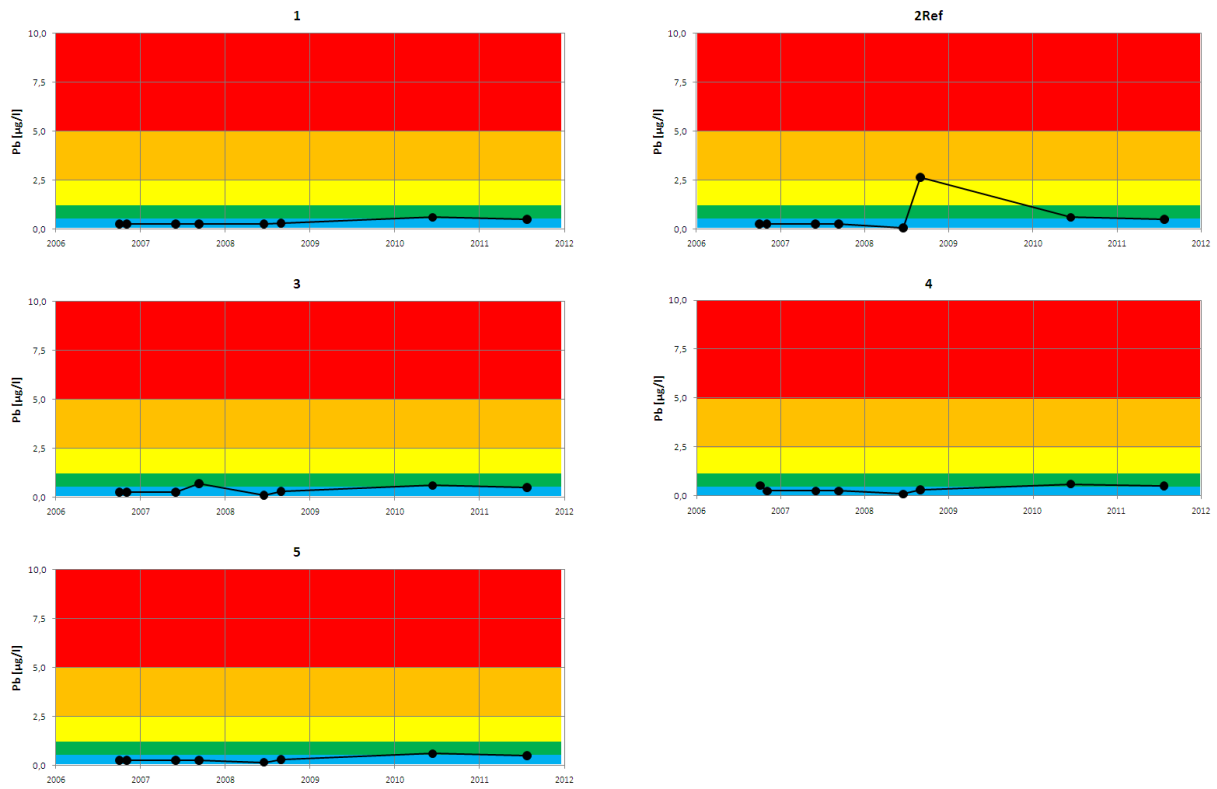
Delfeltet som drenerer ut av skytefeltet (pkt 5), har tilsvarende lave konsentrasjoner som de overliggende prøvepunktene (1, 3 og 4). Også her er konsentrasjonen under deteksjonsgrensen for analysene (hhv < 1 µg Cu/l og 0,5 µg Pb/l; fig 2 - 3).

## Kobber



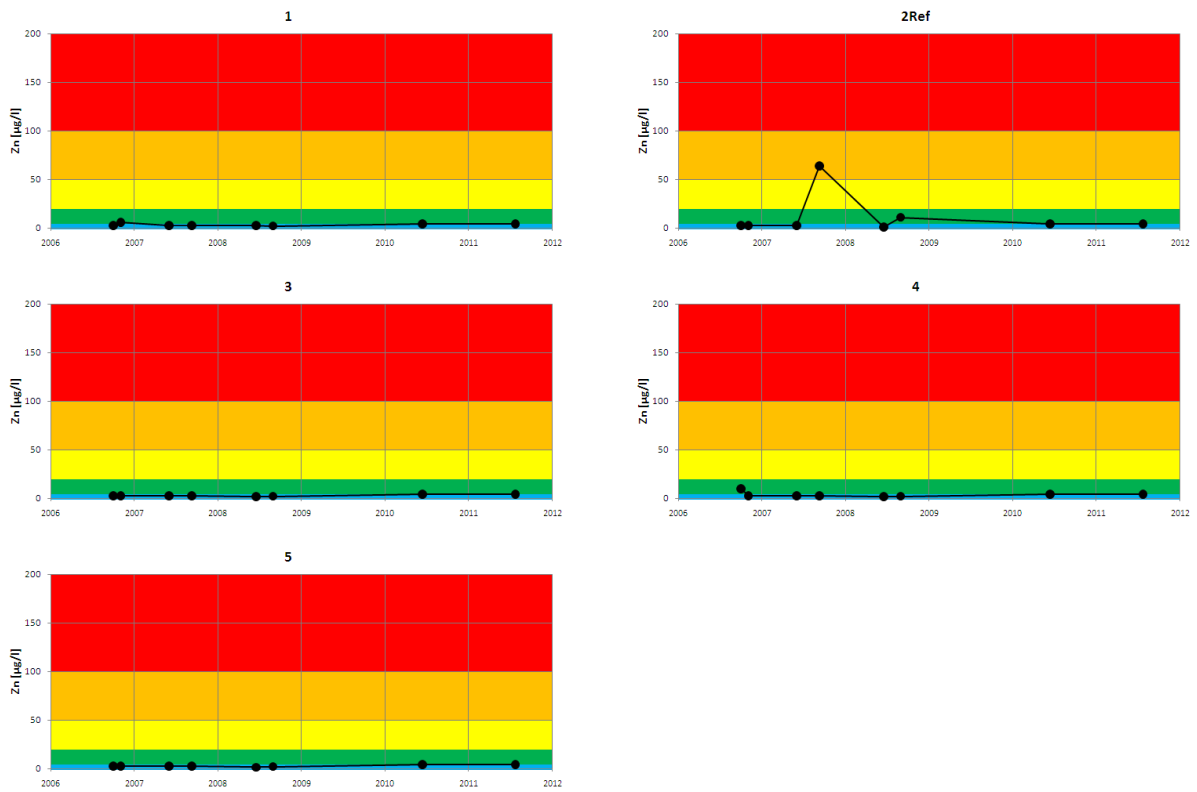
**Figur 2.** Analyseresultater for kobber i perioden 2006-2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997).

## Bly



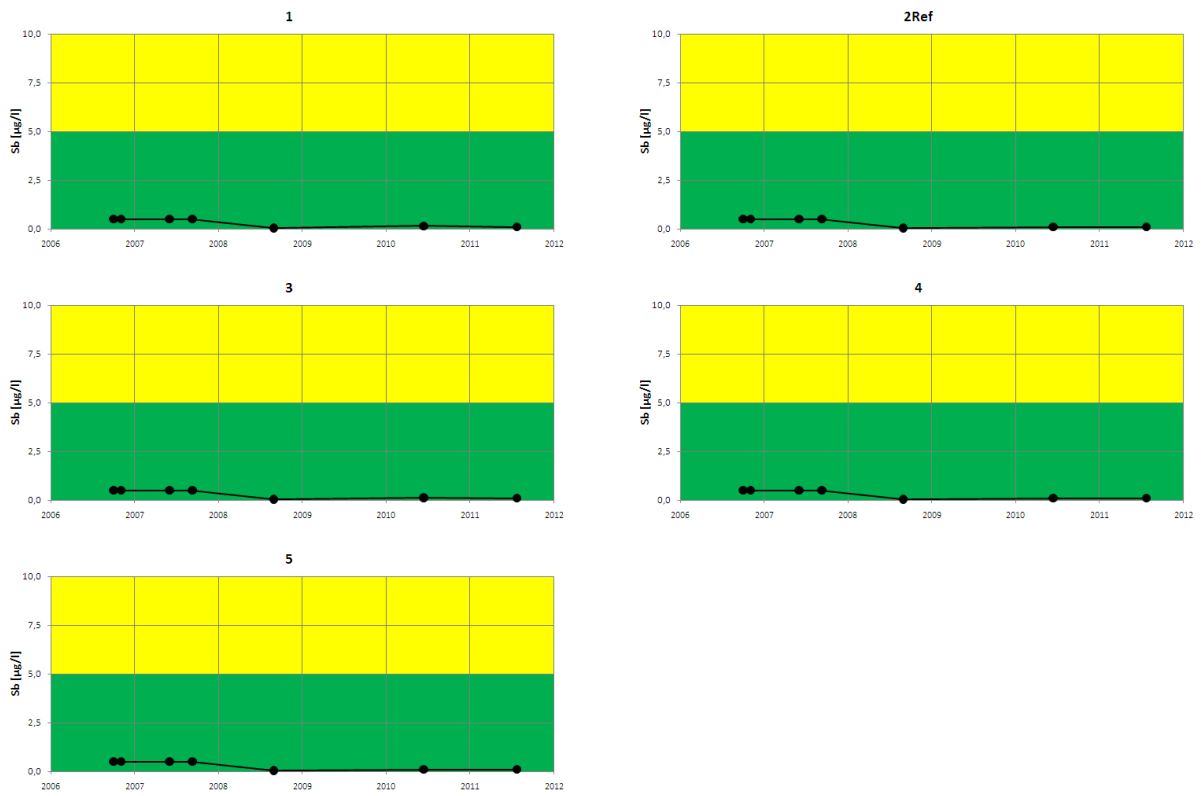
**Figur 3.** Analyseresultater for bly i perioden 2006-2010. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjongrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997).

## Sink



**Figur 4.** Analyseresultater for sink i perioden 2006-2010. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997).

## Antimon



**Figur 5.** Analyseresultater for antimon i perioden 2006-2010. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer klassegrenser basert på Drikkevannforskriften (Helse- og omsorgsdepartementet 2004).

## 4. Konklusjon og anbefalinger

---

Konsentrasjonen av kobber, bly, antimon og sink ved Remmedalen er i 2011 lav og nær eller under deteksjonsgrensen for analysene. Dette er på nivå med tidligere års undersøkelser.

# 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.

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



# Ulven

---

1. Innledning.....	73
Områdebeskrivelse .....	73
Aktivitet i feltet .....	73
2. Material og metode.....	76
Vannprøvetaking.....	76
Analyser .....	76
3. Resultater og diskusjon .....	77
Generelt .....	77
Referansepunktet.....	78
Prøvepunkt internt i feltet.....	78
Prøvepunkt som drenerer ut av feltet.....	78
4. Konklusjon og anbefalinger.....	83
Referanser .....	84
Vedlegg 1 - MO Vest .....	110

# 1. Innledning

---

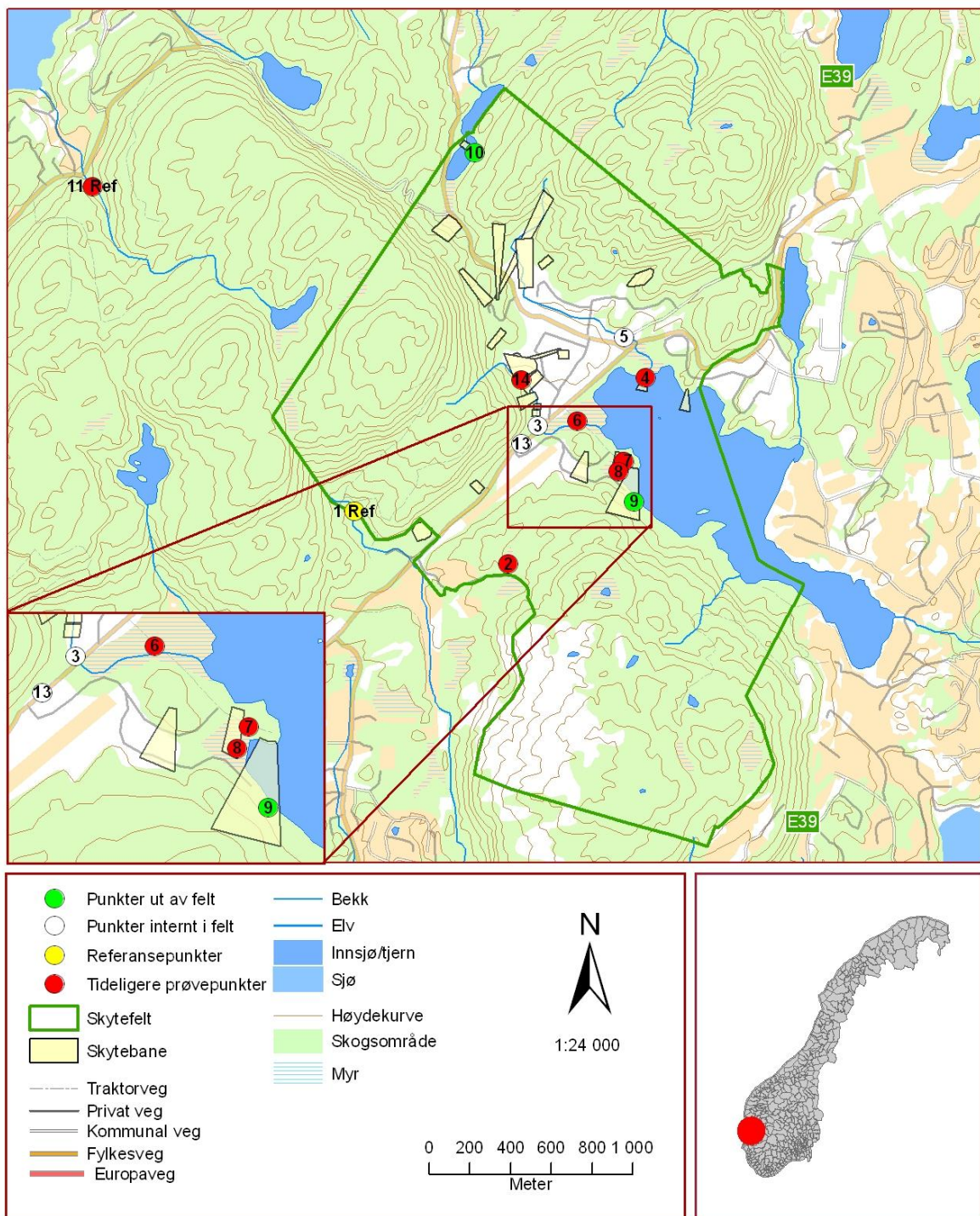
## Områdebeskrivelse

Ulven skyte- og øvingsfelt ligger i Os kommune, Hordaland fylke, og er på ca 2 km<sup>2</sup>. Det meste av skytefeltet har fjell i dagen eller et tynt løsmassedekke, mens det i mindre deler av området er breelavsetninger 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.

# Ulven



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Ulven i 2011.

Tabell 1. Oversikt over prøvepunkter på Ulven. Det meste av data fra Breyholtz mfl (2010).

Prøvepunkt (id)	Beskrivelse	Avrenning* Årsmiddel (l/s)	Dreneringsområde	Kommentarer
1Ref	Liten bekk.	19	Utkant av felt. Ulvenfjell sør ved RollsRoyce.	Referansepunkt.
3	Liten bekk	25	Bane 7-12 og terreng rundt sivil skytebane, bane 12.	Tvers ovenfor flyplassen.
5	Liten bekk.	65	Samme baner som pkt 4. Nedfor Ulven leir, utløp Svegane.	Hovedsaklig i lukket kanal og rør. Renner ut i Ulvenvatnet.
9	Sig.	Ca 0,2	Målområde, bane 23A.	
10	Vannkant av tjern.	40	Målområde, bane 17A (nedlagt).	Benyttet kalde M72 og gevær. Noe avfall i området.
13	Liten bekk.	21	Slambasseng, bane 10/11.	Vann fra Ulvenfjellet.

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

## 2. Material og metode

---

### Vannprøvetaking

Tungmetallavrenningen har vært overvåket ved Ulven skytefelt siden 2007 (Breyholtz mfl 2010; Haaland og Gjemlestad 2011). I 2011 ble det tatt ut prøver ved seks prøvepunkter, 1Ref, 3, 5, 9, 10 og 13 (fig 1; tab 1). Det ble tatt ut vannprøver 19. juli og 9. november. Det ble benyttet vannhenter med teleskopstang ved prøvetaking.

### 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 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

---

### Generelt

Analysedata er gitt i vedl 1. Resultatene for kobber, bly, sink og antimon er vist i fig 2 - 5.

### *Klima*

Ved prøvetakingen i 19. juli hadde det vært vekslende vær den siste måneden, den siste uka var det pent og varmt vær. På prøvetakingen var det lett regn, og vannføringen var lav ved alle prøvepunktene. Før prøvetakingen i 9. november hadde det vært mye regn den siste måneden, men det var normal til lav vannføring og klart vann i alle prøvepunktene ved prøvetakingen. Det oppgis videre at det hadde vært anleggsvirksomhet på alle kulefang i slutten av september.

### *Støtteparametere*

Ledningsevnen var moderat høy og lå mellom 5,5 - 19 mS/m. Konsentrasjonen av kalsium lå mellom 2 - 14 mg/l, med de laveste konsentrasjonene ved referansepunktet. pH lå mellom 6,3 - 7,3. Konsentrasjonen av TOC var lav og lå mellom 1,4 - 4 mg/l. Konsentrasjonen av jern var lav og lå under 0,7 mg/l.

### *Sink og antimon*

Konsentrasjoner av sink var lav ved alle prøvepunkt, med unntak for noe høyere i referansen (tilstandsklasse III; 25 - 27 µg/l; fig 4). Det kan det se ut som om det er naturlig forekomster i berggrunnen i området. Konsentrasjonen av antimon er derimot lavest ved referansepunktet (nær deteksjonsgrensen på 0,1 µg/l). Konsentrasjonen er som tidligere også lav ved pkt 5, med varierer en del ved de andre prøvepunktene. Konsentrasjonene er moderat høye ved pkt 9, som drenerer ut av feltet. Det er tendenser til lavere konsentrasjoner av antimon ved pkt 9 i forhold til tidligere, og ble i 2011 målt til 7 - 8 µg/l. Dette er høyere enn grensen for drikkevann på 5 µg/l (Helse- og omsorgsdepartementet 2004), men lavere enn grensen satt av WHO på 20 µg/l.

## **Referansepunktet**

Ved pkt 1Ref var konsentrasjonen av kobber som i 2010 i tilstandsklasse III (2 µg/l). Konsentrasjonen av bly var som tidligere lav og nær eller under deteksjonsgrensen på 0,5 µg/l (tilstandsklasse I - II).

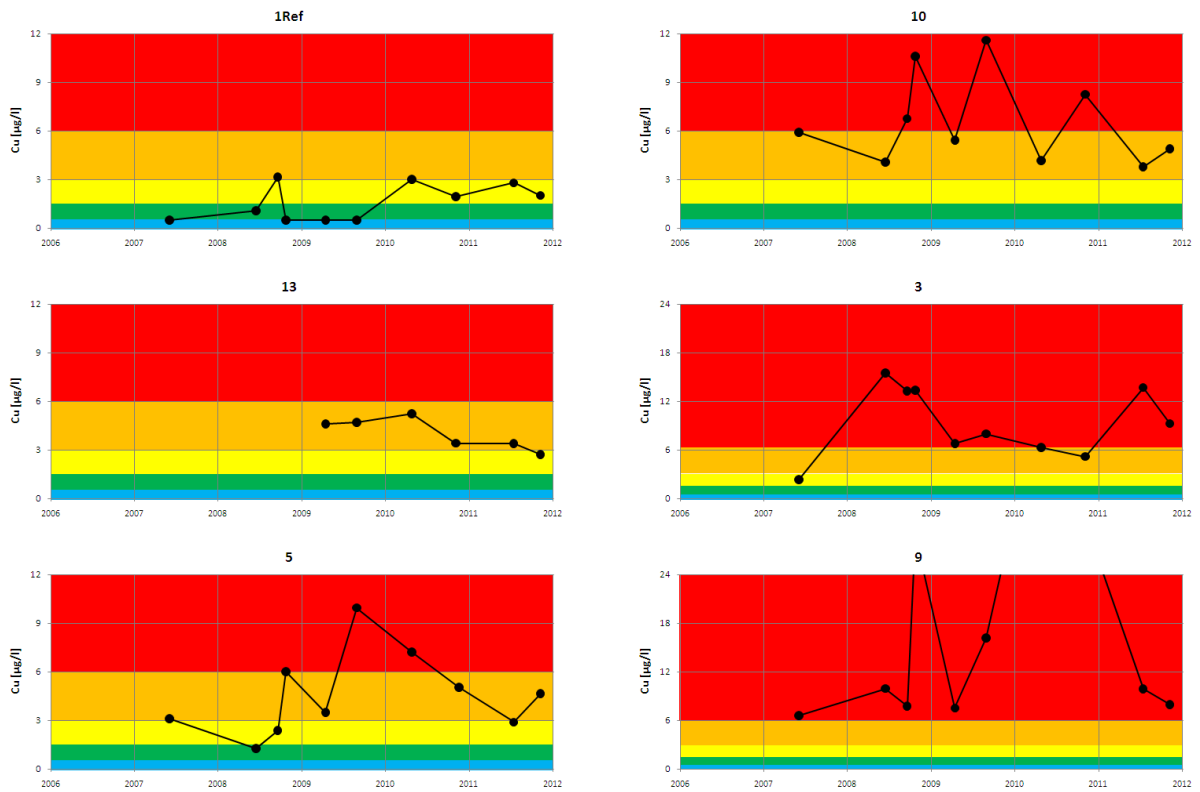
## **Prøvepunkt internt i feltet**

Ved pkt 3, som mottar avrenning fra bane 7-12, terreng rundt sivil skytebane og bane 12, var det som tidligere høye konsentrasjoner av kobber (9,2 - 13,7 µg/l) og bly (12,6 - 14,7 µg/l), begge i tilstandsklasse V (jfr fig 2 - 3). Ved pkt 5, som drenerer bane 7-12, samt terreng rundt sivil skytebane og Bane 12, var konsentrasjonen av kobber og bly lavere enn det som ble målt våren 2009 og høsten 2010. Det samme var tilfelle ved pkt 13, som drenerer slambasseng og bane 10/11. Kobberkonsentrasjonen ble målt til 3 - 5 µg/l ved pkt 5 og 13, og konsentrasjonen av bly på 2 - 5 µg/l ved pkt 5 og om lag 2 µg/l ved pkt 13.

## **Prøvepunkt som drenerer ut av feltet**

Ved pkt 9 og 10, som drenerer ut av feltet og hhv bane 23A og 17A, var vannkvaliteten omtrent som ved tidligere målinger. Det vil si i tilstandsklasse IV - V med kobberkonsentrasjoner mellom 4 - 10 µg/l, med de høyeste konsentrasjonene ved pkt 9. Konsentrasjonen av bly ligger i tilstandsklasse V ved både pkt 9 og 10 (mellom 14 - 27 µg/l). Til tross for fremdeles høye konsentrasjoner i forhold til tidligere målinger, er det en reduksjon i nivå av både kobber og bly ved pkt 9, mens nivået er omtrent som tidligere ved pkt 10.

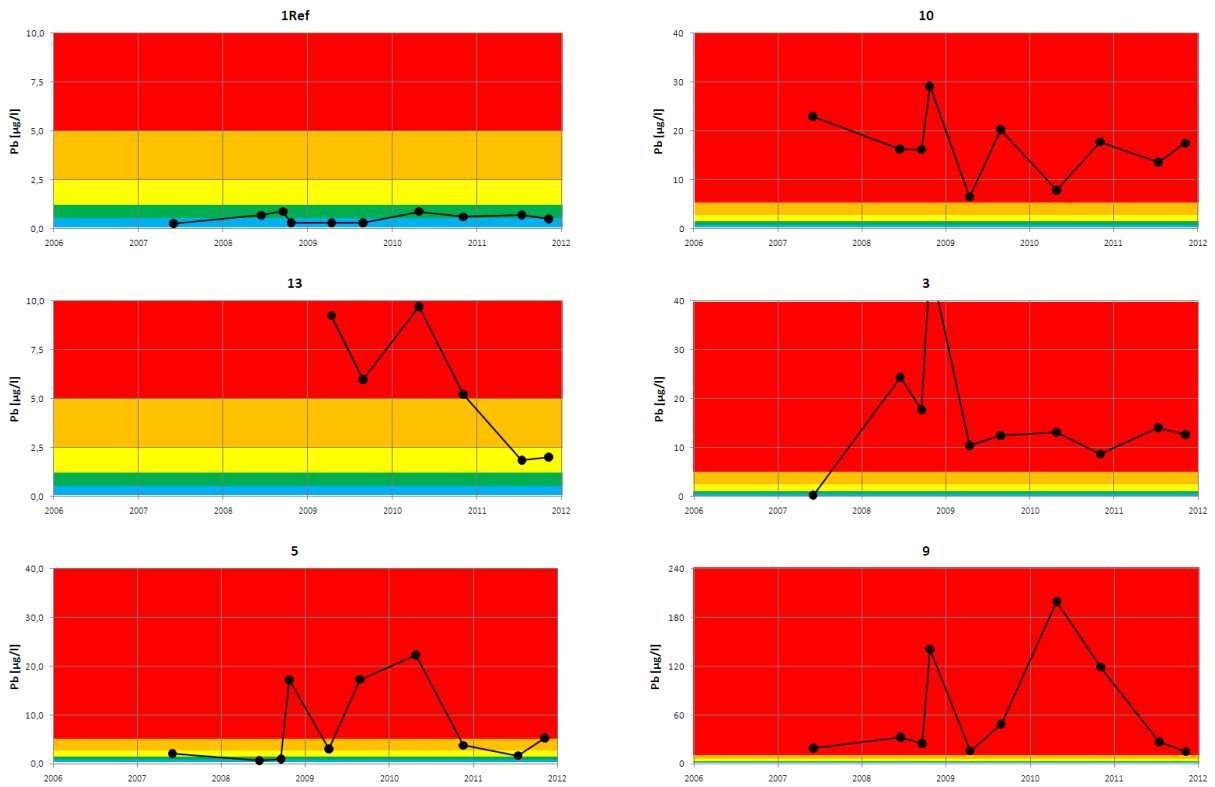
## Kobber



**Figur 2.** Analyseresultater for kobber i perioden 2007 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997). Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

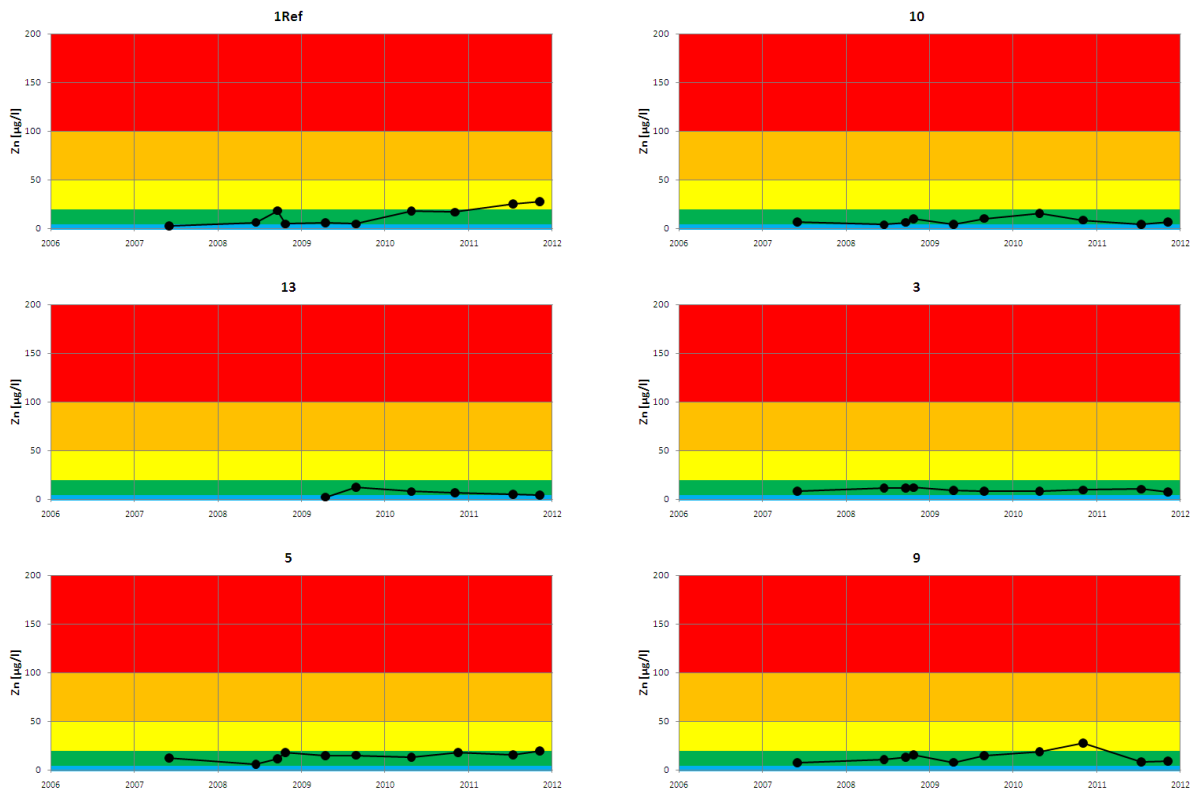


## Bly



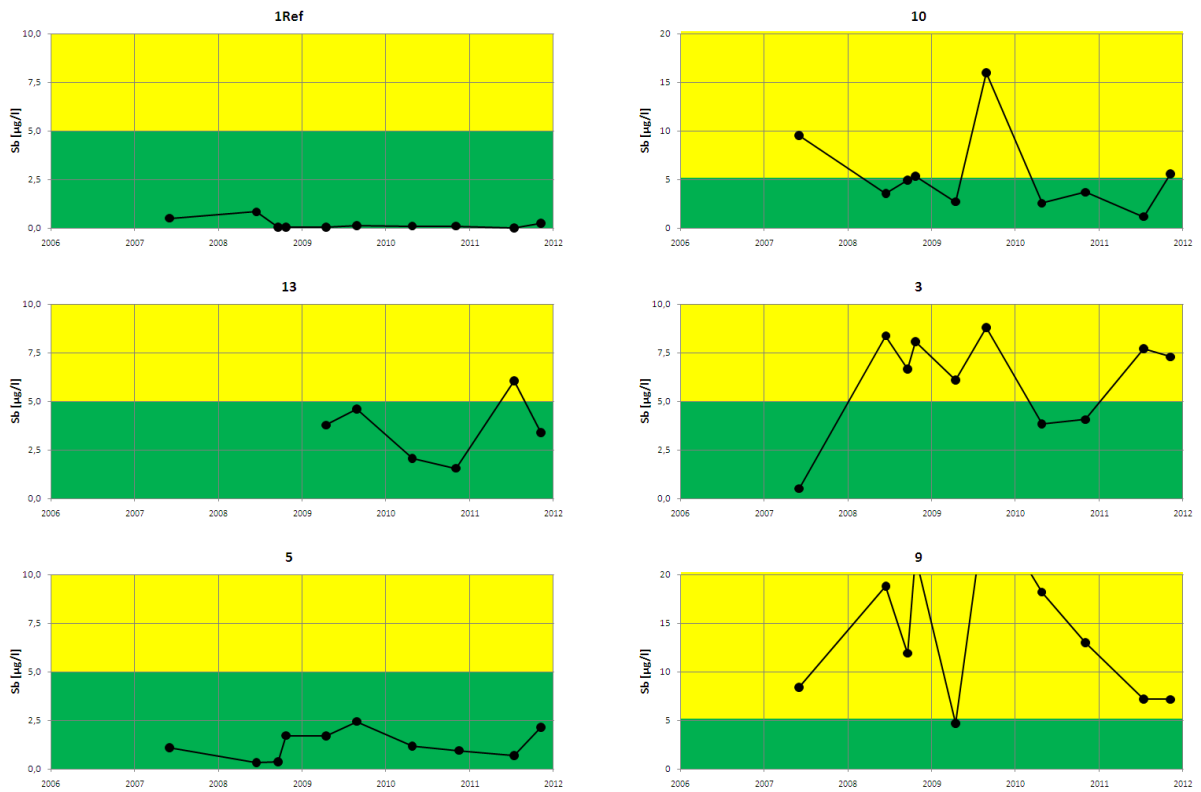
**Figur 3.** Analyseresultater for bly i perioden 2007 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under dekteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997). Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

## Sink



**Figur 4.** Analyseresultater for sink i perioden 2007 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997).

## Antimon



**Figur 5.** Analyseresultater for antimon i perioden 2007 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer klassegrenser basert på Drikkevannforskriften (Helse- og omsorgsdepartementet 2004).

## 4. Konklusjon og anbefalinger

---

Med noe forhøyede konsentrasjoner av kobber og sink i referansepunktet, og med beliggenheten av punktet så langt fra skytebanene, kan det se ut som om det er naturlig forekomster i berggrunnen i området.

Det er lavere konsentrasjoner av både kobber og bly ved pkt 5 og 13 enn de høyeste registrerte konsentrasjonene høsten 2009 og våren 2010. Det er fremdeles høye konsentrasjoner av kobber og bly ved pkt 3. Det er også høye konsentrasjoner av kobber og bly ved pkt 9, samt bly ved 10, som begge drenerer ut av feltet. Konsentrasjonen av kobber og bly har derimot en nedadgående trend ved pkt 9 (drenerer bane 23A).

Det er allerede gjennomført noen tiltak ved flere kulefang, som kanskje medfører redusert utlekking på sikt. Skifte skal avhende bane 17A som har avrenning til pkt 10. Forsvarsbygg skal oppgradere og bygge nye baner på Ulven og i denne forbindelse vil det bli fjernet forurensset jord, og bygget nye baner med avrenningssikring. Det bør vurderes å ta inn turbiditet som en støtteparameter, for å vurdere metallkonsentrasjonene opp mot 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.

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.....	86
Områdebeskrivelse .....	86
Aktivitet i feltet .....	86
2. Material og metode.....	89
Vannprøvetaking.....	89
Analyser .....	89
3. Resultater og diskusjon .....	90
Generelt .....	90
Referansepunkt .....	91
Prøvepunkt nær skytebaner i feltet .....	91
Prøvepunkt som drenerer ut av feltet.....	92
4. Konklusjon og anbefalinger.....	97
Referanser .....	98
Vedlegg 1 - MO Vest .....	110

# 1. Innledning

---

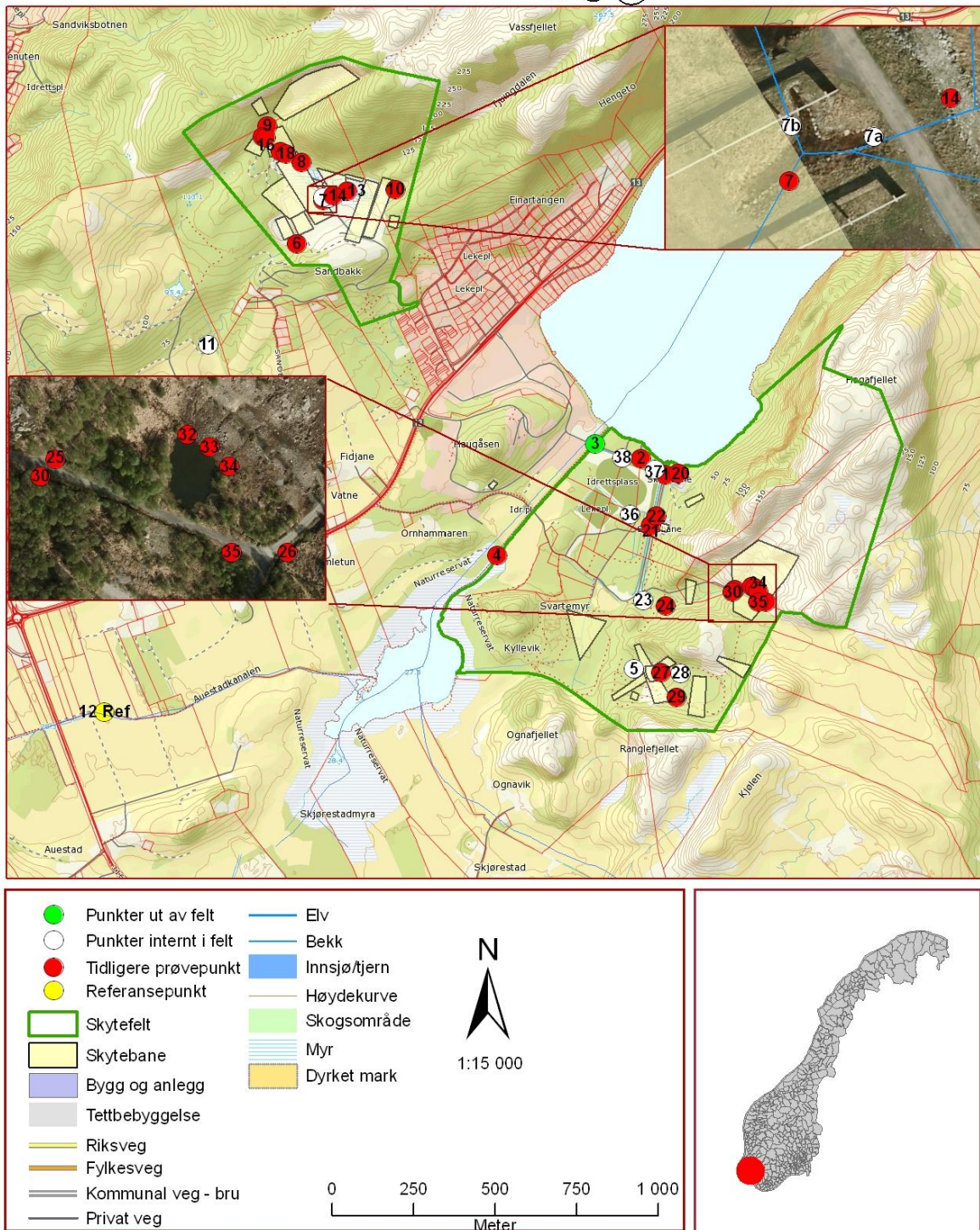
## Områdebeskrivelse

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 1,08 km<sup>2</sup> (0,85 km<sup>2</sup> på Svartemyr og 0,23 km<sup>2</sup> på Vatnefjellet). Berggrunnen består av granitt og granodioritt i Svartemyr og diorittisk til granittisk gneis og migmatitt i Vatnefjellet. Overdekningen er en dels av torv/myr og dels tykk morene, samt noe breelvavsetning i området langs Grunningen mot Dybingen. Mot høydedragene i østlig og vestlig side av skytefeltene er det bare tynt morenedekke og det er bart fjell på toppene. Mellom Vatnefjellet og Svartemyra ligger et mindre vann, Grunningen, som renner ut i et noe større vann Dybingen. Dybingen er mye brukt til sportsfiske av ørret. Fisken vandrer trolig mellom de to vannene via kanalen/elven som forbinder dem. Vatnefjellet drenerer inn i Grunningen og derfra til Dybingen, mens Svartemyra drenerer direkte til Dybingen. Forsvarsbygg har startet et prosjekt for å gjennomføre tiltak for å redusere utlekking av metaller fra Svartemyr og Vatnefjellet. Etter Breyholtz mfl 2010.

## Aktivitet i feltet

Feltet 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, og det ble da skutt inn mot fjell i felt A syd i Svartemyr. 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, FOHK, 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 2011.



Tabell 1. Oversikt over prøvepunkter på 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, og felt I (bevegelig PV bane) og felt E	6	
7a	Liten bekk	Bane A, elgbane, nedlagt feltskyttebane 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.		
28	Liten bekk	Felt E og blindgjengerfelt, og felt I		
36	Liten bekk			
37	Liten bekk			
38	Liten bekk			

## 2. Material og metode

---

### Vannprøvetaking

Vannkvaliteten ved Vatneleieren har blitt overvåket siden 2007 (Breyholtz mfl 2010). I dag er det totalt 36 prøvepunkter plassert i feltet (fig 1), der flere er etablert ifm utarbeidelse av tiltaksplaner. I 2011 har det blitt tatt vannprøver ved 11 punkter (fig 1). Et referansepunkt (12Ref), åtte punkt plassert internt i feltet for å kunne måle avrenning nær feltskytebaner og i småbekker som drenerer disse (pkt 5, 7a, 7b, 23, 28, 36 - 38), samt to prøvepunkter (pkt 3 og 11) plassert for å kunne måle avrenning ut av feltet. Vannprøvetakingen ble utført av Forsvarsbyggs eget personell 10. juni og 20. november. 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 og jern. Analysene ble utført ved et akkreditert laboratorium (ALS Scandinavia). Data fra ALS Scandinavia er lastet inn i en Access database.

## 3. Resultater og diskusjon

---

### Generelt

Analysedata er gitt i vedl 1. Resultatene for kobber, bly, sink og antimon er vist i fig 2 - 5.

### *Klima*

Værtypen i tiden før prøvetaking i juni var varierende, men med mye pent vær. Ved prøvetaking var det klart vær, og vannføringen var lav til normal ved prøvepunktene. Tiden før prøvetaking i november var værtypen varierende som normalt for årstiden, men kanskje med noe mer nedbør. Ved prøvetaking var det grått vær med regn av og til. Vannføringen var normal med unntak for pkt 3, der vannføringen var høy.

### *Støtteparametere*

Det er generelt ingen særlige forskjeller i vannkvalitet mellom vår og høstprøvene i 2011. Ledningsevnen ligger mellom 4 - 19 mS/m. Konsentrasjonen av kalsium i 2011 varierer en del mellom prøvepunktene, med konsentrasjoner fra 1 - 14 mg/l, mens pH er relativt høy ved alle punkter og ligger mellom 6,1 - 7,2. Konsentrasjonen av TOC er lav til moderat høy, med konsentrasjoner fra 3 - 14 mg/l, og konsentrasjonen av jern ligger mellom 0,1 - 3,1 mg/l. Konsentrasjonen av suspendert stoff er lav og < 5 mg/l ved alle punktene, med unntak av ved pkt 3 der konsentrasjonen var 9,7 mg SS/l i vårprøven og 28,4 mg SS/l i høstprøven.

### *Sink og antimon*

Konsentrasjoner av sink var som tidligere relativt lav ved alle prøvepunktene (tilstandsklasse II eller III; fig 4). Konsentrasjonen av antimon var, med unntak av ved pkt 5, 7b og 23, som tidligere. Dette er i tråd med tidligere analyseresultater (Breyholtz mfl 2010; Mørch mfl 2009; fig 5). Ved pkt 5, 7b og 23 har konsentrasjonen av antimon ligget over Drikkevanforskriftens krav på 5 µg/l, men har alltid vært godt under kravet til WHO som har satt grensen til 20 µg/l. Ved pkt 7b har det vært en tilsynelatende økning av antimon de siste årene (fig 5).

## Referansepunkt

Ved 12Ref var det i 2011 relativt høye konsentrasjoner av bly (3,3 - 3,7 µg/l) og kobber (1,7 - 2,8 µg/l), begge i tilstandsklasse III. Vannkvaliteten er tilsvarende tidligere målinger i 2008 ved punktet (fig 2 - 3). Dette tilsier en tidvis noe forhøyet bakgrunnskonsentrasjon av både kobber og bly i feltet.

## Prøvepunkt nær skytebaner i feltet

I 2011 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 (fig 2 - 3). I 2011 var konsentrasjonen av bly høy i både vår og høstprøven (12,7 - 14 µg/l). Konsentrasjonen av kobber var tilsvarende høy (11 - 11,4 µg/l). Prøvepunkt 28 ligger i samme bekk, men lenger oppstrøms, og mottar avrenning kun fra et felt. Utlekking av bly fra pkt 28 til bekken var som tidligere lite (tilstandsklasse III; 1,5 - 2,7 µg/l; fig 2 - 3). Konsentrasjonene av kobber varierer om lag som i fjor mellom 5,9 til 7,3 µg/l i 2011, og feltet bidrar med en del kobberforurensning til bekken. Pkt 23 mottar avrenning fra de nedlagte felt C og B (tab 1; fig 1). Avrenningen fra disse feltene er betydelige med kobberkonsentrasjoner > 11 µg/l i 2010, og bly mellom 15,8 - 18,6 µg/l i 2011. Nivåene har vært tilsvarende ved tidligere målinger, men med en tilsynelatende nedgang i konsentrasjonen av bly (fig 3).

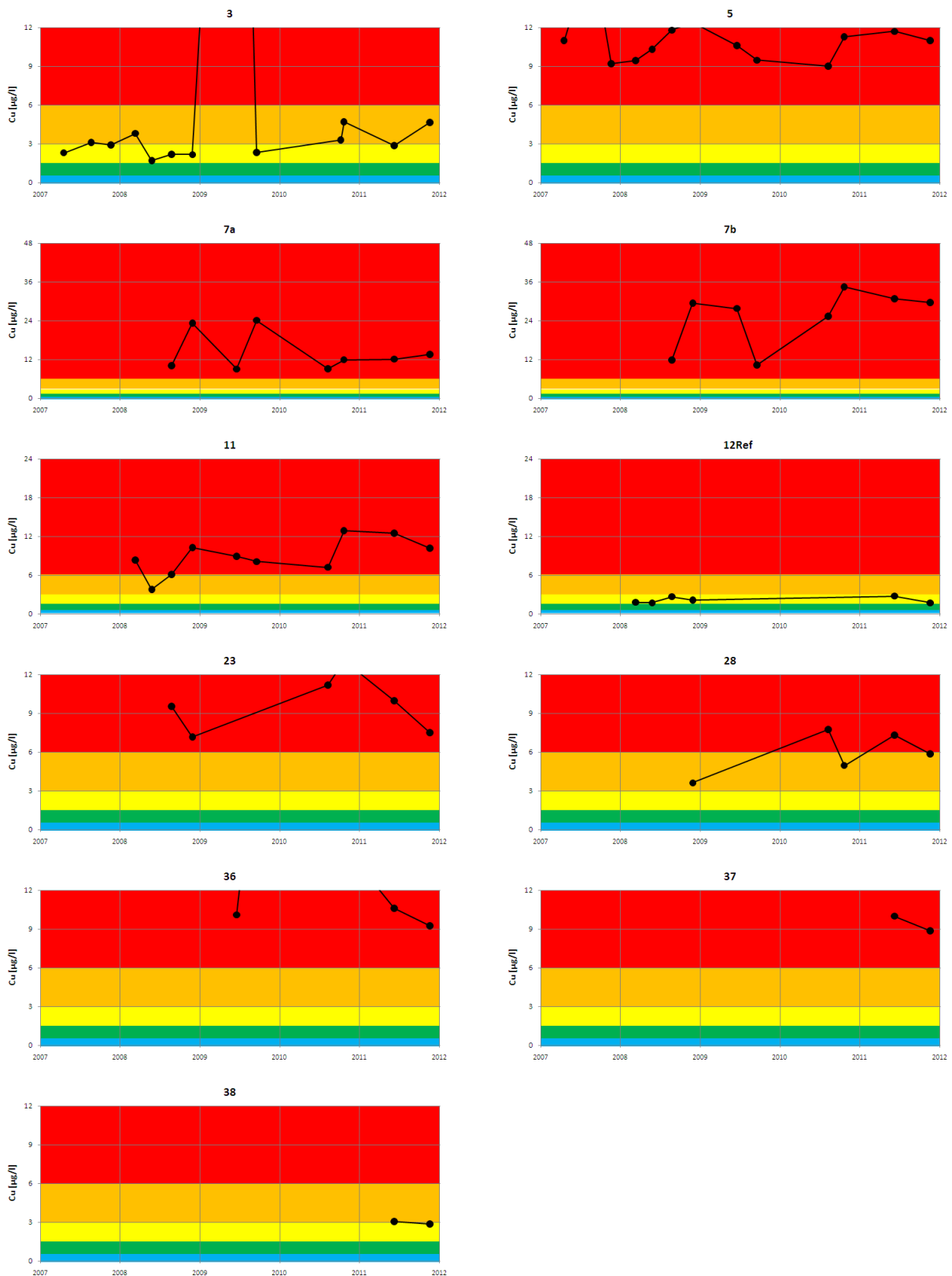
### *Vatnefjellet*

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 2011 varierte konsentrasjonen mellom 54,7 - 72,7 µg/l. Konsentrasjonene av kobber er også betydelig, med konsentrasjoner rundt 30 µg/l i 2011. Bekken som mottar avrenning fra banene i øst (7a) har noe lavere konsentrasjoner av metaller enn 7b, men er allikevel høye. Konsentrasjonen av bly var på 32,6 - 40,1 µg/l i 2011. Konsentrasjonen av kobber var tilsvarende mellom 12,1 - 13,6 µg/l. Utlekking av kobber og bly var generelt på nivå med tidligere målinger ved både 7a og 7b, med en tilsynelatende økning av kobber ved 7b (fig 2 - 3). 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, plassert nedstrøms Vatnefjellet, hadde i 2011 som tidligere høye konsentrasjoner av både kobber (10,2 - 12,1 µg/l; fig 2) og bly (12,5 - 15,9 µg/l; fig 3). Det er en tilsynelatende økning av kobber ved pkt 11.

### **Prøvepunkt som drenerer ut av feltet**

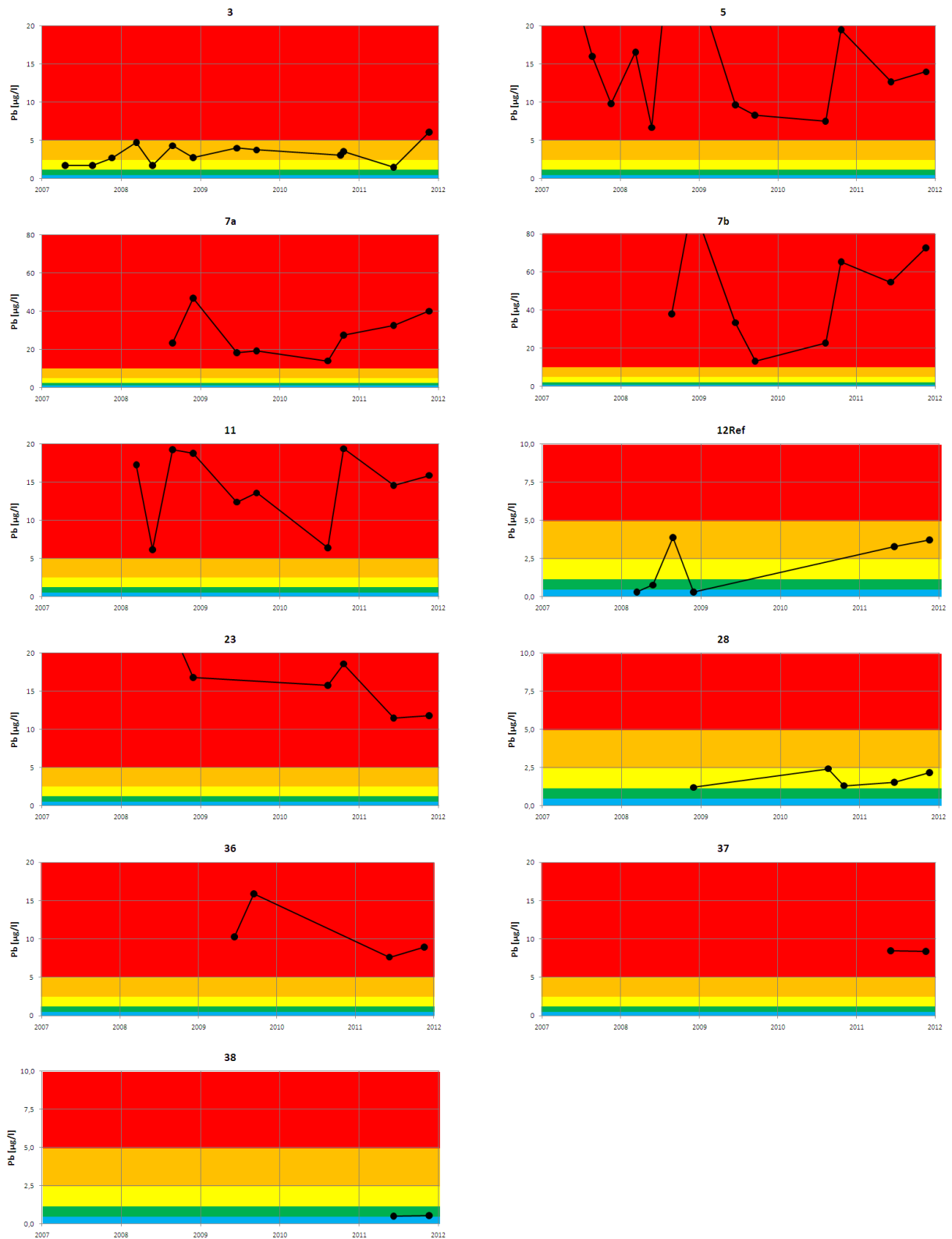
Ut av feltet ved pkt 3, var vannkvaliteten i 2011 for bly i tilstandsklasse II i vårprøven og tilstandsklasse V i høstprøven (2,9 - 4,7 µg/l; fig 2), og i tilstandsklasse III for kobber (1,5 - 6,1 µg/l; fig 3). Høyere konsentrasjoner av bly i høstprøven, kan skyldes høy vannføring ved punktet ved prøvetaking, der konsentrasjonen av suspendert stoff var også høy (28,4 mg/l) i høstprøven. Konsentrasjonene i bekken, som drenerer ut av feltet, har stort sett ligget på samme nivå i siden overvåkningsstart (2007), men viser kanskje en tendens til økning av kobber (fig 2).

## Kobber



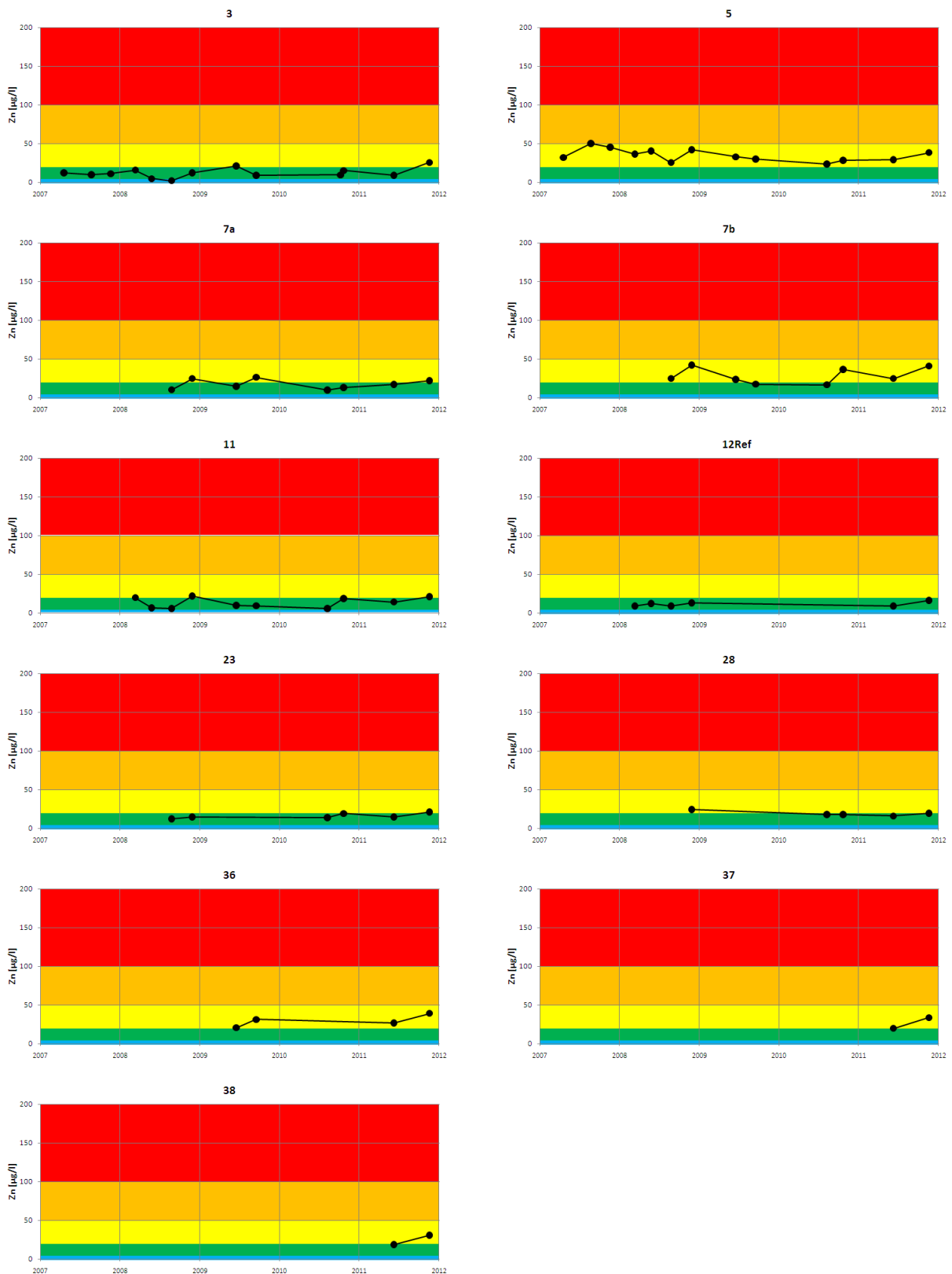
**Figur 2.** Analyseresultater for kobber i perioden 2007 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997). Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

## Bly



**Figur 3.** Analyseresultater for bly i perioden 2007 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deleksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997). Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

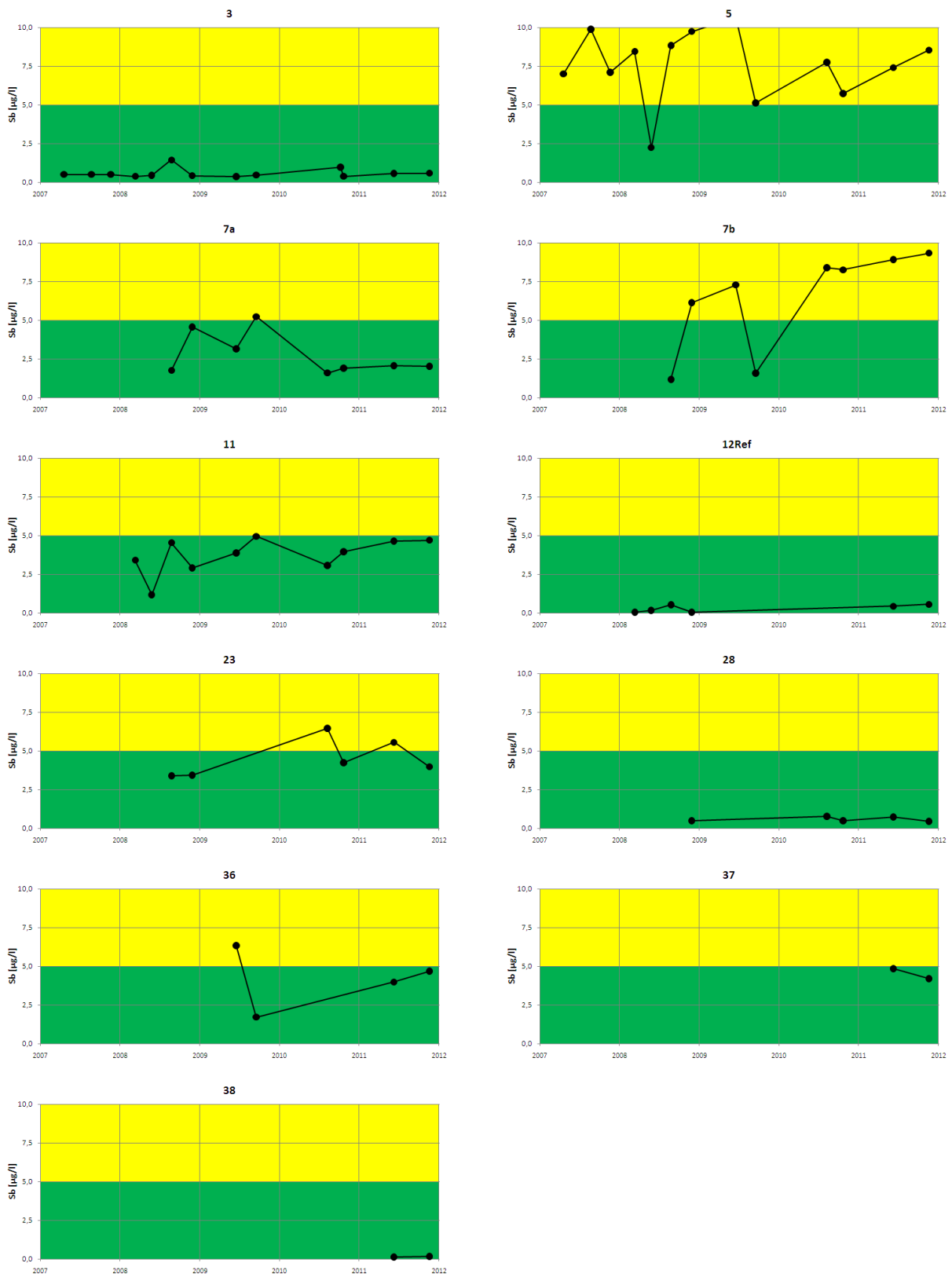
## Sink



**Figur 4.** Analyseresultater for sink i perioden 2007 - 2010. Før 2010 ble analyseresultater under dekteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997).



## Antimon



**Figur 5.** Analyseresultater for antimon i perioden 2007 - 2010. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer klassegrenser basert på Drikkevannforskriften (Helse- og omsorgsdepartementet 2004).

## 4. Konklusjon og anbefalinger

---

Ved prøvepunkter nær felt sør i Svartemyr og baner ved Vatnefjellet, var vannkvaliteten i 2011 generelt som tidligere. Konsentrasjonen av kobber og bly varierer til dels mye mellom år. Det er tendenser til økning i konsentrasjoner av bly ved pkt 23 i Svartemyr og av kobber ved pkt 7b ved Vatnefjellet. Det er også en tendens til økning i konsentrasjonen av kobber nedstrøms Vatnefjellet ved pkt 11. I bekken som drenerer ut av feltet (Svartemyr; pkt 3) var vannkvaliteten i tilstandsklasse III for kobber. For bly var vannkvaliteten i tilstandsklasse II i vår prøven og tilstandsklasse V for høstprøven. Høyere konsentrasjoner av bly i høstprøven kan skyldes høy konsentrasjon av suspendert stoff i bekken. Konsentrasjonene er på nivå med tidligere målinger.

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 bør inn i analyseprogrammet, for å vurdere om tiltak mot erosjon kan være aktuelle 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.

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.

# Øyradalen/Lærdal

---

1. Innledning.....	100
Områdebeskrivelse .....	100
Aktivitet i feltet .....	100
2. Material og metode.....	103
Vannprøvetaking.....	103
Analyser .....	103
3. Resultater og diskusjon .....	104
Generelt .....	104
Referansepunkt .....	105
Prøvepunkt i skytefeltet.....	105
Prøvepunkt nedstrøms skytefelt.....	105
4. Konklusjon og anbefalinger.....	108
Referanser .....	109
Vedlegg 1 - MO Vest .....	110

# 1. Innledning

---

## Områdebeskrivelse

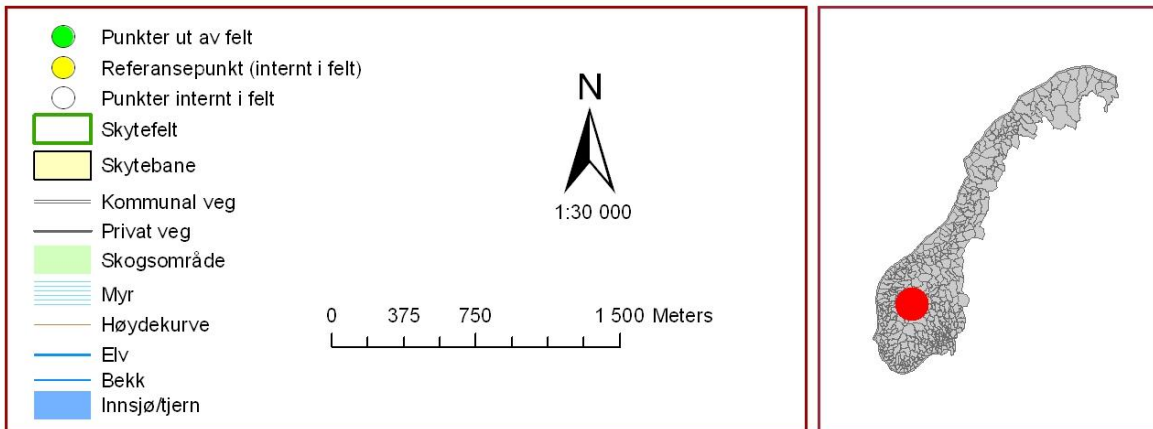
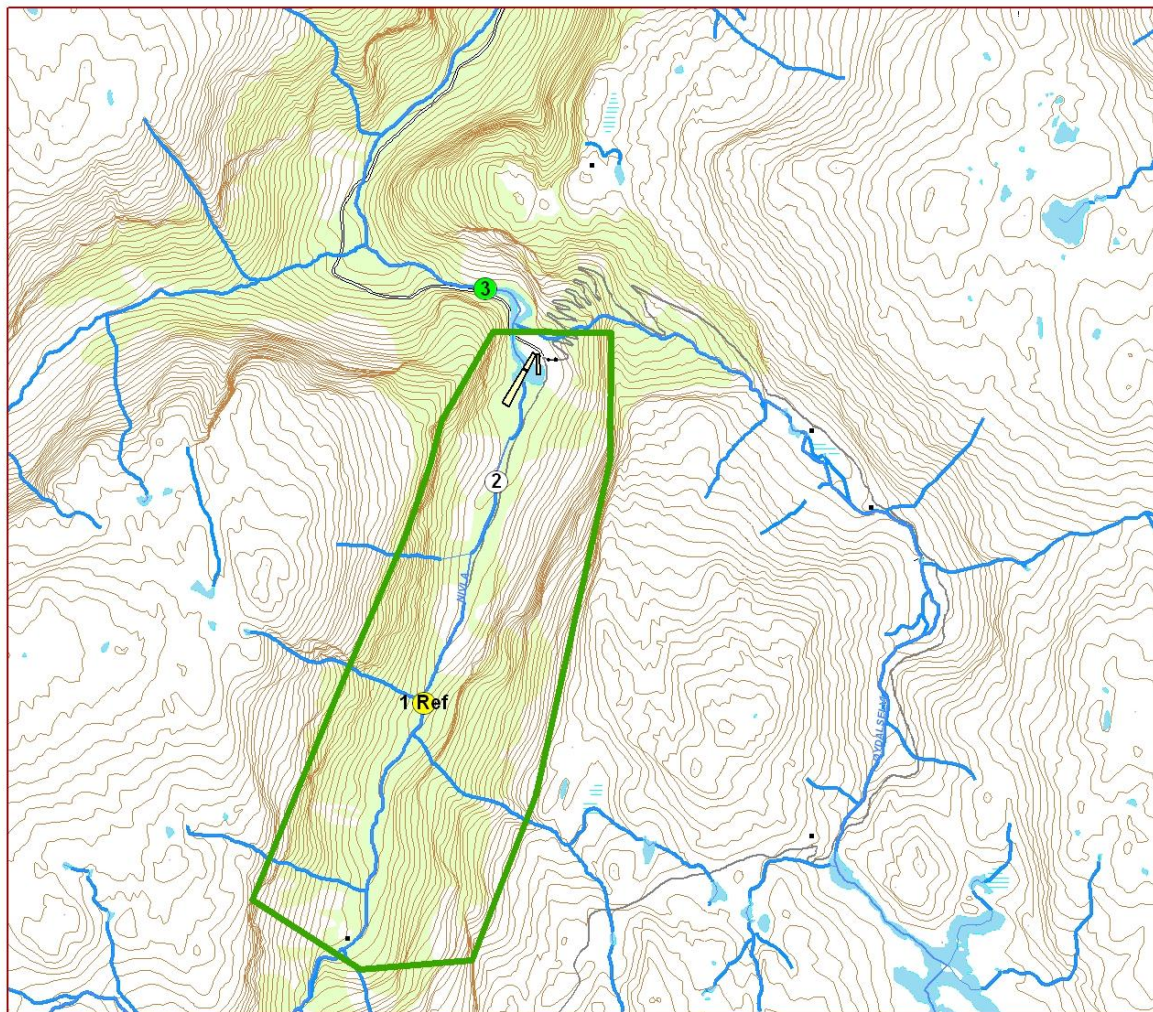
I Øyridalen på Lærdalsfjellet ligger et demoleringsfelt og to skytebaner. Demoleringsfeltet ligger på vestsiden av Nivla i dalen, og skytebanene ligger nedstrøms demoleringsfeltet. Feltet ble tatt i bruk som demoleringsfelt i 1977. Berggrunnen består av diorittisk til granittisk gneis dekket av skredmateriale (Mørch mfl 2009).

Baneløpet til de to skytebanene ligger delvis over Nivla. Feltet drenerer til elva Nivla som har sitt utløp i Lærdalselva som igjen renner ut i fjorden ved Lærdalsøyri.

## Aktivitet i feltet

Skytebanene har tidligere vært brukt av militære, men brukes i dag kun av sivile. 11, Politiet og noe av sivile skytterlag. Demoleringsfeltet brukes bare om sommeren til å sprengte gammel ammunisjon.

# Øyridalen/Lærdal



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Øyridalen/Lærdal i 2011.

**Tabell 1.** Oversikt over prøvepunkter i Øyridalen/Lærdal skyte- og øvingsfelt. Mørch mfl (2009).

Prøve punkt (id)	Beskrivelse	Dreneringsområde	Avrenning* Årsmiddel (l/s)
1 Ref	Stor elv	Oppstrøms demoleringsområdet.	3100
2	Stor elv	Nedstrøms feltet, ovenfor skytebanen.	3200
3	Stor elv	Ut av feltet, nedstrøms skytebanen på utsiden av feltet, nedstrøms sidebekk.	4500

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

## 2. Material og metode

---

### Vannprøvetaking

I 2011 ble et referansepunkt (1Ref), et punkt som drenerer internt i feltet (pkt 2), samt et punkt som drenerer ut av feltet via Nivla til Lærdalselva (pkt 2) prøvetatt. Det ble tatt ut prøver 9. november. Det ble også tatt ut prøver 27. juli, men disse ble ikke analysert. Feltet ble sist prøvetatt i 2006.

### 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

---

### Generelt

Analysedata er gitt i vedl 1. Resultatene for kobber, bly, sink og antimon er vist i fig 2 - 5.

### *Klima*

Vi har ikke noen detaljert info om værforholdene på prøvetakningsdagen eller i tiden før, men vannføringen oppgis å være normal. Ved prøvetakingen var det normal aktivitet med sprengning.

### *Støtteparametere*

Ledningsevnen er moderat høy og lå mellom 5,1 - 5,5 mS/m. Konsentrasjonen av kalsium var også moderat høy med konsentrasjoner fra 6,1 - 6,7 mg/l. pH var moderat høy ved alle punkter og lå mellom 7,0 - 7,7. Konsentrasjonen av TOC er lav med konsentrasjoner rundt 2 - 3 mg/l. Konsentrasjonen av jern var lav og under 0,2 mg/l.

### *Sink og antimon*

Konsentrasjoner av sink og antimon er lav og under deteksjonsgrensen for sink (hhv 4 µg/l) og på nivået 0,2 µg Sb/l. Dette er som ved tidligere målinger.

## **Referansepunkt**

Referansepunktet 1Ref er plassert oppstrøms pkt 2 i Nivla i skytefeltet. Som tidligere var konsentrasjonen av kobber relativt høy med 2,8 µg/l (tilstandsklasse III). Konsentrasjonen av bly var som tidligere under deteksjonsgrensen for analysen (0,5 µg/l).

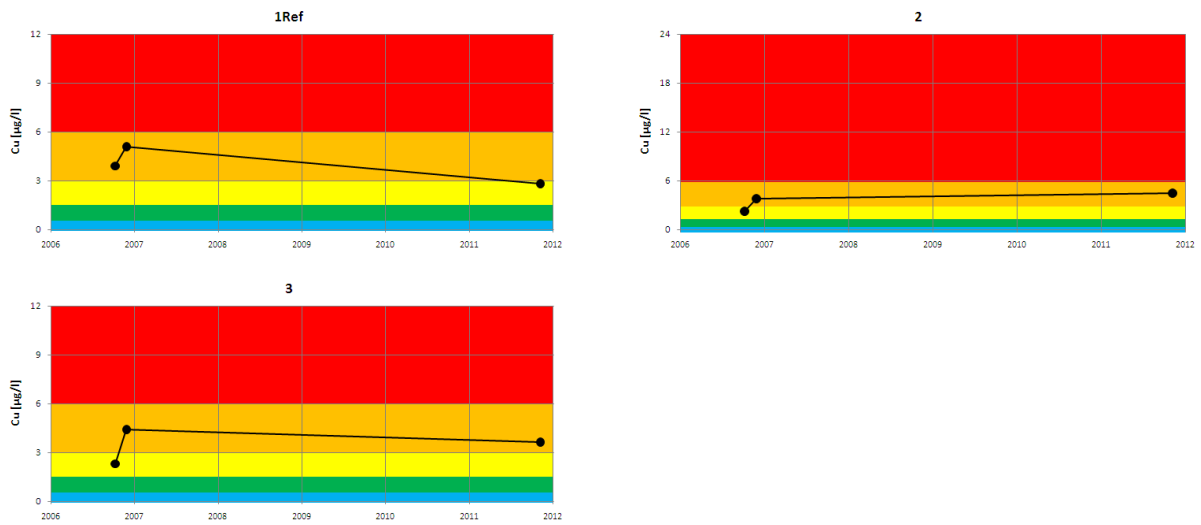
## **Prøvepunkt i skytefeltet**

Ved pkt 2 i skytefeltet er konsentrasjonen av kobber som tidligere i tilstandsklasse IV (4,4 µg/l). Dette er noe høyere enn ved referansen. I 2006 ble det målt høyere konsentrasjoner av kobber ved 1Ref enn ved pkt 2 (jfr fig 2). Konsentrasjonen av bly var som tidligere under deteksjonsgrensen for analyse (0,5 µg/l).

## **Prøvepunkt nedstrøms skytefelt**

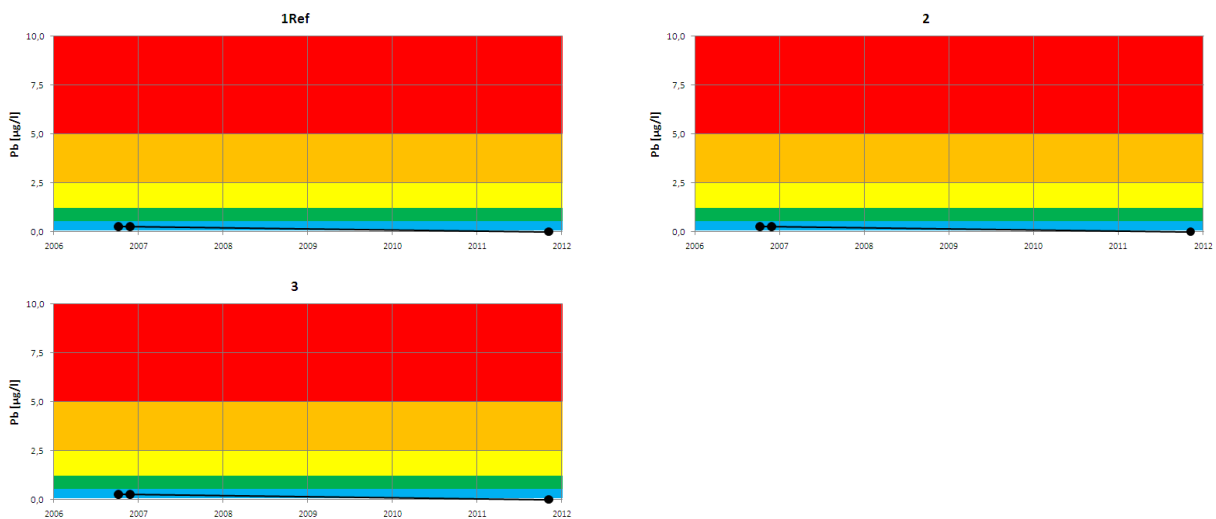
Ved pkt 3 nedstrøms skytefeltet er konsentrasjonen av kobber i tilstandsklasse IV (3,6 µg/l). Dette er som tidligere, der det har blitt målt høyere konsentrasjoner på tilsvarende nivå som ved 1Ref og pkt 2 (jfr fig 2). Konsentrasjonen av bly er som tidligere under deteksjonsgrensen for analysen (0,5 µg/l).

## Kobber



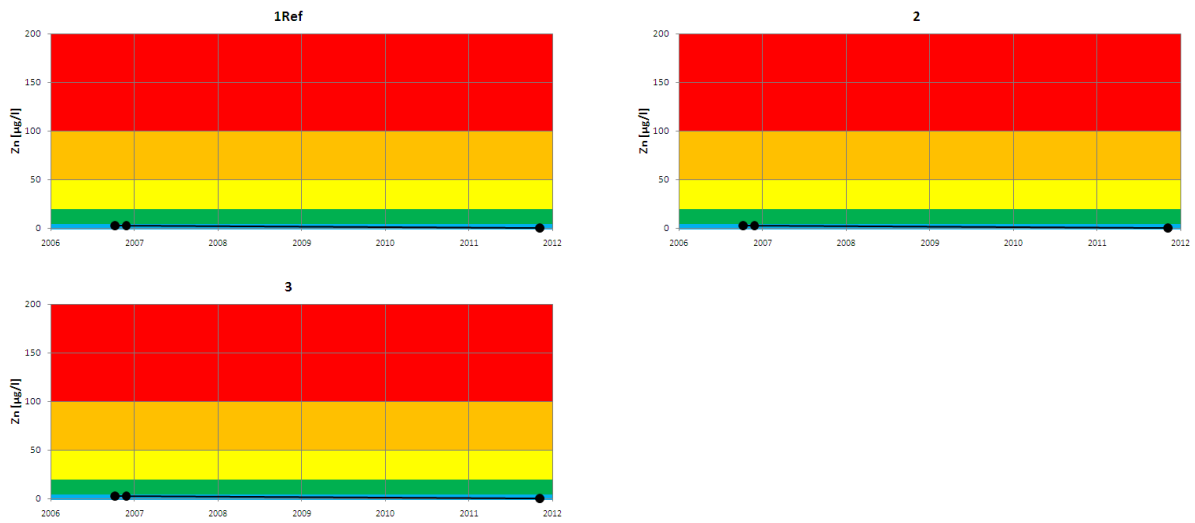
**Figur 2.** Analyseresultater for kobber i perioden 2006 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997). Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

## Bly



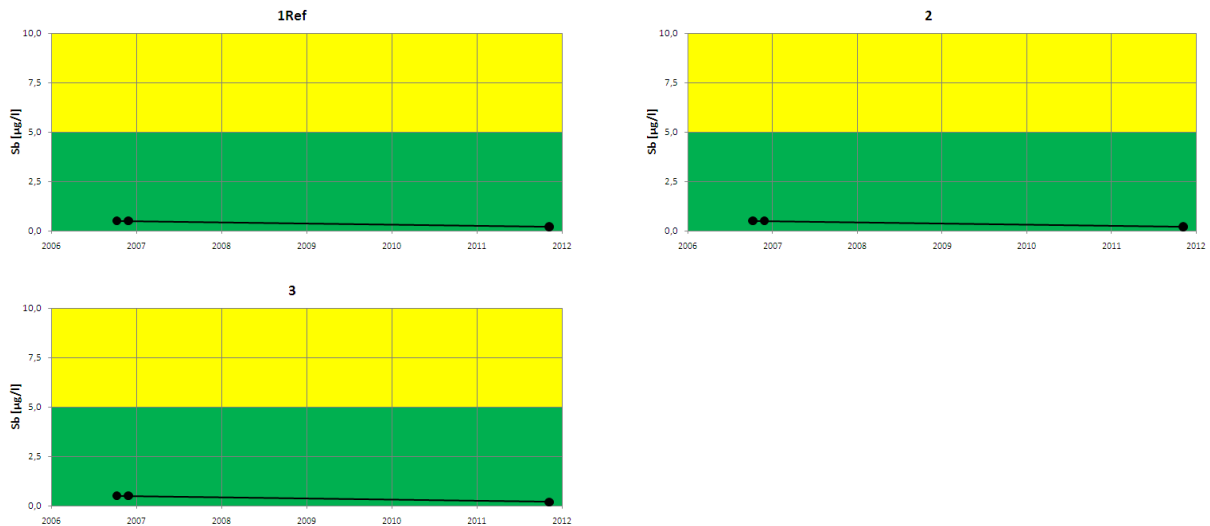
**Figur 3.** Analyseresultater for bly i perioden 2006 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997).

## Sink



**Figur 4.** Analyseresultater for sink i perioden 2006 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997).

## Antimon



**Figur 5.** Analyseresultater for antimon i perioden 2006 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer klassegrenser basert på Drikkevannforskriften (Helse- og omsorgsdepartementet 2004).

## 4. Konklusjon og anbefalinger

---

Det er forhøyede kobberkonsentrasjoner ved referansestasjonen (1Ref). Det er derfor grunn til å tro at det naturlig er noe forhøyede bakgrunnskonsentrasjon eller at referansepunktet kan være påvirket av demoleringsaktiviteten. Nivået ved pkt 2 og 3 er på nivå med det som måles ved referansen. Det er derfor vanskelig å se om det er en reel utlekking av kobber fra demoleringsfeltet og skytebanene. Tidligere undersøkelser har vist at det er høye bakgrunnsnivåer av kobber i området oppstrøms demoleringsfeltet. Vi anbefaler en vurdering vedr om referansepunktet er egnet.

# 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.

# Vedlegg 1 - MO Vest

MO	Felt	Prøvepunkt	Prøvedato	Cu	Pb	Zn	Sb	Ca	pH	TOC	Kond.	Fe
				µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l		mg/l	mS/m	mg/l
Vest	Evjemoen	2	16.10.2011	3,44	3,47	15,10	0,31	1,40	5,00	15,60	2,65	2,51
Vest	Evjemoen	2	08.06.2011	6,41	2,65	12,80	0,39	1,35	5,02	13,60	2,51	1,14
Vest	Evjemoen	3	16.10.2011	3,47	3,75	20,20	0,25	0,96	4,42	20,30	3,52	2,54
Vest	Evjemoen	3	08.06.2011	4,64	2,66	8,73	0,25	0,67	4,33	17,90	3,28	0,85
Vest	Evjemoen	4	16.10.2011	9,17	12,40	24,60	0,63	0,89	4,55	19,50	2,95	1,48
Vest	Evjemoen	4	08.06.2011	7,77	8,30	22,50	0,61	0,62	4,34	19,70	2,94	0,83
Vest	Evjemoen	1 / NIVA1	16.10.2011	3,93	3,89	14,10	1,20	1,89	5,67	14,00	3,25	2,70
Vest	Evjemoen	1 / NIVA1	08.06.2011	4,87	3,11	10,80	0,55	1,09	5,12	13,70	2,89	1,08
Vest	Evjemoen	5 / F2	16.10.2011	<1	0,62	6,77	<0,1	1,51	5,87	9,30	2,46	0,87
Vest	Evjemoen	5 / F2	08.06.2011	3,61	2,24	8,24	0,14	1,11	5,24	9,42	2,22	0,56
Vest	Evjemoen	6 / NIVA2	16.10.2011	14,40	8,54	14,10	0,62	1,56	6,04	7,97	2,44	1,44
Vest	Evjemoen	6 / NIVA2	08.06.2011	17,30	7,31	14,10	1,16	1,16	5,67	8,52	2,15	0,51
Vest	Evjemoen	7Ref	16.10.2011	<1	<0,5	7,54	<0,1	1,62	6,12	8,40	2,48	1,02
Vest	Evjemoen	7Ref	08.06.2011	1,64	<0,5	7,42	<0,1	1,20	6,04	7,21	2,32	0,47
Vest	Evjemoen	8Ref	16.10.2011	<1	0,77	6,82	<0,1	0,98	5,26	15,20	3,05	2,06
Vest	Evjemoen	8Ref	08.06.2011	2,10	<0,5	6,06	<0,1	0,76	5,07	10,70	3,00	0,56
Vest	Haakonsvern	1	09.11.2011	5,74	3,54	41,00	24,50	5,92	7,12	4,59	9,46	0,13
Vest	Haakonsvern	1	30.06.2011	5,67	3,66	36,60	28,40	6,01	7,10	4,81	9,28	0,14
Vest	Korsnes fort	1	28.11.2011	3,12	3,44	15,90	0,31	1,28	5,57	4,29	8,54	0,18
Vest	Korsnes fort	1	30.06.2011	4,25	5,71	6,37	0,75	0,60	5,50	11,80	4,41	0,26
Vest	Korsnes fort	2	28.11.2011	10,10	6,25	35,70	0,76	2,47	5,33	6,43	8,96	0,20
Vest	Korsnes fort	2	30.06.2011	23,80	13,70	26,50	1,40	1,59	5,41	14,70	5,38	0,30
Vest	Korsnes fort	3	28.11.2011	1,97	2,09	21,20	<0,1	3,40	5,85	6,88	11,70	0,28
Vest	Korsnes fort	3	30.06.2011	4,07	4,25	13,90	0,34	2,11	6,09	17,80	5,95	0,55
Vest	Korsnes fort	6	28.11.2011	12,10	3,43	26,00	1,19	3,02	5,21	7,33	8,59	0,21
Vest	Korsnes fort	6	30.06.2011	216,00	74,60	119,00	2,16	2,69	6,06	13,20	5,45	6,47
Vest	Korsnes fort	7	28.11.2011	92,40	19,90	166,00	0,25	2,48	5,87	6,70	8,39	2,55
Vest	Korsnes fort	7	30.06.2011	26,30	14,90	29,10	1,60	1,56	5,44	15,30	5,39	0,35
Vest	Korsnes fort	8	28.11.2011	1,25	0,98	17,50	<0,1	2,13	4,65	8,56	10,00	0,46
Vest	Korsnes fort	8	30.06.2011	4,65	1,57	13,60	0,24	2,49	6,58	17,20	6,42	0,50
Vest	Korsnes fort	9	28.11.2011	2,47	1,21	20,30	0,11	4,68	5,70	7,51	10,80	0,37
Vest	Korsnes fort	9	30.06.2011	6,57	2,65	19,20	0,27	3,18	6,62	19,00	5,90	0,60
Vest	Korsnes fort	5Ref	28.11.2011	<1	0,80	6,11	<0,1	1,66	5,07	6,78	8,03	0,25
Vest	Korsnes fort	5Ref	30.06.2011	12,80	2,07	11,40	0,21	1,08	5,37	13,70	5,26	0,34
Vest	Nordfjordeid	4	27.07.2011	4,60	3,68	5,03	3,25	2,18	6,10	20,90	3,11	0,25
Vest	Nordfjordeid	5	27.07.2011	1,26	<0,5	<4	<0,1	0,85	6,64	2,75	2,17	0,05
Vest	Nordfjordeid	6	27.07.2011	34,40	83,60	31,30	14,40	1,98	6,56	5,82	3,15	0,05
Vest	Remmedalen	1	27.07.2011	<1	<0,5	<4	<0,1	0,40	6,69	1,86	1,34	0,04
Vest	Remmedalen	3	27.07.2011	1,01	<0,5	<4	<0,1	0,80	6,78	4,36	1,82	0,36
Vest	Remmedalen	5	27.07.2011	<1	<0,5	<4	<0,1	0,48	6,62	2,61	1,43	0,08
Vest	Remmedalen	2Ref	27.07.2011	<1	<0,5	<4	<0,1	<0,2	6,43	2,19	0,77	0,04
Vest	Remmedalen	4a	27.07.2011	<1	<0,5	<4	<0,1	0,48	6,73	2,42	1,45	0,08

MO	Felt	Prøvepunkt	Prøvedato	Cu	Pb	Zn	Sb	Ca	pH	TOC	Kond.	Fe
				µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l		mg/l	mS/m	mg/l
Vest	Ulven	3	09.11.2011	9,24	12,60	7,20	7,29	9,37	7,16	2,95	9,80	0,23
Vest	Ulven	3	19.07.2011	13,70	14,10	10,20	7,70	11,50	6,89	2,09	11,40	0,35
Vest	Ulven	5	09.11.2011	4,65	5,26	19,30	2,14	7,72	7,33	2,94	12,80	0,20
Vest	Ulven	5	19.07.2011	2,89	1,70	15,10	0,68	10,90	7,10	1,42	18,80	0,13
Vest	Ulven	9	09.11.2011	7,97	14,90	8,91	7,15	2,94	6,87	4,07	5,51	0,70
Vest	Ulven	9	19.07.2011	9,90	26,80	7,93	7,19	3,73	6,56	2,92	6,01	0,57
Vest	Ulven	10	09.11.2011	4,90	17,50	6,32	5,55	2,41	6,80	3,40	5,98	0,41
Vest	Ulven	10	19.07.2011	3,79	13,60	4,30	1,17	2,39	6,67	4,70	6,03	1,16
Vest	Ulven	13	09.11.2011	2,70	2,01	<4	3,39	8,31	7,29	3,99	9,18	0,08
Vest	Ulven	13	19.07.2011	3,38	1,86	4,94	6,06	13,90	6,56	1,87	14,00	0,15
Vest	Ulven	1Ref	09.11.2011	2,01	<0,5	27,30	0,25	2,32	6,46	3,97	5,52	0,06
Vest	Ulven	1Ref	19.07.2011	2,79	0,69	25,10	<0,1	2,98	6,31	2,91	5,85	0,12
Vest	Vatneleiren	3	20.11.2011	4,66	6,11	25,50	0,59	12,00	7,19	11,70	14,90	2,57
Vest	Vatneleiren	3	10.06.2011	2,87	1,50	8,64	0,58	14,10	7,23	10,40	18,60	0,98
Vest	Vatneleiren	5	20.11.2011	11,00	14,00	38,30	8,54	2,48	6,75	4,78	5,81	0,46
Vest	Vatneleiren	5	10.06.2011	11,70	12,70	29,30	7,41	2,34	6,79	4,23	5,07	0,53
Vest	Vatneleiren	11	20.11.2011	10,20	15,90	21,10	4,70	4,44	7,20	4,45	8,04	0,24
Vest	Vatneleiren	11	10.06.2011	12,50	14,60	14,10	4,64	4,48	7,10	3,22	7,92	0,25
Vest	Vatneleiren	23	20.11.2011	7,50	11,80	21,00	3,97	2,92	6,99	5,38	6,62	0,38
Vest	Vatneleiren	23	10.06.2011	9,98	11,50	14,70	5,55	3,13	7,14	7,71	6,27	0,50
Vest	Vatneleiren	28	20.11.2011	5,87	2,18	19,50	0,43	1,42	6,32	5,47	4,79	1,65
Vest	Vatneleiren	28	10.06.2011	7,32	1,54	15,80	0,74	1,07	6,41	3,26	4,20	0,07
Vest	Vatneleiren	36	20.11.2011	9,25	8,93	39,10	4,68	2,87	6,13	11,20	6,34	0,58
Vest	Vatneleiren	36	10.06.2011	10,60	7,64	26,40	3,98	2,75	6,34	10,10	5,84	0,72
Vest	Vatneleiren	37	20.11.2011	8,85	8,37	33,60	4,19	3,14	6,61	10,80	6,55	0,51
Vest	Vatneleiren	37	10.06.2011	10,00	8,49	19,70	4,84	3,01	6,64	8,95	6,18	0,59
Vest	Vatneleiren	38	20.11.2011	2,86	0,53	30,50	0,16	9,23	6,75	13,70	10,20	2,02
Vest	Vatneleiren	38	10.06.2011	3,04	<0,5	18,50	0,12	9,94	7,05	9,04	11,50	3,14
Vest	Vatneleiren	12Ref	20.11.2011	1,71	3,72	16,40	0,55	1,49	6,66	3,60	6,78	0,11
Vest	Vatneleiren	12Ref	10.06.2011	2,75	3,29	9,10	0,43	1,46	6,34	2,51	5,77	0,12
Vest	Vatneleiren	7a	20.11.2011	13,60	40,10	21,90	2,02	2,52	6,56	4,18	7,15	0,11
Vest	Vatneleiren	7a	10.06.2011	12,10	32,60	17,10	2,06	3,35	6,73	3,12	7,33	0,39
Vest	Vatneleiren	7b	20.11.2011	29,70	72,70	40,80	9,34	3,99	6,86	4,19	7,54	0,11
Vest	Vatneleiren	7b	10.06.2011	30,80	54,70	24,60	8,93	4,42	7,01	2,94	7,45	0,27
Vest	Øyradalen	1	09.11.2011	2,82	<0,5	<4	0,19	6,65	7,17	2,73	5,48	0,01
Vest	Øyradalen	2	09.11.2011	4,44	<0,5	<4	0,22	6,30	7,05	2,57	5,32	0,04
Vest	Øyradalen	3	09.11.2011	3,62	<0,5	<4	0,19	6,14	7,04	1,96	5,07	0,18



The image features a minimalist, abstract design. It consists of several overlapping, semi-transparent grey shapes. On the left, there is a large, rounded square. To its right, a white, semi-circular cutout is visible, which is itself partially overlapped by another grey shape. Further to the right, there is a tall, narrow vertical grey bar. The overall composition is clean and modern, with a focus on geometric forms and negative space.

Forsvarsbygg Utleie / Bioforsk