

Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt
Program Tungmetallovervåkning
2011

Tittel/Title:

Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt
Program Tungmetallovervåkning 2011

MO-Oslofjord

Forfattere (alfabetisk)/Authors (alphabetically):

Lars Jakob Gjemlestad & Ståle Haaland

| | | | |
|---|--|--|--|
| Dato/Date: 19.06.2012 | Tilgjengelighet: Åpen | Prosjekt nr./Project No.: - | Saksnr./Archive No.: - |
| Rapport nr./Report No.: Futura rapport: 329 Bioforsk rapport: 7(82) 2012 | ISBN-nr.(Bioforsk) 978-82-17-00946-7 | Antall sider/Number of pages: 48 | Antall vedlegg/Number of appendices: 1 |

| | |
|--|---|
| Oppdragsgiver/Employer: Forsvarsbygg | Kontaktperson/Contact person: Grete Rasmussen, Stein Egil Nylen |
|--|---|

Stikkord:

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

Fagområde:

Vannkvalitet

Sammendrag:

SØF Heistadmoen: Det lekker som forventet noe kobber, bly, sink og antimon til bekker internt i feltet. Konsentrasjonen av kobber og bly nær utløpet til Ertstjern er allikevel, med unntak av litt antimon, nær vannkvaliteten som til tider måles ved referansepunktet 3Ref. Det er ingen tilsynelatende klare trender mht metallutlekking over tid ved noen av prøvepunktene i feltet. Det anbefales å vurdere prøvetaking av pkt 8 nedstrøms pkt 11 og 13.

SØF Hengsvann: Det ble i 2011 målt høye konsentrasjoner (tilstandsklasse V) av kobber og bly pkt 1/NIVA2 øverst i Brånebekken, samt ved pkt 5/NIVA3 ved utløp fra Diplemyr og inn i Hengselva. Det er en tendens til økning i kobber- og blykonsentrasjonen ved disse punktene, samt også for antimon ved pkt 1/NIVA2. Det ble derimot målt betydelig lavere konsentrasjoner av både kobber (tilstandsklasse II - III) og bly (tilstandsklasse II - III) lenger nedstrøms i Brånebekken ved pkt 10/NIVA1. Ved pkt 7, som ligger nedstrøms feltet og oppstrøms Buvannet, var konsentrasjonen av kobber og bly som tidligere lav og nær deteksjonsgrensen for analysen. Det bør vurderes å ta i bruk inn pkt 8 i overvåkingen igjen, da det ser ut som om det meste av kobber og bly i avrenningen fra skytefeltet, blir fraktet ut via Helgevassbekken (som Brånebekken renner inn i).

SØF Steinsjøfeltet: Det ble i 2011 målt høye konsentrasjoner av kobber (tilstandsklasse V) ved pkt 2, 7, 8/NIVA1, 10 og 11/NIVA3. Det ble også målt høye konsentrasjoner av bly (tilstandsklasse V) ved pkt 2, 8/NIVA1 og 11/NIVA3. Av bekkene som drenerer ut av Steinsjøfeltet, er vannkvaliteten som tidligere i tilstandsklasse V for kobber og IV - V for bly ved punkt 9/NIVAA. Hovedsakelig skyldes dette trolig avrenningen fra bane 5, 5a og 6, som drenerer til pkt 8/NIVA1. Resipientkapasitet og tilstand av Brenntjernet er også viktig i denne sammenhengen. Det kan vurderes å anlegge et nytt prøvepunkt nedstrøms Brenntjernet, men oppstrøms pkt 9/NIVAA. Tilsvarende er det usikkerhet knyttet til effekten av avrenningen fra feltet via pkt 1, 12 og 13. Det kan derfor vurderes å anlegge et nytt punkt nær innløpet til Steinsjøen mht avrenning fra pkt 1 (inkl pkt 3, 4 og 5), samt et punkt nedstrøms pkt 12 og 13 ved innløp til innsjø.

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-Oslofjord

| | |
|--------------------------------|----|
| Heistadmoen..... | 9 |
| Hengsvann..... | 22 |
| Steinsjøfeltet | 35 |
| Vedlegg 1 - MO Oslofjord | 49 |

Heistadmoen

| | |
|--|----|
| 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 |
| 4. Konklusjon og anbefalinger..... | 20 |
| Referanser | 21 |
| Vedlegg 1 - MO Oslofjord | 49 |

1. Innledning

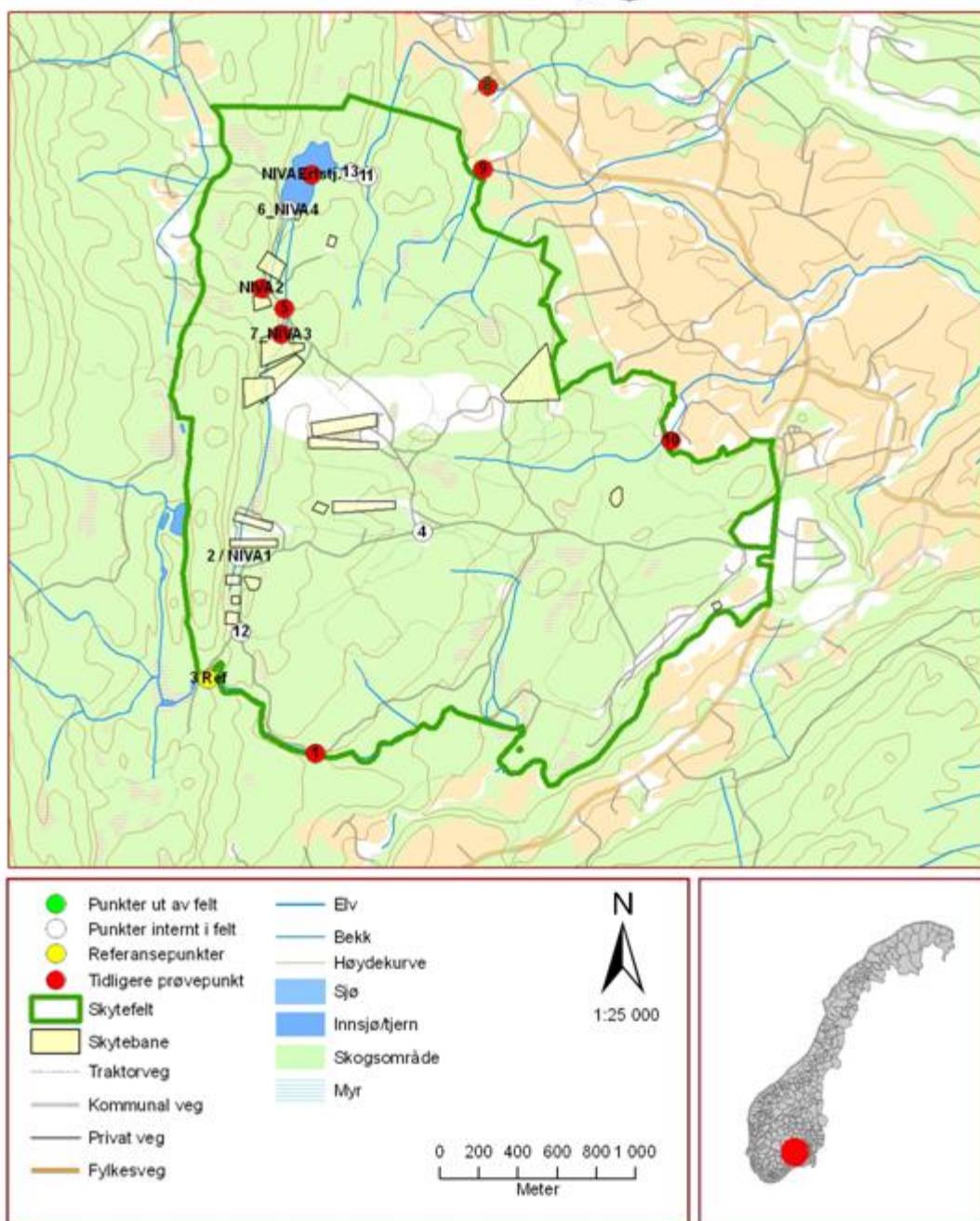
Områdebeskrivelse

Heistadmoen skytefeltet ligger i Kongsberg kommune og dekker et areal om lag 0,6 km² (fig 1). Feltet ble etablert i 1909 og har vært i kontinuerlig bruk siden (Rogne-
rud mfl 2006; Mørch mfl 2009). Berggrunnen består hovedsakelig av diorittisk til
granittisk gneis. Terrenget er dominert av myr og fjell i dagen, men stedvis er det
tykt morenedekke. Mot Numedalslågen består overdekningen av breelvavsetninger,
elveavsetninger og til dels tykke hav- og fjordavsetninger. Kongsbergområdet er en
kjent mineralprovins med blant annet sølv og kismalmer. Det er tre kjente gruvelo-
kaliteter i den nordvestre delen av feltet; Kisgruva, Ertstjern og Stavsmyr. De to
førstnevnte er drevet på kismalmer med kobber, bly og sink. Stavsmyr er et gam-
melt sølvskjerp hvor det har blitt registrert noe kismalm og rust fra svovelkis på
bergflater. Tekst omredigert fra Mørch mfl 2009.

Aktivitet i feltet

Feltet består i alt av 14 baner. Hovedbruker er Heimevernet, med HV01, HV02,
samt HV03. Feltet brukes også sporadisk av andre hærstyrker. Heistadmoen er et
middels stort skytefelt hvor det for det meste inngår bruk av håndvåpen på skyte-
baner/standplasser, samt pyrotekniske våpensystemer. Det benyttes håndvåpen
med opp til 7,62 mm skarp ammunisjon, inkludert sporlys, samt 12,7 mm blåplast.
Det benyttes også sprengladninger opp til 500 g. Ved pkt 6 har det tidligere vært et
sprengningsfelt som ikke er blitt benyttet de senere årene. I tillegg til skytebanner
det et håndgranatfelt i bruk på Heistadmoen, bane E-14. Det er også en nedlagt
TOW-bane (Tube-launched Optically tracked Wire-guided missile) i feltet. Ut over
dette er det ikke kjent at andre typer våpen har blitt benyttet. Etter Mørch mfl
2009.

Heistadmoen



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Heistadmoen i 2011.

Tabell 1. Data for prøvepunkter ved Heistadmoen. Data (med unntak for pkt 12 og 13) fra Mørch mfl (2009).

| Prøve punkt (id) | Beskrivelse | Avrenning, årsmiddel (l/s) | Dreneringsområde | Kommentarer |
|------------------|-------------|----------------------------|--|-------------|
| 2/NIVA1 | Liten bekk | 1,5 | Bane 3 | |
| 3Ref | Stor bekk | 280 | | |
| 4 | Liten bekk | 6 | Bane C8 og 9, og nedlagt bane B6. | |
| 6/NIVA4 | Liten bekk | 18 | Renner inn i Ertstjern, Drenerer de fleste baner + nedlagt sprengningsfelt | |
| 11 | Liten bekk | | Øst for Ertstjern. Mottar sannsynligvis avrenning fra håndgranatbane | |
| 12 | Liten bekk | | Bane A1 | Anlagt 2010 |
| 13 | Liten bekk | | Utløp av Ertstjern, ved Klopp. Mottar avrenning fra de fleste baner. | Anlagt 2010 |

2. Material og metode

Vannprøvetaking

Tungmetallavrenningen ved Heistadmoen har blitt prøvetatt siden 1999 (Rognerud mfl 2006). Sweco overtok prøvetakingen av skytefeltet i 2007 (Mørch mfl 2009). Da ble også referansepunktet 3Ref anlagt. I 2011 ble pkt 3Ref, 2/NIVA1, 6NIVA6, 4, 11, 12 og 13 prøvetatt. Det ble kun tatt ut vannprøver om våren. 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.

Støtteparametere

Ledningsevnen var relativt lav og lå mellom 4 - 9 mS/m i feltet, og noe lavere ved referansen 3Ref sørøst for feltet (1,5 mS/m). Konsentrasjonen av kalsium var moderat høy i feltet (6 - 14 mg/l), og noe lavere ved 3Ref (1,5 mg/l). pH var moderat høy og lå mellom 6,0 - 7,4. Konsentrasjonen av TOC var moderat høy og lå mellom 3 - 11 mg/l. Konsentrasjonen av jern var generelt lav og under 1 mg/l, men lå ved pkt 2NIVA/1 og 12 på hhv 2,6 og 4,7 mg Fe/l.

Sink og antimon

Med unntak for pkt 12 og 2/NIVA1, som begge drenerer baner sørøst i feltet (jfr fig 1; tab 1), er konsentrasjonen av sink og antimon lave (jfr fig 4 - 5). For sink er konsentrasjonen for det meste nær deteksjonsgrensen for analysen (4 µg Zn/l; jfr fig 4). Ved pkt 12 og 2/NIVA1 var konsentrasjonen av sink hhv 43 og 35 µg/l (tilstandsklasse III; jfr fig 4). For pkt 2/NIVA1 er dette en betydelig nedgang fra 2009 - 2010, der konsentrasjonen av sink lå i tilstandsklasse V. Konsentrasjonen av antimon er godt under grensen for drikkevann på 5 µg Sb/l satt i Drikkevannsforskriften (Helse- og omsorgsdepartementet 2004). Ved de andre prøvepunktene er antimonkonsentrasjonen lav og som regel godt under 0,5 µg/l. Ved pkt 12 og 2/NIVA1 var konsentrasjonen av antimon høyere på om lag 12 µg/l (jfr fig 5), som er på nivå med tidligere målinger. Konsentrasjonen av sink og antimon varierer som forventet betydelig ved pkt 2/NIVA1, som er en meget liten bekk (årsmiddel på 1,3 l/s).

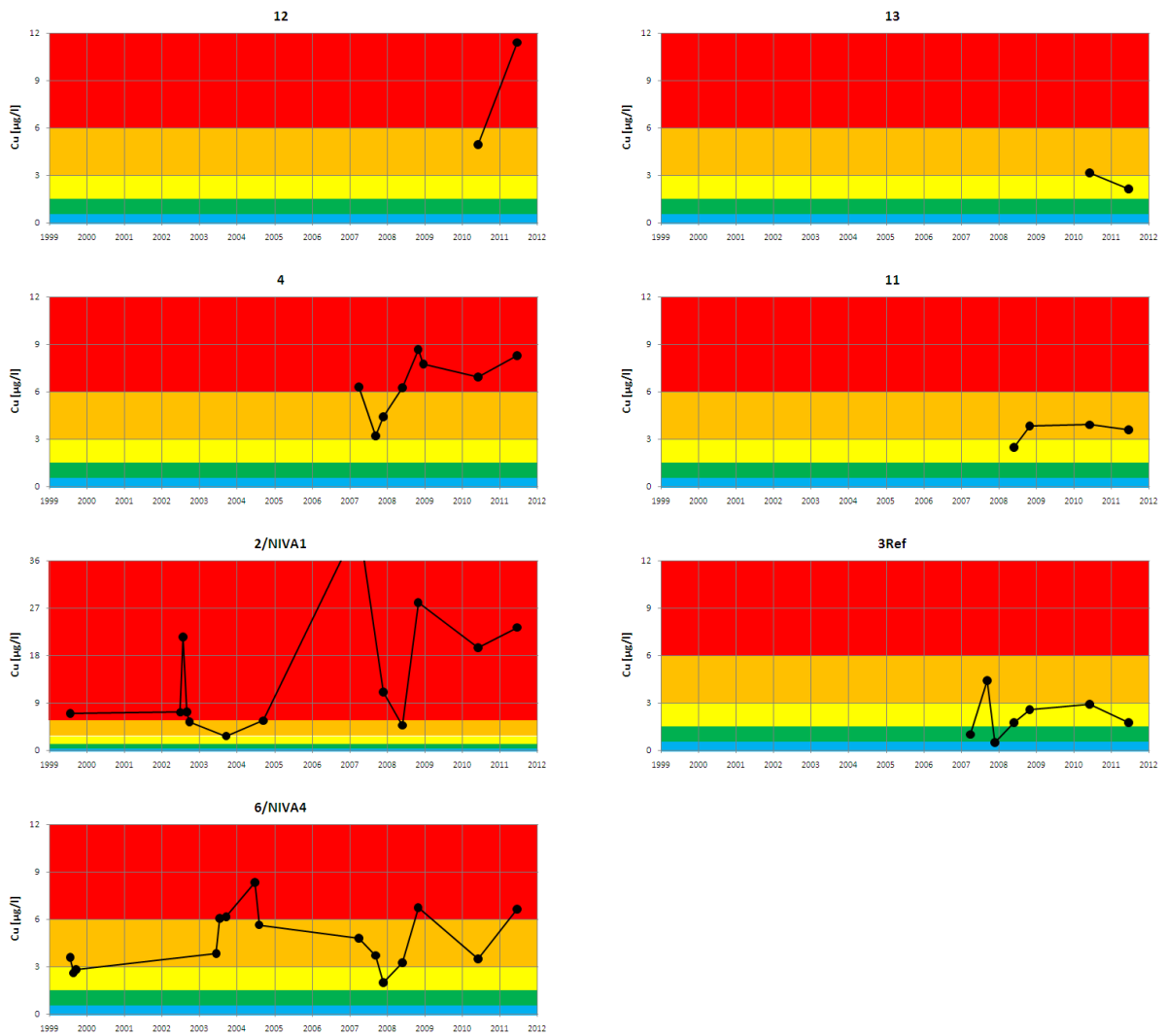
Referansepunkt

Referansepunktet 3Ref er plassert i en stor bekk sørøst for feltet (årsmiddel på 280 l/s; fig 1). Som tidligere blir det målt noe kobber ved referansen (1,7 µg Cu/l; tilstandsklasse III; fig 2). Konsentrasjonen av bly er som tidligere meget lav og under deteksjonsgrensen for analysen (< 1 µg Pb/l; fig 3).

Prøvepunkt som drenerer i skytefeltet

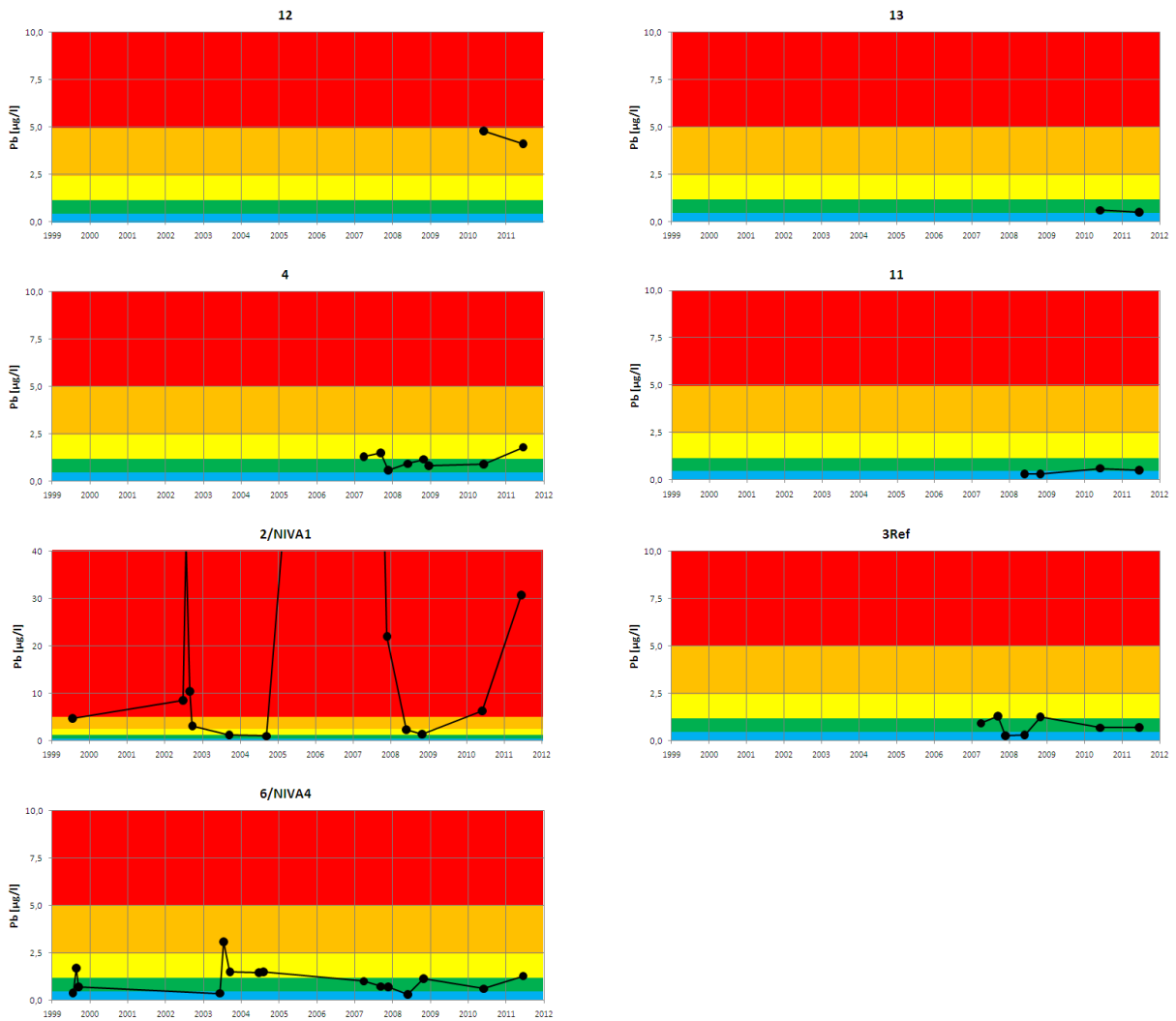
Vannkvaliteten ved pkt 2/NIVA1 (drenerer bane 3), 4 (drenerer bane C8, 9 og B6) og 12 (drenerer bane A1), som alle ligger sør i feltet, har tidligere som regel hatt vannkvalitet i tilstandsklasse IV - V for kobber, samt høye konsentrasjoner av bly ved pkt 2/NIVA1 og 12. I 2011 var konsentrasjonen av kobber ved pkt 2/NIVA1, 4 og 12 på hhv 23, 8 og 11 µg Cu/l (alle i tilstandsklasse V), samt mht bly på hhv 31 (tilstandsklasse V), 2 (tilstandsklasse III) og 4 µg Pb/l (tilstandsklasse IV) (jfr fig 2 - 3). Konsentrasjonen av kobber og bly varierer som forventet betydelig ved pkt 2/NIVA1, som er en meget liten bekk (årsmiddel på 1,3 l/s) og vil være følsom for nedbør og endringer i avrenningsmønsteret i feltet. Ved pkt 2/NIVA1 og 12 er det også litt jernutlekkning. Vannkvaliteten ved pkt 6/NIVA4 (drenerer flere baner, samt sprengningsfelt), 11 (mottar trolig avrenning fra håndgranatbane) og 13 (drenerer flere baner), alle lokalisert nord i feltet, har tidligere hatt vannkvalitet i tilstandsklasse III - V for kobber, men vesentlig bedre tilstand for bly (jfr fig 2 - 3). I 2011 var konsentrasjonen av kobber i tilstandsklasse V, IV og III ved hhv 6/NIVA4, 11 og 13. Konsentrasjonen av bly var nær deteksjonsgrensen på 1 µg Pb/l ved pkt 11 og 13, mens den var på 1,3 og med det i tilstandsklasse III ved 6/NIVA4. Det er med det betydelig bedre vannkvalitet i utløpet av Ertstjern enn i innløpet. Konsentrasjonen av kobber og bly nær utløpet til Ertstjern er nær vannkvaliteten som til tider måles ved referansepunktet 3Ref. Det er ingen tilsynelatende klare trender mht metallutlekkning over tid ved noen av prøvepunktene i feltet.

Kobber



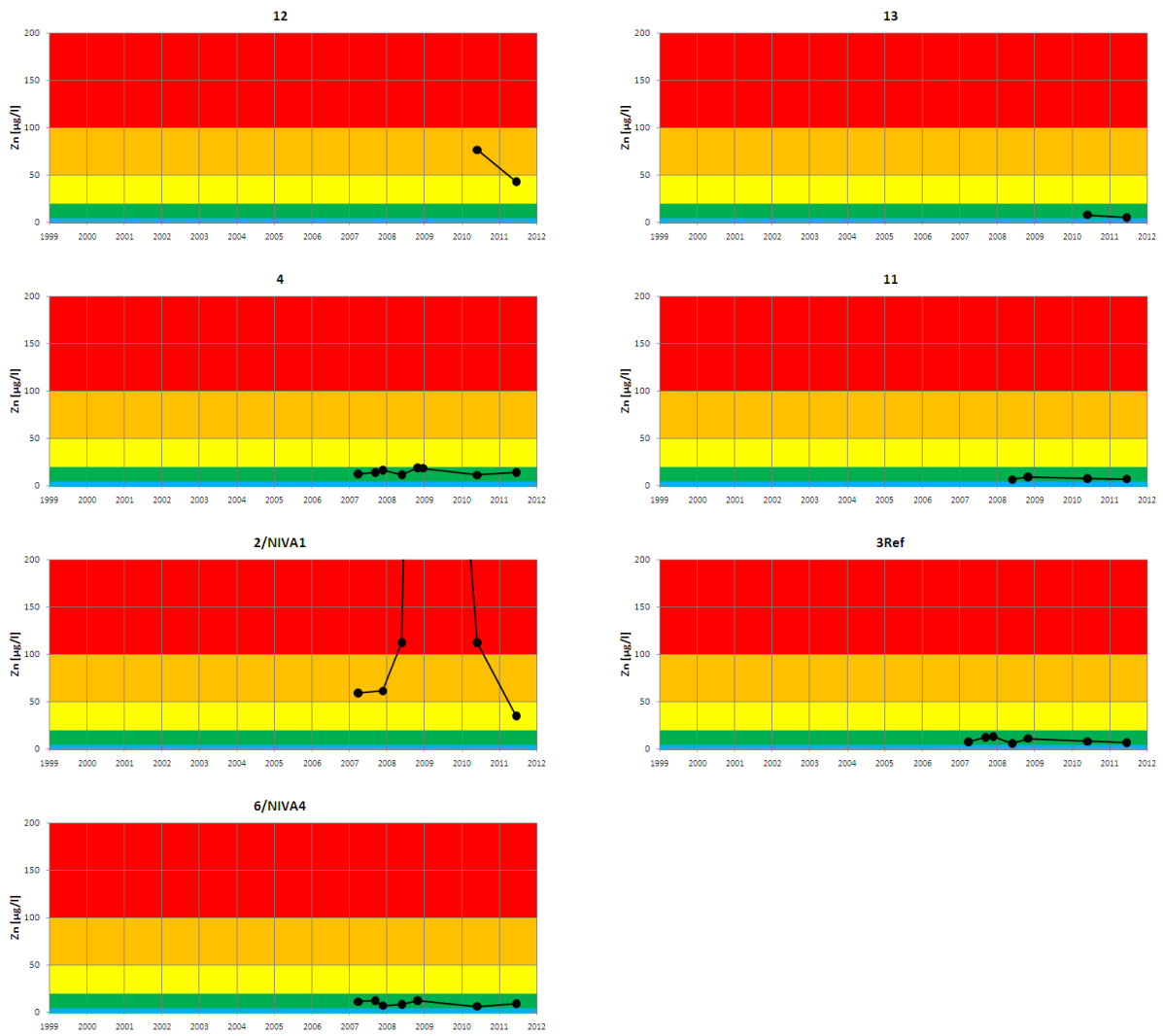
Figur 2. Analyseresultater for kobber i perioden 1999 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997). Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Bly



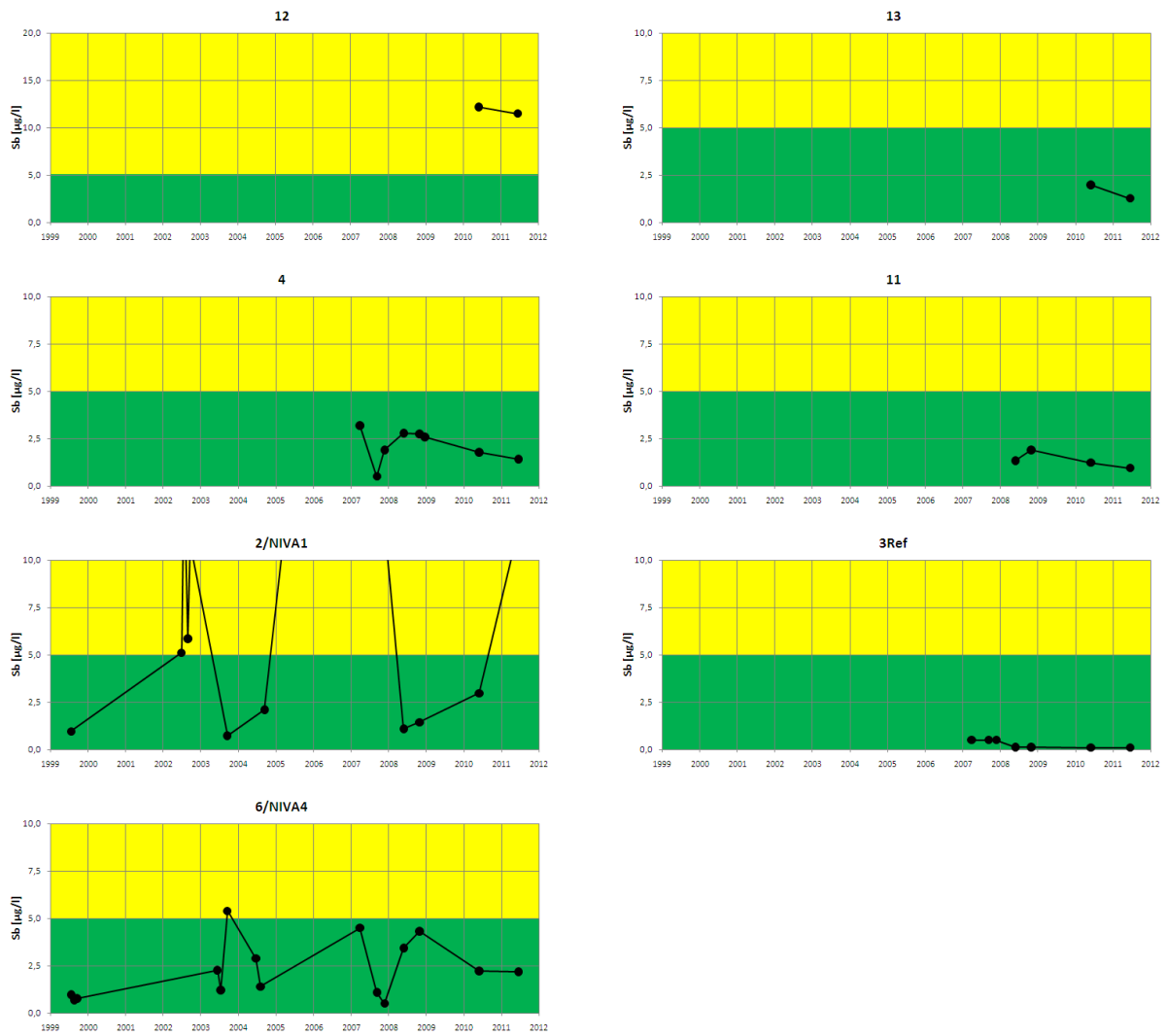
Figur 3. Analyseresultater for bly i perioden 1999 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997). Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Sink



Figur 4. Analyseresultater for sink i perioden 2007 - 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 1999 - 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 lekker som forventet noe kobber, bly, sink og antimon til bekker internt i feltet. Konsentrasjonen av kobber og bly nær utløpet til Ertstjern er allikevel, med unntak av litt antimon, nær vannkvaliteten som til tider måles ved referansepunktet 3Ref. Det er ingen tilsynelatende klare trender mht metallutlekking over tid ved noen av prøvepunktene i feltet. Det anbefales å vurdere prøvetaking av pkt 8 nedstrøms pkt 11 og 13. Generelt bør det også vurderes å måle 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. & Været, L. 2009b. Avrenning fra Forsvarets skyte- og øvingsfelt, Overvåking av vannforurensing, Program Tungmetallovervåkning 1991-2008. Sweco/Forsvarsbygg-rapport 152030. 116 s.

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

Hengsvann

| | |
|---|----|
| 1. Innledning..... | 23 |
| Områdebeskrivelse | 23 |
| Aktivitet i feltet | 23 |
| 2. Material og metode..... | 26 |
| Vannprøvetaking..... | 26 |
| Analyser | 26 |
| 3. Resultater og diskusjon | 27 |
| Generelt | 27 |
| Referansepunkt | 28 |
| Prøvepunkt som drenerer internt i feltet | 28 |
| Prøvepunkt som drenerer ut av skytefeltet | 28 |
| 4. Konklusjon og anbefalinger..... | 33 |
| Referanser | 34 |
| Vedlegg 1 - MO Oslofjord | 49 |

1. Innledning

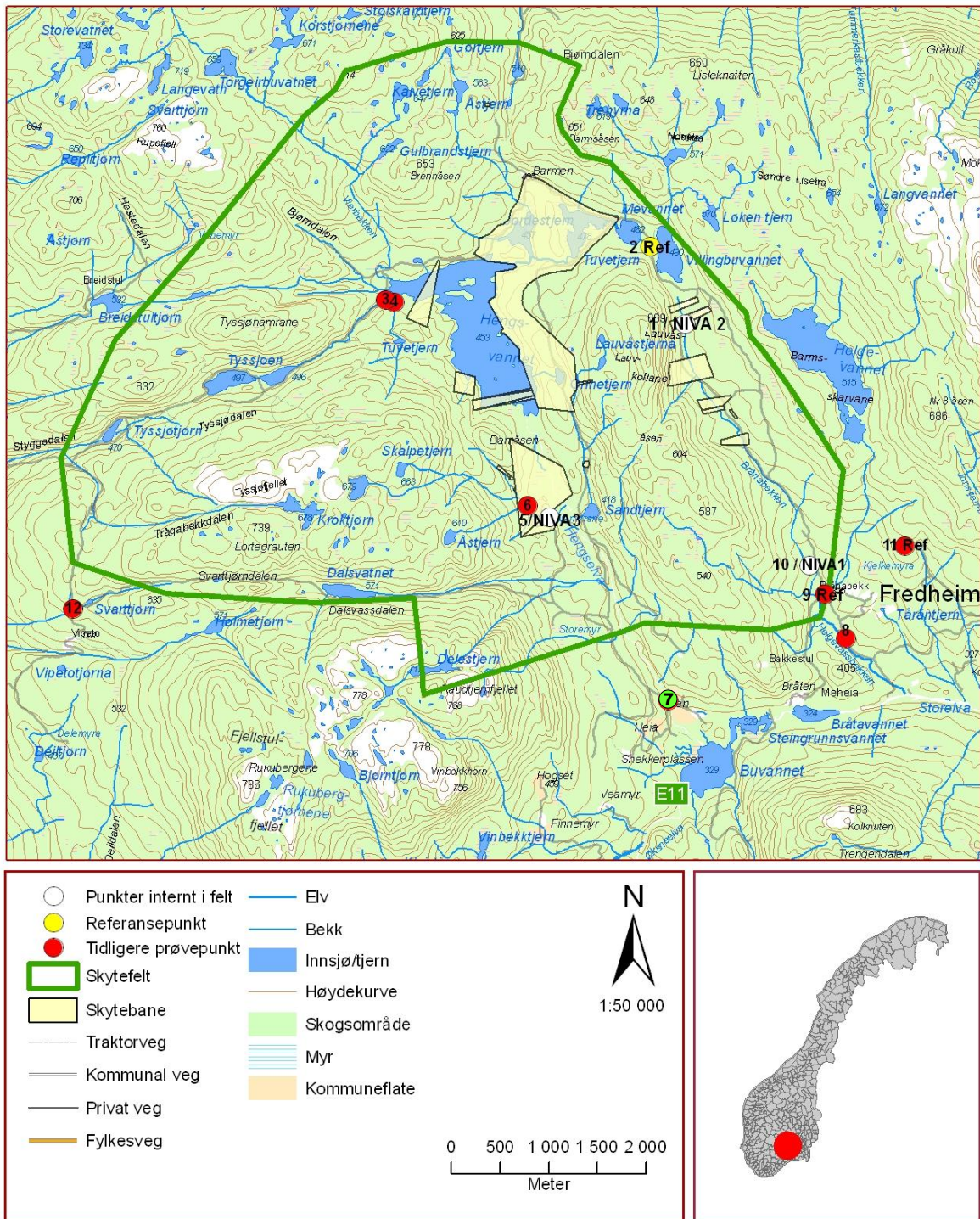
Områdebeskrivelse

Hengsvann skyte- og øvingsfelt ligger i Kongsberg og Notodden kommune i Buskerud fylke. Feltet ble etablert i 1909 og har et areal på 36 km². Det overvåkes to bekker/elver i feltet - Brånebekken, som drenerer det østlige området hvor det ligger flere skytebaner, og Hengselva som drenerer Diplemyr og området rundt blindgjengerfeltet midt i feltet, inkludert feltskytebaner. Berggrunnen består hovedsakelig av øyegneis med innslag av gabbro/amfibolitt lengst vest i feltet. Øst for Hengsvann er det hovedsakelig diorittisk til granittisk gneis og migmatitt, samt granitt og granodioritt. Berggrunnen er stedvis dekket av tynt morenedekke og innslag av torv og myr, ellers er det mye bart fjell. Vegetasjonen rundt Hengsvann er dominert av blåbærbarskog, og flere mindre myrområder (etter Breyholtz mfl 2010).

Aktivitet i feltet

Feltet benyttes i dag hovedsakelig av Heimvernet (HV 01, 02 og 03), samt til dels av Garden, Telemarksbataljonen med flere. Feltet brukes til feltskyting og manøverområde for lett infanteri. Det består av 19 baner hvor det benyttes alt fra håndvåpen til trådstyrte raketter (TOW), inkl. 84 mm bombekaster (etter Breyholtz mfl 2010).

Hengsvann



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Hengsvann i 2011.

Tabell 1. Data for prøvepunkter ved Hengsvann. Etter Breyholtz mfl (2010).

| Prøvepunkt (id) | Beskrivelse | Avrenning* Årsmiddel (l/s) | Dreneringsområde |
|-----------------|--|----------------------------------|--|
| 1/NIVA2 | Øverst i Brånebekken, liten bekk | 6,5 | Skytebane 5 og 6, hvor det benyttes alle typer håndvåpen, opp til 7,62 mm |
| 2Ref | Der Villingbuvann renner ut i Mevann, middels stor bekk | 62 | Referanse |
| 5/NIVA3 | Utløp fra Diplemyr og inn i Hengselva, middels stor bekk | 50 | Blindgjengerfeltet hvor det brukes bombekastere, granater, håndvåpen, 12,7 mm, 84 mm RFK og bane 13, 14, 15 og 16 (alle på selve Diplemyr). Dette er alt fra vanlige skytebaner til sprengningsfelt. |
| 10/NIVA1 | Nederst i Brånebekken, middels stor bekk | 87 | Bane 1, 3, 4, 5 og 6, der det skytes med håndvåpen |
| 7 | Sør for feltet, oppstrøms Buvannet | | Hele skyte- og øvingsfeltet, med unntak for det som drenerer til Brånebekken (øst i feltet, tas opp av pkt 10/NIVA1) |

2. Material og metode

Vannprøvetaking

Ved Hengsvann har tungmetallavrenning blitt overvåket siden 1999. I 1999 ble det målt ved to prøvepunkter, men bare i ett punkt fra 2000 til 2003. Deretter vekselvis ved to og tre punkter frem til 2006. Fra 2010 er det tatt prøver ved fem prøvepunkter (1/NIVA2, 2/Ref, 5/NIVA3, 10/NIVA1 og 7; fig 1; tab 1). I 2011 ble det tatt ut prøver i juni og 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 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

For prøvetaking i juni mangler feltskjema og info vedr prøvetaking. I november var det lett regn ved prøvetaking. Måneden før var preget av vekslende vær, men pent vær uken før prøvetaking. Lufttemperatur 3 °C. Vannføringen var normal ved prøvepunktene. Vannprøvene var visuelt klare, noe som kan indikere lave konsentrasjoner av suspendert materiale i prøvene.

Støtteparametere

Ledningsevnen er lav og lå mellom 1,2 - 2,1 mS/m. Konsentrasjonen av kalsium er lav i området og lå mellom 0,4 - 2,7 mg/l. pH varierte en del og lå mellom 4,9 - 6,7 (4,9 - 5,3 målt ved pkt 5, > 6,0 ved de andre prøvepunktene). Konsentrasjonen av TOC er moderat til høy i området og lå mellom 6 - 13 mg/l. Konsentrasjonen av jern var lav og lå under 0,6 mg/l.

Sink og antimon

Konsentrasjoner av sink og antimon var, med unntak for pkt 1/NIVA2 i Brånebekken, som tidligere lav ved alle prøvepunktene, sink i tilstandsklasse I - II og konsentrasjonen av antimon < 5 µg/l som er satt som grense for drikkevann (Helse- og omsorgsdepartementet 2004); jfr fig 4 - 5. I Brånebekken var konsentrasjonen av sink 25 - 31 µg/l (tilstandsklasse III; fig 4), og på nivå med tidligere nivå. Konsentrasjonen av antimon i Brånebekken har en økende trend, og følger samme mønster og utvikling som kobber- og blykonsentrasjonen (se neste avsnitt). Konsentrasjonen av antimon er relativt lav ennå, men har siden høsten 2009 vært > 5 µg/l. I 2011 var konsentrasjonen av antimon ved pkt 1/NIVA2 på 10,1 µg/l i vårprøven og 7,2 µg/l i høstprøven.

Referansepunkt

Ved referansepunktet 2Ref, plassert nordøst i feltet, der Villingbuvann renner ut i Mevann (jfr fig 1), var konsentrasjonen av kobber og bly lave i 2011 og under deteksjonsgrensen for analysene (hhv $< 1 \mu\text{g Cu/l}$ og $< 0,5 \mu\text{g Pb/l}$). Dette er slik det har vært siden prøvepunktet ble anlagt i 2006 (jfr fig 2 - 3).

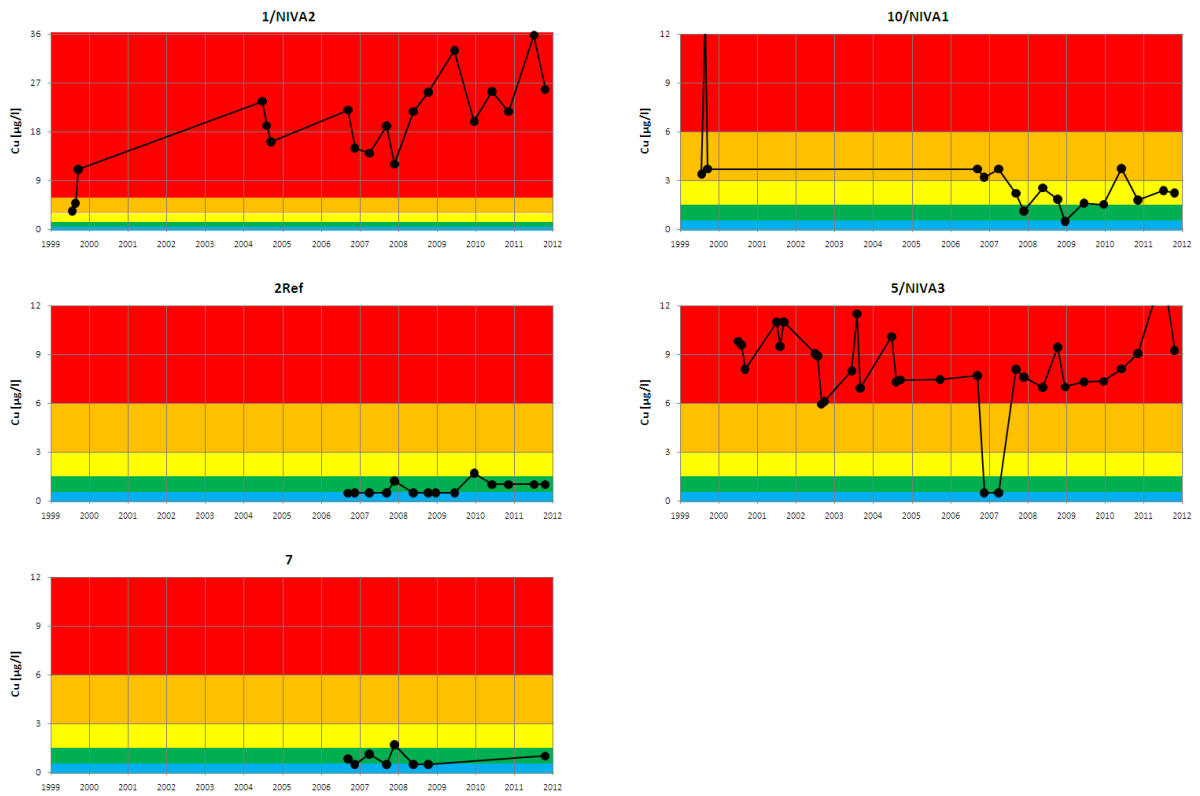
Prøvepunkt som drenerer internt i feltet

Ved prøvepunkter internt i feltet (pkt 1/NIVA2, 5/NIVA3 og 10/NIVA1), er det høye konsentrasjoner av kobber ved pkt 1/NIVA2 øverst i Brånebekken (6,5 l/s i årsmiddel), og ved pkt 5/NIVA3 (50 l/s i årsmiddel) ved utløp fra Diplemyr og inn i Hengselva. Her ligger kobberkonsentrasjonen i tilstandsklasse V (hhv 26 - 36 og 9 - 14 $\mu\text{g Cu/l}$), og en svak tendens til økning i kobberkonsentrasjonen ved pkt 5/NIVA3, mens det er en tilsynelatende mer markant økende trend ved 1/NIVA2 (jfr fig 2 - 3). Det samme gjelder for konsentrasjonen av bly ved begge punktene. Det er derimot betydelig lavere konsentrasjoner av både kobber (2,2 - 2,4 $\mu\text{g Cu/l}$; tilstandsklasse II - III) og bly (1,2 - 1,5 $\mu\text{g Pb/l}$; tilstandsklasse II - III) lenger nedstrøms i Brånebekken ved pkt 10/NIVA1 (87 l/s i årsmiddel, og som ligger relativt nær skytefeltgrensen; jfr fig 1 - 3). Konsentrasjonen av kobber og bly er på nivå med tidligere år, og det er ingen klar trend til endring de siste 3 - 4 årene (jfr fig 2 - 3). Her er det en betydelig fortykning av avrenning lenger oppstrøms i Brånebekken, inkl bane 1 og 3 - 6.

Prøvepunkt som drenerer ut av skytefeltet

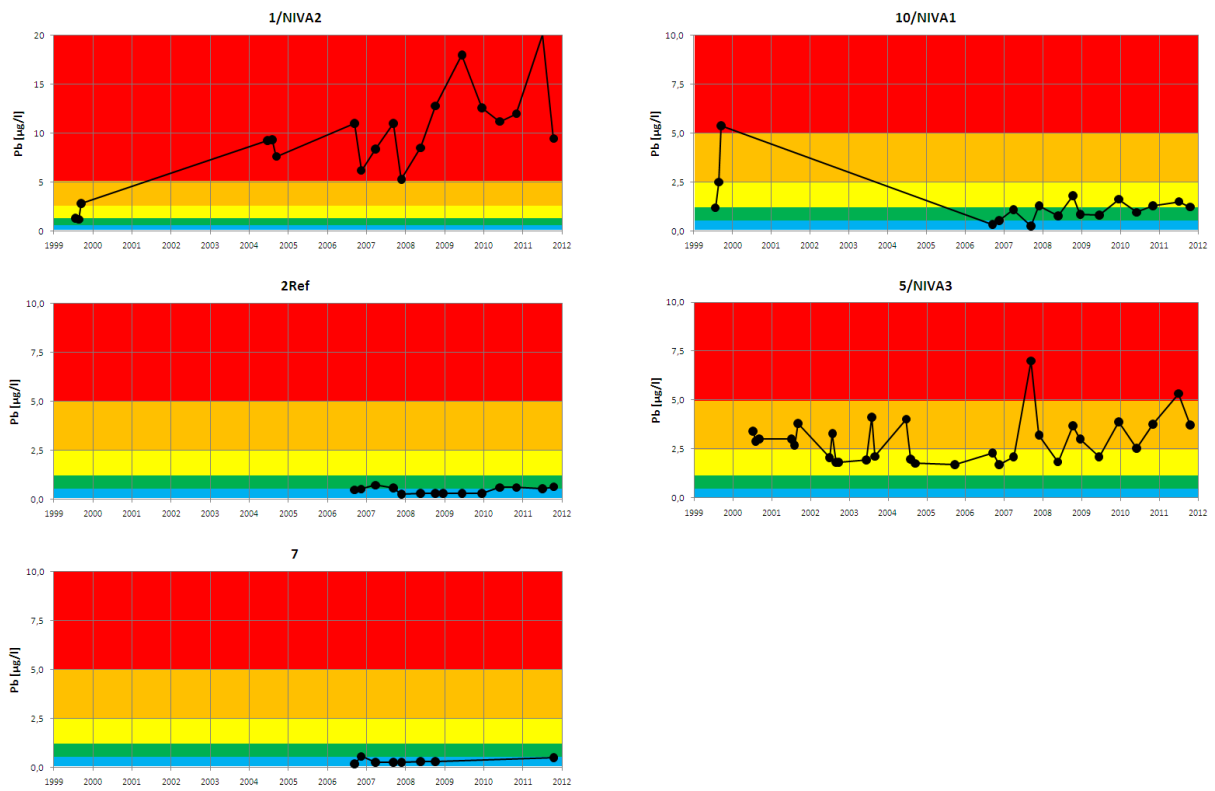
Høsten 2011 ble det tatt ut prøver ved pkt 7, som ligger sør for feltet oppstrøms Buvannet (jfr fig 1). Her var konsentrasjonen av kobber og bly som tidligere lav og nær deteksjonsgrensen for analysen (hhv $1 \mu\text{g Cu/l}$ og $0,5 \mu\text{g Pb/l}$). Med det kan det se ut som om det meste av kobber og bly i avrenningen fra skytefeltet, blir fraktet ut via Helgevassbekken (som Brånebekken renner inn i; jfr tidligere pkt 8; fig 1).

Kobber



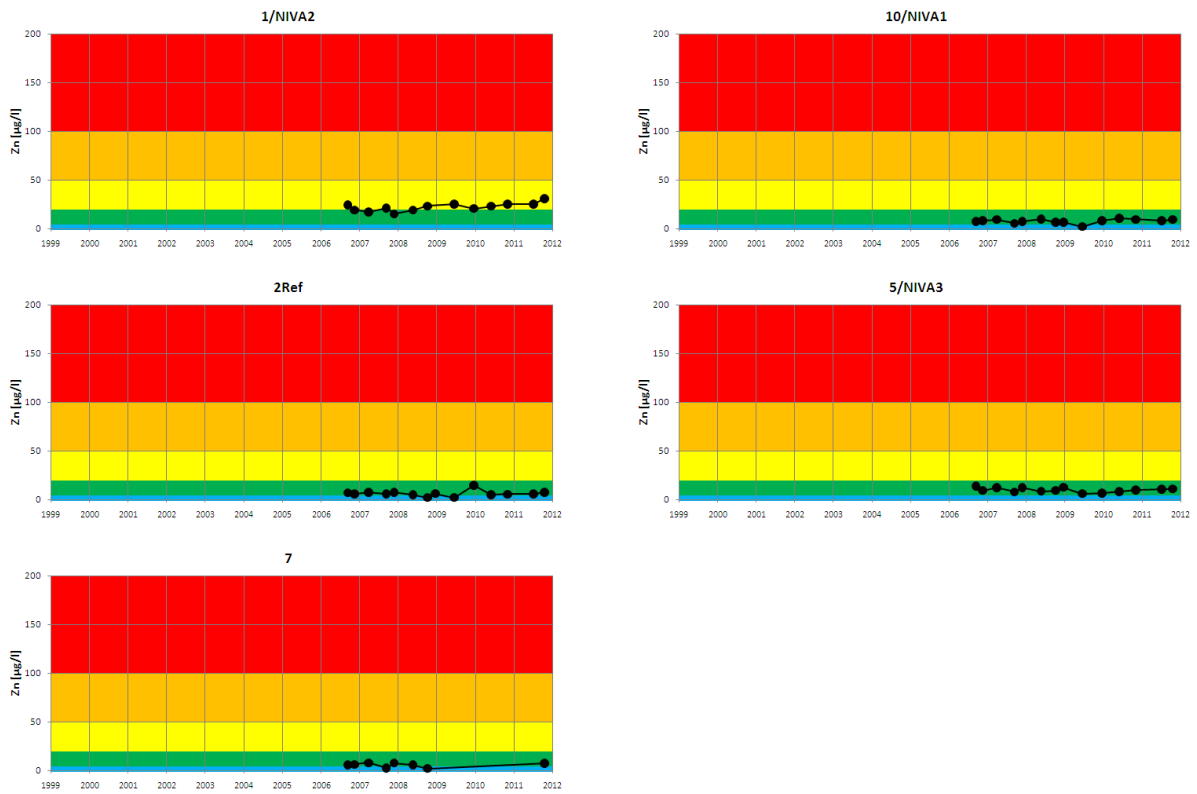
Figur 2. Analyseresultater for kobber i perioden 1999 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997). Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle prøvepunktene.

Bly



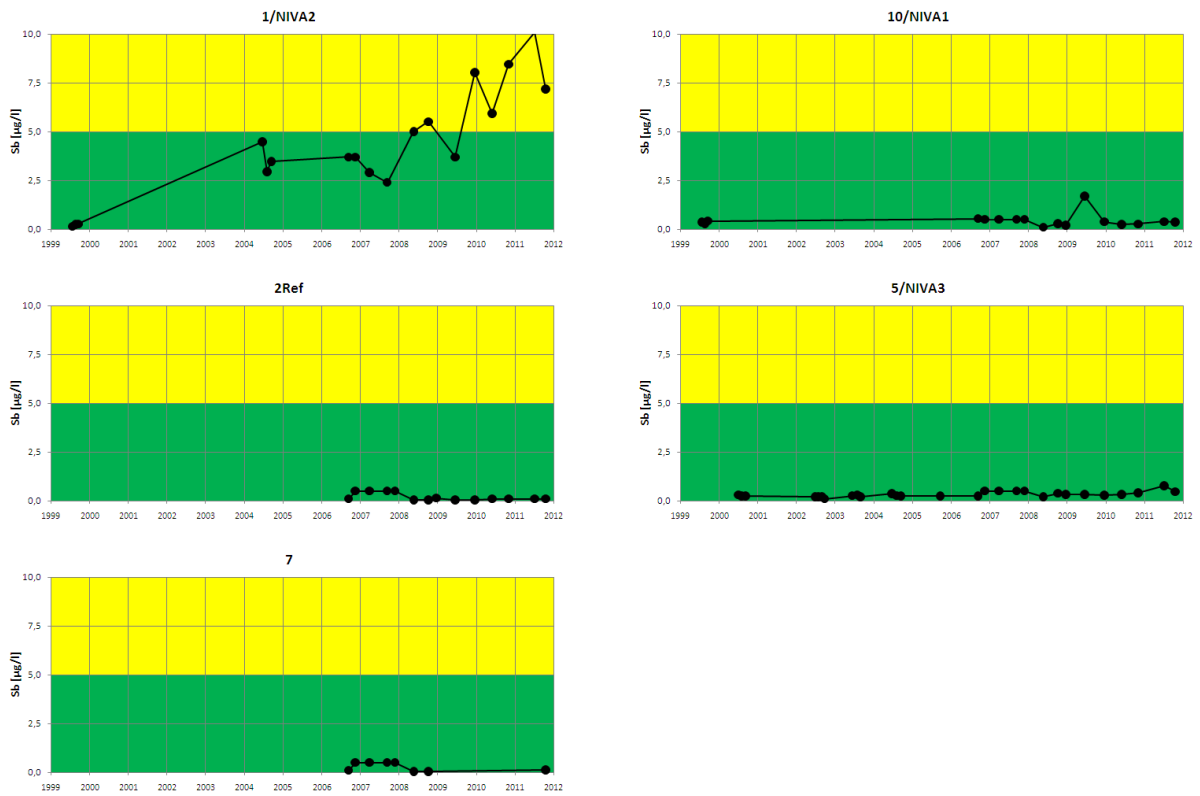
Figur 3. Analyseresultater for bly i perioden 1999 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997). Skalaen på y-aksen er ikke lik for alle 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 1999 - 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 ble i 2011 målt høye konsentrasjoner (tilstandsklasse V) av kobber og bly pkt 1/NIVA2 øverst i Brånebekken, samt ved pkt 5/NIVA3 ved utløp fra Diplemyr og inn i Hengselva. Det er en tendens til økning i kobber- og blykonsentrasjonen ved disse punktene, samt også for antimon ved pkt 1/NIVA2. Det ble derimot målt betydelig lavere konsentrasjoner av både kobber (tilstandsklasse II - III) og bly (tilstandsklasse II - III) lenger nedstrøms i Brånebekken ved pkt 10/NIVA1. Ved pkt 7, som ligger nedstrøms feltet og oppstrøms Buvannet, var konsentrasjonen av kobber og bly som tidligere lav og nær deteksjonsgrensen for analysen.

Det bør vurderes å ta i bruk inn pkt 8 i overvåkingen igjen, da det ser ut som om det meste av kobber og bly i avrenningen fra skytefeltet, blir fraktet ut via Helgevassbekken (som Brånebekken renner inn i). Det er en tendens til høy variasjon i konsentrasjonene av kobber og bly, og tildels også antimon, ved prøvepunkter internt i feltet. Det anbefales derfor å ta inn måling av turbiditet i analyseprogrammet, 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. & Været, L. 2009. Avrenning fra Forsvarets skyte- og øvingsfelt, Overvåking av vannforurensing, Program Tungmetallovervåkning 1991-2008. Sweco/forsvarsbygg-rapport 152030. 116 s.

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

Steinsjøfeltet

| | |
|---|----|
| 1. Innledning..... | 36 |
| Områdebeskrivelse | 36 |
| Aktivitet i feltet | 36 |
| 2. Material og metode..... | 39 |
| Vannprøvetaking..... | 39 |
| Analyser | 39 |
| 3. Resultater og diskusjon | 40 |
| Generelt | 40 |
| Referansepunkt | 41 |
| Prøvepunkt som drenerer internt i feltet | 41 |
| Prøvepunkt som drenerer ut av skytefeltet | 41 |
| 4. Konklusjon og anbefalinger..... | 47 |
| Referanser | 48 |
| Vedlegg 1 - MO Oslofjord | 49 |

1. Innledning

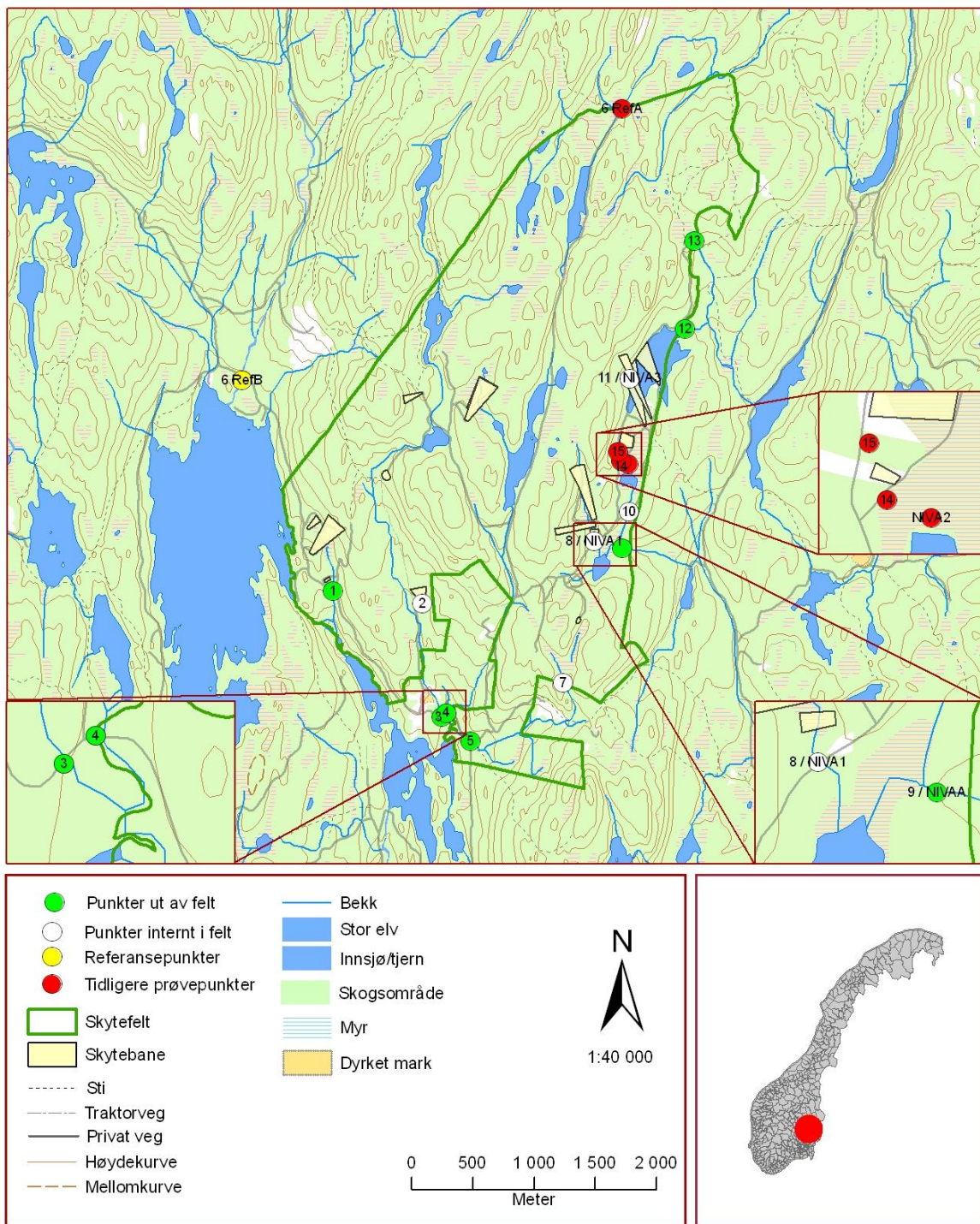
Områdebeskrivelse

Steinsjøfeltet ligger i Østre Toten kommune i Oppland. Feltet er på 11,2 km² og er et nærøvingsfelt bestående av 26 baner. Det benyttes alt fra direkteskytende våpen, samt opp til 84 mm panservern og andre krumbanevåpen. Berggrunnen består av granitt/granodioritt, syenitt/kvartssyenitt og monzonitt/kvartsmonzonitt. Det er også en del fjell i dagen. Det har tidligere vært utvunnet jernmalm i området rundt feltet. Løsmassedekket består hovedsakelig tynt morenedekke. Dominerende vegetasjon er blåbærbarskog og myr. Det er i tillegg en del innsjøer i feltet (etter Mørch mfl 2009).

Aktivitet i feltet

Feltet brukes i dag hovedsakelig av Garden, Befalskolene på Sessvollmoen, samt Telemarksbataljonen. Det blir ofte skutt på fjell i dagen eller harde målområder flere steder i feltet, også der avstand til bekk er kort. Flere av skytebanene ligger på myr. Graving og drenering av myr har ført til stor variasjon i tungmetallkonsentrasjon ved flere prøvepunkt opp gjennom årene (etter Mørch mfl 2009).

Steinsjøen



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Steinsjøfeltet i 2011.

Tabell 1. Data for prøvepunkter ved Steinsjøen. Data fra Mørch mfl (2009).

| Prøvepunkt (id) | Beskrivelse | Avrenning* Årsmiddel (l/s) | Dreneringsområde | Kommentarer |
|-----------------|----------------------------------|----------------------------|---|---|
| 1 | Liten bekk | 4 | Ut av feltet. Nedstrøms bane 23, 25 og 26 hvor det benyttes småkalibret håndvåpen. | Observert mye jernutfelling |
| 2 | Liten bekk | 6 | Nedstrøms bane 21 hvor det benyttes småkalibret håndvåpen og muligens noe krumbanevåpen | Observert mye jernutfelling |
| 3 | Middels stor bekk | 72 | Ut av feltet. Nedstrøms punkt 2 og bane 21 hvor det benyttes småkalibret håndvåpen | |
| 4 | Liten bekk | 50 | Ut av feltet. | Nedstrøms drikkevannskilde til hyttefelt |
| 5 | Liten bekk | 23 | Ut av feltet. Nedstrøms punkt 7. Mottar avrenning fra myrlendt terreng. | Observert mye jernutfelling. |
| 6RefB | Liten bekk | 5 | Vest for skytefeltgrensen | Dette er et nytt referansepunkt, anlagt september 2007 |
| 7 | Liten, litt dyp bekk i myrområde | 8 | Mottar avrenning fra myrlendt område som ble brukt til tyngre prosjektiler (12.7 mm) på 70 - 80 tallet. Drenerer ut av felt til bekk som deretter drenerer inn og ned mot pkt 5. | På skytefeltgrense i ett av hovedvassdragene som drenerer feltet, tidligere pkt S4V |
| 8/NIVA1 | Liten bekk | 20 | Nedstrøms bane 6, 5 og 5a, hvor det benyttes håndvåpen, øvingsystemer for panservern og øvingsgranat gevær | Forsøk av FFI ved punktet |
| 9/NIVAA | Liten bekk | 5 | Ut av feltet. Mottar avrenning fra punkt 8 og 10 som drenerer bane 6, 5, 5a, 7 og 7a hvor det benyttes håndvåpen, øvingsystemer for panservern og øvingsgranat gevær. Mottar også avrenning fra gammel bane 4 hvor det er brukt selvanvisere. | |
| 10 | Liten bekk | 0,3 | Mottar avrenning fra bane 7 og 7a hvor det benyttes håndvåpen og panserverngranat (M72) | |
| 11/NIVA3 | Ofte uttørket bekk | 20 | Mottar avrenning fra målområdene til bane 8 og 9hd hvor det benyttes 84 mm panservern av alle typer (øving, røyk, panser og spreng) | Antagelig kun vann i bekken ved regnvær. Vannprøve tatt i kulp ved utløp |
| 12 | Liten bekk. Utløp av Storvatnet | 2 | Ut av feltet. Ved munningen til Storvatnet som mottar avrenning fra bane 8, 9hd og 9od hvor det benyttes 84 mm panservern av alle typer (øving, røyk, panser og spreng) | |
| 13 | Liten skogsbekk | 1 | Ut av feltet. Mottar avrenning fra myrlendt område hvor det ikke har vært skutt siden ~1985, det kan finnes rester av gammel kjent/ukjent aktivitet av type panservern (57 mm) og håndvåpen | |

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

2. Material og metode

Vannprøvetaking

Tungmetallavrenningen fra Steinsjøen har blitt overvåket siden 1991, opprinnelig i fire prøvepunkt (Rognerud mfl 2006). Tre av disse er videreført i 2011 (8/NIVA1, 9/NIVAA og 11/NIVA3). Sweco overtok prøvetakingen av skytefeltet i 2006 (Mørch mfl 2009b). I 2007 ble referansepunktet 6RefB anlagt (fig 1). I 2011 har fra prøvepunktene som Sweco prøvetok blitt videreført (tab 1). Vannprøver ble tatt ut 14. juli og 19. oktober.

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

Det har blitt gjennomført to prøverunder i 2011. 14. juli var det pent og klart vær. Måneden før var preget av skiftende vær, med pent vær uken før prøvetaking. Lufttemperaturen var 14 °C. Vannføringen var normal ved alle prøvepunktene, med unntak ved pkt. 1, 10, 11/NIVA3 og 13, der vannføringen var lavere. 19. oktober var det klart vær ved prøvetaking. Måneden før var preget av vekslende værtype, med pent vær og kun en dag med nedbør uken før prøvetaking. Lufttemperaturen var 3 °C. Vannføringen var fra normal til høy ved prøvepunktene.

Støtteparametere

Ledningsevnen er lav og lå mellom 1,4 - 3,4 mS/m. Konsentrasjonen av kalsium er relativt lav i området og lå mellom 1 - 7 mg/l. pH varierte en del i feltet og lå mellom 4,9 - 7,1 (målt < 5,5 ved pkt 10, 11 og 13). Konsentrasjonen av TOC er moderat til høy i området og lå mellom 3,2 - 16 mg/l. Konsentrasjonen av jern var lav og lå i hovedsak under 1 mg/l, og kun ved pkt 8 og 13 ble det målt noe høyere (< 2 mg Fe/l).

Sink og antimon

Konsentrasjoner av sink var som tidligere relativt lav ved alle prøvepunktene (tilstandsklasse I - III) og som tidligere høyest ved pkt 8/NIVA1, 10 og 11 (21 - 30 µg/l). Konsentrasjonen av antimon ved de fleste prøvepunktene var som tidligere lavere enn grensen på 5 µg/l for drikkevann, ihht Drikkevannforskriften (Helse- og omsorgsdepartementet 2004). I 2011 var det kun i høstprøven ved 8/NIVA1 at antimonkonsentrasjonen lå over 5 µg/l (7,8 µg Sb/l). 8/NIVA1 drenerer bane 6, 5 og 5a (jfr tab 1). Det er ingen tilsynelatende trender i utviklingen av konsentrasjoner for sink eller antimon i feltet, og nivået har vært stabilt siden 2006 (jfr fig 4).

Referansepunkt

Ved referansepunktet 6RefB, plassert vest for skytefeltgrensen (fig 1), var konsentrasjonen av kobber og bly lave i 2011 og under deteksjonsgrensen for analysene (hhv $< 1 \mu\text{g Cu/l}$ og $< 0,5 \mu\text{g Pb/l}$). Dette er på nivå med slik det har vært siden prøvepunktet ble anlagt i 2008 (jfr fig 2 - 3).

Prøvepunkt som drenerer internt i feltet

Ved prøvepunkter internt i feltet (pkt 2, 7, 8/NIVA1, 10 og 11/NIVA3), er det med unntak for høstprøven ved pkt 7 ($3,7 \mu\text{g/l}$), høye konsentrasjoner av kobber der samtlige ligger i tilstandsklasse V ($> 6 \mu\text{g/l}$). Det er ingen klare trender til økning, men konsentrasjonen av kobber var høy i 2011 ved pkt 8/NIVA1, 10 og 11/NIVA3 ifht de siste årene (jfr fig 2 - 3). Konsentrasjonen av bly er tilsvarende høy ved pkt 2, 8/NIVA1 og 11/NIVA3, men noe lavere ved pkt 7 ($1,2 - 3,4 \mu\text{g Pb/l}$; tilstandsklasse II - IV) og ved pkt 10 ($1,8 - 3,6 \mu\text{g Pb/l}$; tilstandsklasse III - IV). For Berggrunnen i deler av Steinsjøfeltet inneholder en del sulfidmineraler som ved forvitring kan gi lav pH (Mørch mfl 2009), og ble i 2011 målt til $< 5,5$ ved pkt 10 og 11/NIVA3. Lav pH kan føre til økt korrosjon av prosjektiler og gi en økt løselighet og utlekking av tungmetaller som komplekser (jfr Rognerud mfl 2006). pH er derimot høyere ved pkt 2, 7 og 8/NIVA1 ($6,1 - 7,1$ i 2011). Ved pkt 10 er avrenningen beskjeden ($0,3 \text{ l/s}$), mens den er størst ved pkt 8/NIVA1 og 11/NIVA3, begge med 20 l/s som årsmiddel (jfr tab 1). Det er en generell tendens til høyere konsentrasjoner av kobber og bly ved prøvepunktene i høstprøvene, som ble prøvetatt med noe høyere vannføring i feltet.

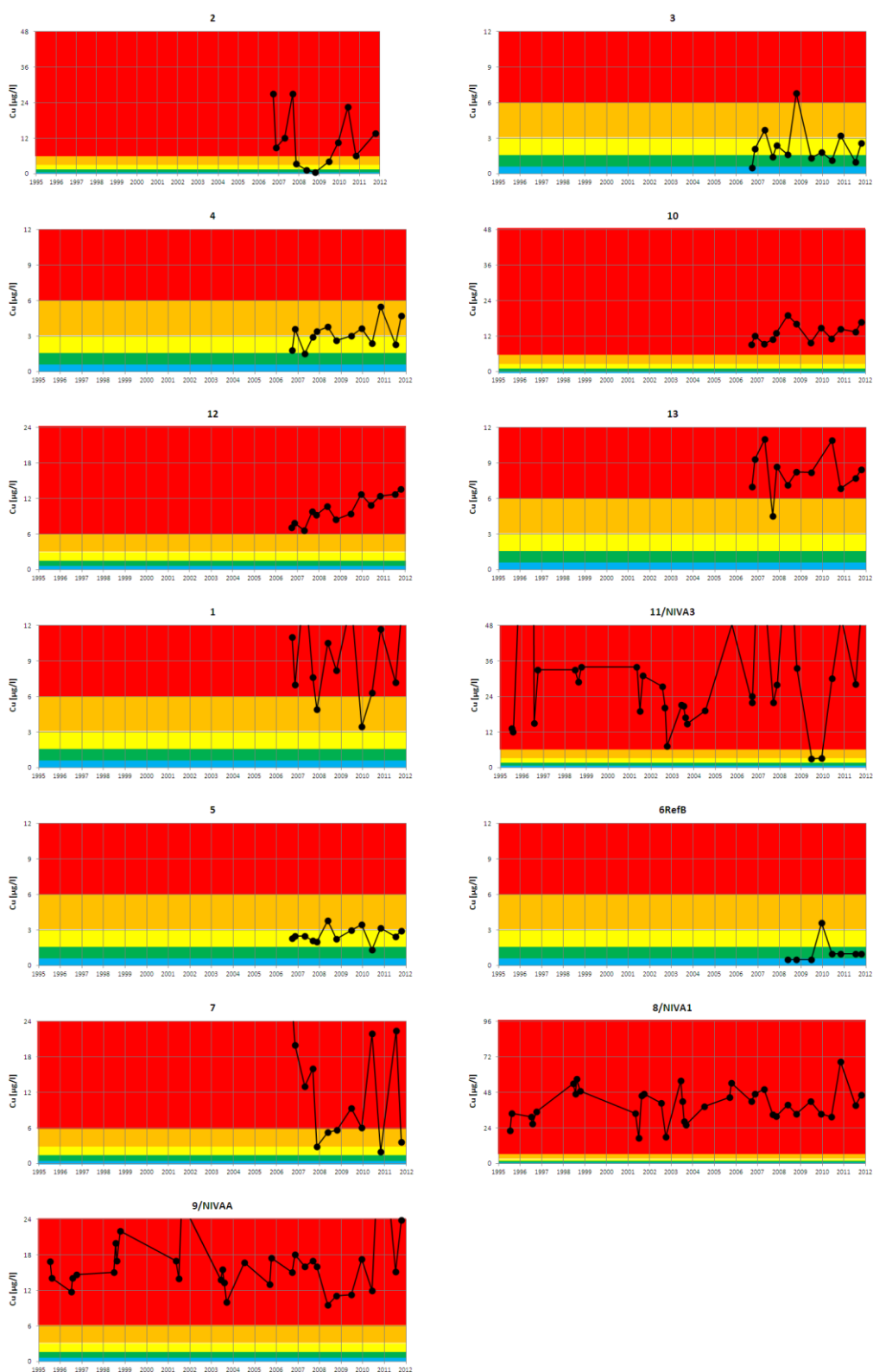
Prøvepunkt som drenerer ut av skytefeltet

I bekker som drenerer ut av Steinsjøfeltet (pkt 1, 3, 4, 5, 9/NIVAA, 12 og 13) var det i 2011 høy konsentrasjonen av kobber ved pkt 1, 9/NIVAA, 12 og 13 (tilstandsklasse V; jfr fig 2). Ved pkt 9/NIVAA var også blykonsentrasjonen høy ($3,7 - 8,6 \mu\text{g Pb/l}$; tilstandsklasse IV - V). Pkt 9/NIVAA ligger i en liten bekk med 5 l/s som årsmiddel (jfr tab 1), og mottar vann fra gammel bane 4, samt fra utløpet til Brenntjernet (som mottar avrenning hovedsakelig fra pkt 8/NIVA1, men også noe

fra pkt 10). Ved pkt 9/NIVAA er konsentrasjoner av kobber og bly lavere enn hva som måles i innløpsbekken (8/NIVA1) til Brenntjernet (fig 1 - 3), som indikerer at tjernet til en viss grad er en sedimentasjonsfelle for metaller fra Larsmyrdalen (fig 1). Pkt 9/NIVAA drenerer til et lite bekkesystem utenfor skytefeltgrensen med en potensielt liten grad av fortynning. Ved pkt 3, 4 og 5 er årsmiddel hhv 72, 50 og 23 l/s (jfr tab 1). Avrenningen via pkt 3, 4 og 5 blir trolig betydelig fortynnet i vannet oppstrøms Steinsjøen (jfr fig 1). Bekken ved pkt 1 er relativt liten (4 l/s i årsmiddel), og det er usikkert hvordan dette vil påvirke strekningen nedstrøms mot Steinsjøen mht fortynning. Ved pkt 12 og 13 er vannføringen liten (hhv 2 og 1 l/s i årsmiddel), men problemstillingen er noe av den samme som ved pkt 1, med høye kobberkonsentrasjoner, samt potensiell liten grad av fortynning over en bekkeavstand på 1 - 2 km utenfor skytefeltgrensen (fig 1). Det har vært en klar tendens til økt kobberkonsentrasjon ved pkt 12 i perioden 2006 - 2011 (jfr fig 2).

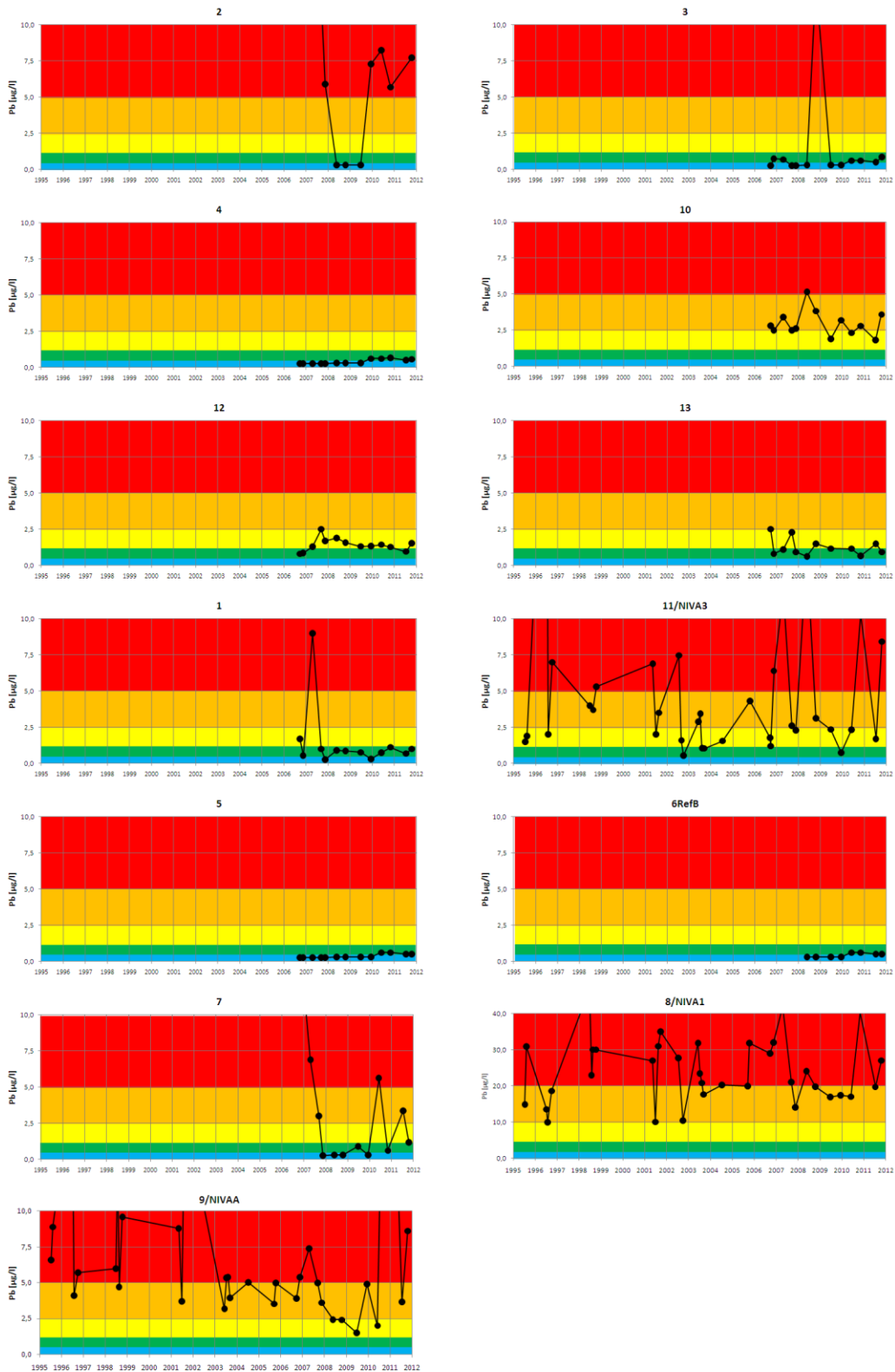
Forsvarsbygg og FFI har testet ulike tiltak nedstrøms pkt 8/NIVA1. Sommeren 1996 ble det bygd en kalksperre (i praksis et pH-filter) som ideelt skal redusere utlekking av metaller fra nederste feltskytebanen i Larsmyrdalen. Dette gav ikke de ønskede effektene, og våren 1999 ble også nærstridsområdet kalket med granulat. Naturlig organisk materiale (inkl for eksempel humusforbindelser) kan effektivt kompleksbinde en del tungmetaller (Reuter & Perdue 1977). Kalking av nedbørfelt med høye konsentrasjoner av organisk materiale i jord og sedimenter kan derfor muligens være et problematisk tiltak når det gjelder immobilisering av tungmetaller. Tungmetaller har ofte lavere løselighet ved høyere pH, men samtidig har løst organisk materiale som regel en høyere løselighet ved høyere pH (for eksempel Haaland m.fl. 2010). Dersom analyser av tungmetaller i vann foregår på ufiltrerte vannprøver, kan det bli vanskelig å trekke klare konklusjoner mht effekten av pH-regulerende tiltak i organisk rike nedbørfelt.

Kobber



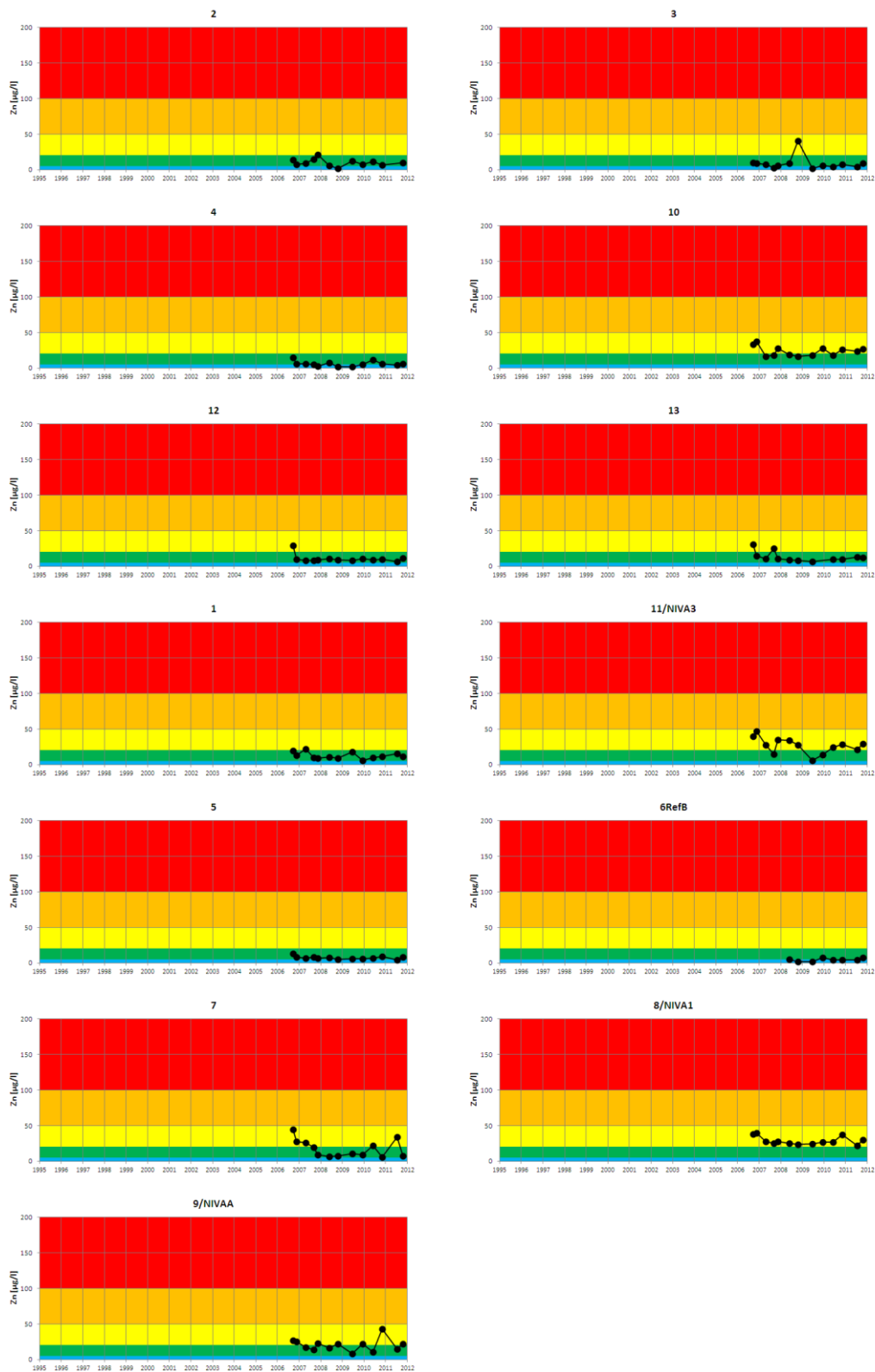
Figur 2. Analyseresultater for kobber i perioden 1995 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997). Skalaen på y-aksen er ikke lik for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

Bly



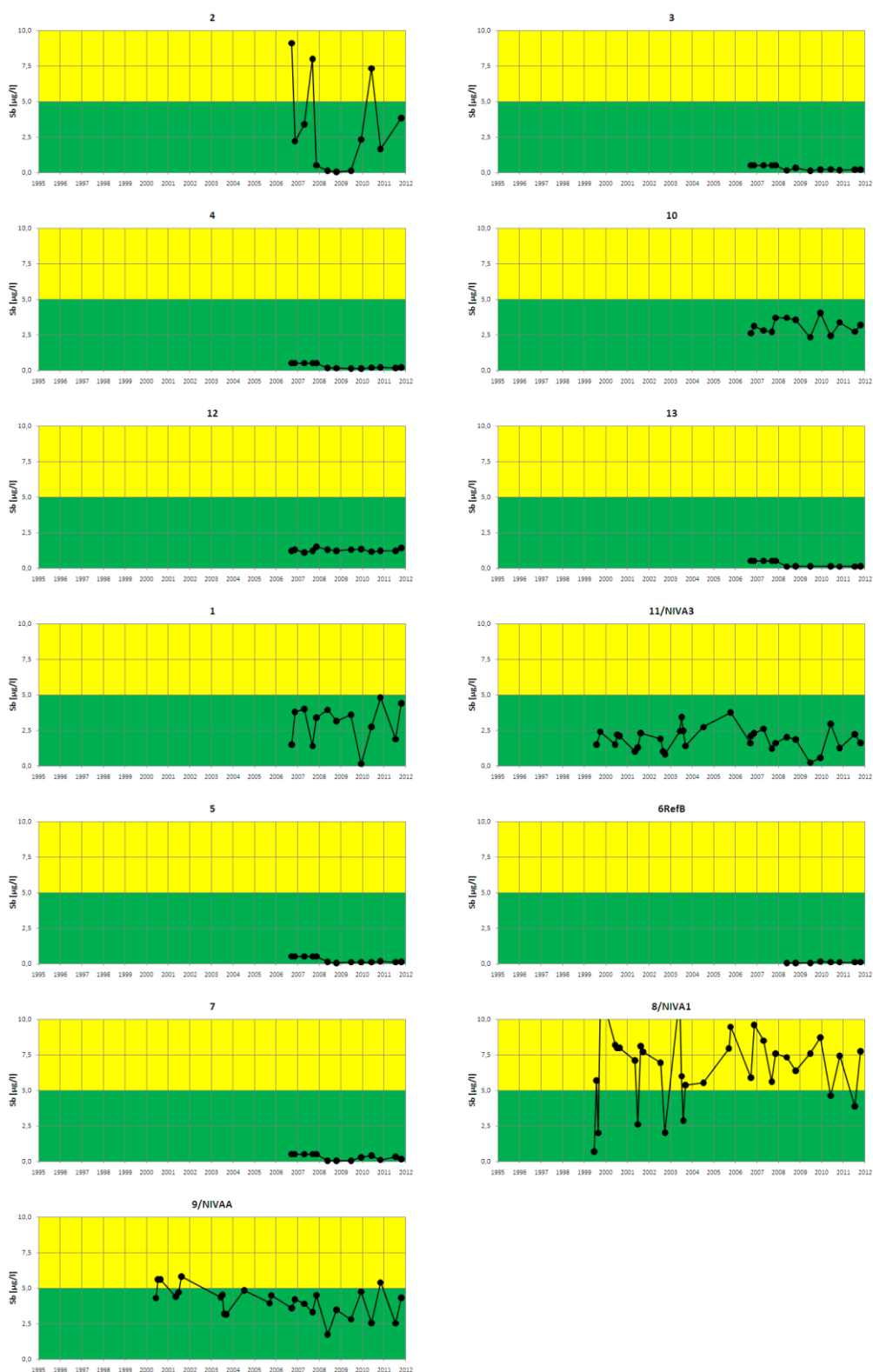
Figur 3. Analyseresultater for bly i perioden 1995 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under dekteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997).

Sink



Figur 4. Analyseresultater for sink i perioden 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 1999 - 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 ble i 2011 målt høye konsentrasjoner av kobber (tilstandsklasse V) ved pkt 2, 7, 8/NIVA1, 10 og 11/NIVA3. Det ble også målt høye konsentrasjoner av bly (tilstandsklasse V) ved pkt 2, 8/NIVA1 og 11/NIVA3. Av bekkene som drenerer ut av Steinsjøfeltet, er vannkvaliteten som tidligere i tilstandsklasse V for kobber og IV - V for bly ved punkt 9/NIVAA. Hovedsakelig skyldes dette trolig avrenningen fra bane 5, 5a og 6, som drenerer til pkt 8/NIVA1. Resipientkapasitet og tilstand av Brenntjernet er også viktig i denne sammenhengen.

Det kan vurderes å anlegge et nytt prøvepunkt nedstrøms Brenntjernet, men oppstrøms pkt 9/NIVAA. Tilsvarende er det usikkerhet knyttet til effekten av avrenningen fra feltet via pkt 1, 12 og 13. Det kan derfor vurderes å anlegge et nytt punkt nær innløpet til Steinsjøen mht avrenning fra pkt 1 (inkl pkt 3, 4 og 5), samt et punkt nedstrøms pkt 12 og 13 ved innløp til innsjø (jfr fig 1). Det er en tendens til høyere konsentrasjoner av kobber og bly ved prøvepunktene ved høyere vannføring, og det anbefales derfor å ta inn måling av turbiditet i analyseprogrammet, 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.

Haaland, S., Riise, G., Hongve, D., Laudon, H. & Vogt, R.D. 2010. Quantifying the drivers of increasing colored organic matter in boreal surface waters. *Environmental Science and Technology* 44(8):2975-80.

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. & Været, L. 2009. Avrenning fra Forsvarets skyte- og øvingsfelt, Overvåking av vannforurensing, Program Tungmetallovervåking 1991-2008. Sweco/forsvarsbygg-rapport 152030. 116 s.

Reuter, J.H. & Perdue, E.M. 1977. Importance of heavy metal-organic matter interactions in natural waters. *GCA*. 41(2): 325-334.

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

Vedlegg 1 - MO Oslofjord

| 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 |
| Oslofjord | Heistadmoen | 11 | 15.06.2011 | 3,58 | <0,5 | 6,86 | 0,94 | 6,22 | 7,19 | 7,28 | 3,84 | 0,17 |
| Oslofjord | Heistadmoen | 12 | 15.06.2011 | 11,40 | 4,12 | 43,00 | 11,50 | 13,60 | 6,94 | 3,65 | 8,84 | 3,74 |
| Oslofjord | Heistadmoen | 13 | 15.06.2011 | 2,13 | <0,5 | 4,67 | 1,27 | 6,87 | 7,34 | 4,64 | 4,41 | 0,24 |
| Oslofjord | Heistadmoen | 2 / NIVA1 | 15.06.2011 | 23,30 | 30,80 | 34,90 | 11,60 | 9,80 | 6,96 | 3,24 | 9,02 | 2,56 |
| Oslofjord | Heistadmoen | 3 Ref | 15.06.2011 | 1,74 | 0,70 | 6,22 | 0,10 | 1,53 | 5,92 | 10,70 | 1,43 | 0,56 |
| Oslofjord | Heistadmoen | 4 | 15.06.2011 | 8,27 | 1,79 | 13,70 | 1,42 | 12,10 | 7,21 | 9,19 | 6,74 | 0,79 |
| Oslofjord | Heistadmoen | 6_NIVA4 | 15.06.2011 | 6,63 | 1,27 | 9,17 | 2,17 | 8,92 | 7,38 | 5,95 | 5,48 | 0,64 |
| Oslofjord | Hengsvann | 1 / NIVA2 | 17.10.2011 | 25,80 | 9,45 | 30,50 | 7,18 | 2,57 | 6,67 | 6,71 | | |
| Oslofjord | Hengsvann | 10 / NIVA1 | 17.10.2011 | 2,24 | 1,23 | 9,21 | 0,37 | 2,29 | 6,54 | 7,93 | | |
| Oslofjord | Hengsvann | 2 Ref | 17.10.2011 | <1 | 0,64 | 7,29 | <0,1 | 2,66 | 6,56 | 9,17 | | |
| Oslofjord | Hengsvann | 5 / NIVA3 | 17.10.2011 | 9,26 | 3,72 | 10,80 | 0,47 | 0,55 | 5,36 | 7,87 | | |
| Oslofjord | Hengsvann | 7 | 17.10.2011 | <1 | <0,5 | 7,05 | 0,12 | 1,50 | 6,22 | 7,31 | | |
| Oslofjord | Hengsvann | 1 / NIVA2 | 03.07.2011 | 35,80 | 20,10 | 24,80 | 10,10 | 2,37 | 6,62 | 8,87 | 2,10 | 0,60 |
| Oslofjord | Hengsvann | 10 / NIVA1 | 03.07.2011 | 2,38 | 1,51 | 8,15 | 0,39 | 1,58 | 5,96 | 8,24 | 1,28 | 0,23 |
| Oslofjord | Hengsvann | 2 Ref | 03.07.2011 | <1 | 0,54 | 5,47 | <0,1 | 1,59 | 6,10 | 9,18 | 1,23 | 0,22 |
| Oslofjord | Hengsvann | 5 / NIVA3 | 03.07.2011 | 14,10 | 5,33 | 10,50 | 0,76 | 0,45 | 4,85 | 12,40 | 1,30 | 0,51 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 1 | 19.10.2011 | 12,80 | 1,00 | 11,70 | 4,41 | 1,27 | 6,55 | 4,92 | 1,40 | 0,19 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 10 | 19.10.2011 | 16,80 | 3,59 | 26,90 | 3,19 | 1,28 | 5,45 | 13,40 | 1,50 | 0,80 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 11 / NIVA3 | 19.10.2011 | 52,90 | 8,43 | 29,30 | 1,61 | 0,92 | 5,32 | 10,10 | 1,34 | 0,32 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 12 | 19.10.2011 | 13,60 | 1,53 | 11,40 | 1,42 | 2,53 | 6,72 | 8,33 | 1,85 | 0,12 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 13 | 19.10.2011 | 8,44 | 0,92 | 12,00 | 0,13 | 1,26 | 4,85 | 16,10 | 1,88 | 0,84 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 2 | 19.10.2011 | 13,60 | 7,73 | 10,10 | 3,84 | 4,02 | 7,09 | 3,24 | 3,40 | 0,16 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 3 | 19.10.2011 | 2,58 | 0,85 | 9,46 | 0,21 | 1,80 | 6,43 | 8,08 | 1,61 | 0,62 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 4 | 19.10.2011 | 4,71 | 0,56 | 5,68 | 0,20 | 2,06 | 6,66 | 7,03 | 2,13 | 0,29 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 5 | 19.10.2011 | 2,92 | <0,5 | 8,29 | 0,13 | 1,86 | 6,61 | 6,61 | 1,89 | 0,27 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 6 RefB | 19.10.2011 | <1 | <0,5 | 7,79 | <0,1 | 1,68 | 6,50 | 9,91 | 1,46 | 0,34 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 7 | 19.10.2011 | 3,66 | 1,18 | 7,33 | 0,17 | 2,21 | 6,54 | 9,10 | 1,78 | 0,69 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 8 / NIVA1 | 19.10.2011 | 46,20 | 27,00 | 29,90 | 7,75 | 2,13 | 6,47 | 9,49 | 1,86 | 0,49 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 9 / NIVAA | 19.10.2011 | 23,90 | 8,62 | 22,40 | 4,33 | 2,27 | 6,61 | 9,90 | 1,89 | 0,77 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 1 | 14.07.2011 | 7,20 | 0,67 | 15,40 | 1,88 | 2,05 | 6,73 | 4,00 | 2,01 | 0,47 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 10 | 14.07.2011 | 13,40 | 1,81 | 23,80 | 2,72 | 1,27 | 5,72 | 11,50 | 1,40 | 0,53 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 11 / NIVA3 | 14.07.2011 | 28,20 | 1,70 | 21,60 | 2,22 | 6,80 | 7,11 | 3,50 | 5,18 | 0,11 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 12 | 14.07.2011 | 12,70 | 0,95 | 6,44 | 1,22 | 2,17 | 6,79 | 4,88 | 1,78 | 0,08 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 13 | 14.07.2011 | 7,70 | 1,49 | 13,50 | 0,11 | 2,00 | 5,18 | 14,60 | 1,87 | 1,25 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 3 | 14.07.2011 | <1 | <0,5 | <4 | 0,19 | 2,32 | 6,98 | 4,69 | 2,00 | 0,12 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 4 | 14.07.2011 | 2,30 | <0,5 | <4 | 0,16 | 2,43 | 6,89 | 3,99 | 2,10 | 0,06 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 5 | 14.07.2011 | 2,45 | <0,5 | 4,30 | 0,10 | 2,68 | 6,80 | 5,88 | 2,50 | 0,36 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 6 RefB | 14.07.2011 | <1 | <0,5 | <4 | <0,1 | 2,40 | 7,05 | 5,22 | 2,01 | 0,16 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 7 | 14.07.2011 | 22,40 | 3,37 | 34,10 | 0,32 | 2,85 | 6,14 | 15,10 | 2,19 | 0,78 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 8 / NIVA1 | 14.07.2011 | 39,30 | 19,70 | 22,00 | 3,87 | 4,87 | 6,86 | 8,77 | 3,53 | 1,54 |
| Oslofjord | Steinsjøen | 9 / NIVAA | 14.07.2011 | 15,10 | 3,67 | 14,40 | 2,52 | 2,94 | 6,95 | 6,84 | 2,28 | 0,92 |



Forsvarsbygg Utleie/ Bioforsk