

Vannforurensning fra skytefelt

Overvåking av tungmetaller
og klorerte hydrokarboner fra
Terningmoen skytefelt i 1992



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Underrr.:
O-92077	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
2882	

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen	Akvaplan-NIVA AS
Postboks 89, Korsvoll	Televeien 1	Rute 866	Thormøhlensgt 55	Søndre Tollbugate 3
0808 Oslo 8	4890 Grimstad	2312 Ottestad	5008 Bergen	9000 Tromsø
Telefon (47 2) 18 51 00	Telefon (47 41) 43 033	Telefon (47 65) 76 752	Telefon (47 5) 32 56 40	Telefon (47 83) 85 280
Telefax (47 2) 18 52 00	Telefax (47 41) 44 513	Telefax (47 65) 76 653	Telefax (47 5) 32 88 33	Telefax (47 83) 80 509

Rapportens tittel: Vannforurensning fra skytefelt. Overvåkning av tungmetaller og klorerte hydrokarboner fra Terningmoen skytefelt i 1992, inklusive to eldre søppelplasser.	Dato: mars 93	Trykket: NIVA 1993
Forfatter(e): Sigurd Rognerud (NIVA) Gøsta Kjellberg (NIVA) Kristian Ingebrigtsen (Statens Veterinære Lab.tjeneste)	Faggruppe: kjemi	Geografisk område: Hedmark fylke
	Antall sider: 9	Opplag:

Oppdragsgiver: Forsvarets Bygningstjeneste, avd. Hamar.	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	---

Ekstrakt: Forurensningen av tungmetaller og klororganiske forbindelser i avrenningen fra to gamle fyllplasser på Terningmoen ble undersøkt sommeren og høsten 1992 ved hjelp av vannmosen, *Fontinalis dalecarlica*, som bioindikator. Verdiene for alle de analyserte klororganiske forbindelsene var meget lave, og på nivå med de en finner i referanseområder. Det kan derfor konkluderes med at de gamle fyllplassene på Terningmoen ikke forurenser vassdraget (Terninga) nedstøms med klororganiske forbindelser. Det ble heller ikke registrert forurensinger fra fyllplassene av betydning for tungmetallene; kadmium, kobber, nikkel, bly, sink, kvikksølv og antimon. Bjørntjernsbekken avvanner de mest benyttede deler av skytefeltet. Denne bekken var anrikt på enkelte metaller og høyere verdier for bl.a. bly, antimon, nikkel og jern ble målt på stasjonen i Terninga straks etter samløpet. Verdiene var imidlertid ikke så høye at de kan forventes å gi gifteffekter på dyre- og plantelivet i Terninga. Det ble ikke observert unormale konsentrasjoner av bly og kobber i lever og nyrer fra sau og rådyr som beitet i skytefeltet sommeren 1992. Dette indikerer at de ikke har vært utsatt for noen ekstra belastning av betydning fra disse elementene.

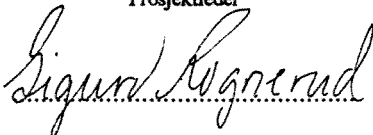
4 emneord, norske

1. Terningmoen ved Elverum
2. Avrenning fra søppelplasser
3. Tungmetaller og klororganiske forbindelser
4. Bly og kobber i dyr som beitet i skytefeltet.

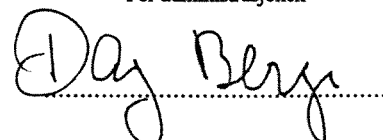
4 emneord, engelske

1. Terningmoen
2. Runoff from areas containing waste material.
3. Heavy metals and chlororganics
4. Lead and copper in animals grazing in the shooting range.

Prosjektleder



For administrasjonen



ISBN 82-577-2140-9

Norsk institutt for vannforskning
Østlandsavdelingen

O-92077

Vannforurensning fra skytefelt

Overvåkning av tungmetaller og klorerte hydrokarboner fra Terningmoen skytefelt i
1992, inklusive to eldre søppelplasser.

Prosjektleder: Sigurd Rognerud

Medarbeidere: Einar Magne Brevik

Gøsta Kjellberg

Kristian Ingebriktsen

Forord

Denne rapporten er en tilleggsrapport til prosjektet "Overvåkning av tungmetallavrenning fra skytefelt" som NIVA utfører for Forsvaret (rapporteres våren 1993). Rapporten presenterer resultatene fra en undersøkelse av eventuelle forurensninger fra to eldre søppelplasser (FBT nr. 0427005 og 0427006) som ligger nær elva Terninga på Terningmoen. Undersøkelsen omfatter målinger av jern, bly, kobber, sink, nikkel, antimon, kadmium og kvikksølv samt klorerte organiske forbindelser. Området som fyllplassene ligger i har avrenning til Terninga, som videre renner ut i Glåma like syd for Elverum.

Registreringene er i samsvar med den avtalen som ble gjort med ENCO (Ellefsen), FBT avd. Hamar (Brønstad) og FD 15/IR 5 (Wetteren) i møte den 3 april 1992. Prosjektet ble kontraktsfestet den 14 juli 1992 og FBT avd. Hamar har stått som oppdragsgiver. O.ing. Bjørn Brønstad har vært kontaktperson i FBT.

Feltarbeidet er utført av NIVA's Østlandsavdeling med assistanse av Frode Martinsen fra Østoppland Infanteriregiment nr.5. Tungmetallanalysene er utført ved Institutt for Energiteknikk (IFE) og de klorerte organiske analysene ved NIVA's laboratorium i Oslo. Analysene av kobber og bly i lever og nyrer fra dyr som beitet i Terningmoen skytefelt i 1992 ble utført ved Statens Veterinære Laboratorium i Oslo. Rapporten er utarbeidet ved NIVA's Østlandsavdeling.

Ottestad mars 1993.

INNHALDSFORTEGNELSE

Sammendrag	1
Innledning	2
Metoder	3
Resultater og diskusjon.....	4
Litteratur	9

Sammendrag.

Forurensningen av tungmetaller og klororganiske forbindelser i avrenningen fra to gamle fyllplasser på Terningmoen ble undersøkt ved hjelp av vannmosen, *Fontinalis dalecarlica*, som bioindikator sommeren og høsten 1992. Verdiene for alle de analyserte klororganiske forbindelsene var meget lave, og på nivå med de en finner i referanseområder. Det kan derfor konkluderes med at de gamle fyllplassene på Terningmoen ikke forurensrer vassdraget (Terninga) nedstøms med klororganiske forbindelser. Det ble heller ikke registrert forurensinger fra fyllplassene av betydning for tungmetallene; kadmium, kobber, nikkel, bly, sink, kvikksølv og antimon. Bjørntjernsbekken som avvanner den mest benyttede delen av skytefeltet var anriket på enkelte metaller som ga noe høgere verdier for bl.a. bly, antimon, nikkel og jern på stasjonen i Terninga straks etter samløpet. Verdiene var imidlertid ikke så høye at de kan forventes å gi noen gifteffekter på dyre- og plantelivet i Terninga. Det ble ikke observert unormale forhøyede konsentrasjoner av bly og kobber i lever og nyrer fra sau og rådyr som beitet i skytefeltet sommeren 1992. Dette indikerer at de ikke har vært utsatt for noen ekstra belastning av disse elementene av betydning.

Innledning

I 1990-91 gjennomførte FBT/S en landsomfattende kartlegging av spesialavfall i deponier og forurenset grunn på Forsvarets områder. FBT/S har engasert ENCO og Vidar Ellefsen som prosjektleder for å ivareta rapporteringen til Statens Forurensningstilsyn (SFT). I den ovennevnte kartlegging ble det registrert 3 avfallsdeponier og 2 områder med forurenset grunn i Terningmoen skytefelt. Seinere har det også blitt registrert en eldre fyllplass fra krigen med krigsetterlatenskaper. Ved to av fyllplassene (FBT nr. 0427005 og 0427006) ble det anbefalt å sette i gang undersøkelser for å avklare om eventuelt deponert spesialavfall medfører forurensning av Terninga og eventuelle konflikter som følge av dette. Det er ikke drikkevannsinteresser knyttet til Terninga, og grunnvannet i området utnyttes heller ikke til drikkevann.

Fyllplass-0427005 har vært benyttet til alle typer av søppel fra avdelingene i tidsrommet 1962-1978, og er i dag overfylt av jordmasser. Området ligger ca. 25 m fra Terninga på vestsiden av elva. Det er antagelig ikke deponert olje i fyllingen og mengdene av deponert maling, lim, lakkrester og bilbatterier er sannsynligvis også beskjedne. Spesialavfallet ble samlet inn sammen med annet avfall og transportert til den kommunale fyllplassen på Hornmoen (registreringsjema av den 22/11-91 utarbeidet av vollmester kapt. Wettern). Det er ikke registrert skade på vegetasjonen i området og fyllingen er ikke i konflikt med dagens arealbruk.

Fyllplass-0427006 inneholder krigsetterlateskaper og er idag overdekket av jordmasser. Fyllingen ble benyttet av de tyske okkupasjonsstyrkene i årene 1940-45. Det er ukjent hva som er deponert og i hvilke mengder. Fyllingen ligger helt ned mot Terninga og noen skrot fra denne tidsepoken ligger fortsatt i selve elveleiet.

Målsetningen med undersøkelsen var å registrere eventuelle forurensninger av tungmetaller og klorerte organiske forbindelser i Terninga som kunne tilbakeføres til sig fra søppleplassene. Til denne registreringen var det nødvendig å benytte en bioindikator (*Fontinalis dalecarlica*) som vil gi informasjon om konsentrasjonene av de aktuelle stoffene over en lengre tidsperiode. Dersom det ble registrert forurensninger av betydning i avrenningen fra plassene var det aktuelt å undersøke innholdet i søppelplassene nærmere ved hjelp av miljøtekniske grunnundersøkelser og utvidet overvåking i Terninga.

Parallelt med undersøkelsen vedrørende søppleplassene har også metallavrenningen fra skytefeltet vært overvåket i 1992. Disse resultatene rapporteres til Forsvaret, sammen med resultatene fra andre skytefeltet, i en annen rapport som ferdigstilles 1 juni 1993. Dette for de en primært ønsker å se resultatene fra Terningmoen i sammenheng med resultatene fra de andre skytefeltene som er spredt over hele landet. Metallnivået i lever og nyrer fra dyr som beitet i et skytefelt er kun studert på Terningmoen. Disse resultatene rapporteres derfor her.

Metoder

Det ble opprettet 5 stasjoner i Terninga inklusive en referansestasjon oppstrøms fyllplassene (fig. 1). Stasjonene T 1a og T 1b ble lagt straks nedstrøms fyllplassene, mens T 2a ble lagt straks etter samløp med Bjørntjernsbekken og T 2 før utløpet i Glåma. Det ble utført akkumulasjonsforsøk med elvemosen, *Fontinalis dalecarlica*, i tidsperiodene 15 juni til 12 juli og 23 august til 30 september i 1992. Materialet ble tatt fra en stedegen bestand i Terninga oppstrøms riksveg 25. Toppskuddene ble klippet, tørket og analysert med hensyn på jern, kobber, bly, sink, nikkel, antimon, kadmium, kvikksølv og klorerte organiske forbindelser som PCB, HCH, HCB og DDT. Metallene ble analysert ved bruk av atomabsorpsjons-spektrofotometer etter oppløsning i salpetersyre under trykk. Kvikksølv og antimon ble analysert ved hjelp av nøytron aktivering. Detaljerte opplysninger om bruken av vannmosen som bioindikator for tungmetaller er gitt i rapporten "Tungmetallforurensning fra skytefelt" delprosjekt 3 som ble oversendt Forsvaret i mars 1992 (Rognerud & Boye 1992).

Vannmosene er også godt egnet som bioindikator for innholdet av klororganiske forbindelser (Mouvet et al. 1986). Analysene av disse forbindelsene foregikk på følgende måte: Moseprøvene ble frysetørket og tilsatt PCB-53 standard. Prøvene ble ekstrahert to ganger med en blanding av cycloheksan og aceton ved bruk av ultralyd-desintegrator, og etter retningslinjer gitt av EPA for sedimentekstraksjon (Harvey & Loomis 1932, Brevik 1978, Brilis & Marsden 1990.). Prøvene ble sentrifugert og samlet sentrifugat indampet til tørrhet og veid. Sentrifugatet ble løst i diklormetan og opprenset ved bruk av gelpermeasjonskromatografi etterfulgt av svovelsyrebehandling. Før kvantitativ analyse ble ekstraktet indampet til ønsket volum i små glødede prøveglass. Identifisering og kvantifisering ble utført på en gasskromatograf (GC) med 60 m kapillærkolonne og elektroinnfangnings-detektor (ECD). Kvantifisering ble utført via egne dataprogram ved bruk av 8-punkts standardkurver, og konsentrasjonsnivået til alle parametre som skulle kvantifiseres, justert til å ligge innenfor standardkurvens lineære område. Analyseresultatene ble kvalitetsikret ved blant annet å analysere kjente standarder for hver 10-ende prøve på gasskromatografen, samt ved jevnlig kontroll av hele opparbeidings- og analyseprosessen ved bruk av internasjonalt sertifisert referansematerialer, regelmessig blindprøvetesting og hyppig kalibrering av instrumentene ved bruk av 8-punkts standardkurver.

Resultater og diskusjon

Resultatene for tungmetallanalysene i de to tidsperiodene er gitt i tab.1. Generelt sett var vannføringen svært lav i den først perioden, mens den siste perioden hadde vannføringer noe over normalen. Det er derfor rimelig å anta at undersøkelsen ga en god indikasjon på de variasjonsbredder i konsentrasjoner som kan forventes i den delen av elva som inkluderer bidraget fra skytefeltet og søppleplasser på Terningmoen.

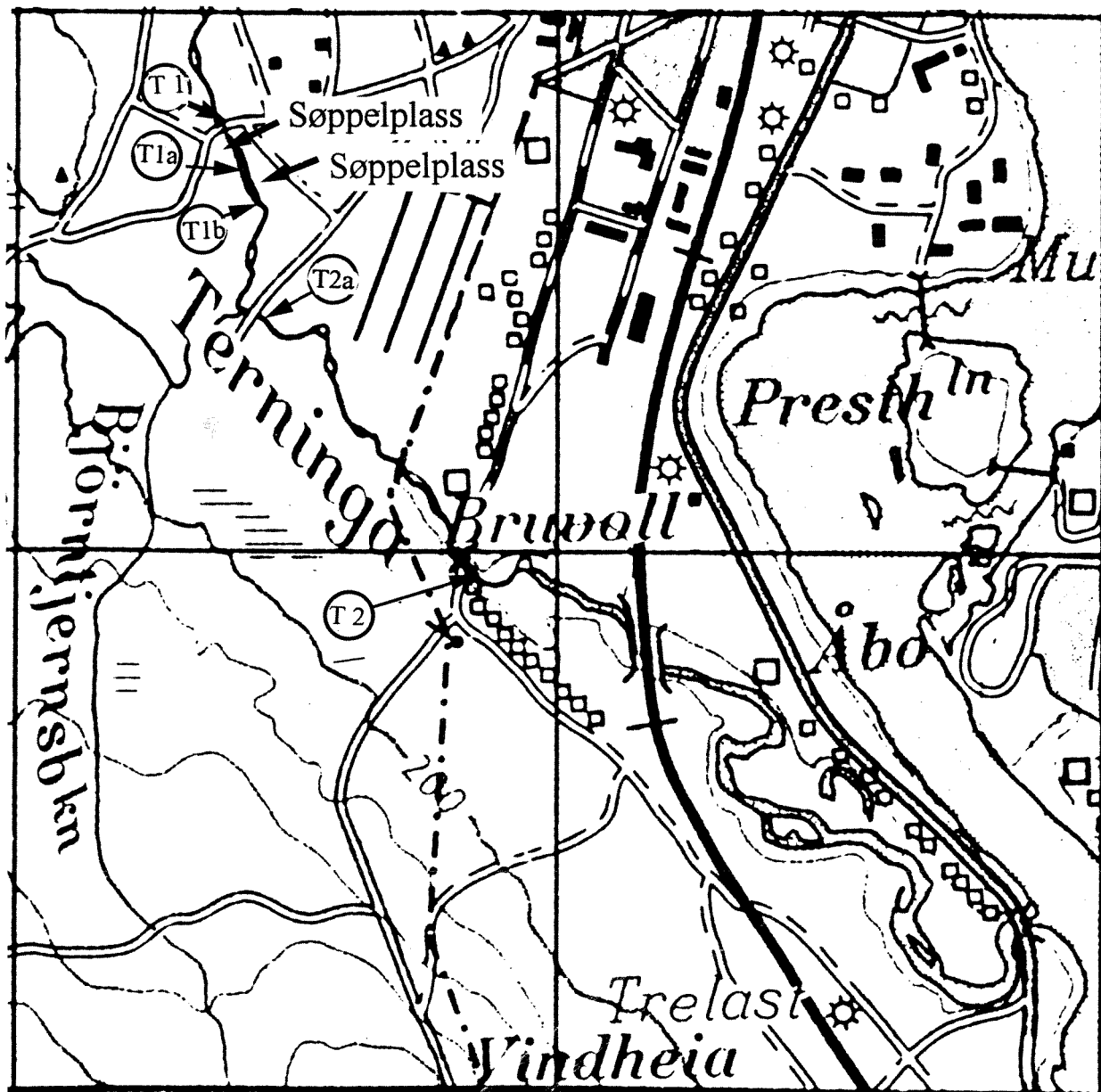


Fig.1. Lokalisering av stasjonene for prøvetakning og beliggenheten av avfallsplassene på Terningmoen.

Tab.1. Tungmetallanalyser i vannmoser for periodene 15.6 - 12.7 og 23.8 - 30.9 i Terninga sommeren 1992. Stasjonsplasseringene er vist i fig.1. Alle konsentrasjoner er gitt som mg/kg tørrvekt, untatt Fe som er angitt i %.

Stasjon	dato	Cd	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn	Hg	Sb
T 1a	12.7.92	2,0	13	1,7	8,2	20,1	221	0,064	0,23
T 1b	12.7.92	2,3	15	1,7	21,8	18,2	259	0,068	0,30
T 2a	12.7.92	2,4	19	2,8	15,4	24,2	238	-	0,58
T 2	12.7.92	2,7	19	2,2	24,7	23,7	296	-	0,37
T1(ref)	12.7.92	2,9	13	1,9	16,2	21,8	269	0,065	0,23
T 1a	30.9.92	0,7	15	0,7	6,9	2,4	53	-	0,09
T 1b	30.9.92	1,0	22	1,1	10,6	9,3	85	-	0,11
T 2a	30.9.92	2,6	13	3,8	15,0	39,1	309	-	0,35
T 2	30.9.92	0,7	22	0,8	6,9	10,1	66	-	0,93
T1(ref)	30.9.92	0,5	19	0,6	6,9	7,7	53	-	0,07

Kadmiumverdiene var noe høyere i perioden med lav vannføring, men dette har naturlige årsaker da referanseprøven hadde de høyeste verdiene. I den siste perioden var verdiene generelt lavere som følge av en høyere vannføring og økt fortykning. Konsentrasjonen etter samløp med Bjørnbekken (T 2a) var likevel høyere enn de andre og dette kan indikere et lite bidrag fra området med de mest benyttede skytebanene. Konsentrasjonen var imidlertid ikke høyere enn det som ble observert i naturlig avrenning ved lavvannføring.

Kobberkonsentrasjonene var lave og godt innenfor grensene for de referanseverdier som observeres i Østlandsområdet (Rognerud & Boye 1992). Det var heller ingen vesentlig forskjell på verdiene enten det var høy eller lav vannføring.

Jernverdiene var også lave, men en viss påvirkning av økt jernavrenning fra de mest benyttede skytebanene (T 2a) ble registrert. Dette er også tidligere registrert i Bjørntjernsbekken (Kjellberg & Boye 1992). Betydningen for jernkonsentrasjonen i Terninga var imidlertid meget beskjeden.

Nikkelverdiene var noe høyere enn de en oftest registrerer som referanseverdier på Østlandet. Dette gjalt imidlertid også referanseverdiene i Terninga. Det var noe høyere konsentrasjoner på stasjonene straks nedstrøms Bjørntjernsbekken og fyllplassen fra krigens dager (T 1b) som kan indikere utsig av nikkel. Økningene var imidlertid beskjedne og har ikke noen avgjørende betydning for organismene i Terninga.

Blyverdiene var klart forhøyet i lavvannsperioden, men dette gjalt også referansestasjonen. Disse

verdiene var høgere enn de en oftest observerer i referansevassdrag på Østlandet. Det ble ikke registrert blyutsig fra fyllplassene, men stasjonen (T 2a) straks nedstrøms de mest benyttede skytebanene hadde forhøyede verdier i begge tidsperiodene. Dette skyldes korrosjon av blyholdige prosjektiler noe som også er registrert i tidligere undersøkelser (Kjellberg & Boye 1992).

Det ble ikke registrert bidrag av kvikksølv eller antimon fra fyllplassene, men fra skytefeltet ble en liten økning registrert for antimon. Dette skyldes at prosjektilene inneholder endel av dette elementet og korrosjon kan gi økte konsentrasjoner i avrenningen. (Rognerud & Boye 1992).

Resultatene for de klororganiske forbindelsene er vist i tab 2 og 3. Verdiene var meget lave for alle de analyserte forbindelsene og faktisk betydelig lavere enn franske referanseverdier (Mouvet et al. 1986). PCB verdiene er i god overenstemmelse med referanseverdier i påvekstalger (periphyton) som er rapportert fra finske vassdrag (Heinonen et al. 1986). Det kan derfor konkluderes med at det ikke skjer utsig av klororganiske forurensinger fra verken skytefelt eller gamle fyllplasser på Terningmoen.

Tab.2. Konsentrasjonen av klororganiske forbindelser i vannmose fra Terninga eksponert i perioden 15.6 - 12.7-92. Stasjonsplassering er gitt i fig.1. Konsentrasjoner er gitt som $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt.

Parameter/prøve	T ref	T 1	T 1B, T 2A,	
5-CB	0.4	0.8	0.4	<0.2
a-HCH	0.3	<0.2	<0.2	<0.2
HCB	0.4	0.8	0.7	0.3
g-HCH	0.4	0.3	0.3	<0.2
PCB 28	0.7	0.5	0.4	0.2
PCB 52	0.2	0.2	<0.2	Mask.
OCS	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
PCB 101	<0.2	0.2	<0.2	<0.2
p,p-DDE	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
PCB 118	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
p,p-DDD	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
PCB 153	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
PCB 105	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
PCB 138	<0.2	0.2	0.5	0.6
PCB 156	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
PCB 180	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
PCB 209	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
SUM PCB	0.9	1.1	0.9	0.8
SUM SEVEN DUTCH PCB	0.9	1.1	0.9	0.8

Tab.3. Konsentrasjonen av klororganiske forbindelser i vannmose fra Terninga eksponert i perioden 23.8 - 30.9-92. Stasjonsplassering er gitt i fig. 1. Konsentrasjonene er gitt som µg/kg tørrvekt.

Parameter/prøve	T 1A	T 1B	T 2A	T 2	T ref	T 1,
5-CB	<0.2	0.3	0.3	<0.2	0.2	<0.2
a-HCH	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
HCB	<0.2	0.4	0.4	<0.2	0.4	0.3
g-HCH	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
PCB 28	0.4	0.2	0.3	<0.2	0.7	<0.2
PCB 52	Mask.	<0.2	Mask	Mask.	0.5	0.3
OCS	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
PCB 101	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
p,p-DDE	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
PCB 118	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
p,p-DDD	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
PCB 153	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
PCB 105	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
PCB 138	<0.2	<0.2	0.4	0.3	<0.2	<0.2
PCB 156	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
PCB 180	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
PCB 209	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
SUM PCB	0.4	0.2	0.7	0.3	1.2	0.3
SUM SEVEN DUTCH PCB	0.4	0.2	0.7	0.3	1.2	0.3

Konsentrasjoner av bly og kobber i lever og nyrer fra sau og rådyr som har beitet i skytefeltet i 1992 ble undersøkt.

Det ble samlet prøver av 5 voksne sau og 5 lam fra en besetning som sommeren 1992 beitet i og ved skytebaneområdene på Terningmoen. Pistolhaugen, Midttangen og Fuglemyra var de områdene som var mest benyttet av sauene. I tillegg ble det tatt prøver av 5 rådyr som hadde sitt naturlige tilhold i skytefeltet, og som ble oftest observert i området Pistolhaugen Midttangen. Da referansemateriale for bly i rådyr er mangelfullt ble det også samlet inn et referansemateriale på 10 rådyr fra området Elverum/Våler øst for Glåma. Prøver av en hare som hadde tilhold ved Pistolhaugen ble også analysert. Resultatene er gitt i tabell 4 og kommentarene til disse er gitt av Kristian Ingebrigtsen ved Statens Veterinære Laboratorium i Oslo. I korthet går hans vurderinger ut på følgende:

Konsentrasjonene av bly og kobber i lever og nyrer av sau lå innenfor de normale variasjonsgrenser en finner i småfe. Kobberverdiene for lever og nyrer fra rådyr lå innenfor normale variasjonsgrenser både for dyrene fra skytefeltet og fra referanseområdet. Norsk referansemateriale for bly i rådyr er mangelfullt. En sammenligning med materiale fra andre ville drøvtyggerarter viser imidlertid at blynivåene ikke skilte seg vesentlig ut fra dette. Nivåene i den analyserte haren var også innenfor normale variasjonsgrenser.

Nivåene for kobber og bly var høyere i rådyr enn i sau. Dette stemmer overens med tidligere observasjoner, som viser at ville drøvtyggere normalt har høyere nivåer av tungmetaller enn husdyr. Vi

kan derfor konkludere med at de dyr som prøvematerialet stammer fra ikke har vært utsatt for noen ekstra bly eller kobber belastning av betydning. Tidligere undersøkelser NIVA har utført i Forsvarets skytefelt har vist at vegetasjonen på kulefangervoller og feltskytebaner er anrikt på kobber og bly. Arealmessig utgjør imidlertid vegetasjonen i disse områdene en svært liten del av beitbar vegetasjon i skytefeltene slik at faren for tungmetallforgiftning av beitende dyr ble ansett som liten. Resultatene fra Terningmoen støtter denne generelle vurderingen.

Tab.4. Analyser av lever og nyre fra sau og rådyr(+1 hare) som beitet i Terningmoen skytefelt i 1992 og rådyr fra Elverum/Våler traktene.

Art og lokalitet	Kobber (mg/kg våtvekt)		Bly (mg/kg våtvekt)	
	Lever	Nyrer	Lever	Nyrer
Sau (Terningmoen.)	170	4	0,05	0,08
"	67	3,7	0,07	0,05
"	170	4,2	0,07	0,08
"	270	4,9	0,08	0,07
"	110	3,3	0,05	0,12
Lam (Terningmoen)	30	3,7	0,12	0,12
"	31	3,5	0,06	0,06
"	69	2,7	0,04	0,13
"	41	3,3	0,11	0,13
"	14	3,4	0,04	0,04
Råbukk (Terning.)	74	12	0,13	0,15
"	96	14	0,21	0,24
"	82	18	0,79	0,90
Rågeit (Terningmoen)	29	16	0,04	0,04
Killing (Terningmoen)	130	21	0,11	0,15
Hare (Terningmoen)	4,1	3,7	0,53	1,39
Råbukk (Elve./Våler)	42	10	0,06	0,09
"	56	-	0,04	-
"	30	-	0,10	-
"	16	14	0,08	0,11
Rågeit (Elverum/Våler)	58	15	0,09	0,12
"	44	8,7	0,07	0,11
"	27	12	0,11	0,16
Killing (Elverum/Våler)	17	11	0,06	0,06
Rådyr (Elverum/Våler)	55	11	0,02	0,03

Litteratur

Brevik, E.M. 1978. Bull. Environ. Cont. Toxicol 19, s.281-286.

Brilis, G:M & Marsden, J. 1990. Chemosphere 21, s. 91-98.

Harvey, A. & Loomis, A. 1932. J. Gen. Physiol 15, s. 147.

Heinonen, P., Paasivirta, J. & Herve, S. 1986. Periphyton and mussels in monitoring chlorohydrocarbons and chlorophenols in watercourses. Tox. Environ. Chem.11,191-201.

Mouvet, C., et al. 1986. Dosages de PCB's et de metaux lourds dans les mousses aquatiques de la Seine entre Melum et Port-Jerome. Rapport de contrat a l'Agence Financiere des Bassin Seine-Normandie, 51 Rue Salvadore-Allende, F-92007 Nanterre Cedex, France.

Kjellberg, G & Boye, B. 1992. Vannforurensing fra skytefelt. Delprosjekt 2. Forurensningsgrad av tungmetaller fra Terningmoen skytefelt vurdert ut fra ulike målemetoder. NIVA-rapport. L.nr.2700

Rognerud, S. & Boye, B. 1992. Vannforurensing fra skytefelt. Del 3. Forurensing av aktuelle tungmetaller fra 10 av Forsvarets skytefelder. NIVA-rapport. L.nr. 2699.

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
ISBN 82-577-2140-9