

Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt
Program Tungmetallovervåkning
2011

Tittel/Title:

Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt
Program Tungmetallovervåkning 2011

MO-Østlandet

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: 330 Bioforsk rapport: 7(83) 2012	<i>ISBN-nr.(Bioforsk)</i> 978-82-17-00947-4	<i>Antall sider/Number of pages:</i> 50	<i>Antall vedlegg/Number of appendices:</i> 1

<i>Oppdragsgiver/Employer:</i> Forsvarsbygg	<i>Kontaktperson/Contact person:</i> Grete Rasmussen, Benedicte Østerhus
--	---

Stikkord:

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

Fagområde:

Vannkvalitet

Sammendrag:

SØF Lieslia: Det lekker fremdeles mye kobber ut via pkt 1 og 2 i feltet. Samtidig måles det også tilsvarende høye konsentrasjoner av kobber i referansefelt utenfor feltet (9 µg/l). Konsentrasjonen av kobber ved pkt 2 var vesentlig høyere (15 µg/l), og ligger også i en stor bekk (185 l/s som årsmiddel), slik at kobberlekkasjen fra feltet via pkt 2 er høy. Ved pkt 1 er det samtidig en tendens til økning i konsentrasjonen av bly og sink (begge i tilstandsklasse III). Det bør vurderes tiltak for å redusere utlekkingen av tungmetaller fra feltet.

Regionfelt Østlandet, Rødsmoen øvingsområde, Rena leir og flyplass: I 2011 ble det ikke målt medianverdier over deteksjonsgrensen for kobber, bly, arsen og kadmium ved Regionfelt Østlandet, samt stort sett også for krom og antimon. Det samme gjelder for sink og nikkel (med unntak for PFA-fangdam). Ved Rødsmoen øvingsområde er det kun i Ygleklettbecken det måles for høye konsentrasjoner av et tungmetall (kobber) mht krav i utslippstillatelsen (LBRL). Vannkvaliteten, i forhold til Regionfelt Østlandet, har en generelt høyere pH, høyere konsentrasjoner av kalsium, lavere konsentrasjon av organisk materiale (målt som mg TOC/l) og lavere konsentrasjon av labilt aluminium. Det anbefales her å vurdere tiltak for å redusere utlekking av kobber fra bane F, oppstrøms FV2 (RØ39), da dette er kilde til overskridelsen av kobber i Ygleklettbecken (RØ24) i Rødsmoen øvingsområde. Lave medianverdier for kobber og bly i 2011, samt konsentrasjoner av sink, arsen, kadmium, krom og nikkel, tyder på at det ikke var tungmetallforurensninger i hovedresipientene Slemma, Søre Osa, Rena Elv og Glomma. Referansepunktet i Glomma har tidvis enkelte høye konsentrasjoner av tungmetaller som ikke finnes igjen nedstrøms i elva, og kvaliteten på dette punktet som referansestasjon bør vurderes på nytt. Det bør vurderes å installere kontinuerlig logging av strategiske støtteparametere (pH, ledningsevne, turbiditet, med mer), for de overvåkede metallene i de større bekkene som drenerer ut av feltet til hovedresipienter (Slemma, Søre Osa, Rena Elv og Glomma). Ved forrige bunndyr undersøkelse i 2008/2009 ble det samlet inn fem prøver fra hver stasjon. I 2011 ble det samlet inn tre prøver, som er metodikk anbefalt i Vanndirektivet. Dette slo spesielt ut på Sahnnon-Wiener diversitetsindeks, da færre arter ble funnet i 2011. Ellers ble det ikke påvist forskjeller mot tidligere år. For fisk er resultatene tilsvarende ved tidligere undersøkelser. Vekst, alders sammensetning og rekruttering varierer naturlig fra år til år, og funnene er heller ikke her større enn den naturlige variasjonen man kan forvente.

SØF Terningmoen: Det er en tendens til økt utlekking av kobber ved pkt 35 (tilstandsklasse V; drenerer bane 31 og 32), samt en tendens til økt utlekking av bly (tilstandsklasse IV - V) og antimon ved pkt 24 (drenerer feltskytebane 38 og nærstridsløype 37 ved Klotjern, samt kortholdsbane og feltskytebaner ved Midtli). Ved pkt 22/NIVAT2, som mottar avrenning fra hele feltet, var konsentrasjonen av kobber og bly lave i 2011, og på nivå eller kun lett forhøyet i forhold til det som blir målt ved referansepunktene i feltet (1Ref og 34Ref).

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-Østlandet

Lieslia	9
Regionfelt Østlandet.....	20
Terningmoen.....	38
Vedlegg 1 - MO Østlandet	51

Lieslia

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
Referansepunktene.....	15
Prøvepunkt som drenerer ut av skytefeltet	15
4. Konklusjon og anbefalinger.....	18
Referanser	19
Vedlegg 1 - MO Østlandet.....	51

1. Innledning

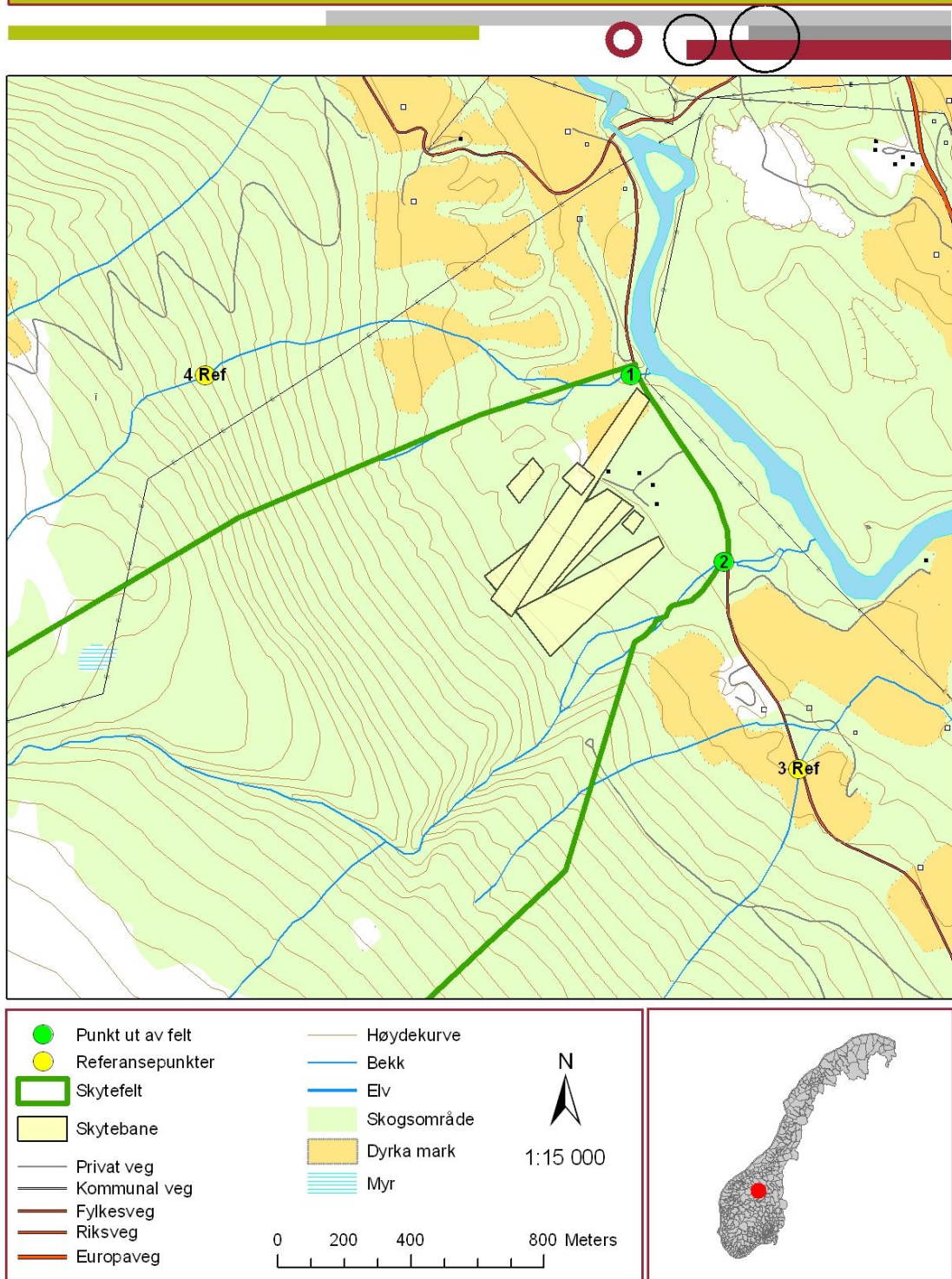
Områdebeskrivelse

Lieslia skytefelt dekker et areal på om lag 0,8 km². Feltet ligger i Dovre kommune i Oppland fylke. Utenfor skytebanene består området hovedsakelig av skog og fjell, og det er få bekker innefor skytefeltet. Berggrunnen består hovedsaklig av kvartsitt og kvartsglimmerskifer, med fyllitt og glimmerskifer i nord, i vest finnes også mindre områder med amfibolitt. Det meste av feltet er dekket av morene, mens det er breelavsetninger nærmest Lågen (etter Mørch mfl 2009).

Aktivitet i feltet

Feltet har vært i kontinuerlig bruk inntil i dag siden det ble tatt i bruk i 1985. Heimvernet er hovedbrukeren og bruker feltet i om lag 40 dager i året. Feltet er et nærøvingsfelt og består av 7 baner. Det skytes i hovedsak med lette håndvåpen med kaliber 7,62 mm og 9 mm. Feltet har noe skyting med 12,7 mm, samt med 48 mm rekykkanon 1 - 2 ganger i året. I 2005 gikk man over til å bruke blyfri ammunisjon i feltet. Skyteretningen er inn mot en skogledd åsrygg (etter Mørch mfl 2009).

Lieslia skytefelt



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Lieslia i 2011.

Tabell 1. Oversikt over prøvepunkter på Lieslia. Etter Breyholtz mfl 2010 og Mørch mfl 2009.

Prøvepunkt (id)	Beskrivelse	Dreneringsområde	Avrenning, årsmiddel (l/s)	Kommentar
1	Liten bekk	Nordlige del av skytefeltet, kortholdsbane for kaliber 9 mm eller mindre og noe av skarp-skytterbane med kaliber 12,7 mm	26	
2	Stor bekk	Sydlig del av skytefeltet, felt-skytebane og PV bane. Tillatte våpen er 12.7 mm og lette våpen med kaliber 7,62 mm og 9 mm	185	
3Ref	Liten bekk	Bekk sør for feltet	12	
4Ref	Liten bekk	Oppstrøms pkt 1, nord for feltet		Anlagt i 2011

2. Material og metode

Vannprøvetaking

I 2011 ble det tatt ut vannprøver ved pkt 1 og 2, som drenerer hhv nordlige og sørlige del av skytefeltet. I tillegg ble det tatt ut prøver ved to referansepunkter; 4Ref plassert nord for feltet oppstrøms pkt 1, samt ved 3Ref, plassert i en bekk sør for feltet. Det ble i 2011 kun tatt ut vannprøver om våren. Feltet ble sist prøvetatt i 2007 og 2008 av Sweco (Mørch mfl 2009).

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.

Støtteparametere

Ledningsevnen var relativt lav og lå mellom 4 - 9 mS/m. Konsentrasjonen av kalsium var moderat høy i feltet (6 - 15 mg/l). pH var moderat høy og lå mellom 7,3 - 7,5. Konsentrasjonen av TOC var relativt lav og lå mellom 4 - 6 mg/l. Konsentrasjonen av jern moderat høy ved pkt1 (12,3 mg/l), samt 4 mg/l ved 3Ref. Ellers var konsentrasjonen av jern < 1 mg/l.

Sink og antimon

Med unntak for pkt 1, som drenerer den nordlige delen av skytefeltet (jfr fig 1; tab 1), er konsentrasjonen av sink lave og under deteksjonsgrensen for analysen (< 4 µg/l; jfr fig 4 - 5). Dette er som ved tidligere målinger. Ved pkt 1 var konsentrasjonen av sink 23 µg/l (tilstandsklasse III), som er høyere enn hva som tidligere har blitt målt ved prøvepunktet (jfr fig 4). Konsentrasjonen av antimon er som tidligere lavere enn deteksjonsgrensen (< 0,1 µg/l) ved alle prøvepunkt (jfr fig 5).

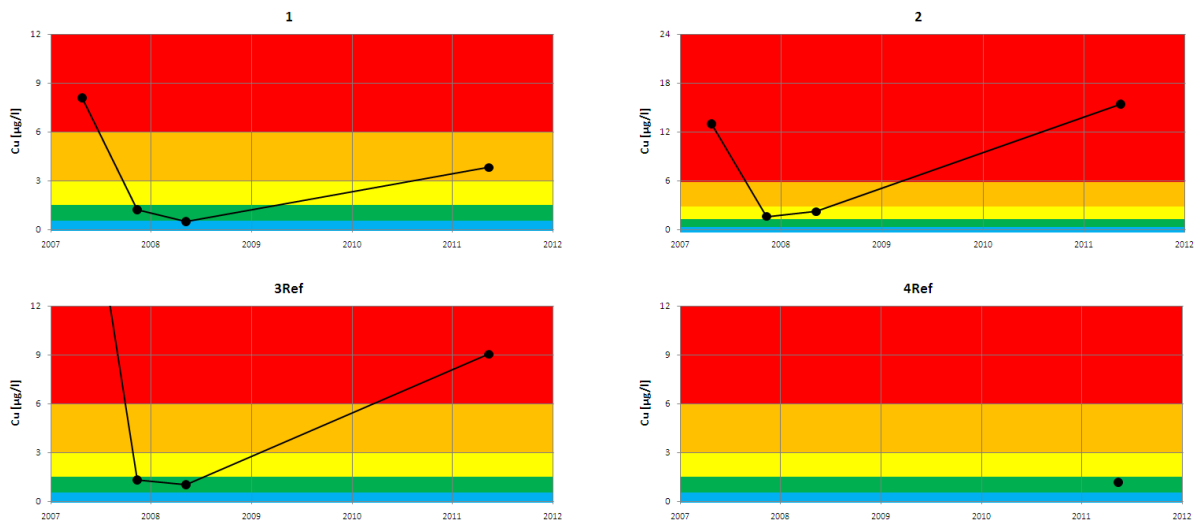
Referansepunktene

Ved 4Ref, første gang prøvetatt i 2011 og plassert nord for feltet oppstrøms pkt 1, var konsentrasjonen av kobber og bly nær eller lavere enn deteksjonsgrensen for analysene (1,2 µg Cu/l og < 0,5 µg Pb/l; fig 2 - 3). Ved 3Ref, plassert i en bekk sør for feltet, ble det som for våren 2007 målt høy konsentrasjon av kobber (9 µg/l; tilstandsklasse V; fig 2). Konsentrasjonen av bly ved 3Ref var som tidligere lav (0,8 µg/l; tilstandsklasse II; fig 3).

Prøvepunkt som drenerer ut av skytefeltet

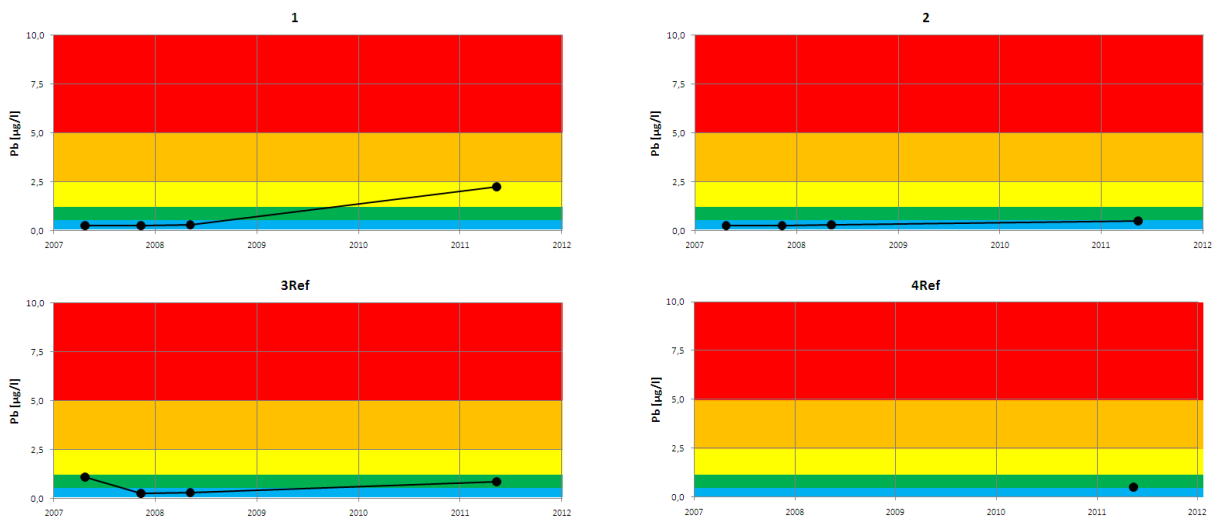
Konsentrasjonen av kobber ved pkt 1 og 2, som drenerer hhv nordlige og sørlige del av skytefeltet, var høy i 2011, hhv 15 µg/l (tilstandsklasse V) og 3,8 µg/l (tilstandsklasse IV). Dette er på nivå med hva som ble målt våren 2007 (fig 2). Konsentrasjonen av bly var noe forhøyet ved pkt 1 (2,3 µg/l; tilstandsklasse III), noe som er en økning ifht tidligere målinger. Ved pkt 2 er konsentrasjonen av bly fremdeles lav og under deteksjonsgrensen for analysen (< 0,5 µg/l; fig 3).

Kobber



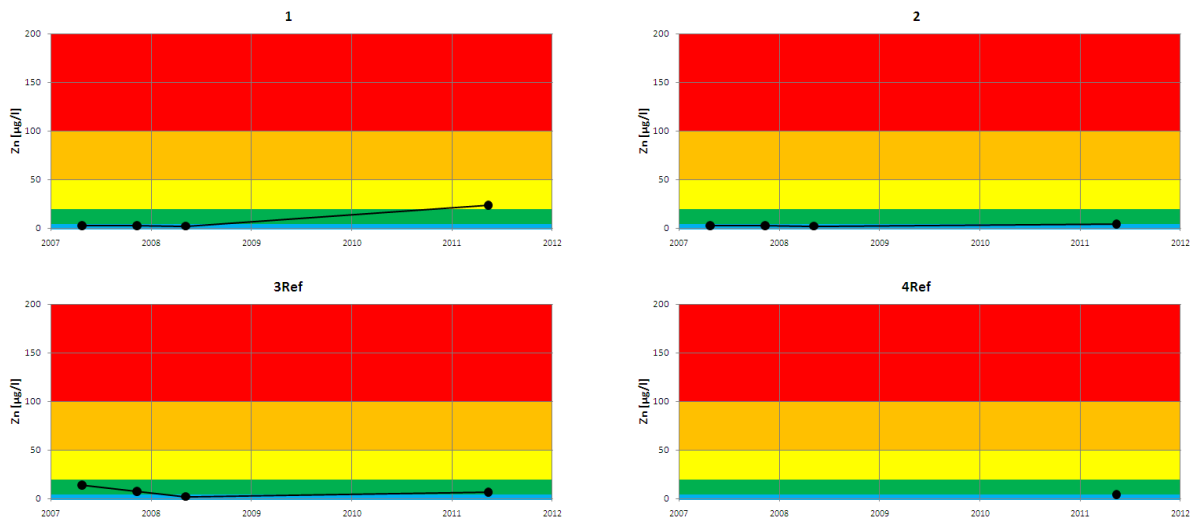
Figur 2. Analyseresultater for kobber i perioden 2007 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997). Skalaen på y-aksen er ikke lik for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

Bly



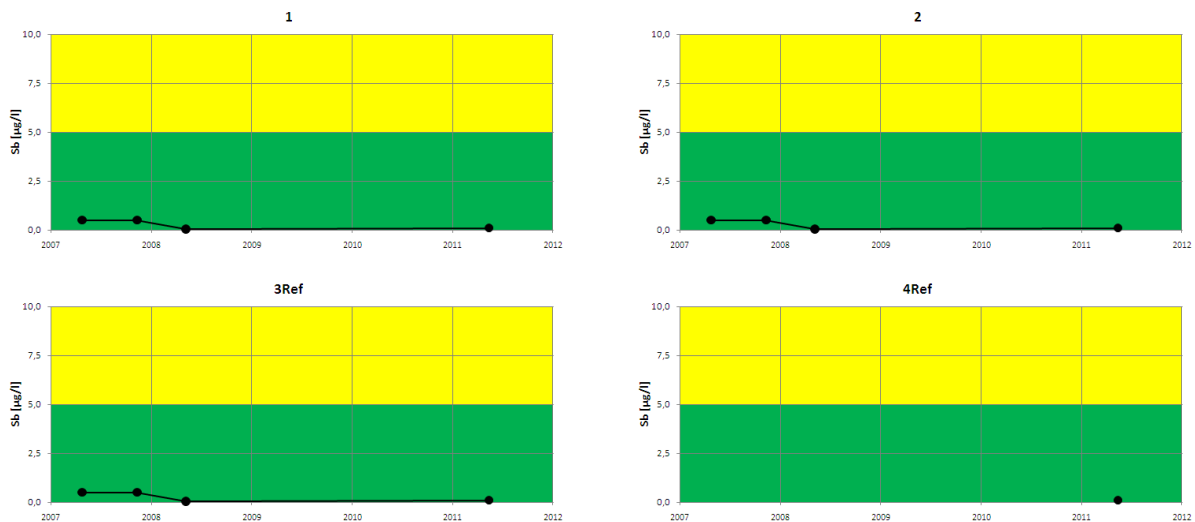
Figur 3. Analyseresultater for bly i perioden 2007 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997).

Sink



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

Antimon



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

4. Konklusjon og anbefalinger

Det lekker fremdeles mye kobber ut via pkt 1 og 2 i feltet. Samtidig måles det også tilsvarende høye konsentrasjoner av kobber i referansefelt utenfor feltet (9 µg/l). Konsentrasjonen av kobber ved pkt 2 var vesentlig høyere (15 µg/l), og ligger også i en stor bekk (185 l/s som årsmiddel), slik at kobberlekkasjen fra feltet via pkt 2 er høy. Ved pkt 1 er det samtidig en tendens til økning i konsentrasjonen av bly og sink (begge i tilstandsklasse III). Det bør vurderes tiltak for å redusere utlekkingen av tungmetaller fra feltet. Det kan også vurderes å måle turbiditet, for å kunne vurdere evt sammenhenger mellom erosjon og utlekking av tungmetaller.

Referanser

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

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.

Regionfelt Østlandet

1. Innledning.....	21
Områdebeskrivelse	23
2. Material og metode.....	26
Vannprøvetaking.....	26
Vannstand.....	26
Analyser	26
Beregning av middelerdi	27
Grenseverdier	27
Resultat	27
Biologi	32
3. Konklusjon	35
Referanser	36
Vedlegg 1 - MO Østlandet.....	51

1. Innledning

Utslippstillatelse fra Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) for Regionfelt Østlandet, Rødsmoen øvingsområde og Rena leir, inneholder et generelt vilkår om reduksjon av miljøulemper, avbøtende tiltak og beredskap (Klif 2011). Forsvarsbygg har plikt til å redusere utslipp, samt ha oversikt over risiko ved anleggsvirksomhet og militær aktivitet.

For vassdrag som avvanner målområdene og drenerer ut av feltene, er det satt grenseverdier for en rekke metaller (Klif 2011). For hovedvassdrag det videre dreneres til (Søndre Osa, Slemma, Rena Elv og Glomma), er det pålagt Forsvarsbygg å opprettholde referansetilstand sett opp mot etablerte referansestasjoner i feltet (Klif 2011).

I denne rapporten diskuteres resultater fra overvåking av vannkvalitet og biologi i 2011, ved Regionfelt Østlandet og Rødsmoen øvingsområde (inkl Rena leir og flyplass). Prosjektet ble avtalt i avrop i rammeavtale (kontraktnummer 200901446/200901450). I tab 1 er det en oppsummering og oversikt over overvåkingen i 2011.

Det er gitt ut en egen og mer detaljert rapport for Regionfelt Østlandet:
Regionfelt Østlandet, Rødsmoen øvingsområde, Rena leir og flyplass - Tungmetall-
overvåking 2011
Bioforsk rapport: 7(41) 2012.

Et utdrag fra denne rapporten presenteres i dette kapittelet.

Tabell 1. Oversikt over vannkvalitet i vannforekomster (dammer, bekker og elver) ved Regionfelt Østlandet og Rødsmoen øvingsområde (grå markørfarge), inkl hovedresipienter i 2011.

Vannforekomst	Vannkvalitet	Kommentar	Anbefaling til FB
Ingen krav, men her vurdert opp mot LBRL (dam og bekker i feltet):			
Deisjøbekken	OK	Høye målte konsentrasjoner av labilt aluminium henger sammen med naturlige prosesser i feltet. Finner ikke igjen høye nikkelkonsentrasjoner målt ved PFA-fangdam, nedstrøms i bekken ved Knubba.	Fortsett overvåkning.
Vestre Æra II	OK		
Vestre Æra III	Labilt aluminium		
Østre Æra II	Labilt aluminium		
Deia II	Labilt aluminium		
Østseterbekken	Labilt aluminium		
Vesterengbekken	Labilt aluminium		
Trøbekken	Labilt aluminium		
PFA-fangdam	Labilt aluminium, nikkel		
Ygla før flyplass	OK		
Kildebekken	OK		
Krav til LBRL (bekker ut av feltet):			
Dønna	OK	Høye målte konsentrasjoner av labilt aluminium henger sammen med naturlige prosesser i feltet. Den største kilden til kobber ved Ygleklett-bekken er sannsynligvis bane F, men det kan og være noe utlekking av kobber fra bane B1.	Fortsett overvåkning.
Vestre Æra I	OK		Vurder å logge støtteparametere kontinuerlig i felt; vannføring, pH, organisk materiale, suspendert stoff, med mer.
Østre Æra I	Labilt aluminium		
Deia I	OK		
Svartbekken	Labilt aluminium		
Knubba	Labilt aluminium		
Yggla ved flyplass	Labilt aluminium		Vurder tiltak for Ygleklett-bekken, mht utlekking av kobber fra bane F og B1.
Stormobekken	Labilt aluminium		
Ygleklett-bekken	Kobber		
Krav til referansetilstand (hovedresipienter):			
Rena Elv	OK	Lik eller lavere konsentrasjoner i feltene nedstrøms skytefelt enn i referansen. Litt høye konsentrasjoner ved referansestasjonen i Glomma?	Fortsett overvåkning. Vurder kvaliteten på referansepunktet i Glomma (RØ29).
Slemma	OK		
Søre (Søndre) Osa	OK		
Glomma	OK		

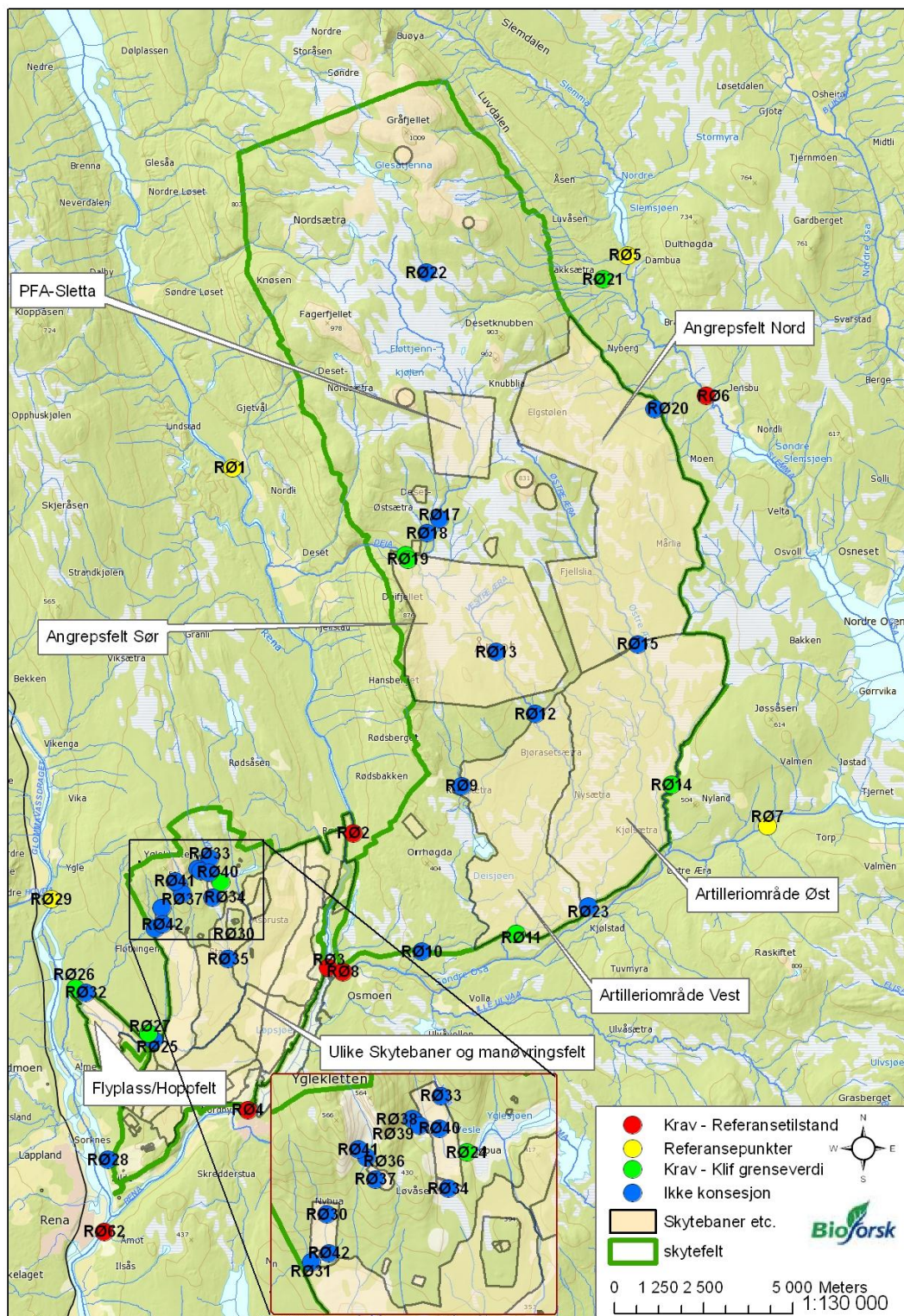
Områdebeskrivelse

Regionfelt Østlandet

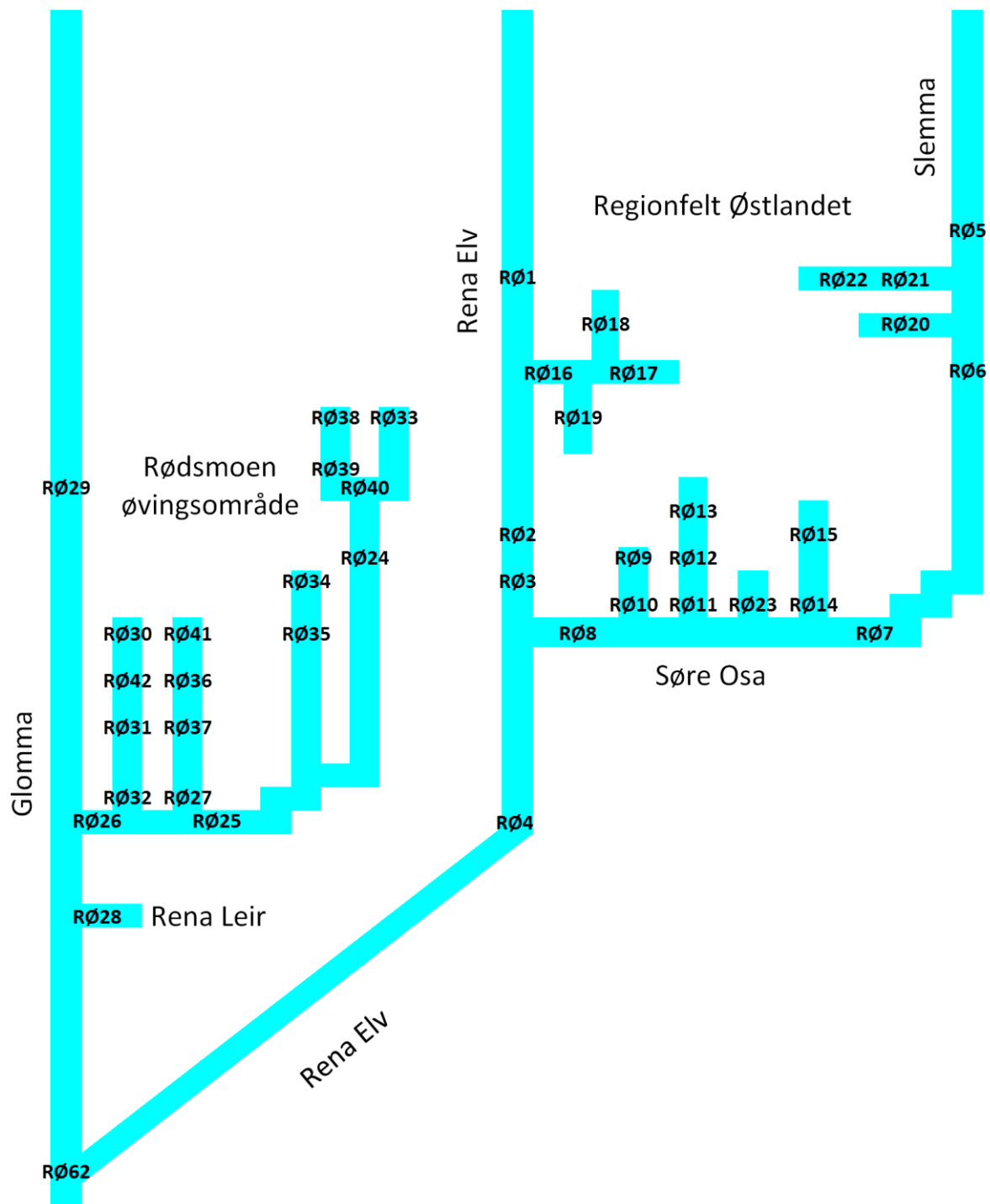
Dette feltet er om lag 194 km² og ligger i området Gråfjellet i Åmotd kommune i Hedemark Fylke. Utbyggingen av feltet startet i 2005 og deler av feltet ble tatt i bruk i 2006. Utbyggingen er per i dag i hovedsak ferdig. Regionfeltet består i hovedsak av angrepsfelt sør (AFS), Angrepsfelt nord (AFN), prøve og forsøksanlegg (PFA-sletta), administrasjonsområde og veinett. I tillegg er det to artilleriområder i sør, samt kontaktdrillbane og sprengningsfelt nord i feltet (fig 1). Regionfelt Østlandet ligger i første rekke i et skogsområde, men med et betydelig innslag av myrer, samt noe fjell i dagen. I nord er det harde bergarter, mens det i sør er innslag av skifer og tykkere løsmasseavsetninger. Det er få innsjøer og feltet domineres av små og mellomstore bekker, som drenerer til hovedvassdragene Slemma (RØ5-6), Søre (Søndre) Osa (RØ7-8) og Rena Elv (RØ1-4). Slemma mottar avrenning fra aktiviteten nord i feltet som dreneres via Knubba (RØ21). Avrenning fra Angrepsfelt Sør drenerer via Vestre Æra (RØ12-13), mens Angrepsfelt nord dreneres via Østre Æra (RØ15) til Søre Osa, Videre fanges avrenning fra resten av aktiviteten sør i feltet opp av Deisjøbekken (RØ10), Trøbekken (RØ23) og Østre Æra til Søre Osa. Rena Elv mottar avrenning bland annet fra Angrepsfelt sør og PFA-sletta som drenerer via Deia (RØ16-17) (samt fra Søre Osa, se over). Etter Haarstad (2010); Rognerud mfl 2006.

Rødsmoen øvingsområde, inkl. Rena Leir og flyplass

Rena Leir ble etablert i 1994, Rødsmoen øvingsområde i 1996. Rødsmoen øvingsområde er om lag 40 km² og er et nærøvingsfelt bestående av basis- og feltskytebaner for hånd- og avdelingsvåpen (fig 1). Det finnes også en håndgranatbane og en test/innskytningsbane for stridsvogner. I Rena Leir er det etablert fire skytebaner (fig 1). Berggrunnen i området består av sandstein, kvartsitt og konglomerater, men også innslag av skifer og kalkstein. Det er stor variasjon i karakter og mektighet på løsmassene. Rødsmoen øvingsområde dreneres i hovedsak av Ygla (RØ26) og direkte i Glomma (RØ29 og RØ62), men helt i øst og sør renner bekkene til Løpsjøen/Rena Elv og videre til Glomma. Rena Leir dreneres av Kildebekken (RØ28) og videre til Glomma. Etter Haarstad (2010); Rognerud mfl 2006.



Figur 1. Kart over prøvepunkt. Prøvepunktet RØ62 er anlagt i år.



Figur 2. Flytskjema for dreneringsmønster mellom prøvepunktene i Regionfelt Østlandet, Rødsmoen øvingsområde og Rena Leir.

2. Material og metode

Vannprøvetaking

I 2011 ble det tatt ut vannprøver fra 45 prøvepunkter i perioden mai - november (fig 1). I august gikk prøvetakingen ut pga skyting i feltet. Ved bekker som drenerer ut til hovedresipienter, er det satt krav til vannkvalitet (Klif 2011; tab 1). Etter anbefaling fra i fjor ble det fulgt opp med et nytt prøvepunkt i Glomma (RØ62), der Rena/Glomma møtes, øst for brua (nedstrøms) mot Rena sentrum (fig 1). Øvrige prøvepunkter drenerer internt i felt, og inkluderer også noen brønner ifm overvåking av deponi. Vannprøveinnsamling har blitt utført av Oddvar Vigdal (Bioforsk), Anders Guton Halland (Forsvarsbygg Utleie) og med hjelp fra personell fra Skytefeltadministrasjonen. Det ble benyttet vannhenter med teleskopstang ved prøvetaking.

Vannstand

2011 har vært et år med mye nedbør i sommerhalvåret, hvorav prøverundene i juni og september var spesielt våte. Det var noe mindre vann i bekkene i juli, men også her ble det påpekt at det var en del partikler (høy turbiditet) i vannet, spesielt ved B2V2 (RØ34) og AV2 (RØ42). I oktober var vannstanden lav, men ikke alle punkt ble prøvetatt pga skyting i deler av feltet. Vannstanden ble overvåket nedstrøms skytefelt 3 (RØ35) i Stormobekken, Vestre Æra (RØ11) og Østre Æra (RØ14).

Analyser

Det har blitt analysert for bly, kobber, sink, antimon, kadmium, nikkel, krom, arsen og fraksjoner (inkl labil fraksjon) av aluminium i ufiltrerte prøver, samt for støtteparameterne naturlig organisk materiale (analysert som totalt organisk karbon, TOC), pH, ledningsevne (konduktivitet), kalsium og jern. Suspendert stoff (målt som turbiditet), ble målt i hovedresipientene. Analysene ble utført ved akkreditert laboratorium (ALS Scandinavia). Data fra ALS Scandinavia er lastet inn i en Access database.

Beregning av middelværdi

Vi har ikke vannføringsdata for majoriteten av prøvepunktene, men velger allikevel som ved tidligere rapportering å bruke middelværdi som basis i rapportering om eventuelle overskridelser. I 2009 ble det vedtatt av Forsvarsbygg, etter anbefaling fra Sweco Norge, å bruke medianverdier for antatt ikke normalfordelte analyseverdier ved hovedvassdrag (Lambertsen mfl 2010). Medianverdien vil være en mer robust estimator enn aritmetisk middelværdi dersom datagrunnlaget ikke kan forventes å være normalfordelt (Haarstad 2010). Variasjonen i mindre vassdrag er som regel større enn i store vassdrag, og vil med det også være mer følsom for ekstremverdier, især med få prøvegjentak gjennom året. Beregninger av middelværdi har i 2011 derfor blitt utført ved å bruke medianverdier ved samtlige prøvepunkt. For vannprøver med konsentrasjoner under deteksjonsgrensen brukes selve deteksjonsgrensen som verdi ved beregning av medianverdi (før 2010 ble halvparten av deteksjonsgrensen brukt). For å vurdere enkeltoverskridelser, tas analyserte støtteparametere og informasjon om situasjonen i nedbørfeltet (aktivitet i felt, klima) inn i diskusjonen, vedrørende hva overskridelsen eventuelt kan skyldes.

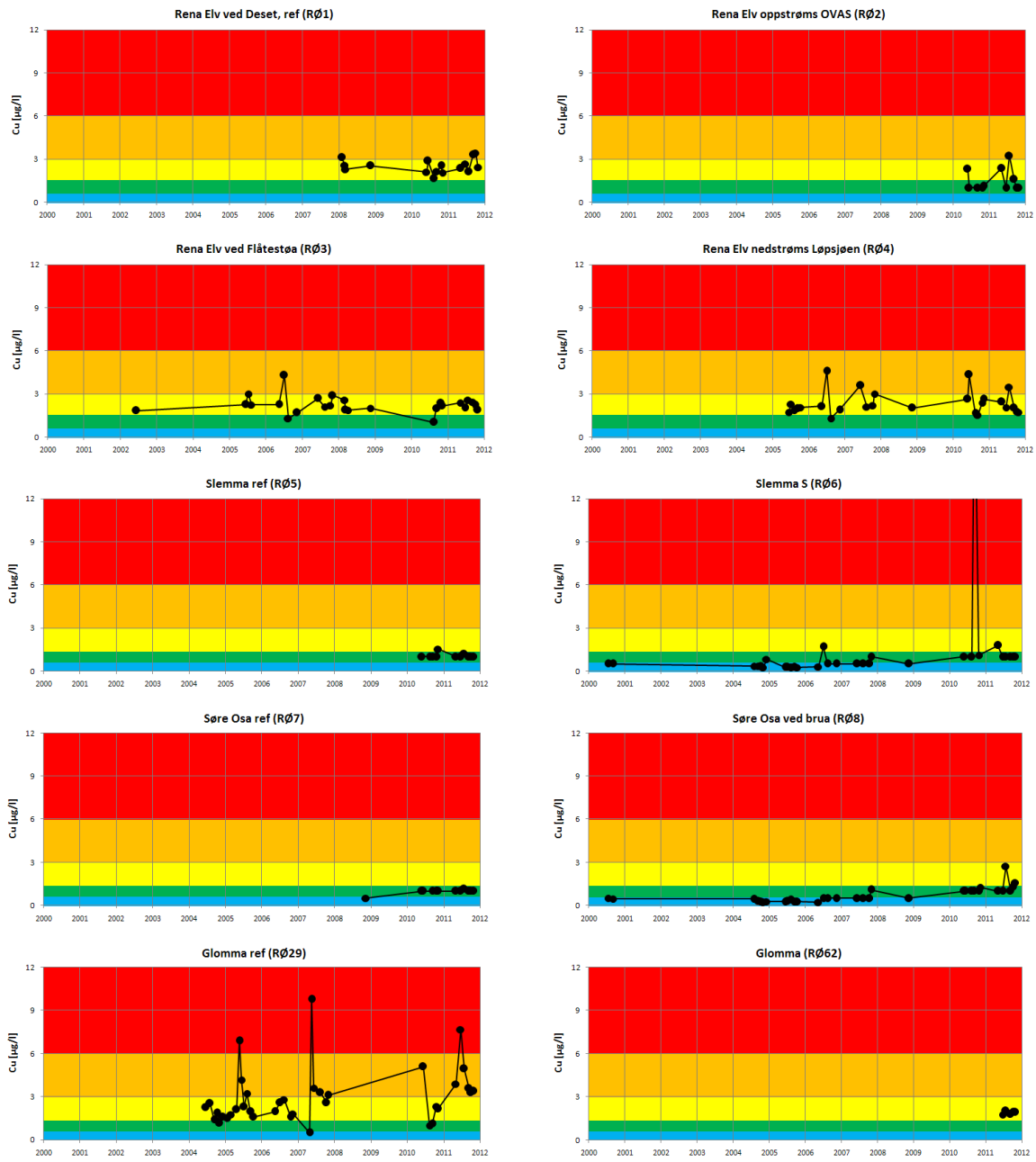
Grenseverdier

Grenseverdier satt av Klif er identisk med klassegrensen markert/sterkt forurensset i Klif sitt gamle system (Andersen mfl 1997). De kjente fargekodene i dette systemet benyttes ved visualisering av tidstrender av utvalgte metaller i figurer (jf. fig 3 - 6). For antimon er det ikke satt krav til grenseverdi av Klif. Drikkevannforskriften har derimot satt en grense på 5 µg/l. Dette er identisk med drikkevannsgrensen satt i EU. Verdens helseorganisasjon (WHO) har satt grensen til 20 µg/l. Disse grenseverdiene har vi i mente når konsentrasjoner av antimon diskuteres.

Resultat

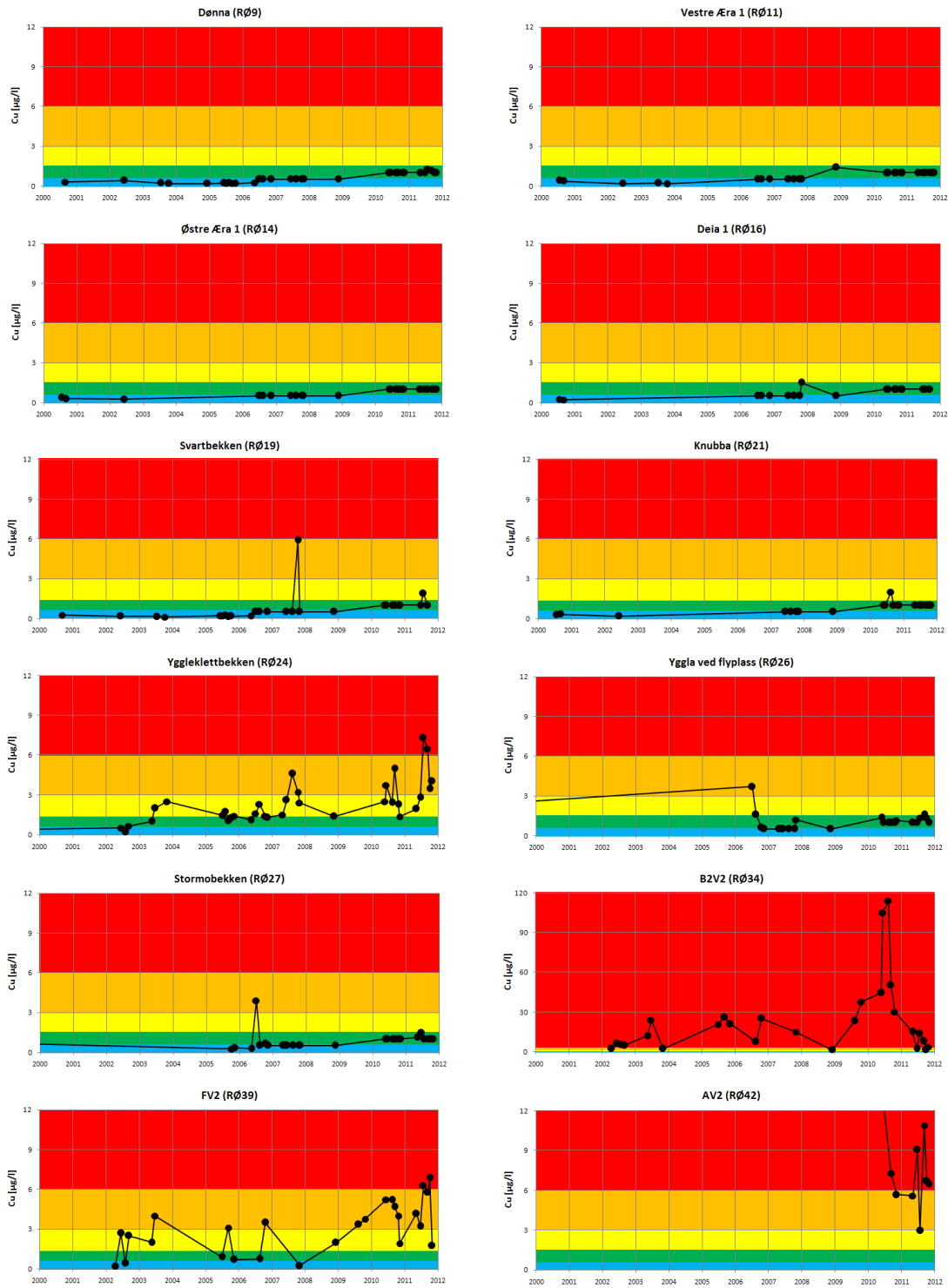
Målte konsentrasjoner av kobber og bly ved prøvepunkt med konsesjonsvilkår er vist for de siste 12 årene i fig 3 - 6.

Kobber (Konsesjon/Referansetilstand)



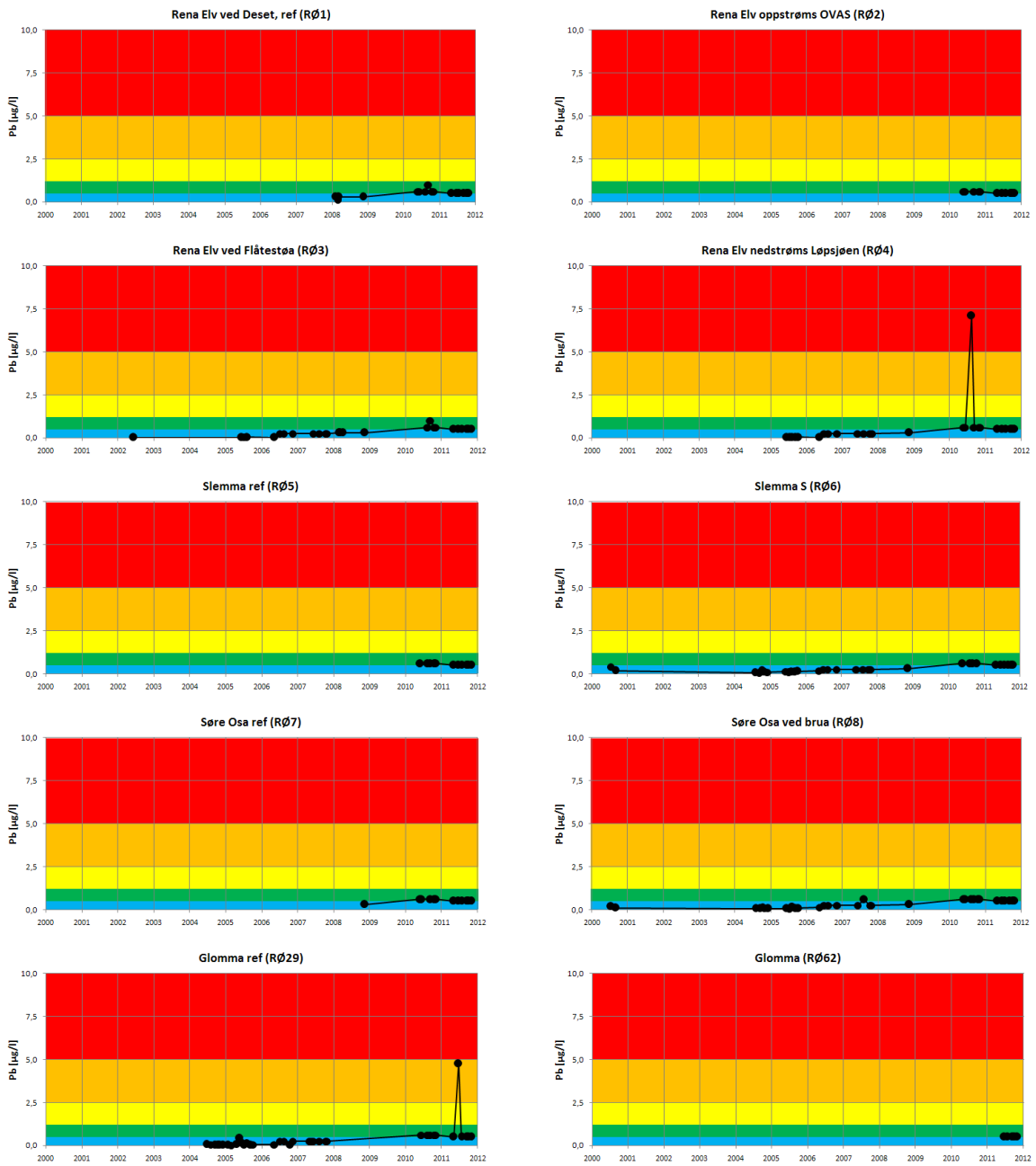
Figur 3. Konsentrasjon av kobber målt ved referansestasjoner, samt ved prøvepunkt med utslippstil-
latelse i hovedresipientene (krav til referansetilstand).

Kobber (Konsesjon/Grenseverdier + RØ34, RØ39 & RØ42)



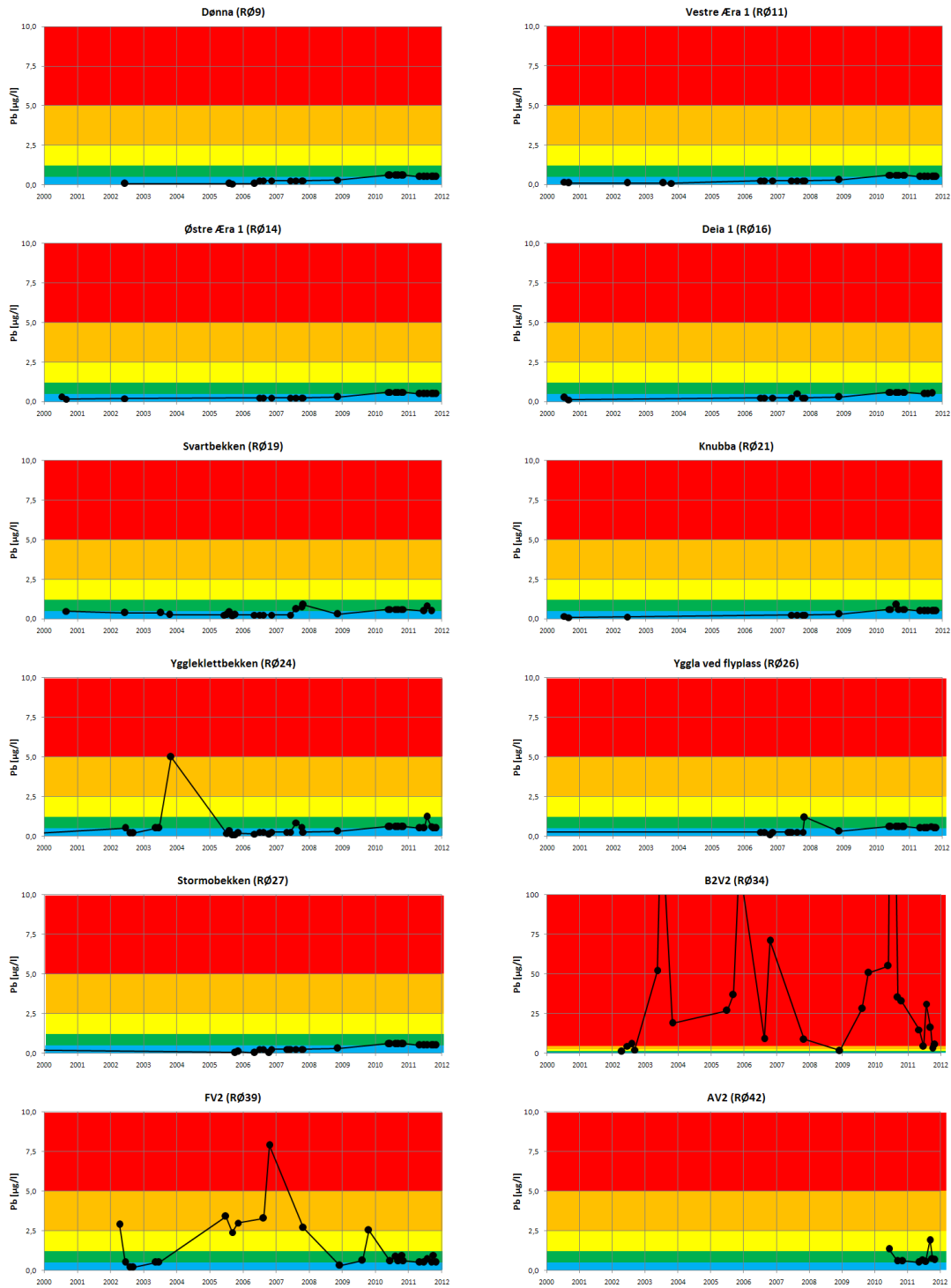
Figur 4. Konsentrasjon av kobber målt ved prøvepunkt med utslippstillatelse med krav til grenseverdier satt av Klif (overgang gul-oransje), samt ved de interne prøvepunktene RØ34, RØ39 og RØ42.

Bly (Konsesjon/Referansetilstand)



Figur 5. Konsentrasjon av bly målt ved referansestasjoner, samt ved prøvepunkt med utslippstillatelse i hovedresipientene (krav til referansetilstand).

Bly (Konsesjon/Grenseverdier + RØ34, RØ39 & RØ42)



Figur 6. Konsentrasjon av bly målt ved prøvepunkt med utslippstillatelse med krav til grenseverdier satt av Klif (overgang gul-oransje), samt ved de interne prøvepunktene RØ34, RØ39 og RØ42.

Biologi

Bunndyr

Det ble samlet inn totalt 30 bunndyrprøver, tre stk på hver av de 10 prøvestasjonene. Stasjonene er forsøkt lagt der tidligere stasjoner var plassert. Bunndyrene er innsamlet 12 og 13. oktober 2011 med sparkemetoden (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009; NS-ISO 7828, 1994). Metoden regnes som semikvantitativ, men brukes til anslag over tetthetene av bunndyr. Det ble tatt tre sparkeprøver á ett minutt (sparket en strekning på om lag 2-3 m per min) på hver stasjon, samlet fra ulike habitater. Prøvene ble samlet med en håv med åpning 25 x 25 cm montert på et skaft. Håvens maskevidde var 0,25 mm. Alle prøvene ble fiksert med 96 % etanol i felt. Bunndyrprøvene ble bearbeidet i laboratoriet av LFI. Det er lagt vekt på å sammenligne resultatene i 2011 med resultatene fra 2008 (Lambertsen og Dønnum 2009) og 2009 (Lambertsen mfl 2010). LFI har utarbeidet de samme indeksene som den gang (EPT, ASPT, og Shannon-Wiener diversitetsindeks), med unntak av at vi har brukt de anbefalte norske forsøringsindeksene Raddum I og II (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009).

EPT indeksen baseres på summen av EPT arter som er til stede i prøven, og tolkes opp mot hva som forventes å være tilstede i en uberørt lokalitet i en region. Indeksen er foreslått benyttet ved klassifisering av norske vannforekomster (Bongard & Aagaard 2006). ASPT indeksen baseres på toleransen for organisk belastning (forurensningstype eutrofiering/saprobiering) til ulike bunndyrgrupper med en score fra 1-10. ASPT-indeksen beskriver den organiske belastningen i bekken. ASPT-verdi 6 tilsvarer klassegrensen god/moderat, ASPT-verdi 5,2 tilsvarer klassegrensen moderat/dårlig, og ASPT-verdi 4,4 tilsvarer klassegrensen dårlig/svært dårlig (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009). Raddum forsøringsindeks I og II baserer seg på forekomsten/fraværet av forsøringsfølsomme arter, i tillegg baserer Raddum II seg på forholdstallet mellom antallet av de mest følsomme døgnfluene og de tolerante steinfluene (Kroglund mfl 1994; Lien mfl 1996; Raddum 1999; Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009). Verdier fra 1 og oppover antyder et bunndyrsamfunn som ikke er forsøringsskadet. Shannon-Wiener diversitetsindeks gir et mål på lokalitetens artssammensetning, mengdeforholdet mellom de ulike artene og den relative

andelen av hver enkelt art (Krebs 2001). Indeksverdier over 3 er av Bækken (2003) angitt som indikasjon på at bundryrsamfunnet er artsrikt og med høy diversitet. Denne indeksen er ikke en av de foreslåtte fra Direktoratetsgruppe Vandirektivet (2009).

Fisk

Det ble elektrofisket på syv stasjoner 12.-14. oktober 2011. Stasjonene er forsøkt lagt der tidligere stasjoner var plassert El-fiskeapparat av modell Geomega FA 4 fra Terik Technology AS ble brukt. Det ble fisket med høy frekvens (70Hz) og til en hver tid optimal spenning (testet for å få ut mest strøm). Det ble enten brukt to vanlige firkanthåver eller en storhåv og en firkanthåv. Fordelen med storhåven, som er et bredt nett spent mellom to stenger og kjetting som tetter mot substratet i bunn, er at den erfaringsmessig øker fangsteffektiviteten. Fisken ble samlet opp i en 10 liters plastbøtte under el-fiske. Karbondioksid (CO₂) ble benyttet som anestesimiddel og ble tilført vannet via tilsetning av natriumbikarbonat (NaHCO₃), som danner CO₂ i surt vann. Hovedbestanddelen i NYCO (fruktsalt) er NaHCO₃ og fisken ble bedøvet i vann tilsatt 1/2 kork fruktsalt per 5 liter vann. Fisken ble så artsbestemt, talt og lengdemålt (gaffelmål) etter hver omgang. Fiskene ble deretter oppbevart i 50 liters kar med friskt vann fra bekken. Etter endt fiske ble 1-10 fisk fra hver stasjon avlivet og tatt med til laboratoriet, resten av fisken ble sluppet levende ut igjen. Tetthetsestimeringen ble beregnet etter metode beskrevet i Bohlin mfl (1989) og Zippin (1958), basert på tre gangers overfiske med 20 minutter pause mellom hver omgang. Avfisket areal ble beregnet ved å måle lengden og gjennomsnittsbredden på stasjonen ved vannføringen på fisketidspunktet. Fisketettheten ble beregnet ved suksessivt utfisking (Zippinestimat - Zippin 1958). Fra Bohlin mfl 1989:

$$y = \frac{6A^2 - 3AT - T^2 + T\sqrt{T^2 + 6AT - 3A^2}}{18(A - T)}$$

y er tetthet, T er totalt antall fisk fanget av en kategori og A er to ganger summen av fisk fanget ved første og andre overfiske. På stasjonene hvor det kun ble fanget fisk på første omgang har vi ikke beregnet tetthet. I LFI-laboratoriet ble fisken veid og lengdemålt, det ble tatt ut skjellprøver eller otolither til aldersanalyse. Om

mulig ble fisken kjønnsbestemt og det ble beregnet K-faktor og årlig tilvekst. Siden det er til dels svært lave tettheter i området, og således få fisk som er analysert i laboratoriet, er det i de fleste tilfeller for få fisk til å bestemme sammenhengen mellom lengde og alder på en sikker måte på fisken som kun ble lengdemålt i felt. Vi har derfor i de fleste tilfeller måtte bruke skjønn og kombinere de få fiskene vi har alder og tilbakeberegnet alder på fra laboratoriet og lengdefordelingen av all fisk fanget på stasjonen. Eletrofiske er godt egnet for å få et bilde på fiskebestanden i bekker av størrelse som er undersøkt i dette prosjektet. Unntaket er at dype-re kulper ikke fiskes effektivt. Forsvarsbyggs eget personell fisket selv stasjonene i Glesåa, Deia, Svartbekken og Vestre Æra. Dessverre ble en del av fisken fra Glesåa, Deia og Svartbekken ødelagt under transport til laboratoriet, og vi har derfor svært lite data fra disse stasjonene.

3. Konklusjon

I 2011 ble det ikke målt medianverdier over deteksjonsgrensen for kobber, bly, arsen og kadmium ved Regionfelt Østlandet, samt stort sett også for krom og antimon. Det samme gjelder for sink og nikkel (med unntak for PFA-fangdam).

Ved Rødsmoen øvingsområde er det kun i Ygleklettbecken det måles for høye konsentrasjoner av et tungmetall (kobber) mht krav i utslippstillatelsen (LBRL). Vannkvaliteten, i forhold til Regionfelt Østlandet, har en generelt høyere pH, høyere konsentrasjoner av kalsium, lavere konsentrasjon av organisk materiale (målt som mg TOC/l) og lavere konsentrasjon av labilt aluminium. Det anbefales her å vurdere tiltak for å redusere utlekking av kobber fra bane F, oppstrøms FV2 (RØ39), da dette er kilde til overskridelsen av kobber i Ygleklettbecken (RØ24) i Rødsmoen øvingsområde.

Lave medianverdier for kobber og bly i 2011, samt konsentrasjoner av sink, arsen, kadmium, krom og nikkel, tyder på at det ikke var tungmetallforurensninger i hovedresipientene Slemma, Søre Osa, Rena Elv og Glomma. Referansepunktet i Glomma har tidvis enkelte høye konsentrasjoner av tungmetaller som ikke finnes igjen nedstrøms i elva, og kvaliteten på dette punktet som referansestasjon bør vurderes på nytt. Bioforsk anbefaler Forsvarsbygg å installere kontinuerlig logging av strategiske støtteparametere (pH, ledningsevne, turbiditet, med mer), for de overvåkede metallene i de større bekkene som drenerer ut av feltet til hovedresipienter (Slemma, Søre Osa, Rena Elv og Glomma).

Ved forrige bunndyr undersøkelse i 2008/2009 ble det samlet inn fem prøver fra hver stasjon. I 2011 ble det samlet inn tre prøver, som er metodikk anbefalt i Vanndirektivet. Dette slo spesielt ut på Sahnnon-Wiener diversitetsindeks, da færre arter ble funnet i 2011. Ellers ble det ikke påvist forskjeller mot tidligere år. For fisk er resultatene tilsvarende ved tidligere undersøkelser. Vekst, alders sammensetning og rekruttering varierer naturlig fra år til år, og funnene er heller ikke her større enn den naturlige variasjonen man kan forvente.

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.

Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9-43.

Bongard, T. & Aagard, K. 2006. Bioklass. Klassifisering av økologisk status i norske vannforekomster. Forslag til bunndyrindeks for definisjon av Vanndirektivets fem nivåer for økologisk status. NINA-rapport 113. 28 s.

Bækken, T. 2003. Bunndyrsamfunn i Frognerelva, Sognsvannsbekken og Gaustadbekken våren og høsten 2002. NIVA Rapport LNR 4671-2003. 24 s.

Direktoratgruppa Vanndirektivet. 2009. Veileder 01:2009: Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. 181 s.

Haarstad, K. 2010. Overvåking av vannforekomster ved skytefelt ved Rena leir, Rødsmoen og Regionfelt Østlandet i 2010. Bioforsk rapport 5 (125). 42 s.

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

Klif 2011. Tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven for Forsvarsbygg på Rødsmoen øvingsområde, Rena leir og Regionfelt Østlandet. Endret oktober 2011. 15 s.

Krebs, C. J. 2001. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Fifth Edition. Benjamin Cummings. San Francisco, California USA.

Kroglund, F., Hesthagen, T., Hindar, A., Raddum, G.G., Staurnes, M. Gausen, D. & Sandøy, S. 1994. Sur nedbor i Norge. Status, utviklingstendenser og tiltak. - Utredning for DN 1994-10.

Lambertsen & Dønnum 2009. Overvåking av vannkvalitet i Regionfelt Østlandet og Rødsmoen øvingsområde - Årsrapport 2008. Sweco-rapport 2009-R001. 76 s.

Lien, L., Raddum, G.G., Fjellheim, A. & Henriksen, A. 1996. A critical limit for acid neutralizing capacity in Norwegian surface waters, based on new analyses of fish and invertebrate responses. *Sci. Total Environ.* 177: 173-193.

NS-ISO 7828, 1994. Vannundersøkelse - Metoder for biologisk prøvetaking - Retningslinjer for prøvetaking med hæv av akvatiske bunndyr.

Raddum, G.G. 1999. Large scale monitoring of invertebrates: Aims, possibilities and acidification indexes. - s.7-16 I: Raddum, G. G., Rosseland, B. O. & Bowman, J. (red.). Workshop on biological assessment and monitoring; evaluation of models. - ICP-Waters Rapport 50/99. NIVA, Oslo.

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

Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. *Journal of Wildlife Management* 22: 82-90.

Terningmoen

1. Innledning.....	39
Områdebeskrivelse	39
Aktivitet i feltet	39
2. Material og metode.....	42
Vannprøvetaking.....	42
Analyser	42
3. Resultater og diskusjon	43
Generelt	43
Referansepunkt	44
Prøvepunkt nær skytebaner i feltet	44
Prøvepunkt som drenerer ut av skytefeltet	44
4. Konklusjon og anbefalinger.....	49
Referanser	50
Vedlegg 1 - MO Østlandet.....	51

1. Innledning

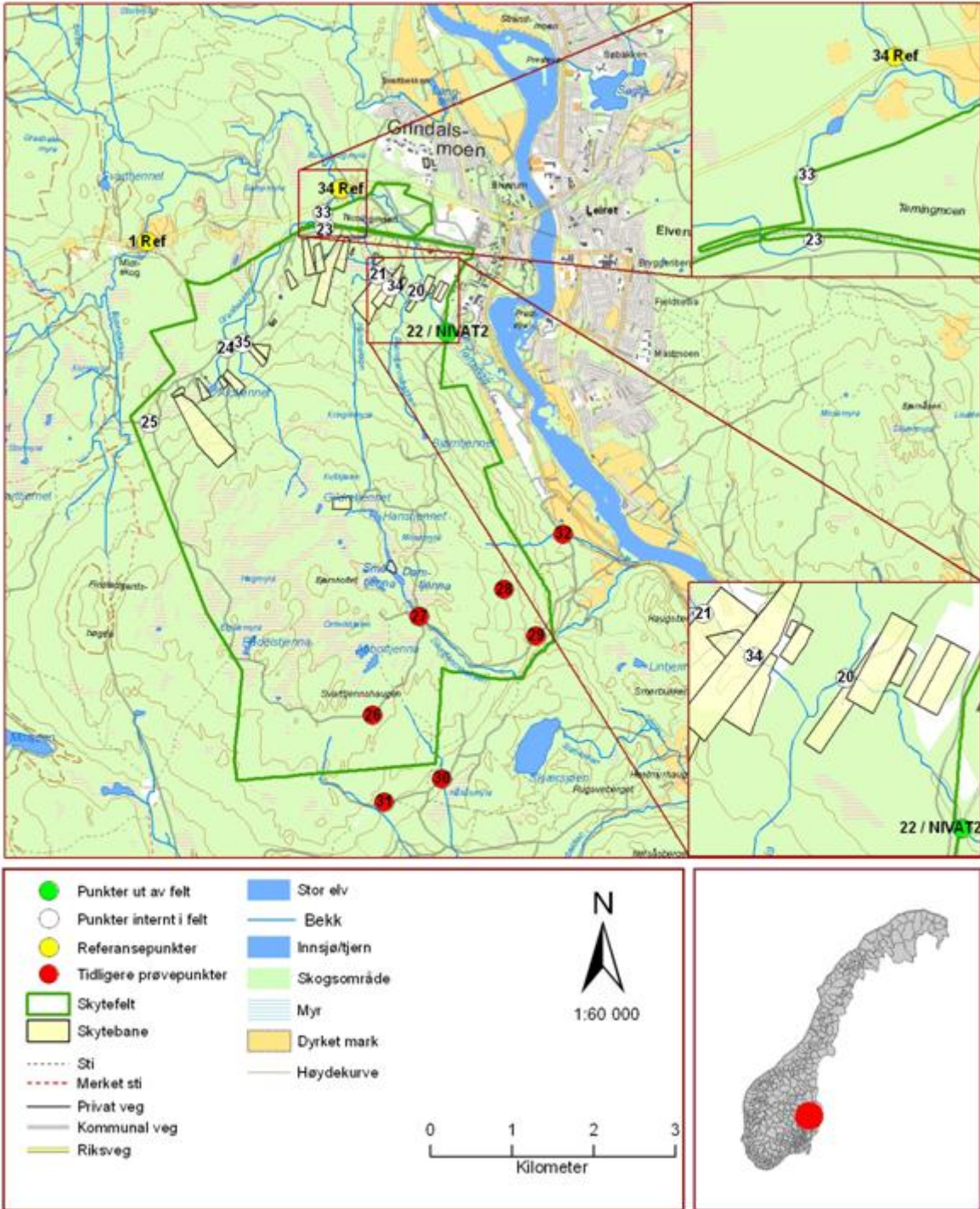
Områdebeskrivelse

Terningmoen ligger i Elverum kommune. Det ble etablert mot slutten av 1800 tallet, og er et av Forsvarets eldste skytefelt. Leirområdet på Terningmoen er cirka 1 km², og tilgrensende skyte- og øvingsområde er på 2,3 km². Selve leiren ligger på elvesletta om lag en halv kilometer vest for Glomma og Elverum sentrum. De fleste av de 33 skytebanene i skytefeltet, ligger i den nordlige delen av øvingsområdet. I tillegg er det to blindgjengerfelt på området, som er plassert i henholdsvis den nordøstlige og nordvestlige del. Skyte- og øvingsområdet syd og sydvest for leirområdet ligger i et mer kupert og skogkledd terreng. Berggrunnen består av øyegneis/granitt/foliert granitt, samt tilgrensede gabbro/amfibolitt i nordvest. Løsmassene i området består av grus, sand- og siltholdige jordarter, med breelvavsetninger i de lavereliggende områdene og tykt morenedekke og partier med myr, torv og ellers bart fjell i de høyereliggende områdene. Feltet dreneres av flere mindre bekker som renner ut i Terninga. Etter Breyholtz mfl 2010.

Aktivitet i feltet

Det skytes med håndvåpen, raketter, granater og bombekastere. I tillegg har det vært benyttet granater med hvitt fosfor. Terningmoen blir primært brukt til militære formål, men det er også lagt ut baner som brukes av sivile. Det er stor aktivitet ved Terningmoen hele året. Av de to blindgjengerfeltene er det kun feltet i nordøst som blir brukt. Etter Breyholtz mfl 2010.

Terningmoen



Figur 1. Kart over prøvepunkter ved Terningmoen i 2011.

Tabell 1. Oversikt over prøvepunkter ved Terningmoen. Data fra Breyholtz mfl (2010), med unntak for pkt 23 og 1Ref som er fra Mørch mfl (2009).

Prøvepunkt (id)	Beskrivelse	Dreneringsområde	Avrenning, årsmiddel (l/s)
1Ref	Liten elv		250
20	Liten bekk	Nedslagsfelt i største blindgjengerfeltet på Terningmoen Øst, bane 12 - 17, 20, 21 og 23.	24
21	Liten bekk	Bane 20 og 21 (håndgranatbane og leirduebane).	10
22/NIVAT2	Liten elv	Punktet mottar avrenning fra de fleste banene i skytefeltet. Lokalisert på skytefeltgrensen.	500
23	Liten bekk	Banene 25 og 26 og kanskje bane 24.	0,2
24	Liten bekk	Feltskytebane 38 og nærstridsløype 37 ved Klotjern, samt kortholdsbane og feltskytebaner ved Midtli.	18
25	Liten bekk	Nedslagsfelt i en liten av blindgjengerfelt B.	Cirka 0,01
33	Middels stor bekk	Banene 24 - 38	60
34	Liten bekk	Bane 14, 15, 16 og 17, 20, 21, 23, samt blindgjengerfelt.	10
34Ref	Liten elv	I selve Terninga. Oppstrøms nordøst for skytefeltet.	400
35	Liten bekk	Bane 31 (nærstridsløype) og 32 (feltskytebane korthold).	7

2. Material og metode

Vannprøvetaking

Tungmetallavrenningen har vært overvåket ved Terningmoen siden 1991. Fram til 2006 var prøvepunktene plassert i den nordlige delen av feltet ved Terninga og Bjørntjernsbekken. I 2006 og 2007 ble det også tatt vannprøver fra sju prøvepunkter sør i feltet (pkt 26 - 32). I 2011 ble det tatt ut vannprøver ved 11 prøvepunkter, alle i den nordlige delen av feltet (fig 1; tab 1). To referansepunkter nordøst for feltet (pkt 1Ref og 34Ref), åtte prøvepunkter internt i skytefeltet (pkt 20, 21, 23, 24, 25, 33, 34 og 35), mens ett pkt (22/NIVAT2) drenerer ut av skytefeltet. Det ble i 2011 tatt ut vannprøver 10. mai og 7. 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 prøvetaking 10. mai var det sol og tørt i terrenget. Måneden før var preget av snøsmelting, men sol og tørt i terrenget uken før prøvetaking. Vannføringen var normal ved prøvepunktene. Det ble påpekt fra prøvetaker at det var grumsete vann ved pkt. 21 og 34.

Støtteparametere

Ledningsevnen var relativt lav og lå mellom 1,6 - 6 mS/m. Konsentrasjonen av kalsium var moderat høy i feltet (1 - 6 mg/l). pH varierte en del mellom prøvepunktene og lå mellom 4,9 - 6,9. Konsentrasjonen av TOC varierte en del mellom prøvepunktene og lå mellom 5 - 23 mg/l. Konsentrasjonen av jern varierte mellom 0,5 - 6 mg/l.

Sink og antimon

Konsentrasjonen av sink og antimon er lav ved alle prøvepunktene i feltet. Konsentrasjonen av sink er nær eller under deteksjonsgrensen for analysen ($< 4 \mu\text{g/l}$; jfr fig 4). Konsentrasjonen av antimon er som tidligere lavere enn deteksjonsgrensen ($< 0,1 \mu\text{g/l}$) ved de fleste prøvepunkt og alltid $< 5 \mu\text{g/l}$, satt som grense for drikkevann i Drikkevannforskriften (Helse- og omsorgsdepartementet 2004; jfr fig 5). Det er en tendens til økning av antimonkonsentrasjonen ved pkt 24.

Referansepunkt

Ved 1Ref og 34Ref, plassert nord og nordøst for feltet, ble det som tidligere målt kun lave konsentrasjoner av kobber og bly. Nivåene lå nær eller under deteksjonsgrensen for analysene, og det ble målt $< 1,4 \mu\text{g Cu/l}$ og $< 0,8 \mu\text{g Pb/l}$ ved referansepunktene i 2011.

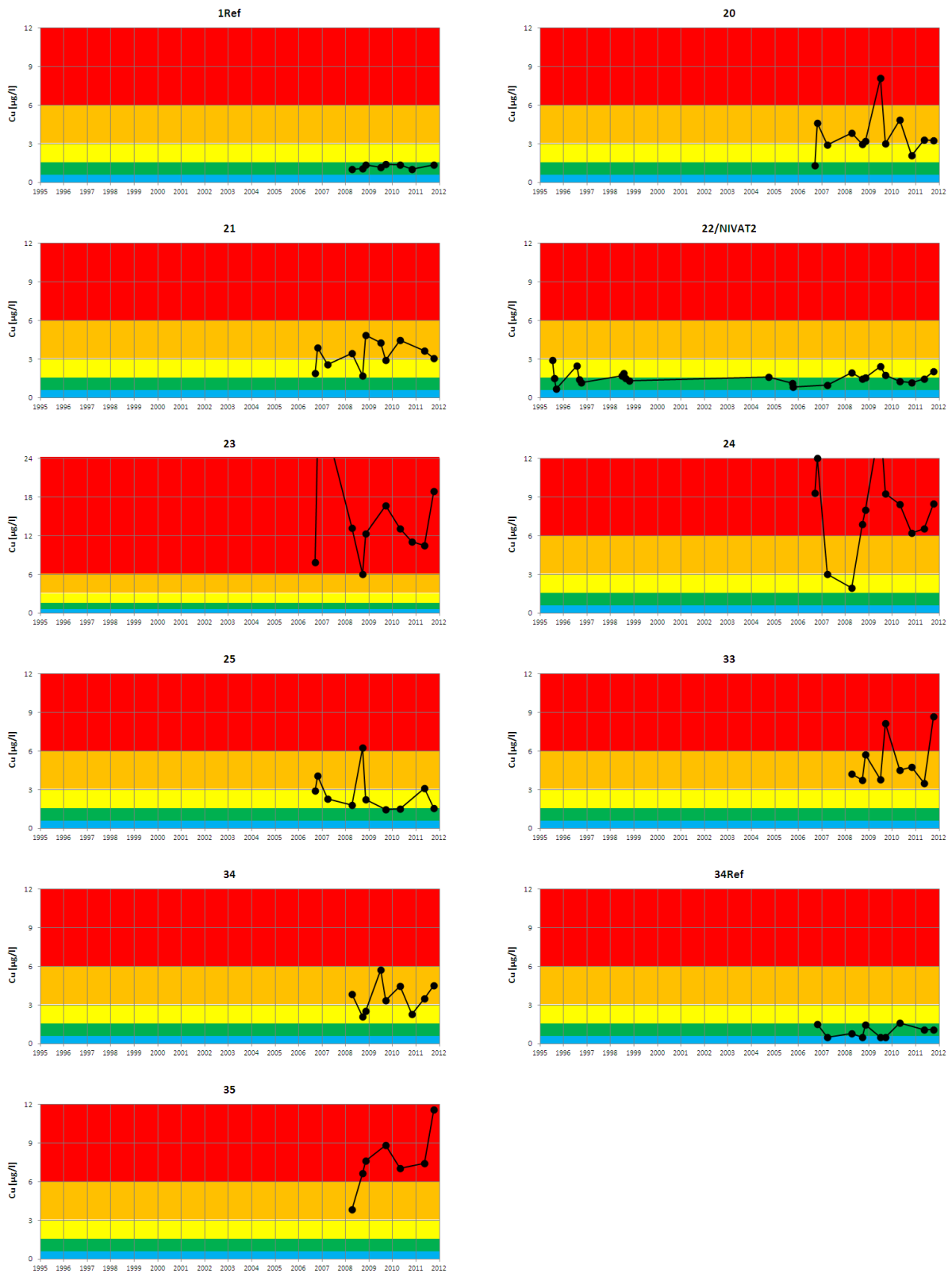
Prøvepunkt nær skytebaner i feltet

I 2011 ble høyeste konsentrasjoner av kobber og bly målt ved pkt 23 (liten bekk med 0,2 l/s i årsmiddel), pkt 24 og 35 (små bekker som begge mottar avrenning fra aktivitet vest i skytefeltet). Ved disse prøvepunktene ble det i 2011 målt kobberkonsentrasjoner mellom 7 - 19 $\mu\text{g Cu/l}$ (tilstandsklasse V; jfr fig 2). Det er tendenser til økt utlekking av kobber ved pkt 35. Det er også en tendens til økt utlekking av bly ved pkt 24, hvor det i 2011 ble målt 3 - 8 $\mu\text{g Pb/l}$ (tilstandsklasse III - IV). Ellers ligger konsentrasjonen av kobber og bly på tidligere målte nivå ved prøvepunktene (fig 2 - 3).

Prøvepunkt som drenerer ut av skytefeltet

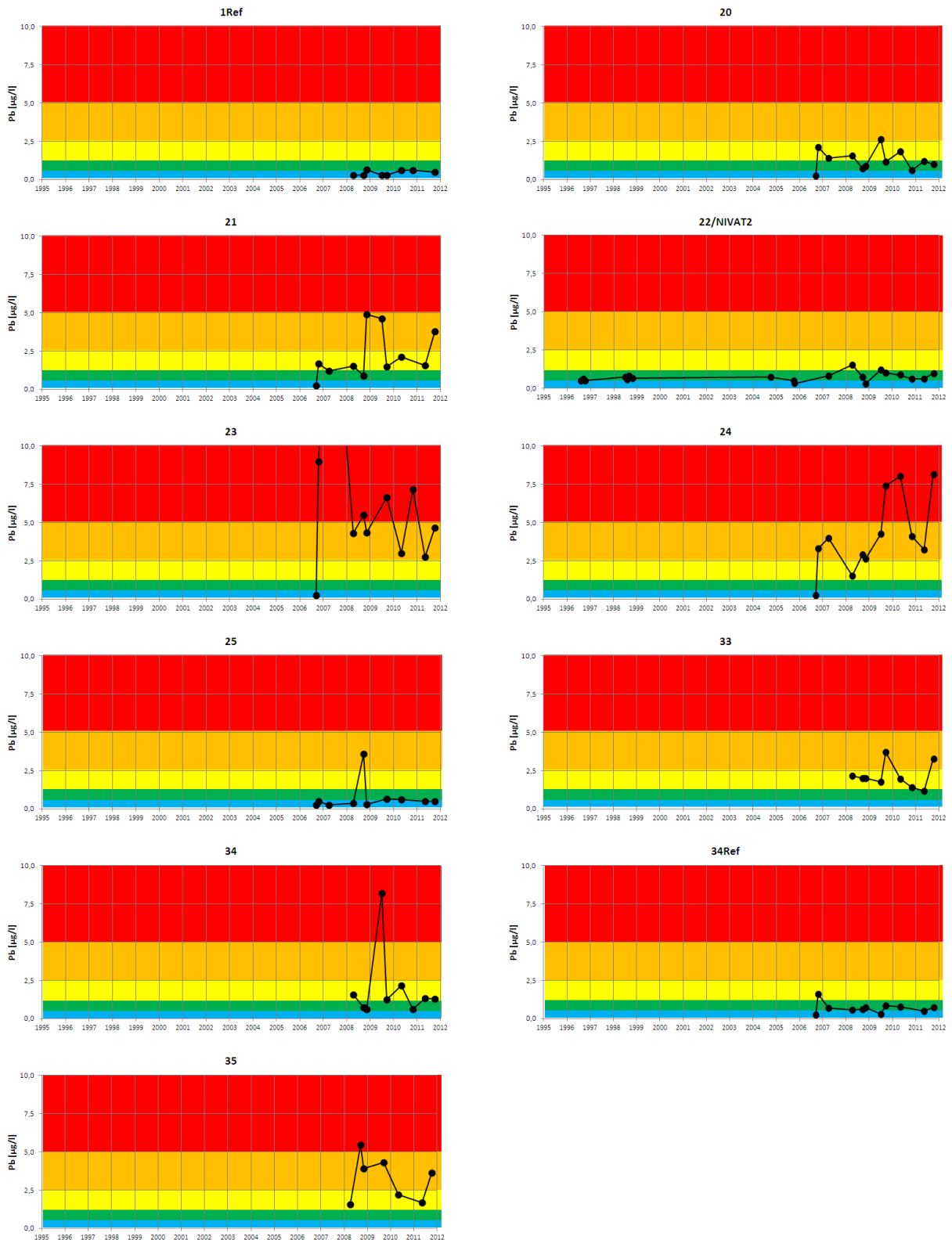
Pkt 22/NIVAT2 som drenerer ut av feltet og er plassert i elva Terninga (fig. 1), mottar avrenning fra det meste av aktiviteten ved den nordlige delen av feltet. Konsentrasjonen av kobber og bly var i 2011 lave og på nivå med tidligere år. Konsentrasjonen av kobber (1,5 - 2,0 $\mu\text{g Cu/l}$; tilstandsklasse II - III) og bly (0,6 - 1,0 $\mu\text{g Pb/l}$; tilstandsklasse II) er i 2011 på nivå eller kun lett forhøyet i forhold til det som blir målt ved referansepunktene i feltet (fig. 2 - 3).

Kobber



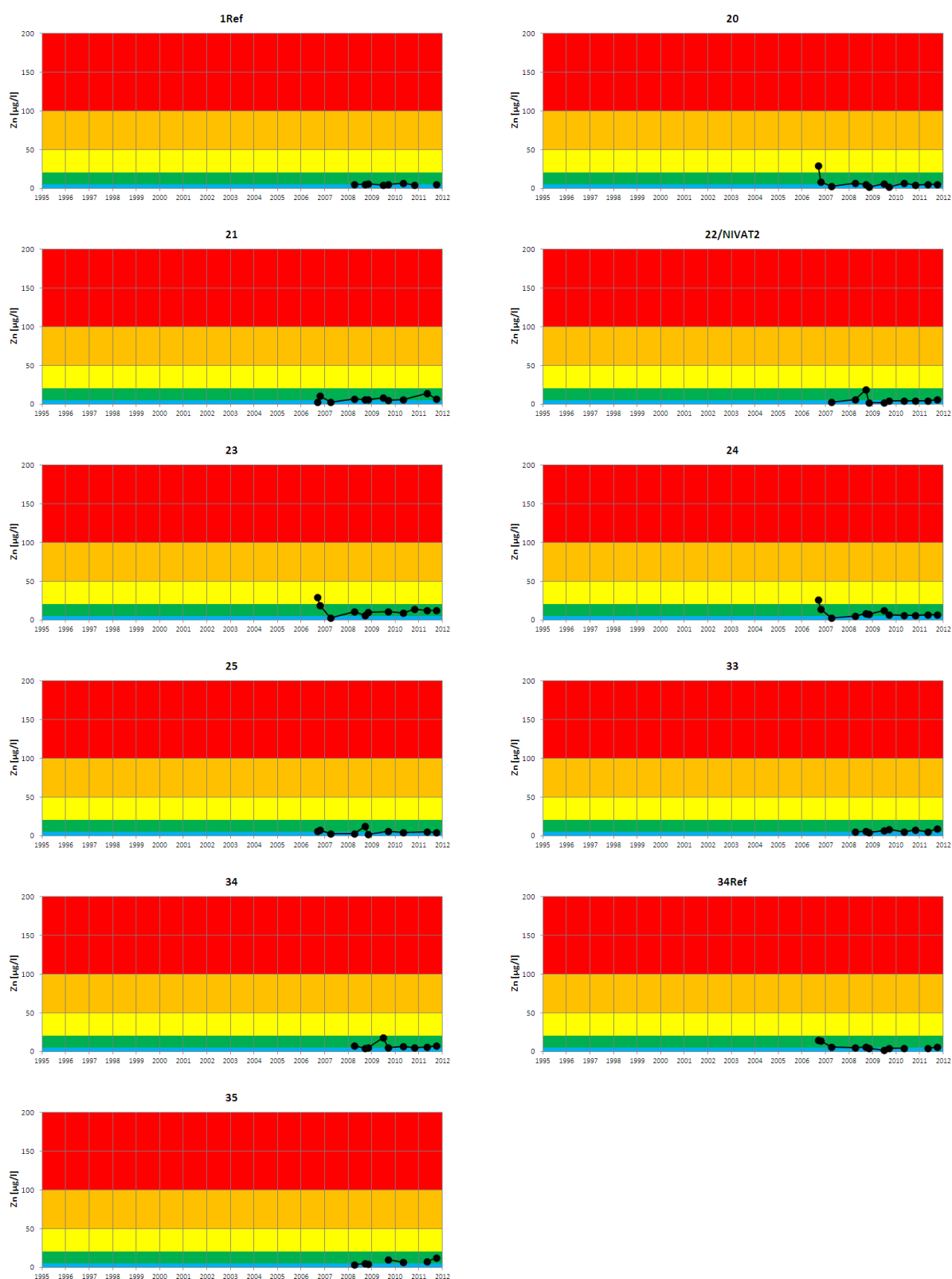
Figur 2. Analyseresultater for kobber i perioden 1995 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under deteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997). Skalaen på y-aksen er ikke lik for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

Bly



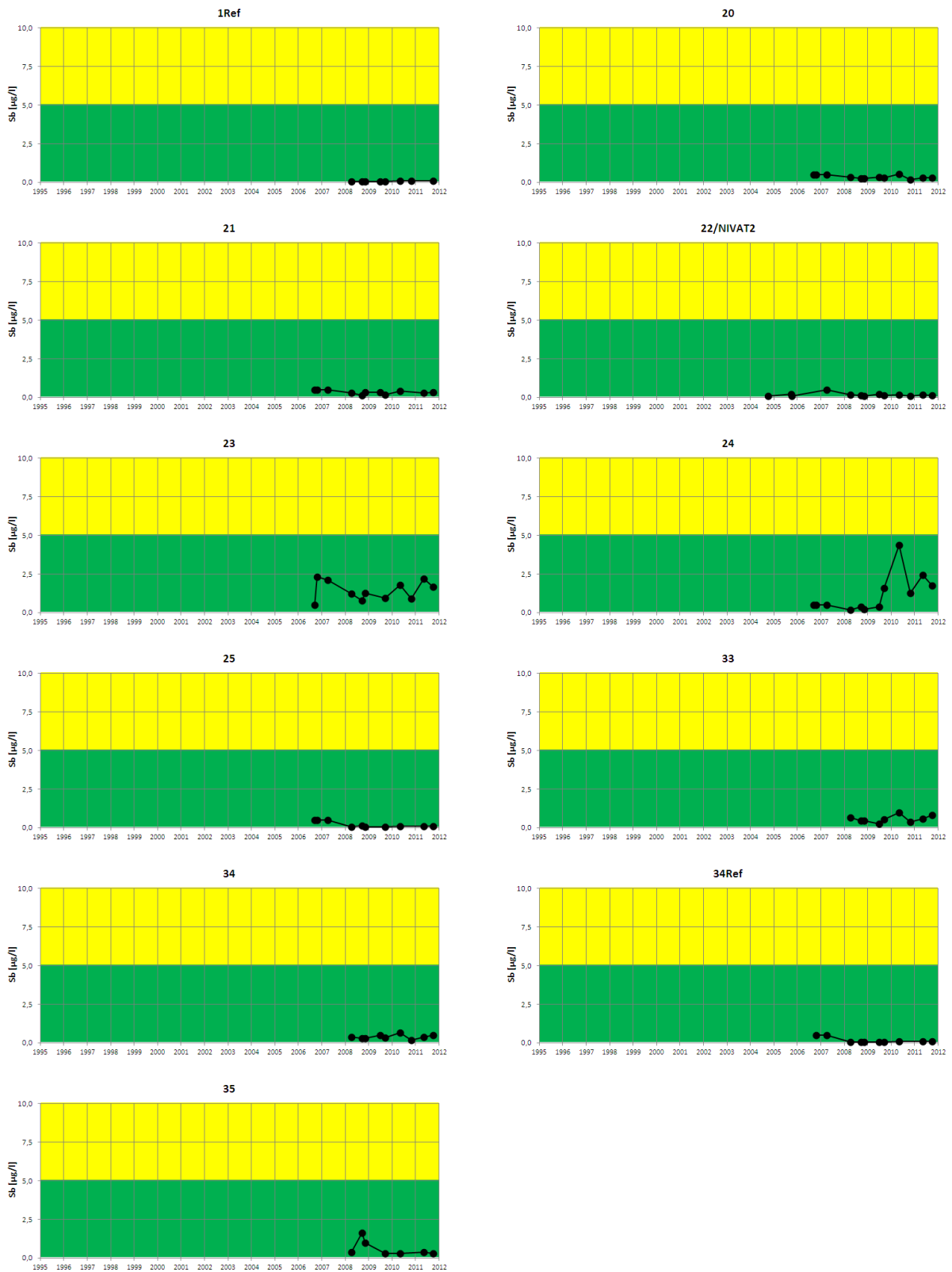
Figur 3. Analyseresultater for bly i perioden 1996 - 2011. Før 2010 ble analyseresultater under dekteksjonsgrensen (dg) rapportert som dg/2. Fom 2010 ble tilsvarende resultater rapportert som dg. Fargeinndelingen representerer tilstandsklasser (Andersen mfl 1997).

Sink



Figur 4. Analyseresultater for sink i perioden 2005 - 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 2005 - 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 tendens til økt utlekking av kobber ved pkt 35 (tilstandsklasse V; drenerer bane 31 og 32), samt en tendens til økt utlekking av bly (tilstandsklasse IV - V) og antimon ved pkt 24 (drenerer feltskytebane 38 og nærstridsløype 37 ved Klo-tjern, samt kortholdsbane og feltskytebaner ved Midtli). Ved pkt 22/NIVAT2, som mottar avrenning fra hele feltet, var konsentrasjonen av kobber og bly lave i 2011, og på nivå eller kun lett forhøyet i forhold til det som blir målt ved referansepunk-tene i feltet (1Ref og 34Ref). Det kan vurderes å måle turbiditet ved prøvepunkte-ne, for å kunne anslå betydningen av erosjon mht 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 2006-2008. 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.

Vedlegg 1 - MO Østlandet

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
Østlandet	Lieslia	1	15.05.2011	15,40	2,25	23,20	<0,1	15,10	7,34	5,57	8,66	12,30
Østlandet	Lieslia	2	15.05.2011	3,81	<0,5	<4	<0,1	6,78	7,35	4,17	4,37	0,99
Østlandet	Lieslia	3 Ref	15.05.2011	9,04	0,85	6,74	<0,1	9,17	7,39	4,88	5,71	3,98
Østlandet	Lieslia	4 Ref	15.05.2011	1,17	<0,5	<4	<0,1	6,32	7,45	4,43	4,72	0,04
Østlandet	Terningmoen	1 Ref	07.10.2011	1,36	<0,5	5,11	<0,1	5,02	6,68	21,20	3,93	1,47
Østlandet	Terningmoen	20	07.10.2011	3,24	1,01	5,21	0,30	2,15	6,86	9,04	2,22	0,95
Østlandet	Terningmoen	21	07.10.2011	3,07	3,79	6,66	0,34	2,24	6,52	12,80	1,93	3,63
Østlandet	Terningmoen	22 / NIVAT2	07.10.2011	2,03	0,96	5,97	0,14	3,90	6,47	18,30	3,49	1,18
Østlandet	Terningmoen	23	07.10.2011	18,90	4,65	12,50	1,65	1,82	6,24	13,80	1,68	1,77
Østlandet	Terningmoen	24	07.10.2011	8,50	8,14	6,87	1,73	1,32	4,97	22,20	1,85	1,61
Østlandet	Terningmoen	25	07.10.2011	1,54	<0,5	<4	<0,1	1,19	4,90	18,20	1,69	0,81
Østlandet	Terningmoen	33	07.10.2011	8,70	3,26	9,02	0,80	2,36	5,51	20,90	3,02	1,55
Østlandet	Terningmoen	34	07.10.2011	4,53	1,28	7,40	0,51	2,14	6,63	13,00	1,89	1,40
Østlandet	Terningmoen	34 Ref	07.10.2011	1,07	0,75	6,00	<0,1	4,31	6,50	20,20	3,64	1,24
Østlandet	Terningmoen	35	07.10.2011	11,60	3,63	12,70	0,29	1,85	6,07	22,50	2,00	1,52
Østlandet	Terningmoen	19 Ref	10.05.2011	1,27	<0,5	5,26	<0,1	5,63	6,63	12,80	6,00	1,01
Østlandet	Terningmoen	20	10.05.2011	3,31	1,21	4,84	0,31	2,26	6,25	4,93	2,61	1,24
Østlandet	Terningmoen	21	10.05.2011	3,65	1,56	14,30	0,31	2,49	6,17	6,42	2,61	1,76
Østlandet	Terningmoen	22 / NIVAT2	10.05.2011	1,45	0,60	<4	0,17	4,09	6,41	11,00	5,19	0,80
Østlandet	Terningmoen	23	10.05.2011	10,50	2,75	12,20	2,18	1,68	5,86	8,24	2,13	1,18
Østlandet	Terningmoen	24	10.05.2011	6,57	3,23	6,48	2,43	1,00	5,24	12,20	1,64	0,81
Østlandet	Terningmoen	25	10.05.2011	3,10	<0,5	4,72	<0,1	1,27	5,27	13,10	1,59	0,55
Østlandet	Terningmoen	33	10.05.2011	3,50	1,16	5,30	0,56	2,88	5,87	13,40	4,93	1,00
Østlandet	Terningmoen	34	10.05.2011	3,51	1,32	5,72	0,38	2,46	6,37	6,53	2,65	1,88
Østlandet	Terningmoen	34 Ref	10.05.2011	1,08	<0,5	4,07	<0,1	4,30	6,48	11,50	5,43	0,74
Østlandet	Terningmoen	35	10.05.2011	7,43	1,68	7,40	0,36	1,24	5,33	13,60	1,57	0,53



Forsvarsbygg Utleie/ Bioforsk