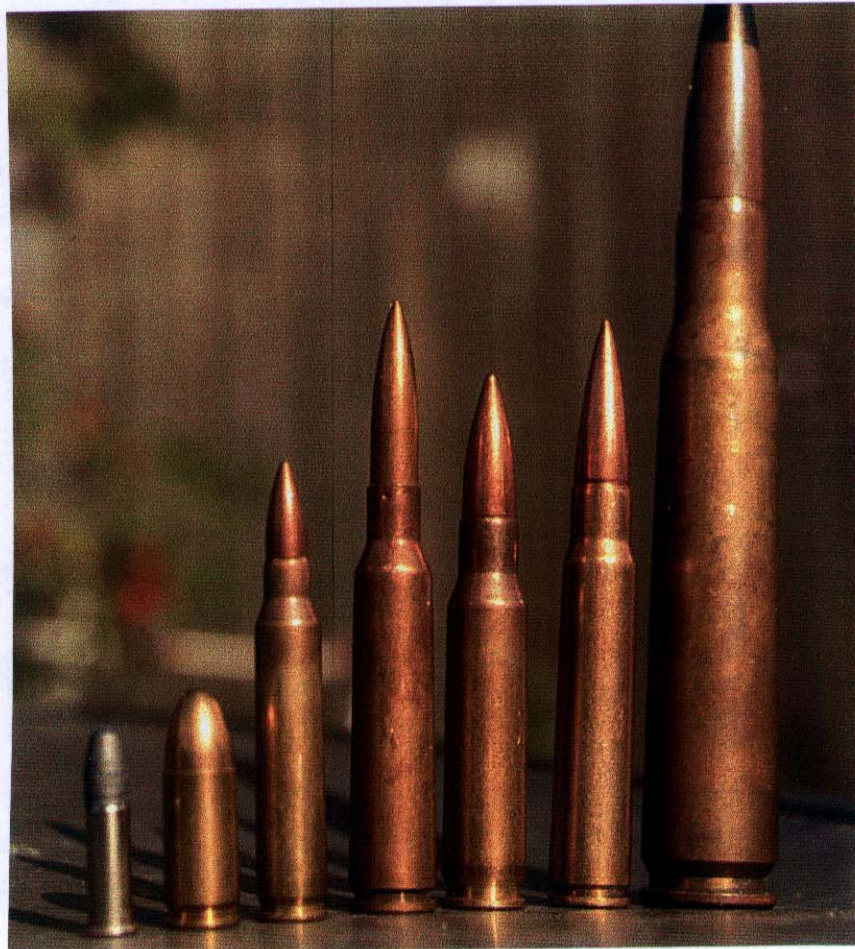


RAPPORT LNR 3431-96

Ringerike skyte- og øvningsfelt.

Statusundersøkelse av vann- og
sedimentkvalitet i østre og vestre
Buttentjern.



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 04 30 33
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgt 55
5008 Bergen
Telefon (47) 55 32 56 40
Telefax (47) 55 32 88 33

Akvaplan-NIVA A/S

Søndre Tollbugate 3
9000 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Ringerike skyte- og øvningsfelt. Statusundersøkelse av vann- og sedimentkvalitet i østre og vestre Buttentjern.	Løpenr. (for bestilling) 3431	Dato 8 mars 1996
	Prosjektnr. Undernr. O-95128	Sider Pris 9
Forfatter(e) Sigurd Rognerud	Fagområde limnologi	Distribusjon
	Geografisk område Ringerike kommune	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Forsvarets Bygningstjeneste, sentralledelsen	Oppdragsreferanse
---	--------------------------

Sammendrag Det er samlet inn data om vann- og sedimentkvalitet i vestre og østre Buttentjern til bruk som referansemateriale i fremtidige overvåkningsundersøkelser. Disse tjernene er relativt like vannkvalitetsmessig, og østre Buttentjern kan fungere som en referanse til utviklingen i vestre Buttentjern, som blir mest belastet. Vestre Buttentjern har en vannkvalitet som indikerer at nedbørfeltet har en god evne til å hindre korrosjon og utlekking av metaller fra deponerte prosjektiler. Dette tjernet vil også fungere som sedimentasjonsbasseng for eventuelle tilførte metaller. Vannet har en nær nøytral pH-verdi og utlekking av metaller fra avsatte sedimenter er lite sannsynlig. Forholdene ligger således vel til rette for at en skal kunne hindre nevneverdig metallforurensning til nedenforliggende vassdrag. Vi foreslår en enkel overvåkning av vannkvaliteten i bekken fra kulefangervollene og i bekken ut av vestre Buttentjern.
--

Fire norske emneord 1. Ringerike skyte- og øvningsfelt 2. Miljøkonsekvenser 3. Vannkvalitet 4. Metall forurensninger	Fire engelske emneord 1. Ringerike shooting- and training range 2. Environmental impact assessment 3. Water quality 4. Metal pollution
---	---

Sigurd Rognerud

Prosjektleder

ISBN 82-577-2965-5

Day Beys

Forskningsjef

Ringerike skyte- og øvningsfelt

**Statusundersøkelse av vann- og sedimentkvalitet i
østre og vestre Buttentjern**

Forord

Denne rapporten er en statusundersøkelse av vannkvaliteten i østre og vestre Buttentjern i Ringerike skyte- og øvningsfelt. Prosjektet ble kontraktfestet 30. august 1995, og Bjørn Bergesen FBT, sentralledelsen, har vært kontaktperson. Feltarbeidet ble gjennomført høsten 1995 med assistanse av Trond Kjøll ved Ingeniørregimentet på Hvalsmoen. Vi vil takke Trond Kjøll for all hjelp i forbindelse med dette arbeidet.

Vannanalysene ble utført på NIVA's laboratorium i Oslo, med unntak av metallanalysene som ble analysert på NILU's laboratorium på Kjeller. Alle sedimentanalysene ble gjort av Svensk GrundemnesAnalys i Umeå. Rapporten er skrevet ved NIVA's Østlandsavdeling.

Ottestad, 8 mars 1996

Sigurd Rognerud

Innhold

1 Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Metoder	7
3. Resultater	7
4. Diskusjon	9
5. Litteratur	9

Sammendrag

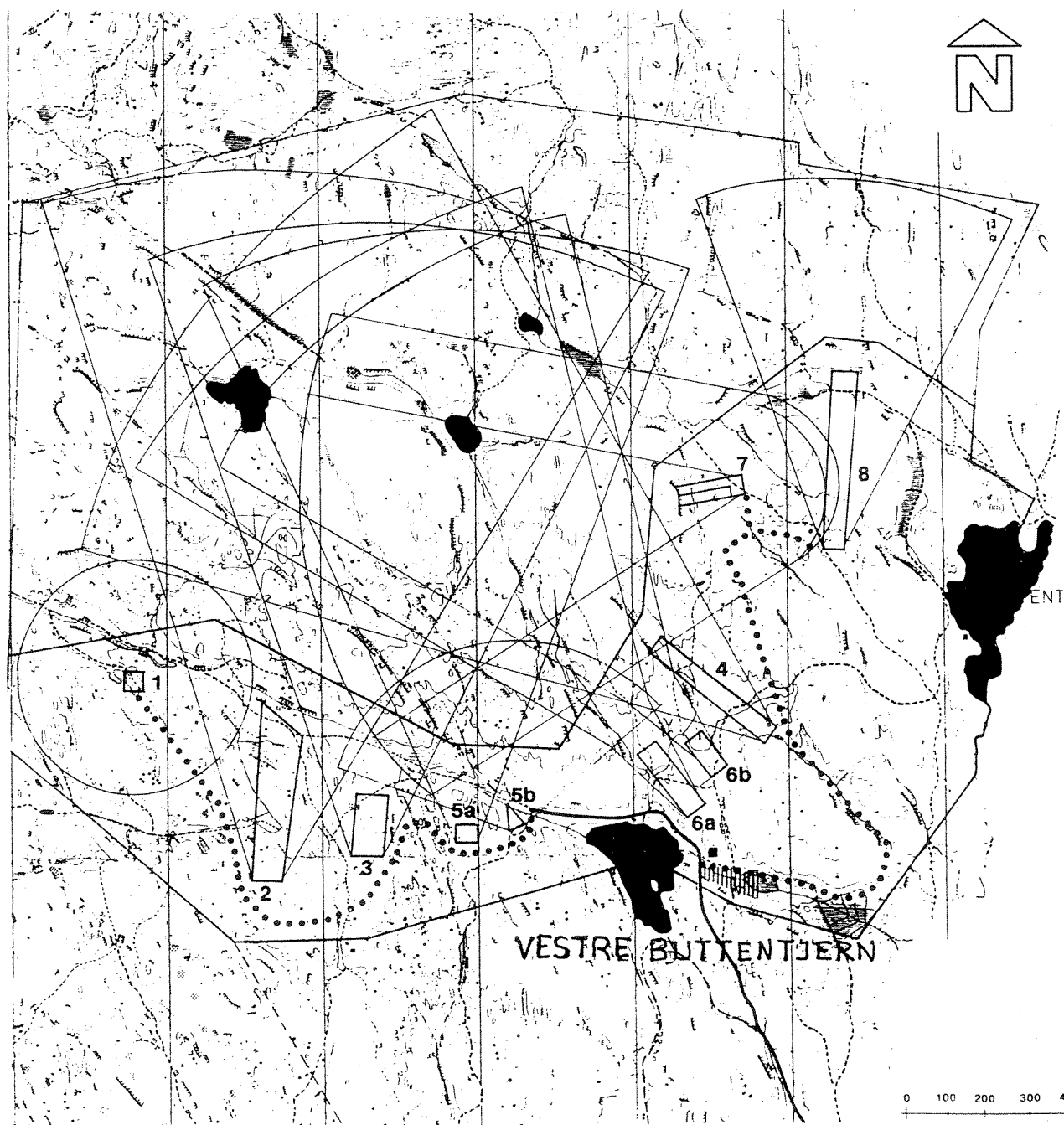
Det er samlet inn data om vann- og sedimentkvalitet i vestre og østre Buttentjern til bruk som referansemateriale i fremtidige overvåkningsundersøkelser. Disse tjernene er relativt like vannkvalitetsmessig og østre Buttentjern kan fungere som en referanse til utviklingen i vestre Buttentjern. Vestre Buttentjern, som blir mest belastet, har en vannkvalitet som indikerer at nedbørfeltet har en god evne til å hindre korrosjon og utlekking av metaller fra deponerte prosjektiler. Dette tjernet vil også fungere som sedimentasjonsbasseng for eventuelle tilførte metaller. Vannet har en nær nøytral pH-verdi og utlekking av metaller fra avsatte sedimenter er lite sannsynlig. Forholdene ligger således vel til rette for at en skal kunne hindre nevneverdig metallforurensning til nedenforliggende vassdrag.

Potensielle forurensninger fra skytefelt har imidlertid fått en økt oppmerksomhet i de senere år fra lokale brukere av områdene og av vannet nedstrøms. Vi vil foreslå at det legges opp til en enkel årlig overvåkning av vannkvaliteten i bekken som avvanner skytebanevollene og i bekken ut fra Vestre Buttentjern. Denne undersøkelsen kan legges opp med lokale prøvetagere fra Forsvaret etter samme mønster som brukes i Forsvarets overvåkning av vannkvaliteten i andre skytefelt i Norge. Resultatene kan også rapporteres i denne serien.

Etter at feltet har vært i bruk en 10 års tid, kan en ny undersøkelse av metallkonsentrasjonene i toppsedimentet avdekke belastningen av metaller i denne tidsperioden. I følge tidligere undersøkelser har vestre Buttentjern en bestand av småvokst abbor (Løset og Tysse 1990). Dersom det er ønskelig, kan også metalloptaket i denne populasjonen undersøkes som et mål på biotilgjengeligheten av eventuelle utløste metaller.

1. Innledning

NIVA ble engasjert av FBT for å gjøre en statusundersøkelse av vannkvaliteten i østre- og vestre Buttentjern i forbindelse med utbyggingen av Ringerike skyte- og øvningsfelt. Det er tidligere utført vegetasjonskartlegging (Hjeltnes 1989), vurdering av forurensningsfare i forhold til drikkevann (Eckholdt og Fordbord 1990), samt en konsekvensvurdering av fisk-, vilt- og naturverninteresser (Løset og Tysse 1990). Vår undersøkelse omhandler spesielt temaet forurensning av metaller fra deponerte projektiler etter skyting med håndvåpen. Hoveddelen av denne aktiviteten vil foregå ved vestre Buttentjern der kulefangervollene og nedslagsområder for projektiler vil ligge nær tjernet (Figur 1).



Figur 1. Oversikt over innsjøer og skytebaner i Ringerike skyte- og øvningsfelt (etter FBT 1994).

Den største belastningen av metaller må en forvente vil komme via bekken som avvanner banene 6a, 6b og 4. Dette feltet inneholder skoleskytebanen (200m) og geværskytebanen (100m) som får en stor aktivitet og erfaringsmessig noen av de største deponiene. Den vestre bekken som avvanner banene 5a og 5b, som er kortholdsbanen og luftmålbanen vil bli langt mindre utsatt for forurensninger. Bane 2, som er lag i forsvar, er også erfaringsmessig en banetype det er knyttet forurensninger til. Fra denne banen er det imidlertid uklare avrenningsforhold. Av kartet ser det ut som lite av denne avrenningen vil nå vestre Buttentjern.

FBT ønsket en dokumentasjon av vann- og sedimentkvalitet i Buttentjernene før banene ble tatt i bruk. Anleggsarbeidet er i gang i feltet og vegen er ført fram til tjernet. Det var derfor nødvendig og gjøre feltarbeidet før for store inngrep ble gjort. Hensikten er å ha et utgangspunkt for å kunne dokumentere utviklingen i utlekkingen av metaller som følge av deponerte prosjektiler. Vannkvaliteten gir indikasjoner på feltets evne til å tilbakeholde metaller, og dessuten har den betydning for giftigheten av eventuelle metaller som lekker ut av vollene. Metall-konsentrasjonene vil vise nivåene på de atmosfæriske avsetningene av metaller i regionen. Dette er også en kilde til metallforurensninger som må klarlegges. En eventuell tilleggs-belastning fra skytefeltet må ses i sammenheng med de atmosfæriske belastningene i regionen. Østre Buttentjern er tenkt som referanse på utviklingen i vestre Buttentjern som forventes å få de største belastningene fra militær aktivitet.

2. Metoder

Det ble samlet inn sedimentkjerner fra de dypeste områdene i østre- og vestre Buttentjern, henholdsvis fra 16 og 14m's dyp. Sedimentene ble delt opp i 1 cm sjikt hvorav toppsedimentet (0-1 cm) og et dypereliggende referansesediment fra henholdsvis 40cm og 60 cm ble analysert. Toppsedimentet er i hovedsak avsatt de siste 10 årene, mens referansesedimentene er mange hundre år gamle og er avsatt i en periode da atmosfæren var lite forurenset av metaller. Sedimentene ble oppsluttet og analysert med ICP og ICP-MS teknikk ved Svensk GrundemnesAnalyse i Umeå. Det ble analysert på organisk karbon og 15 elementer inklusive mange tungmetaller.

Det ble også samlet inn vannprøver fra begge tjern for å beskrive vannkvaliteten. Generell vannkjemi ble analysert på NIVA's akkrediterte laboratorium i Oslo, og metallanalysene med ICP-MS teknikk ved NILU's akkrediterte laboratorium på Kjeller.

3. Resultater

Resultatene av vannanalysene er gitt i Tabell 1.

Tabell 1. Resultater av vannanalyser fra østre og vestre Buttentjern innsamlet 16/10-95.

	Farge mgPt/l	Alk. mmol/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ -N µg/l	ToT-P µg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l
Ø.Buttentjern	47,8	0,271	1,2	4,3	37	5	6,13	0,72	1,07
V.Buttentjern	60,9	0,520	1,3	5,1	44	6	11,5	0,95	0,92

	K mg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	TOC mgC/l	pH	Pb µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l
Ø.Buttentjern	0,35	102	39	8,7	6,92	0,24	0,04	1,0
V.Buttentjern	0,44	102	62	10,8	7,12	0,16	0,04	0,9

Det var ingen store forskjeller på vannkvaliteten i tjernene. Vestre Buttentjern er noe mer humuspåvirket og noe mer kalkrikt, men begge tjernene må sies å ha en god vannkvalitet. Dette er i overensstemmelse med tidligere stikkprøver tatt i høsten 1989 under kraftig nedbør og høy vannføring (Løset & Tysse 1990). Konsentrasjonene av næringssalter var lave og på nivå med de en oftest finner i slike skogsområder. Det samme gjelder konsentrasjonene av bly, kobber og kadmium. Dette viser at det ikke er naturlige kilder av betydning for disse tungmetallene i nedbørfeltene. Vannanalysene viser at nedbørfeltet har innslag av kalk som skyldes at området ligger i kanten av Oslofeltet og de kambro-silurske bergartene i Ringeriks-Hadelandsregionen som grenser inn mot grunnfjellet. Løsavsetningene kan være påvirket av de nære kambro-silurske bergartene, men forørig finnes også sprekksoner i grunnfjellet med kalkrikere mineraler. Vannkvaliteten indikerer at området der deponeringene av prosjektiler finner sted, har en god evne til å hindre korrosjon og utlekking av metaller fra fragmenterte prosjektiler.

Avstanden fra de mest brukte banene til vestre Buttentjern er relativt kort. Eventuelle utsig av metaller vil relativt raskt tilføres tjernet. Det høge innholde av organiske stoffer i tjernet vil føre til at metallene bindes som humus-metall komplekser. Disse synker ut av vannmassene og danner sedimenter. En vesentlig del av tilførselene av metaller vil derfor havne i sedimentene. Følgelig vil utviklingen i konsentrasjonene av metaller i toppsedimentet være en meget god indikasjon på utviklingen i utlekkingen av metaller fra deponerte prosjektiler. Tidsutviklingen i de atmosfæriske avsetningene vil kunne dokumenteres i sedimentene fra østre Buttentjern. I tabell 2 har vi vist resultatene fra sedimentanalysene.

Tabell 2. Sedimentanalyser fra østre og vestre Buttentjern innsamlet 26 september 1995. Alle konsentrasjoner av elementer er gitt som $\mu\text{g/g}$ tørt sediment, glødetapet i %. Forholdet mellom konsentrasjonene i toppsedimentet (0-1 cm) og referansesedimentet kalles kontamineringsfaktor (Kf). Den gir en indikasjon på påslaget i konsentrasjonene som følge av atmosfæriske avsetninger for de fleste tungmetaller (unntak Fe og Mn).

Element	Vestre Buttentjern			Østre Buttentjern		
	0-1 cm	Ref. (60 cm)	Kf	0-1 cm	Ref.(40cm)	Kf
Al	19100	11400	1,7	30000	34000	0,9
As	7,85	0,82	9,6	11,9	0,50	23,8
Cd	1,97	1,17	1,7	2,0	0,62	3,2
Co	10,2	9,6	1,1	19,4	26,6	0,7
Cr	22,0	13,8	1,6	21,8	18,5	1,2
Cu	53,6	34,3	1,6	41,8	31,2	1,3
Fe	47500	53900	0,9	98400	44900	2,1
Hg	0,40	0,12	3,3	0,59	0,14	4,2
Mn	1310	908	1,4	907	787	1,1
Ni	16,1	9,9	1,6	14,3	12,7	1,1
Pb	161	44	3,7	247	14,8	16,6
S	10000	7360	1,4	12200	6370	1,9
Se	6,4	5,2	1,2	7,7	6,0	1,3
V	55,6	25,8	2,1	70,4	42,8	1,6
Zn	277	82	3,3	467	83	5,6
Glødetap	57,1	44,3	1,3	53,6	53,9	1,0

Sedimentene i begge tjernene var svært organiske, og variasjonen i organisk innhold nedover i kjernene var relativt liten. Dette indikerer at det ikke har vært noen stor andel eller store årlige variasjoner i transporten av uorganisk materiale fra nedbørfeltene. Vi kan derfor anta at sedimentasjonshastigheten har vært relativt konstant. Dette gjør at kontamineringsfaktorene er en god indikasjon på betydningen av atmosfæriske metallavsetninger i denne regionen. Stort sett var påslagene av metaller noe høyere i østre Buttentjern. Dette skyldes antagelig et noe høyere jerninnhold i overflatesedimentet enn i referansen (i vestre Buttentjern var de nær de samme). Det var spesielt arsen og bly som hadde de høyeste kontamineringsfaktorene, men det var også klare påslag av kvikksølv, sink, vanadium og sink. Dette er et mønster en også finner i andre skogsjøer i Sør Norge.

I avrenning fra militære skytefelt er det i første rekke bly og kobber som opptrer i forhøyede konsentrasjoner, men det registreres også av og til forhøyede konsentrasjoner av sink og antimon (Rognerud 1996). Det er verd å merke seg at det betydelige påslaget en har av bly i de yngste sedimentene er forårsaket av atmosfæriske avsetninger. Kobber derimot har et besjedent påslag noe som indikerer at atmosfæren i regionen ikke er neveneveddig forurenset av dette elementet.

4. Diskusjon

De dokumentasjoner som er gjort av vann-og sedimentkvalitet i Buttentjernene gir et godt grunnlag for å vurdere betydningen av eventuelle fremtidige endringer i vannkvaliteten som følge av militær aktivitet i feltet. Vestre Buttentjern vil fungere som felle for mange av de tilførte metallene. Vannkvaliteten er gunstig med tilnærmet nøytralt vann og en god evne til å mostå pH endringer ved eventuelle tilførsel av syrer. Dette gjør at sjansen for mobilisering av metaller fra sedimentene også er relativt liten. Vi kan derfor si at forholdene langt på veg er optimale for å tilbakeholde utlekkede metaller i tjernet. Vannanalysene indikerer også at området har en god evne til å hindre korrosjon og utlekking av metaller. Ved en riktig plassering av kulefangervoller, kombinert med avbøtende tiltak som kalksperrer og avskjerming av deponiene, vil sjansene for å hindre forurensningsproblemer knyttet til dette skytefeltet være svært gode.

Gjennom flere års undersøkelser av vannforurensning fra Forsvarets skytefelt har FBT og NIVA erfart at selv om sjansene er gode for å hindre utlekking av metaller fra feltet, så vil mange brukere av området ha oppdatert informasjon om hva som skjer. Vi vil derfor foreslå at det legges opp til en enkel overvåkning av vannkvaliteten i bekken som avvanner kuledeponiene og bekken som renner ut av vestre Buttentjern. Denne undersøkelsen kan gjennomføres ved å benytte en lokal miljøoffiser som samler inn prøver etter de samme retningslinjer som brukes i Forsvarets overvåkning av andre skytefelt i Norge. Rapporteringen av resultatene kan også skje i regi av dette overvåkningsprogrammet (se Rognerud 1996).

Etter at feltet har vært i bruk en 10 års tid kan en ny undersøkelse av metallkonsentrasjonene i toppsedimentet avdekke belastningen av metaller i denne tidsperioden. I følge tidligere undersøkelser har vestre Buttentjern en bestand av småvokst abbor (Løset og Tysse 1990). Dersom det er ønskelig kan også metalloptaket i denne populasjonen undersøkes som et mål på biotilgjengeligheten av eventuelle utløste metaller.

5. Litteratur

Løset, F. og Tysse, Å. 1990. Konsekvensutredning av vilt-, fiske - og naturvern- interesser innenfor planlagte skytefelt på Ringerike.

Forsvarets Bygningstjeneste 1994. Ringerike skyte- og øvningsfelt. Ringerike kommune, reguleringsplan med reguleringsbestemmelser. Utarbeidet av FBT i samarbeid med Ringerike kommune.

Hjeltnes, A. 1989. Vegetasjonskartlegging av tre områder i Ringerike skyte- og øvningsfelt. Telemarksforskning- Bø.

Eckholdt, E. og Fordbord, R. E. 1990. Skyte- og øvningsfelt nord for Hønefoss. Vurdering av forurensningsfare i forhold til drikkevann. Jordforsk Ås- NLH.

Rognerud, S. 1996. Overvåkning av metallforurensning fra militære skytefelt og demoleringsplasser. resultater fra 5-års overvåkning. NIVA-rapport LNR 3416-96.

Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,
oppgi løpenummer 3431-96

ISBN 82-577-2965-5