

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0-96/73

UNDERSØKELSE AV MULIG TUNGMETALLFORGIFTNING I
FORBINDELSE MED FORSVARETS SKYTEFELT

Saksbehandlere:

GUSTAV N HAVRE	Institutt for biokjemi NORGES VETERINÆRHØGSKOLE
JENS J NYGÅRD	Biologisk avdeling NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
GUNNAR SEMB	Statens Jordundersøkelse NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE

Rapporten avsluttet: 20.12.1978

ISBN 82-577-0129-7

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
1. INNLEDNING	3
2. JORDUNDERSØKELSER	4
2.1 Undersøkelse over fjellgrunnen og løse avleiringer på de undersøkte militære skytefelt	4
2.2 Kommentar til jordanalysene	7
2.3 Konklusjon på jordanalysene	9
2.4 Analyseresultater av jordprøvene	10
3. VEGETASJONSUNDERSØKELSER	13
3.1 Metodikk	13
3.2 Kommentar til vegetasjonsanalysene	13
3.3 Analyseresultater av vegetasjonsprøvene	18
4. VANNUNDERSØKELSER	21
4.1 Metodikk	21
4.2 Kommentar til vannanalysene	21
4.3 Konklusjon på vannanalysene	23
4.4 Analyseresultater av vannprøvene	24
5. HOVEDKONKLUSJON	26

1. INNLEDNING:

Forhistorien til dette prosjektet var en henvendelse fra Toten-folkets Forening til bevaring av Totenåsen, formidlet gjennom cand.med. Sverre Langaard ved Yrkeshygienisk Institutt. Han er selv fra Feiring, og hadde engasjert seg, blant annet gjennom artikler i pressen, om de medisinske virkninger av kobberforgiftning på sau.

Det var kjent i Feiring noen tilfeller av kobberforgiftning på sau, og det forelå den mulighet at dette kunne skyldes aktiviteten i skytefeltet på Steinsjøen.

Mulighetene for utløsning av tungmetaller fra prosjektiler og patroner i forbindelse med skyte-aktivitet er et problem av mer generell karakter, og hadde derfor krav på en viss interesse fra instituttets side.

For overhode å ha et visst grunnlag å vurdere forholdene etter, ble det sommeren 1973 tatt noen enkle prøver av vann, jord og vegetasjon i Steinsjø-feltet, og disse prøvene viste at man ikke kunne se bort fra mulighetene for utløsning av tungmetaller.

Våren 1974 ble det søkt Norges Landbruksvitenskapelige Forskningsråd om støtte til videreføring av arbeidet, men søknaden ble avslått. Blant annet med utgangspunkt i en interpellasjon i Stortinget, arbeidet FFI for sin egen del videre med spørsmålet om tungmetallforurensning fra skytefelt. Sommeren 1974 henvendte FFI seg til NIVA med tanke på en del-finansiering av videreføringen av prosjektet, kombinert med en utvidelse hvor flere skytefelt ble undersøkt. Foruten innsats av midler og arbeid fra de deltagende institusjoner, er derfor denne undersøkelsen finansiert av Forsvaret.

2. JORDUNDERSØKELSER

2.1 Undersøkelser over fjellgrunnen og løse avleiringer på de undersøkte militære skytefelt

Steinsjøfeltet

Fjellgrunnen består av eruptive bergarter av permisk alder. Etter de geologiske kart er biotittgranitt og normarkitt de mest utbredte bergarter innenfor Steinsjøfeltet. Men også andre bergarter forekommer, som små kupper og ganger av f.eks. kjelsåsitt, en syenitt som har stor likhet med larvikitt.

I kontaktsoner mellom forskjellige bergarter opptrer ofte ertsmineraler. En rekke mineralforekomster av denne typen har særlig i eldre tid vært gjenstand for gruvedrift innenfor Oslofeltet. For det meste var forekomstene små og er nå de fleste steder uttømt.

De mineraler det dreier seg om, er magnetitt, jernglans, magnetkis, svovelkis, kobberkis, broket kobber, sinkblende, blyglans, molybden-glans m.fl.

Under vår befaring i forbindelse med uttaking av jord-, vann- og vegetasjonsprøver ble det ved felt E i en skjæring i fjell funnet kobberkis i en gang av grovkrystallinsk, mørk kjelsåsitt. Uten at vi hadde anledning til å studere det nærmere, så det ut til å være samme slags bergart i den fjellveggen som det blir skutt mot med PVRK.

Relativt høyt kobberinnhold i prøve av myr i en dalgang fra dette målområde kan muligens stå i forbindelse med kobberinnholdet i fjellgrunnen. Hvis det er relativt høyt kobberinnhold i fjellet som det skytes mot, er det ikke usannsynlig at pulverisering av fjellet som følge av skytingen, kan bidra til å påskynde forvitringen og frigjøre kobber fra kobberkis. Kobberinnholdet i prøve nr. 11 (Lnr. 3151) 60 mg Cu/kg tørrstoff vil på grunn av lav volumvekt, 0,07 kg/l, ikke representere noe stort innhold. På grunnlag av våre undersøkelser kan vi ikke si noe om kobberinnholdet i fjellgrunnen.

De løse avleiringer er morene av grus- og sandkarakter med lite finmateriale. Terrenget er kupert, de løse avleiringene grunne over forhøyninger og med fjell i dagen for en stor del av området. I forsenkningene er det myr eller forsumpet mark.

Heistadmoen og Hengsvatn skytefelter

Fjellgrunnen innenfor skytefeltet på Heistadmoen består av såkalt båndgneis med en veksling mellom mørke, hornblenderike lag og lyse lag av oligoklas og kvarts. Det kan være atskillig plagioklas i de mørke båndene og hornblende og biotitt i de lyse. Tykkelsen av båndene varierer fra noen få cm til meget stor, så stor at de to bergarter kan skilles ut på kart i noenlunde stor målestokk.

Mineralene i de mørke lagene er vesentlig hornblende i de basiske, og biotitt og relativt meget kvarts i de lyse, kvartsrike lagene.

Ved grensene for de mørke diorittmasser er de tilgrensende skifrige masser ofte sterkt impregnert med kis, særlig magnetkis med noe kobberkis og ofte litt sinkblende og blyglans.

Som yngre ledd i disse bergmassene forekommer hyperitter og deres omdannelsesprodukter.

På felt D, i måleområdet for D_1 og D_2 blir det skutt mot mørk hornblenderik bergart som hadde atskillig utbredelse. Bergarten inneholdt kismineraler. Såvidt det kunne bedømmes visuelt, så det ut til å være vesentlig magnetkis.

Jordprøve uttatt nedenfor målområdet hadde meget stort innhold av kobber og bly (4 l.nr. 3164). Prøven ble tatt av grunn myr med tilsig fra målområdet. I hvilken grad det store kobber- og blyinnholdet i denne prøven skriver seg fra fjellgrunnen som det stadig blir sprengt løs noe av ved skytingen, eller fra prosjektiler fra håndvåpen, mitraljøser m.v., er det umulig å si noe sikkert om.

Relativt stort kobberinnhold var det også i prøvene 5 og 6 (Lnr. 3165 og 3166) som ble uttatt på myr i nedslagsområdet for håndvåpen og PVRK. Det skytes også her mot fjellvegg som sannsynligvis består av mørk amfibolitt. På grunn av avsperring hadde man ikke anledning til å studere bergarten nærmere.

De løse avleiringer innenfor skytefeltet er sandrik, storsteinet morene, for det meste grunne avleiringer. I forsenkningene er det for det meste næringsfattig hvitmosemyr med blåtopp, myrull, sveltull og nøysomme starrarter. Myra ved felt D er noe bedre, med bl.a. gulstarr som tyder på tilsig av mer næringsrikt og kalkrikt vann.

Hengsvatn

På skytefeltet Hengsvatn på Meheia består fjellgrunnen mest av granitt, uten eller med lite fremtredende parallellstruktur. Løsavleiringene består av sand og grusrik morene med næringsfattig myr i forsenkningene.

Bømoen skytefelt

Skytefeltet ligger, ifølge geologiske undersøkelser av Reusch (1905) og i nyere tid av Kvale, innenfor et område der fjellgrunnen består av skifermateriale. De løse jordlag er morene og skredjord av leirskifer.

Det er neppe større innhold av tungmetaller i fjellgrunnen her. På steder hvor jordanalysene viser stort innhold av kobber og bly, må en anta at dette for en alt vesentlig del skriver seg fra prosjektiler i forbindelse med skytingen. Det må tilføyes at prøver med stort innhold av kobber og bly skriver seg fra steder med konsentrert nedslag av prosjektiler, og at slike steder arealmessig utgjør en meget liten del av området.

Setermoen skytefelt i Bardu

Fjellgrunnen består av skifer-fyllitt og glimmer-skifer. Det er neppe noe stort innhold av tungmetaller i disse bergartene.

De løse avleiringene på skytefeltene er morene og myr.

Terningmoen

Fjellgrunnen består av gneis, tildels som gneisgranitt. De løse avleiringer på den nordlige delen består av flygesand, lengre sør av morene, tildels med et tynt lag av elvesand av forskjellig tykkelse. Løsmaterialet har utpreget sandkarakter og er meget fattig på finmateriale, leire. Jordsmonnet i opplendt beliggenhet bærer preg av sterk podsolering med et tykt, hvitt blekjordlag. I forsenkningene er det myr av starr-hvitmosetypen (G. Goffeng: Geologisk kart - Søndre Hedmark, Ås 1970).

2.2 Kommentar til jordanalysene

Utførte analyser

Som det går frem av tabellene, er det i de uttatte prøvene foretatt bestemmelse av humusinnholdet (glødetap), volumvekt, pH, totalinnholdet av kobber, sink og bly og dessuten innholdet av kobber og sink som blir ekstrahert med henholdsvis 0,02 M EDTA tilsatt 50 g NH_4Cl pr. 10 l og 0,2 n HCl. Totalinnholdet er bestemt ved tørrforasking, oppløsning og avrykning med konsentrert HCl og oppløsning i fortynnet HCl. Metallanalysene er utført med atomabsorpsjonsspektrometri.

Ved sammenlikning av analysetall for prøver av humusrik jord og torv med prøver av mineraljord, må en ta hensyn til den store forskjellen som det er i volumvekten ved å regne om fra mg/kg til mg/l.

Skytefeltet på Steinsjøen

Av prøvene fra Steinsjøenfeltet utmerker prøve 7 (3146) seg ved meget stort innhold av bly. Dette har sin forklaring i at prøven ble tatt bak selvanvisende skive med konsentrert nedslag av prosjektiler med stort blyinnhold. Relativt stort innhold av kobber, både totalt og ekstraherbart, var det i nr. 11 (3151). Men her må en ta i betraktning at volumvekten var bare 70 g/l.

Sinkinnholdet var ikke så stort i noen av prøvene at det skulle bety noen fare.

Skytefeltet på Heistadmoen

Stort kobber- og blyinnhold ble bestemt i prøve nr. 4 (3164). Som nevnt tidligere ble denne prøven tatt på et sted der fjellgrunnen inneholdt kismineraler og hvor det ble skutt mot fjellvegg av amfibolitt. Det store kobber- og blyinnholdet må en anta i vesentlig grad har sammenheng med stor konsentrasjon av prosjektiler. Det var også relativt stort innhold av bly i prøve nr. 2 (3162) og nr. 5 (3165) som begge representerer nedslagsfelter for håndvåpen. Kobberinnholdet var også relativt stort i nr. 1, 2, 5 og 6. Prøvene fra Hengsvatn hadde ikke noe særlig stort innhold av de undersøkte tungmetaller.

Skytefeltet på Bømoen

Prøvene 1, 2, 3 og 8 hadde meget stort innhold av bly. Disse prøvene skriver seg fra steder med konsentrert nedslag fra håndvåpen.

Kobberinnholdet var også stort i de samme prøvene. Innholdet av ekstraherbart kobber var, ut fra den vurdering som blir brukt ved analyser av dyrket jord, meget stort i prøvene 1, 2, 3, 8 og 9 og stort i nr. 5 og 12. Lavt kobberinnhold var det ikke i noen av prøvene fra dette skytefeltet.

Sinkinnholdet var også relativt stort i flere av prøvene, som i nr. 1, 2, 8 og 9.

Sætermoen skytefelt

Størst blyinnhold ble bestemt i prøve nr. 14 (3724) av forvitret leirskifer. Prøven ble uttatt i en veiskjøring. Det var også relativt stort blyinnhold i en del av de andre prøvene.

Størst innhold av kobber var det i prøve nr. 8 nedenfor nedslagsfelt for bombekaster.

Sinkinnholdet var stort i prøvene 1, 2 og 6.

Terningmoen skytefelt

Som på de andre skytefeltene, var det meget stort blyinnhold i prøver med konsentrert nedslag av prosjektiler fra håndvåpen. Det gjelder prøvene 1, 2, 4, 5, 7 og 9. Kobberinnholdet var også stort i de samme prøvene, men ikke alltid proporsjonalt med blyinnholdet. At det er nedslaget av prosjektiler som er avgjørende, viser den store forskjellen i bly- og kobberinnholdet i prøver tatt i forkant av de høydedragene som det er skutt mot, og innholdet i prøver tatt på baksiden.

De gjengitte analysetall er middelet av parallellbestemmelser. Særlig for prøver fra nedslagsfelt har det til dels vært stor forskjell mellom parallellene. Dette har gjentatt seg ved kontrollanalyse. Vi antar at det kommer av at det i enkelte tilfeller kan ha kommet med små korn av metall som har gitt store utslag i analysetallene.

2.3 Konklusjon

De utførte jordanalyser viste som ventet at innholdet særlig av bly og kobber var meget stort i prøver uttatt på steder med konsentrert nedslag av prosjektiler fra håndvåpen. Bak skivene og i vollene foran lå det flere steder tett med prosjektiler også i overflaten. Som følge av korrosjon og forvitring var overflaten av prosjektilene dekket av et grønt og/eller hvitt belegg. Det store innholdet i jordprøvene tyder også på at det foregår forvitring og oppløsning av metallene i prosjektilene.

En viss fare for beitedyr og vilt kan det være om dyrene får i seg salter av kobber og bly eller planter og jord med stort innhold av disse. På den annen side var det bare der det var konsentrert nedslag at jordprøvene viste de meget store analysetall. Om det vil bli aktuelt med eventuell inngjerding av mindre arealer med konsentrert nedslag av prosjektiler som består av bly og kobber, vil bli drøftet i forbindelse med resultatene av vegetasjons- og vannprøvene.

2.4 Analyser av jordprøver fra militære skytefelt, uttatt sommeren 1974.

J.nr. og L.nr.	Prøve nr.	Prøvested m.m.	Jordart	Prøvedybde cm	Glødetap %	Vol. vekt g/l	pH	Total			Ekstraherbart	
								Cu mg/kg Lufttørr prøve	Zn mg/kg	Pb mg/kg	Cu mg/kg lufttørr	Zn mg/kg
268/74		<u>Steinsjøfeltet</u>										
3140	1	Jakobsfelt, nedslag	moldjord	0-10	89,8	50	4,7	38	88	88	12	69
41	2	for feltgevær		10-20	87,2	70	4,6	6,0	40	48	1,8	31
3142	3	N.f.Jakobsfelt, ikke	torv	0-10	93,7	50	4,4	4,8	80	48	1,8	53
43	4	påvirket av skyting	torv	10-20	94,4	50	4,7	7,0	50	30	1,6	21
3144	5	Syd for bivuakken	torv	0-10	95,0	50	4,1	7,6	52	48	2,2	44
45	6			10-20	91,7	80	4,0	4,8	20	54	1,8	16
3146	7	Brenntjern, felt A, bak selvanv. skive	morene, grus og sand	10-15	8,0	910	4,5	22	43	2100	14	4,7
3147	8a	Brenntjern, ned mot tjernet	humusrik grus og sand	0-15	17,2	640	5,1	6,8	131	34	1,5	28
48	8b	Myrsøkk mellom Brenntj. og jakobsfeltet, upåv.	torv	0-15	91,0	90	4,2	8,0	60	54	2,4	54
3149	9	PVRK, felt E, myr nedenf. nedre nedslagsfelt	torv	0-15	90,0	50	4,6	15	72	40	7,6	62
3150	10	Daldrag, syd for nr. 9, sumpjord	godt omd. torv	0-15	63,6	190	4,8	9,5	88	53	2,8	53
3151	11	Myr i daldraget nedenfor felt nr.9, bløt myr	torv	0-15	86,4	70	4,8	60	144	61	38	130
3152	12	Rabbe, øst for standplass D, upåvirket	morene, grus og sand	0-15	7,5	920	4,9	2,8	50	24	0,6	6,1
3153	14	Daldrag nedenfor nedslagsfelt D, fuktig	moldjord	0-15	64,3	150	5,3	19	186	92	8,0	102
3154	15	Nedenfor venteplass, stridsløype, felt C	grusrik morene under ca. 20 cm mold	0-15	27,6	510	4,9	6,8	76	35	1,9	28
3155	16	Syd for nr. 15, ikke påv., felt C, tørr rabbe	mold	0-15	57,2	360	4,1	4,8	27	43	1,4	20
3156	17	Larsmyra i skytefeltet Felt B. Over 1 m dyp myr	moldrik, lag	0-15	81,2	140	5,1	27	44	57	10	39
3157	18	Larsmyra utenfor mot sydvest, over	blokkrik morene	0,15	28,1	520	5,0	6,7	82	44	1,3	37
269/74		<u>Heistadmoen</u>										
3161	1	Syd f. nedslagsfelt for haubitser, felt C ₁	starr - hvitmosemyr	0-15	77,7	280	5,3	126	324	74	58	247
3162	2	Målområde for håndvåpen Felt C ₂	hvitmosemyr	0-15	97,0	120	3,9	51	52	234	46	46
3163	3	" " "	"	40-50	97,3	120	4,2	5,4	12	14	1,6	2,8
3164	4	Målområde for D ₁ og D ₂ nedenfor fjell som def blir skutt mot, mørk amfibolitt	grasmyr	0-15	67,6	150	5,3	1071	181	1385	677	136
3165	5	Nedslagsfelt for håndvåpen A ₁ og PVRK A ₂	starr-hvitmosemyr	0-15	92,8	70	4,8	101	151	212	58	123
3166	6	Nedslagsfelt for håndvåpen A ₁ og PVRK A ₂ skyting mot fjellvegg	amfibolitt	30-40	93,8	90	4,6	172	165	13	56	105

2.4 Analysér av jordprøver fra militære skytefelt, uttatt sommeren 1974.

J.nr. og L.nr.	Prøve nr.	Prøvested m.m.	Jordart	Prøve- dybde cm	Gløde- tap %	Vol. vekt g/l	pH	Total			Ekstraherbart	
								Cu	Zn	Pb	Cu	Zn
								mg/kg			mg/kg lufttørr	
								Lufttørr prøve				
<u>Hengsvatn</u>												
3167	7a	Diplemyr, nedslagsfelt for kanon	grasmosemyr	0-15	58,8	290	4,2	8,8	19	48	3,6	11
3168	7b	Diplemyr, nedslagsfelt for kanon	"	30-40	65,8	360	4,4	7,0	22	16	1,3	1,6
3169	8	Nedslagsfelt for granater, Hengsvatn nord, nede ved vannet	sumpig grunn myr	0-15	70,8	160	5,1	35	56	72	17	38
3170	9	Nedslagsfelt for granater	humusrik morenesand	40-50	67,9	530	5,3	19	22	26	0,6	1,2
3171	10	Øst for Damåsen, utenfor nedslagsområdet	hvitmosemyr	0-10	91,3	200	4,0	7,8	40	46	2,0	10
3172	11	Øst for Damåsen, utenfor nedslagsområdet	hvitmosemyr	30-40	95,7	190	4,1	11	26	20	1,2	1,9
3173	12	Syd for søndre standpl. lite påvirket	blåtoppbjønnskjeggmyr	0-15	95,0	230	4,2	4,0	32	33	1,4	10
<u>Bømoe</u>												
284/74	1	Graveskytebane, hjorteskyting fra vollen	sand og grus	0-15	7,1	980	5,6	280	108	7400	144	23
3304	2	Skytebane, hjorteskyting nedenfor vollen	fuktig sand og grus	0-15	10-0	820	5,5	131	118	577	53	12
3305	3	Nedenfor vollen, 300 m, delvis bak selvanv. skive	skiferjord	0-15	9,2	800	4,8	153	74	3665	81	15
3306	4	Bak skiver, 300 m, vannsig fra nedslagsfelt	moldrik skifermorene	0-15	11,7	850	5,2	26	83	32	3,8	1,9
3307	5	Nedenfor hjorteskytebane	moldrik skiferjord	0-15	16,4	600	5,5	19	57	58	9,5	5,5
3308	6	Nedenfor hjorteskytebane	sandrik leire	20-30	4,2	920	5,4	8,0	45	29	2,1	1,5
3309	7	Nede mot Raumdalselva utenfor skytefeltet	elvesand	0-15	12,9	820	5,1	17	56	18	3,3	1,7
3310	8	I gropen bak skivene på 300 m	påkjørt sand	0-15	3,6	1350	5,9	296	112	1270	183	26
3311	9	Mellom 200 m standpl. og grav 300 m	tidl. dyrket jord	0-15	8,1	980	5,4	44	202	30	11	30
3312	9b	Veiskjæring, utenfor nedslagsfeltet	skredjord av skifer	30-40	2,6	1360	5,7	21	77	18	3,6	3,8
3313	10	50 m vest for bevegelig bane, sumpig område	moldjord	0-15	27,7	480	5,4	42	93	30	16	8,1
3314	11	50 m vest for bevegelig bane, sumpig område	moldjord	20-40	24,4	610	5,2	35	90	27	13	7,1
3315	12	Vest for Raumdalselva fuktig område På høyde med 300 m skiver på sivilskytebanen	grunn grasmyr	0-15	48,2	420	5,1	18	52	33	7,0	18

2.4 Analyser av jordprøver fra militære skytefelt, tatt sommeren 1974.

J.nr. og L.nr.	Prøve nr.	Prøvested m.m.	Jordart	Prøve- dybde cm	Gløde- tap %	Vol. vekt g/l	pH	Total			Ekstraherbart	
								Cu	Zn	Pb	Cu	Zn
								mg/kg			mg/kg lufttørr	
								Lufttørr prøve				
342/74		<u>Søtermoen, Bardu</u>										
3711	1	Nedenfor vollen, felt A, 300 m, gammel skytebane	myr	0-15	58,8	270	4,6	40	423	45	16,4	14
3712	2	Fururabbe, bak 300 m skiver, A ₀ -A ₁	råhumuslag	0-10	87,6	100	4,1	38	1090	54	26,0	28
3713	3	Fururabbe, bak 300 m skiver, A ₂	blekjordlag	10-20	3,6	1060	4,2	2,0	13	26	0,7	0,6
3714	4	Fururabbe, ikke påvirket, A ₀₋₁	råhumuslag	0-10	89,4	100	4,1	26	35	88	19,2	65
3715	5	Fururabbe, ikke påvirket, A ₂	blekjordlag	10-20	2,4	1020	4,0	3,3	7,0	27	1,7	1,4
3716	6	Myr, A, nedslagsområde for M.72, leirdueskyting	torv	0-20	85,8	170	5,1	45	245	66	26	45
3717	7	Myr, nedenfor felt for bombekaster	torv	20-40	87,2	330	4,8	17	6,0	1,0	2,0	3,5
3718	8	Myr, nedenfor nedslagsfelt, bombekaster	torv	0-20	46,8	340	5,6	880	23	80	502	30
3719	9	Felt C, vestre del av nordre topp, 106 mm, 109 G	torv	0-20	92,2	90	4,7	19	2,0	8,0	4,8	5,6
3720	10	Myr, ved tjern, nord for 9, meget fuktig	torv	0-20	89,8	120	4,9	13	2,0	12	2,4	4,4
3721	11	Myr, sør for større tjern, felt C, tunge våpen,	bjønnskjeggmyr, torv	0-20	87,5	150	5,5	22	30	16	8,4	9,8
3722	12	Reingjerdshaugene, rabbe D ₂	morene blekjordlag	5-15	2,6	1060	4,3	0,8	3,0	9	0,3	0,9
3723	13	Reingjerdshaugene, nedenfor 12, graskledd flekk, vannsig	morene morenesand	0-15	7,5	870	5,6	11,0	16	45	2,8	5,8
3724	14	Forvittringsjord av skifer tatt i skjæring			3,2	1360	5,8	145	10	116	2,1	1,1
874/74		<u>Terningmoen</u>										
10017	1	Vestfeltet, myr, nedslag kaliber 12,7 mm	torv	0-20	93,8	120	4,4	37	38	554	32	29
10018	2	Vestfeltet, morenerygg, forside nedslag	morenesand	0-20	4,6	1080	5,1	84	26	1330	46	8,8
10019	3	Vestfeltet, morenerygg, bakside	morenesand	0-20	4,2	1060	4,8	2,2	17	19	0,7	1,9
10020	4	Gult hus, 2-3 høyden, forside, nedslag håndvåpen	morenesand	0-15	2,2	1340	5,5	326	49	4000	208	18
10021	5	Gult hus, jordkant, grunnlendt	grusrik morenesand	0-15	3,2	1200	5,1	33	22	435	21	12
10022	6	Gult hus, bakside	grusrik morenesand	0-20	2,8	1190	5,3	21	123	34	6,2	45
10023	7	Dragonmyr, til venstre for blindgk. felt	torv		92,2	110	4,1	103	42	244	84,4	27
10024	8	Dragonmyra, nedslag tyngre våpen og bombekaster,	Storsteinet morene, torv		5,2	1020	4,5	2,8	17	15	1,2	4,6
10025	9	Terninga, pistolhaugens nedslagsfelt	sand		2,6	1310	5,1	79	26	220	42	8,4
10026	10	Elvebredd, Terninga utenfor feltet der vannprøve er tatt	sand		3,4	1370	4,6	3,2	22	7,0	0,8	2,8

3. VEGETASJONSUNDERSØKELSER

3.1 Metodikk

Blyanalysene ble utført ved flammeløs atomabsorpsjonsspektrometri.

Utstyr: Perkin Elmer 303 atomabsorpsjonsspektrofotometer.
Perkin Elmer HGA 72 grafittovn.

Prøvepreparering:

Prøvene forasket ved 450°C. Asken ekstrahert med 6N HCl.
Ekstraktet ble, etter passende fortynning, kjørt direkte i grafittovnen.
Standarder ble preparert etter standard tilsetningsmetoden.

Kobber-, sink- og jernanalysene ble utført ved atomabsorpsjonsspektrometri i acetylen/luft-flamme.

Utstyr: Perkin Elmer 103 atomabsorpsjonsspektrofotometer.

Prøvepreparering:

Prøvene ble forasket og ekstrahert som for blyanalysene, og det fortynnede ekstrakt kjørt direkte i flammen. Vandige standarder.

3.2 Kommentar til vegetasjonsanalysene

Steinsjøen skytefelt

Feltet ble prøvetatt både i 1973 og 1974. I 1973, da prøven ble tatt 4. juni, ble både friskt gress og vissent fjorårgress samlet inn og analysert. I 1974 ble det, i likhet med de øvrige felter, tatt to sett prøver av årets vegetasjon, nemlig den 24. juni og den 3. oktober.

I 1973-prøvene ble elementene kobber, sink og bly analysert. I 1974-prøvene ble også jern tatt med. Det siste element mer til egen orientering. Tallene for jern er lite å legge vekt på, men vi presenterer resultatene siden de foreligger. Når det gjelder sink, er dette ikke av de utpreget toksiske elementer, og noen egentlig forurensningsfare med hensyn til dette element skulle skytingen neppe forventes å lede til. Sinkinnholdet i vegetasjonen ligger mellom 30-75 ppm., med unntakelse av én prøve, som inneholder 115 ppm. Dette er unormalt høyt, men prøven kommer fra et område som ikke skulle være påvirket av skyting, direkte eller indirekte. I gjennomsnitt ligger prøvenes sinkinnhold på 53 ppm. Dette er høyt til å være utmarksgress, men et liknende forhold har vi når det gjelder bly i Steinsjøfeltet. For det første kan det ikke ha noe med skytingen å gjøre, da det ikke er forskjell på nedslagsfelter og upåvirkede områder. For det annet er det ingen farlig høy sinkkonsentrasjon, tvert imot et gunstig nivå med hensyn til dyrenes sinkbehov.

Elementene kobber og bly er de som har størst interesse fra et forgiftningsrisikosynspunkt, og det var tilfeller av kobberforgiftning av sau som førte til at undersøkelsen kom i gang. Ingen av prøvene tatt i 1974 viser ekstremt høyt kobberinnhold. I gjennomsnitt ligger prøvene på 4 ppm., og det er ingen forskjell på prøver tatt i nedslagsfelt og prøver tatt utenfor regnet i gjennomsnitt. Litt anderledes stiller det seg med enkelte prøver av vissent fjorårgress tatt i 1973, men hvorvidt dette skyldes opptak i plantene eller overflateforurensning skjedd i vinterens løp er det vanskelig å si noe om. Det siste er mest sannsynlig.

Innholdet av kobber er normalt i forhold til det man vanligvis finner i utmarksgress. Det er ikke dermed sagt at disse konsentrasjoner av kobber ikke kan føre til kronisk kobberforgiftning hos sau, det er bl.a. avhengig av molybdenkonsentrasjonen. Dette spørsmål er imidlertid irrelevant i denne undersøkelsen. Ingen av analysetallene synes å indikere at skytingen har ført til forhøyet kobberinnhold i vegetasjonen, dog med unntak av noen få prøver tatt inne i selve nedslagsområdene, men det er ubetydelig. Vi finner større utslag i andre skytefelt. Dersom sauen allerede er på grensen av kobberforgiftning på grunn av lavt

molybdeninnhold, eventuelt ved inntak av kobber gjennom vannet i løpet av vinteren (se Nygårds rapport), kan man ikke se bort fra at beiting inne i nedslagsområdene, eventuelt kombinert med slikking av sterkt kobberholdig jord der, eller slikking av forvitrede prosjektiler (se Sembs rapport), kan være en utløsende faktor.

Når det gjelder bly, står vi overfor det forhold at innholdet i vegetasjonen i Steinsjøfeltet er høyt sammenliknet med det vi finner andre steder, men dette kan ikke være en ensidig påvirkning av prosjektildeponering, da flere av verdiene i helt upåvirkede områder også ligger høyt. Det fremgår imidlertid av analysetallene at innenfor nedslagsområdene, og særlig der hvor skytingen foregår på en slik måte at prosjektilene blir knust, kan innholdet være faretruende høyt. Igjen finner vi de høyeste verdier i vissent fjorårsgress. Hvilken forgiftningsrisiko dette egentlig representerer kan det være vanskelig å si noe sikkert om, men en bør ta det i betraktning.

Nedenfor er satt opp gjennomsnittsverdier for kobber-, bly- og sinkinnholdet i prøver tatt i og utenfor egentlige nedslagsområder. Tabellen er en ren orientering, og en skal ikke legge noen vekt på de mindre forskjeller som synes å være tilstede. De er langt fra å være statistisk signifikante. Tallene gjelder bare 1974-materialet, vår- og høstprøver samlet.

Utenfor nedslagsfelt:	Cu	3,9	
	Pb	8,3	12 prøver
	Zn	51,1	
I nedslagsfelt:	Cu	4,2	
	Pb	12,0	18 prøver
	Zn	53,3	

Heistadmoen og Hengsvatn skytefelt

Her ble prøvene tatt 25. juni og 2. oktober 1974. Det ble tatt prøver fra bombekasterfeltet ved Hengsvatn bare den 25. juni.

Når det gjelder sink og jern er det ingen grunn til nærmere kommentarer.

Kobberinnholdet ligger ikke eksepsjonelt høyt i noen prøver, men verdier på ca. 10 ppm. kan utvilsomt føre til kobberforgiftning hvis molybdeninnholdet er lavt nok. De høyeste kobberverdiene finner vi inne i nedslagsområdene og skyldes sannsynligvis de kobbermantlede prosjektilene.

Når det gjelder bly, er vi inne i mer normale forhold sammenliknet med Steinsjøfeltet. Spesielt høye verdier finner vi bare i nedslagsområdene for håndvåpen og mitraljøser.

Terningmoen

Dette er det eldste skytefeltet hvor vi har tatt prøver. På ett av prøvestedene oppgis det å være skutt med håndvåpen siden 1894. Prøvene ble tatt den 15. juli og 30. september. Sinkinnholdet var forbausende høyt i et av nedslagsområdene ("Gult hus"). Her var også blyinnholdet høyest. Når det gjelder kobberinnholdet, er ingen verdier så høye at de gir grunn til noen reaksjon. Blyinnholdet er tydelig forhøyet, og det kan neppe skyldes noe annet enn deponering av prosjektiler, når man tar jordsmonnet i betraktning.

Bømoen

Prøvene fra dette feltet ble tatt 1. juli og 23. september. Det dreier seg her om to skytefelt: Gravefeltet og det som ble oppgitt å være det egentlige militære skytefelt.

I Gravefeltet må det sies å være en massiv forurensning tilstede. Det gjelder særlig bly, men til dels også kobber. Man vet ikke om dyr vanligvis beiter i disse områdene, men om så er tilfelle, bør selve nedslagsområdene inngjerdes. Det kan ikke holdes for usannsynlig at en så høy blybelastning kan være en forgiftningsrisiko både for dyrene og for dem som skal fortære eventuelt slakt. Dessverre fikk vi ikke tatt prøver bak 300 m-skivene i Gravefeltet, noe som kunne vært av interesse på bakgrunn av de verdier vi fant bak 300 m-skivene i det militære skytefelt lengre oppe. Dette på grunn av pågående skyting. Det skal

bemerkes at Bømoen var det eneste av skytefeltene hvor vi møtte direkte vanskeligheter når det gjaldt prøvetaking.

I det militære skytefeltet var det særlig området bak 300 m-skivene som var utsatt, noe som fremgår av tabellene. De høye kobber- og blyverdiene i denne vegetasjonen skyldes neppe bare opptak i plantene. Det meste er antakelig jordkontaminering som har funnet sted på grunn av prosjektilenes innslag i bakken. Allikevel vil slike høye konsentrasjoner representere en fare for eventuelle beitende dyr.

Sætermoen

Prøvetakingen ble foretatt 3. juli og 28. oktober. Vi ser det samme forhold her som i de andre skytefelt: Noe forhøyet innhold av kobber og bly i nedslagsområdene for håndvåpen, mens områdene utenfor er upåvirket. Det høye blyinnhold i prøven A₇ skyldes sikkert lerduehaglene.

Størst interesse knytter det seg til prøvene fra feltene C og D, som dekker større områder. Ingen av de tre prøver vi har, og som etter påvisning ble tatt i direkte nedslagsområder, viser forhøyede verdier av kobber og bly. Man burde utvilsomt hatt et noe større antall prøver fra disse områdene, men tiden strakk dessverre ikke til. Jeg tror allikevel man kan si at vegetasjonen i disse områder ikke kan sies å være generelt forurenset som følge av skytevirksomheten.

3.3 ANALYSERESULTATER AV VEGETASJONSPRØVER fra MILITÆRE SKYTEFELT, PRØVER TATT I 1973 og 1974

STEIN SJØEN SKYTEFELT	24.6.					3.10.					4.6.	Friskt gress:				Vissent gress:			
	1974:	Cu	Fe	Zn	Pb	1974:	Cu	Fe	Zn	Pb	1973:	Cu	Fe	Zn	Pb	Cu	Fe	Zn	Pb
<u>Jacobsfeltet</u> Målområde for feltgevær	4.6	127	45	5,8		2.1	281	67	15		3.9		47	1,6	4,2		44	3,0	
Nord for Jacobsfeltet (utenfor nedslagsområde)	1.6	75	29	5.5		1.6	92	30	13										
Myr syd for bivuaken (ingen skyting)	1.7	100	40	4,2		1.1	55	71	5.2										
<u>Felt A. Brenntjern</u> Nedslagsfelt. Myrsøkk nedenfor skivene (Prosjektilene knuses)	6.6	56	51	2.2		2.0	134	45	29		3.0		54	8,0	2,9		53	104	
Myrsøkk ned mot Brenntjern (ikke nedslag eller dren fra feltet)	3.9	70	44	10		1,3	75	39	12										
<u>Felt B. Larsmyra</u> Innerst i feltet	6.6	100	40	9.1		3.0	134	45	18		6.0		60	6,0	1,8		63	19	
Midt i feltet											6.0		67	4.0	3.3		51	27	
Ytterst i feltet											7.4		56	2.5	3.4		50	9.1	
Syd for Larsmyra, utenfor feltet, Høyere	7.5	58	52	5,8		2.5	60	51	8,2										
<u>Felt C.</u> Like nedenfor venteplass	8.4	86	42	4.9		3.1	99	53	8.8		9.6		61	4.0	13		38	179	
Omtrent midt i feltløypa felt C.						2.0	171	45	13										
Syd for felt C. Utenfor nedslag og dren	9.6	43	115	7.1		4.5	103	72	12										
<u>Felt D.</u> Skytes mot fjellvegg I et drag ned fra feltet	8.6	33	75	3.5		2.1	52	60	10		15		106	1.0	5.3		48	79	
Like under "innslagsveggen"						3.6	46	82	34										
Senkning bak standplassen for felt D. Ikke dren fra feltet	5.1	43	35	7,2		1.9	69	36	13										
<u>Felt E.</u> FVRK-felt. Myr foran nedslags- feltet	4.9	100	54	2.3		2.7	294	50	12		13		60	1,0	150		53	15	
Myrsøkk øst for felt E. Sterkt dren fra myra foran nedslagsfeltet	4.0	94	35	1.2		1.0	160	48	8.2										
Et drag syd for nedslags- feltet i Felt E. Høyere liggende Upåvirket	8.7	35	39	1,6		3.0	114	32	15										
Like innenfor sydgjerdet for nedslagsfeltet						6.4	89	73	25										
Myrdrag syd for feltet Antagelig dren fra feltet											6.9		53	1.0	3.1		42	11	

3.3 ANALYSERESULTATER AV VEGETASJONSPRØVER forts.

	3.7.1974				28.10.1974			
	Cu	Fe	Zn	Pb	Cu	Fe	Zn	Pb
<u>SÆTERMOEN SKYTEFELT</u> (prøver tatt i 1974):								
Gammel geværskyttebane, felt A ₁ , flate nedenfor skivene	9.9	60	46	5.3	2.4	72	55	9.4
Helt upåvirket område, sydvest for felt A ₁	3.2	48	24	1.8	1.7	70	7.8	2.6
Nedslagsområde for felt A ₇	4.5	99	75	37	5.2	73	86	24
(Lerdueskyting foregår med utkastning over nedslagsområdet).								
Gammelt PVRK-felt. Har ikke vært i bruk i de senere år. Inne i feltet	9,0	117	48	4.3	2.4	43	28	2.8
<u>Felt C.</u>								
Tunge og lette våpen (Rett vest på nordre topp)	4.6	249	48	2.3	1.0	239	56	1.6
<u>Felt C.</u>								
Lenger syd i feltet. Myr.	4.4	79	36	1.8	1.8	120	35	1.6
<u>Felt D₂.</u>								
Reingjerdshaugene	7.1	48	41	0.8	2.0	29	34	2.4
<u>BØMOEN SKYTEFELT</u> (prøver tatt i 1974):								
	1.7.1974				23.9.1974			
	Cu	Fe	Zn	Pb	Cu	Fe	Zn	Pb
<u>Grave skiskytebane</u>								
Flate like foran skivene	8,8	49	38	30	5.0	64	54	55
Som ovenfor, men annen gressart	11	48	63	21	6.7	60	106	53
Grave skytefelt, ovenfor skiskytebanen mellom 100 og 300 m fra standplass. Nedenfor 300 m skiver, bak noen mindre feltskiver	9.4	46	36	35	5.5	104	47	28
Grave skytefelt ovenfor 300 m skiver, til venstre, i helning ned mot elven	7.2	55	21	4.3	4.1	68	39	6.6
Nederste standplass i Gravefeltet i skråning ned mot elven	9.2	73	34	6.5	3.6	75	31	4.8
Nederste standplass i Gravefeltet, nedenfor hjortebanen (til høyre) Skytes også med Mb	7.2	63	27	3.0	3.0	61	20	5.3
Bømoen militære skytefelt Bak 300 m skiver	16	216	56	50	101	2940	71	750
Bømoen militære skytefelt Søkk nedenfor 300 m skiver	9.5	45	48	1.8	3.3	70	59	6.3
Bømoen militære skytefelt, nederst i feltet, 50 m vest for PV-bane	9.0	63	40	13	5.5	99	53	12
<u>TERNINGMOEN SKYTEFELT</u>								
	15.7.1974				30.9.1974			
	Cu	Fe	Zn	Pb	Cu	Fe	Zn	Pb
Dragonmyra. Skutt med håndvåpen siden 1894	6.3	112	32	2.4	1.2	134	32	4.4
Hansbrua	5.4	38	40	2.6	2.5	41	70	9.0
Gult hus	5.6	47	117	6.3	1.6	49	136	12
Vestfeltet	5.7	75	34	2.1	2.0	63	30	6.1

3.3 ANALYSERESULTATER AV VEGETASJONSPRØVER forts.

HEISTADMOEN SKYTEFELT (prøver tatt i 1974):

Nedslagsområde for felt A₁ (Handvåpen) med
dren fra felt A₂ (PVRK)
(fjellgrunnen inneholder kobberkis)

Myr i samme nivå som ovenfor, men lengre fra
nedslagsfeltet

Samme område, men inne i nedslaget for PVRK

Syd for nedslagsområde for felt C₁
(Haubitzer)

Nedslagsområde for felt C₂

Nedslagsområde for feltene D₁ og D₂
(Mitraljøser), Tatt på en flat myr

Nedslagsfelt for bomekaster
Hengsvann nord

Myr øst for Damåsen (syd for Hengsvann)
ikke nedslagsområde

Diplemyr. Nedslagsområde for håndvåpen og
kanon

Samme område som ovenfor, men lenger ute
på myra

Syd for Diplemyr
Ikke nedslagsområde

	25.6.1974			
	Cu	Fe	Zn	Pb
Nedslagsområde for felt A ₁ (Handvåpen) med dren fra felt A ₂ (PVRK) (fjellgrunnen inneholder kobberkis)	9.9	100	68	3.8
Myr i samme nivå som ovenfor, men lengre fra nedslagsfeltet				
Samme område, men inne i nedslaget for PVRK				
Syd for nedslagsområde for felt C ₁ (Haubitzer)	9.9	82	50	2.4
Nedslagsområde for felt C ₂	5.2	73	42	3.3
Nedslagsområde for feltene D ₁ og D ₂ (Mitraljøser), Tatt på en flat myr	10.6	125	57	31
Nedslagsfelt for bomekaster Hengsvann nord	4.5	74	28	0.8
Myr øst for Damåsen (syd for Hengsvann) ikke nedslagsområde	5.4	64	45	3.8
Diplemyr. Nedslagsområde for håndvåpen og kanon	7.8	70	35	4.2
Samme område som ovenfor, men lenger ute på myra				
Syd for Diplemyr Ikke nedslagsområde	5.0	69	36	2.6

	2.10.1974			
	Cu	Fe	Zn	Pb
Nedslagsområde for felt A ₁ (Handvåpen) med dren fra felt A ₂ (PVRK) (fjellgrunnen inneholder kobberkis)	3.5	138	95	8.2
Myr i samme nivå som ovenfor, men lengre fra nedslagsfeltet	2.4	68	77	4.7
Samme område, men inne i nedslaget for PVRK	4.4	80	95	6.6
Syd for nedslagsområde for felt C ₁ (Haubitzer)	1.0	66	58	4.6
Nedslagsområde for felt C ₂	1.7	70	55	41
Nedslagsområde for feltene D ₁ og D ₂ (Mitraljøser), Tatt på en flat myr	2.1	73	79	17
Nedslagsfelt for bomekaster Hengsvann nord				
Myr øst for Damåsen (syd for Hengsvann) ikke nedslagsområde				
Diplemyr. Nedslagsområde for håndvåpen og kanon	1.5	41	17	7.8
Samme område som ovenfor, men lenger ute på myra	1.0	107	70	16
Syd for Diplemyr Ikke nedslagsområde	1.1	40	41	4.7

4. VANNUNDERSØKELSER

4.1 Metodikk

pH-måling

Apparat: Orion research, modell 701, digital pH-meter.

Utførelse: pH ble målt direkte på ukonservert prøve.

Elektrisk ledningsevne

Apparat: Philips PW 9501 Conductivity meter

Utførelse: Ledningsevnen målt direkte på ukonservert prøve.

Kobber, sink og bly

Instrumenter: Atomabsorpsjonsspektrofotometer Perkin Elmer, modell 300 SG med Graphite Cell Power Supply HGA 72 og D-2 kompensator. Atomabsorpsjonsspektrofotometer Perkin Elmer modell 306, Skriver Perkin Elmer modell 56.

Utførelse: Prøvene var tatt direkte i syrevaskede glass og ble på laboratoriet tilsatt 0,2 ml 1+3 HNO₃ mrk. pro analyse pr. 20 ml prøve.

Alle tre elementer, kobber, sink og bly ble analysert med atomabsorpsjonsspektrofotometri. Kobber i lave konsentrasjoner, d.v.s. kobber mindre enn 50 ug kobber pr. liter og bly ble bestemt ved flammeløs absorpsjon i grafittkyvette. Kobber i litt større mengder og sink ble analysert med atomabsorpsjon i flamme.

4.2 Kommentar til vannanalysene

A. Steinsjøfeltet

Prøvene som ble tatt den 5. juni 1973, viser en liten forøkning av kobber i de fleste prøvene, og i prøve E fra felt F, Falla, er det noe mer enn i de andre. Det samme ble funnet den 25. juni i 1974. Det høyeste resultatet ble målt i Falla, samt i en prøve tatt i en myrputt fra Jakobsfeltet. Prøvene som ble tatt den 4. oktober 1974 viser også tilsvarende resultater. Snittet på samtlige prøver fra Steinsjøfeltet når det gjelder kobber ligger omkring 5 ug pr. liter.

B. Bømoen

Her viser prøvene både den 1. juli og 25. september 1974 tilsvarende forhold som i Steinsjøfeltet. Høyeste resultatet finner en også her i myr like nedenfor nedslagsområdet. pH i denne prøven er noe lavere enn i de andre prøvene. En finner og litt høyere resultater for bly på samme sted. Snittet på samtlige prøver fra Bømoen ligger på omkring 5 µg Cu/liter.

C. Heistadmoen

Snittet fra disse prøvene ligger noe høyere enn for Steinsjøen og Bømoen. En har særlig funnet noe høyere verdier i felt A, hvor det skytes med PVRK mot en fjellvegg og pulveriserer denne. Likedan er det også funnet noe i en bekk fra Skalpetjern. I området er det store kisleforekomster, og prøve i avløpsvann fra en gammel grube, som ligger i nærheten, viste meget høye tall for kobber og sink med omkring 13 000 µg kobber og 21 000 µg sink pr. liter. Snittet på samtlige prøver fra Heistadmoen ligger på omkring 11 µg Cu/liter.

D. Terningmoen

Resultatene her ligger lavest av samtlige når det gjelder snitt for kobber og for bly. Det er ingen enkelt-resultater som viser noen særlig forøkning. Vi vet at disse bekkene drenerer nedslagsfelt som har vært i bruk i omkring 100 år. Snittet på samtlige prøver fra Terningmoen ligger på omkring 3.4 µg Cu/liter.

E. Setermoen

Resultatene her ligger litt høyere enn på Steinsjøen, Bømoen og Terningmoen, og de ligger nesten opp mot resultatene fra Heistadmoen. De høyeste verdiene her er også funnet i nedslagsfeltet med vannprøver tatt direkte fra eksplosjonskrater hvor det er en lavere pH enn i resten av prøvene, og hvor deler av prosjektiler og granater ligger i det sure myrvannet. Snittet på samtlige prøver ligger på omkring 7.6 µg Cu/liter.

4.3 Konklusjon:

Ser vi disse resultatene i relasjon til bestemmelse av kobber og sink ved lave konsentrasjoner i naturlig vann, av Karin Balmér og Arne Henriksen ved NIVA i 1974, viser det seg at i 102 norske innsjøer ligger 68 av resultatene på \leq μg kobber pr. liter og 34 av prøvestedene har fra 2 til 18 μg kobber pr. liter. Bly er i denne undersøkelsen ikke undersøkt.

I en publikasjon utgitt i 1977 av A. Henriksen og R.F.Wright: "Concentrations of heavy metals in small Norwegian lakes", viser forfatterne til konsentrasjoner for Cu mellom 0 og 16 $\mu\text{g/liter}$ og for Zn mellom 1 og 28 $\mu\text{g/liter}$.

I skytefeltundersøkelsene viser analyseresultatene at de høyeste resultater for Cu, fås hvor man skyter mot kobberholdig berggrunn som pulveriseres, hvoretter kobberet løses opp og går ut i vannet. Prosjektiler eller fragmenter av disse, eller fragmenter av granater som blir liggende i sure myrvannspytter, bidrar også til høyt kobberinnhold.

Det er videre en påvisbar forskjell mellom de forskjellige skytefeltene. Heistadmoen og Setermoen har noe høyere resultater enn de andre tre undersøkte skytefelte.

Hvis vi tar for oss analyse av drikkevannet til de gårdbrukerne i Feiring som har beitende sau i Steinsjøfeltet, viser det seg at resultatene av kobber og sink ligger vesentlig høyere enn i Steinsjøen skytefelt. Kobberinnholdet i drikkevannet i fjøsene er i snitt 4 ganger så høyt som de målte i feltet. Sinkverdiene ligger omkring 100 ganger så høyt. Når man i tillegg tar i betraktning at sauene fores inne i 7 måneder, har en måneds beite hjemme og 4 måneders beiteperiode i utmark fra slipp ved gårdene i Feiring og til gjenhenting, hvor da kanskje bare en liten del av denne 4 måneders beiteperioden vil være i selve nedslagsfeltene, eller i tilknytning til disse, er det også innlysende at de vil få en vesentlig større kobberbelastning ved inneforingen enn ved beiting i skytefeltene.

4.4 ANALYSERESULTATER AV VANNPRØVER FRA MILITÆRE SKYTEFELT, prøver tatt i 1973 og 1974

STEINSJØEN SKYTEFELT	5.6.1973					25.6.1974					4.10.1974				
	pH	Spes. el. ledn. evne uS/cm	Kobber ug Cu/l	Sink ug Zn/l	Bly ug Pb/l	pH	Spes. el. ledn. evne uS/cm	Kobber ug Cu/l	Sink ug Zn/l	Bly ug Pb/l	pH	Sp. el. led. evn uS/cm	Kobber ugCu/l	Sink ugZn/l	Bly ugPb/l
Jakobsfelt	5,40		5	15	< 2	5,75	38,5	13	310	3,5					
Bekk 1 til Brenntjern	6,07		5	10	< 2										
Bekk 2 til "	6,35		5	10	< 2										
Larsmyrdalen	5,39		6	15	< 2										
Bekk fra Brenntjern	6,33		3	15	< 2						5,88	21,7	5,5	5	2,0
Myrputt innerst i Larsdalen	4,73		< 2	10	< 2										
Felt C Storevatn	5,01		< 2	10	< 2										
Felt D	5,75		< 2	10	< 2										
Felt E Falla	4,83		13	20	1										
Bekk fra felt F	5,26		< 2	10	< 1	5,18	20,9	13	10	2,0	4,95	24,8	12,0	20	1,5
Bekk til felt F	4,53		3	15	< 1						4,60	23,8	6,5	20	1,5
Snitt	5,42		4,4	12,73	1,73										
Bekk fra Jakobsfelt						4,80	19,8	3,0	10	1,5	5,50	19,7	5,5	20	1,0
Bekk til Jakobsfelt						3,97	47,8	5,5	30	4,5	4,65	26,8	4,5	30	1,5
Sig fra bivuakkplass						6,64	44,8	3,5	10	1,5	4,67	20,2	2,0	10	1,0
Bekk til felt A						6,67	32,3	5,0	10	2,0	5,62	22,7	1,5	10	0,5
Bekk fra felt A						6,67	32,3	5,0	10	2,0	6,27	24,3	2,0	5	2,5
Bekk fra Larsmyra						6,81	31,7	4,0	5	1,0	5,50	19,2	4,5	10	3,0
Bekk fra felt C						5,97	25,3	4,0	10	2,5	5,21	19,2	5,0	20	2,0
Bekk til felt D						5,58	24,5	1,5	10	1,0	5,66	22,2	2,5	20	0,5
Bekk fra felt D						6,03	24,7	6,5	5	2,5	5,27	22,2	2,5	10	1,0
Snitt						5,74	31,1	5,9	41	2,2	5,27	22,2	5,0	14,6	1,4
Flesvig grube											5,57	51,1	13,5	20	0,5
Dominicigruben											6,15	65,7	43	40	1,0
BØMOEN SKYTEFELT	1.7.1974					25.9.1974									
Nederst i grøfte-system som drenerer skytefeltene	6,97	40,1	4,5	10	2,0	6,59	39,5	2,5	5	1,8					
Myr like nedenfor skivene						5,44	24,5	9,0	10	16,2					
Nedenfor Hjortebane, flat myr						6,29	36,0	5,0	< 5	1,8					
Neders ved Standplassen						6,99	39,0	4,5	< 5	0,8					
Snitt						6,33	34,8	5,3	6,3	5,2					
HEISTADMOEN SKYTEFELT						26.6.1974					4.10.1974				
Felt C 1						6,71	75,6	4,0	10	1,5	5,55	24,4	11,5	25	8,5
Felt C 2						7,20	61,8	23	10	65	6,18	31,3	14	30	9,5
Utløp myr felt D 1 og D 2						7,57	64,7	6,5	5	4,5					
Felt A						6,65	73,0	30	25	6,5	6,64	43,6	32	75	2
Bekk fra Skalpetjern						4,91	17,0	9	5	3,0	4,41	24,9	6,0	20	1,5
Hengselva før Samtjern						5,81	16,0	2,0	5	1,0	5,54	15,8	3,5	20	0,5
Hengselva v/bru						5,88	16,0	2,0	5	1,0	5,46	16,3	3,0	10	0,5
Bekk fra Skalpetjern ved endepunkt vei						4,89	18,5	8,0	5	4,5	4,36	26,8	8,5	20	1,0
Snitt						6,20	42,8	10,6	8,8	10,9	5,79	27,7	11,7	30,6	3,2
D3											6,22	44,0	7,0	20	0,5
Morttjern											7,74	22,5	8,0	25	1,5
Grube Heistadmoen											2,70	1939,9	13000	21000	4,0
												13500	21500	4,0	
TERNINGMOEN SKYTEFELT						15.7.1974					1.10.1974				
Bjønnbekken v/Dragonmyra						6,50	28,5	1,5	5	1,0	6,54	25,0	4,0	10	1,5
Bjønnbekken v/Hansbekken						6,48	25,0	2,0	5	1,0					
Hansbekken v/sammenløp med Bjønnbekken						6,37	26,5	6,5	10	5,0	6,13	22,0	3,5	5	1,0
Hansbekken v/Terninga						6,53	26,0	4,0	5	5,0					
Terninga v/Hansbakkens utløp						6,48	38,0	1,5	5	1,0	5,90	32,5	4,5	20	1,5
Tyttbærbecken						6,37	19,0	0,5	< 5	< 0,5					
Drenasje fra Vestfeltet						6,16	19,0	5,0	5	6,5	5,82	21,0	6,5	20	0,9
Terninga v/utløp						6,45	35,0	1,0	< 5	1,0	5,85	32,0	2,0	20	1,0
Terninga v/utløp						6,35	30,5	2,0	5	1,0					
Snitt						6,41	27,5	3,0	6,3	2,8	6,05	26,5	4,1	15	2,8

4.4 ANALYSERESULTATER AV VANNPRØVER FRA MILITÆRE SKYTEFELT

	4.7.1974					28.10.1974				
	pH	Spes. el. ledn. evne uS/cm	Kobber ug Cu/l	Sink ug Zn/l	Bly ug Pb/l	pH	Spes. el. ledn. ev. uS/cm	Kobber ug Cu/l	Sink ug Zn/l	Bly ug Pb/l
SETERMOEN SKYTEFELT										
Felt A 1	6,37	40,5	32	50	18	7,20	48,5	14,5	25	16
A 7	7,04	81	2,5	< 5	2,5	7,16	28,2	4,5	5	1,5
C (Tjønn)	7,20	17,9	3,0	5	1,0	6,15	32,9	8,5	20	4,5
C tatt i krater	6,09	17,2	18	25	3,5					
Elv i felt C	7,46	49,5	1,0	< 5	< 0,5					
Gammel PVRK-bane	6,34	119	8,5	15	1,5	6,67	143,8	18,0	5	0,5
Bekk v/Lappsteinen	7,58	63,5	0,5	< 5	< 0,5					
Drenasje fra Reingjerdshaugane i elv	7,63	48,5	0,5	< 5	< 0,5					
Snitt	6,96	54,6	8,3	14,4	3,5					
Utenfor nedslagsområdet Felt A 1						5,78	35,9	3,0	5	1,5
Sørhelling fra tjern						6,55	25,2	3,5	5	0,5
Felt D ₂ Regngjerdshaugene, liten bekk						7,20	81,5	2,5	5	< 0,5
Felt D ₂ Stor bekk som drenerer Regngjerdshaugene						7,80	125,8	< 0,5	< 5	0,5
Snitt						6,81	65,2	6,9	9,8	3,2
VANNFORSYNING HOS GÅRDBRUKERE I FEIRING (FJØS)										
Reidar Stefferud						6,85	50,8	65	240	2,0
Ole Kristian Stefferud						6,70	53	80	470	3,0
Lars Rømmerud						6,46	71	8,5	6000	1,0
Kåre Røise						7,34	65	10	1100	4,0
Olaf Stefferud						6,88	109	26	8200	10
Tore Stenberg						7,17	86,2	17	90	1,5
Dag Disserud						7,02	93,8	11	2600	4,0
" "						7,12	89	11,5	2600	3,5
" "						7,10	89	8	2800	5,0
Aksel Bjørnstad						7,18	59	4,5	35	< 1,0
Eivind Flesvig						8,09	44	5,5	710	1,0
" "						7,96	37,2	31	80	2,0
" "						7,41	54,8	11	480	1,5
Morten Bekken						7,16	154	18	550	3,5
" "						7,16	138	5,5	1100	2,5
" "						7,15	139	24,5	600	2,0
Paul Sundstad						7,73	137	9,5	320	2,0
Jens Langard						7,51	171	9,5	470	1,0
Johan Lundbodall						7,94	210	15	1100	1,0
Jørgen Nilsen						7,18	154	55	380	1,0
Helge Sandvigen						7,13	153	11	820	1,0
Fridtjof Langard						6,66	67	50	70	2,0
Arvid Langard						6,84	121	16	< 5	< 1,0
Enok Stefferud						6,84	72,9	2,5	6300	1,5
Snitt						7,19	100,8	21,1	1546,7	2,4
MIDDELVERDIER AV ANALYSENE				Antall prøver	Tidspunkt					
STEINSJØEN				11	6.6.73	5,42		4,4	12,7	1,7
"				10	25.6.74	5,74	31,1	5,9	41,0	2,2
"				13	4.10.74	5,27	22,2	5,1	14,6	1,4
BØMOEN				1	1.7.74	6,97	40,1	4,5	10	2,0
"				4	25.9.74	6,33	34,8	5,3	6,3	5,6
HEISTADMOEN				8	26.6.74	6,20	42,8	10,6	8,8	10,9
"				9	4.10.74	5,79	27,7	11,7	30,6	3,2
TERNINGMOEN				9	15.7.74	6,41	27,5	3,0	6,3	2,8
"				5	1.10.74	6,05	26,5	4,1	15,0	2,8
SETERMOEN				8	5.7.74	6,96	54,6	8,3	14,4	3,5
"				8	28.10.74	6,81	65,2	6,9	9,4	3,2
FJØS I FEIRING				24	17.3.75	7,19	100,8	21,1	1546,7	2,4

5. HOVEDKONKLUSJON

I de undersøkte skytefelt har vi funnet forhøyet innhold i sterkt varierende grad av de toksiske tungmetallene kobber og bly i så vel jord som vegetasjon, når prøvene er tatt direkte i nedslagsområdet for prosjektiler. Dette gjelder i første rekke når prosjektilene kommer fra håndvåpen, og særlig når skytingen foregår mot rigide mål (fjellvegg, selvanvisere), slik at prosjektilene knuses. Områdene inntil selve nedslagsfeltene kan være forurenset i mindre grad når det er vannsig fra selve nedslagsfeltet, men i noen hundre meter fra nedslagsfeltet finner vi ingen påvirkning.

Vannprøver tatt i selve nedslagsområdet viser også forhøyede kobber- og blyverdier, mens vannsig og dreneringer i noen hundre meters avstand fra nedslagsfeltet er upåvirket. Dette var hva vi ventet å finne, når vi tar i betraktning jordas filtrerings- og chelateringsseffekt.

Skytevirksomheten i et skytefelt kan føre til lokale forurensninger i selve nedslagsområdene. Denne forurensning kan være så stor at disse områdene (altså nedslagene) bør gjerdes inn av hensyn til beitende dyr, både ville og husdyr. Vi har overhode ikke funnet holdepunkter for at dren (sig) fra disse områdene kan føre til generell forurensning av større områder.

Forsvaret bør være oppmerksom på at den kontaminering som har funnet sted i selve nedslagsområdet vil være av bortimot permanent karakter, slik at om et skytefelt oppgis som sådant, vil den samme forgiftningsfare for beitende dyr være tilstede. Dette bør tas med i vurderingen når man overveier å oppgi et skytefelt for å etablere et nytt.

Ved inngjerding av eksisterende nedslagsområder, bør Forsvaret søke råd hos dem som har foretatt denne undersøkelsen, for på denne måten å få i stand en adekvat inngjerding. Ved eventuelle anlegg av nye skytefelt vil også en slik bistand kunne være nyttig, når man har valg mellom flere alternative felt, eller har valg mellom alternative målområder innenfor ett og samme felt.