

RAPPORT LNR 3486-96

**Konsekvensutredning -  
Regionfelt Østlandet**

Tema vannforurensning



**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

<b>Tittel</b> Konsekvensutredning - Regionfelt Østlandet. Tema vannforurensning	<b>Løpenr. (for bestilling)</b> 3486-96	<b>Dato</b> februar 1996
	<b>Prosjektnr. Undernr.</b> O-94235	<b>Sider Pris</b> 30
<b>Forfatter(e)</b> Sigurd Rognerud	<b>Fagområde</b> konsekvens- utredning	<b>Distribusjon</b>
	<b>Geografisk område</b> Hedmark	<b>Trykket</b> NIVA

<b>Oppdragsgiver(e)</b> Forsvarets Bygningstjeneste, avd. Hamar	<b>Oppdragsreferanse</b>
--	--------------------------

<b>Sammendrag</b> Vi har vurdert omfanget og betydningen av forurensninger til vann som følge av de aktiviteter som skal utøves i et regionfelt. De naturgitte forhold gjør at Gravberget og Gråfjell i utgangspunktet er lite egnet, mens Holmsjøen kan sies å være egnet. Selv med avbøtende tiltak vil vi anse Gravberget som lite egnet, mens Gråfjell kan bli et egnet felt dersom det gjøres optimale tiltak. Holmsjøen kan bli et godt egnet felt med de rette avbøtende tiltak gjennomført. Det beste alternativet er derfor Holmsjøen, dernest Gråfjell og dårligst Gravberget. Alle feltene vil lekke metaller som følge av deponerte prosjektiler, men omfanget av forurensningen blir svært lite de nærmeste årene. Først etter mange års virksomhet kan omfanget av forurensningene bli noe større, men antagelig ikke av alvorlig karakter utenfor feltets grenser. Det er ingen spesielt verneverdige vannforekomster i noen av feltene.
--

<b>Fire norske emneord</b> 1. Militært skytefelt 2. Miljøkonsekvenser 3. Vannforurensning 4. Tungmetaller	<b>Fire engelske emneord</b> 1. Military shooting range 2. Environmental impact assessment 3. Water pollution 4. Heavy metals
---	---

*Sigurd Rognerud*

Prosjektleder

ISBN 82-577-3026-2

*Day Berg*

Forskningssjef

Konsekvensutredning

**Regionfelt Østlandet - Tema vannforurensning**

## Forord

Denne rapporten er en konsekvensutredning innen tema forurensning til vann ved etablering av Regionfelt Østlandet. Prosjektet ble kontraktfestet 31. oktober 1994 for de tre første alternativene. Siden tilkom Gravberget som et alternativ. Dette ble kontraktfestet 20. januar 1995. Forsvarets Byningsstjeneste, avdeling Hamar har stått som oppdragsgiver. Kontaktpersoner i FBT har vært oberstløytnant Jan E. Gransæter og i en tidligere fase overarkitekt Anne Gunn Kittelsrud.

Feltarbeidet ble gjennomført av personale ved NIVA's Østlandsavdeling i første halvdel av oktober i 1994 for alternativene Holmsjøen, Gråfjell og Osdalen. Alternativet Gravberget ble undersøkt i første halvdel av oktober 1995.

Alle analysene ble utført på NIVA's akkrediterte laboratorium i Oslo med unntak av metallanalysene i vann som ble utført på NILU's laboratorium på Kjeller. Pensjonert oberstløytnant Bjørn Boye takkes for å ha stilt fotografier til vår rådighet. Rapporten er utarbeidet ved NIVA's Østlandsavdeling

Ottestad, mars 1996

*Sigurd Rognerud*

---

## Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>7</b>
<b>2. Metoder.</b>	<b>9</b>
<b>3. Tilstand.</b>	<b>9</b>
3.1 Generell vannkvalitet	9
3.2 Tungmetaller.	10
3.3 Utvikling i vannkjemien uten utbygging av regionfelt	11
3.4 Verneverdi og bruksverdi	12
<b>4. Konsekvenser ved Regionfelt Østlandet.</b>	<b>12</b>
4.1 Forurensningskilder	12
4.2 Omfanget av forurensningene	16
4.3 Betydning for vannkvaliteten	22
4.4 Hva betyr endringene i vannkvaliteten ved etablering av regionfelt-Østlandet i lys av norsk miljøpolitikk.	23
<b>5. Avbøtende tiltak</b>	<b>23</b>
<b>6. Oppfølgende undersøkelser</b>	<b>26</b>
<b>7. Referanser til relevant litteratur</b>	<b>26</b>

---

## Sammendrag

På bakgrunn av de erfaringer NIVA har gjort etter flere års undersøkelser i noen av Forsvarets største skyte- og øvningsfelter er det i hovedsak følgende typer forurensninger til vann som er mest aktuelle:

- Fragmentering og korrosjon av deponerte prosjektiler som fører til at tungmetaller frigjøres.
- Bruk av dekningsrøyk og raketter som produserer syrer, organiske mikroforurensninger, næringssalter og noe metaller.
- Utslipp i forbindelse uhell/ulykker med olje/bensin/diesel-produkter.

I tillegg til disse må en også i et nytt regionfelt vurdere betydningen av forurensninger knyttet til nyetablerte veier/kjøretraseer og menneskelig aktivitet slik som utslipp av næringssalter og tarmbakterier.

Den største potensielle forurensningen er knyttet til deponeringen av metallholdige prosjektiler. Dette skjer hovedsakelig innenfor konsentrert målområde. Sentralt i vår evaluering av feltene blir derfor naturens egen evne til å binde metallene og mulighetene til å gjøre effektive avbøtende tiltak i konsentrert målområde for de tre utvalgte alternativene. Det blir imidlertid også lagt vekt på betydningen av nærhet til vassdrag ved de foreslåtte kjøretraseer i forbindelse med uhell og utslipp av oljeprodukter. Dekningsrøyk og bruk av raketter vil berøre større udefinerte områder i feltene.

Osdalen har utgått som alternativ i konsekvensutredningen. O- alternativet er utredet i en annen sammenheng. De gjenstående alternativene er derfor Gravberget, Holmsjøen og Gråfjell. Det er store metalldeponier som skal forvaltes. Allerede etter 10 års bruk kan de deponerte mengdene komme opp mot 70 tonn bly og 100 tonn kobber.

Vannkvaliteten i bekkene i Gråfjell var generelt god med pH-verdier nær nøytralpunktet, relativt høge kalsium konsentrasjoner og lav vannfarge. Alle disse forhold er gunstig med hensyn til å hindre korrosjon av prosjektiler og dempe giftvirkningen av utlekkede metaller. Bekkene i Holmsjøen har en middels god vannkvalitet med noe lavere kalsium verdier, lavere pH og mørkere vannfarge. Bekkene i Gravberget var gjennomgående sure. De hadde brunt humusrikt vann med liten evne til å motstå pH endringer ved en forurning. Dette viser at Gravberget har den laveste bindingsevnen for metaller av alle feltene og et miljø som er gunstig for korrosjon av prosjektiler.

Omfanget av metallforurensningene vil antagelig bli størst i Gravberget. Dette skyldes at konsentrert målområde består av myrer som lett utsettes for erosjon. De finstoffrike og tette morenemassene gjør at mye av avrenningen går i overflatelagene og renner av i bekkene. Vannkvaliteten er dårlig, med blant annet kalkfattig, surt humøst vann. Dette er forhold som øker korrosjonen av deponerte metaller. De delene av konsentrert målområde som forventes å motta de største deponeringene ligger nær Vesle Flisa, som i hovedsak blir mottagere av dette vannet. Elva renner igjennom de faste målområdene, en løsning som er ekstra uheldig da deponeringer kan skje direkte i elveleiet. I første rekke vil en kunne forvente lokale effekter i denne elva. På grunn av fortykning og bindingseffekter i elveleiet vil sannsynligvis ikke forurensningen bli noe stort problem lenger ned i vassdraget, men det er knyttet usikkerheter til denne vurderingen.

De faste målområdene i Holmsjøen ligger i åssidene opp mot Grasberget og Otteråsen. Myr og våtmarksandelen i disse er liten. Vannkvaliteten i denne regionen er også generelt noe bedre enn i

Gravberget. Det er derfor rimelig å anta at korrosjonshastigheten vil bli noe lavere og bindingskapasiteten i jordsmonnet noe større enn i Gravberget. Det er også liten myrandel i områdene som ligger bakenfor de faste målområdene, men innenfor konsentrert målområde, der en kan forvente de største deponeringene. Utløste metaller vil hovedsakelig transporteres til lille Ulvåa og videre ned i Søre Osa som munner ut i Rena og Løpsjøen. Vi forventer at eventuelle effekter vil begrense seg til dette avsnittet. Sedimentasjon i Løpsjøen og stor vannføring i Rena vil medvirke til at effekter av metallforurensningen neppe vil kunne registreres nedstrøms Løpsjøen. Indre deler av konsentrert målområde avvannes av Gransjøbekken som renner ut i Julussa og videre ned i Rena. Det er imidlertid forventet mindre belastning i denne delen av feltet og vi antar at det er liten sjanse for forurensningseffekter når vannet har nådd Julussa. Holmsjøen er derfor et bedre alternativ enn Gravberget

De faste målområdene i Gråfjell ligger i skråningene opp mot Raudfjellet og Jernskallen. Myrandelen i dette feltet er relativt stor og det avvannes av Deia og Vestre Æra som renner ut i henholdsvis Rena og Søre Osa. Det konsentrerte målområdet innover mot HFK-sletta har en meget stor myrandel og tilhører i hovedsak Deia's nedbørfelt. Vannkvaliteten er relativt god og bindingskapasiteten i løsmassene vurderes som relativt god. Likevel er de store og tildels dype myrene et klart minus for dette alternativet. Resipienten Rena og Løpsjøen er den samme som for Holmsjø-alternativet. På grunn av erosjonsfaren ved aktivitet i myrområdene kan omfanget av forurensningen likevel på sikt bli noe mer omfattende i Gråfjell-alternativet enn i Holmsjøen.

Generelt sett vil ikke metallforurensninger fra feltet være av noen betydning før etter flere års bruk av feltet, fordi korrosjon av metallholdige prosjektiler er en sein prosess. I de første årene er eventuell vannforurensning knyttet til anleggsvirksomhet, lekkasjer av oljeprodukter ved uhell med kjøretøy etc. Bruk av dekningsrøyk og raketter vil kunne gi lokale forurensningseffekter i feltet, men neppe utenfor av betydning.

Oppbevaring og bruk av oljerelaterte produkter må vies stor oppmerksomhet i alle alternativene. Vi vil imidlertid peke på at avrenningen er rask fra Gråfjell til viktige vannressurser som Rena. Rena er ei viktig fiskeelv og Løpsjøen en viktig biotop for svaner og ender. Eventuelle uhell eller ulykker kan ha alvorlige følger for disse delene av økosystemet. Spesiell aktsomhet bør derfor utvises ved anlegg av veier og drivstofflagre.

Det er ingen verneverdige vannforekomster innenfor de tre skytefeltalternativ ut fra et nasjonalt synspunkt, men Deia i Gråfjell-alternativet har god vannkvalitet er produktiv og må sies å ha en lokal verdi utenom det vanlige.

Det er skissert en rekke forslag til avbøtende tiltak i kapittel 5. Noen er av forebyggende karakter andre kan kalles reparerende. Av forebyggende tiltak nevnes: begrense området for nedfall av prosjektiler med eventuell inngjerding for blingjengerfeltet, beholde randvegetasjon, unngå myr som nedslagsfelt, unngå graving og kjøring i deponiområdene. Av reparerende tiltak kan nevnes kalking for å hindre korrosjon og utlekking av metaller og tiltak for å hindre erosjon av myrer og løsmasser i deponeringsområdene. Evalueringssjema for alternativene er gitt i vedlegg C.

Ved en eventuell etablering av et regionalt skytefelt vil vi foreslå at det etableres en enkel overvåkning, da det foreligger en unik mulighet til å kunne følge forurensningspåvirkningen fra et i utgangspunktet "uberørt" område. Et slikt program må samordnes med pågående undersøkelser for Forsvaret i andre skytefelt og en lokal miljøansvarlig fra Forsvaret bør delta i dette arbeidet.

# 1. Innledning

NIVA er engasjert av FBT for å utrede konsekvensene av eventuell forurensning til vann i forbindelse med etablering av et nytt regionalt skytefelt (RØ) i Hedmark. Utgangspunktet var at alternativene Holmsjøen, Gråfjell og Osdalen skulle utredes. Siden tilkom også Gravberget som alternativ ved siden av et 0-alternativet dvs. ingen utbygging av et regionfelt, men bruk av eksisterende felter. På møte i FBT 13 februar 95 ble det opplyst at Osdalen var uaktuelt som utredningsobjekt da det av militærtekniske årsaker var dårlig egnet. O-alternativet blir utredet i en annen sammenheng. Konsekvensutredningen ble derfor begrenset til å omfatte forurensning til vann i alternativene Holmsjøen, Gråfjell og Gravberget (Fig.1). De vannkjemiske data fra Osdalen presenteres likevel i rapporten sammen med de andre, men konsekvensene av eventuell vannforurensning som følge av Forsvarets planlagte aktiviteter blir ikke diskutert.

I denne rapporten har vi fulgt de retningslinjer som nasjonale miljøforvaltningsetater som SFT, MD og DN har gitt for konsekvensutredninger. I korthet understreker disse at det skal innhentes nok bakgrunnsdata til at en ut fra disse, og generell viten om temaet, kan svare på om tiltaket kan gjennomføres og eventuelt på hvilke vilkår.

NIVA har i over 10 år undersøkt forurensningen i elver og bekker som avvanner noen av Forsvarets største skytefelter. I tillegg har vi målt konsentrasjoner i forurensninger avsatt på snø ved bruk av røykammunisjon og raketter. Vi kan derfor si at det i hovedsak er tre typer forurensninger som er mest aktuelle:

- Fragmentering og korrosjon av deponerte prosjektiler som fører til at tungmetaller frigjøres.
- Bruk av dekningsrøyk og raketter som produserer syrer, organiske mikroforurensninger, næringssalter og noe metaller.
- Utslipp av olje/bensin/diesel i forbindelse med uhell/ulykker med kjøretøy og tankanlegg.

I tillegg til disse må en også i et nytt regionfelt vurdere betydningen av forurensninger knyttet til nyetablerte veier/kjøretraseer og menneskelig aktivitet slik som utslipp av næringssalter og tarmbakterier.

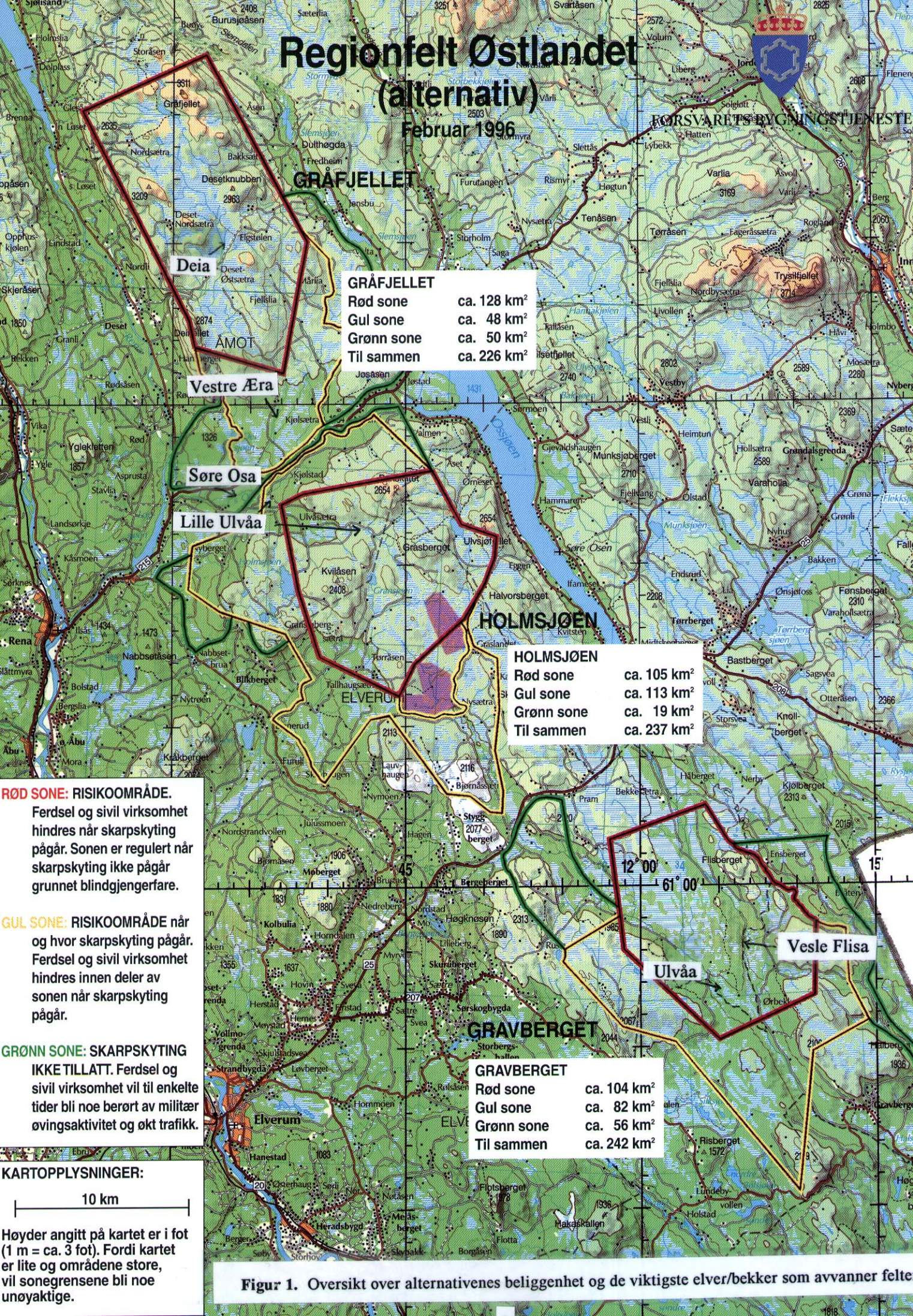
Vi vet også at når det gjelder betydning og omfang av forurensningene så er forhold som vannkvalitet, bindingskapasitet i jordsmonnet, erosjonsbestandighet og størrelsen på bekkene som avvanner feltet viktige faktorer. I regionsfelt-alternativene var det vannkvaliteten vi visste for lite om, mens de andre faktorene behandles av andre utredere eller finnes på tilgjengelig temakart. Feltarbeidet besto av befaring av bekker og innsamling av vannprøver. Dette ble gjort på høsten (førsten av oktober), på samme tid som den nasjonale vannovervåkingen av forsurnings situasjonen vanligvis gjennomføres. Resultatene av analysene vurderes i lys av den generell kunnskap vi har om forurensninger i militære skytefelt, og annen viktig informasjon som egenskaper knyttet til geologi (fast fjell), løsavsetninger (eks. sand,silt og grus) og vegetasjon.

Vi har skrevet rapporten i et språk som vi håper er forståelig for folk flest. Selv om rapporten er basert på faglige vurderinger er den ikke en videnskapelig publikasjon med tilhørende faguttrykk og litteraturreferanser i teksten. Bak i rapporten er det laget en liste over relevant litteratur som blant annet er benyttet i denne konsekvensutredningen. Det er gjort på denne måten ut fra ønske om at flest mulig interesserte lesere skal ha nytte av rapporten, og at beslutningstagere skal forstå bakgrunnen for våre konklusjoner. Rapporten følger de forslag til disponering som er gitt i skriv fra FBT. Resultatet av utredningen i kortversjon er gitt i evalueringssjemaet (Vedlegg C).



# Regionfelt Østlandet (alternativ)

Februar 1996



**GRÅFJELLET**  
 Rød sone ca. 128 km<sup>2</sup>  
 Gul sone ca. 48 km<sup>2</sup>  
 Grønn sone ca. 50 km<sup>2</sup>  
 Til sammen ca. 226 km<sup>2</sup>

**HOLMSJØEN**  
 Rød sone ca. 105 km<sup>2</sup>  
 Gul sone ca. 113 km<sup>2</sup>  
 Grønn sone ca. 19 km<sup>2</sup>  
 Til sammen ca. 237 km<sup>2</sup>

**GRAVBERGET**  
 Rød sone ca. 104 km<sup>2</sup>  
 Gul sone ca. 82 km<sup>2</sup>  
 Grønn sone ca. 56 km<sup>2</sup>  
 Til sammen ca. 242 km<sup>2</sup>

**RØD SONE: RISIKOOMRÅDE.**  
 Ferdsl og sivil virksomhet hindres når skarpskyting pågår. Sonen er regulert når skarpskyting ikke pågår grunnet blindgjengertfare.

**GUL SONE: RISIKOOMRÅDE** når og hvor skarpskyting pågår. Ferdsl og sivil virksomhet hindres innen deler av sonen når skarpskyting pågår.

**GRØNN SONE: SKARPSKYTING IKKE TILLATT.** Ferdsl og sivil virksomhet vil til enkelte tider bli noe berørt av militær øvingsaktivitet og økt trafikk.

**KARTOPPLYSNINGER:**  
 10 km

Høyder angitt på kartet er i fot (1 m = ca. 3 fot). Fordi kartet er lite og områdene store, vil sonegrensene bli noe unøyaktige.

Figur 1. Oversikt over alternativenes beliggenhet og de viktigste elver/bekker som avvanner feltet

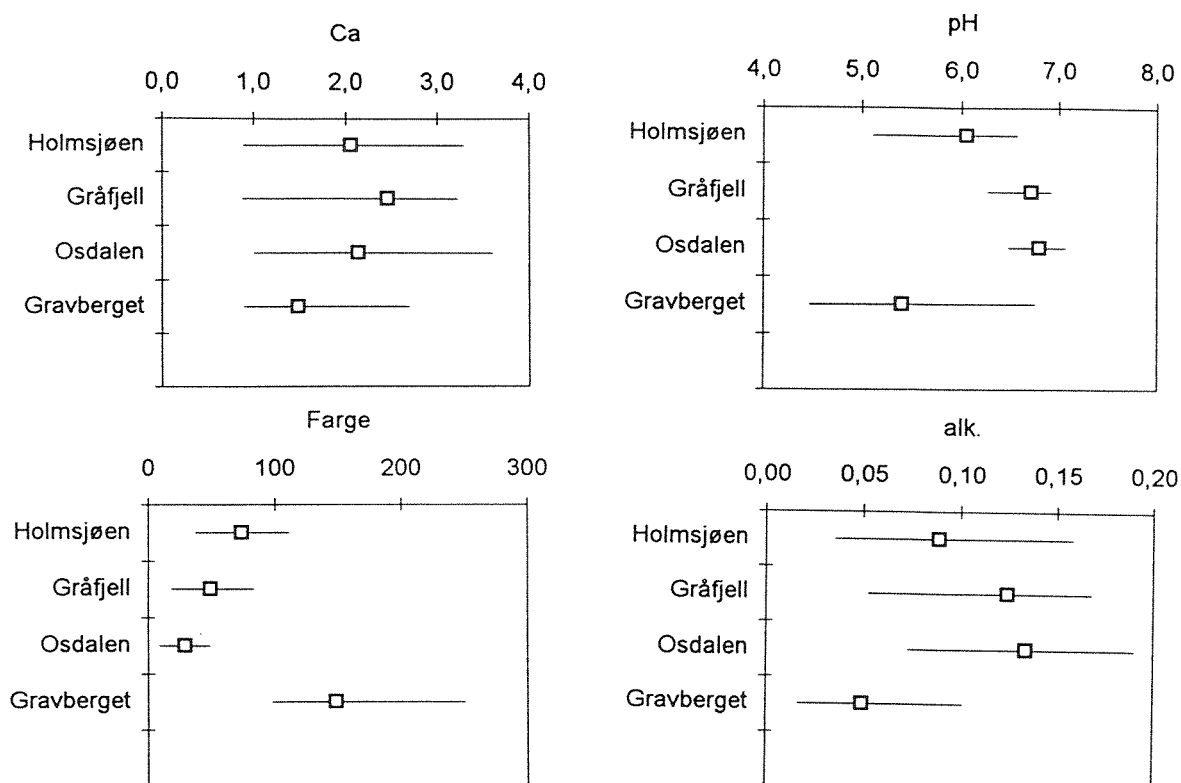
## 2. Metoder.

De generelle vannkjemiske analysene er gjort på NIVA's akkrediterte laboratorium i Oslo. Analysemetodene er dokumentert i akkrediteringsmanualen. Metallanalysene i vann er utført av NILU ved bruk av ICP-MS teknikk. Vannprøvene er innsamlet fra 8-10 bekker fra hvert felt i første halvdel av oktober 94 (okt.95 i Gravberget). Det er i hovedsak valgt bekker fra nedslagsområdet for prosjektiler (konsentrert målområde), men også bekker i tilstøtende områder er tatt med (gule soner). Prøvene gjenspeiler derfor først og fremst forskjeller mellom feltene, men vannprøver fra dette tidspunktet av året er ofte typisk for årlige middelerverdier for mange stoffer (erfaringer fra nasjonale overvåkinger av vannkvalitet). Det var ikke unormalt store nedbørmengder i forkant av prøvetakingene, og vi mener at verdiene er rimelig representative middelerverdier for feltenes vannkjemiske egenskaper. Endringene i vannkvaliteten kan imidlertid være store i flomsituasjoner.

## 3. Tilstand.

### 3.1 Generell vannkvalitet

De kjemiske analysene er gitt i vedlegg A. I Figur 2 har vi vist resultatene for noen av de viktigste forhold som påvirker forurensningenes giftighet og sjanse for at de transporteres ut av området.



**Figur 2.** Middelerverdier og variasjonsbredder for viktige egenskaper ved vannkvaliteten slik som kalsium konsentrasjonen (Ca), surhetsgraden (pH), vannfargen (brunfargen) og evnen til å motstå endringer i surhetsgraden ved økte syretilførsler (alkalitet). Vi har undersøkt 10 bekker (8 i Gravberget).

Vi ser at vannet i bekkene i Gråfjell har de høyeste kalsium-konsentrasjonen, har best evne til å tåle forurensninger av syrer (høgest alkalitet) og pH-verdiene var nær nøytralpunktet (pH = 7). Dessuten er vannfargen relativt lav til å være i skogsområder. Dette er alle faktorer som trekker i retning av det vi generelt kan kalle en god vannkvalitet. Den er gunstig for produksjon av fisk og fiskens næringsdyr, men også ved at frigjorte tungmetaller ikke virker så giftig som i surt vann ved de samme metallkonsentrasjoner. Dessuten er denne vannkvaliteten en klar indikasjon på at feltet har et gunstig jordsmonn for å binde eventuelle utløste metaller fra korroderte prosjektiler slik at de ikke havner i bekkene.

Den observante leser har sett at situasjonen synes å være minst like bra i Osdalen. Vi skal ikke diskutere Osdalen-alternativet, men vil nevne at de høye kalsium- og pH-verdiene i dette feltet ikke skyldes naturlige forhold, men en utstrakt kalking i vassdragene. Vannkvaliteten i dette feltet er derfor ikke representativ for situasjonen i feltets løsmasser, et forhold som kunne ha gjort de faglige vurderingene problematiske dersom utredningen også skulle omfatte dette feltet.

Vannkvaliteten i bekkene i Gravberget hadde andre egenskaper enn bekkene på Gråfjell. De var gjennomgående sure, tildels meget sure, og var sterkt brunfarget. De hadde lave kalsium konsentrasjoner og liten evne til å motstå pH endringer ved syreforurensninger. Det er disse forhold vi vanligvis assosierer med dårlig vannkvalitet. Vi kan trygt slå fast at vannkvaliteten er ugunstig for fisken og dens næringsdyr. Sannsynligvis lever det ikke fisk i de fleste av disse bekkene. Vannkvaliteten viser også at feltet har liten bindingsevne for metaller og et miljø som er gunstig for korrosjon av prosjektiler.

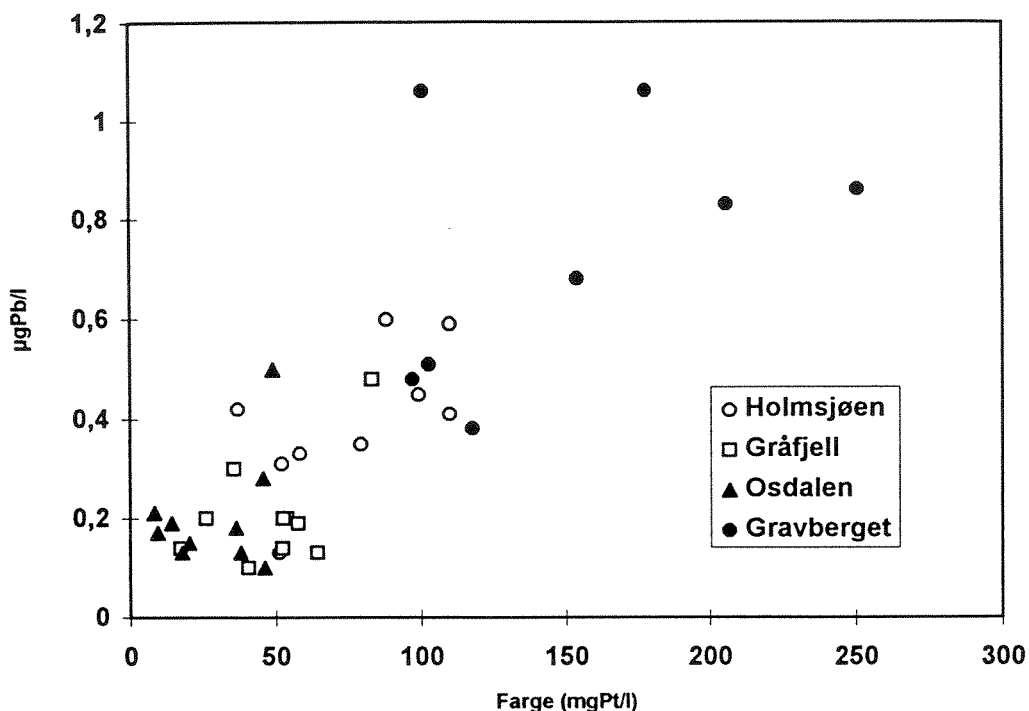
Ut fra en klassifisering av vannkvaliteten kan vi si at Holmsjøen ligger mellom de ovennevnte alternativene, men nærmest situasjonen i Gråfjell. Bekkene i Holmsjøen har generelt en middels god vannkvalitet med egenskaper som ligger mellom vannkvaliteten i Gråfjell og Gravberget.

### **3.2 Tungmetaller.**

Militær aktivitet i skytefelt fører til spesielt store deponeringer av bly og kobber, men også litt av andre elementer slik som kadmium, antimon og sink. Norsk natur forurennes også av metaller fra atmosfæren som følge av utslipp til luft over hele den nordlige halvkule. Blant de tungmetallene som avsettes i størst mengde er bly et av de viktigste. Bly avsettes i humussjiktet og bindes sterkt til humusstoffene i skogsmarken. Der vil også blyet forbli helt til humusstoffene brytes ned og løses ut i markvannet. Ved denne prosessen vil bly knyttet til humus kunne lekke ut til bekkene og videre nedover i vassdraget. Vi sier at bly blir mobilisert.

Konsentrasjonene av bly, kopper og kadmium var låge i alle feltene og i overenstemmelse med de en finner i andre områder i Hedmark. Dette viser at det ikke er store naturlige kilder for disse elementene, som løses ut i vannfasen fra nedbørfeltet, i noen av de undersøkte bekkene.

Vannfargen er et mål på humuskonsentrasjonen, mer humus gir høyere verdier for vannfarge. I Figur 3 har vi vist sammenhengen mellom vannfarge og blykonsentrasjon i alle bekkene som er undersøkt. Figuren viser at det er en god sammenheng mellom blykonsentrasjonen og vannfargen, og at konsentrasjonen øker når fargen øker. Dette viser et viktig prisipp nemlig at humus i vann er den viktigste transportøren for metaller ut av deponeringsområdene selv når belastningen er relativt beskjedent slik som når atmosfæren er kilden.



**Figur 3.** Sammenhengen mellom vannfarge og blykonsentrasjon i ulike bekker som avvanner de ulike skytefelts-alternativene.

Dette betyr at det transporteres ut mest bly av det som er avsatt fra atmosfæren i bekkene fra Gravberget og minst i Gråfjell. Da vannfargen er et uttrykk for humus-konsentrasjonen kan vi si at humus i vann er transportøren av bly ut fra feltene. Humus er en viktig transportør også for de fleste andre tungmetaller. Humuskonsentrasjonen blir derfor en viktig faktor når en skal vurdere betydningen av en forurensning for områdene nedstrøms deponiene.

### 3.3 Utvikling i vannkjemien uten utbygging av regionfelt

Vi forventer at etter som internasjonale avtaler om reduksjoner i utslipp av forsurende stoffer og metaller blir etterlevd, vil også de atmosfæriske avsetninger avta i fremtiden. Positive effekter på forsyningsiden er allerede blitt registrert i deler av landet. Reduksjoner i sur nedbør vil på sikt føre til at vannet blir mindre surt i bekkene i regionen. Hvor mye er det vanskelig å ha noen formening om, men det kan bl.a. føre til at områder som i dag er fisketomme igjen kan bli levelige for fisk. Reduksjoner i metallavsetningene behøver nødvendigvis ikke å bety nedsatte konsentrasjoner i bekkene. Tungmetaller er grunnstoffer som ikke brytes ned i naturen og som bindes i skogsmarken. Tilveksten av humus er i mange tilfelle ikke stor nok til at den kan fortynne avsatte metaller nok til at konsentrasjonene avtar i humussjiktet. Vi må imidlertid forvente at når omfanget og størrelsen på forurensningen blir noe redusert vil også utlekkingen av metaller til vannfasen bli noe lavere. Humuskonsentrasjon i vannet vil neppe endre seg nevneverdig i feltene såfremt det ikke skjer fremtidige endringer i temperatur og avrenningsforhold. Metalltransportøren - humus- vil derfor høyst sannsynlig ha den samme betydningen i feltene i årene fremover som den har i dag, selv om år til år variasjoner vil være vanlig.

### 3.4 Verneverdi og bruksverdi

Det er ingen av feltene som har vannforekomster som kan karakteriseres som spesielt verneverdige ut fra nasjonale hensyn. De kan heller ikke anses som spesielt verneverdige ut fra et regionalt synspunkt. Generelt sett er imidlertid ikke den midtre og sørlige delen av Hedmark preget av vann med spesielt god vannkvalitet. Sett i en slik sammenheng er bekkene på Gråfjell litt spesielle. Dette gjelder også Ygla på vestsiden av Rena, slik som ble nevnt av NIVA i utredningen om Rødsmoen. De kan ha en egenverdi både som produksjonslokaliteter for fisk og som vannressurs for lokalsamfunnet. Det er imidlertid vanskelig å verdsett et slikt naturelement, men ut fra et lokalt synspunkt må det sies å ha en betydelig verdi.

## 4. Konsekvenser ved Regionfelt Østlandet.

### 4.1 Forurensningskilder

#### Metaller

Beregningsgrunnlaget er opplysninger om forventet årlig forbruk av ammunisjon som er gitt i Forsvarts utredning - del 1. "Behov og bruk" fra desember 1995. Forbruket er imidlertid ikke spesifisert på hver enkelt type ammunisjon (lys/røyk/hulladning/spreng etc.). Derfor må beregningene bli omtrentlige. Dette gjelder spesielt for 12,7 mm der mye av ammunisjonen inneholder stål og ikke bly, men vi har gjort beregningen ut fra en antatt fordeling. Det er også vanlig at Forsvaret hvert år rydder feltet for større deler og rester etter ammunisjon. Spesielt vil dette gjelde rester etter raketter (MLRS, TOW og M 72) og halefinner for BK samt rester etter lys og røykammunisjon. Detaljert tabell for beregningen er gitt i vedlegg B. Som en oppsummering av dette kan vi anslå de årlige deponeringer som øvre grense å være omtrent:

500 tonn jern

10 tonn kobber

7 tonn bly

5 tonn aluminium

0,7 tonn antimon som tilsats i bly.

0,3 tonn sink som legering i kobber for handvåpen ammunisjon

I Figur 4 har vi vist noen av de viktigste ammunisjonstypene som kan tenkes å bli brukt i et regionsfelt. De fleste finkalibrige våpen har et prosjektil (populært kalt kule) som har en blykjerne omgitt av kobber. I tillegg til dette benyttes granater i forsvaret mot panserede kjøretøyer. En av disse typene er hulladningsgranatene som har en eksplosiv ladning som bl.a består av en "kon" med rent kobber (Fig 4). Dette kobberet forstøves og deponeres lokalt ved anslag. Styretrådene til 155mm og 105 mm inneholder også kobber. Utover dette som her er nevnt inneholder Forsvarets ammunisjon svært lite tungmetaller. Praktisk talt all annen sprengammunisjon består av en stål eller støpejernsbøssing som omslutter en sprengladning. Reststoffene blir splinter fra granatbøssingen i størrelse med støv-partikler og opp til fragmenter som kan bestå av vesentlige deler av granaten. Brannrøret som omsetter granaten blir normalt ikke pulverisert. Dette består i hovedsak av aluminium med mekaniske deler av bronse eller messing.



**Figur 4.** Det øverste bildet viser endel håndvåpen ammunisjon der prosjektilet består av en blykjerne omgitt av kobber. Nederst er det vist kobberkoner som er en bestandel i hullladningsgranater.

### **Dekningsrøyk og bruk av raketter (MLRS)**

Tidligere undersøkelser som NIVA har utført for Forsvaret har vist at dersom disse ammunisjonstypen brukes på snødekt mark vil mye av luftforurensningen avsettes på snøen. Snøen i nærheten av bruksområdet var sterkt sur etter forsøket med WP-røyk (Hvitt fosfor) og MLRS-røyk (rakettbatteri), mens den avtok relativt raskt og var liten et stykke fra (ca.300m). Dersom jord og vann har dårlig evne til å motstå pH endringer ved disse syredeponiene, vil disse føre til en markert forsurening lokalt. Vanlig dekningsrøyk (HC- og IR-røyk) skapte ingen lokal forsurening da saltsyra som dannes i reaksjonen stiger tilværs, spres og avsettes over et større område. Dersom noe syre likevel avsettes nær bruksfeltet, vil likevel nedfallende sinkklorid motvirke en forsurening. Dette nedfallet av sinkklorid øker sink-konsentrasjonen i snøen betydelig lokalt. WP-røyk og MLRS-røyk produserer høye konsentrasjoner av fosfor-forbindelser som gir gjødslingseffekter på den lokale flora både på land og i vassdrag. Ved bruk av IR-røyk ble det registrert høye konsentrasjoner av PAH- forbindelser (organiske mikroforurensninger) som rimelig er ut fra innholdet i denne røyktypen (antracen-basert). Generelt sett er disse forbindelser som i miljøsammenheng er uønsket på grunn av de effekter de kan ha også ved lave konsentrasjoner.

De største økologiske konsekvensene må forventes i nærheten av bruksområdene. Vi må regne med lokale forurensningskader, gjødslingseffekter og muligens effekter av metaller og organiske mikroforurensninger. Omfanget av dette vil imidlertid i hovedsak være begrenset til området der bruken foregår og neppe berøre områdene utenfor skytefeltets grenser i særlig omfang. Bruk av dekningsrøyk og MLRS-raketter, samt avsetning på snø etter slik bruk er vist i Figur 5.

### **Forurensning knyttet til bygging av veg og bruk av kjøretøyer.**

Ved anleggning og drift av veger vil berørte vassdrag bli påvirket. Påvirkningsgraden ved vegdrift vil naturlig nok være nært knyttet til trafikkintensiteten og valg av vegdekke. De forurensende stoffer som kommer fra veger er av flere typer; ulike gasser, tungmetaller, salt, organiske mikroforurensninger og partikler.

I anleggsperioden er det i første rekke risiko for partikkelforurensning som følge av utgravinger, massetransport, sprengning m.m. Det er særlig fibrige og nålformete nydannede partikler fra sprengning og knusing der en har bløte bergarter som kan gi direkte skadeeffekter på krepsdyrplankton, bunndyr og fisk. En generell nedslamming vil nedsette produksjonsevnen i vassdragene, og kunne ødelegge fiskens gyteplasser. Dette gjelder særlig i vassdrag hvor flora og fauna er tilpasset klart vann.

I forbindelse med sprengning kan vassdrag få økt tilførsel av nitrogen som inngår i sprengstoffer. Sivile sprengstoffer som er beregnet på anleggsarbeid består av en blanding med fra to og opp til ti komponenter. I de fleste tilfeller inngår det et organisk nitrogenholdig stoff. Ved anleggsarbeid av skogsbilveger vil det i praksis svært sjelden bli så store sprengningsarbeider at det blir rasjonelt å nytte bulksprengstoff. Det vanligste er her å bruke forskjellige typer patronert sprengstoff av dynamitt-typen eller tilsvarende. Reststoffene etter slikt sprengstoff forutsatt riktig bruk og full omsetning vil i hovedsak være karbondioksid, vanddamp, nitrogen og oksygen. En vil imidlertid også få spor av en rekke andre stoffer. Dette arbeide vil likevel være helt analogt med øvrige sammenhengbare anleggsarbeider, og Forsvaret må følge de retningslinjer og påbud som gjelder.

Anleggsmaskiner og lagerplasser for drivstoff kan forårsake oljeforurensning. I de fleste tilfeller er det uhell ved havari av kjøretøy eller ødelagte tankanlegg som er mest aktuelt. Det vil være gunstig om både veger og tankanlegg legges i forsvarlig avstand fra bekker og elver. Oljeforurensninger transporteres lett ut av området med bekkene, som er "transportøren" fra feltet i slike tilfeller.



**Figur 5.** Forsøk med bruk av dekningsrøk (øverst), MLRS-raketter (midten) og avsetning på snø etter bruk av MLRS-raketter (nederst)



Anleggsøppel kan også bidra med vannforurensning om en ikke tar nødvendige forholdsregler. Her er det som regel oljerester fra olje- og bensinfat, wire-rester, røravkapp o.l. som bidrar til forurensning og forsøpling.

Moderat tilslamming og enkelte næringsalt- og oljeutslipp av kortere varighet vil som regel ikke føre til varige skader, mens kontinuerlig sur avrenning og utvasking av metaller (særlig jern) fra drenerte myrområder samt feilanlagte kulverter og stikkrenner vil kunne gi mer varige skadeeffekter i mindre vassdrag om det ikke gjøres avbøtende tiltak .

Det typiske mønsteret er at det aller meste av slitasjeproduktene fra veg, (bildekk og bildeler s.k. vegstøv som ikke vaskes vekk i regn eller snøsmeltingsperioder) deponeres innenfor et område ca 20 meter på begge sider av vegen. I det vegnære område akkumuleres derfor stadig mer forurensninger som bl. a. tungmetaller. Vegkanter kan derfor være potensielle forurensningskilder og kan betraktes under kategorien forurenset mark/jord på lik linje som målområder og nedslagsfelter i skytefelter. Det er særlig i snøsmeltingsperioder og i større nedbørsperioder en får avrenning av ovenfor nevnte stoffer fra vegbaner, vegskråninger og veg-grøfter til nærliggende vassdrag.

Tidligere ble bare kalsiumklorid eller klorkalsium (s.k. vegsalt) brukt til bindemiddel for å begrense støving på grusveger. Betenkeligheter med direkte gifteffekter på nærliggende flora og risiko for forgiftning av husdyr og skogsfugl, samt det faktum at vegsaltet kan bidra til økt avrenning av tungmetaller fra de vegnære områder, har gjort at man nå i større grad har gått over til bruk av Dustex. Dustex, som er laget av lignin (kalsiumlignosulfonat, sukker, polysakkarider, salter o.l.), ansees som mer miljøvenlig da den er biologisk nedbrytbar og ikke gir miljøfarlige spaltningsprodukter.

Vannforurensning p.g.a. utsig av vegstøv som resultat av veg- og dekkslitasje m.m. vil neppe bli noe større miljøproblem for områdene nedstrøms feltet med de vegdekkene, den kjøreintensitet og kjørebelastning som det antas å bli i et regionfelt.

#### **Sanitærforhold og antatt forurensning**

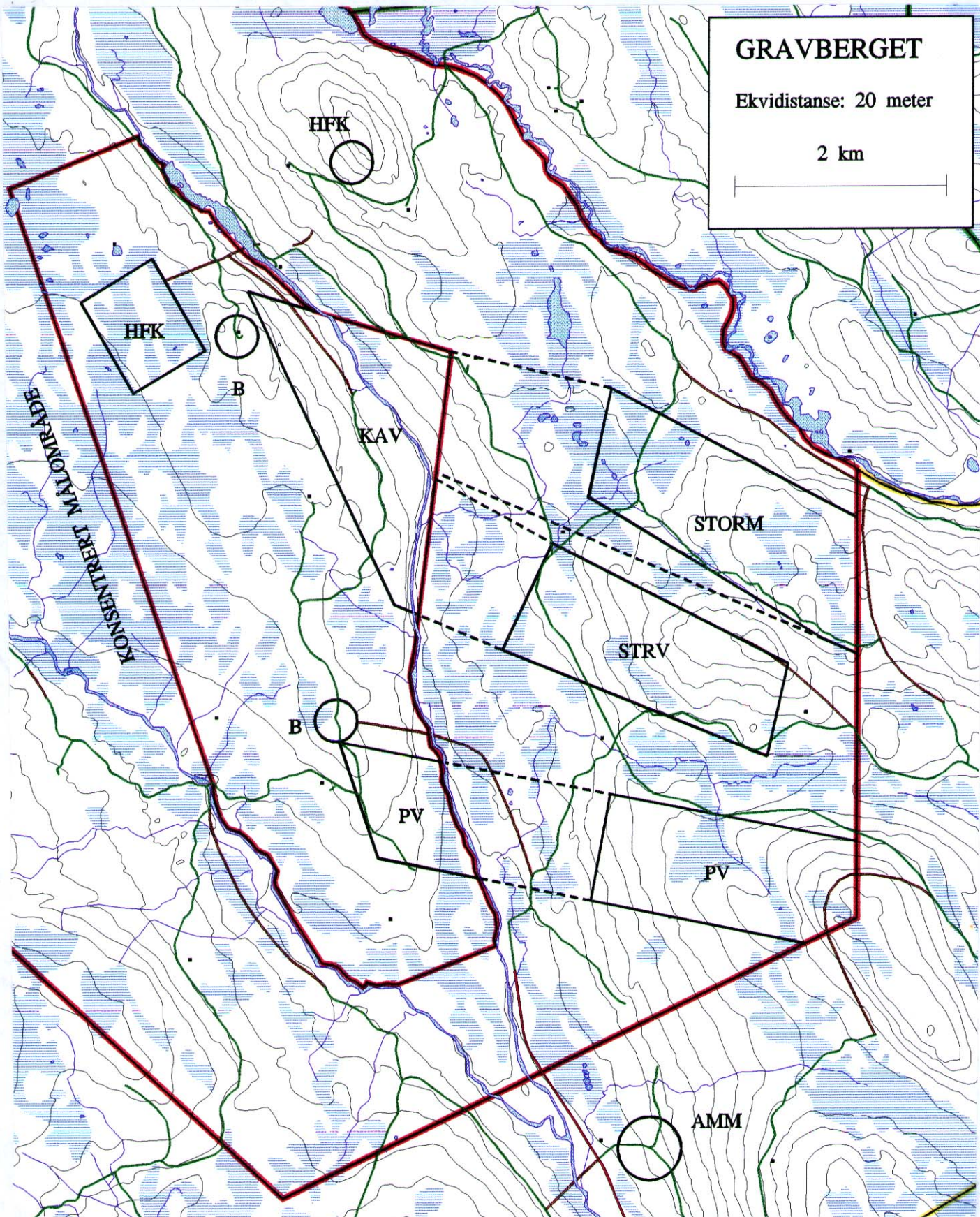
Vi regner med at det ved enkelte standplasser vil bli plassert tørrklosetter. Løsning med tørrtoaletter/tørrklosetter vil ikke medføre vannforurensning dersom de drives etter forskriftene. Sanitæranlegg med vannklosetter, om dette skulle bli aktuelt, vil derimot kunne bidra til vannforurensning. Dette gjelder lett nedbrytbart organisk stoff, fekale bakterier, virus, næringssalter (nitrogen og fosfor) samt div. stoffer som kommer fra rengjøringsmidler. Eventuelt utslipp av fekale bakterier er sansynligvis den forurensning som vil få størst influensområde. Vi regner imidlertid med at dersom vannklosett etc. bygges i feltet, vil de kommunale retningslinjer som eksisterer for slike installasjoner bli fulgt.

## **4.2 Omfanget av forurensningene**

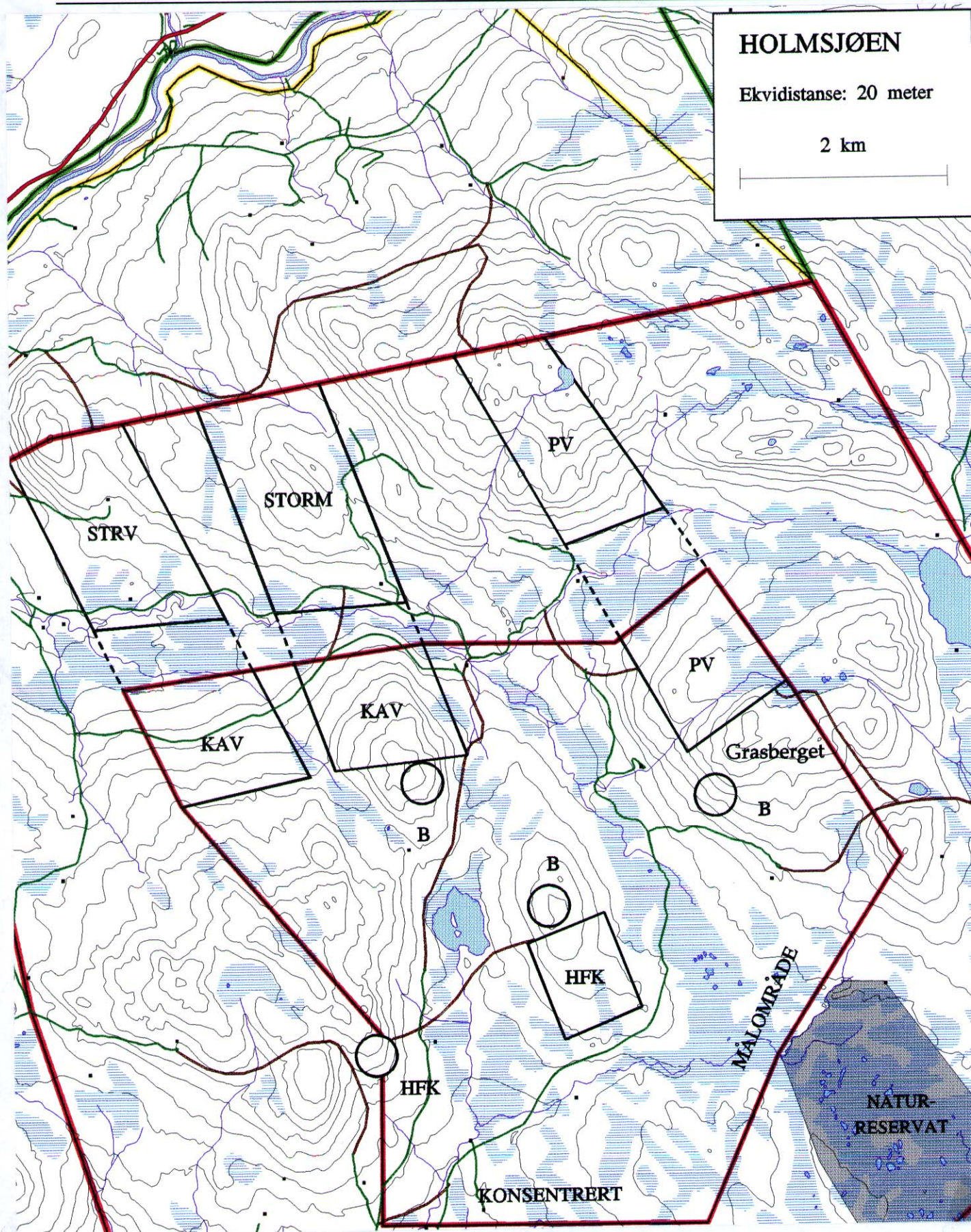
Det skal årlig deponeres betydelig mengder metaller i form av prosjektilrester som følge av militære øvelser. Metallene kan frigjøres ved korrosjon av prosjektilene til omgivende vann i jord og bekkesig. Korrosjonshastigheten er imidlertid meget sein i forhold til de årlige tilførte mengder. Dette gjør at mengden metaller som er deponert i feltet øker raskt år for år etter at feltet er tatt i bruk. Dersom prosjektilene faller ned i myrjord eller våtmarker, er korrosjonshastigheten høyere

og sjansen for uttransport av metaller betydelige større enn ved nedfall i andre naturtyper. Dette skyldes at de utløste metallene binder seg til humusforbindelser som virker som transportør og kan renne av i nærmeste bekk. De høyeste korrosjonshastighetene finner en i sure myrer med dårlig oksygentilgang. Resultatene fra NIVA's overvåkningsundersøkelse av de største skytefeltene i landet har vist at denne utlekkingen også øker dramatisk dersom det graves eller kjøres med terrenggående kjøretøy i disse nedslagsområdene. Årsaken er at denne aktiviteten mobiliserer humus-metall forbindelser via en kanalisering og lettere avrenning. Dersom området hadde fått ligge i ro hadde en langt lavere andel av metallene funnet vegen ut i vassdraget.

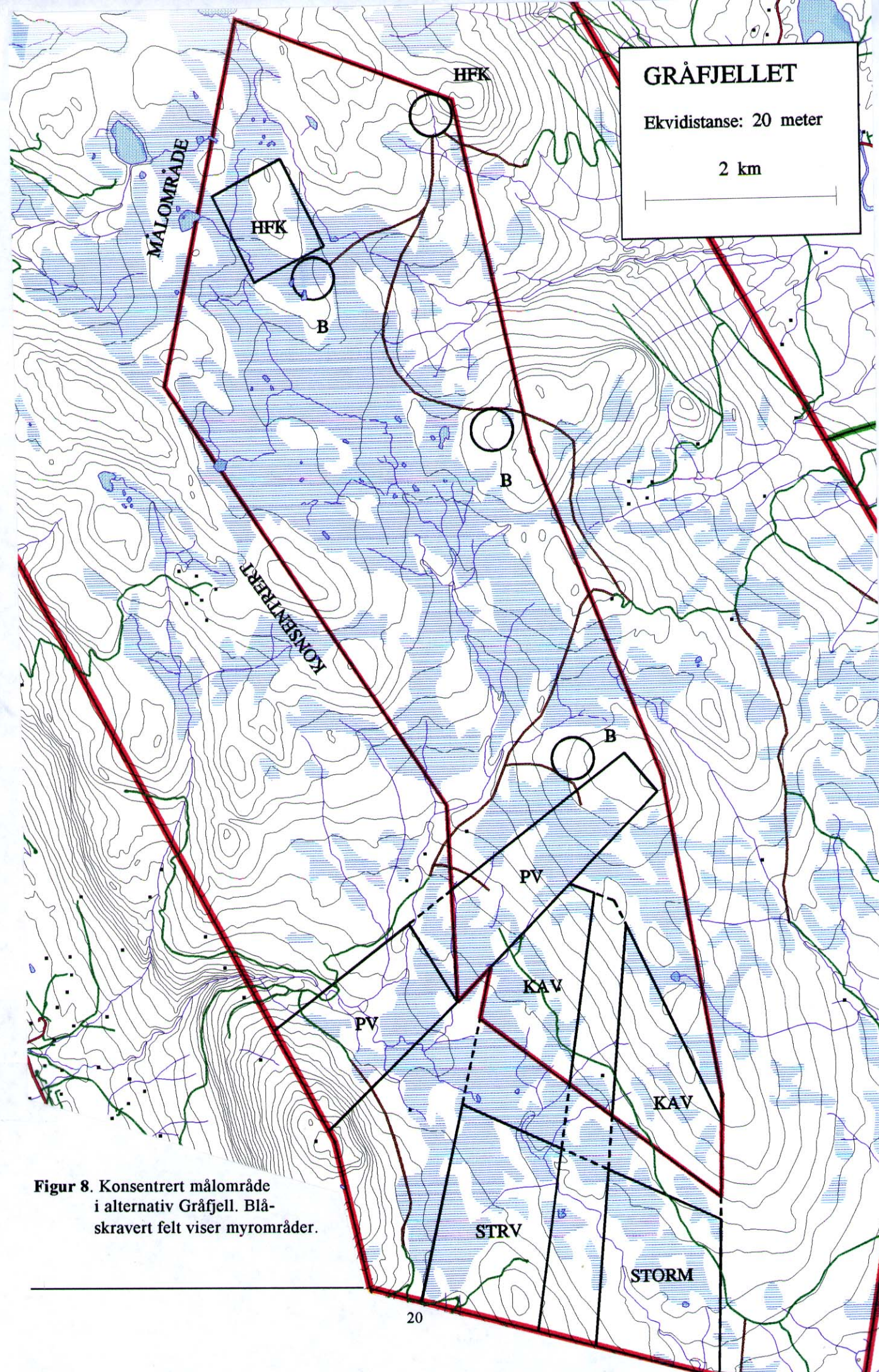
Det er store metalldeponier som skal forvaltes. Allerede etter 10 års kan mengdene deponert være opp mot 70 tonn bly og 100 tonn kobber. Det omfanget en forurensning som følge av utløsning fra dette deponiet vil få er svært avhengig av målområdets karakter og forvaltningen av dette. I Figurene 6, 7 og 8 er det vist en oversikt over det konsentrerte målområdet i alternativene. Det er lagt spesielt vekt på å vise myrområdenes beliggenhet og hvordan bekker og elver avvanner konsentrert målområde.



Figur 6. Konsentrert målområde i alternativ Gravberget. Blåskravert felt viser myrområder.



Figur 7. Konsentrert målområde i alternativ Holmsjøen. Blåskravert felt viser myrområder.



**Figur 8.** Konsentrert målområde i alternativ Gråfjell. Blåskravert felt viser myrområder.

Ut fra beliggenheten for de nedslagsområdene (rød sone = konsentrert målområde) som er gitt av Forsvaret i de viste kartene har vi derfor følgende konklusjon:

Omfanget av metallforurensningene vil bli størst i Gravberget. Dette skyldes at konsentrert målområde består av myrer som lett utsettes for erosjon. De tette morenemassene gjør at mye av avrenningen går i overflatelagene og renner av i bekkene. Vannkvaliteten er dårlig, med blant annet kalkfattig, surt humøst vann. Dette er forhold som øker korrosjonen av deponerte metaller. De delene av konsentrert målområde som forventes å motta de største deponeringene ligger nær Vesle Flisa, som i hovedsak blir mottager av dette vannet. Elva renner faktisk igjennom de faste målområdene, en løsning som er ekstra uheldig da deponeringer kan skje direkte i elveleiet. I første rekke vil en kunne forvente lokale effekter i denne elva. På grunn av fortykning og bindingseffekter i elveleiet vil sannsynligvis ikke forurensningen bli noe stort problem lenger ned i vassdraget. Da metallfragmenter kan deponeres direkte i elva er det imidlertid knyttet usikkerhet til denne vurderingen.

De faste målområdene i Holmsjøen ligger i åssidene opp mot Grasberget og Otteråsen. Myr og våtmarksandelen i disse er liten. Vannkvaliteten i denne regionen er også generelt noe bedre enn i Gravberget. Det er derfor rimelig å anta at korrosjonshastigheten vil bli noe lavere og bindingskapasiteten i jordsmonnet noe større enn i Gravberget. Det er også liten myrandel i områdene som ligger bakenfor de faste målområdene, men innenfor konsentrert målområde, der en kan forvente de største deponeringene. Utløste metaller vil hovedsakelig transporteres til lille Ulvåa og videre ned i s. Osa som munnar ut i Rena og Løpsjøen. Vi forventer at eventuelle effekter vil begrense seg til dette avsnittet. Sedimentasjon i Løpsjøen og stor vannføring i Rena vil medvirke til at effekter av metallforurensningen neppe vil kunne registreres nedstrøms Løpsjøen. Indre deler av konsentrert målområde avvannes av Gransjøbekken som renner ut i Julussa og videre ned i Rena. Det er imidlertid mindre belastning i denne delen av feltet og vi forventer ingen forurensningseffekter når vannet har nådd Julussa. Holmsjøen er derfor et bedre alternativ enn Gravberget

De faste målområdene i Gråfjell ligger i skråningene opp mot Raudfjellet og Jernskallen. Myrandelen i dette feltet er relativt stor og det avvannes først og fremst av Deia og vestre Æra som renner ut i henholdsvis Rena og s. Osa. Det konsentrerte målområdet innover mot HFK-sletta har en meget stor myrandel og tilhører i hovedsak Deia's nedbørfelt. Vannkvaliteten er relativt god og bindingskapasiteten i løsmassene vurderes som relativt god. Likevel er de store myrområdene et klart minus for dette alternativet. Resipienten Rena og Løpsjøen er den samme som for Holmsjø-alternativet. På grunn av erosjonsfaren ved aktivitet i myrområdene kan omfanget av forurensningen likevel på sikt bli noe mer omfattende i Gråfjell-alternativet enn i Holmsjøen.

Oppbevaring og bruk av oljerelaterte produkter må vies stor oppmerksomhet i alle alternativene. Vi vil imidlertid peke på at avrenningen er rask fra Gråfjell til viktige vannressurser som Rena. Rena er ei viktig fiskeelv og Løpsjøen en viktig biotop for svaner og ender. Eventuelle uhell eller ulykker kan ha alvorlige følger for disse delene av økosystemet. Spesiell aktsomhet bør derfor utvises ved anlegg av veier og drivstofflagre.

Organiske mikroforurensninger slik som PAH bindes lett til organiske partikler i områdets humussjikt og eventuelt i vannforekomstenes sedimenter. Løseligheten i vann øker med vannets humusinnhold eller farge, men samtidig kan dette føre til en lavere tilgjengelighet i økosystemet. I hovedsak forventes disse forurensningene å forbli innenfor feltets grenser.

### 4.3 Betydning for vannkvaliteten

Det er i hovedsak bly og kobber som kan forekomme i høge konsentrasjoner i avrenning fra skytefelt. Disse metallene bindes til humus og transporteres ut fra feltet. Siden kan metallene frigjøres ved at humus brytes ned i innsjøer og elver, eller ved at metallene føres tilbake fra elve- og innsjøsedimenter der de er avsatt over en årrekke. De største konsentrasjonene i vekster og dyr finner vi i vegetasjon som har sine røtter direkte i metallholdige sediment, og i dyr som lever i og av bunnsedimenter. Tilgjengeligheten av bly for opptak i organismer er størst i kalkfattig, surt vann med lite humus.

Bly er et grunnstoff som ikke har noen kjent nødvendig funksjon i organismer. Fisk er generelt mer følsom enn dens næringsdyr. De første effektene kan registreres på fisk allerede ved 10 µg bly/l i surt kalkfattig vann. Både alger, dyreplankton og bunndyr viser ikke skade-effekter før konsentrasjonene er ca 10 ganger høyere enn denne. Enkelte krepsdyr og snegl er relativt følsomme og kroniske forgiftnings-effekter kan opptre allerede ved 20 µg bly/l. Alle disse effektgrensene er godt innenfor de konsentrasjoner av bly som en kan finne i avrenningen fra mye brukte skytefelt.

Planter tar som regel lett opp blyforbindelser via rotsystemet der mesteparten også akkumuleres. Bly er giftig for planter i høge doser slik som kan oppstå i jorda ved deponiene, og et høgt blynivå reduserer også aktiviteten blant jordas mikroorganismer. Løste blyforbindelser anrikes i kroppen (særlig skjelletet) og er meget giftig for mennesker og dyr. Innånding av blyholdig støv og inntak av blyholdig vann og mat står sentralt. Barn og fostere er de største risikogrupperne. Bly virker på en rekke organer, bl.a. nervesystemet, nyrene, bloddannelsen og intelligensutviklingen. Bly er betydelig giftigere for dyr og mennesker enn for planter.

Kobber er et nødvendig element for levende organismer, men trengs i lave mengder og blir fort giftig ved økende konsentrasjoner. Løst kobber er kjent som en meget sterk gift overfor fisk og andre vannlevende organismer såvel planter som dyr. Hos fisk skades gjelle-epitelet og slimet på overflaten, med påfølgende kvelning som resultat. Mennesker og dyr kan derimot drikke kobberholdig vann uten å ta skade. Det råder imidlertid stor uklarhet med hensyn til de helsemessige sider ved inntak av kobberholdige næringsmidler for mennesker og dyr. Gifteffekter av kobber er relativt godt undersøkt for vannlevende organismer og skadelige effekter har blitt påvist hos alger, virvelløse dyr og fisk ved så lave konsentrasjoner som 2-5 µg kobber/l. Dette nivået registreres ofte i avrenningen fra feltskytebaner. Ofte er effektgrensene noe høyere på grunn av humus som binder løst kobber. Undersøkelser utført av NIVA har vist at kobber i konsentrasjoner på omkring 40-60 µg/l kan forårsake akutt dødelighet av laksefisk i norske vannforekomster. Dette er også nivå som lokalt registreres i bekker som avvanner feltskytebaner i norske skytefelt.

Olje og raffinerte oljeprodukter kan være giftig for akvatiske organismer, men det kan være vanskelig å forutsi effektene da omstendighetene (både de naturlige og kjemisk sammensetning av produktene) rundt slike utslipp kan variere betydelig. Spesielt utsatt er egg og yngre individer. De fysiske egenskapene disse produktene har ved at de flyter på vannoverflaten kan være en spesiell trussel for vannfugl, både ved å redusere varmeisolasjonen ved tilklining og via inntak når de forsøker å rense fjærene. Oljeprodukter setter også lett smak på fiskekjøtt og gjør de uegnet som mat.

Organiske mikroforurensninger slik som bl.a PAH viser ofte gifteffekter på dyr ved konsentrasjoner over 100 µg/l. For enkelte forbindelser innen denne gruppen forurensninger kan

imidlertid effektgrensene være betydelig mindre. Det er ikke vedtatt noen normer eller standarder for totalt PAH innhold i ferskvann.

#### **4.4 Hva betyr endringene i vannkvaliteten ved etablering av regionfelt-Østlandet i lys av norsk miljøpolitikk.**

Dette er ikke noe enkelt tema og vi velger å gjenngi noen generelle synspunkter som er fremme i debatten. Statens forurensningstilsyn (SFT) har på slutten av 80-tallet tatt initiativ til et større nasjonalt program som har til hensikt å avdekke alle potensielle forurensningskilder slik som deponier, avfallsfyllinger, industrigrunn, gruveområder og forurensete sedimenter. Målet er at faren for alvorlige forurensningsproblemer fra disse områdene skal være redusert til et minimum i år 2000. Ved henvendelse til Miljøverndepartementet blir det opplyst at man har et overordnet mål i miljøforvaltningen at utslippet av miljøgifter slik som metaller skal reduseres betydelig i løpet av en generasjon. Sett i dette perspektivet kan ikke etableringen av et skytefelt som årlig sprer 7 tonn bly og 10 tonn kobber i naturen uten mulighet for revinning, sies å være i tråd med en slik målsetning. Disse deponiene vil med tiden lekke metaller til nedenforliggende vannsystemer og således ha en motsatt utvikling enn den som er ønskelig for miljøvernforvaltningen.

Stortinget har imidlertid bestemt at vi skal ha et forsvar som også skal gis muligheter til å drive trening og øving. Det blir således et spørsmål om å begrense omfanget av eventuelle utslipp på linje med andre forurensningskapende aktiviteter, slik som for eksempel ulik industrivirksomhet. For industribedrifter er dette nedfelt i krav som SFT har satt til utslipp til luft og vann. Ved henvendelse til Miljøverndepartementet får vi opplyst at det ikke er utarbeidet slike utslippskrav til militære skytefelt. Endringene i vannkvaliteten de nærmeste årene vil neppe bli av stort omfang og berøre mange brukere. Det er først etter flere års bruk og eventuelle uhell knyttet til bruk av kjøretøyer at problemene kan melde seg. Miljøpolitikken er en del av regjeringens generelle politikk og den kan også endres over tid. Vi velger derfor ikke å spekulere videre på dette temaet.

### **5. Avbøtende tiltak**

Med avbøtende tiltak menes tiltak eller restriksjoner som vil begrense og i enkelte tilfeller forhindre forurensninger i bekker, elver og innsjøer. Vi vil understreke at det i de nærmeste årene kan komme løsninger som for oss er ukjente i dag. Dette vil være en naturlig utvikling sett i lys av de fokuseringer miljømyndighetene har gjort på deponier av metaller og andre forurensninger. Det er viktig at et nytt regionfelt tar hensyn til forurensningsiden og søker å legge forholdene tilrette for en minst mulig utlekking av forurensninger fra deponiet. Et overvåkningsprogram vil kunne gi svar på om eventuelle avbøtende tiltak fungerer etter sin hensikt

For skytefelter vil vi foreslå følgende:

#### **Forebyggende tiltak:**

- Målområder og nedslagsfelter må avmerkes og all skyting bør foregå slik at minst mulig av prosjektilene faller utenfor målområdet.
- Det kan være en viss fare for beitedyr og vilt dersom dyrene får i seg hvitt fosfor og/eller metallfragmenter, særlig av bly eller planterøtter og jord med stort blyinnhold. Det kan derfor



være et tiltak at selve målområdet med kulverter blir inngjerdet. Blindgjengerfeltet kan også eventuelt gjerdes inn.

- Randvegetasjon må beholdes/etableres rundt flatbaneskytefeltet for å kunne fange opp skudd og eventuelle rikorsjetter som ville kunne falle utenfor målområdene.
- Ved planlegging av faste målområder bør en unngå å benytte myrområder og vann og vassdrag som nedslagsfelter. Her bør en mest mulig benytte tørr fast morenegrus med god infiltrasjon. Vi kan nevne at det i Ælvdalen skytefelt i Sverige er restriksjoner og bøter for de ansvarlige offiserer dersom de skyter mot myr og vassdrag.
- Mest mulig av naturlig markvegetasjonen og vegetasjonsdekket generelt beholdes i nedslagsfeltet. Hensikten er å redusere erosjonsfaren ved at jordsmonnet ikke blottlegges..
- Det bør ikke kjøres eller graves i deponiområdet eller foretas andre operasjoner som øker erosjonen av humus og utlekkingen av metaller. Spordannelser skaper raskt nye bekker som eroderer lettflytende organisk materiale svært raskt. Erfaringer viser i skytefelt er utløste metaller oftest bunnet til dette organiske materialet. Dette er med andre ord et svært viktig forebyggende tiltak.
- En bør unngå å benytte plantevernmidler. Kratt og annen uønsket vegetasjon i målområde, nedslags- og blindgjengerfelter fjernes manuelt eller mekanisk dersom dette er nødvendig.
- Miljømessige konsekvenser av nytt materiale og nye stoffer i ammunisjon må nøye vurderes før de tas i bruk.

#### **Reparerende tiltak:**

- Forsurede eller naturlig sure deler av nedslags- og blindgjengerfeltet kan kalkes. En regelmessig kalking av delområder kan motvirke korrosjon, redusere utlekkingen av metaller og redusere gifteffekten. Dette kan være et effektivt tiltak i mange tilfeller.
- Det bør årlig utføres opprydding i nedslagsfelt og blindgjengerfeltet for bombekastere.
- Det utarbeides spesielle regler for skyting med ammunisjon og granater med hvitt fosfor.
- Jord og markområder inklusive vann og vassdrag med stort innhold av metaller og metallforbindelser bør betraktes som forurenset grunn/jord og må behandles deretter. Gravevirksomhet og flytting av masser i eller nær målområder og nedslagsfelter kan få svært uheldige konsekvenser med økt utsig av metaller. Jordsjiktet i disse områdene må derfor ikke fjernes og brukes til fyllmasser eller lignende.

For veger vil vi foreslå følgende:

#### **Forebyggende tiltak**

- Under anleggsfasen bør løsmasser minst mulig komme i berøring med elver, bekker og vannsig slik at erosjonen blir så liten som mulig.
- Der veger/kjøretraseer må legges langs bekker, tjern og innsjøer bør en sikre en tilstrekkelig kantzone. Vegfyllinger i og langs vassdrag og innsjøer bør unngås.
- Samtlige vegkulverter og stikkrenner som berører tidligere fiskeførende vassdrag utformes slik at de ikke utgjør vandringshinder. Halvsirkelformede platerenner på støpte fundament eller helst broløsning er å foretrekke.
- Anleggsbrakker må ha toaletter med lukkede vannsystemer som ikke tilføres vassdrag, men kjøres bort i tankbil.
- Olje- og drivstofflagre samt serviceplasser for anleggsmaskiner må legges på egnede steder hvor risiko for oljeforurensning av grunn og vassdrag er redusert
- Masseuttak bør ikke skje slik at det fører til stor materialtransport til vassdrag.
- Geologer må vurdere om det er fare for å sprengne og knuse i metallholdige bergarter. Sulfid- og metallholdige bergarter må ikke nyttes i vegfyllingene.

#### **Reparerende tiltak:**

- Eventuelle problemer med sur jernholdig avrenning fra drenert myr kan avbøtes ved kalking slik som for avrenning fra målområdene.
- Tilsåing og beplanting av erosjonsutsatte vegskråninger bør vurderes.
- En kan lagre oljevernustyr sammen med branvernsmateriellet i lagerbygget i feltet. Dette for raskt å kunne begrense eventuell oljeforurensning ved trafikkuhell.
- Dustex kan brukes som støvbindemiddel, ikke vegsalt.
- Eventuelle overvannsutslipp fra betongbelagte arealer må ikke ledes direkte ut i nærmeste vassdrag. Her må en benytte seg av naturgitte infiltrasjonsmuligheter i løsmasser.

For sanitæranlegg/toaletter vil vi foreslå følgende:

- Løsning med tett tank for toalett og infiltrasjon i grunnen for gråvann anbefales. Skulle det være gode innfiltrasjonsmuligheter går det antagelig også bra med vannbesparende toaletter og septiktank med spredegrøfter. Skal spredegrøftene fungere, er det likevel nødvendig med fortløpende kontroll da det har vist seg at denne løsning har sine begrensninger. Fylkesmannens miljøvernnavdeling er her det offentlige organ som gir utslippstillatelse, men saken må gå via berørte kommune etter de foreliggende instruksjoner.

## 6. Oppfølgende undersøkelser

Forsvaret har fra og med 1992 hatt gående en overvåkningsundersøkelse av vannkvaliteten i avrenningen fra militære skyte- og øvningsfelter. I tillegg til de kunnskaper som allerede finnes, er det ønskelig med videre kunnskap, særlig når det gjelder de langsiktige perspektiv. Vi vet at korrosjonen av prosjektiler er sein og mye seinere enn de årlige deponeringer. Mengdene av metaller og eventuelle mikroforurensninger vil derfor fortsette å øke med årene så lenge feltet er i bruk. Derfor er det sannsynlig at også effekten på miljøet kommer til å øke. Betydningen av eventuelle påslag i forurensningene fra skytefeltene og øvningsområdene skal også vurderes opp mot størrelsen av bidraget fra naturlige geokjemiske kilder, eventuelle lokale kilder andre enn de militære, og forurensninger fra atmosfæren. En enkel overvåknings-undersøkelse av et nyetablert regionfelt er derfor ønskelig. Undersøkelsen vil avdekke og kunne forklare årlige variasjoner i forurensningsavrenning og dessuten vise utviklingen over tid. Den vil også avdekke hvilke områder utenfor skytefeltene som kan bli påvirket. Herved får en også mulighet til å vurdere eventuelle avbøtende tiltak samt å vurdere effekten av disse. Overvåkingen kan også vise om det er nødvendig med mer omfattende undersøkelser som for eksempel å klarlegge eventuelt opptak og akkumulering av tungmetaller og mikroforurensninger i den akvatiske næringskjeden i de mest berørte vassdragsavsnitt. Direkte skadeeffekter vil også kunne klarlegges og omfanget vurderes.

Ved en eventuell etablering av et regionalt skytefelt vil vi foreslå at det etableres en enkel overvåking, da det foreligger en unik mulighet til å kunne følge forurensningspåvirkningen fra et i utgangspunktet "uberørt" område. Et slikt program bør samordnes med pågående undersøkelser for Forsvaret i andre skytefelt.

Dette programmet innebærer undersøkelser av bioakkumuleringen i vannmoser i den isfrie delen av året sammen med uttak av vannprøver for metallanalyser for de mest berørte vassdrag. Lokale miljøoffiserer deltar i dette arbeidet. Dersom det med tiden skulle det bli behov for mer inngående undersøkelser, vil opptak og akkumulering av tungmetaller og PAH i næringskjeder være aktuelt.

## 7. Referanser til relevant litteratur

Alabaster, J.S. and R. Lloyd. 1982. Water quality criteria for freshwater fish. Butterworths, London.

Anon 1993. Metallerna i miljön. Naturvårdsverket, rapport 4135.

Bacle, I. 1988. Accumulation et relargage du cuivre et du cadmium par deux especes de mousses aquatiques. Influence de pH, de l'EDTA et des phosphatates. Universite de Metz, Centre des sciences de l'environnement.

Berge, D. og S. S. Johansen. 1992. Ny E18 forbi drikkevannskilden Hallevannet i søndre Vestfold. Påvirkning-Tiltak. NIVA- Rapport O-92182/1 nr-2820. 22s.

- Bjerknes, V., K.J. Aanes og T. Bækken. 1991. Flomsikring av Vangsvann. Miljøvirkninger av anleggsarbeid. NIVA-Rapport 2676.
- Bækken, T. 1993. Miljøvirkninger av vegtrafikkens asfalt og dekkslitasje. NIVA-Rapport O-92090/L nr-2874. 42 s.
- Campell, J.H. and P.M. Stokes. 1985. Acidification and toxicity of metals to biota. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42: 2034-2049.
- Grande, M. 1972. Tungmetallenes innvirkning på ferskvannsfisket. *Forskningsnytt nr.1. 1972:31-34.*
- Grande, M. 1991. Biologiske effekter av gruveindustriens metallforurensninger. NIVA-Rapport O-89103/L nr-2562. 136 s.
- Hasselrot, B. og U. Carlsson. 1994. Sedimentundersökning i Dalslands Kanals Sjösystem 1993. Metaller och PCB. Länsstyrelsen i Älvsborgs Län, Meddelande 1994:3. 60 s.
- Havre, G.N., J.J. Nygård og G. Semb. 1978. Undersøkelse av mulige tungmetallforgiftninger i forbindelse med Forsvarets skytefelt. NIVA-Rapport O-96/73. 26 s.
- Hessen, D.O., V. Bjerknes, T. Bækken og K. J. Aanes. 1989. Økt slamføring i Vetlefjordelva som følge av anleggsarbeid. Effekter på fisk og bunndyr. NIVA-Rapport 2226.
- Hessen, D.O. 1992. Uorganiske partikler i vann - effekter på fisk og dyreplankton. NIVA-Rapport O-89179/L nr-2787. 42 s.
- Hockin, D.C. 1989. Spent shotgun shot in the countryside. An evaluation of the environmental conditions of a number of clay pigeon shooting schools in the United Kingdom and Sweden. Final report of stage one studies to British Association for Shooting and Conservation. RPS Environmental Sciences LTD. 110 s.
- Holtan, H., L. Skjelkvåle, L. Lingsten, M. Grande, K.J. Aanes og T. Bækken. 1991. Storvatnet Nord. Undersøkelse av tungmetalltilførsler fra skytefelt. NIVA-Rapport O-88065/L nr-2251. 32 s.
- Holtan, H. og D.S. Rosland. 1992. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning. Nr. 92:06. TA-905/1992.
- Jørgensen, S.S. og M. Willems. 1987. The fate of lead in soils: the transformation of lead pellets in shootingrange soils. *Ambio* 16: 11-15.
- Kjellberg, G. 1988. Vannforurensning fra skytefelt. Delprosjekt 1. Forprosjekt vedrørende eventuell vannforurensning fra demolering av ammunisjon ved Hjerkinnskytefelt 1986-1987. NIVA-Rapport O-86162/L nr-2183. 36 s.
- Kjellberg, G. 1990. Tiltaksorientert overvåking av øvre del av Glåma i 1990. NIVA-Rapport O-800212/L nr-2644. 84 s.

- Kjellberg, G. og B. Boye. 1992. Vannforurensning fra skytefelt. Delprosjekt 2. Forurensningsgrad av tungmetaller fra Terningmoen skytefelt vurdert ut fra ulike målemetoder. NIVA-Rapport O-86162/L nr-2700. 49 s.
- Kjellberg, G. og S. Rognerud. 1992. Vannkvalitet og forurensningsgrad i bekker som avvanner Bradalsmyra skytefelt. NIVA-Rapport O90185/L nr-2782. 43 s.
- Kjellberg, G. 1994. Undersøkelse av eventuelle økologiske effekter av avrenning fra avfallsplassen på Elvegårdsmoen, Narvik Kommune. Årsrapport for undersøkelser utført i 1993. NIVA-Rapport O-93108/L nr-3123. 17 s.
- Landbruksdepartementet, Skogavdelingen. 1991. En veileder i skogsveibygging med miljøhensyn.
- Lien, L. 1989/1990. Lokalisering av forurensninger fra Heiane Industriområde på Stord. NIVA-notat, O-89045/Jnr-1853/89.
- Lithner, G. 1989. Bedømningsgrunder før sjøar och vattendrag. Bakgrunnsdokument 2. Metaller. Naturvårdsverket. Rapport nr. 3628. 80 s.
- Lithner, G. et al. 1993. Styrefaktorer för metaller i vatten och "bäckvattenväxter" i små vattendrag i Kalmar län. ITM Rapport 3.
- Lithner, G. 1994. Biologiske effekter av metaller i limniska system. Vatten 50: 64-69. Lund 1994.
- Ma, W. 1989. Effect of soil pollution with metallic lead pellets on lead bioaccumulation and organ/body weight alterations in small mammals. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 18:617-622.
- Manninen, S. and N. Tanskanen. 1993. Transfer of lead from schotgun pellets to humus and three plant species in a Finnish shooting range. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 24:410-414.
- Miljøverndepartementet. Konsekvensutredninger veileder T 1015.
- NVE, Vassdragsdirektoratet - Hydrologisk avd. 1987. Avrenningskart over Norge. Blad 1.
- Rognerud, S. and E. Fjeld. 1990. National survey of heavy metals in lake sediments and mercury in fish. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 426/90. TA 714/1990.
- Rognerud, S., G. Kjellberg og B. Boye. 1991. Vannforurensning fra skytefelt. Del 1. Generell vurdering av bevegelighet og giftighet av tungmetaller som deponeres i militære skytefelt. NIVA-Rapport O-86162/L nr-2668. 65 s.
- Rognerud, S. og B. Boye. 1992. Vannforurensning fra skytefelt. Del 3. Forurensning av aktuelle tungmetaller fra 10 av Forsvarets skytefelter. NIVA-Rapport O-91076/L nr-2699. 41 s.
- Rognerud, S., G. Kjellberg and B. Boye. 1992. Water pollution of heavy metals from military firing ranges in Norway. Manuscript prepared to the Conference on Environmentally Sound Life Cycle Planning of Military Facilities and Training Areas. Dombås 23-25 september 1992.

- Rognerud, S., G. Kjellberg og K. Ingebrigtsen. 1993. Vannforurensning fra skytefelt. Overvåkning av tungmetaller og klorerte hydrokarboner fra Terningmoen skytefelt i 1992, inklusive to eldre søppelplasser. NIVA-Rapport O-92077/L nr-2882. 9 s.
- Rognerud, S. 1993. Vannforurensning fra skytefelt. Overvåkning av kobber og bly i 1992. NIVA-Rapport O-92077/L nr-2884. 26 s.
- Rognerud, S. 1994. Overvåkning av metallforurensning fra militære skjutfelt og demoleringsplasser. Resultat fra tre års overvåkning. NIVA-Rapport O-93109/L nr-3076. 31 s.
- Rognerud, S., J. E. Løvik, B. Boye og T. Tellefsen. 1994. Avsetninger av forurensninger på snø ved bruk av røykammunisjon og rakettartilleri (MLRS). NIVA-Rapport O-93258/L nr-3150. 50 s.
- Rognerud, S. 1996. Overvåkning av metallforurensning fra militære skytefelt og demoleringsplasser. Resultater fra 5-års overvåkning. NIVA-rapport L.nr. 3416-96.
- SFT. 1993. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1992. Rapport 533/93. Statens forurensningstilsyn, Oslo. 296 s.
- Tanskanen, H., J. Kukkonen og J. Kaija. 1991. Heavy metal pollution in the environment of a shooting range. In: *Autio S(ed) Current Research 1989-1990*, Geological Survey of Finland, Special Paper 12:187-193.
- Vertegaal, P.J.M. 1989. Environmental Impact of Dutch Military Activities. *Environ. Consrev.* Vol. 16 (1).
- Ward, N.J. 1990. Multielement contamination of British motorway environments. *Science of the Total Environ.* 93:393-401.
- Ward, N.J. 1992. Seasonal variation of multielement contamination along the London orbital (M25) motorway. *The Fourth International Symposium "Highway Pollution"*, Madrid 1992.



## Vedlegg B.

Forventet årlig forbruk av ammunisjon gitt som øvre tall og de beregnede totale metalldeponeringer ut fra de respektive prosjektiler/raketters metallinnhold.

Stridsv./artilleri/- tyngre infanteri	Antall	Bly (kg)	kobber (kg)	antimon (kg)	sink (kg)	jern (kg)	aluminium (kg)
155 mm	10000		5000		ukjent	370000	200
105 mm	5000		1500		ukjent	75000	50
227 mm LMRS	60						
105 mm stridsv.	5000						
84 mm Karl Gustav	3000		100		ukjent		3000
81-120 mm bombek	6000					18000	1800
<b>Lette automatvåpen</b>							
20-40 mm	100000					50000	
7,62 mm	630000	3800	1700	400	195		
12,7 mm	270000	3000	1500	ukjent	ukjent	4000	
andre							
<b>Panservernraketter</b>							
127 mm TOW	50						
M72 bærbar	400		50				500
andre bærbare	400						
<b>Lysraketter</b>							
71 mm LYRAN	1000						
Håndavfyrt	4000					1500	100
<b>Annet</b>							
Miner	200						
Håndgranater							
Sprengstoff	3000kg						
<b>Tilsammen</b>		6800	9850	400 +	195+	518500	5650



# Vedlegg C.



## FORSVARETS BYGNINGSTJENESTE

Sentralledelsen - Prosjekt Regionfelt Østlandet

KONSEKVENsutredning - REGIONFELT ØSTLANDET

### EVALUERINGSSKJEMA

#### KONSEKVENSER, AVBØTENDE TILTAK OG PRIORITERING AV ALTERNATIVENE

Delutredning/tema: . Forurensning til vann. . . . .

Firma/institusjon: .Norsk Institutt for vannforskning (NIVA) . . .

#### 1. KONSEKVENSER VED UTREDET TEMA UTEN AVBØTENDE TILTAK. (ABSOLUTT KONFLIKTVURDERING.) Sett kryss:

KONSEKVENSER / KONFLIKTPOTENSIALE	GRAVBERGET	HOLMSJØEN	GRÅFJELLET
SMÅ NEGATIVE KONSEKVENSER / LITE KONFLIKTPOTENSIALE			
MIDDELS STORE NEGATIVE KONSEKVENSER / MIDDELS STORT KONFLIKTPOTENSIALE		X	
STORE NEGATIVE KONSEKVENSER / STORT KONFLIKTPOTENSIALE	X		X
MEGET STORE NEGATIVE KONSEKVENSER / MEGET STORT KONFLIKTPOTENSIALE			

#### ALTERNATIV GRAVBERGET:

##### a) Trussel og viktigste negative konsekvenser:

Nedslagsområdet for prosjektiler har et stort innslag av sure myrområder som ligger over en finstoffrik, tett morene og en kompakt berggrunn. Dette gjør at utløste metaller og andre forurensninger ikke vil infiltreres i grunnen, men vil transporteres i bekker og sig og relativt raskt nå Vesle Flisa. Vesle Flisa renner også direkte gjennom målområdet og humusrikt/ surt vann, slik som dette feltet har, er en kombinasjonen som gjør at transporten av metaller ut av feltet blir mer effektiv. Det er derfor relativt store sjanser for at metaller fra korroderte prosjektilfragmenter vil og løses ut i vassdraget

##### b) Viktigste positive konsekvenser:

ingen

#### ALTERNATIV HOLMSJØEN:

##### a) Trussel og viktigste negative konsekvenser:

Dette alternativet har lite våtmarker i nedslagsfeltet vesentlig på grunn av en oppsprukket berggrunn med forholdsvis porøse morene.masser. Dette betinger en rimelig god infiltrasjon og mindre overflateavrenning enn i Gravberget. Feltet har derfor gunstig naturlige forutsetninger med hensyn til å begrense korrosjon av prosjektiler og utlekking av metaller til vassdrag. Vi vurderer også sjansene for effekter i vassdraget nedstrøms som liten i dette alternativet.

**b) Viktigste positive konsekvenser:**

ingen

**ALTERNATIV GRÅFJELLET:**

**a) Trussel og viktigste negative konsekvenser:**

Vannkvaliteten i bekkene fra dette feltet indikerer at jordsmonnet har en stor bindingskapasitet for metaller. Det konsentrerte målområdet består hovedsakelig av myr med stedvis underliggende tette morenemasser. Det er derfor større sjanser for at eventuelle forurensninger skal spres i overflateavrenning i stedet for infiltrasjon i grunnen. De store myrområdene produserer mye løste humusstoffer som er "transportøren" for metaller i avrenningen fra området

**b) Viktigste positive konsekvenser:**

ingen

**2. KONSEKVENSER VED UTREDET TEMA MED VIRKNING AV AVBØTENDE TILTAK**

**(ABSOLUTT KONFLIKTVURDERING.) Sett kryss:**

(«Trusselen» kan være påvirkning av personell, skyting, kjøretøyer og våpensystemer, eller annen arealbruk.)

KONSEKVENSER / KONFLIKTPOTENSIALE	GRAVBERGET	HOLMSJØEN	GRÅFJELLET
SMÅ NEGATIVE KONSEKVENSER / LITE KONFLIKTPOTENSIALE		X	
MIDDELS STORE NEGATIVE KONSEKVENSER / MIDDELS STORT KONFLIKTPOTENSIALE			X
STORE NEGATIVE KONSEKVENSER / STORT KONFLIKTPOTENSIALE	X		
MEGET STORE NEGATIVE KONSEKVENSER / MEGET STORT KONFLIKTPOTENSIALE			

**Viktigste avbøtende tiltak i alternativ Gravberget:**

Med et målområde som ligger i eller i umiddelbar nærhet av Vesle Flisa, og som har relativt tette morenemasser og store myrområder, er det begrenset hvilke virkninger eventuelle avbøtende tiltak vil få. Det vil neppe være mulig å gjøre effektive tiltak mot avrenning av metaller eller andre forurensninger fra dette feltet

**Viktigste avbøtende tiltak i alternativ Holmsjøen:**

Med bedre grad av infiltrasjon i løsmassene vil det være god sjanse for å lage kalksperrer og hindre erosjon i de områdene der dette trengs. Mindre andel myrområder gjør dette arbeidet enklere og sannsynligvis mer effektivt.

**Viktigste avbøtende tiltak i alternativ Gråfjellet:**

Det er også muligheter for å gjøre avbøtende tiltak mot avrenning av metaller og erosjon av løsmasser i dette feltet, men de store myrområdene kompliserer dette arbeidet vesentlig.

**3. PRIORITERING AV ALTERNATIVENE:**

Pri. 1: Alternativ

..Holmsjøen .....

.....  
(RELATIV KONFLIKTVURDERING.)

Pri. 2: « .. Gråfjell. ....

....

Pri. 3: « .. Gravberget .....

.....

**Alternativ .. Holmsjøen. .... er best egnet fordi:**

Målområdet er best egnet fra naturens side til å hindre utlekking av metaller og at avbøtende tiltak er lettest å gjennomføre.

**Alternativ . Gråfjell. .... er nest best egnet fordi:**

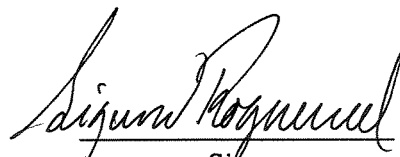
Målområdet har betydelig større myrandel enn tilfelle er for Holmsjøalternativet. Dette øker risikoen for spredning av metallforurensninger og begrenser mulighetene til å gjøre effektive avbøtende tiltak.

**Alternativ . Gravberget. .... er dårligst egnet fordi:**

Målområdets beskaffenhet er dårligst egnet til å hindre korrosjon og utlekking av metaller og andre forurensninger av alle de undersøkte alternativene. Det er også vanskelig å gjøre effektive avbøtende tiltak i dette feltet med såvidt dårlige infiltrasjonsmuligheter.

Sted: . Ottestad. ....

Dato: .22/5-96 .....

  
Sign.

## **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 3486-96

ISBN 82-577-3026-2