

Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt  
Program Tungmetallovervåkning  
2011

*Tittel/Title:*

Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt  
Program Tungmetallovervåkning 2011

MO-Trøndelag

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

Lars Jakob Gjemlestad & Ståle Haaland

<i>Dato/Date:</i> 19.06.2012	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr./Project No.:</i> -	<i>Saksnr./Archive No.:</i> -
<i>Rapport nr./Report No.:</i> Futura rapport: 332 Bioforsk rapport: 7(85) 2012	<i>ISBN-nr.(Bioforsk)</i> 978-82-17-00949-8	<i>Antall sider/Number of pages:</i> 86	<i>Antall vedlegg/Number of appendices:</i> 1

<i>Oppdragsgiver/Employer:</i> Forsvarsbygg	<i>Kontaktperson/Contact person:</i> Grete Rasmussen, Johan Bakeng
--	---

*Stikkord:*

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

*Fagområde:*

Vannkvalitet

*Sammendrag:*

SØF Drevjamoen: Vann som renner ut av feltet (ved det nyanlagte pkt 15 nedstrøms pkt 10 i Komra), har noe forhøyet konsentrasjon av kobber i vårprøven (4,1 µg/l; tilstandsklasse IV). Ved referansepunktet 6Ref er det episodiske høye konsentrasjon av kobber og bly (tilstandsklasse V), og til dels sink (tilstandsklasse III). Endringer av vannkvalitet ved 6Ref gjenspeiles ikke i endringer av vannkvalitet ved de andre prøvepunktene (verken mht nivå eller i tid), og representativiteten av punkt 6Ref som referanse bør revurderes.

SØF Haltdalen: Det er en generell trend til økt utlekking av kobber fra feltet. Det måles høye konsentrasjoner av bly ved det nyanlagte pkt 9 (nedstrøms bane 10 og 12), samt også ved pkt 3 (drenerer bane 6, 8, 9, 9B, og 13). Tilsvarende trend måles ut av feltet ved pkt 4 og 5 (begge i tilstandsklasse III). Konsentrasjonen ved referansepunktet er lav. Konsentrasjonen av bly, sink og antimon er lave ved alle prøvepunkt, med unntak for noe høyere blykonsentrasjoner internt i feltet ved pkt 8 og 9 (tilstandsklasse III). Det anbefales å se på muligheter for tiltak som kan redusere utlekkingen av kobber ved pkt 3 og 8 (som drenerer banene i nord), samt ved pkt 9 (som drenerer banene nordøst i feltet).

SØF Giskås: Internt i feltet ved pkt 3, 4/NIVA3, 5, 6, som alle drenerer baner nord i feltet, er det fremdeles høye konsentrasjoner av kobber og bly. Avrenningen fra pkt 3 og 4/NIVA3 fortynnes derimot kraftig i Rokta, og det måles kun lave konsentrasjoner (under deteksjonsgrensen for analysene) av kobber, bly, sink og antimon ved pkt 9 i Rokta. Det bør vurderes å anlegge et prøvepunkt i bekken som pkt 5, 6 og 15 drenerer til. Dette for å følge opp vannkvaliteten som renner ut av feltet enda bedre, samt vurdere fortynningsraten nedover bekken.

SØF Leksdal: Det var generelt god vannkvalitet ved Leksdal i 2011. Det var lave konsentrasjoner av tungmetaller ved referansepunktene 8Ref, L26Ref og L27Ref i 2011. Ved L26Ref, etter fire vannprøver gjennom et år, ser det ut til å være relativt høy bakgrunnskonsentrasjon av nikkel (tilstandsklasse III), mens L27Ref tilsvarende har høy bakgrunnskonsentrasjon av kobber (tilstandsklasse III). Det var i 2011 også lavere konsentrasjoner av tungmetaller i prøvepunktene nær skytebanene. Lavere konsentrasjoner av tungmetaller ved L5T skyldes trolig at drenggrøften som ligger oppstrøms L5T delvis ble gjenfylt tidlig i 2010. Ved L21 og L22 var vannkvaliteten mht nikkel igjen godt under kra-

vet fra Klif på 5 µg/l. Ved prøvetaking 15. september, da vannføringen var høy i hele feltet, var konsentrasjonen av reaktivt aluminium høy ved L5T (175 µg/l), og relativt høy ved L21 og L22 (begge 36 µg/l). For vannforekomster som drenerer ut av feltet (med krav til LBRL), Sigertmobekken (L7T), Øvre Meilbekken (L10T) og øvre del av Romelva (L11T), var det generelt god vannkvalitet i 2011, og dette er i tråd med tidligere år. Det var ingen overskridelser i 2011 mht krav om LBRL-grenseverdi fra Fylkesmannen. For vannforekomster med krav til referansetilstand, nedre deler av Romelva (L12E), ved Leksa oppstrøms Romelva (L13T) og ved Leksa nedstrøms Romelva (L14T), var ingen overskridelser i 2011 mht krav om referansetilstand fra Fylkesmannen. Nikkelkonsentrasjonen i nedre deler av Romelva (L12E) og ved Leksa nedstrøms Romelva (L14T), samt kobberkonsentrasjonen ved Leksa oppstrøms Romelva (L13T) er nær overskridelse mht det som har blitt satt som referansetilstand for vannforekomstene. Det er derimot høyere konsentrasjoner for nikkel og kobber ved de nyanlagte referansepunktene L26Ref og L27Ref enn ved det gamle referansepunktet 8Ref, som tilsier en til tider naturlig høy utlekking av disse tungmetallene fra feltet.

SØF Santhanshola: Vann som renner ut av feltet (ved pkt 5) har meget lave konsentrasjoner av kobber, bly, antimon og sink. Det er kun noe forhøyede konsentrasjoner internt i feltet av kobber og antimon ved pkt 2 (nedstrøms 5 - 50 meters pistolbane).

SØF Setnesmoen: Konsentrasjonen av kobber og bly er vesentlig lavere ved pkt 1 enn hva som ble målt i fjor, og det er en tilsynelatende nedadgående trend mht kobber og bly også ved pkt 2. Konsentrasjonen ved referansen 4Ref er lav mht kobber, bly, sink og antimon. Det ble derimot målt høye konsentrasjoner av kobber, bly og sink ved pkt 3 (nedstrøms bane 1 og 2). Konsentrasjonene var spesielt høye i juli, men lå i tilstandsklasse V for kobber og bly også i oktober. Dette kan kanskje skyldes graving i feltet. Bekken der pkt 3 ligger har en årsmiddelavrenning på under 40 l/s, og blir kraftig fortynnet når den når fjorden. Bekken renner derimot 2 - 300 meter nedstrøms pkt 3 før den munner ut i fjorden, og det anbefales å følge med på utviklingen av vannkvaliteten og evt vurdere tiltak dersom den ikke bedres.

*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 miljøovervåkningsprogram 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-Trøndelag

---

Drevjamoen .....	9
Haltdalen .....	23
Giskås .....	36
Leksdal .....	49
Santanshola .....	60
Setnesmoen .....	73
Vedlegg 1 - MO Trøndelag .....	86



# Drevjamoen

---

1. Innledning.....	10
Områdebeskrivelse .....	10
Aktivitet i feltet .....	10
2. Material og metode.....	13
Vannprøvetaking.....	13
Analyser .....	13
3. Resultater og diskusjon .....	14
Generelt .....	14
Referansepunkt .....	15
Prøvepunkt som drenerer i skytefeltet.....	15
Prøvepunkt som drenerer ut av skytefeltet .....	16
4. Konklusjon og anbefalinger.....	21
Referanser .....	22
Vedlegg 1 - MO Trøndelag .....	86

# 1. Innledning

---

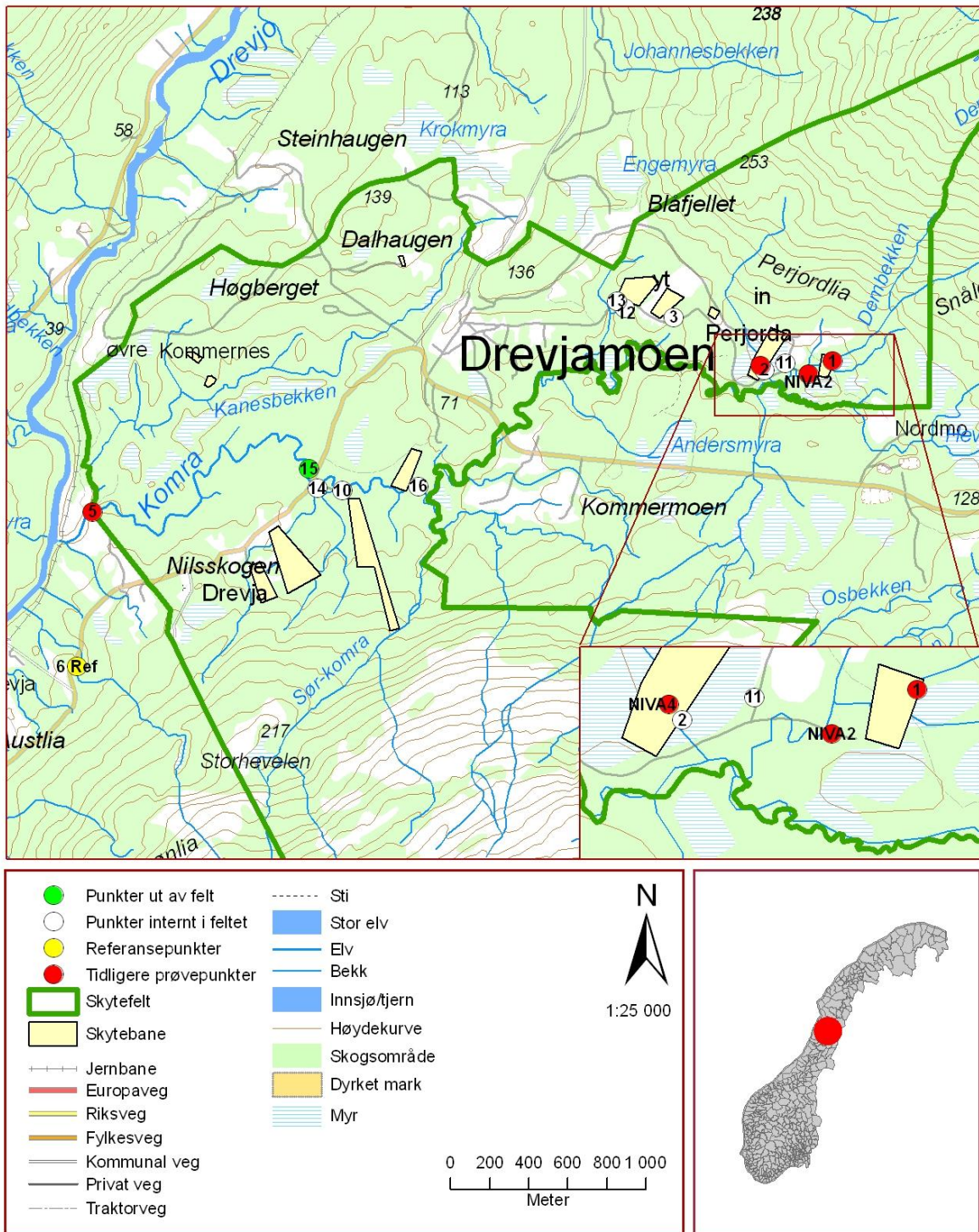
## Områdebeskrivelse

Drevjamoen skyte- og øvingsfelt ligger nær Mosjøen i Vefsn kommune i Nordland fylke. Feltet er på 12,9 km<sup>2</sup> og har vært i bruk siden 1913. Feltet grenser til Blåfjell i nordøst og Hellfjellet i sør. Den sentrale delen av området, ved Drevjamoen og øst og vest for denne, består av et lavtliggende slettelandskap med marine avsetninger, breelvavsetninger og større myrområder og bekker som drenerer gjennom markerte ravinesystemer. I syd, mot Hellfjellet, og i nordøst er det mye bart fjell, som stedvis er dekket av et tynt humus-/torvdekke og forvittringsmateriale. Berggrunnen domineres av en granittkropp omgitt av marmor og glimmerskifer/glimmergneis, metasandstein og amfibolitt. Geologibeskrivelse hovedsakelig etter Breyholtz mfl 2010. Det er registrert mutings-/utmålsområder for jern og basemetaller på vestsiden av Drevjamoen, vest for Drevja (Breyholtz mfl 2010). Metallforekomstene ligger i området utenfor den sentrale granitten i berggrunn som tilsvarer den som grenser til skytefeltets nordøstlig del. Det har også blitt rapportert om kobberforekomster øst for skytefeltet (Poulsen 1964).

## Aktivitet i feltet

Feltet er et nærøvingsfelt og består av 12 baner hvor det benyttes alt fra håndvåpen (hovedsakelig 7,62 mm og 9 mm ammunisjon) opp til 84 mm RFK. Feltet brukes i dag hovedsakelig av Heimevernet samt noe av politiet. Banene 2 og 3 ble oppgradert i 2011. Det ble etablert en steinfylling i bane 4 høst 2010 og vår 2011. Det ble hogd en del skog i området bane 4 høsten 2010.

# Drevjamoen



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Drevjamoen i 2011.

Tabell 1. Data for prøvepunkter ved Drevjamoen. Data fra Forsvarsbygg og Breyholtz mfl (2010).

Prøve punkt (id)	Beskrivelse	Dreneringsområde	Avrenning*, Årsmiddel l/s	Kommentar
1	Stor bekk	Skytebane 1 der det benyttes håndvåpen.	170	Ikke prøvetatt, banen er stengt
2	Liten bekk	Skytebane 2 der det benyttes håndvåpen	28	
3	Liten bekk	Skytebane 4 der det benyttes håndvåpen.	9	
5	Elv (Komra)	Hele feltet	890	Ikke prøvetatt, erstattet av pkt 15
6Ref	Liten bekk	Utenfor feltet, ikke påvirket av militær aktivitet	47	
10	Elv (Komra)	Bane 12 og 14 der det benyttes håndvåpen, 12,7 og RFK, samt banene 1 - 5	750	
11	Liten bekk/sig	Kulefanger / målområde fra bane 2		Prøvepunkt ble etablert for å se om arbeidet med kulefang har påvirket vannkvalitet i bekken.
12	Liten bekk	Bane 4 og steindeponi		Prøvepunktet skal sjekke om det er avrenning av metaller fra steindeponiet.
13	Liten bekk	Målområde for bane 4		Prøvepunktet skal sjekke avrenning fra bane 4 og hvorvidt skogshogst påvirker vannkvaliteten.
14	Bekk	Feltskytebanene 15 og 16		
15	Elv (Komra)	Hele feltet, erstatter pkt 5	750	
16	Elv (Komra)	Oppstrøms bane 12. "Referanse" for pkt 10	750	

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

## 2. Material og metode

---

### Vannprøvetaking

Tungmetallovervåkningen ved Drevjamoen har pågått siden 2004. I 2011 ble 10 prøvepunkter prøvetatt (jfr tab 1). Tre av punktene (2, 3 og 10) er videreført fra tidligere program. Prøvepunktene 11-16 er nyetablerte i 2011. 6Ref er anlagt som referansepunkt i Molddalsbekken utenfor feltgrensen (fig 1). Det ble tatt ut vannprøver 31. mai og 15. oktober. Det ble benyttet vannhenter med teleskopstang ved prøvetaking.

### Analyser

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

Det foreligger ikke feltrapport fra prøvetakingsrundene annet enn at det påpekes mye suspendert stoff (partikler) i bekken ved pkt 14 (som drenerer feltskytebanene 15 og 16).

### *Støtteparametere*

Ledningsevnen varierte en del i feltet og lå mellom 2 - 47 mS/m, klart lavest ved referansepunktet 6Ref, og klart høyest ved pkt 12 (nedstrøms bane 4 og steindeponi). Konsentrasjonen av kalsium varierte også en god del (7 - 70 mg/l), samt lavere ved 6Ref (1 - 4,5 mg/l). pH var moderat høy ved alle punkter og lå mellom 6,7 - 8,1. Konsentrasjonen av TOC varierte en del og lå fra under 2 - 17 mg/l, høyest ved pkt 11 (sig fra kulefanger / målområde fra bane 2). Konsentrasjonen av jern var generelt lav og som regel under 1 mg/l. Unntak var vår og høst ved pkt 11 (4 mg/l), i vårprøven ved pkt 13 (10 mg/l, drenerer målområdet for bane 4), samt i høstprøven ved referansepunktet 6Ref (16 mg/l, se kommentarer lenger ned i delsavsnittet vedr referansepunktet).

### *Sink og antimon*

Med unntak for høstprøven ved referansepunktet 6Ref, er konsentrasjonen av sink og antimon lave og på nivået med tidligere målinger (fig 4 - 5). Konsentrasjonene er nær eller under deteksjonsgrensen for analysen ved alle prøvepunkt (< 4 µg Zn/l og < 0,1 µg Sb/l). Ved høstprøvetaking ble det målt 35 µg Zn/l ved 6Ref (se kommentarer lenger ned i delsavsnittet vedr referansepunktet).

## Referansepunkt

Referansepunktet 6Ref er plassert utenfor og sørvest for feltet (fig 1). I vårprøven ble det målt kobber- og blykonsentrasjoner under deteksjonsgrensen for analysene (1 µg Cu/l og 0,5 µg Pb/l). Ved høstprøvetaking var det meget høye konsentrasjoner av både bly og kobber ved referansepunktet (16 µg Cu/l og 7 µg Pb/l; tilstandsklasse V). Ved prøvetaking i fjor ble det tilsvarende målt kobber og bly i tilstandsklasse IV, men ellers er det har det kun vært målt lave konsentrasjoner ved referansepunktet (jfr fig 2 - 3). De høye konsentrasjonene faller sammen med høye konsentrasjoner av jern, i tillegg til forhøyede konsentrasjoner av andre ioner (økt ledningsevne, men om lag lik pH som i vårprøven), samt økt konsentrasjon av TOC. Dette kan tilsi påvirkning av myr-/skogsområder, evt under påvirkning av høy vannføring i feltet.

## Prøvepunkt som drenerer i skytefeltet

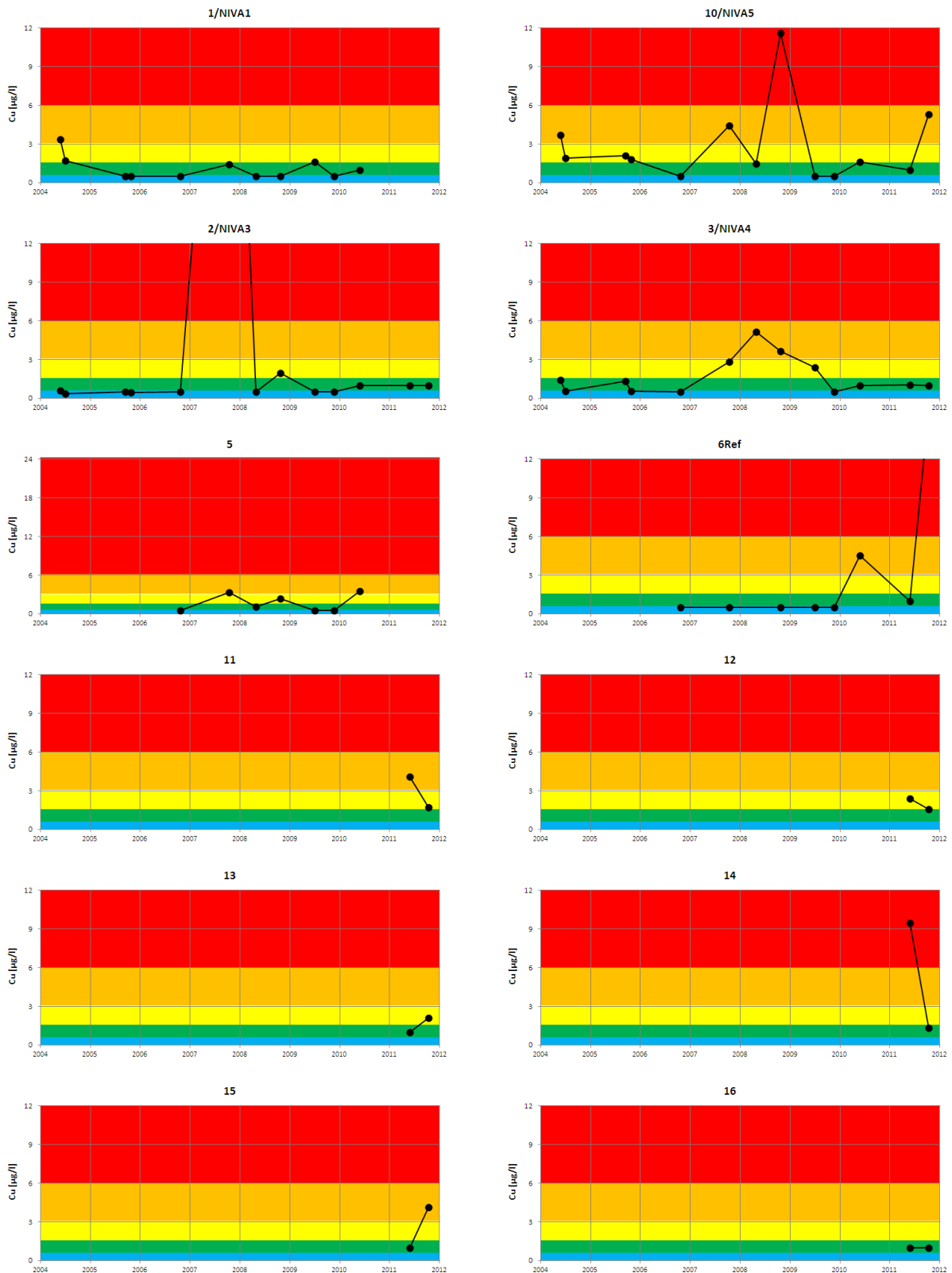
Vannkvaliteten ved pkt 3, som drenerer skytebane 4 og har blitt prøvetatt siden 2004, har i 2011 kun lave konsentrasjoner av kobber og bly (nær eller under deteksjonsgrensene på 0,5 µg Cu/l og 1 µg Pb/l). Dette er vesentlig lavere i forhold til årene 2005 - 2007, og på nivå med det som ble målt i fjor (jfr fig 2 - 3). Ved pkt 12 og 13, første gang målt i 2011 og som drenerer hhv bane 4 og steindeponi, samt målområdet for bane 4, er konsentrasjonen av kobber moderat høye og i tilstandsklasse III - IV (jfr fig 2 - 3). Konsentrasjonen av bly er lav (< 0,5 µg/l). Dette er på samme nivå som ved pkt 11, som drenerer kulefanger / målområde fra bane 2 (jfr fig 1). Ved pkt 2 (nedstrøms skytebane 2), er konsentrasjonen lav og under deteksjonsgrensen for analysene (1 µg Cu/l og 0,5 µg Pb/l), på nivå med tidligere målinger ved punktet (jfr fig 2 - 3). Ved pkt 16 (oppstrøms bane 12 og pkt 10), er konsentrasjonen av kobber og bly lav og nær eller under deteksjonsgrensene på 0,5 µg Cu/l og 1 µg Pb/l. Ved pkt 10 nedstrøms pkt 12 (drenerer bane 12 og 14), er konsentrasjonen av kobber i tilstandsklasse IV (5,3 µg/l), men ellers lav for både kobber og bly (jfr fig 2 - 3). Ved pkt 14, nedstrøms feltskytebanene 15 og 16, er det høye konsentrasjoner av kobber (9,5 µg/l; tilstandsklasse V) og bly (2,9 µg/l; tilstandsklasse IV) i vårprøven, mens høstprøven hadde lave konsentrasjoner under deteksjonsgrensen for analysene (jfr fig 2 - 3).

### **Prøvepunkt som drenerer ut av skytefeltet**

Konsentrasjonen av kobber og bly ved pkt 15, nedstrøms pkt 10 i Komra etter innløp av bekk via pkt 14, har omtrent samme konsentrasjoner som målt ved pkt 10 med en del kobber i vårprøven (4,1 µg/l; tilstandsklasse IV). Høstprøven hadde lave konsentrasjoner under deteksjonsgrensen for analysene (1 µg Cu/l og 0,5 µg Pb/l ; jfr fig 2 - 3).

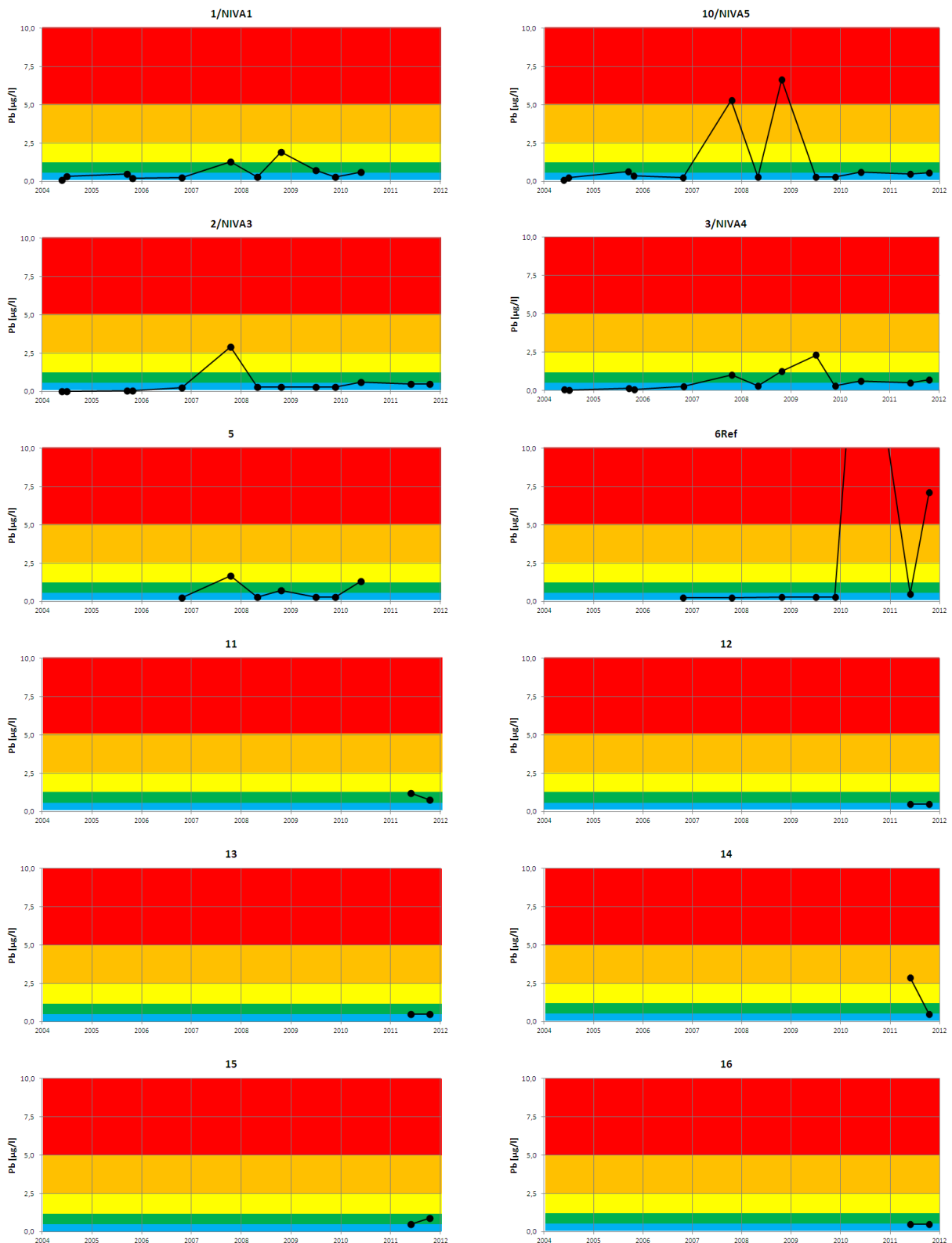


## Kobber



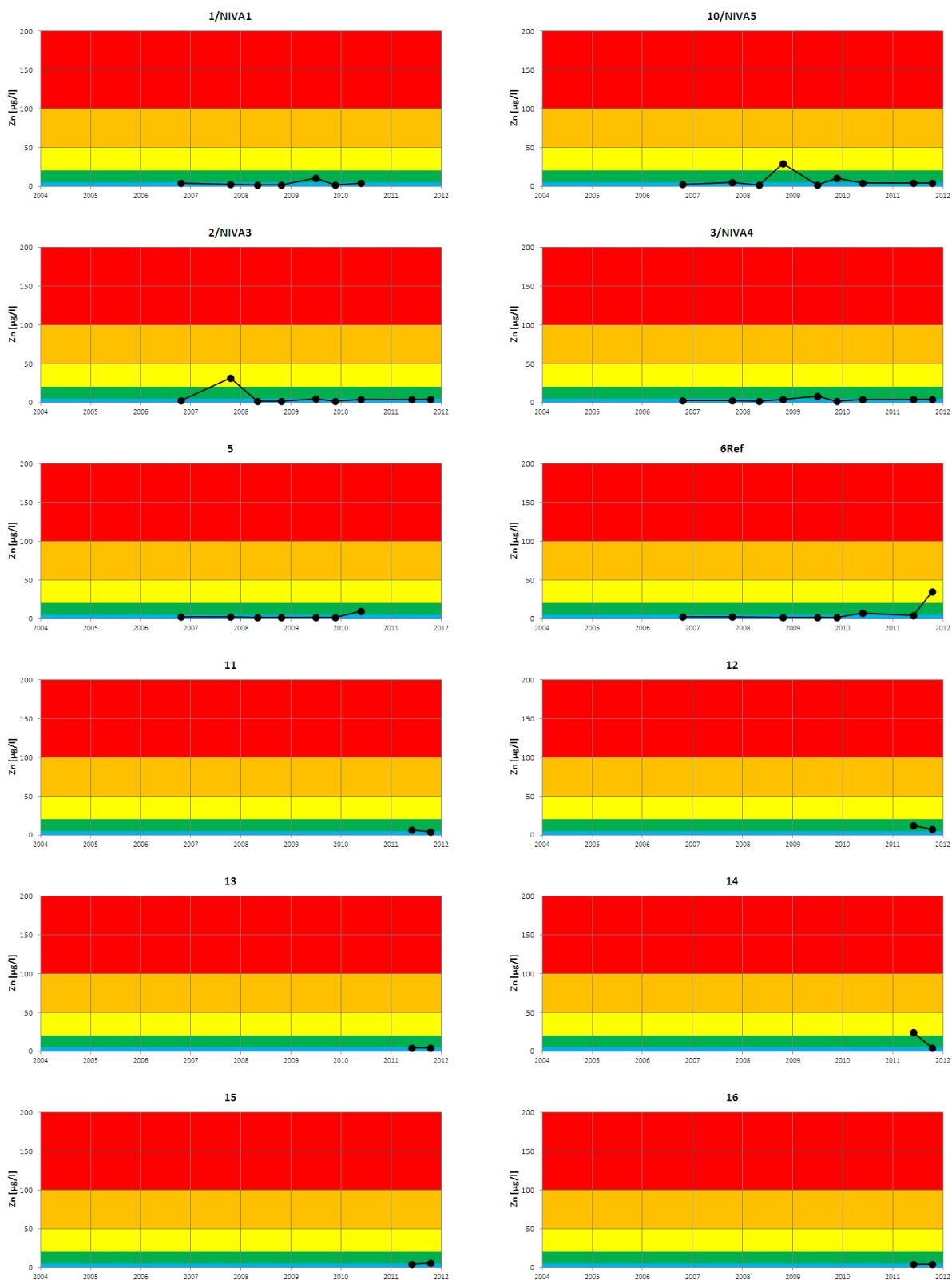
**Figur 2.** Analyseresultater for kobber i perioden 2004 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997). Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

## Bly



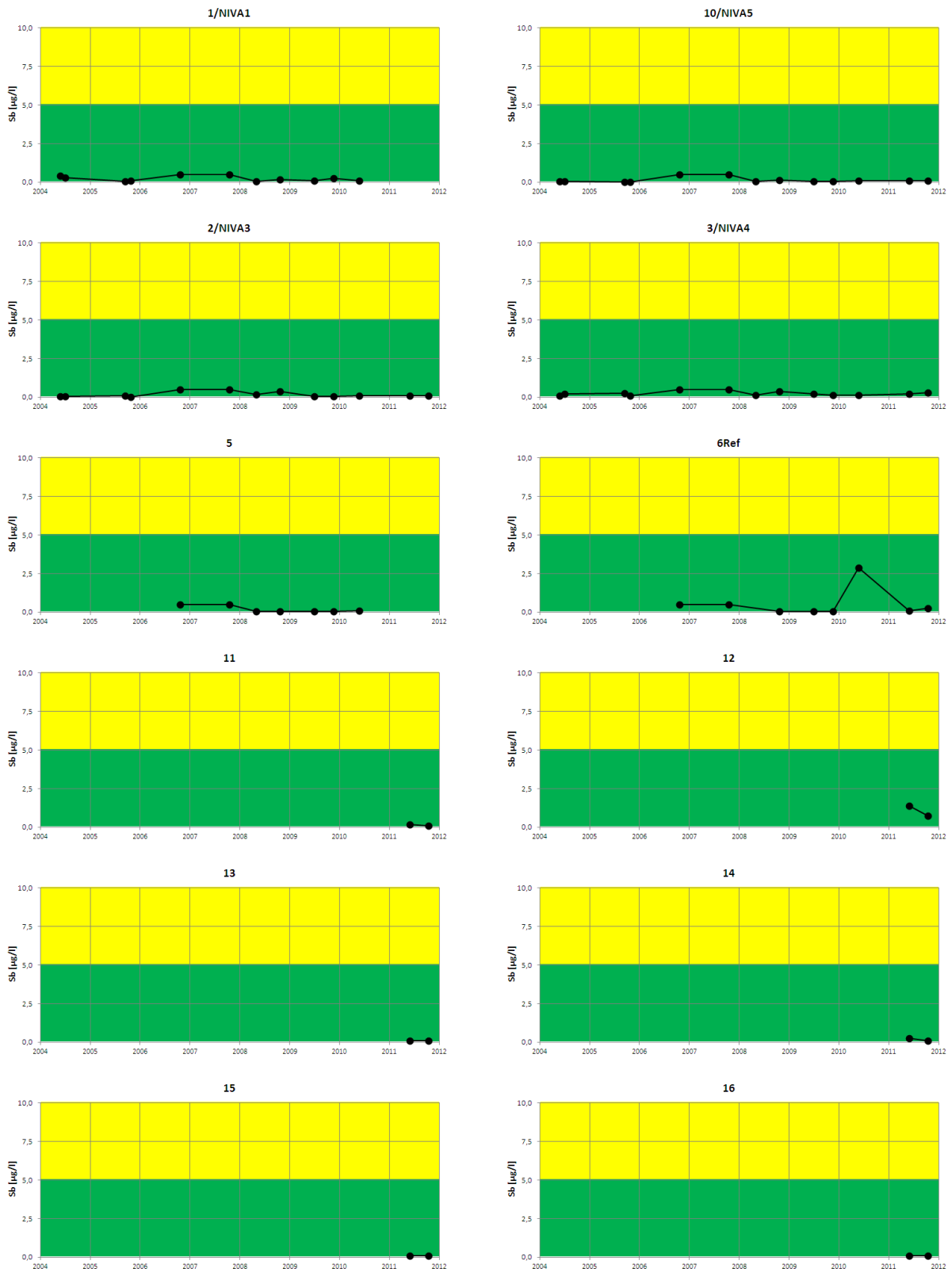
**Figur 3.** Analyseresultater for bly i perioden 2004 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997).

## Sink



**Figur 4.** Analyseresultater for sink i perioden 2006 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under 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 2004 - 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

---

Vann som renner ut av feltet (ved det nyanlagte pkt 15 nedstrøms pkt 10 i Komra), har noe forhøyet konsentrasjon av kobber i vårprøven (4,1 µg/l; tilstandsklasse IV). Ved referansepunktet 6Ref er det episodiske høye konsentrasjon av kobber og bly (tilstandsklasse V), og til dels sink (tilstandsklasse III). Endringer av vannkvalitet ved 6Ref gjenspeiles ikke i endringer av vannkvalitet ved de andre prøvepunktene (verken mht nivå eller i tid), og representativiteten av punkt 6Ref som referanse bør revurderes. Tidligere har det vært målt høye konsentrasjoner av metaller ved enkelte av punktene internt i feltet, og det anbefales å vurdere å ta inn turbiditet som en støtteparameter for å vurdere betydningen av erosjon i 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).

Poulsen, A.O. 1964. Norges gruver og malmbforekomster II, Nord Norge. NGU-rapport 204. 101 s.

# Haltdalen

---

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
Referansepunkt .....	29
Prøvepunkt i skytefeltet.....	29
Prøvepunkt nedstrøms skytefelt.....	29
4. Konklusjon og anbefalinger.....	34
Referanser .....	35
Vedlegg 1 - MO Trøndelag .....	86

# 1. Innledning

---

## Områdebeskrivelse

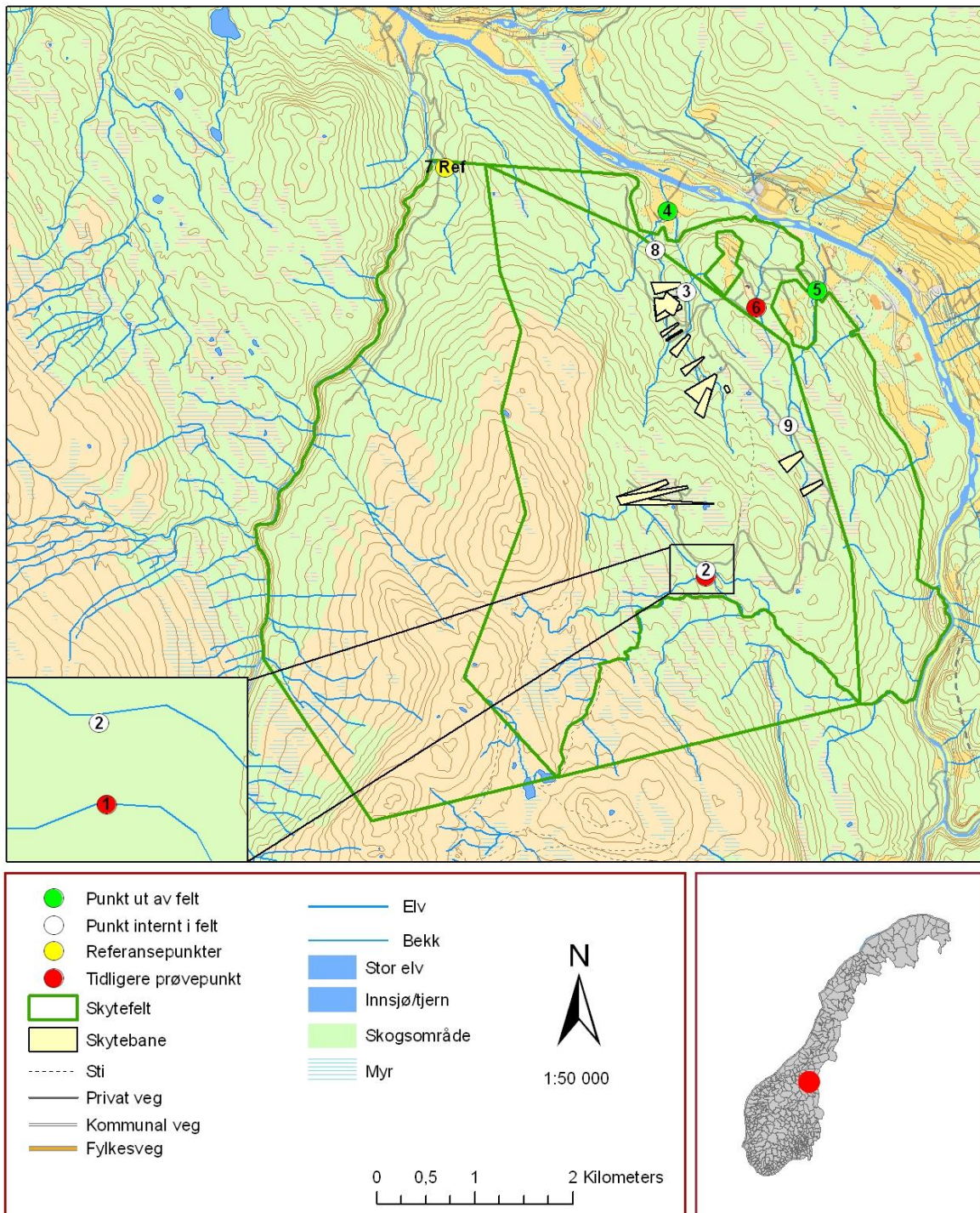
Haltdalen skyte- og øvingsfelt ble etablert i 1979/80. Feltet strekker seg fra Ledalen i vest til Gaula i øst i Holtålen kommune i Sør-Trøndelag. Feltet har et areal på cirka 18,5 km<sup>2</sup>, og en sikkerhetssone på 15 km<sup>2</sup>. Det høyeste punktet i området ligger i sørvest (944 moh). Fra nordlige og i de sørøstlige delene, går terrenget i slake lisider ned til om lag 300 moh. Berggrunnen i det meste av feltet består av kvartsglimmerskifer, som blant annet inneholder en del kalkspat. I den nordøstre delen av feltet, i partier lavere enn om lag 500 moh, er bergarten på NGUs kart oppgitt som grå fyllitt, biotittfyllitt og biotittskifer (Mørch mfl 2009). I følge NGUs malm-database ([www.prospecting.no](http://www.prospecting.no)) ligger det malmforekomst med blant annet krom og nikkel i nærheten av Ledalen.

## Aktivitet i feltet

Feltet består av 16 baner og en nærstridsløype hvor det benyttes håndvåpen. Feltet er i bruk gjennom hele året, hovedsakelig av Heimevernets undervisnings enheter (HVUV) og HV 12. Det meste av aktiviteten foregår i kjernearealene som ligger 2 - 4 km fra Haltdalen sentrum, med en randsone rundt med liten militær aktivitet.



# Haltdalen



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Haltdalen i 2011.

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

Prøve punkt (id)	Beskrivelse	Dreneringsområde	Avrenning* Årsmiddel (l/s)
2	Renåbekken	Drenerer bane 20, 21A og 21B	8,5
3	Liten bekk	Drenerer bane 6, 8, 9, 9B, og 13	4
4	Stor bekk	Drenerer bane 1, 2, 2B, 3, 4, 5, 6, 8 9, 9B, og 13	
5	Liten bekk	Drenerer bane 10 og 12	
7Ref	Liten bekk utenfor feltet		
8	Liten bekk	Drenerer bane 1, 2, 2B 3, 4 og 5	
9	Liten bekk	Drenerer bane 10 og 12	

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

## 2. Material og metode

---

### Vannprøvetaking

Feltet ble sist prøvetatt i 2008 av Sweco og Forsvarsbygg (Mørch mfl 2009). I 2011 ble det tatt ut prøver ved syv prøvepunkter (2 - 5, 7Ref, samt 8 - 9; fig 1). Pkt 8 og 9 er nyetablert, og drenerer hhv bane 1 - 5 og 10 + 12 (jfr tab 1). Det ble tatt ut vannprøver 12. juli og 10. oktober. Det ble benyttet vannhenter med teleskopstang ved prøvetaking.

### Analyser

Det har blitt analysert for bly, kobber, sink og antimon i ufiltrerte prøver, samt for støtteparameterne naturlig organisk materiale (analysert som totalt organisk karbon, TOC), pH, ledningsevne, kalsium 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 12. juli var det skiftende vær, med sol og spredte regnbyger den siste uka. På prøvetakingsdagen var det mer nedbør og vannføringen var høy med farget vann ved alle prøvepunktene. Ved prøvetakingen 10. oktober hadde det mye regn den siste måneden, med noe avtakende nedbør den siste uka. På prøvetakingsdagen var det sol og nysnø. Vannføringen var da normal med klart vann ved alle prøvepunktene.

### *Støtteparametere*

Ledningsevnen var fra lav til lav og lå mellom 1,5 - 3 mS/m. Konsentrasjonen av kalsium var også lav (0,5 - 2 mg/l). pH var relativt lav og lå mellom 4,5 - 6,0. Konsentrasjonen av TOC var relativt høy og lå mellom 9 - 20 mg/l. Konsentrasjonen av jern var generelt lav og mellom 0,4 - 1,2 mg/l.

### *Sink og antimon*

Konsentrasjonen av sink og antimon var som tidligere lave og under deteksjonsgrensen for analysene (4 µg Zn/l og 0,1 µg Sb/l; fig 4 - 5).

## Referansepunkt

Ved referansepunktet 7Ref var det som tidligere lave konsentrasjoner av kobber relativt og bly, nær eller under deteksjonsgrensen for analysene (1 µg Cu/l og 0,5 µg Pb/l; fig 2 - 3).

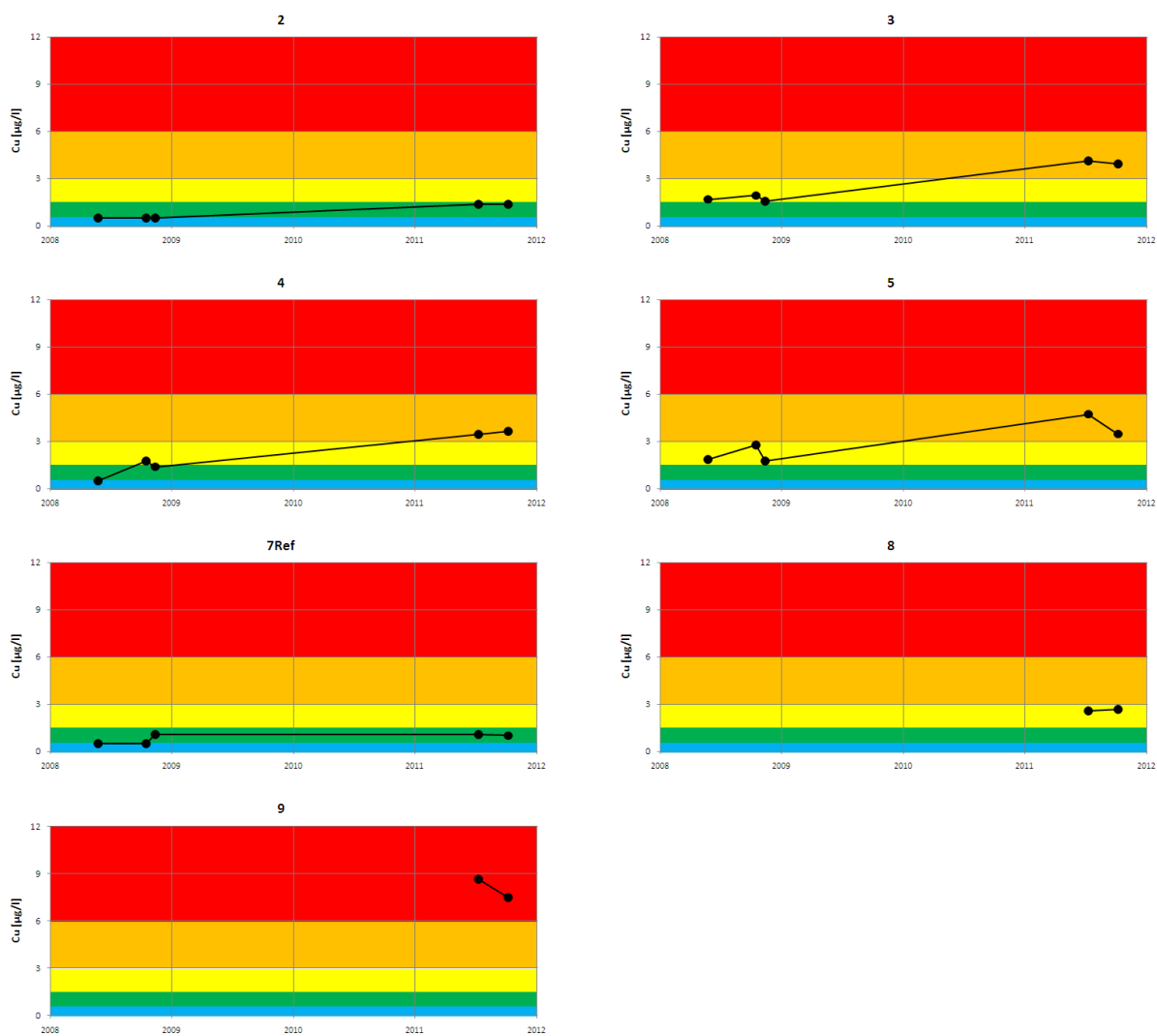
## Prøvepunkt i skytefeltet

Konsentrasjonen av kobber ved pkt 2 (Renåbekken) og pkt 3, var noe høyere ifht tidligere målinger i 2008 (fig 2). Økningen var mest markant ved pkt 3, der kobber nå ligger i tilstandsklasse IV (cirka 4 µg/l). Det nyanlagte pkt 8 hadde noe lavere konsentrasjoner av kobber enn det som ble målt ved pkt 3, og ligger i tilstandsklasse III (cirka 2,5 µg /l). Ved det andre nyanlagte pkt 9 var kobberkonsentrasjonen i høy og i tilstandsklasse V (7,5 - 8,7 µg/l). Blykonsentrasjonen er som tidligere lav ved pkt 2 og 3 (under deteksjonsgrensen på 0,5 µg/l), og noe høyere ved pkt 8 og 9 (1,3 - 1,8 µg/l tilstandsklasse III; fig 3).

## Prøvepunkt nedstrøms skytefelt

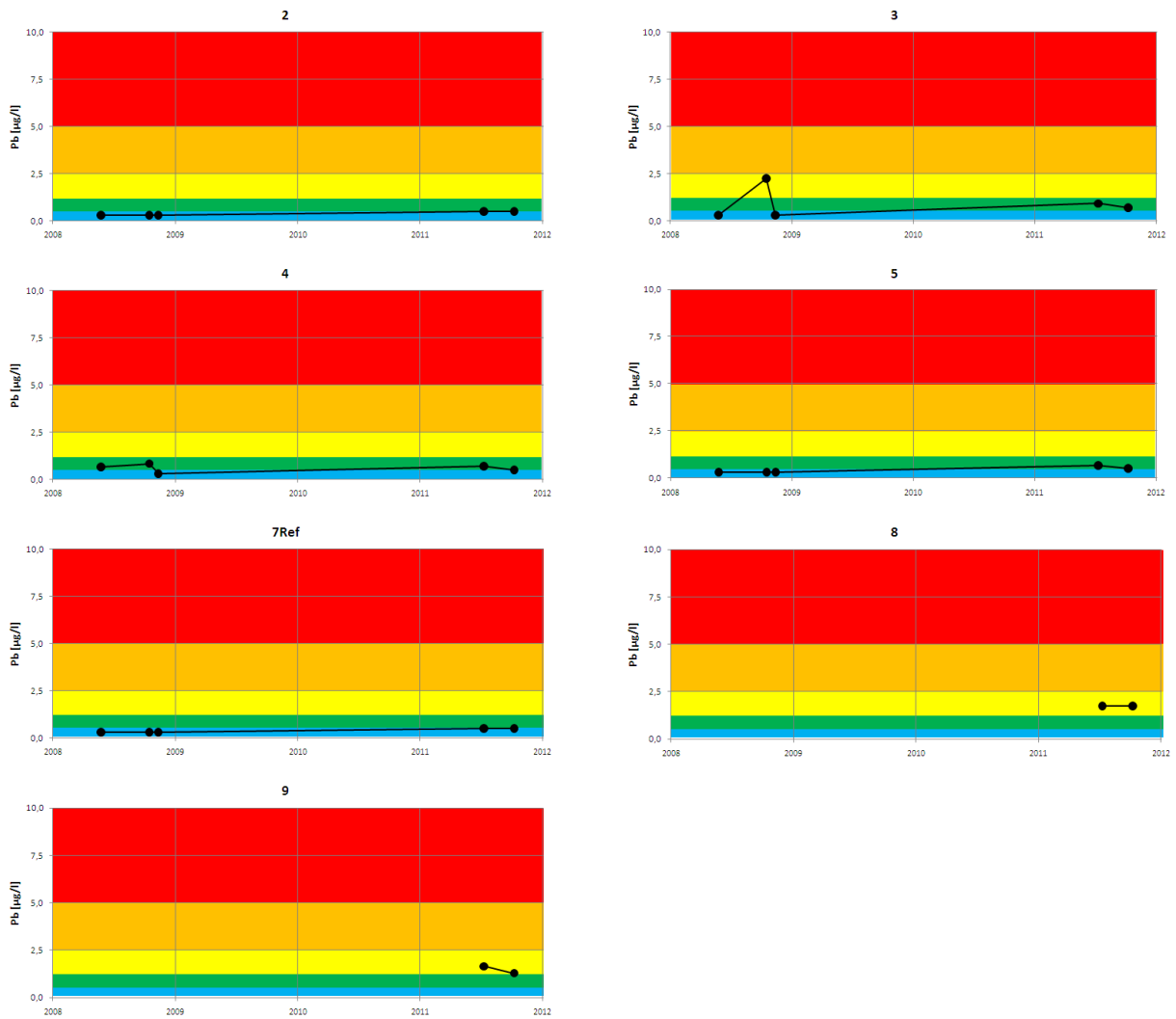
Vannkvaliteten ved pkt 4, nedstrøms pkt 3 og 8, ligger på nivå og i utvikling over tid nær det som blir målt ved pkt 3, dvs kobber i tilstandsklasse IV (3,5 µg/l) og konsentrasjonen av bly nær deteksjonsgrensen på 0,5 µg/l. Ved pkt 5 nedstrøms pkt 9, er nivå og tidsutviklingen tilsvarende som ved pkt 4, med ditto tendens til økende kobberkonsentrasjon (3,6 - 4,7 µg/l; fig 2), og blykonsentrasjoner nær deteksjonsgrensen (0,5 µg/l; fig 3).

## Kobber



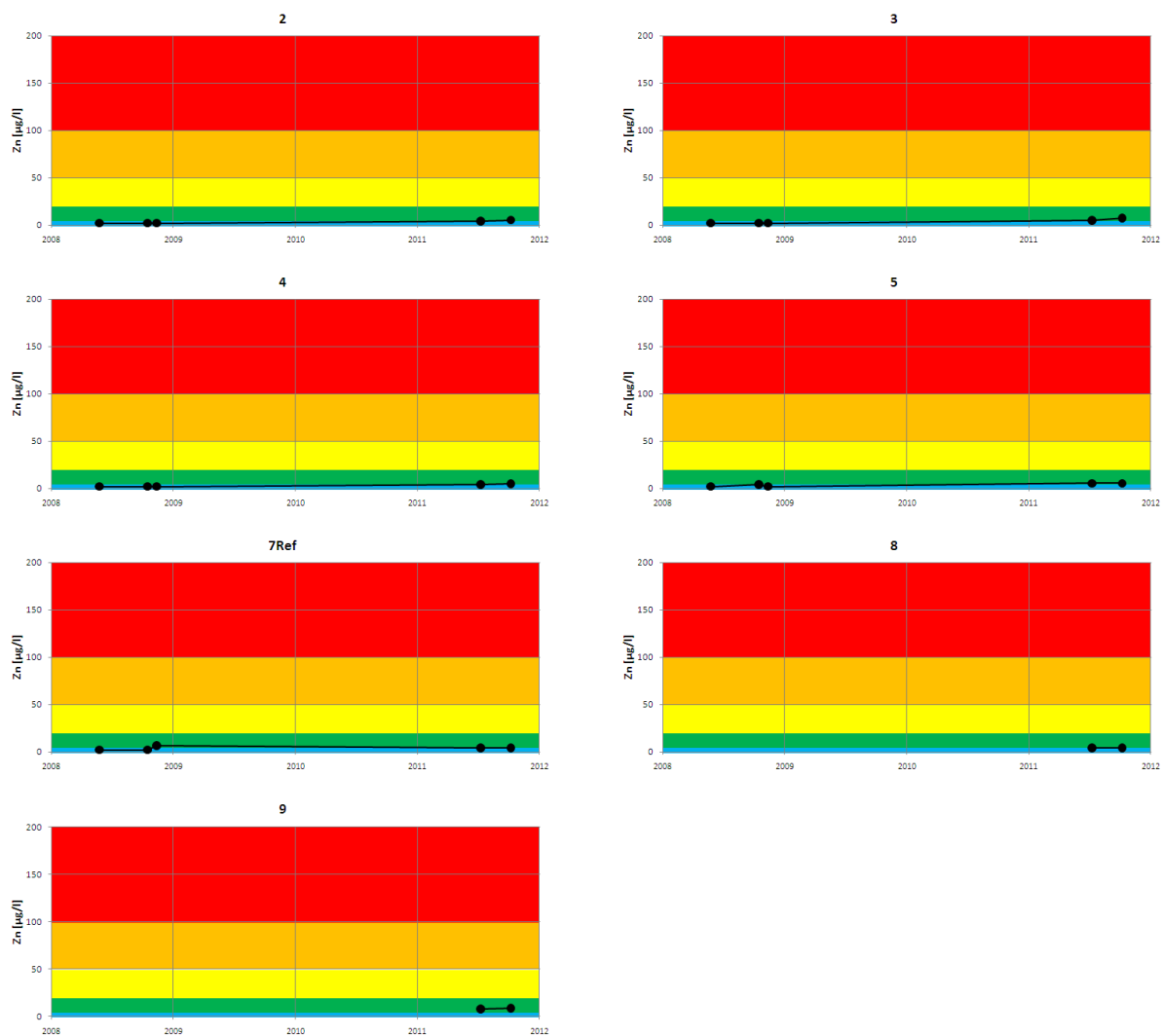
**Figur 2.** Analyseresultater for kobber i perioden 2008 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997).

## Bly



**Figur 3.** Analyseresultater for bly i perioden 2008 - 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).

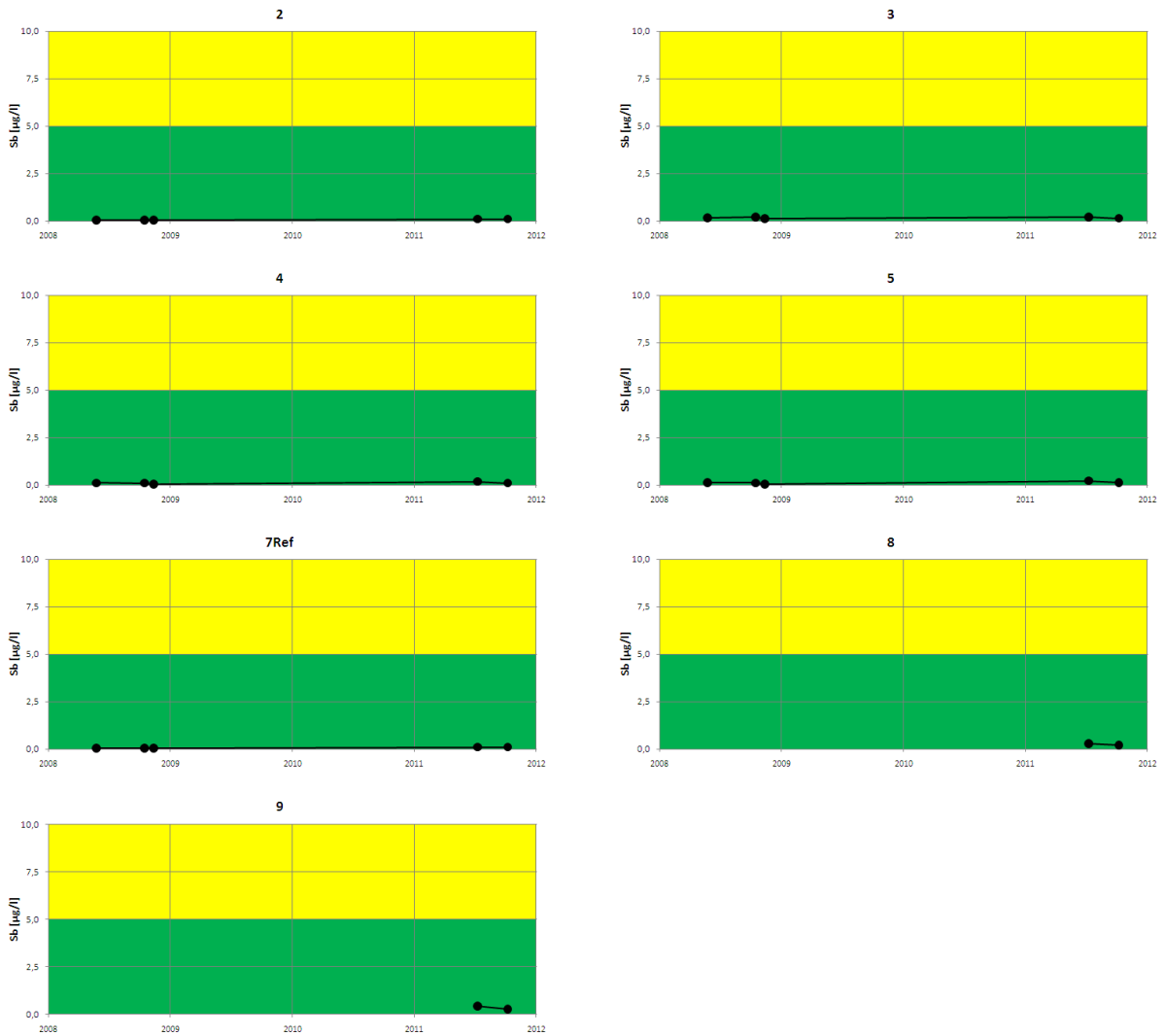
## Sink



**Figur 4.** Analyseresultater for sink i perioden 2008 - 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).



## Antimon



**Figur 5.** Analyseresultater for antimon i perioden 2008 - 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 en generell trend til økt utlekking av kobber fra feltet. Det måles høye konsentrasjoner av bly ved det nyanlagte pkt 9 (nedstrøms bane 10 og 12), samt også ved pkt 3 (drenerer bane 6, 8, 9, 9B, og 13). Tilsvarende trend måles ut av feltet ved pkt 4 og 5 (begge i tilstandsklasse III). Konsentrasjonen ved referansepunktet er lav. Konsentrasjonen av bly, sink og antimon er lave ved alle prøvepunkt, med unntak for noe høyere blykonsentrasjoner internt i feltet ved pkt 8 og 9 (tilstandsklasse III). Det anbefales å se på muligheter for tiltak som kan redusere utlekkingen av kobber ved pkt 3 og 8 (som drenerer banene i nord), samt ved pkt 9 (som drenerer banene nordøst i feltet).

# Referanser

---

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

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

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

# Giskås

---

Giskås .....	36
1. Innledning.....	37
Områdebeskrivelse .....	37
Aktivitet i feltet .....	37
2. Material og metode.....	40
Vannprøvetaking.....	40
Analyser .....	40
3. Resultater og diskusjon .....	41
Generelt .....	41
Referansepunkt .....	42
Prøvepunkt som drenerer i skytefeltet.....	42
Prøvepunkt som drenerer ut av skytefeltet .....	42
4. Konklusjon og anbefalinger.....	47
Referanser .....	48
Vedlegg 1 - MO Trøndelag .....	86

# 1. Innledning

---

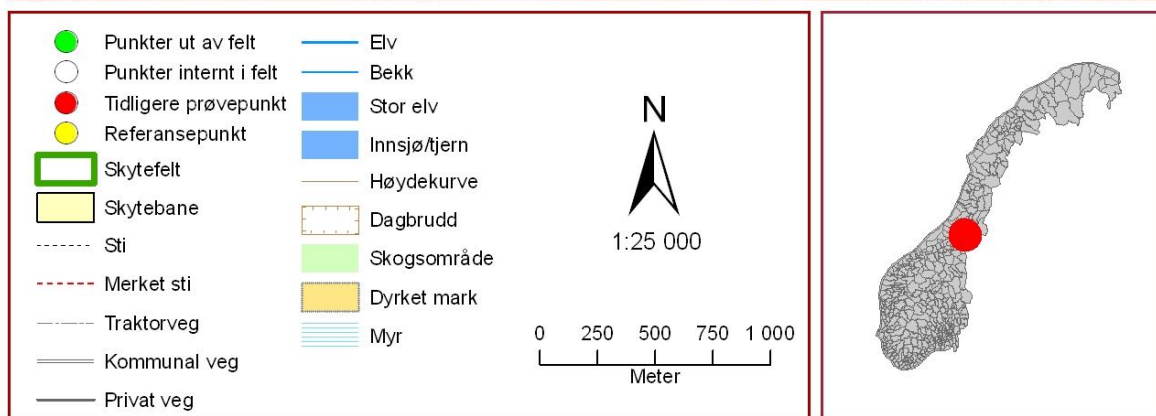
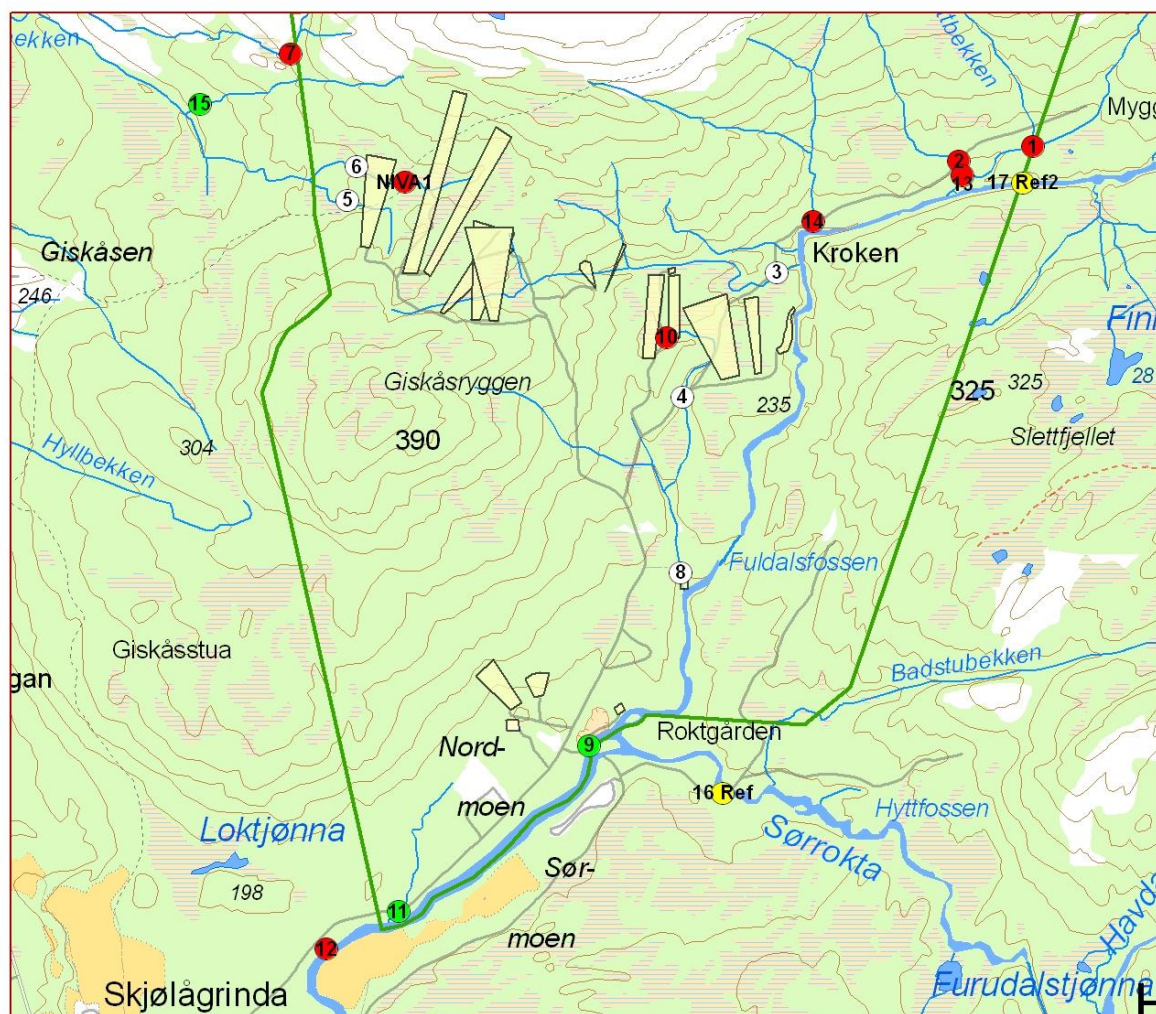
## Områdebeskrivelse

Giskås skyte- og øvingsfelt ligger i Steinkjer kommune i Nord-Trøndelag fylke. Feltet ble etablert i 1974, men ble først tatt i bruk i 1976-77. Feltet har et areal på 12,6 km<sup>2</sup>. Mot nord er det i tillegg en sikkerhetssone på 10,7 km<sup>2</sup>. I de lavereliggende områdene rundt leiren og langs Rokta preges terrenget av barskog. Øvingsfeltet sør for Rokta har glissen furuskog og store myrområder. Giskåsryggen domineres av barskog med innslag av en del bjørk. Giskåsheia og Fossemheia har snau fjell på toppene og domineres av bjørk nedover liene. Berggrunnen består av ryolitt/ryodacitt i sør og diorittisk til granittisk gneis i nord. Det er også innslag av kvartsitt. Videre beskrives området hovedsakelig som dekket av tynt humus/torvdekke og flekkvis morenedekke og torv/myr. I nordlige deler er det stort sett bart fjell. Det er registrert mutings-/utmålsområder for basemetaller en rekke steder i et belte sørøst for Skytefeltet, Storroktdal malmforekomst ligger på Roktheia nordøst for feltet. Alle forekomstene er registrert med kobber, bly, og sink som de viktigste tungmetaller. Det er i hovedsak to bekke/elvesystemer som overvåkes i feltet. Prøvepunkt 5 og 6 er plassert i bekkene som drenerer myrområdene nordvest i feltet, mens de andre prøvepunktene er plassert i bekkene som drenerer mange av de nordligste skytebanene, men renner ut sør i feltet og videre til elva Sørrokta. Etter Breyholtz mfl 2010.

## Aktivitet i feltet

Feltet består av 22 baner, inklusive sprengningsfelt, hvor det benyttes håndvåpen, Carl Gustav RFK, M72, håndgranater, 40 mm geværgranat, 9 mm, 12,7 mm og BK. Feltet brukes gjennom hele året hovedsakelig av Heimevernets undervisningsenheter (HVUV), HV 12 og Ørland hovedflystasjon. Det arrangeres landskytterstevner på Giskås - siste gang i 2007.

# Giskås



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Giskås i 2011.

Tabell 1. Oversikt over prøvepunkter på Giskås. Data fra Breyholtz mfl 2010 og Mørch mfl 2009.

Prøvepunkt (id)	Beskrivelse	Dreneringsområde	Avrenning Årsmiddel (l/s)
3	Liten bekk	Bane G, E og halve A hvor det brukes M72, BK og 40 mm. Feltbanene B, J og C. Deler av banene Z, H og Y.	26
4/NIVA 3	Liten bekk	Bane L, M, H og Y	8
5	Liten bekk i myrområde	Feltbane A	24
6	Liten bekk i myrområde	Bane X-1, X-2, samt halve A	10
8	Liten bekk	Nedstrøms pkt 4. Drenerer bane P hvor det benyttes håndgranater.	29
9	Rokta, stor elv		
11/NIVA4	Liten bekk	Delvis bane T og U hvor det benyttes håndvåpen og M72	24
15	Liten bekk		
16Ref	Sørrokta, stor elv		
17Ref	Rokta, stor elv		

## 2. Material og metode

---

### Vannprøvetaking

Det har blitt tatt vannprøver i feltet siden 2002. I 2011 ble det tatt vannprøver ved 10 prøvepunkt (pkt 3, 4/NIVA3, 5, 6, 7, 8, 9, 11/NIVA4, 15, 16Ref og 17Ref; fig 1; tab 1). Feltet ble i 2011 prøvetatt 18. august og 11. oktober. Referansepunktene 16Ref og 17Ref ble kun prøvetatt i august, hvorav det trolig var feil med vannprøven ved 16Ref (utgår). 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 18. august hadde det vært flom de to-tre dagene før prøvetakingen (> 100 mm nedbør i perioden). Flommen kulminerte to dager før prøvetakingen, men vannføringen var fortsatt høy ved alle punktene ved prøvetaking. Til tross for flom ble det ikke observert erosjon i feltet. Forut for prøvetaking 11. oktober hadde det vært mye nedbør den siste måneden. Ved prøvetaking var vannføringen var normal og vannet var klart ved alle prøvepunktene.

### *Støtteparametere*

Ledningsevnen var lav og lå mellom 2 - 4 mS/m. Konsentrasjonen av kalsium var også lav (0,5 - 3 mg/l). pH var lav til moderat og lå mellom 4,7 - 6,8. Konsentrasjonen av TOC var høy i feltet og lå mellom 24 - 32 mg/l i vårprøvene og mellom 7 - 18 mg/l i høstprøvene. Konsentrasjonen av jern var generelt lav og under 1 mg/l.

### *Sink og antimon*

Med unntak for pkt 3, som drenerer en rekke baner nord i feltet (jfr fig 1; tab 1), er konsentrasjonen av sink lave og nær deteksjonsgrensen for analysen (4 µg Zn/l; jfr fig 4). Det er en tilsynelatende nedgang i konsentrasjonen av sink ved pkt 5 (drenerer feltbane A) og pkt 6 (drenerer bane L, M, H og Y), begge lokalisert nordvest i feltet. Ved pkt 3 ligger konsentrasjonen av sink nå på et lavere nivå enn tidligere (30 - 42 µg/l) og i tilstandsklasse III (jfr fig 4). Konsentrasjonen av antimon er høyest ved pkt 4 (1,6 µg/l) og pkt 5 (1,2 µg/l), på nivå eller noe høyere med tidligere målinger (fig 5). Dette er allikevel lave konsentrasjoner og godt under overgrensen for drikkevann satt i Drikkevannsforskriften til 5 µg Sb/l (Helse- og omsorgsdepartementet 2004). Ved de andre prøvepunktene er antimonkonsentrasjonen lav og som regel godt under 0,5 µg/l.

## Referansepunkt

Referansepunktet 17Ref er plassert oppstrøms Kroken i Rokta, der elva renner inn i feltet fra øst (fig 1). Ved 17Ref er det lave konsentrasjoner av kobber og bly, og nivået ligger under deteksjonsgrensen for analysene ( $< 0,5 \mu\text{g Cu/l}$  og  $< 1 \mu\text{g Pb/l}$ ).

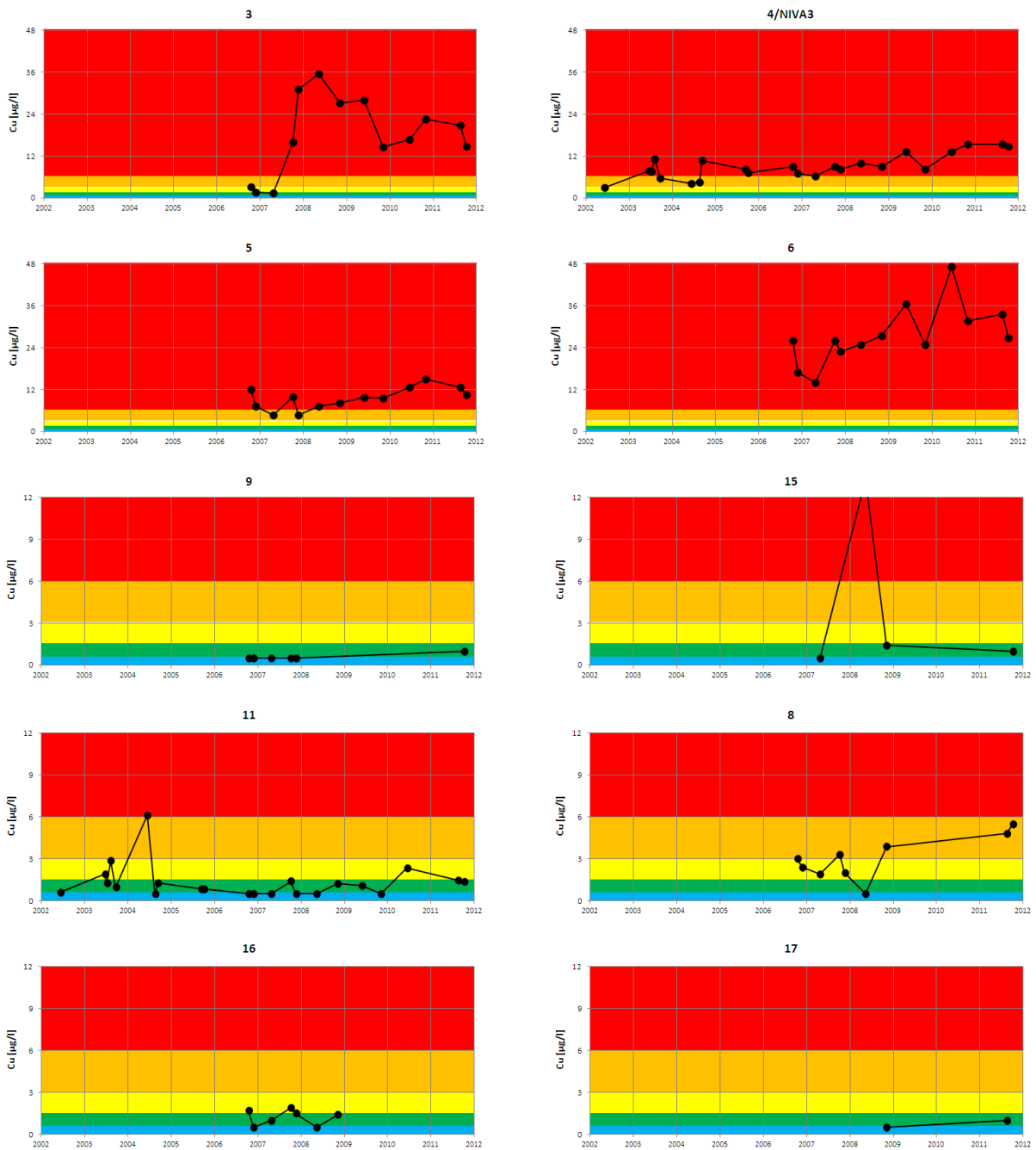
## Prøvepunkt som drenerer i skytefeltet

Vannkvaliteten ved pkt 3, 4/NIVA3, 5, 6, som alle drenerer baner nord i feltet (jfr fig 1), har i 2011 fremdeles høye konsentrasjoner av kobber ( $10 - 34 \mu\text{g Cu/l}$ ; tilstandsklasse V) og fremdeles høye konsentrasjoner av bly ( $2 - 6,5 \mu\text{g Pb/l}$ ; tilstandsklasse V ved pkt 4/NIVA3, 5 og 6, samt tilstandsklasse III - IV ved pkt 3). Det er en tilsynelatende bedring av vannkvaliteten mht kobber og bly ved pkt 3 ifht hva som har blitt målt siden 2008, men en tilsynelatende tilsvarende forverring ved pkt 4/NIVA3. Ved pkt 8 (nedstrøms pkt 4; fig 1), er konsentrasjonen av kobber ( $4,8 - 5,5 \mu\text{g/l}$ ; tilstandsklasse IV) og bly ( $0,9 - 1 \mu\text{g/l}$ ; tilstandsklasse II), dvs vesentlig lavere enn ved pkt 4 (jfr fig 2 - 3). Ved pkt 5 (drenerer feltbane A) og pkt 6 (drenerer bane L, M, H og Y), er både kobber og bly i tilstandsklasse V, men med noe lavere konsentrasjoner enn i 2010, og omtrent på nivå med det som ble målt i 2008 (jfr fig 2 - 3).

## Prøvepunkt som drenerer ut av skytefeltet

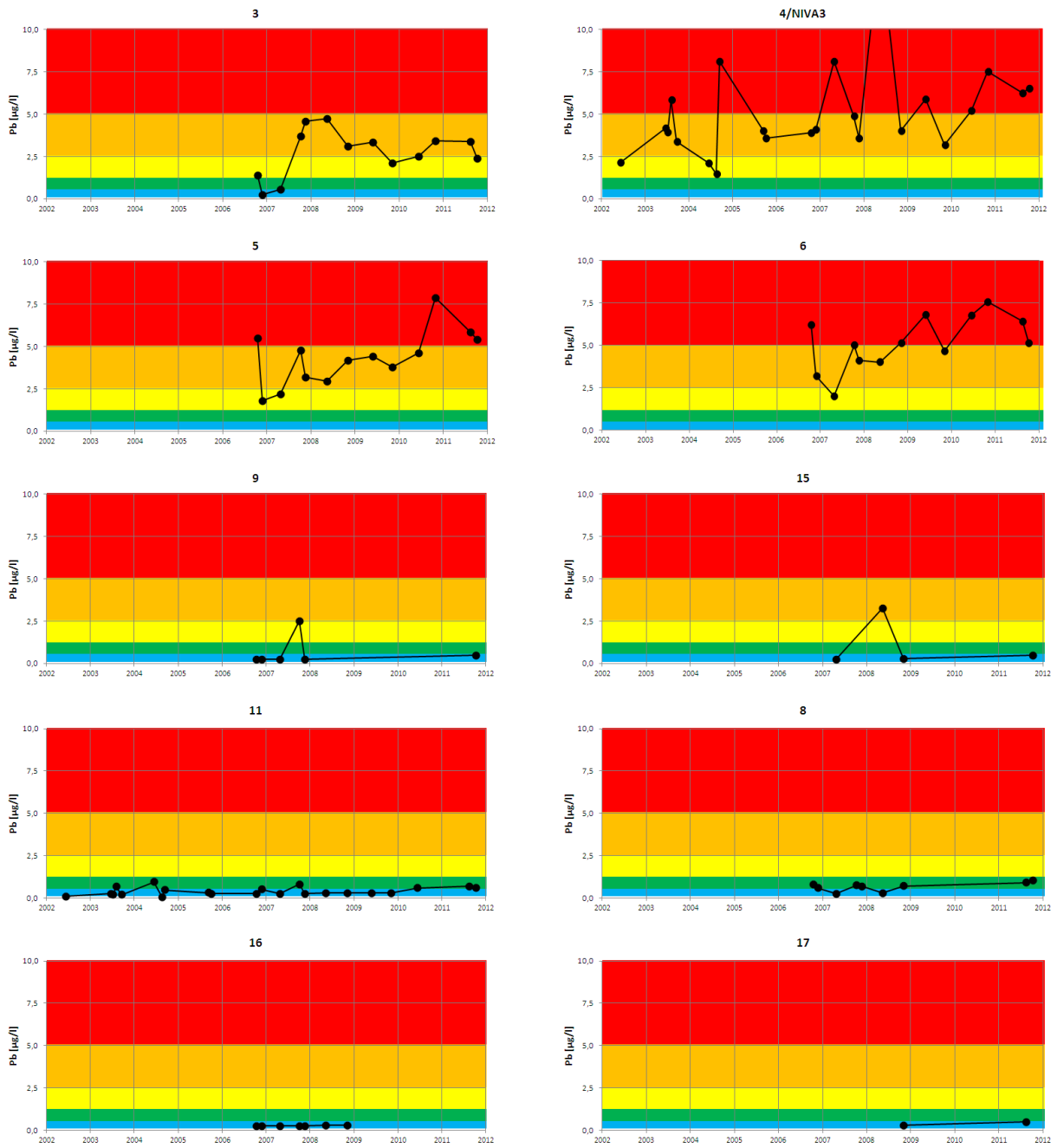
Konsentrasjonen av kobber og bly ved pkt 9, nedstrøms der pkt 8 kommer inn i Rokta, var det kobber- og blykonsentrasjoner under deteksjonsgrensen for analysene ( $< 0,5 \mu\text{g Cu/l}$  og  $< 1 \mu\text{g Pb/l}$ ). Dette tyder på stor fortynningsevne i elva. Ved pkt 11/NIVA4, en liten bekk som drenerer delvis bane T og U, og som renner inn i Rokta nedstrøms pkt 9 (jfr fig 1), er konsentrasjonene av tungmetaller relativt lave og på nivå med målinger tilbake til 2002 (tilstandsklasse II; fig 2 - 3). Ved pkt 15, plassert i en liten bekk som drenerer til samme bekk som mottar avrenning fra pkt 5 og 6 nordøst i feltet, er konsentrasjonen av kobber og bly under deteksjonsgrensen for analysene ( $< 0,5 \mu\text{g Cu/l}$  og  $< 1 \mu\text{g Pb/l}$ ).

## Kobber



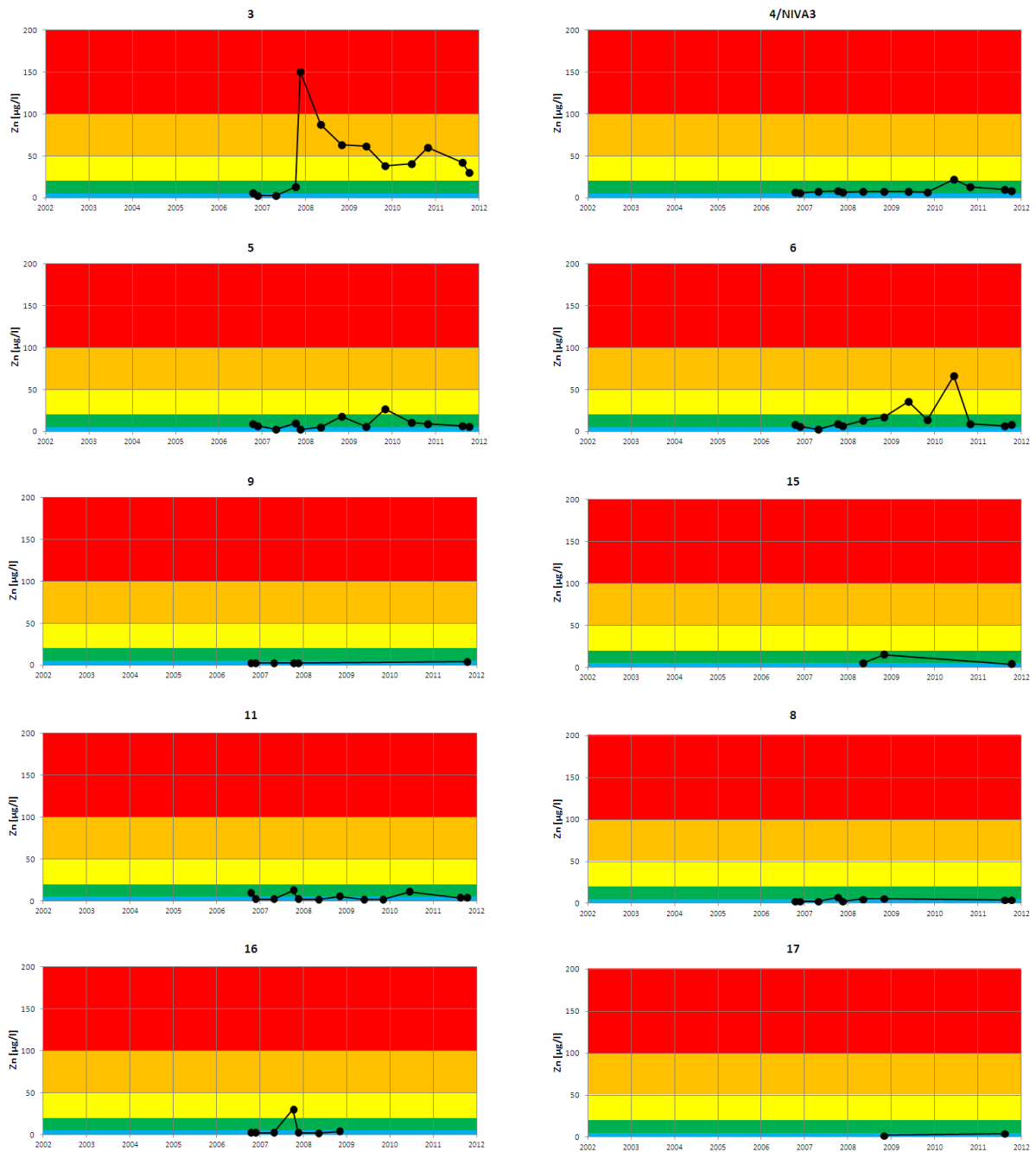
**Figur 2.** Analyseresultater for kobber i perioden 2002 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997). Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

## Bly



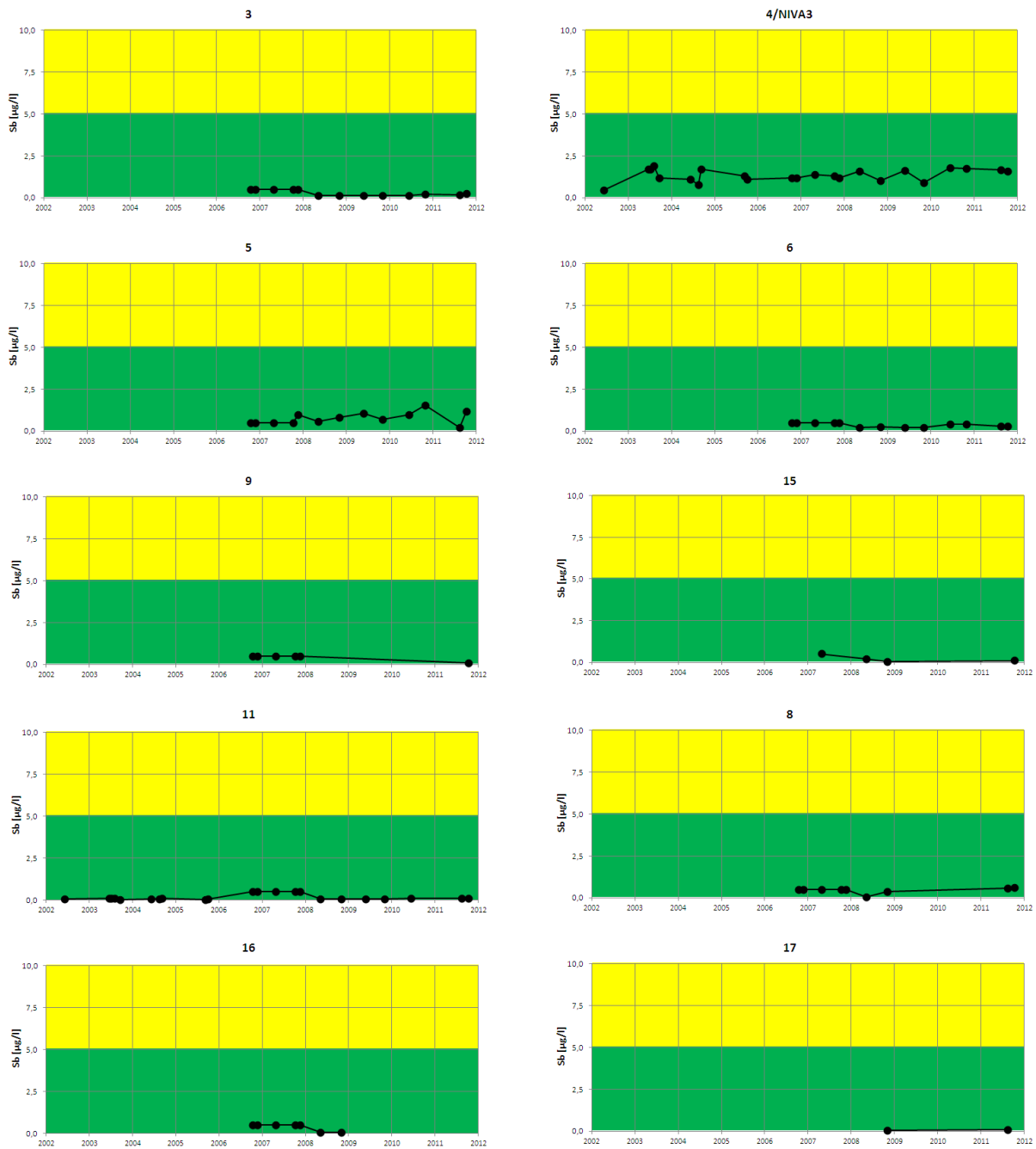
**Figur 3.** Analyseresultater for bly i perioden 2002 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997).

## 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 2002 - 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

---

Internt i feltet ved pkt 3, 4/NIVA3, 5, 6, som alle drenerer baner nord i feltet, er det fremdeles høye konsentrasjoner av kobber og bly. Avrenningen fra pkt 3 og 4/NIVA3 fortynnes derimot kraftig i Rokta, og det måles kun lave konsentrasjoner (under deteksjonsgrensen for analysene) av kobber, bly, sink og antimon ved pkt 9 i Rokta. Det bør vurderes å anlegge et prøvepunkt i bekken som pkt 5, 6 og 15 drenerer til. Dette for å følge opp vannkvaliteten som renner ut av feltet enda bedre, samt vurdere fortynningsraten nedover bekken. Det anbefales også å innføre måling av turbiditet, for å kunne vurdere evt sammenhenger mellom erosjon og utlekking 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.



# Leksdal

---

Leksdal.....	49
1. Innledning.....	50
Områdebeskrivelse .....	51
Vannprøvetaking.....	53
Analyser .....	53
2. Konklusjon .....	58
Referanser .....	59
Vedlegg 1 - MO Trøndelag .....	86

# 1. Innledning

---

Forsvarets virksomhet ved Leksdal skyte- og øvingsfelt er regulert ved tillatelse etter Forurensningsloven. Tillatelsen er gitt av Fylkesmannen i Nord-Trøndelag til Forsvarsbygg Markedsområde Trøndelag i medhold av lov om vern mot forurensninger og om avfall av 13. Mars 1981 nr 6, § 11, jf §16 og §18 (FM N-T 2006). Tillatelsen regulerer blant annet avrenning av metaller via elver ut fra skyte- og øvingsfeltet. Blyholdig håndvåpenammunisjon består av en kjerne med bly og antimon og en mantel av kobber og sink. Med det er det naturlig at det vil være hovedfokus mht utlekking av disse metallene (kobber, bly og sink er tungmetaller, dvs har en egenvekt på mer enn  $5 \text{ g/cm}^3$ , mens antimon er et halvmetall). I dag er bruken av bly ved Leksdal kun tillatt via dispensasjon fra forbud (fom juni 2011 til mars 2014; Klif. 2011).

En viktig del av Forsvarsbyggs miljøpolicy er å ha et omfattende miljøovervåkningsprogram for vannkvalitet i vassdragene som drenerer skyte- og øvingsfelt, for på denne måten ha mulighet til å iverksette tiltak for å hindre forurensing. Overvåkningsprogrammet er et viktig miljøstyringsverktøy og bidrar til at virksomheten i skytefeltet følger vedtatte vilkår i tråd med utslippstillatelsen. Bioforsk har fått i oppdrag av Forsvarsbygg Markedsområde Trøndelag å overvåke vannkvaliteten ved Leksdal skyte- og øvingsfelt i 2011. Denne oppgaven er løst i samarbeid med Forsvarsbygg Markedsområde Trøndelag, som selv har hentet inn vannprøvene i feltet. Vannprøvene er analysert av ALS-global, mens Bioforsk har bearbeidet dataene og rapportert resultatene, inkludert sammenligninger med tidligere års overvåking og vilkårene i utslippstillatelsen. Prosjektet ble avtalt i avrop i rammeavtale (kontraktnummer 200901446/ 200901450).

Det er gitt ut en egen og mer detaljert rapport for Leksdal: Leksdal skyte- og øvingsfelt. Tungmetallovervåking - Egenrapport for 2011.

Futura rapport: 307/2012. Bioforsk rapport: 7(40) 2012.

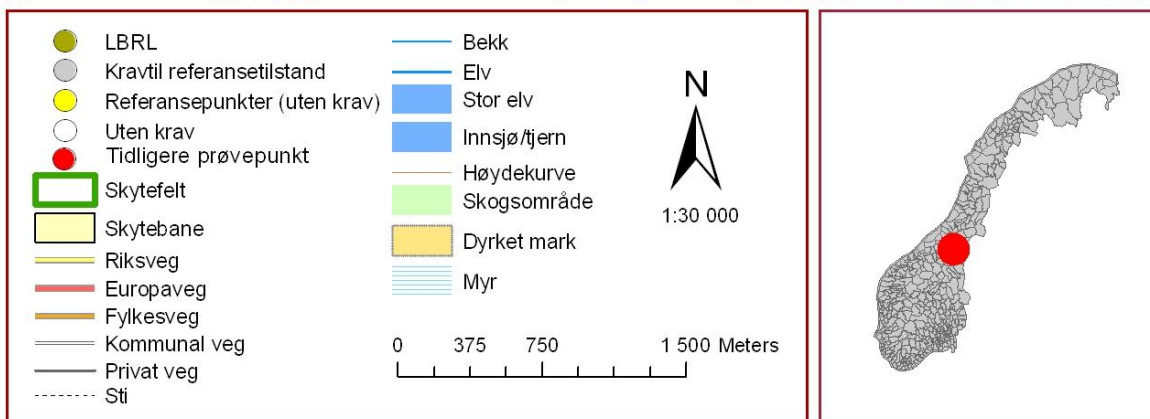
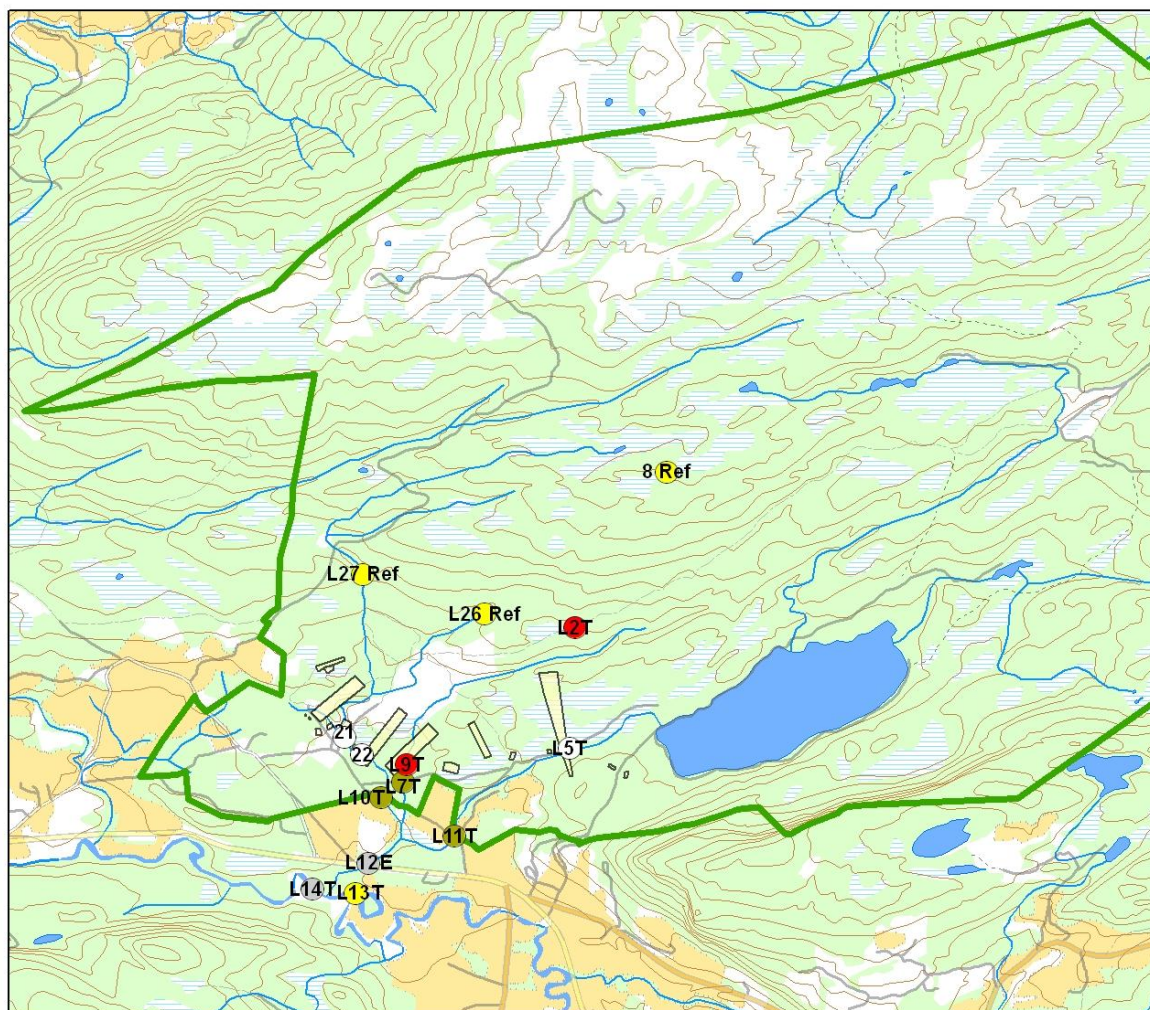
Et utdrag fra denne rapporten presenteres i dette kapittelet.

## Områdebeskrivelse

Leksdal skyte- og øvingsfelt ble etablert i 1895 og er lokalisert i Stjørdal kommune i Nord-Trøndelag. Feltet er på 6,3 km<sup>2</sup>, med en sikkerhetssone på 14 km<sup>2</sup>, og har en vertikal utstrekning fra 140 moh. ved Romelva, til høyeste punkt på 490 moh ved Strætessfjellet (fig 1). Området grenser i sør mot Leksdalen med elva Leksa og tettstedet Elvran. I nord grenser området mot Strætessfjellet og i vest mot Litjefjellet og Blåhammaren. Berggrunnen består av skifer/sandstein/kalkstein med tilgrensende grønnstein/amfibolitt i sør (Størset 2010). Løsmassene består stort sett av forvittringsmateriale, samt områder med tynt moredekke og innslag av torv og myr. Det er registrert mutings-/utmålsområder for basemetaller en rekke steder i området med grønnstein/amfibolitt sørvest for skytefeltet (Størset 2010). På berggrunnskart er det også markert bergverksdrift sørvest for skytefeltet.

Leksdal skyte- og øvingsfelt ligger i sin helhet innenfor Leksa og Romelvas nedbørsfelt, og de overvåkede elvene tilhører vannforekomsten Leksa. I følge utslippstillatelsens har Forsvarsbygg plikt til å redusere utslipp og ha oversikt over risiko ved den militære aktivitet. Forsvarsbygg skal opprette et måle- og overvåkingsprogram som skal sikre og kontrollerer at gitte krav overholdes. Overvåkingsprogrammet i 2011 er basert på forslaget til måleprogram utarbeidet av Forsvarsbygg i 2005 (Rasmussen 2006). Fylkesmannen i Nord-Trøndelag har akseptert måleprogrammet til å tilfredsstille kravene i utslippstillatelsen.

# Leksdal



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Leksdal i 2011.

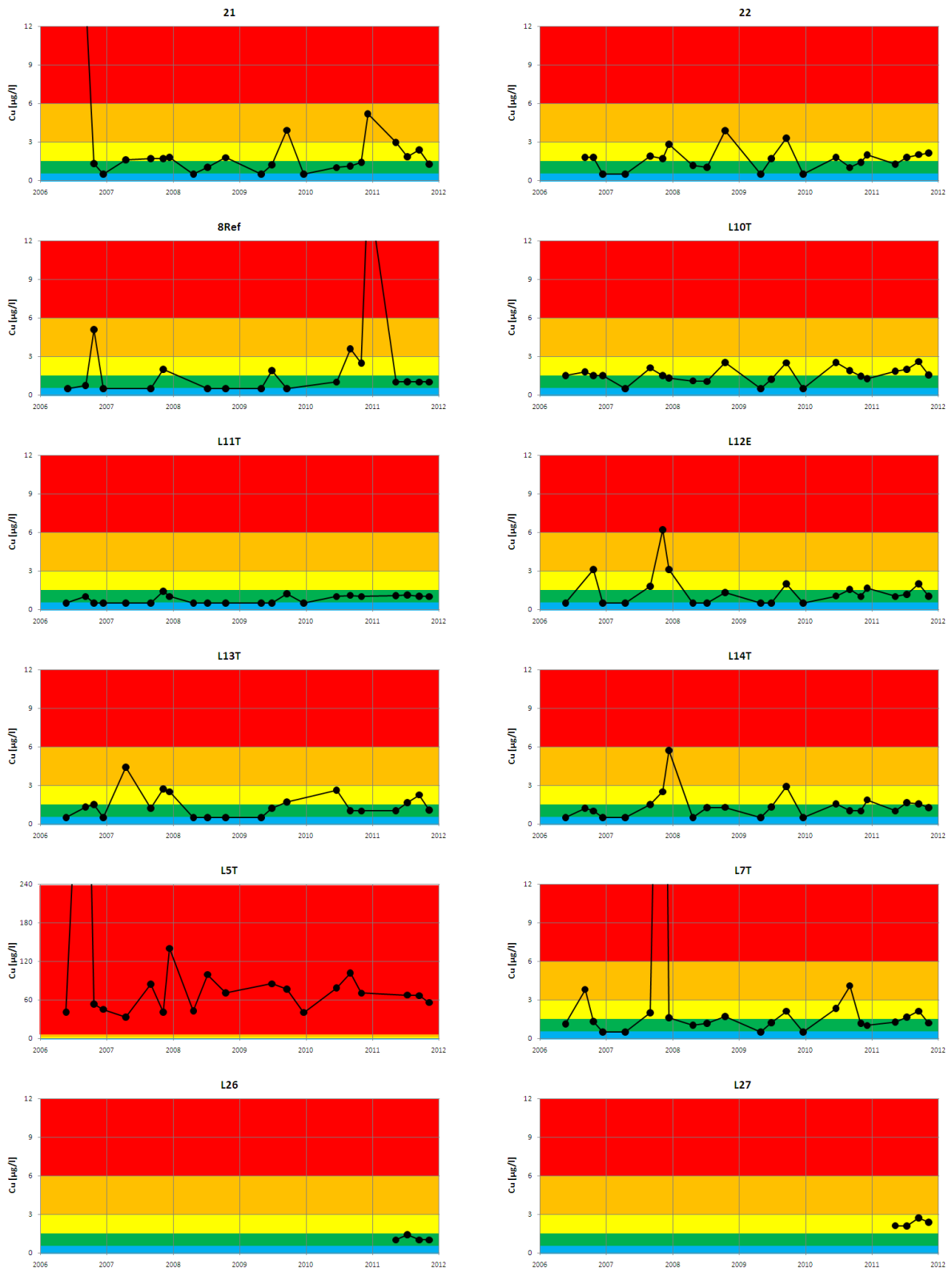
## Vannprøvetaking

I 2011 ble det tatt ut vannprøver fra 12 prøvepunkter, med prøvetaking 9. mai, 11. juli, 15. august og 8. november. Vannprøvetaking ved L9T (fig 1) ble tatt ut fra i 2011 pga stabilt lave konsentrasjoner av metaller over lang tid. To nye prøvepunkter (L26Ref og L27Ref) ble lagt for å vurdere egnetheten av disse som referansepunkt (fig 1). Ellers var prøvetakingen som for 2010. Vannprøveinnsamling har blitt utført av personell fra Forsvarsbygg. Vannføringen var for det meste normal til høy. L5T ble ikke prøvetatt i mai, da bekken var tørr.

## Analyser

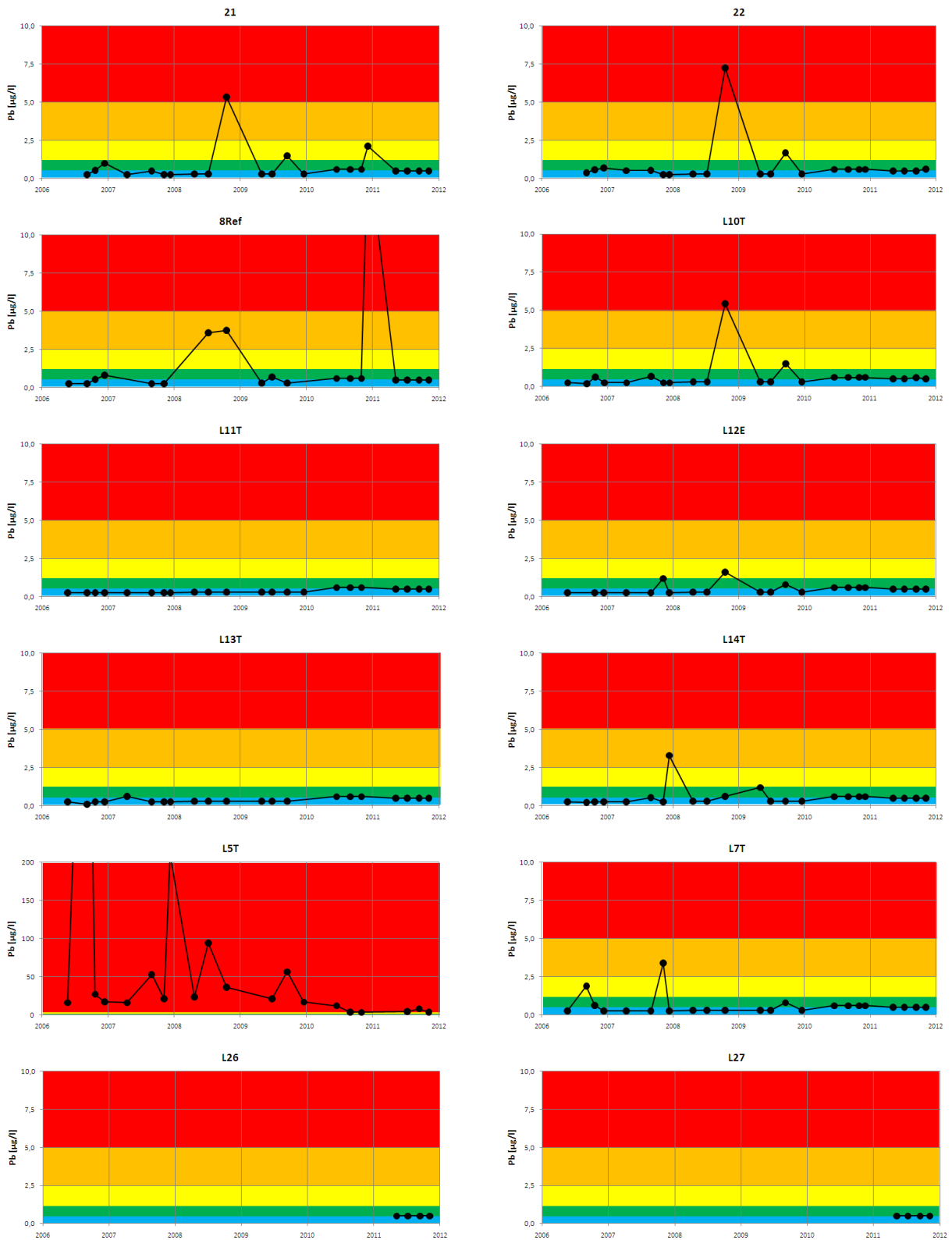
Det har blitt analysert for bly, kobber, sink, antimon, kadmium, nikkel, krom, arsen og fraksjoner (inkl fraksjoner) av aluminium i ufiltrerte prøver, samt for støtteparameterne naturlig organisk materiale (analysert som totalt organisk karbon, TOC), pH, ledningsevne, kalsium, jern og suspendert stoff. Analysene ble utført ved akkreditert laboratorium (ALS Laboratory Group Norway). Data fra ALS Scandinavia er lastet inn i en Access database. Resultater for analyser av kobber, bly, sink og antimon er vist i fig 2 - 5.

## Kobber



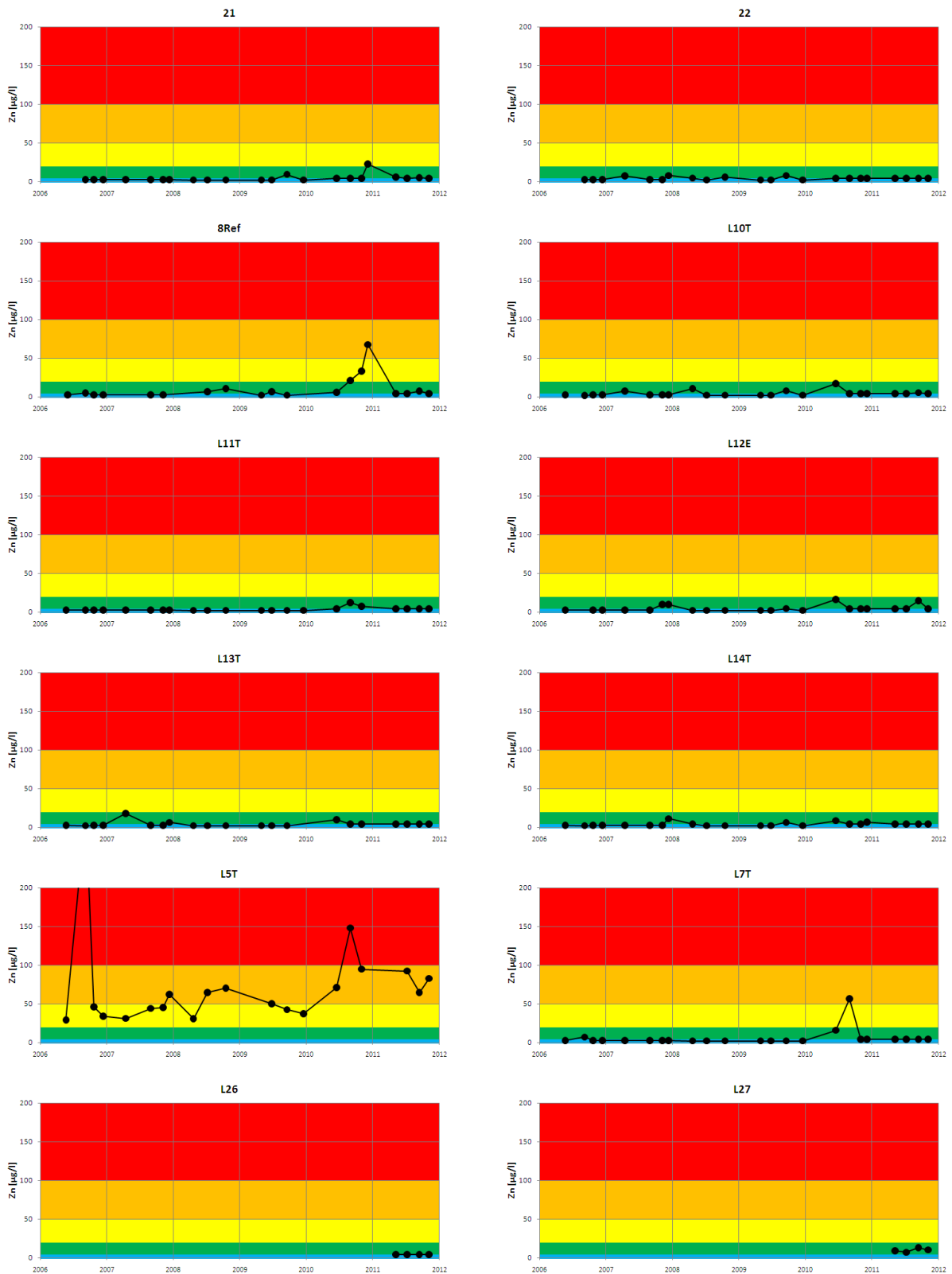
**Figur 2.** Analyseresultater for kobber i perioden 2006 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997). Skalaen på y-aksen er ikke lik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

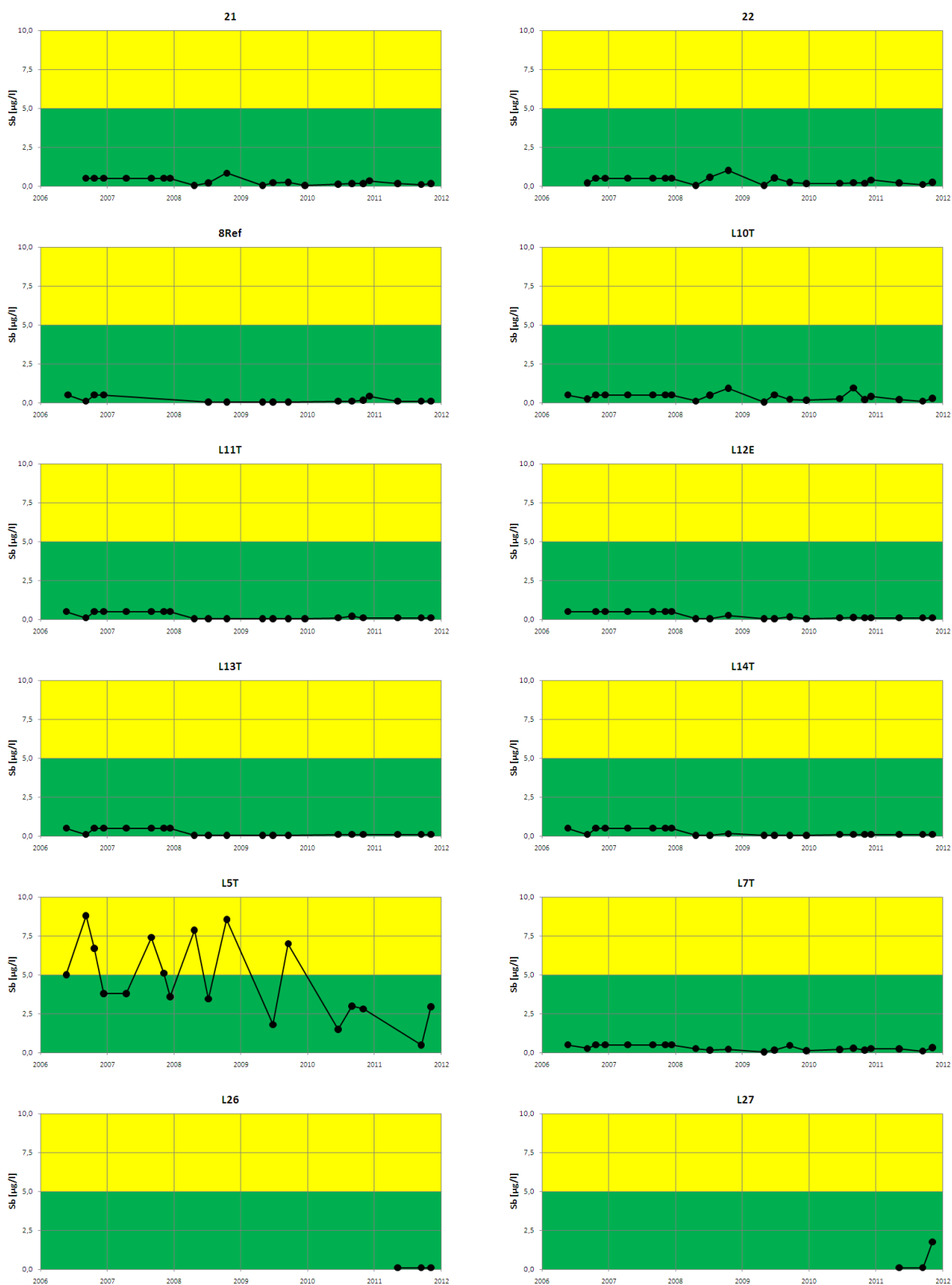
## Sink



**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. Fargeindelingen representerer klassegrenser basert på Drikkevannforskriften (Helse- og omsorgsdepartementet 2004).

## 2. Konklusjon

---

Det var generelt god vannkvalitet ved Leksdal i 2011.

Det var lave konsentrasjoner av tungmetaller ved referansepunktene 8Ref, L26Ref og L27Ref i 2011. Ved L26Ref, etter fire vannprøver gjennom et år, ser det ut til å være relativt høy bakgrunnskonsentrasjon av nikkel (tilstandsklasse III), mens L27Ref tilsvarende har høy bakgrunnskonsentrasjon av kobber (tilstandsklasse III).

Det var i 2011 også lavere konsentrasjoner av tungmetaller i prøvepunktene nær skytebanene. Lavere konsentrasjoner av tungmetaller ved L5T skyldes trolig at drenggrøften som ligger oppstrøms L5T delvis ble gjenfylt tidlig i 2010. Ved L21 og L22 var vannkvaliteten mht nikkel igjen godt under kravet fra Klif på 5 µg/l. Ved prøvetaking 15. september, da vannføringen var høy i hele feltet, var konsentrasjonen av reaktivt aluminium høy ved L5T (175 µg/l), og relativt høy ved L21 og L22 (begge 36 µg/l).

For vannforekomster som drenerer ut av feltet (med krav til LBRL), Sigertmobekken (L7T), Øvre Meilbekken (L10T) og øvre del av Romelva (L11T), var det generelt god vannkvalitet i 2011, og dette er i tråd med tidligere år. Det var ingen overskridelser i 2011 mht krav om LBRL-grenseverdi fra Fylkesmannen.

For vannforekomster med krav til referansetilstand, nedre deler av Romelva (L12E), ved Leksa oppstrøms Romelva (L13T) og ved Leksa nedstrøms Romelva (L14T), var ingen overskridelser i 2011 mht krav om referansetilstand fra Fylkesmannen. Nikkelkonsentrasjonen i nedre deler av Romelva (L12E) og ved Leksa nedstrøms Romelva (L14T), samt kobberkonsentrasjonen ved Leksa oppstrøms Romelva (L13T) er nær overskridelse mht det som har blitt satt som referansetilstand for vannforekomstene. Det er derimot høyere konsentrasjoner for nikkel og kobber ved de nyanlagte referansepunktene L26Ref og L27Ref enn ved det gamle referansepunktet 8Ref, som tilsier en til tider naturlig høy utlekking av disse tungmetallene 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.

Fylkesmannen i Nord-Trøndelag (FM N-T) 2006. Utslippstillatelse for Leksdal skytefelt. Notat. 12 s.

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

Klif 2011. Endring av tillatelse til virksomhet for Leksdal skyte- og øvingsfelt med dispensasjon fra forbud mot bruk av blyholdig ammunisjon. Brev til Forsvarsbygg og til Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, 8. juni. Ref 2011/401-16 611.12. 2 s.

Rasmussen, G. 2006. Dokumentasjon av referansetilstand i Leksdal skyte- og øvingsfelt og forslag til måleprogram. GS-rapport nr. 1-2006. 15 s.

Størset, L. 2010. Overvåking av vassdrag ved Leksdal skyte- og øvingsfelt ihht tillatelse fra Fylkesmannen i Nord-Trøndelag - Egenrapport 2009. 2010-1/575981. 74 s.

# Santanshola

---

Santanshola .....	60
1. Innledning.....	61
Områdebeskrivelse .....	61
Aktivitet i feltet .....	61
2. Material og metode.....	64
Vannprøvetaking.....	64
Analyser .....	64
3. Resultater og diskusjon .....	65
Generelt .....	65
Referansepunkt .....	66
Prøvepunkt som drenerer i skytefeltet.....	66
Prøvepunkt som drenerer ut av skytefeltet .....	66
4. Konklusjon og anbefalinger.....	71
Referanser .....	72
Vedlegg 1 - MO Trøndelag .....	86

# 1. Innledning

---

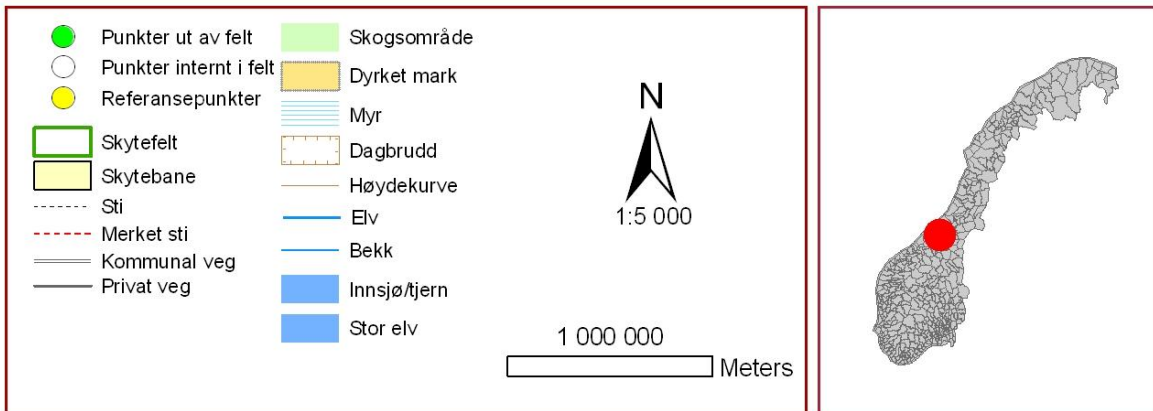
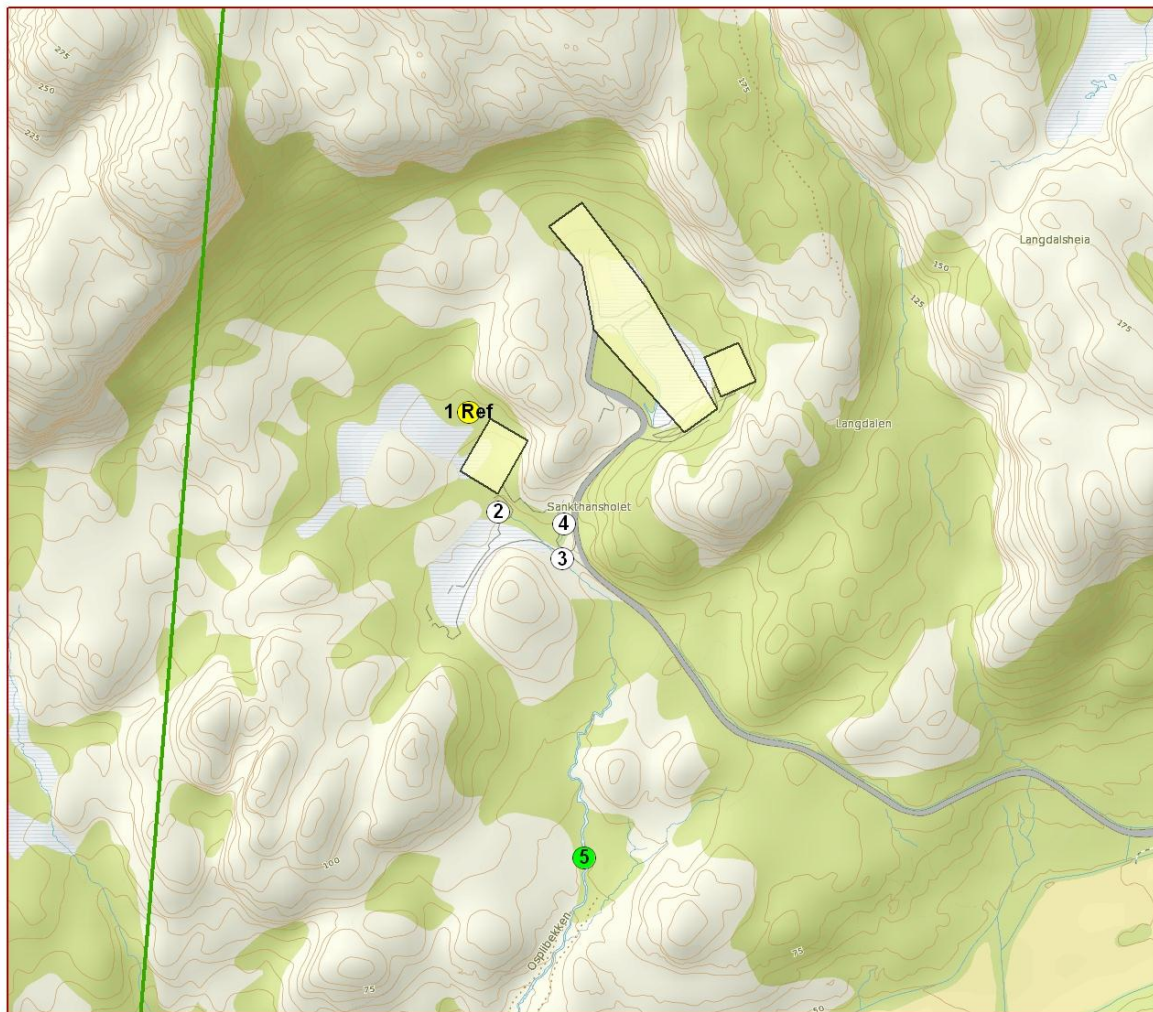
## Områdebeskrivelse

Santhanshola skytebane ligger ved Kalvåhaugan i Ørland kommune. Området eies av Ørlendingen skytterlag. Berggrunnen ved Santhanshola er varierende med konglomerat og sedimentær breksje. Det er noe myr i området. Etter Breyholtz mfl 2010.

## Aktivitet i feltet

Feltet består av tre skytebaner. Forsvaret leier en 100- og en 200-metersbane. Forsvaret har også bygd en kortholdsbane som ble tatt i bruk høsten 2007. Denne er sprengt inn i en forhøyning i terrenget, med hauger på to av sidene. De sivile banene brukes av Ørlendingen skytterlag og Ørland pistolklubb. Her er det kun bruk av håndvåpen. Etter Breyholtz mfl 2010.

# Santhanshola



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Santhanshola i 2011.

Tabell 1. Data for prøvepunkter ved Santhanshola. Info for 1 Ref, 2 og 3 fra Breyholtz mfl (2010).

Prøve punkt (id)	Beskrivelse	Dreneringsområde	Kommentarer
1Ref	Liten bekk		Referanse
2	Liten bekk	5-50 meters pistolbane	
3	Liten bekk	Alle baner	
4	Liten bekk	To sivile baner	Kun håndvåpen
5	Bekk	Nedstrøms punkt 3 og drenerer ut av feltet	

## 2. Material og metode

---

### Vannprøvetaking

I 2011 ble de samme prøvepunktene som i 2010 prøvetatt (fig 1; tab 1). Pkt 4 og 5 ble opprettet i 2010 (jfr fig 1). Pkt 4 ble lagt til for å vurdere avrenningsbidrag fra de to sivile banene oppstrøms pkt 3. Det ble tatt ut vannprøver 14. juli og 19. oktober. Det ble benyttet vannhenter med teleskopstang ved prøvetaking.

### Analyser

Det har blitt analysert for bly, kobber, sink og antimon i ufiltrerte prøver, samt for støtteparameterne naturlig organisk materiale (analysert som totalt organisk karbon, TOC), pH, ledningsevne, kalsium 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 prøvetakingsrunden 14. juli hadde det vært skiftende vær og noe regn den siste uka før, men på prøvetakingsdagen var det sol/delvis skyet og 14 °C. Det var normal vannføring og klart vann ved alle prøvepunktene. Ved prøvetakingen 19. oktober hadde det vært mye nedbør den siste måneden, på prøvetakingsdagen var det også regnbyger, men vannføringen var likevel var vannføringen normal med klart vann ved alle prøvepunktene.

### *Støtteparametere*

Ledningsevnen var fra lav til moderat høy og lå mellom 5 - 17 mS/m, og høyest ved pkt 3 og 4. Konsentrasjonen av kalsium varierte en god del (< 2 - 23 mg/l), og var klart lavest ved referansepunktet 1Ref. pH var moderat høy ved alle punkter og lå mellom 6,7 - 8,0. Konsentrasjonen av TOC er moderat lav og ligger mellom 4 - 5 mg/l. Konsentrasjonen av jern var generelt lav og under 0,5 mg/l.

### *Sink og antimon*

Med unntak for ved pkt 2 er konsentrasjonen av sink og antimon lave, og på nivået med tidligere målinger (fig 4 - 5). Konsentrasjonen av sink er under deteksjonsgrensen for analysen ved alle prøvepunkt (< 4 µg Zn/l). Ved pkt 2 (nedstrøms pistolbane) var konsentrasjonen av antimon på 5,8 µg/l, som er litt over grensen for drikkevann som satt i Drikkevannsforskriften på 5 µg Sb/l (Helse- og omsorgsdepartementet 2004). Ved de andre prøvepunktene er antimonkonsentrasjonen lav og godt under 5 µg/l.

## **Referansepunkt**

Referansepunktet 1Ref oppstrøms pistolbanen (fig 1), var konsentrasjonen av kobber og bly lav og nær eller under deteksjonsgrensen for analysene (fig 2 - 3). Dette er som ved målinger for tidligere år.

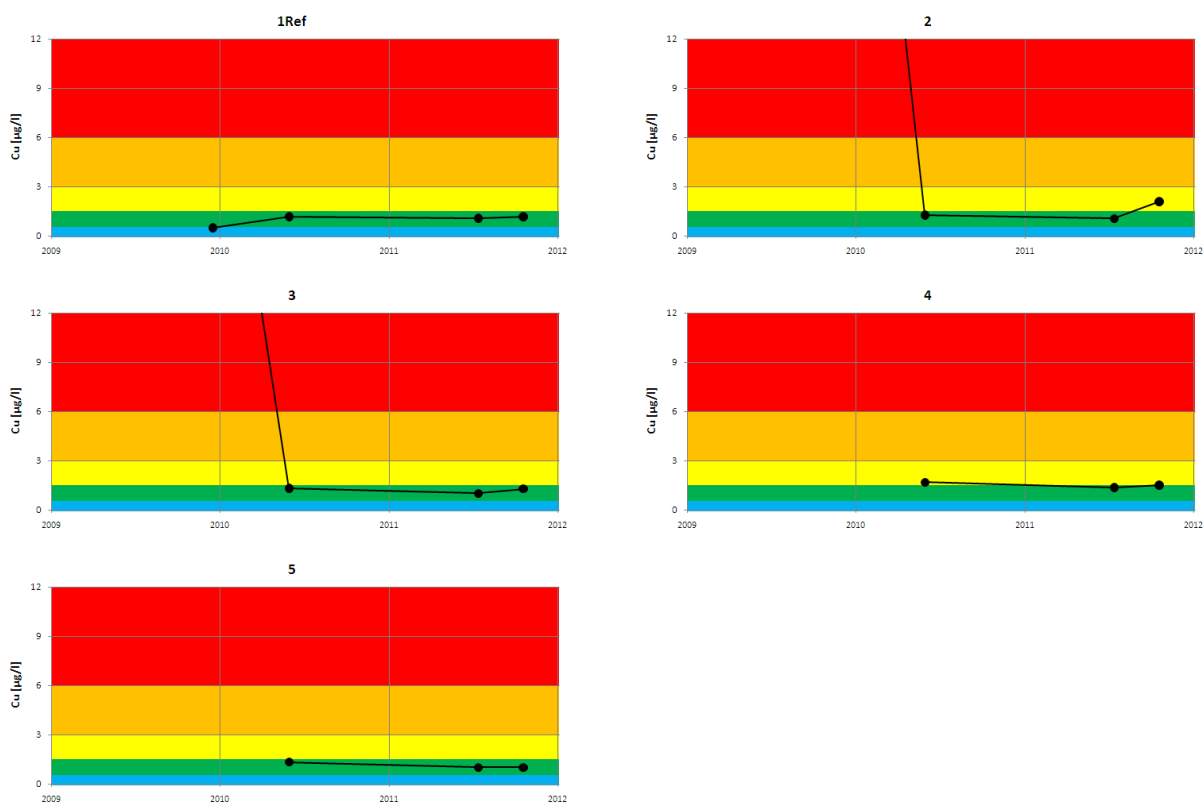
## **Prøvepunkt som drenerer i skytefeltet**

Vannkvaliteten mht kobber ved pkt 2, 3 og 4 ligger i tilstandsklasse II-III (fra under deteksjonsgrensen på 1 µg/l og opp til 2 µg/l). Den høyeste konsentrasjonen ble målt i høstprøven ved pkt 2. Nivået er som tidligere, men uten enkelte ekstremverdier som ble målt ved pkt 2 og 3 våren 2010. Konsentrasjonen av bly er som tidligere lav og ligger under deteksjonsgrensen for analysen (< 0,5 µg/l).

## **Prøvepunkt som drenerer ut av skytefeltet**

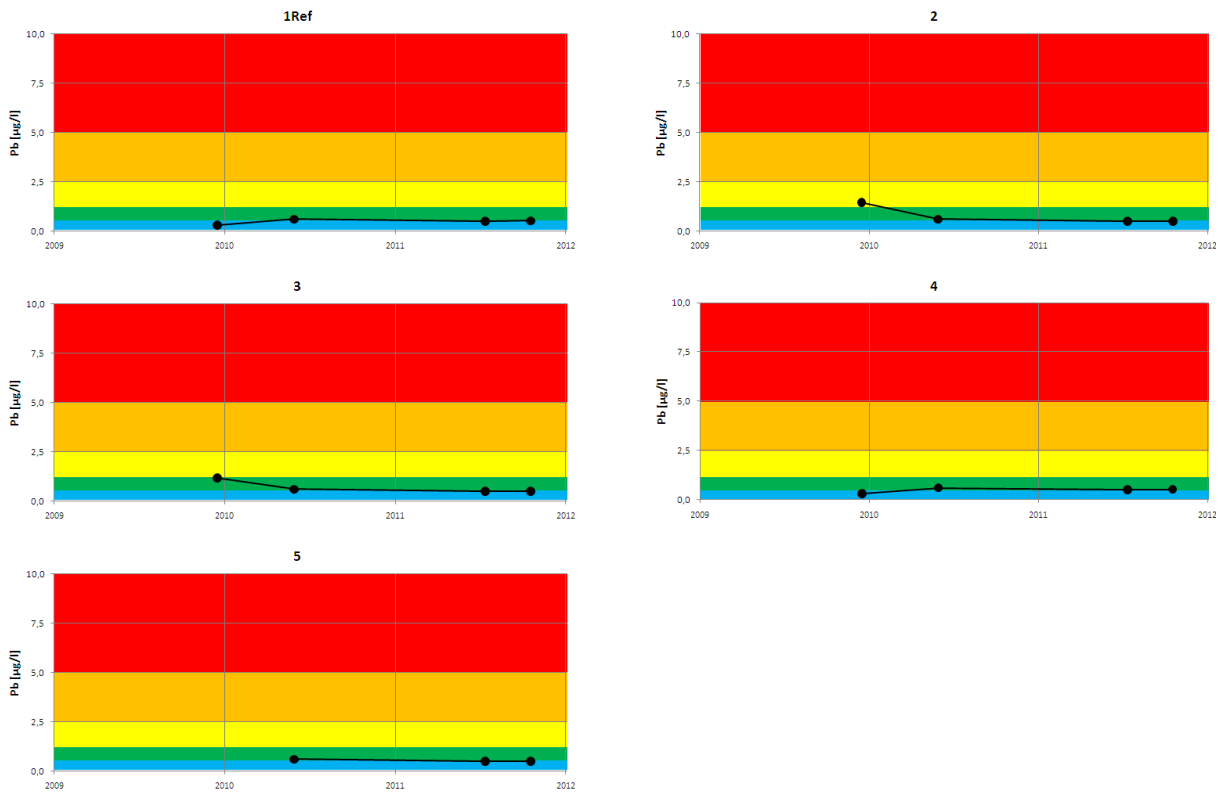
Konsentrasjonen av kobber og bly ved pkt 5 er som tidligere lav, og lå i 2011 under deteksjonsgrensen for analysene (hhv 0,5 µg Cu/l og 1,0 µg Pb/l), jfr fig 2 - 3.

## Kobber



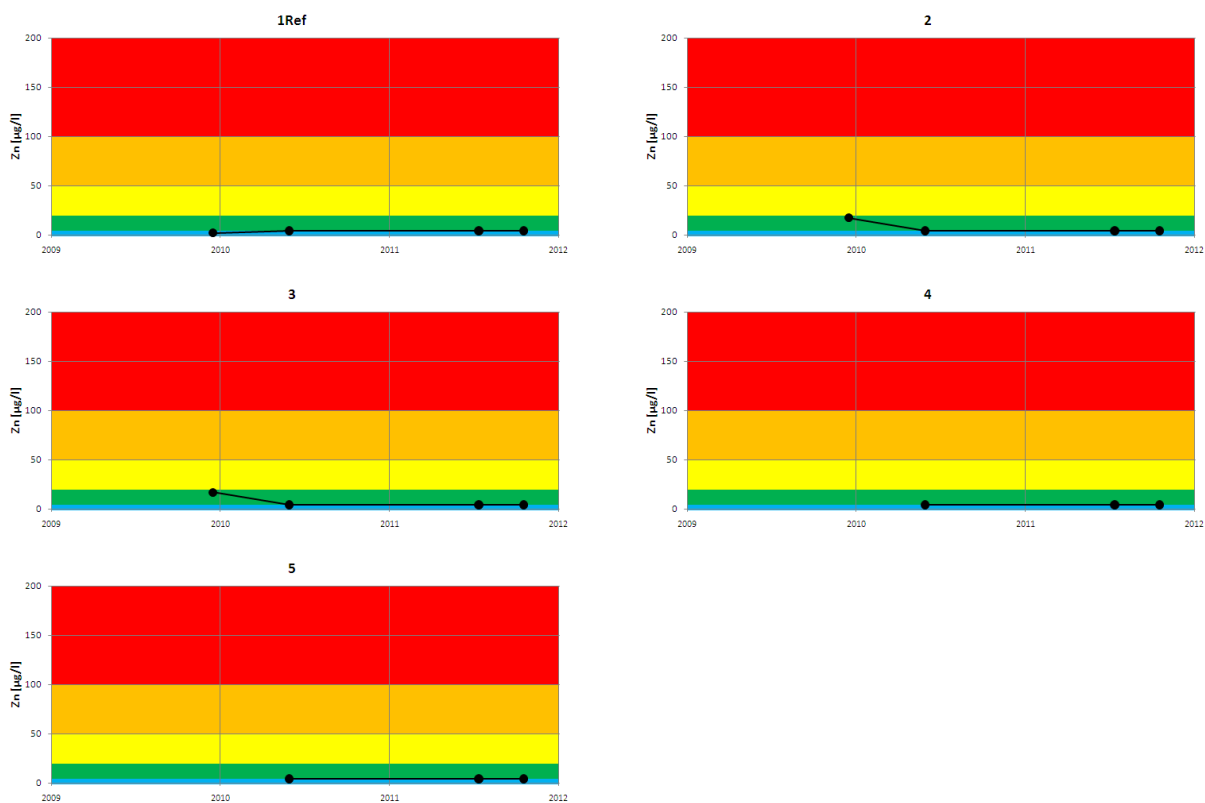
**Figur 2.** Analyseresultater for kobber i perioden 2009 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997).

## Bly



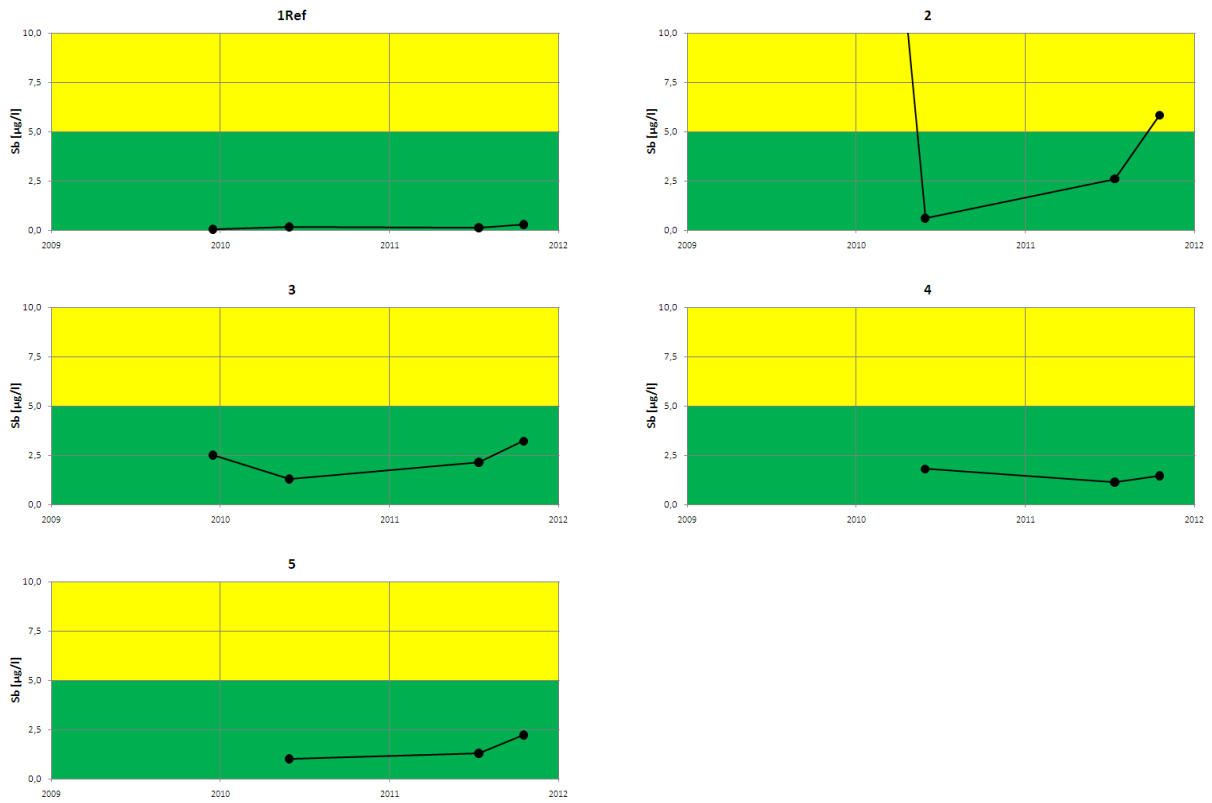
**Figur 3.** Analyseresultater for bly i perioden 2009 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under dekteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997).

## 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

---

Vann som renner ut av feltet (ved pkt 5) har meget lave konsentrasjoner av kobber, bly, antimon og sink. Det er kun noe forhøyede konsentrasjoner internt i feltet av kobber og antimon ved pkt 2 (nedstrøms 5 - 50 meters pistolbane). Tidligere har det vært målt høye konsentrasjoner av metaller ved både pkt 2 og 3, og det anbefales å vurdere å ta inn turbiditet som en støtteparameter for å vurdere betydningen av erosjon i 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).



# Setnesmoen

---

1. Innledning.....	74
Områdebeskrivelse .....	74
Aktivitet i feltet .....	74
2. Material og metode.....	77
Vannprøvetaking.....	77
Analyser .....	77
3. Resultater og diskusjon .....	78
Generelt .....	78
Referansepunkt .....	79
Prøvepunkt som drenerer ut av skytefeltet .....	79
4. Konklusjon og anbefalinger.....	84
Referanser .....	85
Vedlegg 1 - MO Trøndelag .....	86

# 1. Innledning

---

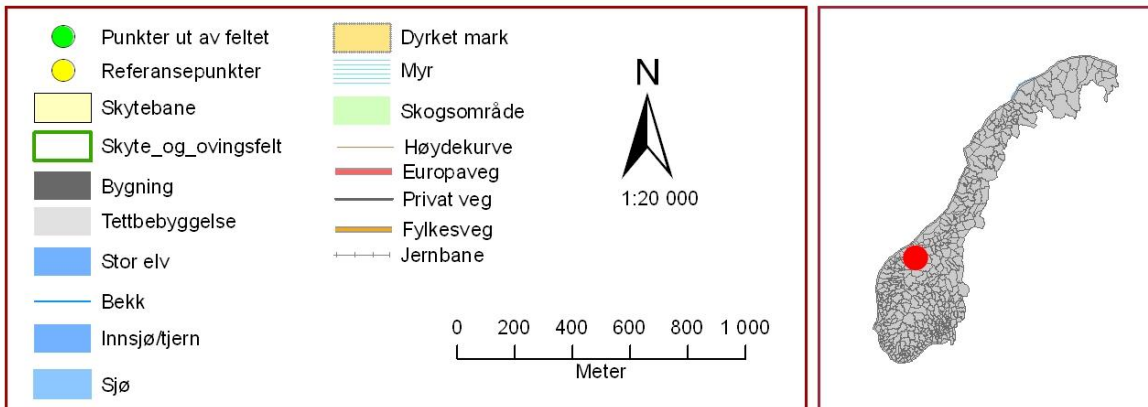
## Områdebeskrivelse

Setnesmoen skyte- og øvingsfelt er plassert i Rauma kommune i Møre og Romsdal fylke og har et areal på cirka 1,3 km<sup>2</sup>. Skytefeltet er gammelt og ble etablert lenge før krigen. Selve leiren er over 100 år gammel, men hvor lenge det har vært et skytefelt er ikke kjent (Mørch mfl 2009). Berggrunn består av en kvartsrik gneis med silimanitt og stedvis kyanitt.

## Aktivitet i feltet

Skyte- og øvingsfeltet inneholder forlegninger, skytebaner og diverse øvingsområder. Feltet består av 12 baner hvor det benyttes håndvåpen. Bane 10 benyttes også som sprengningsfelt, men er midlertidig stengt. Feltet benyttes gjennom hele året hovedsakelig av HV 11, men er også benyttet av NROS og lokal pistolklubb (Mørch mfl 2009).

# Setnesmoen



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Setnesmoen i 2011.

**Tabell 1.** Oversikt over prøvepunkter på Setnesmoen. Data fra Mørch mfl 2009.

Prøve punkt (id)	Beskrivelse	Dreneringsområde	Avrenning, årsmiddel (l/s)	Kommentar
1	Stor elv	Drenerer bane 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 og 9 hvor det benyttes håndvåpen.	Cirka 3200	
2	Liten bekk	Drenerer bane 10, 11, 12, 13 og 14 hvor det benyttes håndvåpen.	1	
3	Liten bekk	Drenerer bane 1 og 2 hvor det benyttes håndvåpen.	38	
4Ref	Liten bekk		10	Referanse. Tatt 50 m lenger ned i bekken enn vanlig i april pga snøras.
5	Stor elv	100 m nedstrøms pkt. 1.	Cirka 3200	

## 2. Material og metode

---

### Vannprøvetaking

Setnesmoen ble prøvetatt i 2008 og 2010 ved fire prøvepunkt. I 2011 ble disse fire prøvepunktene, samt et nytt prøvepunkt (pkt 5) cirka 100 meter nedstrøms pkt 1, prøvetatt. (fig 1; tab 1). Fire punkter er plassert i bekker/elver som drenerer ut av feltet (pkt 1, 2, 3 og 5), mens 4Ref er plassert i en bekk utenfor feltet og fungerer som referanse. Det ble tatt ut vannprøver 13. juli og 12. oktober. Det ble benyttet vannhenter med teleskopstang ved prøvetaking.

### Analyser

Det har blitt analysert for bly, kobber, sink og antimon i ufiltrerte prøver, samt for støtteparameterne naturlig organisk materiale (analysert som totalt organisk karbon, TOC), pH, ledningsevne, kalsium 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 13. juli hadde det generelt vært mye nedbør den siste måneden før prøvetakingen, og de to siste dagene før prøvetakingen var det svært mye regn. På prøvetakingsdagen var det sol. Vannføringen var høy og det var farge på vannet ved alle prøvepunktene bortsett fra ved referansestasjonen (4 Ref). Ved prøvetakingen 12. oktober hadde det også vært mye regn den siste måneden inklusiv på prøvetakingsdagen. Det var derfor høy vannføring og farget vann bortsett fra ved 4Ref.

### *Støtteparametere*

Ledningsevnen var fra lav til moderat høy og lå mellom 1 - 13 mS/m, og høyest ved pkt 2 og 3. Konsentrasjonen av kalsium var generelt lav (0,5 - 3 mg/l), men ved pkt 3 var konsentrasjonen høyere og spesielt i vårprøven (25 mg/l). pH var moderat høy ved alle punkter og lå mellom 6,5 - 7,0. Konsentrasjonen av TOC varierer en del mellom prøvepunktene og lå mellom 1 - 14 mg/l. Konsentrasjonen av jern var generelt lav og under 1 mg/l, men var vesentlig høyere ved pkt 2 og 3. I vårprøven ble det målt 169 mg Fe/l ved pkt 3.

### *Sink og antimon*

Med unntak for ved pkt 3 er konsentrasjonen av sink og antimon er lave og under deteksjonsgrensen for analysene (4 µg Zn/l og 0,1 µg Sb/l), og på nivået med tidligere målinger (fig 4 - 5). Ved pkt 3 var konsentrasjonen av sink høy med hhv 372 og 24 µg/l i vår- og høstprøven (jfr fig 4). Tidligere har det ikke vært målt høye konsentrasjoner av tungmetaller her ved dette punktet. Konsentrasjonen av antimon var som tidligere lav i pkt 3 og under 0,25 µg/l.

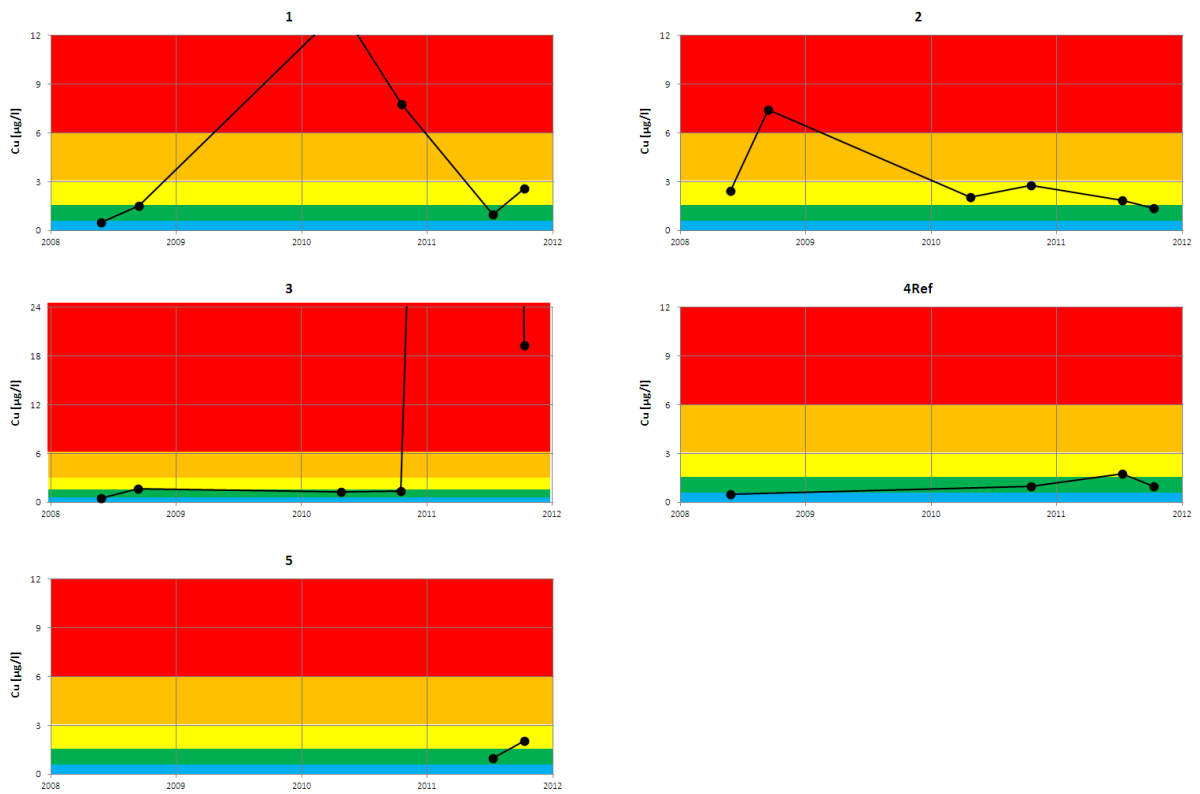
## Referansepunkt

Referansepunktet 4Ref er plassert oppstrøms i en liten bekk som sneier ytterkanten av skytefeltet i sørøst (fig 1). Som tidligere var konsentrasjonen av kobber og bly relativt lav og nær eller bly under deteksjonsgrensen for analysene (1 µg Cu/l og 0,5 µg Pb/l). Vårprøven i 2011 ble tatt 50 meter lengre nedstrøms enn vanlig pga snøras, og det ble målt en noe høyere kobberkonsentrasjon her (1,8 µg/l; tilstandsklasse III).

## Prøvepunkt som drenerer ut av skytefeltet

Vannkvaliteten mht kobber ved pkt 1, 2 og 5 ligger i tilstandsklasse II-III (fra under deteksjonsgrensen på 1 µg/l og opp til 2 µg/l). Dette er vesentlig lavere enn i fjor ved pkt 1, samt en tilsynelatende nedadgående trend ved pkt 2 (pkt 5 er kun prøvetatt i 2011). Konsentrasjonen av bly er lav ved disse punktene. Ved pkt 3, som drenerer bane 1 og 2, er konsentrasjonen av kobber og bly (og sink) meget forhøyet i vårprøven og langt opp i tilstandsklasse V (355 µg Cu/l og 36 µg Pb/l; fig 2 - 3). Konsentrasjonen i høstprøven er lavere, men også denne ligger i tilstandsklasse V (19 µg Cu/l og 6,9 µg Pb/l). Tidligere har det kun vært meget lave konsentrasjonen av tungmetaller ved dette prøvepunktet.

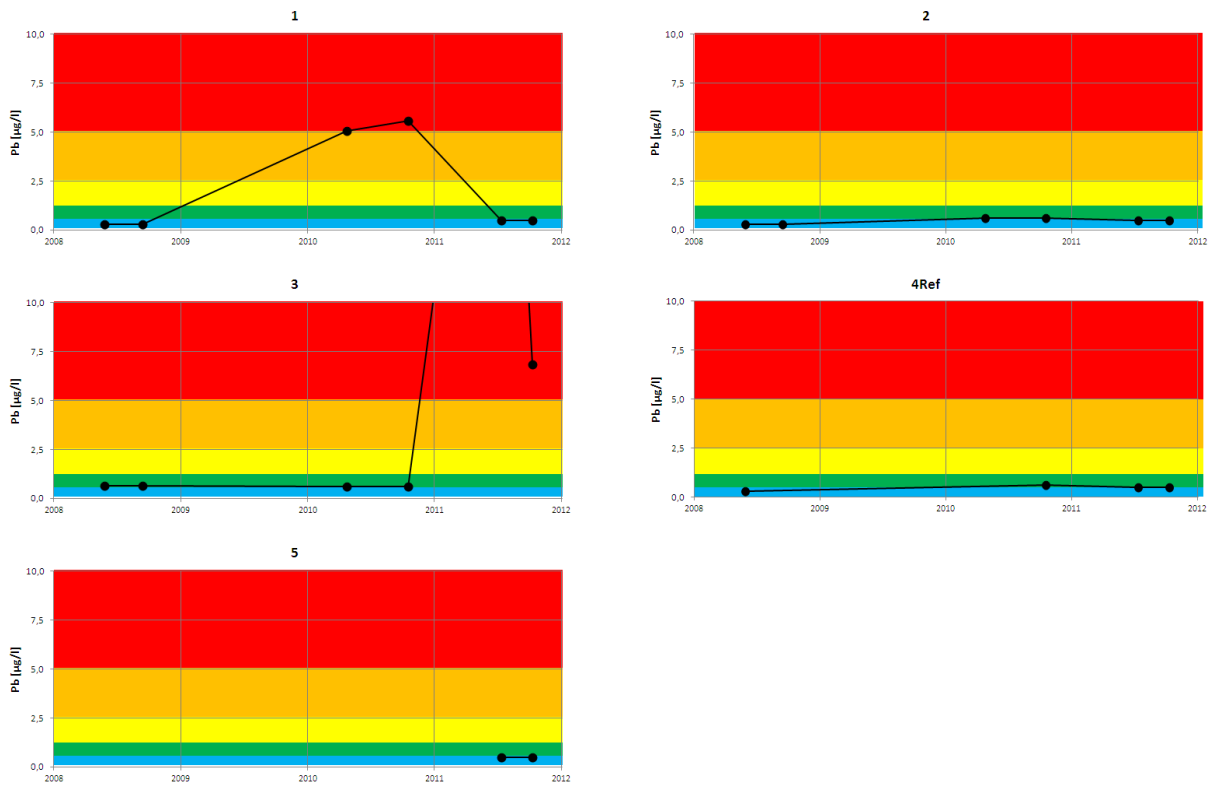
## Kobber



**Figur 2.** Analyseresultater for kobber i perioden 2008 - 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.

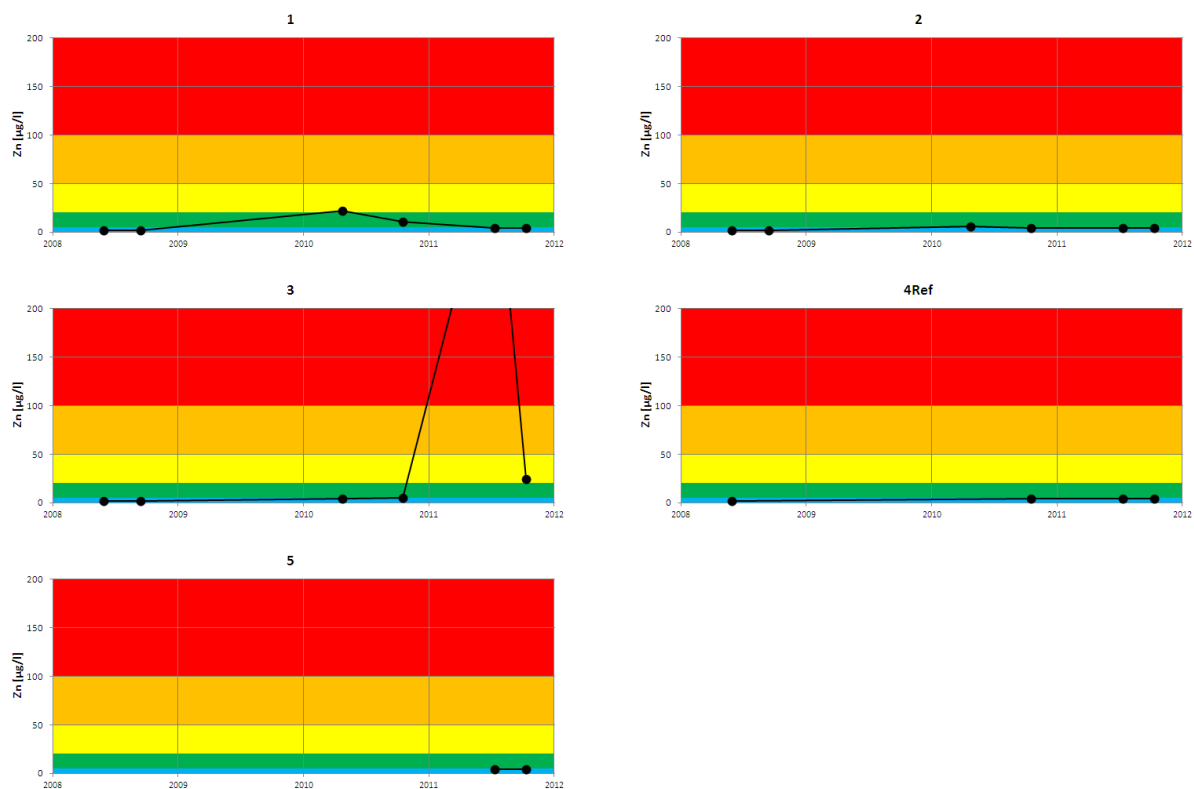


## Bly



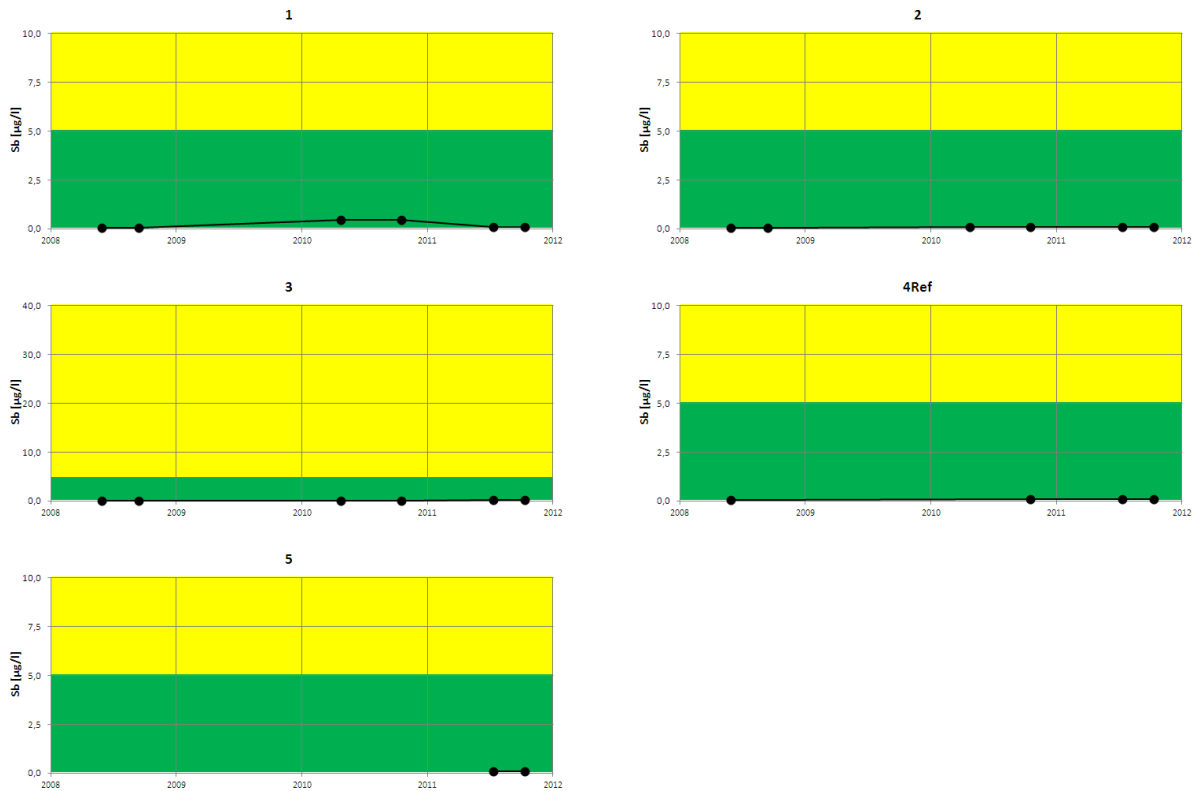
**Figur 3.** Analyseresultater for bly i perioden 2008 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under dekteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997).

## Sink



**Figur 4.** Analyseresultater for sink i perioden 2008 - 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 2008 - 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

---

Konsentrasjonen av kobber og bly er vesentlig lavere ved pkt 1 enn hva som ble målt i fjor, og det er en tilsynelatende nedadgående trend mht kobber og bly også ved pkt 2. Konsentrasjonen ved referansen 4Ref er lav mht kobber, bly, sink og antimon. Det ble derimot målt høye konsentrasjoner av kobber, bly og sink ved pkt 3 (nedstrøms bane 1 og 2). Konsentrasjonene var spesielt høye i juli, men lå i tilstandsklasse V for kobber og bly også i oktober. Dette kan kanskje skyldes graving i feltet. Bekken der pkt 3 ligger har en årsmiddelavrenning på under 40 l/s, og blir kraftig fortynnet når den når fjorden. Bekken renner derimot 2 - 300 meter nedstrøms pkt 3 før den munner ut i fjorden, og det anbefales å følge med på utviklingen av vannkvaliteten og evt vurdere tiltak dersom den ikke bedres.

# 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 - MØ Trøndelag

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
Trøndelag	Drevjamoen	10 / NIVA5	15.10.2011	5,30	0,56	4,10	<0,1	8,31	7,46	8,73	6,73	0,44
Trøndelag	Drevjamoen	11	15.10.2011	1,71	0,78	<4	0,11	12,00	7,07	17,00	9,47	4,66
Trøndelag	Drevjamoen	12	15.10.2011	1,57	<0,5	7,18	0,74	68,60	7,67	7,34	31,30	1,73
Trøndelag	Drevjamoen	13	15.10.2011	2,12	<0,5	<4	<0,1	8,61	7,57	4,00	7,94	0,71
Trøndelag	Drevjamoen	14	15.10.2011	1,34	<0,5	<4	<0,1	9,28	7,58	7,62	7,58	0,46
Trøndelag	Drevjamoen	15	15.10.2011	4,14	0,88	5,64	<0,1	7,42	7,42	7,99	5,83	1,13
Trøndelag	Drevjamoen	16	15.10.2011	<1	<0,5	<4	<0,1	9,92	7,62	5,94	7,75	0,34
Trøndelag	Drevjamoen	2 / NIVA3	15.10.2011	<1	<0,5	<4	<0,1	35,70	8,05	2,63	18,90	0,11
Trøndelag	Drevjamoen	3 / NIVA4	15.10.2011	<1	0,70	<4	0,31	41,70	8,10	10,90	23,50	0,36
Trøndelag	Drevjamoen	6 Ref	15.10.2011	15,80	7,12	35,20	0,24	4,57	6,77	8,67	6,31	16,20
Trøndelag	Drevjamoen	10 / NIVA5	31.05.2011	<1	<0,5	<4	<0,1	5,81	7,35	3,56	4,94	0,32
Trøndelag	Drevjamoen	11	31.05.2011	4,06	1,20	6,99	0,16	9,32	6,83	11,40	8,59	4,09
Trøndelag	Drevjamoen	12	31.05.2011	2,38	<0,5	12,70	1,37	35,70	7,55	2,35	46,40	1,05
Trøndelag	Drevjamoen	13	31.05.2011	<1	<0,5	<4	<0,1	7,49	7,39	2,08	7,27	0,09
Trøndelag	Drevjamoen	14	31.05.2011	9,47	2,87	24,60	0,25	11,00	7,79	4,90	7,31	10,30
Trøndelag	Drevjamoen	15	31.05.2011	<1	<0,5	<4	<0,1	6,32	7,49	2,27	4,88	0,41
Trøndelag	Drevjamoen	16	31.05.2011	<1	<0,5	<4	<0,1	6,70	7,50	1,92	5,00	0,27
Trøndelag	Drevjamoen	2 / NIVA3	31.05.2011	<1	<0,5	<4	<0,1	21,30	7,82	1,31	12,60	0,03
Trøndelag	Drevjamoen	3 / NIVA4	31.05.2011	1,05	<0,5	<4	0,20	25,60	7,99	1,84	16,60	0,05
Trøndelag	Drevjamoen	6 Ref	31.05.2011	<1	<0,5	<4	<0,1	1,00	6,73	3,22	1,96	0,10
Trøndelag	Giskås	11 / NIVA4	11.10.2011	1,38	0,61	<4	<0,1	1,15	5,87	12,30	2,40	0,41
Trøndelag	Giskås	15	11.10.2011	<1	<0,5	<4	<0,1	0,70	4,93	12,40	2,26	0,27
Trøndelag	Giskås	3	11.10.2011	14,80	2,39	30,30	0,23	0,95	5,64	12,60	2,04	0,35
Trøndelag	Giskås	4 / NIVA3	11.10.2011	14,80	6,51	8,55	1,60	2,25	6,58	14,00	2,60	0,50
Trøndelag	Giskås	5	11.10.2011	10,50	5,43	5,93	1,20	1,17	5,36	15,00	2,06	0,22
Trøndelag	Giskås	6	11.10.2011	26,80	5,15	8,23	0,32	0,67	4,73	17,30	2,54	0,36
Trøndelag	Giskås	8	11.10.2011	5,48	1,04	4,16	0,60	1,51	5,94	16,40	3,53	0,45
Trøndelag	Giskås	9	11.10.2011	<1	<0,5	<4	<0,1	1,21	6,57	7,35	1,87	0,23
Trøndelag	Giskås	11 / NIVA4	18.08.2011	1,47	0,71	<4	<0,1	1,13	5,48	25,60	2,26	0,40
Trøndelag	Giskås	16 Ref	18.08.2011	8,85	1,85	<4	0,17	1,06	4,82	36,10	2,40	0,53
Trøndelag	Giskås	17 Ref2	18.08.2011	<1	<0,5	<4	<0,1	0,54	5,19	24,60	1,83	0,21
Trøndelag	Giskås	3	18.08.2011	20,70	3,39	42,40	0,18	1,07	5,35	29,50	1,97	0,46
Trøndelag	Giskås	4 / NIVA3	18.08.2011	15,40	6,26	9,98	1,67	3,04	6,52	26,80	3,01	0,62
Trøndelag	Giskås	5	18.08.2011	12,60	5,85	6,98	1,22	1,35	5,34	31,90	2,07	0,32
Trøndelag	Giskås	6	18.08.2011	33,60	6,42	6,39	0,28	0,78	5,30	36,20	2,32	0,51
Trøndelag	Giskås	8	18.08.2011	4,82	0,91	4,09	0,56	1,78	5,78	29,40	2,26	0,56
Trøndelag	Haltdalen	2	10.10.2011	1,35	<0,5	5,27	<0,1	0,94	5,06	9,38	1,59	0,35
Trøndelag	Haltdalen	3	10.10.2011	3,92	0,70	7,24	0,14	1,71	5,61	14,30	2,26	0,87
Trøndelag	Haltdalen	4	10.10.2011	3,63	<0,5	4,76	<0,1	1,49	5,54	14,50	2,38	0,69
Trøndelag	Haltdalen	5	10.10.2011	3,46	<0,5	5,31	0,13	2,47	6,03	17,90	2,53	0,78
Trøndelag	Haltdalen	7 Ref	10.10.2011	<1	<0,5	<4	<0,1	0,50	4,46	22,70	2,73	0,93
Trøndelag	Haltdalen	8	10.10.2011	2,66	1,75	4,15	0,21	1,00	5,33	13,30	1,76	0,50
Trøndelag	Haltdalen	9	10.10.2011	7,49	1,29	8,39	0,27	0,81	4,79	17,00	2,23	0,81
Trøndelag	Haltdalen	2	12.07.2011	1,36	<0,5	<4	<0,1	0,96	5,39	12,20	1,65	0,50
Trøndelag	Haltdalen	3	12.07.2011	4,11	0,92	4,71	0,21	1,27	5,20	16,00	1,94	1,10
Trøndelag	Haltdalen	4	12.07.2011	3,45	0,69	<4	0,18	1,45	5,38	16,30	1,98	0,97
Trøndelag	Haltdalen	5	12.07.2011	4,72	0,67	5,32	0,22	1,62	5,17	19,90	2,13	1,17
Trøndelag	Haltdalen	7 Ref	12.07.2011	1,07	<0,5	<4	<0,1	0,49	4,59	17,40	2,31	1,02
Trøndelag	Haltdalen	8	12.07.2011	2,58	1,75	<4	0,29	0,96	5,11	15,40	1,71	0,64
Trøndelag	Haltdalen	9	12.07.2011	8,65	1,65	7,60	0,44	0,87	4,66	18,90	2,18	0,97

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
Trøndelag	Santhanshola	1 Ref	19.10.2011	1,16	0,52	<4	0,29	1,64	7,21	4,76	5,24	0,06
Trøndelag	Santhanshola	2	19.10.2011	2,09	<0,5	<4	5,83	6,88	7,43	4,85	8,48	0,16
Trøndelag	Santhanshola	3	19.10.2011	1,28	<0,5	<4	3,21	11,70	7,68	5,31	10,70	0,16
Trøndelag	Santhanshola	4	19.10.2011	1,50	<0,5	<4	1,45	17,10	7,84	5,77	13,00	0,12
Trøndelag	Santhanshola	5	19.10.2011	<1	<0,5	<4	2,21	9,61	7,72	5,53	9,66	0,12
Trøndelag	Santhanshola	1 Ref	14.07.2011	1,06	<0,5	<4	0,12	1,85	6,73	5,54	5,22	0,02
Trøndelag	Santhanshola	2	14.07.2011	1,05	<0,5	<4	2,60	11,90	7,66	4,18	11,60	0,43
Trøndelag	Santhanshola	3	14.07.2011	<1	<0,5	<4	2,15	18,20	7,94	4,43	14,80	0,17
Trøndelag	Santhanshola	4	14.07.2011	1,35	<0,5	<4	1,14	22,50	8,00	5,40	16,60	0,27
Trøndelag	Santhanshola	5	14.07.2011	<1	<0,5	<4	1,28	14,20	7,99	4,04	13,00	0,04
Trøndelag	Setnesmoen	1	12.10.2011	2,58	<0,5	<4	<0,1	1,46	6,79	1,69	2,47	0,92
Trøndelag	Setnesmoen	2	12.10.2011	1,38	<0,5	<4	<0,1	0,94	6,58	8,73	5,57	0,55
Trøndelag	Setnesmoen	3	12.10.2011	19,30	6,85	24,40	0,25	3,40	6,76	2,44	2,53	11,60
Trøndelag	Setnesmoen	4 Ref	12.10.2011	<1	<0,5	<4	<0,1	0,73	6,37	0,90	1,80	<0,02
Trøndelag	Setnesmoen	5	12.10.2011	2,05	<0,5	<4	<0,1	1,52	6,72	1,15	2,43	1,02
Trøndelag	Setnesmoen	1	13.07.2011	<1	<0,5	<4	<0,1	0,92	6,77	0,96	1,56	0,20
Trøndelag	Setnesmoen	2	13.07.2011	1,84	<0,5	<4	<0,1	1,88	6,78	14,00	12,40	2,00
Trøndelag	Setnesmoen	3	13.07.2011	355,00	35,90	372,00	0,20	25,40	6,98	3,94	8,66	169,00
Trøndelag	Setnesmoen	4 Ref	13.07.2011	1,78	<0,5	<4	<0,1	0,55	6,50	2,47	1,15	0,01
Trøndelag	Setnesmoen	5	13.07.2011	<1	<0,5	<4	<0,1	0,96	6,74	1,34	1,48	0,18



**Forsvarsbygg Utleie/ Bioforsk**