



RAPPORT LNR 5367-2007

Tungmetallavrenning fra sivile skytebaner

Resultater fra undersøkelsene i
2006



Midhølen skytebane, Kvinherad (foto: Atle Rustadbakken)

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Tungmetallavrenning fra sivile skytebaner Resultater fra undersøkelser i 2006	Løpenr. (for bestilling) 5367-2007	Dato Mars 2006
	Prosjektnr. Undernr. 26202	Sider Pris 17 + vedlegg
Forfatter(e) Sigurd Rognerud og Atle Rustadbakken	Fagområde miljøgifter	Distribusjon
	Geografisk område Norge	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Statens Forurensningstilsyn (SFT)	Oppdragsreferanse Inge Austrheim Randi Warland
---	--

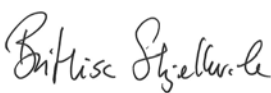
Sammendrag

Denne undersøkelsen er andre del av SFTs arbeid med kartlegging av konsentrasjoner av metaller i avrenning fra sivile skytebaner. I 2006 er det er undersøkt 50 skytebaner lokalisert langs kysten fra Aust-Agder til Møre og Romsdal, samt nordre del av Oppland, Sør- og Nord-Trøndelag og 2 baner i Nord-Norge. Vannforekomstene er inndelt i følgende kategorier: dam (stillestående vann), sig (tørker ut temporært), bekk (vann hele året), elv (stor vannføring). Konsentrasjonene av metaller varierte fra nær bakgrunnsnivå til opp mot 200 µg/l for bly og sink, 100 µg/l for kobber og 30 µg/l for antimon. SFT har valgt LBRL (Lowest Biological Risk Level) i risikovurderinger for avhending av skytebaner. LBRL-grensene for Cu, Pb og Zn, sammenfaller med øvre grense for tilstandsklasse III i SFTs klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Det var størst andel av konsentrasjoner over LBRL i dammer og sig, men for bly var også hele 80 % av konsentrasjonene høyere enn LBRL i bekkene. Konsentrasjonene var lavere enn LBRL for alle metallene i elvene. Hvor langt nedstrøms som konsentrasjonene overstiger LBRL-grensene avhenger av fortynningsevnen fra tilkommende bekker/elver som avvanner uforurensede områder. Det er laget faktaark for hver skytebane med risikovurdering for forurensning nedstrøms banene. Det er foreslått ulike tiltak for å redusere utlekking av bly fra skytebaner.

Fire norske emneord 1. Lerduebaner 2. Riflebaner 3. Metallkonsentrasjoner i vann 4. Forurensningsgrad	Fire engelske emneord 1. Shotgun shooting ranges (trap and skeet) 2. Rifle ranges 3. Metal concentrations in water 4. Degree of impact
---	--



Sigurd Rognerud
Prosjektleder



Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsleder



Jarle Nygard
Fag- og markedsdirektør

SFTs skytebaneprojekt

Tungmetallavrenning fra sivile skytebaner

Resultater fra undersøkelsene i 2006

Forord

Denne rapporten omhandler konsentrasjoner av metaller i dammer, sig bekker og elver som er påvirket av avrenning fra korroderte prosjektiler og hagl i forbindelse med skyting ved riflebaner og lerdue/skeet-baner. Statens Forurensningstilsyn (SFT) har finansiert undersøkelsen og kontrakten ble underskrevet 30.03.06.

Undersøkelsen ble gjennomført i siste halvdel av 2006. Det ble undersøkt 50 baneanlegg og tatt tilsammen 100 prøver fra 81 stasjoner fordelt på 10 fylker i hovedsak langs kysten fra Vest-Agder i syd til Troms i nord. Prøvene ble analysert med hensyn på bly, kobber, antimon, og sink som er sentrale bestanddeler metaller i riflekuler og hagl (deponert før 2003). I tillegg har vi analysert vannets surhetsgrad (pH) og humuspåvirkning (TOC) da disse variablene har stor betydning for korrosjonshastighet og transport av metaller. Alle analysene er utført ved NIVAs laboratorium i Oslo.

Ved NIVA har Sigurd Rognerud vært prosjektleder. For oppdragsgiver har Inge Austrheim og Randi Warland vært kontaktpersoner. Representanter fra Fylkesmannens miljøvernavdelinger (FM), lokale Jeger og Fiskerlag og NIVA har stått for innsamlingen av materialet. I Vest-Agder: Thore Egeland (FM-Vest-Agder) og Sigurd Rognerud (NIVA); Rogaland: Sigurd Rognerud (NIVA); Hordaland: Atle Rustadbakken og Jarl Eivind Løvik (NIVA) samt Svein Erik Larsen (Os JFL); Sogn og Fjordane: Bjørn L. Rusken (FM-Sogn og Fjordane); Møre og Romsdal: Jarl Eivind Løvik (NIVA) og Thorbjørn Ugelvik (Molde JFF); Oppland: Jarl Eivind Løvik (NIVA); Sør-Trøndelag (Anne Scanke, Trondheim JF), Nord-Trøndelag (Karstein Kjølstad (FM-Nord-Trøndelag); Nordland (Harald Hindrumsen, Mo JF) og Troms (Olav Voigt, Målslv JF). Alle som har deltatt i undersøkelsen takkes for et godt samarbeid.

Ottestad, mars 2007



Sigurd Rognerud

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Metoder	8
3. Innholdet av metaller i ammunisjon og mengder av metaller deponert.	9
4. Resultater og diskusjon	9
4.1 Konsentrasjoner av bly og kobber	9
4.2 Generell oversikt over surhetsgrad og humuspåvirkning	10
4.3 Samvariasjon mellom metall-konsentrasjoner og TOC	11
4.4 Konsentrasjoner over LBRL grensene for ulike kategorier av vannforekomster	13
4.5 Resultater for de enkelte feltene	13
5. Anbefalinger av tiltak og videre arbeid	14
5.1.1 Fragmentering av prosjektiler	14
5.1.2 Korrosjon av prosjektiler	14
5.1.3 Vannmetning og dreneringsforhold	15
5.1.4 Binding av metaller på baneområdet	15
5.1.5 Andre tiltak	16
5.1.6 Anbefalinger om videre arbeid	16
6. Referanser	17
7. Vedlegg	18

Sammendrag

Denne undersøkelsen er andre del av SFTs arbeid med kartlegging av konsentrasjoner av metaller i avrenning fra sivile skytebaner. I 2006 er det analysert 100 prøver fra 81 stasjoner ved 50 skytebaner, lokalisert i 10 fylker langs kysten fra Aust-Agder i sør til Troms i nord. SFT ønsket at tilstanden i lokaliteten med hensyn til metallkonsentrasjoner skulle sammenlignes med grensene for Lowest Biological Risk Level (LBRL) samt tilstandsbeskrivelse for ferskvann. LBRL-grensene for Cu, Pb og Zn, sammenfaller med øvre grense for tilstandsklasse III i SFTs klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Derneft skulle risikoen for spredning av metaller nedstrøms baneanleggene vurderes.

Det var stor variasjon i typer vannforekomster som ble undersøkt i og nær skytebanene. Derfor har vi delt de inn i følgende kategorier: dam (stillestående vann), sig (tørker tidvis ut), bekk (vann hele året), elv (stor vannføring). 4 dammer, 22 sig, 61 bekker og 13 elver ble undersøkt. De aller fleste lokalitetene hadde pH- verdier mellom 6-8 og liten til moderat humuspåvirkning (< 10 mgC/l). 4 lokaliteter var svært sure, og 10 var svært humusrike.

Det var høyest konsentrasjoner av metaller i dammer og sig inne på baneområdet og lavest i bekker/elver nedstrøms baneanleggene. Det var en god sammenheng mellom bly og antimon samt kobber og sink selv etter at utlekkingen fra baneområdet var fortynt av "uforurensset vann". Bly i hagl og riflekuler er legert med antimon, mens kobber er legert med sink. Det er derfor liten tvil om at at forekomsten av disse metallene i avrenning fra skytebanene er preget av korrosjon og utlekking fra hagl og riflekuler. De aller fleste konsentrasjonene var høyere enn de som er vanlig i norske vannforekomster som er upåvirket av punktkilder i nedbørsfeltet. Konsentrasjonene av metaller varierte fra nær bakgrunnsnivå til opp mot ca. 200 µg/l for bly og sink, 100 µg/l for kobber og 30 µg/l for antimon. For alle målingene i hver kategori; dam, sig og bekk var hhv. 75 %, 100 %, 80 % over LBRL-grensen for bly, 75 %, 68 % 36 % for kobber, og ingen for sink. I elvene var ingen målinger over LBRL-grensene.

Det er laget faktaark i rapporten som beskriver situasjonen ved de enkelte skytebaneanleggene. Undersøkelsen er basert på stikkprøver og observerte konsentrasjoner må kun tas som en indikasjon på graden av utlekking fra banene. Det er informasjonen i faktaarkene som må ligge til grunn når det gjelder behov for evt. lokale tiltak.. Det er i mange tilfeller avsatt store mengder kuler/hagl og det var i noen av disse feltene vi fant høye blyverdier i vannforekomstene (Kristiansand, Førde og Bardufoss). Hvor langt nedstrøms banene det ble påvist konsentrasjoner over LBRL-grensene var avhengig av fortyningsevnen fra tilkommende bekker/elver som avvanner uforurensede områder. I alle tilfeller der vannet som drenerer skytebanene tilføres en elv var konsentrasjonene i denne lavere enn LBRL-grensene. Enkelte av skytebanene har en innsjø eller tjern like nedstrøms avrenningen fra anlegget. I disse tilfellene var konsentrasjonene (untatt Grotjern) lavere enn LBRL-grensene i utløpet av innsjøen. Innsjøer er effektive sedimentasjonsbasseng for metaller særlig hvis vannets oppholdstid er lang.

Vi har foreslått tiltak som kan begrense utlekkingen av metaller fra banene. De viktigste av disse er følgende: a) Målområdet må ha masser som ikke fragmenterer kuler og hagl nevneverdig. Det må ikke graves i disse på en slik måte at vanngjennomstrømning og oksygentilgangen økes, b) skytevoller og nedslagsområde for hagl med lav bufferkapasitet i jordsmonnet bør ha lavest mulig innhold av organisk materiale, c) nye baneanlegg bør legges i områder med nøytral til alkalisk jord, d) eksisterende skytebaner med høyt innhold av organisk materiale må ikke kalkes, e) avskjæring av vanngjennomstrømning i deponiområdet for hagl/kuler og overbygging /topp-tildekning av kulefangervoller vil redusere korrosjon og utlekking betydelig, f) tilsetning av finkorna apatitt evt i kombinasjon med andre fosfattyper kan være effektivt middel for å binde bly tilnærmet permanent på stedet. Fosfor i overskudd vil imidlertid kunne skape eutrofiering av vassdrag. Derfor må hvert enkelt skytefelt vurderes nøye før dette tiltaket settes i verk.

1. Innledning

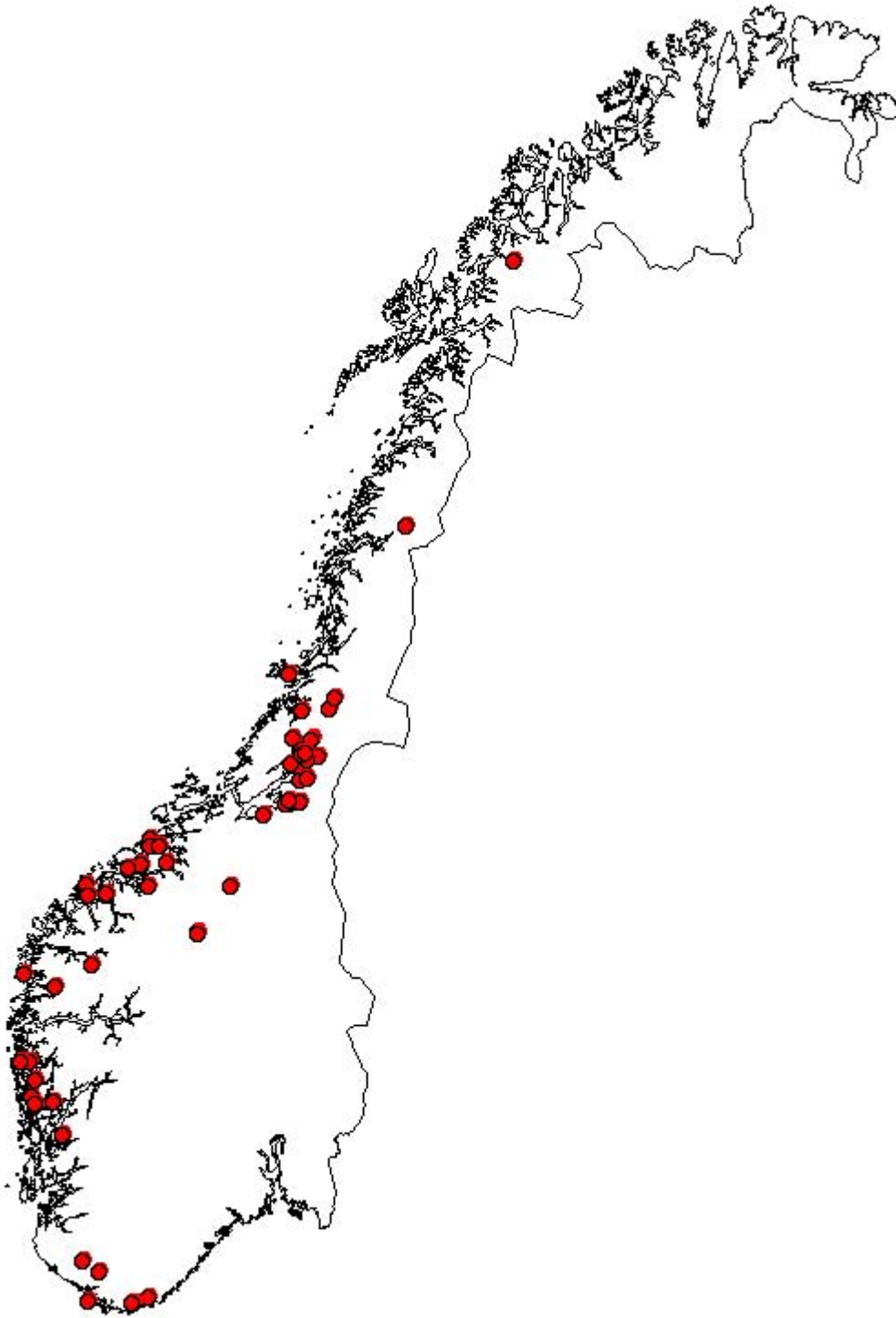
Denne undersøkelsen er andre del av SFTs arbeid med kartlegging av tungmetallavrenning fra sivile skytebaner. Den omhandler resultater av metallkonsentrasjoner i 100 prøver fra 81 stasjoner ved 50 skytebaner, lokalisert langs kysten fra Aust-Agder i sør til Troms i nord (Fig. 1). Den første delen ble gjennomført i 2005 og omhandlet metallkonsentrasjoner i vann ved skytevoller i avrenning fra riflebaner og lerduebaner på Østlandet, Sørlandet og i Rogaland (Rognerud 2005). Det ble rapportert stedvis høye konsentrasjoner på baneområdene, men konsentrasjonene var generelt lavere utenfor baneområdet som følge av fortykning av tilrennende bekker.

SFT har i brev av 10.10.2006 til Fylkesmennens miljøvernmyndigheter beskrevet formålet med undersøkelsen (Warland 2006). Her står det blant annet at:

”De fleste sivile skytebaner har rene støykrav i sine tillatelser, uten at tungmetall problematikken er vurdert. Det er i dag fylkesmennene som er miljømyndighet for alle sivile skytebaner i Norge og som skal saksbehandle konsesjonssøknader og stille krav til både innhold i en søknad og vilkår i en eventuell tillatelse. SFT ønsker derfor å innhente tilstrekkelig med informasjon slik at man har større kjennskap til omfanget av tungmetallspredning fra skytebaner i Norge. Resultatene vil ha betydning for hvordan konsesjonssøknader blir behandlet og hvilke vilkår som vil bli stilt i en mal til tillatelse til drift av skytebaner.”

Formålet med NIVAs undersøkelse i 2006 var å klarlegge potensiell spredning av korroderte metaller, vurdere resultatene og anbefale tiltak for å hindre spredning til vannresipienter nedstrøms skytebanene. Naturgitte forhold som har betydning for korrosjon av prosjektiler/hagl og utlekking varierer betydelig i Norge. SFT ønsket derfor å få kartlagt flere baner for å få et representativt bilde av spredningspotensialet av metaller fra ulike skytebaner i Norge.

I Norge har Norges Jeger- og Fiskerforbund (NJFF) påbud om bruk av stålhagl på sine lerduebaner. Hagleskyting på nye baneanlegg er derfor ikke et miljøproblem. Det er de baner der blyhagl har vært benyttet over flere år som er aktuelle og som kan utgjøre en forurensningsfare. På riflebaner i regi Det Frivillige Skytterforbund (DFS) brukes blyholdige kuler fortsatt på grunn av krav til presisjon i en konkurransesituasjon.



Figur 1. Lokalisering av skytebaner som er undersøkt i løpet av høsten 2006.

2. Metoder

Statistisk sett er ikke utvalget av lokaliteter tilfeldig. Lokale prøvetakere, hovedsakelig fra FM-miljøvern avdelinger, har valgt lokaliteter ut fra egne interesser og praktiske hensyn. Da dette antallet ble noe begrenset ble det besluttet at NIVA skulle supplere med undersøkelser av flere baner som det var praktisk mulig å rekke før vinteren. I alt ble det samlet inn 100 vannprøver i avrenning fra 50 skytebaner i 2006. Prøver til analyse av pH og totalt organisk karbon (TOC) ble samlet inn på plastflasker og for metallanalyser på syrevaskede spesialflasker og sendt til NIVA (lokale prøvetakere) eller innhentet av NIVA. Alle analyser ble utført på NIVAs akkrediterte laboratorium i Oslo etter Norsk Standard. TOC og pH ble analysert på laboratoriet etter henholdsvis metode G 4-2 og A-1 som er beskrevet i NIVAs analysemanual. Analysene av bly, kobber, antimon og sink ble analysert med ICP-MS (Metode E 8-2).

Ved vurdering av resultatene er Lowest Biological Risk Level (LBRL) benyttet. Forsvarsbygg har også benyttet LBRL i risikovurderinger for avhending av skytebaner. LBRL-konsentrasjoner for Cu, Pb og Zn, sammenfaller med øvre grense for tilstandsklasse III i SFTs klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (Tabell 1). Ingen grenseverdi er gitt for antimon, men her er grense for drikkevannskvalitet benyttet.

Tabell 1. Lowest Biological Risk Level (LBRL) for konsentrasjoner av kobber (Cu), bly (Pb) og sink (Zn) i vann. For antimon (Sb) er grensen for drikkevann benyttet.

Metall	Cu	Pb	Sb	Zn
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
LBRL	3	2,5	5	50

I tillegg vil beskrivelse av vannforekomstene, prøvetatte lokaliteter og naturgitte bakgrunns-konsentrasjoner være nyttig. De generelle naturlige bakgrunnsnivåene for aktuelle metaller i Norge er gitt i tabell 2 som et grunnlag for vurderingene om lokale påvirkninger. På bakgrunn av rapporter fra lokale prøvetakere og våre egne beskrivelser har vi inndelt vannforekomstene i følgende kategorier: dam (stillestående vann), sig (tørker ut temporært), bekk (vann hele året), elv (stor vannføring). I tillegg ble det tatt bilder av flere baner og prøvetakningsteder til bruk som støtte for vurderingen av resultatene. Enkelte skytebaner hadde ikke definert overflateavrenning fra nedslagsfeltene. I disse tilfellene var det bare mindre dammer som ble prøvetatt. En spredning av metaller i disse tilfellene vil skje gjennom infiltrasjon i jordsmonnet. Metallene skjebne vil være avhengig av jordas egenskaper. Dersom den har stor bindingskapasitet vil de høyst sannsynlig bindes på stedet, men i grusholdig jordsmonn med lav bufferkapasitet vil sjansen for videre transport til bekker og grunnvann være til stede. Spesielt gjelder dette i de tilfeller der grunnvannspeilet er høyt og permeabiliteten god. Dette må imidlertid undersøkes spesielt på aktuelle baner og det har ikke vært et tema i denne undersøkelsen.

Tabell 2. Konsentrasjoner av kobber (Cu), bly (Pb), antimon (Sb) og sink (Zn) i norske vannforekomster. Målingene må betraktes som referansekonsentrasjoner for områder som bare er påvirket av geokjemi og atmosfæriske kilder. Medianverdier er (50 %) og kvartiler (25 % og 75 %)

Metall	25 %	50 %	75 %	Referanser
	µg/l	µg/l	µg/l	
Cu	0.19	0.33	0.52	Skjelkvåle et al. 1999
Pb	0.071	0.14	0.32	Skjelkvåle et al. 1999
Sb	0.041	0.025	0.049	Skjelkvåle et al. 1996
Zn	0.54	1.1	2.6	Skjelkvåle et al. 1999

3. Innholdet av metaller i ammunisjon og mengder av metaller deponert.

Riflebaner

DFS oppgir at deres egen salgsavdeling står for 60 % av markedet for levering av ammunisjon til deres skyttere. Det leveres kuler/ammunisjon i kaliber 7,62 mm og 6,5 mm med henholdsvis såkalt tung kule (9,3 g) og lett kule (6,5 g). Som eksempel oppgir DFS at totalt sett (medregnet 40 % fra andre leverandører) er deres forbruk av bly i 2004 var 40 741 kg (inklusive kal.22). Basert på den relative fordeling mellom de ulike metallene gitt i tabell 4 tilsvarer dette 1255 kg Sb, 15 497 kg Cu og 1717 kg Zn. Den relative fordeling er ca 60 % tung kule og 40 % lett kule. På bakgrunn av dette er prosentvis fordeling av de ulike metallene i deponiene fra DFS sine baneanlegg beregnet (Tabell 3).

Tabell 3. Metallinnhold i ammunisjon solgt til DFS skyttere.

	Kule	Pb	Sb	Cu	Zn
Vekt, g	9,3	6,499	0,201	2,340	0,260
	6,5	4,365	0,135	1,800	0,200
Fordeling, %	9,3	69,90	2,15	25,16	2,79
	6,5	67,15	2,07	27,69	3,08
Fordeling forbruk, %	9,3/6,5 (60/40)	68,80	2,12	26,17	2,90

Lerduebaner

Hagleammunisjon på lerduebaner har tidligere (før 2003) i all hovedsak bestått av blyhagl. Deponiene på litt eldre baneanlegg består i all hovedsak består av blyhagl. Blyhagl består av 97 % bly, 2 % antimon, 0,5 % arsen og 0,5 % nikkel (Zhixun et al. 1995). På nyere anlegg vil deponiene i hovedsak være preget av stålhagl dvs jern (Fe) og eventuell alternativ ammunisjon som består av vismut (Bi), wolfram (W) samt noe arsen (As), tinn (Sn) og kobber (Cu). SFT har estimert at bruken av blyhagl i 1998 medførte en blytilførsel på ca. 232 000 kg til jord (SFT 2001). Den store forskjellen mellom riflebaner og de eldre lerduebaner er at på den sistnevnte består ammunisjon nesten utelukkende av bly, mens på riflebanene består den av 69 % bly, 26 % kobber og 3 % sink.

4. Resultater og diskusjon

Primærdata fra undersøkelsen er gitt i faktaarkene for den enkelte skytebane i vedlegget og det henvises til disse for lokale tiltak. Her gis en generell oversikt over resultatene samlet sett.

4.1 Konsentrasjoner av bly og kobber

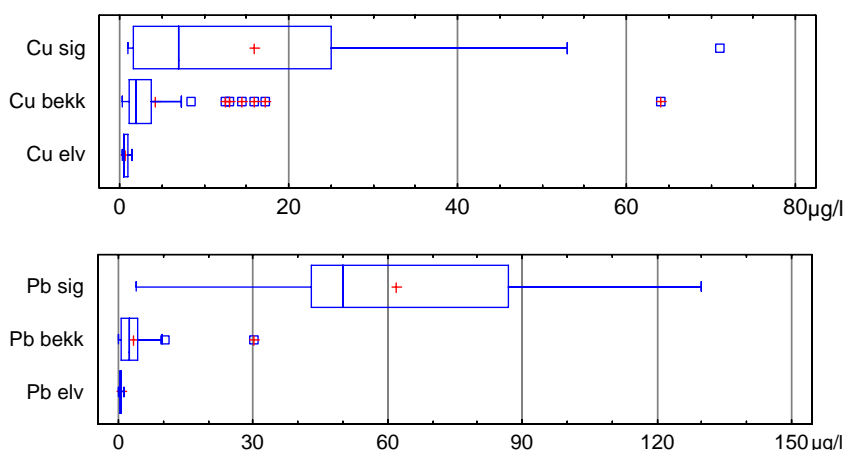
Det er analysert total 100 vannprøver fordelt på følgende kategorier vannforekomster; dam (4), sig (22), bekk (61) og elv (13). En samlet oversikt over konsentrasjoner av de viktigste metallene, kobber og bly, og beskrivende statistikk for disse er gitt i tabell 4 og vist i boksplokk (Figur 2). Median og middelveidene var høyest for begge metallene i dammene etterfulgt av sig, bekker og elver. Konsentrasjonene var generelt høyere for bly enn kobber slik det også er rapportert fra andre større undersøkelser av forurensning fra skytebaner (Ma et al. 2007, USEPA 2005 med sitert litteratur). Dette skyldes at bly er en hovedbestanddel i disse metallavsetningene. Blyutlekking fra skytebaner har størst fokus når det gjelder forurensning fra skytebaner både fordi det har høye konsentrasjoner, men

også fordi bly betraktes som mest toksisk av de aktuelle metallene og følgelig har den laveste grensen for LBRL (Lowest Biological Risk Level). Konsentrasjonene av metaller var stedvis høye i dammer og sig inne på skytebanene, mens de var lavere videre nedstrøms i bekker og elver som følge av fortynningen av vann fra uforurensede områder.

Tabell 4. Middel-, median-, minimum- og maksimum-konsentrasjoner ($\mu\text{g/l}$) av kobber (Cu) og bly (Pb) fordelt på kategoriene dam, sig, bekk og elv for alle målingene. Antall observasjoner = n

Cu, $\mu\text{g/l}$	n	middel	median	maks.	min
Dam	4	19.1	15	40	2.4
Sig	22	15.9	7	71	1
Bekk	61	4.2	1.9	64	0.39
Elv	13	0.72	0.53	1.5	0.39

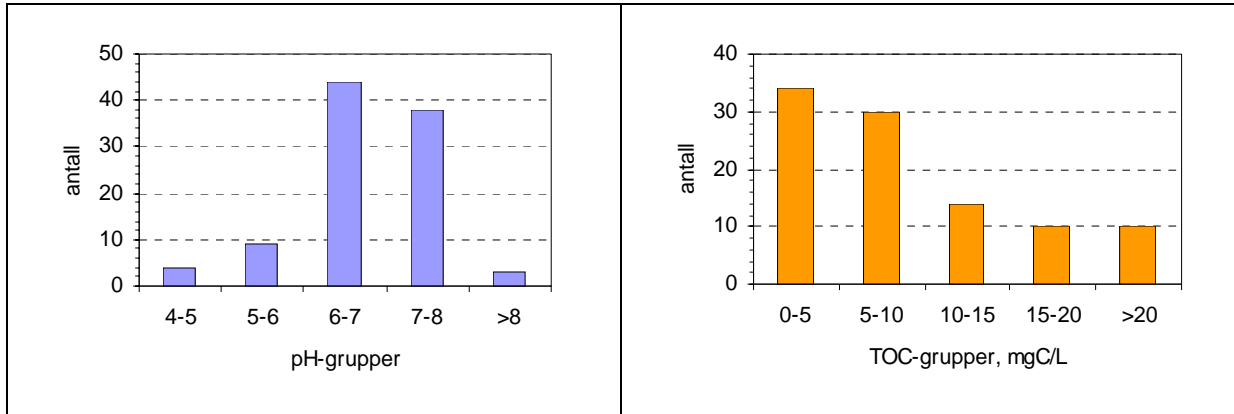
Pb, $\mu\text{g/l}$	n	middel	median	maks.	min
Dam	4	120	180	180	0.16
Sig	22	70	57	240	4.1
Bekk	61	3.4	2.4	30.2	0.01
Elv	13	0.5	0.57	1.2	0.01



Figur 2. Boksplott for konsentrasjoner av kobber (Cu) og bly (Pb) i alle målingene, unntatt for dammer der antallet var for lite. Boksene inkluderer 50 % av målingene, medianen er markert med strek og middelverdien med +. Linjene fra boksene er trukket til laveste og høyeste kvartil (25 til 75 % av observasjonene), mens observasjoner utenfor disse er markert med firkanter. En observasjon (240 $\mu\text{g Pb/l}$) er ikke vist. Antall målinger (n) var 22, 61 og 13 i hhv. sig, bekk og elv.

4.2 Generell oversikt over surhetsgrad og humuspåvirkning

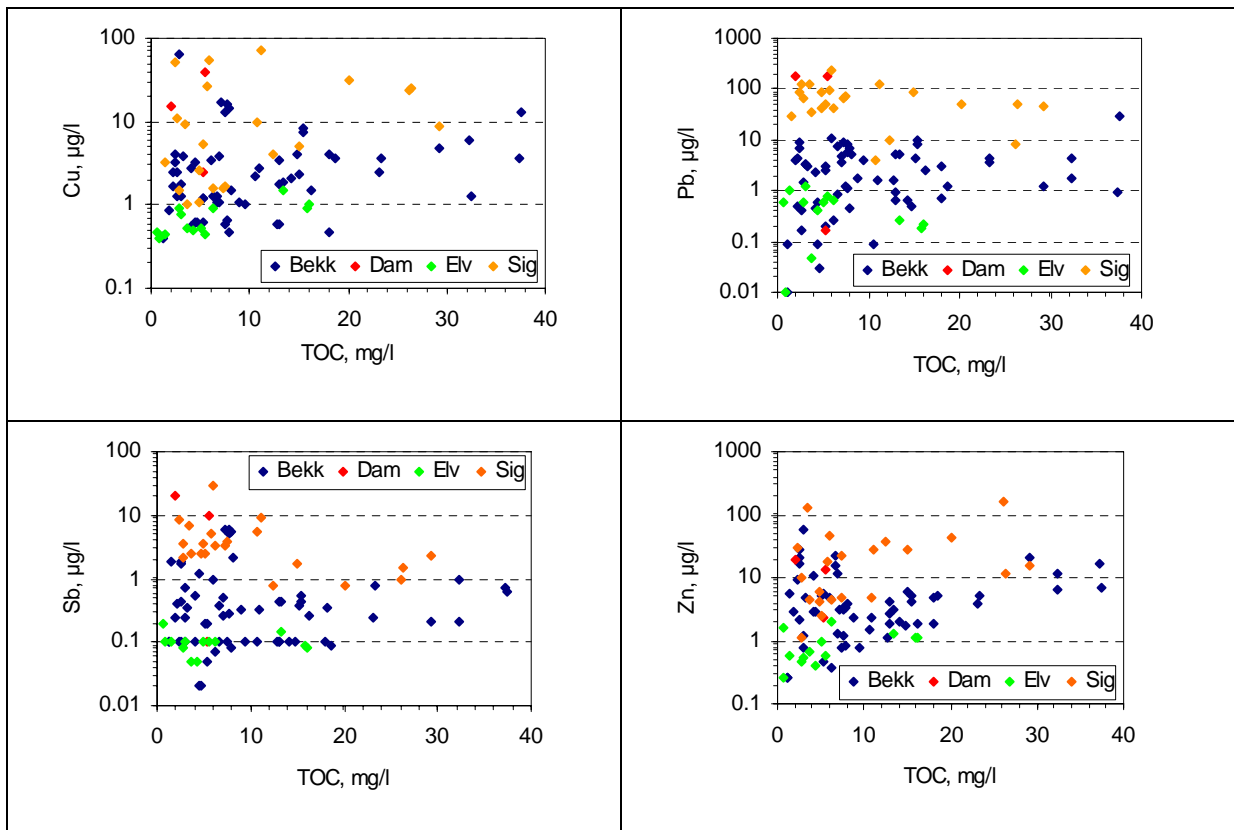
Frekvensfordelingen av pH og TOC i alle målingene fra 2006 er vist i figur 3. De aller fleste lokalitetene hadde nær nøytralt vann (pH 6-8) og var lite til moderat påvirket av humus (< 10 mgC/l). Fire lokaliteter var svært sure, mens ti var svært humusrike. Dette viser at utvalget av lokaliteter som vi har undersøkt har en vannkvalitet, mht. disse viktige variablene for korrosjon av kuler og hagl, som er typisk for de deler av landet som omfattes av undersøkelsen (jmf Skjelkvåle et al. 1999).



Figur 3. Gruppering av alle pH og TOC analysene for hele undersøkelsen i 2006 ($n = 100$)

4.3 Samvariasjon mellom metall-konsentrasjoner og TOC

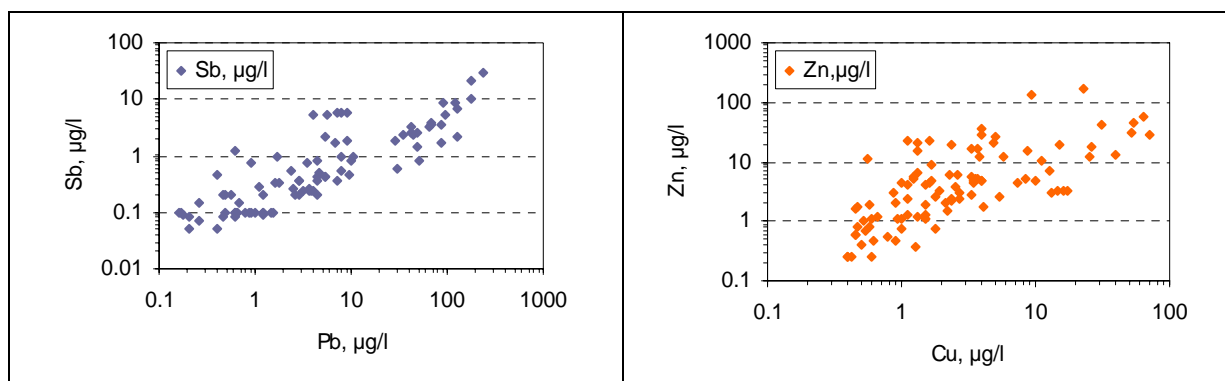
Konsentrasjonene mellom metaller i vann og TOC er vist i spredningsdiagram for de fire ulike kategorier vann definert for denne undersøkelsen; dam, sig, bekk, elv (Fig. 4). TOC er brukt fordi organisk stoff er en viktig ”transportør” av metaller ut fra skytebaner (Rognerud 2005).



Figur 4. Konsentrasjoner av bly (Pb), kobber (Cu), antimon (Sb) og sink (Zn) fordelt på type vannlokaltet. Flere observasjoner av Sb på $0,1 \mu\text{g/l}$ skyldes at noen av resultatene var lavere enn deteksjonsgrensen ($0,2 \mu\text{g/l}$) og ble satt til halve verdien av denne. Dam: stillestående vann, Sig: liten vannføring som av og til tørker ut. Bekk: vann hele året, moderat fortykning. Elv: høy vannføring, stor grad av fortykningsevne.

Konsentrasjonene var høyest i sig og dammer inne på baneområdet eller like utenfor. Dette er naturlig da disse målepunktene var tette opp mot kildene og fortynningseffekten fra uforurensede områder følgelig liten. I alle bekker og sig med TOC verdier over 20 mgC/l var konsentrasjonene av bly og kobber høyere eller lik 1 µg/l. Generelt var konsentrasjonene i bekkene lavere antagelig på grunn av fortynning som følge av tilførsel av vann fra områder utenfor baneområdet. Konsentrasjonene var lavest for elver der fortynningseffekten er størst og konsentrasjonene var nær de vi vanligvis finner i norske vannforekomster (Tab.2). Det var en tendens til økende konsentrasjoner av kobber, bly og sink med økende TOC verdier i bekkene. Sammenhengen med generelle vannkvalitetsvariable som påvirker korrosjonshastigheten i deponiene slik som TOC og pH og metallkonsentrasjoner var ikke spesielt god (ikke vist for pH). Årsaken er antagelig at forhold som varierende størrelse på kuledeponiene og ulik grad av fortynning fra uforurensede områder også er viktige forhold.

Konsentrasjonene varierte fra nær bakgrunnsnivå til opp mot 200 µg/l for bly og sink, 100 µg/l for kobber og 30 µg/l for antimon (Fig.5). Det var en god sammenheng mellom bly og antimon samt kobber og sink. Bly i hagl og riflekuler er leget med antimon, mens kobber er leget med sink. Det er derfor liten tvil om at at forekomsten av disse metallene i avrenning fra skytebanene er preget av korrosjon og utlekking fra hagl og riflekuler, selv i bekker med lave verdier. De aller fleste konsentrasjonene var høyere enn de som er vanlig i norske vannforekomster som er upåvirket av punktkilder i nedbørfeltet (Tab.2).



Figur 5. Forholdet mellom bly (Pb) og antimon (Sb), samt kobber (Cu) og sink (Zn) i alle målingene fra 2006. I kuler og hagl er bly leget med antimon og kobber leget med sink.

4.4 Konsentrasjoner over LBRL grensene for ulike kategorier av vannforekomster

Det var størst andel av konsentrasjoner over LBRL i dammer og sig, men for bly var også hele 80 % av konsentrasjonene høyere enn LBRL i bekkene (Tab.5). Konsentrasjonene var lavere enn LBRL for alle metallene i elvene og større bekker nedstrøms utenfor baneområdet. Generelt var det flest overskridelser av grensen for bly og minst for sink (som stort sett var begrenset til dammer inne på baneområdene).

Tabell 5. Prosentvis fordeling av konsentrasjoner av kobber (Cu), bly (Pb) og sink (Zn) over LBRL i de ulike kategoriene av vannforekomster (n = 100 totalt).

Vanntype	Dam	Sig	Bekk	Elv
n	4	22	61	13
Cu	75	68	36	0
Pb	75	100	80	0
Zn	25	1	0	0

4.5 Resultater for de enkelte feltene

I vedlegget er det laget faktaark for hvert skytebaneanlegg, og det er gitt vurdering av risiko forbundet med forurensning av metaller utenfor skytebaneområdene. Vi vil presisere at prøvetakningen er basert på stikkprøver og at konsentrasjonene ikke nødvendigvis er representative for andre vannførings-situasjoner og til andre tider av året. Ved vurderingen av resultatene må en ta hensyn til dette og ikke betrakte målingene for annet enn det de er; dvs. en indikasjon på omfanget av utlekking av metaller fra baneområdene og fortynningsmulighetene nedstrøms av uforurenset vann fra tilkommende bekker og elver. Ved vurderingen av hvert felt er det viktig at det er informasjonen som er gitt i faktaarkene som legges til grunn for eventuelle tiltak. Her skal vi bare nevne noen generelle trekk fra undersøkelsen.

Det er undersøkt 50 skytebaner og i 32 av disse (64 %) var forurensningen av metaller i all hovedsak begrenset til dammer og sig inne på skytebaneområdet og risikoen for spredning nedstrøms vurderes som svært liten. I enkelte tilfeller var konsentrasjonene inne på baneområdet svært høye i vannforekomstene og klart giftige de drikkes av dyr. De fleste skytebaner er ikke inngjærde og området er tilgjengelige for dyr på beite. For disse kan slike vannansamlinger være en risiko. Det skal også nevnes at blyfragmenter (og spesielt blyhagl) som ligger tilgjengelig på overflaten er et risikomoment for fugl og beitedyr. Spesielt gjelder dette hvis banene ligger på dyrka mark eller at det skytes i våtmarksområder med dammer og tjern. Dette er et av de viktigste momentene når det gjelder miljørisiko ved skytebaner (USEPA 2005).

Av de resterende 18 skytebanene var bekkene nedstrøms banene forurenset, men hvor langt konsentrasjonene oversteg LBRL-grense var avhengig av avstanden til tilkommende bekker/elver som bidrar med fortykning av konsentrasjonene. I 6 av disse var fortynningsmulighetene dårlig og bekkene var forurenset fra noen hundre meter til et par kilometer nedstrøms. I 7 av disse randt sammen med en større bekk/elv like nedstrøms banene. I slike tilfeller vurderes risikoen for verdier over LBRL-grensen etter samløpet som svært lav. I de tilfeller der bekkene fra banene rant ned i et vann eller tjern (5 baner) ble forurensningene redusert pga. fortykning og sedimentasjon av metaller. Innsjøer er effektive sedimentasjonsbasseng for tilførte metaller dersom vannets oppholdstid ikke er for kort. Spesielt effektiv er sedimentasjonsprosessen for bly på grunn av en sterk binding til organiske partikler. I slike tilfeller er risikoen for konsentrasjoner over LBRL-grensene ved utløpet svært liten. Ved Grotjønn

skytebane nær Kristiansand var konsentrasjonene over LBRL-grensen ved utløpet. Det er mulig at årsaken er at vannet har kort oppholdstid i Grotjønn slik at metallene ikke rekker å sedimentere for de når utløpet.

Det er ved flere av lokalitetene benyttet store mengder kuler/hagl i nedslagsfeltet. Blant disse er baneanleggene ved Grotjønn (Kristiansand), Førde og Bardufoss der det ble målt høyere konsentrasjoner enn LBRL-grensene et godt stykke nedstrøms banene.

5. Anbefalinger av tiltak og videre arbeid

Internasjonalt er ikke fortynning av metallutlekkningen fra skytebanene betraktet som en prioritert behandlingsmåte for å begrense forurensningen fra skytebaner (USEPA 2005). Det satses først å fremst på å redusere korrosjonshastigheten av blyfragmentene inne på baneområdet og oppsamling samt resirkulering av kuler og hagl (USEPA 2005). Dersom en finner enkle og effektive måter å hindre korrosjon og utlekking av bly vil det også være effektivt for kobber og sink. Disse metallene opptrer som kationer i miljøet, mens antimon forekommer som et anion. Det er derfor ikke sikkert at tiltakene for på hindre utlekking av bly, kobber og sink vil være like effektive for antimon. Likevel, hvis et tiltak kan redusere korrosjonshastigheten vil også utlekkningen av antimon høyst sannsynlig bli redusert da blyet er legert med antimon. Undersøkelsene i USA (Ma et al. 2007, med litteraturhenvisninger, og USEPA 2005 med litteraturhenvisninger), i Norge, Sverige, Finland og Canada (litteraturgjennomgang i Rognerud 2005) har gitt økt forståelse av problemet knyttet til bly i avrenning fra skytebaner. I det følgende vil hovedkonklusjonene av kunnskapsstatus fra disse arbeidene gjenngis. Disse konklusjonene er viktig når tiltak skal foreslås. Det er fort gjort å gjøre tiltak som kan forverre situasjonen hvis man ikke har god kunnskap om oksidasjon og mobilitet av bly ved de naturgitte forholdene ved de enkelte baneanleggene.

5.1.1 Fragmentering av prosjektiler

Ved skyting spres en del partikler av metallisk bly ved standplass og noe slites av ved anslag i jord og mot stein/jord. Fragmentering øker overflaten av hver kule/hagl og bidrar til økt eksponering for korrosjon og økt risiko for utlekking av korrosjonsprodukter. Det er vist at opptil 1,5 % av kulas vekt kan fysisk bli fjernet ved anslag i jord (Hardison et al 2004). Ved anslag mot stein/fjell vil splintring og blyavsetning på stein være svært ugunstig med hensyn til korrosjon og utlekking. Retningslinjer for bygging av skytevoller er gitt i USEPA (2005). I tillegg har FFI og Forsvarsbygg erfaringer på dette området. Vi kan derfor fastslå følgende:

Tiltak 1: Målområdet må ha masser som ikke fragmenterer kuler og hagl nevneverdig.

5.1.2 Korrosjon av prosjektiler

Metallisk bly er ustabil i jord og etter deponering vil korrosjonen dvs. oksidasjonen starte. Dersom denne skal være effektiv må vann med oppløst oksygen og karbondioksyd være tilstede. Da oksideres metallisk bly til toverdige blyoksid (PbO) som ofte finnes i miljøet. I jord er konsentrasjonen av CO_2 oftest langt høyere enn i luft, og CO_2 vil danne karbonat-ligander som vil reagere med blyoksid. Derved dannes en skorpe av blykarbonater ($PbCO_3$, $Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$) på fragmentene. I et surt/nær nøytralt miljø vil disse kunne løses og blyet vil kunne knyttes til andre ligander som løst organisk

materiale og lekke ut i vannfasen. I et alkalisk miljø vil dannelsen av Pb-karbonater undertrykkes fordi omdannelsen fra bly-oksider til bly-karbonater krever tilgjengelige protoner som har lave konsentrasjoner i alkalisk miljø. Derfor er det lave konsentrasjoner av bly i avrenning fra skytefelt som har alkalisk miljø og lavt innhold av løst organisk materiale (f.eks Hjerkinnskytefelt, Rognerud 2003)

Det har vist seg at organisk materiale (humus) er svært viktig for korrosjonen av bly. Når konsentrasjonen av organisk materiale er høy vil karbonatdannelsen være effektiv på grunn av høy konsentrasjon av CO₂ i jordvannet. Løste humussyrer sikrer ofte et surt nok miljø til at blykarbonatene løses fra partiklene. Blyioner bindes til løste humussyrer og renner av med markvannet. Denne prosessen blottlegger nye flater for oksidasjon. Det dannes ingen skorpe som er effektiv beskytter for videre korrosjon av elementært bly. Kalking av skytebaner som har myr eller humusrik jord kan gjøre vondt verre fordi en økning i pH kan øke dannelsen av løste humussyrer som effektivt vil trekke bly vekk fra deponerte prosjektiler.

Tiltak 2: Skytevoller og nedslagsområde for hagl med lav bufferkapasitet i jordsmonnet bør ha lavest mulig innhold av organisk materiale. Nye baneanlegg bør legges i områder med nøytral til alkalisk jord. Eksisterende skytebaner med høyt innhold av organisk materiale (oftest i form av humus) må ikke kalkes.

5.1.3 Vannmetning og dreneringsforhold

Årlig nedbørmengde og dreneringsforholdene i jorda er svært viktige faktorer for korrosjon av blyfragmentene. Regnvannet er ikke bare ”transportøren” av metaller fra skytebanene, men er helt avgjørende for at en effektiv oksidasjon og dannelse av løselige blykarbonater skal kunne skje. Dersom jorda på baneområdet har høy vannmetningsgrad over store deler av året er risikoen langt større for utlekking av bly enn om metningsgraden er lav. Dersom blyfragmentet ligger i luft uten tilgang på vann reduseres oksidasjonen betydelig etter dannelsen av blyoksid på overflaten

Tiltak 3: Avskjæring av vanngjennomstrømning i deponiområdet for hagl/kuler og overbygging/topp-tildekning av kulefangervoller vil redusere korrosjon og utlekking betydelig.

5.1.4 Binding av metaller på baneområdet

Fosfatholdige bergarter som apatitt (Ca₅(PO₄)₃OH) er kjent som et effektivt middel for å hindre utlekking av bly fra deponier (Ma et al. 1995). Mekanismen er at når oksidert Pb er til stede og de kjemiske betingelsene er gunstig for løsning av mineralet vil det kunne dannes blyfosfater som pyrromorfitt (Pb₅(PO₄)X, der X er OH, Cl, F eller Br. Pyrromorfitt har ekstremt lavt løslighetsprodukt og dette gjør at bly blir bundet effektivt på stedet. Denne reaksjonen er imidlertid avhengig av at apatitt løses og da kan ikke miljøet være for alkalisk. Det er imidlertid også vist at dersom konsentrasjonene av Pb er høy vil løsningen av Pb-karbonater føre til en naturlig buffring av miljøet som kan redusere videre korrosjon og hindre løsning av apatitt (Ma et al. 2007). I denne sammenhengen er gjennomstrømningen og metningsgraden i jorda avgjørende. Dersom deponiene tilføres surt til nøytralt vann vil tilsetning av apatitt være et effektivt middel for å binde Pb på stedet. En ekstra tilsetning av fosfat i annen form enn apatitt vil øke virkningsgraden, men fosfat eutrofierer vassdrag. Derfor må hver enkelt skytefelt vurderes nøye det gjelder bruken av apatitt som et tiltak.

Tiltak 4: Tilsetning av finkorna apatitt evt i kombinasjon med annen fosfertilsetning kan være effektivt middel for å binde bly tilnærmet permanent på stedet. Fosfor i overskudd vil kunne skape eutrofiering av vassdrag. Derfor må hvert enkelt skytefelt vurderes nøye før dette tiltaket settes i verk.

5.1.5 Andre tiltak

Utover disse forslagene nevner USEPA (2005) at bratt terreng i nedslagsområdet har større sjanser for at mindre blypartikler følger overflateavrenning til områder nedstrøms baneanleggene. Et svakt hellende terreng er mest gunstig, mens et flatt terreng med våtmarksområder er minst gunstig fordi korrosjonen oftest er høyest under slike forhold. Kortvokst vegetasjon kan redusere overflateavrenningen og minske erosjonen fra baneområdene. Baner på grusavsetninger med lav bufferkapasitet er positivt hvis kuler og hagl skal fjernes med jevne mellomrom, men slike områder har også den egenskapen at løste blyforbindelser har større sjanser for å forurense grunnvannet. I leirholdig jord er gjenvinning av prosjektiler vanskelig og potensialet for avrenningen av metaller kan øke hvis bufferkapasiteten er lav. Alkalisk sandholdig jord er gunstigst ved at regnvann kan perkolere gjennom jorda og korrosjonshastigheten av prosjektiler er lav. Et slikt jordsmonn er også gunstig med hensyn til gjenvinning av kulefragmenter og hagl.

5.1.6 Anbefalinger om videre arbeid

Vi mener at generelt er kunnskapen om konsentrasjonsnivåene av metaller i avrenning fra norske lervedbaner og riflebaner godt nok dokumentert både gjennom undersøkelser NIVA har gjennomført for SFT og Forsvarsbygg (Rognerud 2003, 2005a og 2005b), egne undersøkelser av Forsvarsbygg samt undersøkelser utført av Forsvarets Forskningsinstitutt (Strømseng og Ljønes 2002a, 2002b).

Likevel er kunnskapen om variasjoner i metallkonsentrasjoner i avrenning fra norske skytebaner gjennom året relativt mangelfull. Vi vil anbefale en nærmere undersøkelse av 2 baner som er mye brukt. I denne sammenheng kan Grotjønn skytebane ved Kristandsand og Løvenskjoldbanen i Bærum være aktuelle.

Det videre arbeidet med et grunnlaget for en fremtidig konsesjonsbehandling av skytebaner bør konsentreres om følgende:

- En oppdatering av nasjonal og internasjonal kunnskap om arbeidet med å begrense utlekking av metaller fra skytebaner.
- Etablere et nært samarbeid med DFS og NJFF slik at det kan utarbeides operative manualer for hantering av miljømessige forhold ved nye skytebaner og for miljøtiltak på eksisterende baner med problemer knyttet til avrenning av metaller.

6. Referanser

- Hardison, D.W., Ma, L.Q., Luongo, T., and Harris, W.G. 2004. Lead contamination in shooting range soils from adrasion of lead bullets and subsequent weathering. *Sci. tot Environ.* 328: 175-183.
- Ma, L.Q., Hardison, D.W, Harris, W.G., Cao, X., and Zhou,Q. 2007. Effects of soil property and soil amendment on weathering of abraded metallic Pb in shooting ranges. *Water Air Soil Pollut.* 178: 297-307.
- Ma, L.Q., Logan,T.J., and Traina,S.J. 1995. Lead immobilization from aqueous solutions and contaminated soils using phosphate rocks. *Environ. Sci. Technol.* 29: 1118-1126
- Rognerud, S. 2003. Hjerkinn skytefelt 2003. Forurensningsgrad av metaller i vann og handlingsplan mot forurensninger. NIVA-rapport LNR 4781-2003.
- Rognerud, S. 2005a. Konsentrasjoner av metaller i bekker og sig som avvanner sivile skytebaner. NIVA-rapport 5074-2005.
- Rognerud, S. 2005b. Overvåkning av metallforurensning fra militære skytefelt og demoleringsplasser. Resultater fra 14 års overvåkning. NIVA-rapport 4944-2005.
- Skjelkvåle, B.L., et al. 1999. Heavy metal surveys in Nordic lakes, harmonised data for regional assessment of critical limits. NIVA-report 4039-99.
- Skjelkvåle, B.L., Henriksen, A., Vadset, M. og Røyset O. 1996. Sporelementer i norske innsjøer- Foreløpig resultat for 473 sjøer. NIVA-rapport 3457-96.
- Strømseng, A. og Ljønes, M. 2002a. Miljøkartlegging av åtte skytebaner- Vurdering av potensialet for mobilisering av tungmetaller. FFI-rapport 2002/03877.
- Strømseng, A. og Ljønes, M. 2002b. Periodisk avrenning av tungmetaller-en feltundersøkelse gjort ved Steinsjøen skytefelt. FFI-rapport 2002/00715.
- USEPA 2003. Technical review workgroup (TRW) recommendations for performing human helath risk analysis on small arms shooting ranges. USEPA OSWER 9285.7-37. nettversjon.
- USEPA 2005. Best Management Practices for lead at Outdoor Shooting Ranges. United States Environmental Protection Agency. EPA-902-B-01-001. (www.epa.gov/region2/waste/leadshot)
- Warland, R. 2006. Kartlegging av tungmetallavrenning fra sivile skytebaner. Anmodning om bistand til prøvetakning av skytebaner. Brev fra SFT 2006/1201, datert 10.10.2006.

7. Vedlegg

Grotjønn skytebane, Kristiansand kommune Farsund skytebane, Farsund kommune Røyseland skytebane, Kvinesdal kommune Vest Agder

Organisering: Kristiansand SL, Farsund SL / Farsund & Lyngdal JF, Kvinesdal SL



Grotjønn skytebane
300 m med 22 skiver og 100 m med plass til 16 skyttere. Etablert i 1901. Feltarena i vinterhalvåret.



Farsund skytebane
300 m med 16 skiver, 200 m med 25 skiver og 100 m med 16 skiver. Feltarena vinterhalvåret. Elg + lerduebane.



Røyseland skytebane
300 m med 12 skiver, 100 m med 12 skiver. Etablert i 1940. Feltarena i vinterhalvåret.

Prøvetaker: Thore Egeland (FM-VA).

Tabell 1. Lokalisering, dato, vannføring og analyseresultater:

Lokalitet	St.	Eur89	UTM-Ø	UTM-N	Dato	Vannf.	pH	TOC	Cu,µg/l	Pb,µg/l	Sb,µg/l	Zn,µg/l	Banetype
Grotjønn	1	32V	437250	6446577	15.11.2006	lav	6,35	2,4	52,7	89,4	8,45	30,3	Riflebane
Grotjønn	2	32V	437986	6446447	15.11.2006	høy	6,5	7	3,85	4,58	0,5	12	Riflebane
Farsund	1	32V	364855	6443771	28.11.2006	normal	6,39	2,5	3,32	9,22	1,8	16,6	Rifle, lerdue
Farsund	2	32V	364821	6443604	28.11.2006	normal	6,65	2,5	3,99	6,8	1,7	28,5	Rifle, lerdue
Røyseland	1	32V	377912	6477359	28.11.2006	høy	4,62	5,2	1,23	2,55	0,2	5,29	Riflebane
Røyseland	2	32V	378020	6477207	28.11.2006	høy	4,61	5,3	1,21	2,92	0,2	5,68	Riflebane

Vurdering

Ved Grotjønn ble en vannprøve tatt 100 m nedstrøms skytevoll i bekk med lav vannføring (st.1). Konsentrasjoner av bly og kobber var høye og høyere enn LBRL. Bart fjell og tynn morene ved st.1, elveavsetninger ved st.2. Konsentrasjonene fortynnes i Grotjønn, men de var likevel over LBRL for Pb og Cu i utløpet til tross for høy vannføring. Utlekking av metaller forurenses også bekken nedstrøms skytebanen selv om en del av utløst bly fra skytevollene vil sedimentere knyttet til partikler i Grotjern.

Ved Farsund skytebane var konsentrasjonene over LBRL både 10 m nedstrøms en av skytevollene (st.1) og nedenfor banen ca 200 lenger ned (st.2). Bart fjell og morene i baneområdet. Vannføringen i bekken beskrives som normal og det er klart at utlekkning av metaller forurenses bekken umiddelbart nedstrøms skytebanen. Det er mulig at 100 m nedenfor st.2 vil fortykning fra en bekk som tilkommer reduserte konsentrasjonene under LBRL nivå.

Ved Røyseland var konsentrasjonene i bekken over LPRT for bly, men lavere for kobber og sink, både 15 m nedstrøms skytevoll (st.1) og 150 m nedstrøms (st. 2). Bart fjell og morene i baneområdet. Vannføringen i bekken beskrives som høy ved prøvetakingen og utlekkning av metaller forurenses bekken nedstrøms skytebanen. Bekken er svært sur og dette indikerer også et surt miljø og høy korrosjonshastighet av kuler og hagl på baneområdet. Høyere konsentrasjoner kan forventes ved lavere vannføring. Når en sidebekk tilkommer 500 m nedenfor st.2 vil konsentrasjonene høyst sannsynlig bli lavere enn LPRT-grensene.

Mjåvatn skytebane, Søgne kommune Vest Agder

Lund skytebane, Lund kommune Rogaland

Organisering: Mandal SL og Mandal JFF, Lund JF



Mjåvatn skytebane
200 m med 15 skiver og 100 m med 16 skiver. Rifle- og lerduebane.



Lund skytebane
Lerduebane og skiskytteranlegg, 22 kal.

Prøvetakere: Sigurd Rognerud og Atle Rustadbakken (NIVA).

Tabell 2. Lokalisering, dato, vannføring og analyseresultater:

Lokalitet	St.	Eur89	UTM-Ø	UTM-N	Dato	Vannf.	pH	TOC	Cu, µg/l	Pb, µg/l	Sb, µg/l	Zn, µg/l	Banetype
Mjåvatn	1	32V	419266	6440300	28.09.2006	0,2 l/s	6,86	2,3	1,7	0,49	0,1		9 riflebane
Mjåvatn	2	32V	418961	6440150	28.09.2006	15 l/s	6,7	4,1	0,55	0,46	0,1		11 rifle, pistol, lerdue
Lund	1	32V	358751	6489895	28.09.2006	sig	4,88	4,9	2,6	87	3,5		6,1 lerduebane

Vurdering

Mjåvatn skytebane hadde flere skytevoller og nedfallsområder for hagl som ligger relativt nært Mjåvatn. Det ble tatt prøve av en liten bekk som renner forbi en kulefanger (st.1), men konsentrasjonene av metaller var lavere enn grensene for LBRL. Konsentrasjonene var også lavere enn LBRL grensene i bekken som renner ut av Mjåvatn. Det så ikke ut til at baneområdet var spesielt mye brukt. Metaller som lekker ut fra kulefangervoller/hagldeponier vil tilføres Mjåvatn, men her vil det aller meste av metallene sedimentere assosieres til organisk materiale. Det er derfor liten risiko for at konsentrasjonene av metaller i utløpsbekken vil overskride LBRL-verdiene for de aktuelle metallene.

Lund skytebane ble undersøkt i en regnfull periode og prøvene ble tatt i en liten bekk som avvannet målområdet for skiskytteranlegget og lerduebanen (ca 0,3 l/s). Denne bekken ble kategorisert som sig da vi antar at den vil tørke ut under normale værforhold. Konsentrasjonene av bly var over LBRL. Siget renner inn i en stor bekk som avvanner hele området og mye "uforurenset mark". I denne bekken vil konsentrasjonen synke under LBRL nivå. På grunn av god vannføring i bekken som avvanner hele skytebaneområdet (ca. 30 l/s) er det derfor svært liten risiko for at konsentrasjonene av bly vil overstige LBRL-nivå i bekken som avvanner denne skytebanen også i tørre perioder.

Jonahola skytebane, Bergen kommune Holdhus skytebane, Fusa kommune Midthølen skytebane, Kvinherad kommune Hordaland

Organisering: Åsane/Hordvik SL. Hålandsdalen SL/Fusa JFF, Omvikdalen SL



Jonahola skytebane
200 m med 10 elekt. skiver og 100 m til 16 skyttere. Tre lerduebaner samt ei riflebane ovenfor 4B.



Holdhus skytebane
200 m med 12 skiver og 100 m med 10 skiver. Egen lerduebane på området



Midthølen skytebane
300 m med 12 skiver og 100 m til 12 skyttere. Feltarena i vinterhalvåret.

Prøvetaker: Atle Rustadbakken (NIVA).

Tabell 3. Lokalisering, dato, vannføring og analyseresultater:

St.	Eur89	UTM-Ø	UTM-N	Dato	Vannf.	pH	TOC	Cu,µg/l	Pb,µg/l	Sb, µg/l	Zn,µg/l	Banetype
4A	32V	302627	6708494	24.10.2006	5 l/s	7,4	3,3	3,9	2,9	0,35	4,7	Rifle + pistol
4B	32V	302468	6708573	24.10.2006	10 l/s	6,48	2,6	2,4	0,17	0,1	2,2	Rifle + lerdueb.
5A	32V	324380	6681446	25.10.2006	sig	5,18	15	5	87	1,7	27	Rifle + lerdueb.
6A	32V	333832	6641097	25.10.2006	dam	6,53	5,9	53	240	30	45	Riflebaner
6B	32V	333888	6641499	25.10.2006	elv	6,22	3,1	0,79	1,2	0,1	0,53	Riflebaner

Vurdering

Jonahola skytebaneområdet er naturlig delt i to områder. Den østre bekken som avvanner flere riflebaner og en pistolbane (St.4A) hadde konsentrasjoner av bly som var nær LBRL nivå, mens konsentrasjonene i bekken som avvanner lerduebanene og en riflebane (st.4B) var lavere enn LBRL-grensene for alle metallene. Etter samløpet av bekkene vil vi forvente at konsentrasjonene vil være lavere enn LBRL-nivå i store deler av året. Dessuten vil metallene sedimentere i vannet nedenfor, og vi forventer ingen spredning av metallforurensninger av betydning utenfor dette området.

Holdhus skytebane hadde bratte voller bak skivene og ingen definert avrenning fra disse til myra nedenfor. Prøvene ble tatt i et sig fra myra ca. 150 m nedenfor alle tre banene. Konsentrasjonene i dette siget var over LBRL-nivå for bly og kobber, men disse konsentrasjonene vil bli fortennet til under LBRL-nivå når siget når bekken øst for målepunktet. Forurensningen er knyttet i all hovedsak til baneområdet.

Prøvene ved Midthølen skytebane ble tatt i en dam nedenfor skytevollen på 100 m (6A) og i utløpet av Midthølen (6B). Konsentrasjonene av metaller var høye i dammen, men fortenning nedstrøms og sedimentasjon av metaller i Midthølen gjør at konsentrasjonene var under LBRL-nivå for bly ved utløpet av vannet. Likevel er 1,2µg Pb/l godt over naturlige konsentrasjoner av bly i Norge.

Ulven skytebane, Os kommune

Ulvehiet lerduebane, Os kommune

Hordaland

Organisering: Os SL og Os JFL



Ulven skytebane og Ulvehiet lerduebane

300 m, 200 m og 100 m. Baneområdet benyttes til feltarena vinterhalvåret. Banen er landsstevnearena. 2 jegertrapbaner ved Ulvehiet.

Prøvetakere: Atle Rustadbakken (NIVA) og Svein Erik Larsen (Os JFL).

Tabell 4. Lokalisering, dato, vannføring og analyseresultater:

St.	Eur89	UTM-Ø	UTM-N	Dato	Vannf.	pH	TOC	Cu, µg/l	Pb, µg/l	Sb, µg/l	Zn, µg/l	Banetype
1A	32V	301431	6678810	24.10.2006	dam	6,82	2,2	2,4	4,4	0,41	20	Gammel 150 m
1B	32V	301485	6678793	24.10.2006	bekk	7,17	2,6	1,3	0,4	0,45	21	Gammel 150 m
1C	32V	301268	6679154	24.10.2006	bekk	6,75	5,2	5,3	48	2,5	2,5	Ny 100 og 200 m
1D	32V	301311	6679156	24.10.2006	bekk	6,62	4,1	2,7	2,4	0,53	2,9	Ny 100 og 200 m
2A	32V	301230	6677883	09.10.2006	sig	6,97	6,2	1,6	43	3,3	4,6	Rifle og lerd.bane
2A	32V	301230	6677883	19.10.2006	sig	6,76	7,5	1,7	69	3,9	4,8	Rifle og lerd.bane
2A	32V	301230	6677883	07.11.2006	sig	6,74	4,8	1,09	43,1	2,48	4,11	Rifle og lerd.bane
2A	32V	301230	6677883	16.11.2006	sig	6,78	3,7	1	35,1	2,42	4,59	Rifle og lerd.bane
2A	32V	301230	6677883	24.10.2006	sig	6,76	7,3	1,6	64	3,3	22	Rifle og lerd.bane
2B	32V	301200	6677712	24.10.2006	sig	6,96	8,2	1,5	5,4	2,1	4	Rifle og lerd.bane

Vurdering

Konsentrasjonene av bly var over LBRL-grensen i et sig nedenfor skytevoll (1A) og i en liten bekk som avvanner innerste skytevoll (1C) ved Ulven skytebane, ellers var de lavere enn LBRL-nivå i de andre bekkene med middels stor vannføring (1B, 1D). Det er relativt små vannmengder som frakter metaller fra disse riflebanene. Risikoen for forurensning av Ulvenvatnet vurderes som svært liten.

Prøvene ved Ulvehiet lerduebaner er tatt i sig fra skytevollene ved elgbanen (2A). Dette siget renner videre ut i myr, men vannføringen er fortsatt liten ved neste prøvepunkt (2B). Siget renner inn i større bekk som renner sydover. Selv om konsentrasjonene av bly var over LBRL nivå ved begge målepunktene var vannmengdene små. Fortynning fra uforurensede områder vil raskt redusere konsentrasjonene til under LBRL-grensen litt lenger nedstrøms.

Radøy skytebane, Radøy kommune Lona skytebane, Lindås kommune Fana skytebane, Fana kommune Hordaland

Organisering: Radøy SL, Seim SL, Fana SL



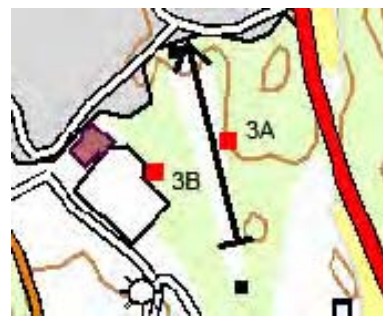
Radøy skytebane

300 m med 8 skiver og 100 m med tvillingskiver (10 skyttere).



Lona skytebane

200 m med plasstil 12 skyttere, og 100 m med til 16 skyttere. Feltarena i vinterhalvåret.



Fana skytebane

200 m med 20 skiver, 100 m til 12 skyttere.

Prøvetaker: Atle Rustadbakken (NIVA).

Tabell 5. Lokalisering, dato, vannføring og analyseresultater:

St.	Eur89	UTM-Ø	UTM-N	Dato	Vannf.	pH	TOC	Cu, µg/l	Pb, µg/l	Sb, µg/l	Zn, µg/l	Banetype
8A	32V	284132	6730214	26.10.2006	bekk	6,29	11,2	71	120	8,9		28 Gammel rifleb.
7B	32V	295700	6729730	26.10.2006	bekk	5,72	6,7	1,1	0,85	0,1		23 To riflebaner
7A	32V	295949	6729700	26.10.2006	dam	5,81	5,5	40	180	10		13 To riflebaner
3B	32V	296673	6688012	24.10.2006	bekk	7,7	23,4	3,6	4,4	0,79		5,2 Riflebane
3A	32V	296779	6688058	24.10.2006	sig	6,43	12,4	4	10	0,79		36 Riflebane

Vurdering

Ved Radøy skytebane er prøven tatt i et sig nedstrøms kulefangervollen ved 100 m (8A).

Konsentrasjonene av bly og kobber var over LBRL-grensene, men avrenningen går via Heimtjønni der en må forvente sedimentasjon av metaller. Forurensningsrisiko utenfor skytebanen er liten.

Ved Lona skytebane (Seim SL) var det høye konsentrasjoner av bly og kobber i sig ved kulefangervollen (7A). Siget fortsetter og ender opp i en bekk som renner ut av baneområdet der som den andre prøven ble tatt (7B). Konsentrasjonene av metaller fortynnes på veien og de var lavere enn LBRL-grensene ved målepunktet nedstrøms (7B). Forurensningen av metaller er begrenset til skytebaneområdet og det er liten risiko for forurensning utenfor baneområdet.

På Fana skytebane var det reelt høye konsentrasjonene av bly og kobber i sig nedenfor kulefangervollen (3A). Konsentrasjonene av bly og kobber var litt høyere enn LBRL-nivå i prøven som ble tatt i en liten bekk nedenfor begge banene før den renner ned i en kum og går i skjult av avløp (3B). I og med at bekken hadde liten vannføring når prøven ble samlet inn er det rimelig å anta at liten grad av metallforurensning kan forventes lenger nedstrøms skytebanen etter som uforurensset vann kommer til.

Florø skytebane, Flora kommune Førde skytebane, Førde kommune Ura skytebane, Gloppen kommune Sogn og Fjordane

Organisering: Florø SL, Førde SL, Indre Breim SL og Gloppen JFF



Florø skytebane
200 m med 13 skiver og 100 m med 12 skiver. Lerduebane.



Førde skyttastadion
200 m med 45 skiver og 100 m med 30 skiver.
Landsstevnearena. Feltarena vinterhalvåret. Rifle og lerduebane.



Ura skytebane
300 m med 15 skiver og 100 m med 16 skiver. Rifle og lerduebane.

Prøvetaker: Bjørn L. Rusken (FM-SF).

Tabell 6. Lokalisering, dato, vannføring og analyseresultater:

St.	Eur89	UTM-Ø	UTM-N	Dato	Vannf.	pH	TOC	Cu, µg/l	Pb, µg/l	Sb, µg/l	Zn, µg/l	Banetype
V1	32V	289169	6835501	30.11.2006	0.5 l/s	6,05	1,5	3,33	29,3	1,8	5,62	riflebane
V2	32v	289177	6835512	30.11.2006	5 l/s	5,34	2,7	11,1	128	2,11	10,3	riflebane
V3	32V	325804	6820544	30.11.2006	40 l/s	5,49	6	3,49	10,5	1	4,86	rifle, lerdue
V4	32V	326044	6820600	30.11.2006	0.5 l/s	5,92	5,7	26	94,7	5,12	18,2	riflebane
V6	32V	370224	6847498	08.12.2006	elv	6,62	0,63	0,46	0,57	0,02	1,6	riflebane

Vurdering

Florø skytebane ble prøvetatt i to bekker som begge renner ut i Litlevatnet. Konsentrasjonene var over LBRL-grensene for bly og kobber i begge bekkene. Vi forventer at metallene vil assosieres til partikler og sedimentere i Litlevatnet. Forurensningseffekter nedstrøms Litlevannet er lite sannsynlig.

Ved Førde skyttarstadion ble det tatt prøver i en oppkome nedstrøms kulefangervoll (V4) og i en større bekk ca. 400 m fra skytevollen. Konsentrasjonene var over LBRL grensa for både bly og kobber på begge stasjonene. Kråkeneselva angis som nærmeste større resipient. Skyteanlegger er landslagsarena og har vært mye brukt. Konsentrasjonene av bly var 10,5 µg/l i den største bekken. Dette er ganske høy verdi tatt i betraktning at vannføringen var ganske stor. Det er rimelig å anta at blykonsentrasjoner over LBRL-nivå også vil opptre utenfor baneområdet, men dette bør undersøkes nærmere.

Ved Ura skytebane ble prøven tatt nær bredden av Gamleseta og konsentrasjonene var lavere enn LBRL-grensen for metallene. De er gode resipientforholdene, med stor fortynningsgrad. Skytebanen har avrenning til Myklebustdalselva som er drikkevannskilde inkl. drikkevann til fylkets største meieri. Metallutlekking fra skytebanen er for til lav til at den påvirker konsentrasjonene av aktuelle metaller i elva nevneverdig. Ingen forurensning av betydning utenfor baneområdet.

Hildre og Brattvåg skytebane, Haram kommune Ørskog skytebane, Ørskog kommune Olsvika skytebane, Ålesund kommune Møre og Romsdal

Organisering: Hildre- og Brattvåg SL, Ørskog SL og Ørskog JFF, Ålesund SL



Hildre- og Brattvåg skytebane
300 m med 7 skiver og 100 m med 12 skiver. Feltarena i vinterhalvåret. .



Ørskog skytestadion
300 m med 14 skiver og 100 m med 10 skiver. Feltarena vinterhalvåret. Rifle og lerduebane.



Olsvika skytebane
200 m med 16 skiver og 100 m med 12 skiver. Feltarena i vinterhalvåret.

Prøvetaker: Jarl Eivind Løvik (NIVA)

Tabell 7. Lokalisering, dato, vannføring og analyseresultater:

Lokalitet	St.	Eur89	UTM-Ø	UTM-N	Dato	Vannf.	pH	TOC	Cu, µg/l	Pb, µg/l	Sb, µg/l	Zn, µg/l	Banetype
Hildre	V 1	32V	363653	6943461	23.10.2006	bekk	6,72	10,9	2,7	1,6	0,32	2,4	riflebane
Hildre	V 2	32V	363723	6944013	23.10.2006	elv	6,72	5	0,52	0,61	0,1	1	riflebane
Ørskog	V 2	32V	387461	6930852	23.10.2006	bekk	6,99	7	1,1	3,7	0,26	1,3	rifle, lerdue
Ørskog	V 1	32V	387631	6931070	23.10.2006	bekk	6,87	6,7	1,3	7,2	0,37	15	rifle, lerdue
Olsvika	V 1	32V	365158	6930345	23.10.2006	sig	8,09	3,5	9,3	130	6,7	130	riflebane

Vurdering

Det ble tatt en prøve i bekken som drenerer vollene på 100 og 300 m på Hildre og Brattvåg skytebane (V1). Metallkonsentrasjonene var lavere enn LBRL-grensen. Bekken renner inn i Hildreelva. Som følge av dette fortynnes konsentrasjonene og de var enda lavere nede ved boligområdet utenfor skytebaneområdet (V2). Skytebanen forurenses ikke området nedstrøms, men dyr som beiter på banen har risiko for å få i seg blyfragmenter. Banene på Ørskog ligger på ei myr. Vannprøvene er tatt der småbekkene samles fra nedslagsfeltet for hagl (V1), og i en relativt stor bekk som også drenerer mye uforurensete områder (V2). Likevel var konsentrasjonene over LBRL grensen på begge stasjonene og skytebanen må sies å forurense bekken nedstrøms banen. På Olsvika ble prøven tatt i et lite sig som drenerer 100m. Konsentrasjonene var høye spesielt for bly. Ikke synlig avrenning videre ned mot sjøen slik at vannet må infiltreres i løsmassene. Avrenning av metaller fra banen utgjør intet problem.

Molde skytestadion, Molde kommune

Isfjorden skytebane, Rauma

Møre og Romsdal

Organisering: Molde og Fannestranden SL og Molde JFF,
Isfjorden og Åndalsnes SL og Åndalsnes og omegn JFF



Molde skytestadion

200 m med 20 skiver og 100 m med 12 skiver.
Feltarena i vinterhalvåret. Rifle og lerduebane.



Isfjorden skytebane

200 m med 20 skiver og 100 m med 12 skiver.
Feltarena i vinterhalvåret. Rifle og lerduebane.

Prøvetakere: Torbjørn Ugelvik og Jarl Eivind Løvik (NIVA)

Tabell 8. Lokalisering, dato, vannføring og analyseresultater:

Lokalitet	St.	Eur89	UTM-Ø	UTM-N	Dato	Vannf.	pH	TOC	Cu, µg/l	Pb, µg/l	Sb, µg/l	Zn, µg/l	Banetype
Molde	V 1	32V	413921	6962074	23.10.2006	elv	7,09	5,5	0,45	0,78	0,1	0,59	rifle, lerdue
Molde	V1	32V	413890	6962050	14.08.2006	elv	7,3	2,8	0,909	0,61	0,08	0,48	rifle, lerdue
Molde	V 1	32V	413890	6962050	21.10.2006	elv	6,94	4,3	0,5	0,4	<0,2	<0,5	rifle, lerdue
Molde	V 2	32V	413098	6961680	23.10.2006	elv	7,3	6,2	0,89	0,66	0,1	2	rifle, lerdue
Isfjorden	V 1	32V	438757	6940227	24.10.2006	sig	7,07	1,9	0,86	4	0,25	2,9	rifle, lerdue
Isfjorden	V 2	32V	438530	6940230	24.10.2006	bekk	6,83	1,4	0,45	1	0,1	0,59	rifle, lerdue

Vurdering

Molde skytestadion ligger stort sett på fastmark, men med noen fuktige drag. Den øverste stasjonen er tatt i Kordalselva der sig fra banen renner ut. Det ble også tatt en prøve 1 km lenger nedstrøms banen (V2). Konsentrasjonen var under LBRL-nivå for metallene antagelig på grunn av god fortyningsevne i Kordalselva. Ingen forurensning av betydning utenfor skytebanen.

Isfjorden er et relativt stort anlegg som i hovedsak ligger på fastmark. En vannprøve ble tatt i et sig fra 100 m, men dette siget forsvinner i grunnen før det når Skardelva. Det ble også tatt en prøve i Skardelva ca 300 m nedstrøms baneanlegget. Det var ingen høye konsentrasjoner av metaller i siget fra banen, og i elva var verdiene høyere enn naturlige bakgrunnsverdier, men lavere LBRL-grensa for alle metaller. Fortynningen av vann fra uforurensede områder gjør at bekken ikke er forurenset av betydning utenfor skytebaneområdet.

Aspøy og Straumsnes skytterlags bane, Tingvoll kommune

Meisingset skytebane, Tingvoll

Møre og Romsdal

Organisering: Aspøy og Straumsnes SL, Meisingset SL



Aspøy og Straumsnes skytterlags bane
200 m med 20 skiver og 100 m med 10 skiver.



Meisingset skytebane
300 m med 12 skiver og 100 m med 10 skiver.

Prøvetaker: Jarl Eivind Løvik (NIVA)

Tabell 9. Lokalisering, dato, vannføring og analyseresultater:

Lokalitet	St.	Eur89	UTM-Ø	UTM-N	Dato	Vannf.	pH	TOC	Cu, µg/l	Pb, µg/l	Sb, µg/l	Zn, µg/l	Banetype
Aspøy	V 1	32V	451904	6989863	21.10.2006	elv	7,15	3,7	0,53	0,048	0,1	0,67	riflebane
Meisingset	V 1	32V	460175	6969714	22.10.2006	bekk	5,6	18	0,47	0,69	0,1	1,8	riflebane

Vurdering

Aspøy og Straumsnes skytebane ligger i en skråning med avrenning fra et myrområde til elva som kommer fra Storvatnet og renner ut i Straumsvågen. Elva har sjøørrett og elvemusling.

Konsentrasjonene av metaller i elva (V1) var under LBRL-nivå og nær det en kan forvente som naturlige konsentrasjoner. God vannføring i elva gjør at utlekkingen av metaller fra skytebanen ikke bidrar til forurensningsproblemer utenfor baneområdet.

Meisingset skytebane ligger i et kupert skogsområde med myrdrag. En bekk går gjennom myra mellom standplass og kulefangervollene og avvanner hele baneområdet. Vannprøvene er tatt i denne bekken etter at samlet drenering av baneområdet er inkludert (V1). Konsentrasjonene var under LBRL-nivå for alle metallene. Skytebanen forurensrer ikke vannforekomsten utenfor baneområdet.

Fursetfjellet skytebane, Jemnes kommune Fosna skytebane, Kristiansund kommune Fredø skytebane, Kristiansund kommune Møre og Romsdal

Organisering: Batnfjord SL, Fosna SL, Fredø SL og Nordmøre JFF



Fursetfjellet skytebane
300 m med 15 skiver og 100 m med 12 skiver. Feltarena i vinterhalvåret.
Prøvetaker: Jarl Eivind Løvik (NIVA)



Fosna skytebane
200 m med 10 skiver og 100 m med 12 skiver.



Fredø skytebane
200 m med 20 skiver og 100 m med 10 skiver. Rifle og lerduebane.

Tabell 10. Lokalisering, dato, vannføring og analyseresultater:

Lokalitet	St.	Eur89	UTM-Ø	UTM-N	Dato	Vannf.	pH	TOC	Cu,µg/l	Pb,µg/l	Sb,µg/l	Zn,µg/l	Banetype
Fursetfj.	V 2	32V	428837	6965742	23.10.2006	bekk	7,02	7,5	0,58	1,2	0,1	0,78	Rifle
Fursetfj.	V 1	32V	429330	6967453	23.10.2006	bekk	6,97	9,5	1	3,8	0,1	0,77	Rifle
Fosna	V 1	32V	439590	6998608	21.10.2006	sig	6,34	15,4	8,5	8	0,54	5,3	Rifle
Fredø	V 1	32V	439299	6990172	21.10.2006	elv	7,16	16,1	1	0,21	0,1	1,1	Rifle
Fredø	V 2	32V	440043	6989696	21.10.2006	elv	7,2	15,9	0,93	0,18	0,1	1,1	Rifle, lerdue

Vurdering

Fursetfjellet skytebane ligger i et åpent flatt myrområde med skog i bakkant av 300 m. Vannprøvene er tatt i bekk som avvanner baneområdet og renner ned i Stangarvatnet (V1), og 2 km nedstrøms baneområdet etter innblanding fra mange andre bekker (V2). Konsentrasjonene var over LBRL-nivå for bly ved stasjon V1, men etter sedimentasjon av metaller i Stangarvatn og fortykning fra uforurensede områder var konsentrasjonene under LBRL-nivå for alle metallene 2 km nedstrøms. Likevel var blykonsentrasjonene noe høyere enn de en finner i vann uten punktkilder, men forurensningsmessig betyr utslipp fra banen lite for områdene nedstrøms. Fosna skytebane ligger inneklemt mellom fjellknauser med skog og myr i de lavere partier og et industriområde like nedenfor. Banene har vært bygd om de siste årene. Prøvene er tatt i et sig fra nåværende baneanlegg (V1) og konsentrasjonene var over LBRL-nivå for bly og kobber. Siget renner videre til industriområdet og med en økt fortykning vil konsentrasjonene raskt komme under LBRL-nivå i et slikt sig. Vi vurderer risikoen for forurensning av området utenfor baneanlegg som liten. Fredø skytebane ligger i et myrområde med avrenning til Freielva. Vannprøvene er tatt i sig fra myr som samler avrenningen fra nåværende baner (V1) og lengre nedstrøms ved bebyggelsen (V2). Metallkonsentrasjonene ved målepunktene var under LBRL-nivå. Skytebanen forurenses ikke områdene nedstrøms anlegget.

Lesja skytebane, Lesja kommune
Oppland
Oppdal skytebane, Oppdal kommune
Jonsvatnet skytebane, Trondheim kommune
Sør-Trøndelag

Organisering: Lesja SL, Oppdal SL og Oppdal JFF, Nidaros SL, Nidaros JFF og Trondheim JFF



Lesja skytebane

200 m med 50 skiver og 100 m med 30 skiver. Landsstevnearena. Feltarena vinterstid.



Oppdal skytebane

200 m med 51 skiver og 100 m med 40 skiver. Landsstevnearena. Feltarena vinterstid. Elg- og leirduebaner.



Jonsvatnet skytebane

300 m med 61 skiver og 100 m med 42 skiver. Feltarena vinterstid. Elg- og leirduebane.

Prøvetakere: Jarl Eivind Løvik og Sigurd Rognerud (NIVA) og Anne Schanke, TJFF (2006)

Tabell 11. Lokalisering, dato, vannføring og analyseresultater:

Lokalitet	St.	Eur89	UTM-Ø	UTM-N	Dato	Vannf.	pH	TOC	Cu,µg/l	Pb,µg/l	Sb, µg/l	Zn,µg/l	Banetype
Lesja	V 1	32V	496193	6884855	24.10.2006	bekk	7,49	1,2	0,42	0,01	0,1	0,25	riflebane
Lesja	V 2	32V	496091	6884967	24.10.2006	bekk	7,52	1,2	0,39	0,089	0,1	0,25	riflebane
Oppdal	V 1	32V	536997	6940199	22.10.2006	bekk	7,89	3,1	1,8	3,2	0,24	0,75	rifle, leirdue
Oppdal	V 2	32V	536650	6940296	22.10.2006	elv	7,63	0,79	0,39	0,01	0,1	0,25	rifle, leirdue
Trondheim	A	32V	576500	7027250	27.10.1998	sig	7,55	2,8	1,5	68	3,6	1,1	rifle, leirdue
Trondheim	B	32V	576500	7027250	29.08.1999	bekk	7,49	3	1,3	3,4	0,73	1,2	rifle, leirdue
Trondheim	C	32V	576350	7027058	16.10.2006	bekk	7,54	2,9	64	1,5	0,1	58	rifle, leirdue

Vurdering

Lesja skytebane er et stort anlegg med dyrka mark mellom standplass og mål. Vannprøvene er tatt i bekken som drenerer skytevoller og hele baneområdet (V1), mens den andre prøven (V2) er tatt nedstrøms etter samløp med større bekk. Konsentrasjonene av metaller var under LBRL-grensen og relativt nær naturlige metallkonsentrasjoner. Ingen forurensning av området utenfor baneområdet.

Oppdal skytebane er et stort anlegg som ligger på fastmark med en bekk som drenerer banene. Vannprøve (V1) er tatt i denne bekken etter samlet avløp fra rifle- og leirduebanen og den andre prøven (V2) er tatt i elva Olma ca 500 m nedenfor banene. Konsentrasjonen av bly var over LBRL-nivå i bekken fra banene, men med Olma som resipient blir fortyningen stor og konsentrasjonene nær naturlig bakgrunnsnivå. Ingen forurensning etter samløpet med Olma.

Jonsvatnet skytebane har sig med høye blykonsentrasjoner fra leirduebanen (A), og høye kobberverdier fra riflebanen (C). Konsentrasjonen i bekken som renner til Jonsvatnet var litt høyere enn LBRL-grensa for bly. Skytebaneområdet forurensrer bekken ned til Jonsvatnet. Det forventes stor grad av sedimentasjon i Jonsvatnet og utover dette forventes ingen forurensning .

Verdal elg- og leirduebane Tromsdal, Verdal kommune Melmyra skytebane, Stjørdal kommune Rådalen sentralskytebane, Stjørdal kommune Nord-Trøndelag

Organisering: Verdal JFF, Floren SL og Stjørdal JFF, Stjørdal SL



Verdal elg- og leirduebane
Elg- og leirduebane



Melmyra skytebane
200 m med 9 skiver og 100 m med 9 skiver. Feltarena i vinterhalvåret. Elg- og leirduebane. .



Rådalen sentralskytebane
300 m med 37 skiver og 100 m med 30 skiver. Feltarena vinterhalvåret.

Prøvetaker: Karstein Kjølstad (FM-NT)

Tabell 12. Lokalisering, dato, vannføring og analyseresultater:

Lokalitet	St.	Eur89	UTM-Ø	UTM-N	Dato	Vannf.	pH	TOC	Cu, µg/l	Pb, µg/l	Sb, µg/l	Zn, µg/l	Banetype
Tromsdal	1	33V	332985	7071500	20.07.2006	75l l/s	7,56	4,5	0,632	0,09	<0,05	0,005	rifle, leidue
Tromsdal	2	33V	332980	7071400	20.07.2006	75l l/s	7,59	4,6	0,633	0,031	<0,05	0,07	rifle, leidue
Melmyr	1	33V	322120	7043880	01.11.2006	dam	6,9	30,7	2000	17000	13	3000	rifle, leidue
Rådalen	1	33V	308850	7049000	01.11.2006	bekk	6,05	20,2	31	50	0,79	43	riflebane

Vurdering

Vannprøvene ved Verdal elg- og leirduebane er tatt i Trongdøla oppstrøms (V1) og nedstrøms (V2) avrenningen fra baneanlegget. Konsentrasjonene av metaller var lavere enn LBRL-grensa, og de var nær naturgitte konsentrasjoner. Baneanlegget forurensrer ikke området nedstrøms.

Melmyra skytebane er det tatt en prøve i stillestående vann i ei grøft som avvanner 100 m. Konsentrasjonene var ekstremt høye. Det er vanskelig å vurdere betydningen av denne forurensningen utenfor baneområdet da det ikke er tatt prøver lenger ned i nedbørfeltet. Likevel er vannmengden beskjedent og på bakgrunn av forhold som infiltrasjon evt. fortykning av vann fra andre uforurensede områder, vurderes risikoen for forurensning av vann nedstrøms banen som liten

Rådalen skytebane ble også prøvetatt i en bekk med liten vannføring. Avrenningen kommer fra 300 m banen. Konsentrasjonene var over LBRL grensa, men når denne bekken møter den større bekken som avvanner et mye større nedbørfelt forventes en betydelig fortykning. Det er lite sannsynlig at baneanlegget vil bidra til vannforurensning i bekken etter samtløp med en annen bekk noen hundre meter nedstrøms.

Hegra skytebane, Stjørdal kommune Hofstad skytebane, Stjørdal kommune Henning skytebane, Steinkjer kommune Nord-Trøndelag

Organisering: Hegra SL, Hofstad SL, Henning SL



Hegra skytebane
Riflebane nedlagt. Aktivitet flyttet til Melmyra.



Hofstad skytebane
Riflebane, 200 m og 100 m



Henning skytebane
300 m med 15 skiver og 100 m med 12 skiver.

Prøvetakere: Karsetin Kjølstad (FM N-T) og Nils Olaf Kyllø fra Stjørdal kommune (Hofstad skytebane)

Tabell 13. Lokalisering, dato, vannføring og analyseresultater:

Lokalitet	St.	Eur89	UTM-Ø	UTM-N	Dato	Vannf.	pH	TOC	Cu,µg/l	Pb,µg/l	Sb,µg/l	Zn,µg/l	Banetype
Hegra	1	33V	308510	7043350	01.11.2006	dam	8,09	2	15	180	21	20	riflebane
Hofstad	1	33V	302330	7043970	19.10.2006	10 l/s	7,46	13	3,4	0,63	0,1	4,3	riflebane
Henning	1	33V	335320	7094990	20.07.2006	1 l/s	6,31	37,5	12,6	30,2	0,61	7,01	riflebane
Henning	1	33V	335320	7094990	03.11.2006	1 l/s	6,28	15,4	7,3	9,7	0,45	4,3	riflebane

Vurdering

Vannprøven ved Hegra skytebane ble tatt i ei veggrøft med nesten stillestående vann. Konsentrasjonene var relativt høye spesielt for bly. Vi har ingen målinger i bekken nedstrøms, men vi forventer at konsentrasjonene fortynnes betydelig når siget når bekken. Vi anser det som lite sannsynlig at skytebanen bidrar til noen forurensning av betydning nedstrøms selve baneanlegget.

Ved Hofstad skytebane ble vannprøven tatt i en bekk med god vannføring nedstrøms avrenningen fra 100 og 200 m banen (1). Konsentrasjonen av kobber var såvidt over LBRL-grensa, mens de var lavere for bly og sink. Det er lite sannsynlig at området nedstrøms vil bli nevneverdig forurenset av skytebanen når tilkommende bekker fortynner konsentrasjonen ytterligere fra stedet hvor prøven ble tatt.

Henning skytebane ble prøvetatt i en liten bekk som avvanner myra og skytevollen på baneområdet (1). Konsentrasjonene av bly og kobber var over LBRL-grensene. Disse vil synke under grensene når vannet fortynnes lenger ned i vassdraget. Omfanget av forurensningen nedstrøms kan ikke vi vurdere da det ikke tatt prøver i resipienten lenger ned.

Røra skytebane, Inderøy kommune Kjærnesvågen skytebane Tronstad, Inderøy kommune Brekka skytebane, Levanger kommune Nord-Trøndelag

Organisering: Røra SL, Inderøya SL, Levang og Frol SL



Røra skytebane
300 m med 10 skiver og 100 m med 8 skiver. Feltarena vinterhalvåret.



Kjærnesvågen skytebane
300 m med 10 skiver og 100 m med 14 skiver. Feltarena i vinterhalvåret.



Brekka skytebane
300 m med 24 skiver og 100 m med 14 skiver. Feltarena vinterhalvåret.

Prøvetakere: Karstein Kjølstad (FM-NT)

Tabell 14. Lokalisering, dato, vannføring og analyseresultater:

Lokalitet	St.	Eur89	UTM-Ø	UTM-N	Dato	Vannf.	pH	TOC	Cu, µg/l	Pb, µg/l	Sb, µg/l	Zn, µg/l	Banetype
Røra	1	33V	322240	7086270	06.10.2006	dam	7,85	5,3	2,4	0,16	0,1	2,3	riflebane
Tronstad	1	33V	314000	7090850	29.10.2006	1 l/s	7,34	10,6	2,2	0,088	<0,2	1,5	rifle, leirdue
Brekka	1	33V	322755	7070820	20.07.2006	liten	6,69	32,3	5,83	1,68	0,99	11,9	riflebane

Vurdering

Røra skytebane er prøvetatt i stillestående vann ved kulefangeren på 300 m banen (1). Konsentrasjonene var lave og i svært liten grad preget av korrosjon av prosjektiler. Det er derfor ingen forurensningsproblemer knyttet til overflateavrenning fra denne banen.

Kjærnesvågen skytebane (Tronstad) ble prøvetatt i en bekk som drenerer 300 m banen (1). Konsentrasjonene var lave og i svært liten grad preget av korrosjon av prosjektiler. Det er derfor ingen forurensningsproblemer knyttet til overflateavrenning fra denne banen.

Brekka skytebane ble prøvetatt i en liten bekk som var svært myrpåvirket. Konsentrasjonene var relativt lave for bly og skytebanen kan ikke sies å forurense områdene nedstrøm nevneverdig.

Hårråmyra skytebane, Steinkjer kommune Steinkjer geværskytebane, Steinkjer kommune Steinkjer elg- og leirduebane, Steinkjer kommune Nord-Trøndelag

Organisering: Steinkjer SL, Militæret, SL, Steinkjer JFF



Hårråmyra skytebane
300 m med 9 skiver, 200 m med 10 og 100 m med 18 skiver.
Feltarena vinterhalvåret.



Steinkjer skytebane
200 m med 16 skiver og 100 m med 10 skiver. Feltarena i vinterhalvåret.



Steinkjer elg- og leirduebane
Elg- og leirduebane

Prøvetakere: Karstein Kjølstad (FM-NT)

Tabell 15. Lokalisering, dato, vannføring og analyseresultater:

Lokalitet	St.	Eur89	UTM-Ø	UTM-N	Dato	Vannf.	pH	TOC	Cu,µg/l	Pb,µg/l	Sb, µg/l	Zn,µg/l	Banetype
Hårråmyra	1	33V	347850	7097635	16.10.2006	0.4 l/s	6	23,2	2,5	3,7	0,24	3,8	riflebane
Steinkjer	1	33V	329060	7101900	03.08.2006	1 l/s	8,07	4,4	3,33	0,607	1,2	2,86	riflebane
Steinkjer	1	33V	329060	7101900	09.10.2006	0.1 l/s	7,87	10,8	10	4,1	5,5	4,8	riflebane
Vibe	1	33V	333183	7102888	16.10.2006	0.5 l/s	6,68	37,3	3,7	0,9	0,73	17	lerduebane
Vibe	2	33V	333155	7102990	16.10.2006	0.5 l/s	5,88	32,4	1,3	4,4	0,21	6,6	riflebane

Vurdering

Ved Hårråmyra skytebane ble prøvene tatt i en liten bekk som drenerer 100 m og 200 m banen. Banene ligger i et myrlendt terreng og vannet var markert humuspåvirket. Konsentrasjonene av bly og kobber var nær LBRL-grensene, men betydningen av denne forurensningen utenfor baneanlegget vurderes som liten.

Steinkjær skytebane er prøvtatt i en liten bekk som drenerer eksisterende bane og en nedlagt bane som er brukt av militære. Konsentrasjonene var over LBRL-grensene for bly og kobber ved lav vannføring, men under ved høy vannføring. Det er liten risiko for at avrenningen av metaller fra banen skal forurense områdene nedstrøms. Ved så små vannmengder vil tilkommende bekker raskt fortenne konsentrasjonene til akseptable nivå.

Steinkjær elg- og lerduebane (Vibe) ble prøvetatt i en liten bekk nedstrøms lerduebanen (1) og liten bekk fra riflebanen (2). Konsentrasjonene var nær LBRL grensene for kobber og bly og en fortykning av vann fra uforurensede områder nedstrøms vil raskt redusere konsentrasjonene til godt under LBRL-grensene. Det er derfor lite sannsynlig at skytebanen forurenser områdene nedstrøms baneanlegget.

Egge skytebane, Steinkjer kommune
Fjell skytebane, Namdalseid kommune
Kutjønnå skytebane, Steinkjer kommune
Brunstad skytebane, Steinkjer kommune
Nord-Trøndelag

Organisering: Egge SL, Namdalseid SL, Kvam SL



Egge skytebane

300 m med 5 skiver og 100 m med 8 skiver. Feltarena vinterhalvåret.

Fjell skytebane

200 m med 16 skiver og 100 m med 10 skiver. Feltarena i vinterhalvåret.

Kutjønnå og Brunstad skytebaner

300 m med 10 skiver og 100 m med 16 skiver. Feltarena vinterhalvåret. Brunstad nedlagt for 25 år siden.

Prøvetaker: Karstein Kjølstad (FM-NT)

Tabell 16. Lokalisering, dato, vannføring og analyseresultater:

Lokalitet	St.	Eur89	UTM-Ø	UTM-N	Dato	Vannføring	pH	TOC	Cu, µg/l	Pb, µg/l	Sb, µg/l	Zn, µg/l	Banetype
Egge	1	33V	329610	7108575	21.07.2006	sig	6,88	29,2	8,66	45,1	2,36	15,4	riflebane
Egge	2	33V	329520	7108450	09.10.2006	75 l/s	6,92	13,3	1,5	0,26	0,1	1,3	riflebane
Fjell	1	33V	319290	7121500	21.07.2006	1 l/s	7,05	6,2	1,29	0,257	0,07	0,38	riflebane
Kutjønnå	1	33V	342100	7118500	05.10.2006	0.25 l/s	7,31	16,3	1,5	2,5	0,26	1,9	riflebane
Brunstad	1	33V	342942	7118810	05.10.2006	0.2 l/s			0,6	0,027	0,1	0,25	riflebane

Vurdering

Egge skytebane er prøvetatt i et sig som drenerer 100 m (1) og en bekk som drenerer 300 m (2). Konsentrasjonene av metaller var høye i siget fra 100 m, mens de var lavere enn LBRL grensene i bekken som drenerer 300 m, og har god vannføring. Det er rimelig å anta at baneanlegget ikke vil forurense områdene nedstrøms. Grunnen til dette er at fortynningseffekten av siget med høye konsentrasjoner vil skje raskt når det renner inn i bekker fra uforurensete områder.

Fjell skytebane ligger i et bratt terreng og kulefanger drenerer til bekken som prøvene er tatt (1). Konsentrasjonene var lavere enn LBRL grensene og skytebanen forurenser ikke områdene nedstrøms nevneverdig.

Kutjønnå skytebane vart bygd for 25 år siden som erstatning for Brunstad skytebane. Prøvene er tatt i en liten bekk som avvanner 100 m og 300 m. Konsentrasjonene var lavere enn LBRL grensene og skytebanen forurenser ikke områdene nedstrøms nevneverdig. På Brunstad ble prøven tatt i en liten bekk nedstrøms gamle målområder. Konsentrasjonene var lavere enn LBRL grensene og den nedlagte skytebanen forurenser ikke områdene nedstrøms nevneverdig.

Grong skyterlags bane Bergsmo, Grong kommune Loddoenget skytebane, Høylandet kommune Namsos skytebane, Namsos kommune Nord-Trøndelag

Organisering: Grong SL, Høylandet SL, Namsos SL



**Grong skyterlags bane
Bergsmo**
300 m med 15 skiver og 100 m med 12 skiver.



Loddoenget skytebane
200 m med 20 skiver og 100 m med 12 skiver. Feltarena i vinterhalvåret. Rifle og lerduebane.



Namsos skytebane
300 m med 20 skiver og 100 m med 16 skiver. Elgbane.

Prøvetaker: Karstein Kjølstad (FM-NT)

Tabell 17. Lokalisering, dato, vannføring og analyseresultater:

Lokalitet	St.	Eur89	UTM-Ø	UTM-N	Dato	Vannf.	pH	TOC	Cu, µg/l	Pb, µg/l	Sb, µg/l	Zn, µg/l	Banetype
Bergsmo	1	33V	366530	7152650	27.07.2006	dam	5,5	29,2	4,85	1,2	0,21	21,1	rifle
Bergsmo	2	33V	366395	7152514	05.10.2006	bekk	4,83	26,4	25	48	1,5	12	rifle
Loddoenget	1	33V	373975	7165970	27.07.2006	10 l/s	7,3	5,3	0,613	0,203	0,05	0,48	rifle
Namsos	1	33V	334290	7152550	28.11.2006	0.2 l/s	6,69	26,1	23,2	8,01	0,95	164	rifle
Namsos	2	33V	334430	7152700	28.11.2006	0,5 l/s	6,44	18,6	3,7	1,2	0,09	5,37	rifle

Vurdering

Grong skytebane(Bergsmo) er prøvetatt i en dam (1) ved kulefanger på 300 m og i en liten bekk like nedenfor samtløp av avrenning fra 100 og 300 m (2). Konsentrasjonene ved sistnevnte stasjon var høyere enn LBRL-grensene for bly og kobber, ved st. 1 kun for kobber. I og med at vannføringen på målepunktene er så lave vil en bekk med f.eks 5-10 l/s fortynne konsentrasjonene til under LBRL nivå. Vi kjenner ikke området, men det er lite sannsynlig at lokal forurensningene på baneområdet vil skape et forurensningsproblem nedstrøms baneanlegget.

Loddoenget skytebane ligger på et oppdyrka område som brukes til beite. Prøvene er tatt i bekk godt nedstrøms baneanlegget (1). Konsentrasjonene var lavere enn LBRL-grensene og skytebanen vil derfor ikke forurense områdene nedstrøms nevneverdig.

Namsos skytebane ble prøvetatt i en liten bekk bak kulefanger på 100 m (1) og i en liten bekk bak kulefanger 300 m (2). 300 m banen er ikke brukt siste 10 år. Konsentrasjonene var høyere enn LBRL grensa for bly og kobber på stasjon 1, og kobber på stasjon 2. Likevel er vannføringen liten og en fortynning fra tilkommene bekker nedstrøms vil bringe konsentrasjonene under disse grensene. Vi vurderer derfor risikoen for omfattende vannforurensning nedstrøms banen som liten.

Røyrvik skytebane, Vikna kommune Nord-Trøndelag

Organisering: Røyrvik SL og Røyrvik JFF



200 m med 10 skiver og 100 m med skivetrekk. Tvillingskiver med plass til 12 skyttere. Baneområdet bruker til feltarena vinterhalvåret. Egen Lerduebane ved Røyrvik JFF.

Prøvetakere: Karstein Kjølstad (FM-NT) og Per Lervik (Vikna kommune).

Tabell 18. Lokalisering, dato, vannføring og analyseresultater:

St.	Eur89	UTM Ø	UTM N	Dato	Vannf.	pH	TOC	Cu, µg/l	Pb, µg/l	Sb, µg/l	Zn, µg/l	Banetype
1	33V	322030	7199140	23.10.2006	50 l/s	7,53	14,8	4,1	0,49	0,1	1,7	geværbane
1	33V	322030	7199140	07.11.2006	100 l/s	6,82	13,3	1,91	5,36	0,44	3,19	geværbane
2	33V	322050	7199190	23.10.2006	35 l/s	7,81	13	0,58	0,92	0,1	1,9	geværbane
2	33V	322050	7199190	07.11.2006	75 l/s	6,64	13	1,78	5,3	0,44	2,61	geværbane
3	33V	322010	7199200	23.10.2006	15 l/s	7,17	18,1	4	2,9	0,36	4,7	geværbane
3	33V	322010	7199200	07.11.2006	25 l/s	6,7	15,1	2,27	4,35	0,37	6,2	geværbane
4	33V	322080	7199280	23.10.2006	35 l/s	7,55	14,2	2,1	0,65	0,1	2	geværbane

Vurdering

Røyrvik skytebane er nedlagt. I hovedbekken er det tatt prøver ved st. 1, 2 og 4, der st.1 er øverst i bekken. En sidebekk (st.3) som kommer inn i hovedbekken mellom st.2 og st.1 er også prøvetatt. Konsentrasjonene i bekken viser at den er noe påvirket av korrosjon av prosjektiler. Konsentrasjonene var tidvis litt over LBRL grensene. Dersom en tar i betraktning at bekken renner gjennom tettbebyggelse og ut i sjøen er det lite sannsynlig at metallforurensning fra skytebanen vil utgjøre et forurensningsproblem nedstrøms den nedlagt banen.

Mangholmheia sportsskyteanlegg, Rana kommune Nordland

Sentralskytebanen Bardufoss, Målselv kommune Troms

Organisering: Rana JFF, Målselv SL og Målselv JFF



Mangholmheia sportsskyteanlegg
Jegertrap, skeetbaner og pressbaner (alle lerduebaner).



Sentralskytebanen Bardufoss
200 m og 100 m med 20 skiver.
Rifle og lerduebaner.

Prøvetaker: Harald Hindrumen (Rana JFF) og Olav Voigt (Målselv JFF)

Tabell 19. Lokalisering, dato, vannføring og analyseresultater:

Lokalitet	St.	Eur89	UTM-Ø	UTM-N	Dato	Vannf.	pH	TOC	Cu, µg/l	Pb, µg/l	Sb, µg/l	Zn, µg/l	Banetype
Rana	1	32V	747860	7374000	22.07.2006	60 l/s	7,09	7,9	0,477	0,469	0,08	0,84	lerdue
Rana	1	32V	747860	7374000	03.08.2006	60 l/s	6,85	12,8	0,588	1,57	0,1	1,1	lerdue
Rana	1	32V	747860	7374000	17.08.2006	60 l/s	7,01	7,7	0,658	1,11	0,29	1,2	lerdue
Rana	1	32V	747860	7374000	31.08.2006	180 l/s	6,99	8,9	1,1	1,79	0,32	2,37	lerdue
Bardufoss	1	34V	399850	7663650	09.07.2006	bekk	7,43	7,2	17,3	9,26	5,9	3,2	rifle, lerdue
Bardufoss	1	34V	399850	7663650	20.08.2006	bekk	7,44	7,7	16	7,87	5,77	3,33	rifle, lerdue
Bardufoss	1	34V	399850	7663650	16.09.2006	bekk	7,47	7,6	13	5,6	5,3	3	rifle, lerdue
Bardufoss	1	34V	399850	7663650	30.07.2006	bekk	7,38	7,9	14,5	7,06	5,55	3,37	rifle, lerdue

Vurdering

Mangholmheia er et sportskytteranlegg som består av mange lerduebaner. En del av banene og nedfallsområder for hagl drenerer til en større bekk der prøvene er tatt (1). Konsentrasjonene var lavere enn LBRL-grensene sannsynligvis på grunn av bekkens gode vannføring og derved høy fortynningsevne. Ranelva er hovedresipient og utslipp fra skytebanene vil ikke ha noen betydning for forurensningstilstanden nedstrøms anlegget.

Sentralskytebanen på Bardufoss består av riflebaner og lerduebaner og er undersøkt også tidligere (Rognerud 2005). Konsentrasjonene av bly og kobber var over LBRL-grensene slik det har vært i mange år. Forurensningen nedstrøms anlegget er begrenset til bekken før samløpet med Andselva. I Andselva fortynnes konsentrasjonene betydelig og slik at skytebanen ikke kan sies å forurense Andselva nevneverdig (Rognerud 2005).