

O-94174

## Garnisonsskytefelt for Evjemoen garnison/infanteriets øvningsavdeling nr.2

Konsekvensutredning

Tema ; Vannforurensning - avrenning



Foto; Bjørn O. Rosseland

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O-94174	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3170	20 eks.

<b>Hovedkontor</b>	<b>Sørlandsavdelingen</b>	<b>Østlandsavdelingen</b>	<b>Vestlandsavdelingen</b>	<b>Akvaplan-NIVA A/S</b>
Postboks 69, Korsvoll	Televeien 1	Rute 866	Thormøhlensgt 55	Søndre Tollbugate 3
0808 Oslo 8	4890 Grimstad	2312 Ottestad	5008 Bergen	9000 Tromsø
Telefon (47) 22 18 51 00	Telefon (47 41) 43 033	Telefon (47) 62 57 64 00	Telefon (47 5) 32 56 40	Telefon (47 83) 85 280
Telefax (47) 22 18 52 00	Telefax (47 41) 44 513	Telefax (47) 62 57 66 53	Telefax (47 5) 32 88 33	Telefax (47 83) 80 509

Rapportens tittel:	Dato:	Trykket:
Garnisonsskytefelt for Evjemoen garnison/infanteriets øvningsavdeling nr. 2. Konsekvensutredning. Tema: Vannforurensning - avrenning.	Des. 1994.	NIVA 1993
	Faggruppe:	
	Limnologi.	
Forfatter(e):	Geografisk område:	
Gøsta Kjellberg (NIVA) Bjørn Boye (tidl.DKØ)	Aust-Agder fylke.	
	Antall sider:	Opplag:
	61	50

Oppdragsgiver:	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
Forsvarets Byggingstjenste, Sentralledelsen.	B. Bergesen.

Ekstrakt:
<p>Forsvaret ønsker å utvide sitt skytefelt på Evjemoen. Det er framlagt planer på to lokaliseringalternativ Evje Øst og Grimsdalsvatn. Evje Øst er planlagt med område for både flatbanevåpen inklusive rekylfri kanon og for bk-skyting, mens Grimsdalsvatn kun er beregnet til bk-skyting. Begge alternativene berører ømfintlige områder, som er sterkt forsuret med vassdrag som har lav resipientkapasitet, når det gjelder bl.a. tungmetallforurensning. Ved alt. Evje Øst vil ca. 0,3-0,4 km bekkestrekning kunne bli direkte påvirket og ca. 16-17 km betraktes som influensområder. Ved alt. Grimsdalsvatn vil bare mindre bekker og vannsig i eller nær nedslagsfeltet bli direkte berørt og influensområdet vil ha begrenset omfang. Det legges ingen avgjørende vekt ved vannforurensnings- og/eller vannbruksaspektet ved valg av alternativ for krumbanefelt (bk-skyting).</p>

4 emneord, norske

1. Konsekvensutredning.
2. Tungmetaller i skytefelt.
3. Veger i skytefelt.
4. Vannforurensning.


4 emneord, engelske

1. Consequence investigation.
2. Heavy metals in shooting fields.
3. Roads in shooting fields.
4. Water pollution.

Prosjektleder



For administrasjonen



Dag Berge

ISBN-82-577-2644-3

## Vannforurensning fra skytefelt

0-94174

Garnisonsskytefelt for Evjemoen  
garnison/infanteriets øvningsavdeling nr. 2.

Konsekvensutredning  
Tema  
Vannforurensning - avrenning

Dato:	desember 1994
Saksbehandler:	Gøsta Kjellberg <i>Bjørn Boye</i>
Medarbeidere:	Jarl Eivind Løvik Sigurd Rognerud Mette-Gun Nordheim <i>Kjell Ole Varmo</i>

## Forord

*Forsvaret har i lengre tid signalisert behov for skytefelt til tyngre våpen for Evjemoen/garnison IØ II først og fremst bombekastere og tyngre panservåpen. I denne forbindelse er det nå fremlagt planer på to lokaliseringalternativer til utvidelse av Evjemoen garnisonsskytefelt. Det skal i løpet av 1994 utarbeides konsekvensutredning for alternative plasseringer. I denne forbindelse har Forsvarets Bygningstjenste, ved prosjektleder Bjørn Bergesen bedt NIVA's Østlandsavdeling om å foreta en konsekvensutredning omfattende temaet: Vannforurensning-avrenning.*

*Prosjektet ble kontraktfestet den 24 juli 1994. Prosjektansvarlig ved NIVA er Gøsta Kjellberg. Pensjonert oberstløytnant Bjørn Boye, som tidligere var seksjonssjef ved DKØ og bl.a. hadde stabsansvaret for skytefeltsadministrasjonen på Østlandet er ansatt som konsulent. Den 18.-20. juli i 1994 ble det av Boye og Kjellberg foretatt en feltbefaring i aktuelle områder, og det ble da samlet inn vannprøver. Disse er analysert ved Vannlaboratoriet for Hedmark (VLH)*

*Bjørn Boye har vært ansvarlig for de militære aspekter som beskrivelse av aktiviteten ved IØ II Evjemoen, behov for nytt skytefelt, samt beskrivelse av aktuelle våpen og beregning av bruksbelastning. Her har Major Roald Glomsaker ved IØ II Evjemoen bidratt med inngående gjennomgang av foreliggende planer. Kjell Varmo ved Raufoss A/S har bidratt med en rekke opplysninger om hvilke stoffer og hvilke mengder som inngår i ammunisjon og eksplosiver.*

*Grunneiere O. Løvland og H. Kalleberg har bidratt med lokalkunnskap om bl.a. fiskestatus og brukerinteresser. Øvlt Anders Thorin ved Älvdalen Skytefelt i Sverige har bidratt med opplysninger og synspunkter om flerbruksaspektet.*

*De vannfaglige vurderinger er gjort av G.Kjellberg (NIVA). Bearbeiding av materialet og rapportskriving er gjort ved NIVA's Østlandsavdeling. Forside er utformet av grafisk kontor, NIVA-Oslo. NIVA's Østlandsavdelingen vil takke alle bidragsytere for et godt samarbeide.*

*Ottestad oktober 1994.*

*Gøsta Kjellberg      Bjørn Boye*

# Innhold

Forord .....	2
Sammendrag .....	4
1. Innledning .....	6
1.1. Bakgrunn .....	6
1.2. Aktuelle våpen, bruksbelastning og antatt forurensning .....	9
1.3. Veger, vegbygging og antatt forurensning .....	26
1.4. Sanitærforhold og antatt forurensning .....	28
1.5. Høringsuttalelser .....	28
1.6. Målsetting for konsekvensutredningen for tema "Vannforurensning Avrenning " .....	30
1.7. Arbeidsmetode .....	31
2. Beskrivelse av de aktuelle felter. 0 alternativ .....	33
2.1. Alternativ Evje Øst .....	33
2.1.1. Nåværende situasjon .....	33
2.1.2. Forventet utvikling i området dersom skytefeltalternativet ikke realiseres. ....	34
2.2. Grimsdalsvatn .....	38
2.2.1. Nåværende situasjon .....	38
2.2.2. Forventet situasjon i området dersom skytefeltalternativet ikke realiseres. ....	38
2.3. Avrenningssituasjonen for de aktuelle felter .....	41
2.3.1. Evje Øst .....	41
2.3.2. Grimsdalsvatn .....	43
3. Konsekvenser - Miljøpåvirkninger .....	45
3.1. Evje Øst .....	45
3.1.1. Anleggsfasen .....	45
3.1.2. Tiltaksområde .....	46
3.1.3. Influensområde .....	46
3.1.4. Eventuelle uhell .....	49
3.1.5. Eventuell avvikling av tiltaket .....	49
3.2. Grimsdalsvatn .....	49
3.2.1. Anleggsfasen .....	49
3.2.2. Tiltaksområde .....	49
3.2.3. Influensområde .....	51
3.2.4. Eventuelle uhell .....	51
3.2.5. Eventuell avvikling av tiltaket .....	51
4. Vurdering av skadeeffekter - Konsekvenser .....	52
4.2. Evje Øst .....	52
4.3. Grimsdalsvatn .....	52
5. Avbøtende tiltak .....	54
6. Flerbruk .....	57
6.1. Nye direktiver .....	57
6.2. Evje Øst .....	57
6.3. Grimsdalsvatn .....	58
7. Vurdering av de to alternativer, anbefaling .....	59
8. Oppfølgende studier/miljøovervåkningsprogram og etterprøving .....	60
8.1. Evje Øst .....	60
8.2. Grimsdalsvatn .....	62
9. Referanser til relevant bakgrunnsmateriale .....	65

## Sammendrag

Forsvaret har i lengre tid signalisert behov for skytefelt til tyngre våpen ved Evjemoen garnison. Dette gjelder først og fremst bombekastere, men også mitraljøser og tyngre panservåpen. Dette medfører at nåværende skytefelt må utvides. I denne forbindelse er det fremlagt planer for to ulike lokaliseringalternativ. Disse alternativene er kalt Evje Øst og Grimsdalsvatn. I alt. Evje Øst er det planlagt skytebaner for flatbanevåpen (inklusive rekylfri kanon) og bombekastere, mens feltet ved Grimsdalsvatn kun er beregnet til bombekastere.

Det skal utarbeides en konsekvensutredning for det nye skytefeltet der bl.a. vurdering av alternative plasseringer av bombekasterfelter inngår. I denne forbindelse har Forsvarets Bygningstjenste, Sentralledelsen bedt NIVA's Østlandsavdeling om å foreta en konsekvensutredning over temet: Vannforurensning / avrenning. Hensikten med utredningen er å vurdere størrelsen og betydningen av eventuelle fremtidige forurensninger forårsaket av militær aktivitet i de aktuelle områdenes innsjøer, bekker og våtmarker.

Hovedmålet med undersøkelsen er å vurdere konsekvensene av mulig avrenning av tungmetaller fra nedslagsfeltene/målområdene. Muligheter for avrenning til vassdrag og våtmarksområder skulle spesielt vurderes. Det skulle også gjennomføres en vurdering av muligheter for opptak og akkumulering av tungmetaller i næringskjeder, samt foreslås tiltak for begrensning av eventuell forurensning fra annen type ammunisjon, f.eks. lys- og røykgranater.

Det skulle også utarbeides et program for oppfølgende undersøkelser slik at en kan registrere mulig metallavrenning fra nedslagsfelt. Programmet skulle bl.a. inneholde forslag til undersøkelser av eventuelle effekter av denne type forurensning på flora og fauna. Resultater fra undersøkelsene vil danne grunnlag for vurdering nødvendigheten av avbøtende tiltak.

Utsig av jernforbindelser og tungmetaller fra forurensede arealer som følge av korrosjon av deponerte prosjektiler og metallfragmenter vil være den største miljøpåvirkning fra skyteaktiviteten. Aktuelle metaller er i første rekke jern, bly og kobber, men også antimon og sink som inngår som legeringsmetaller. Videre tilkommer elementer som f.eks. kadmiium, strontium, kobolt, zirkonium og titan samt forbrenningsrester fra krutt og eksplosiver. Brenning av eksplosiver frigjør små mengder polycykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). I skytefeltene øker mengden deponerte tungmetaller med tiden. Således representerer skytefeltet og da særlig flatbanefeltene målområder en potensiell forurensningskilde som bare øker med tiden sålenge feltet er i bruk. Også etter at feltet er avviklet vil det i lang tid fungere som en potensiell forurensningskilde.

For hvert felt vil det bli opparbeidet et vegsystem. Som følge av anleggsvirksomheten og driften av vegsystemet 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 de aktuelle felter vil det bli bygget grusveger tilsvarende skogsbilveg kl. 3. Ved siden av vegene vil det også bli bygget beltevegtrasseer, alternativt traktorveger. Dersom en tar hensyn til de avbøtende tiltak som er foreslått, vil neppe vegdriften utgjøre noe direkte forurensningsproblem.

Begge alternativ til nytt skytefelt berører områder som er betydelig forsuret, og vassdragene i områdene er for tiden fisktomme. Unntak er Åmlandstjern og Bjorvatn med Bjoråna i alt. Evje Øst, som nå har en god ørretbestand. Kalking og utsetting har bidratt til dette. Berørte vassdrag i de to alternative skytefelter har alle flomkarakter, d.v.s. at vannføringen raskt stiger i nedbørsrike perioder og ved snøsmelting, mens vannføringen kan være ekstremt lav i tørkeperioder på sommeren. Vassdragens vannføringsregime med flomkarakter og lav pH gjør at de har liten resipientkapasitet og

lav tålegrense bl.a. med tanke på tungmetallforurensning. Forsuring av områdene gjør at transporten av aktuelle tungmetaller øker til vassdragene. Økt bevegelighet og økt forekomst av metaller som hydratiserte ioner øker biotilgjengeligheten og risiko for gifteffekter i det akvatiske økosystem. Videre vil vi få en økt uttransport av metaller fra skytefeltområdene til vassdrag nedenfor.

Ved alternativ Evje Øst vil bekkene Gymsåna og Katteråsåna bli berørt av flatbaneanlegget og bekkene Katteråsåna, Fiåna og Bjoråna av bombekasterfeltet. Skadeeffekter på mer følsomme vannorganismer og muligheter for opptak og akkumulering av tungmetaller i næringskjeder som følge av høge konsentrasjoner av metaller vil sannsynligvis foreligge i vannpytter og vannsig i eller nær målområder og nedslagsfelt. Videre også lokalt i Gymsåna direkte nedstrøms målområdene for flatbaneanlegget. Totalt vil skadeområdet kunne berøre opp til ca. 0,3-0,4 km bekkestrekning. Ca. 13-14 km bekkestrekninger vil sannsynligvis permanent eller til tider få noe forhøyet metallkonsentrasjon og kunne betraktes som influensområder. Metallkonsentrasjonene i influensområdene vil likevel ikke bli så høge at de vil skade flora og fauna og heller ikke direkte foringe nåværende brukerinteresser. Drikkevannsinteressene i Bjorvatn vil heller ikke bli skadelidende. Det vil heller ikke være betenkeligheter med å bruke nedre del av Katteråsåna til bruksvann for jordbruksformål. Otra og Vassvatnet-Tovdalselva vil ikke bli nevneverdig berørt.

Ved alternativ Grimsdalsvatn vil bombekasterfeltet berøre øvre delen av Vatnedalselva, det s.k. Skinnaren-vassdraget, som renner ut i Tovdalselva. Vassdraget er til forskjell fra forholdene på Evje Øst rikt på innsjøer og tjern. Dette bidrar til å øke resipientkapasiteten p.g.a. flere sedimentasjonsbassenger der bl.a. tungmetaller kan felles ut og lagres i bunnsedimentene. Følgende innsjøer vil bli direkte berørt: Grimdalsvatn, Arevatnet og Heddevatn. Skadeeffektene vil her bli av mindre omfang. Mindre bekker og vannsig i og nær nedslagsfeltet vil imidlertid kunne få kraftig utviklede okerutfellinger, noe som vil kunne skade flora og fauna. Større bekker og innsjøer/tjern vil bli lite berørt og vesentlige brukerinteresser vil ikke bli skadelidende. I dette tilfelle vil influensområdet få begrenset omfang og det vil sannsynligvis når det gjelder vassdrag av noen størrelse bare være i nedre del av Godbekken, Godbekktjern og i bekken som renner ned i Arevatnet at en vil kunne dokumentere jernpåslag og eventuelt påslag av andre metaller og da særlig i Gogbekktjernes sedimenter. Gjutvatn-Tovdalselva vil ikke bli synlig berørt.

De to alternativene til bk-felt vurderes i sin helhet som lite kontroversielle med hensyn til vannmiljøet. Dette sett utifra at vi allerede har store forsuringsskader i områdene og at områdene ikke har dokumenterte truede eller verneverdige vannorganismer. Lokale bade- og rekreasjonsinteresser vil heller ikke bli berørt p.g.a. dårligere vannkvalitet. Videre regner vi med at Grimsdalsvatn fortsatt kan være et godt egnet referansevassdrag for forsøringsstudier.

Det legges ingen avgjørende vekt på vannforurensnings- og/eller vannbruksaspektet ved valg av alternativ plassering av krumbanefeltet. På bakgrunn av en totalvurdering der en spesielt vektlegger en eventuell fremtidig reduksjon i avsetninger av langtransporterte syrer, vil vi imidlertid anbefale Evje Øst som det mest egnede felt. Grimdalsvatn-området har tidligere hatt et visst potensiale for fiskeproduksjon, noe som synes mere begrenset i Evje Øst alternativet.

Forslag til avbøtende tiltak og aspekter omkring flerbruk og forslag til overvåkningsprogram ved en eventuell etablering av nytt skytefelt/er er gitt i kap. 5, 6 resp.8. Eventuell overvåkning kan innarbeides i det fortløpende program som for tiden pågår i flere av Forsvarets skytefelter.

# 1. Innledning

Foruten og gi en mer generell bakgrunn har vi i dette kapittel gjort en inngående analyse av de miljøkonsekvenser overfor vannforekomster som er aktuelle i forbindelse med etablering og drift av militære skytefelt av den type som her foreligger, d.v.s. at vi har lagt spesiell vekt på å vurdere miljøpåvirkning fra deponerte prosjektiler, sprengstoffer og eksplosiver. Vegsiden er også mer inngående vurdert da skytefelt som regel må ha et godt utbygget vegnett. Høringsuttalelsene viser også at det særlig er forurensnings-faren fra tungmetaller og kjemiske stoffer (bl.a. hvitt fosfor) som de fleste er mest opptatt av (se kap. 1.5.).

## 1.1. Bakgrunn.

I forbindelse med omlegging av Forsvarets virksomhet har det funnet sted en rasjonalisering av grunnutdanningen i infanteriet. Tidligere foregikk denne utdanningen ved tre øvningsavdelinger - IØ I Sessvoldmoen, IØ II Evjemoen og IØ III Steinkjer. Dette medførte at en hadde muligheter for å fordele spesialistutdanningen til de avdelinger som hadde den beste forutsetning for denne. Siden ingen av disse avdelingene hadde skytefelt for krumbane (bk) våpen måtte bk-utdanningen foregå på Heistadmoen (FDI 3). Det er nå bestemt at all grunnutdanning av infanteriet skal finne sted ved en øvningsinstallasjon. Av forskjellige årsaker er det bestemt at dette skal være IØ II Evjemoen.

Evjemoen, som ligger i Evje og Hornnes kommune, er en ekserserplass som ble anskaffet i 1912 som øvningsplass for Vesterlen infanteriregiment senere Agdesidens infanteriregiment og delvis Rogaland infanteriregiment nr.8. Plassen ble også nyttet av 1. Bergartilleribataljon. Sin nåværende utformning fikk plassen av den tyske okkupasjonsmakten. Etter krigen er feltet nyttet blandt annet av artilleriavdelinger, først og fremst luftvern- og panservernartilleri. I dag er Evjemoen standkvarter for infanteriets øvningsavdeling nr.II (IØ II). Evjemoen leir har flere avdelinger med IØ II som den største. Her ligger også Evje Tekniske verksted og to repetisjonssentra. Evjemoen garnison har for tiden 317 ansatte og er den største arbeidsplassen i kommunen. IØ II er pr. dags dato Norges største militære avdeling med oberstløytnants kommando.

IØ II har som overordnede oppgaver å utdanne kvalifisert personell til Hæren og Heimevernet, opprettholde beredskap som ivaretar pålagte oppdrag, og å utdanne soldater og lavere ledere til Infanteriet og Heimevernet. Utdanning av personell er IØ II's største oppgave.

Evjemoen garnison har et skyte- og øvningsfelt på ca. 9000 mål med 30 skytebaner som ligger i direkte tilknytning til leiren og er Forsvarets eie. Avdelingen har i tillegg til feltet sikret seg tørr-øvningsområder ca. 25000 daa som er leid fra private grunneiere som manøvrerrettsområde.

Forsvaret har i lengre tid signalisert behov for skytefelt til tyngre våpen i området, først og fremst bombekastere (bk) og tyngre panservåpen. Dette betinger at nåværende skytefelt må utvides for å kunne dekke det kommende behov. Utvidelse av skytefeltet skal i hovedsak dekke to behov: Muligheter for å kunne legge bk-utdannelsen til IØ II og bedret kapasitet på skytetrening for spesialistutdanning. Dette vil i første rekke være mitr/mg kategorier og kanon/panservern utdanning. I tillegg vil en slik utvidelse bety vesentlig rasjonalisering av repetisjonsøvelsene for infanteriavdelinger. I denne forbindelse er det fremlagt planer på to lokaliserings-alternativ til utvidelse av Evjemoen garnisonsskytefelt. Ett av de nye felter er planlagt med område for både flatbanevåpen inklusive rekylfri kanon og for bk-skyting, mens ett felt kun er beregnet til bk-skyting.



## De to alternativer:

1. **Evje Øst:** Utvidelse av Evjemon garnisonsskytefelt med området "Evje Øst".
2. **Grimsdalsvatn:** Utvidelse av Evjemon garnisonsskytefelt med flatbanefelt i området "Evje Øst" og krumbanefelt ved Grimdalsvatn.

## Alternativ Evje Øst.

- Utvidelse av Evjemoen garnisonsskytefelt med området "Evje Øst". Feltet ligger like øst for eksisterende skytefelt og berører kommunene Evje og Hornnes, Iveland og Birkenes. Området består av et myrlendt skogsområde uten forekomst av innsjøer. Dette avvannes av fire mindre bekker. Forsvaret har manøverrett i vestre del av området. Området er mye brukt til øvelse, det er derfor ønskelig at flatbanefelt og krumbanefelt kan etableres i tilknytning til eksisterende manøverrettsområde.

Her inngår et flatbanefelt med totalareal på ca. 5700 daa, hvorav ca. 4500 daa dvs. ca. 80% er sikkerhetssoner som ikke vil bli direkte berørt. Målområdet vil bli brukt til skyting med 12,7 mm mitr. og 84 mm rekylfri kanon (RFK) og utgjør ca. 50 daa. Her vil det bli deponert bly og kobberholdige prosjektiler. Brukstiden vil være inntil 130 dager pr. år.

Videre ønsker Forsvaret også å etablere et krumbanefelt for bombekastere med et total areal på ca. 14100 daa, hvorav ca. 3600 daa (25%) er blindgjengerfelt og ca. 1500 daa (11%) er målområde. Feltet vil få en brukstid på inntil 30 dager pr. år.

Ved siden av anleggsvirksomhet ved standplassene og målområdene må det bygges ca. 13 km ny veg (2 km for flatbanefeltet og 11 km for krumbanefeltet) og eksisterende veger må opprustes. Videre må det etableres tilfredsstillende toalett- og renovasjonsfasiliteter. Dette kan samordnes for de to felter.

### Avbøtende tiltak.

Avbøtende tiltak er aktuelt i forbindelse med støy fra skytingen, for å hindre avrenning av tungmetaller fra målområdet for flatbanefeltet og for å hindre skogbrann.

I forbindelse med standplassene for flatbanefeltet på "Evje Øst" vil det på grunnlag av støymålingene bli bygget støyskjermer/voller for å begrense støyen til omgivelsene. Det tas sikte på å bevare vegetasjon som kan ha betydning for støydempingen.

For krumbanefeltet vil vegetasjon som kan dempe støyen bli bevart (støy vil bli vurdert i annen fagutredning).

I målområdet for flatbanefeltet vil det bli sprengt inn groper s.k. kulverter i fast fjell slik at metallavrenningen fra kulefangerne blir minst mulig. Dette vil også gi et godt anslag for prosjektilene slik at antall blindgjengere, rikosjetter og spredning av splinter reduseres mest mulig. Skyting mot kulverter foregår for tiden bl.a. på Raufoss A/S skyte- og testplass på Bradalsmyra like vest for Raufoss tettsted og gir der ønsket effekt.

En del av ammunisjonen som vil bli brukt kan være brannstiftende. For å hindre spredning av eventuelle branner vil det rundt blindgjengerfeltet bli bygget veg, eventuelt etablert en branngate. Rundt blindgjengerfeltet vil det bli plassert vanntanker for eventuell slukking. Ved stor skogbrannfare vil det ikke bli skutt med potensielt brannstiftende ammunisjon.

Alternativ "Evje Øst" er det alternativ som prioriteres av Forsvaret da alternativet er det eneste som gir mulighet for manøvrering i tilknytning til øvelsene noe som bl.a. gir mulighet for en bedre opplæring enn for alternativet med plassering av krumbane ved Grimdalsvatn (se neden). Videre vil drift og vedlikehold av feltet bli mindre tidskrevende og kostbart om en velger alternativ "Evje Øst". Arealbehovet vil også bli mindre fordi feltene (flatbane- og krumbanefelt) overlapper hverandre.

#### **Alternativ Grimsdalsvatn.**

- Utvidelse av Evjemoen garnisonsskytefelt med flatbanefelt i området "Evje Øst" (se foregående alternativ) og krumbanefelt for bombekastere ved Grimdalsvatn like øst for Byglandsfjorden i kommunene Bygland, Åmli og Froland. Det totale arealet, som berører et skog og myrområde med tre innsjøer, er på ca. 22000 daa hvorav ca. 5400 daa (25%) er blindgjengerfelt og ca 2600 daa (12%) er nedslagsområde. Feltet vil få en brukstid på inntil 30 dager pr. år. I tillegg til etablering av standplasser, toalett- og renovasjons-fasiliteter og forbedring av eksisterende veger må det bygges ca. 5 km ny veg. Det er bl.a. ønskelig å forlenge vegen til Homstølsvatn. Videre må det bygges veg til standplassene og rundt blindgjengerfeltet. I nedslagsområdet og blindgjengerfeltet vil det ikke være noen form for faste anlegg. Vegetasjon som hindrer sikten må likevel fjernes. Det kan være aktuelt å gjerde inn blindgjengerfeltet.

Avbøtende tiltak.

Vegetasjon som kan dempe støyen vil bli bevart.

En del av ammunisjonen som vil bli brukt kan være brannstiftende. For å hindre spredning av eventuelle branner vil det rundt blindgjengerfeltet bli bygget veg, eventuelt etablert en branngate. Rundt blindgjengerfeltet vil det bli plassert ut vanntanker for eventuell slukking. Ved stor skogbrannfare vil det ikke bli skutt med potensielt brannstiftende ammunisjon.

Skyting med kobbermantlede blyprosjektiler fra handvåpen er fortsatt ment i hovedsak å finne sted i det etablerte skytefelt i tilknytning til Evje garnisonen. Dette feltet er idag utbygget slik at en har gode og rasjonelle utdannings- og treningsbetingelser for geværskyting. Betingelsene er dårlige for skyting med Mg/mitr. og mangler helt for bk-utdanning. De nye feltene vil derfor hovedsakelig måtte dekke behov for bk-utdanning mens en for det nærmestliggende feltet (Evje Øst) ser rasjonelle og utdanningsmessige grunner for også å legge noe skyting med flatbanevåpen til dette område. Ved Grimdalsvatn vil det bare bli aktuelt med bk-felt. Dette vil imidlertid bety at andelen av deponerte tungmetaller som bly og kobber vil være svært begrenset, eller at den nesten ikke vil finne sted (alternativ Grimsdalsvatn) i de foreslåtte nye felter.

#### **Beskrivelse av 0 alternativen.**

Hovedbegrunnelsen for det nye garnisonsskytefeltet ved Evjemoen er:

- effektivisering og reduserte kostnader p.g.a. at alle infanterivåpen kan brukes innenfor det utvidede garnisonsskytefeltet.
- Evjemoen blir rep.senter for Distriktskommando Sør-/Vestlandet.
- nye tekniske krav.
- tilfredsstillende Infanteriinspektørens krav til fremtidige garnisonsskytefelt.

Idag foregår bombekasterutdanningen på Heistadmoen med Hengsvann som skarpskytingsfelt. Deler av utdannelsen foregår forøvrig på Terningmoen. Alternativen for utdannelsen om det ikke kommer et nytt felt er fortsatt bruk av et av de eksisterende felter.

Mest sannsynlig vil dette være Hengsvann. Dette feltet er regnet som et godt felt for bk- utdanning. Dette feltet har et klart definert vannsystem. Nedslagsfeltet avrenner til Hengsvann, videre ned forbi Saggrenna og ut i Numedalslågen. Uansett vil en måtte motortransporteres med hele sin feltutrustning til dette området.

Andre alternativ er Terningmoen (som er regnet for å være et mindre egnet bk-felt med utsatt støyforurensning mot Elverum tettsted) eventuelt Hjerkin eller Mjølfjell (dette er imidlertid ikke permanent betjent). Transportene vil bli lange. Siden en vanligvis ønsker at troppe skal øve med sin egen feltutrustning synes det å være vanskelig å komme utenom landeveistransport til disse alternative feltene.

## 1.2. Aktuelle våpen, bruksbelastning og antatt forurensning

I likhet med de andre NATO- landene driver Forsvaret i Norge en bredt anlagt og mangeartet virksomhet. Dette har konsekvenser for miljøet på en rekke områder. Denne virksomhet kan føre til såkalt "forbruk av natur". Etablering og drift av skyte- og øvningsfelter fører til ulike former for påvirkninger som bl.a. kan øke avrenningen av tungmetaller fra deponerte prosjektiler og naturlige kilder. Hovedproblemet med slike tungmetaller er at de ikke brytes ned i naturen, og at de er giftige i lave konsentrasjoner. Vi kan nevne bly, kadmium og kobber. Statens Forurensningstilsyn (SFT) har derfor definert kulefangervoller, målområder, nedslagsområder og blindgjengerfelter ved Forsvarets skytebaner som forurenset jord/grunn med tungmetaller. Dette innebærer at Forsvaret har et spesielt ansvar for forvaltning av disse deponiene. Forsvarsmyndighetene skal ifølge Stortingsmelding nr. 46 (1988-89) og Stortingsmelding nr. 21 (1991-92) som hovedregel stå for gjennomføring av egne miljøtiltak og sørge for å være kompetansemessig, organisatorisk og økonomisk rustet til dette. "Føre var"-prinsippet skal gjøre miljøvernarbeidet forebyggende. En av målsetningene er å sørge for en "bærekraftig utvikling" samt at "naturens tålegrenser ikke overskrides".

Forsvaret disponerer for tiden 1,1 mill. dekar til skyte- og øvningsområder, en vesentlig del av dette er imidlertid vanlig tørrøvningsfelt og sikkerhetssoner uten mer påtagelige inngrep.

I den foreslåtte skytefeltutvidelse på Evjemoen vil følgende våpen og ammunisjonstyper være aktuelle:

### Flatbanevåpen

- Flatbanevåpen (se fig.1 og 2) med kaliber opp til 12,7 mm dvs:  
7,62 mm eller tilsvarende håndvåpenkaliber (eks 5,6 mm opp til 9 mm) gevær/maskingevær og mitraljøse. Felles for disse våpen er at de nytter **kobbermantlet blyprosjektil** med eller uten sporlys. Blyet er normalt legert med **antimon** og kobbermantelet inneholder noe **sink**. **Kadmium** kan forekomme som forurensning i ZnO.

12,7 mm mitraljøse kan nytte et større utvalg ammunisjon. Felles for disse er at alle er kobbermantlet. "Innmaten" kan variere fra vanlig skarp (ball) med blykjerne, brann/panser (med herdet stålkjerne og en brann/sats, panserbrytende med kobbermantel med en herdet stålkjerne og MP (multipurpose) som er en ammunisjon med sammensatt virkning, brann, spreng og panserbrytende. Denne har en kobbermantel med en innlagt stålmantel hvor det ligger et hardmetallprosjektil (tilsvarende kvalitet som nyttes i bergbor). Videre har ammunisjonen en brann/satts med pyrofort metall (**zirkonium**), sprengstoff (normalt pentritt) og en tennsatts som i hovedsak inneholder **magnesium**, **aluminium** samt **kaliumperklorat**. Hardmetallprosjektilet består av 90% **wolframkarbid** og sintret med 10% **kobolt** som bindemiddel.

- **Rekylfri kanon.**  
Aktuelle våpen idag er 84 mm rekylfri kanon (RFK eller Carl Gustav) (se fig.1). Det pågår imidlertid arbeid med innføring av en nyere generasjon av denne type våpen, men hovedtrekkene og antatt forurensning vil være tilsvarende 84 mm RFK. Primært er dette et panservåpen, men den har også både spreng, røyk og lysammunisjon. Panserammunisjon bygger på en hulladning utstyrt med en **kobberliner**, sprengammunisjonen er på basis av en prefragmentert granat (stålkuler), røykgranaten til dagens våpen er på basis av **titantetraklorid**, mens lysgranaten nytter en lyssats på basis av **magnesium** og **natriumnitrat**.

## Flatbanevåpen

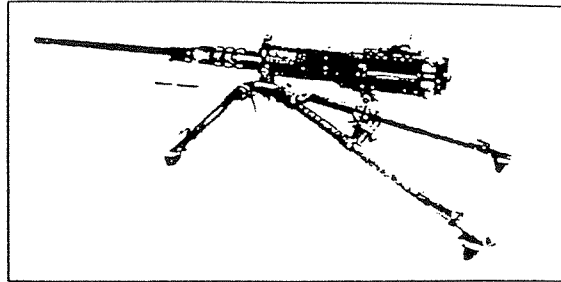
- Mitraljøse og andre flatbanevåpen opp til 12,7 mm eller tilsvarende.

Det største våpen under denne kategorien er pr. i dag 12,7 mm mitraljøse. Våpnene kan avfyres fra bakken eller fra kjøretøy.

Skyteavstand: ca. 500 - 1000 m.

Amm.-typer: vanlig skarp, sporlys og panserbrytende "Multipurpose".

For nærmere beskrivelse av ammunisjon og virkninger av denne, vises det til vedlegg 1.

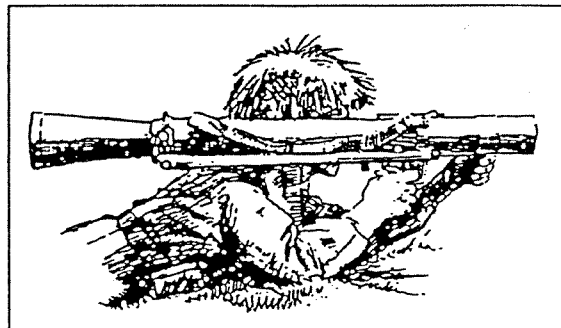


- 84 mm rekylfri kanon (RFK) eller tilsvarende.

De forskjellige panservernvåpen består i prinsippet av åpne rør, hvor det føres inn en granat med sprengladning og driv-ladning.

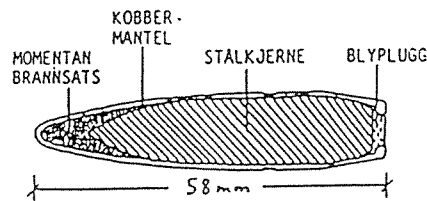
Når det skytes skarpe prosjektiler vil hovedvekten ligge på pansergranater og dernest sprenggranater.

Skyteavstand: 300 til 1000 m



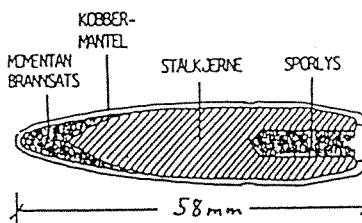
a. 12,7 mm panser-brann M8 (AP I)

MERKING:  
Sølvfarget spiss



b. 12,7 mm panser-brann-sporlys M20 (AP I-T)

MERKING:  
Sølvfarget spiss med rød ring bak



c. 12,7 mm multi-purpose NM140

MERKING:  
Grå-grønn farget spiss

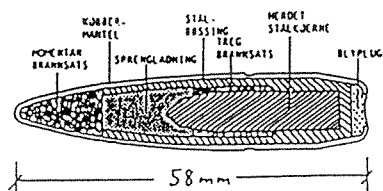


Fig. 1. Aktuelle flatbanevåpen (Kilde: IØ II, Forsvarets prosjekt).

## 7.62 mm ammunisjon til gevær og mitraljøse.

### Patronen

Den vanlige riflepatron består av hylse, tennhette, prosjektil og krutt.

*Hylsen* er laget av messing og har rille som utkasteren på

sluttstykket kan gripe i. Hylsebunnen har tennhull og plass for tennhetten.

Moderne *tennhetter* er rustfrie. Dette betyr at det ikke avsettes skadelige salter i løpet fra tennhetten etter skuddløsningen.

Mens krutt tennes av varme, må tennsatsen ha den egenskap at den tennes av slag.

*Kruttet* er røksvakt; i friluft vil det ved antennelse brenne, ikke eksplodere.

Når kruttet stenges inne og antennes i et gevær, danner det seg et overtrykk av kruttgassen. Dette gir økt forbrenningshastighet som igjen gir økt trykk, og forbrenningen blir eksplosjonsartet, men det er fortsatt en forbrenning. Tetter man igjen løpet (snø, jord, pussedott), kan trykket bli så høyt at geværet springer. Gasstrykket i moderne patroner kan være hele 3800 kg pr kvadratcentimeter.

*Prosjektilet* eller kulen som man fortsatt kaller den, er ikke lenger noen kule. Den er lang og spiss og ofte avsneiet baktil. Den består av en blykjerne med en mantel utenpå. Ved det store trykk som oppstår ved skuddløsningen, ville en blykule ikke kunne gripe riflene i løpet. Mantelen derimot presses inn i riflene, og gjør for øvrig at kulen beholder sin nøyaktige form.

A - Prosjektil

B - Hylse

C - Krutt

D - Tennsats

Patron

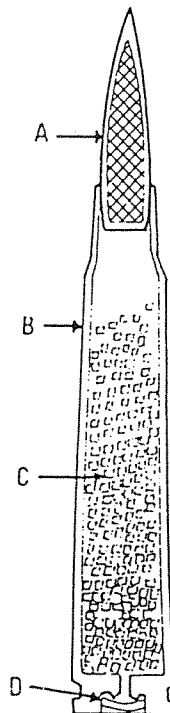


Fig. 2. Småkalibret ammunisjon (Kilde: IØ II, Forsvarets prosjekt).

Patron 84mm hulladning (pansergranat) har en hulladning med kobberkon (se fig.3) og en sprengladning av oktøl på 0,49 kg. Granaten skytes ut med en kruttladung av NG krutt på 0,410 kg og denne tenner en raketmotor (banemotor) av komposittkrutt på 0,25 kg (modell FFV 551 og 552). De øvrige granattyper har ikke denne banemotor.



Fig. 3 Kobberkon og "slugg" til hulladningsgranater.

Patron 84mm spreng har en sprengstoff ladning med RDX/TNT på 0,4 kg og en overdragerladung i brannrøret av tetryl på 0,01 kg. Drivladningen er NG krutt på 0,37 kg.

Patron 84mm røyk er fylt med TTC (titantetraklorid) på 0,77 kg har en overdrager og åpningsladung av tetryl/hexotol på 0,0114kg. Drivladningen er NG krutt på 0,37 kg.

I tillegg finnes en kald øvningsgranat av aluminium som skytes ut med 0,37 kg NG og en raketmotor som består av 0,25 kg komposittkrutt (552).

Patron 84mm lys har en lyssats (Z83) på 0,550 kg og et brannrør med 0,018 kg svartkrutt.

#### Fremtidig utvikling.

På håndvåpensiden går utviklingen i retning av mindre kaliber og hylseløs ammunisjon. Siden det idag kun synes å være uran som rent teknisk kan erstatte blykjernen, må en forvente at en også i framtiden vil ha kobbermantlete blyprosjektiler.

For panservernvåpnene er det først og fremst lengre rekkevidde, større utgangshastighet (hjelperaketter) og forbedret virkning som blir utviklingen. Prinsippet for disse ammunisjonstyper vil imidlertid fortsatt være hulladningsprinsippet eventuelt i kombinasjon med sprengvirkning. Siden det i første omgang kun synes å være rent gull som teknisk sett er bedre egnet enn kobber til hulladningskonden må en også forvente den samme forurensningseffekt av granaten. (Dette kobberet vil sjelden eller aldri være legert dvs. elektrolyttisk rent kobber).

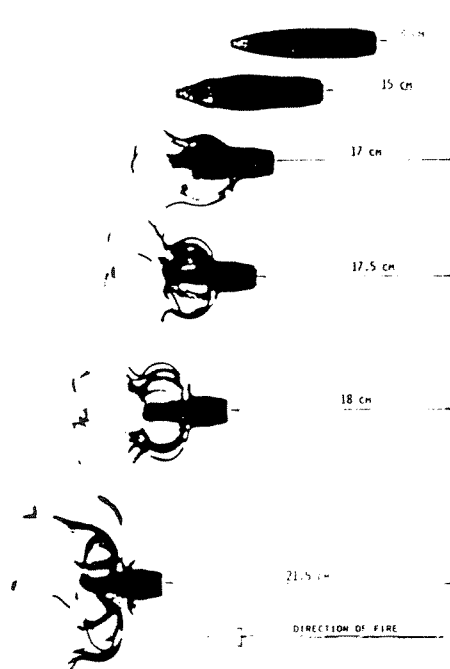
#### **Vannforurensning fra militære skytefelt. Tidligere undersøkelser.**

Største miljøpåvirkning fra skyting med flatbanevåpen vil være i forbindelse med utsig av tungmetaller fra forurensede arealer som følge av korrosjon av deponerte prosjektiler og metallfragmenter fra disse. Aktuelle metaller er i første rekke bly og kobber, men også antimon og sink som inngår som legeringsmetaller. Videre kommer sporelementer som f.eks. kadmium, strontium, kobolt, zirkonium og titan samt forbrenningsrester fra krutt og eksplosiver. Brenning av eksplosiver frigjør små mengder av polycykliske aromatiske hydrocarboner (PAH). Det er beregnet at skyting i Hærens skytefelt med 7,62 mm NATO fører til at det årlig deponeres ca. 85 tonn bly, 41 tonn kobber, 11 tonn antimon og 5 tonn sink vesentlig i kulefangervoller og feltskytebaner (Rognerud et al. 1992). Tungmetaller er grunnstoffer som ikke brytes ned av kjemiske eller biologiske prosesser og kan derfor forbli i økosystemene i svært lang tid. Dersom prosjektilene må gjennomgå en naturlig forvitring, er perspektivet mer langsiktig. Korrosjonshastigheten for kobbermantlede blyprosjektiler er sein og betydelig seinere enn de årlige tilførselene av prosjektiler. I skytefeltene øker derfor mengden tungmetaller i deponiene med tiden. Således representerer disse og da særlig flatbanefeltene målområder en potensiell forurensningskilde som bare øker med tiden så lenge feltet er i bruk. Også etter at feltet er avviklet vil det her i lang tid ligge en potensiell forurensningskilde. Skytefelt som ligger i områder med vannforekomster med lite humus og surt ionefattig vann kan forventes å være mest følsomme med hensyn til giftvirkninger og uttransport av løste tungmetaller (Rognerud et al. 1992).

Forsvaret har i seinere tid igangsatt og bekostet undersøkelser av ulike sider ved metallavrenning fra sine skytefelt. Den første undersøkelsen ble gjort i 1973-74 (Havre et al. 1978). En undersøkte innholdet av kobber, sink og bly i jord-, vegetasjons- og vannprøver som ble tatt fra ulike stasjoner i 6 av Forsvarets mer belastede skytefelt. Vannforurensning fra demoleringsaktiviteten ved Hjerkinnskytefelt ble undersøkt i 1986-87 (Kjellberg 1988). Etter denne innledende undersøkelsen ble problemene omkring tungmetalldeponering i skytefelt behandlet i en egen teoretisk drøfting med hovedvekt på vurdering av bevegelighet og giftighet av slike deponerte metaller (Rognerud et al. 1991). Deretter ble forurensningsgraden av tungmetaller fra Terninmoen skytefelt vurdert ut fra ulike målemetoder (Kjellberg og Boye 1992). Samme året ble det gjort en grundig undersøkelse av 10 av landets største skytefelt (Rognerud og Boye 1992). Gjennom årlige undersøkelser har en senere fulgt dette opp med et representativt utvalg av de mest benyttede skytefelt i landet (Rognerud 1993 og Rognerud 1994). I 1990 ble Storvatn Nord i Sørliamenningen militære skytefelt undersøkt på oppdrag av Harstad kommune. Storvatn Nord er drikkevannkilde for Harstad kommune. I 1991 ble det foretatt en mer omfattende undersøkelse av vannforurensning fra skyteaktiviteten på Raufoss A/S skyte- og testplass på Bradalsmyra (Kjellberg og Rognerud 1992). Det ble videre tatt prøver i bekken som avvanner skytefeltet og søppelplassen på Elvegårdsmoen i 1993 (Kjellberg 1994). I november 1993 ble det foretatt undersøkelser over avsetninger av forurensninger i snø i forbindelse med bruk av røykammunisjon på Haslemoen (Rognerud et al. 1994). Fra og med 1992 er det etablert en årlig overvåkning over eventuell vannforurensning fra 7 av Forsvarets viktigste skytefelt, bl.a. Evjemoen skytefelt. I tillegg overvåkes årlig Raufoss A/S sitt skytefelt på Bradalsmyra og Forsvarets demoleringsfelt i Lærdal (Rognerud et al. 1993, Rognerud 1993 og Rognerud 1994).



Fig. 4.



Røntgenblitsbilde som viser fragmentering av 12,7mm MP ved skyting gjennom 2mm duralplate.



Røntgenblitsbilde som viser fragmentering og splinter av 12,7mm MP ved skyting gjennom 11mm panserplate. Mange av fragmentene vil stamme fra panserplata og ikke prosjektilet. (skyteretning fra høyre mot venstre). (kilde: Raufoss A/S).

## Vurderinger basert på tidligere undersøkelser.

Skytevirksomhet med flatbanevåpen i Forsvarets skyte- og øvningsfelter har allerede i mange tilfeller ført til lokale metallforurensninger i selve målområdene og nærliggende vannpytter, mindre bekker og vannsig. Her har en til tider målt metallkonsentrasjoner i vannet som er mer enn 100 ggr. høyere enn antatte bakgrunnsverdier d.v.s. at tålegrensen overskrides. Største påvirkning av de toksiske tungmetallene bly og kobber observeres når prosjektilene kommer fra håndvåpen og særlig når skytingen foregår mot mål som fører til at prosjektilene deformeres/knuses, som f.eks. ved selvanvisere. Det er som regel feltskytebanene det er knyttet de største forurensningsproblemene til. De største lekkasjene finner sted fra feltskytebaner som er anlagt på myr og der det generelt er lite kalk i jordsmonn og berggrunn (surt avrenningsvann). Bly synes å være det av metallene som kan skape størst skadeeffekt.

Det er likevel ikke påvist forurensningseffekter av betydning i vassdragene nedstrøms skytefeltene grenser, og som regel er det influensområder som dreier seg om noen hundre meter. Dette betyr at en kan regne med at det meste av bly, kobber, antimon, sink og eventuelt også kadmium, wolfram og kobolt som deponeres i flatbaneskytefeltene forblir der og at mengdene fortsetter å øke hvert år så lenge feltet er i bruk. Foreliggende resultater viser således at det vil dreie seg om lokale vannforurensnings-problem som i første rekke berører mindre vannansamlinger og bekkesig i direkte tilknytning til målområdene. Tilkommende ubelastede bekker vil fortynne metallutsigene og effektene er derfor i hovedsak knyttet til de nærmeste hundre metrene nedstrøms skytebanene. Der en har utsig direkte til større vassdrag er påvirkningsgraden minimal og kan som regel ikke dokumenteres. Det er derfor lite sannsynlig at metallavrenning fra skytefelter vil gi direkte forgiftninger av akvatiske økosystemer utenfor skytefeltene. Ferskvannsressurser og brukerinteresser som vannforsyning, jordvanning, fiske, friluftsbad, rekreasjon, akvakultur og kraftproduksjon i nedstrømsliggende større vassdrag vil derfor bli lite berørt.

Videre kan vi nevne at de utførte undersøkelser bl.a. viste at metallforurensningen fra atmosfæren i mange tilfeller var like viktig som bidraget som kom fra korroderte prosjektiler i alle fall i vassdragene nedstrøms skytefeltene. Det var også en stor spennvidde i de naturlige metallkonsentrasjonene i de ulike feltene. I enkelte av skytefeltene der de naturlige metallnivåene var lave var det mulig å dokumentere effekter av korroderte prosjektiler. I felter med høye naturlige metallnivå eller relativt høyt kalkinnhold var det generelt vanskelig å påvise signifikante effekter utenfor selve deponeringsplassene.

Resultatene er også i godt samsvar med det som ble registrert ved undersøkelser av sivile skytebaner (Rognerud et al. 1991).

### **Krumbanevåpen/Bombekastere.**

- Aktuelt våpen for bombekastere er idag 81 mm bombekaster (se fig. 5).  
Denne kan skyte en rekke forskjellige typer ammunisjon (se bilder i vedlegg nr. 1).

Sprengammunisjon består av en splintkappe i stål eller nodulært støpejern (seigjern) og en sprengstoffylling av TNT eller COMP B. Granatene er utstyrt med en styrefinne som kan være av jern eller aluminium. Røykammunisjon som nyttes i nåværende ammunisjon er basert på hvitt fosfor. Lysgranaten har en lyssats på basis av magnesium. På de fleste granater vil en ha et brannrør av aluminium med en del messingdeler (Zn og Cu) i selve mekanismen, brannrøret kan muligens også inneholde spor av kadmium. Nikkel inngår som legeringsmateriale i stål. Forøvrig henvises til tabell 1 som viser et eksempel på de sporelementer vi kan finne i en bombekastergranat.

Bombekaster er et krumbanevåpen som brukes uten direkte sikte. Skytingen observeres og korrigeres fra observasjonsposter. Postene settes ut som fotpatruljer. Våpnene benyttes som fotplatebaser eller som kjøretøymontert på beltevogn.

Skyteavstand:

Ønskelig 1000 - 6000 m

Nødvendig 1500 - 3000 m

Ammunisjon: Sprenggranat med forskjellige typer brannrør, lysgranat og røykgranat.

Granatene settes av ved anslag mot terreng med anslagsbrannrør. Ved bruk av tidsbrannrør, mekanisk tidsbrannrør eller nærhetsbrannrør settes granaten av før den når bakken.

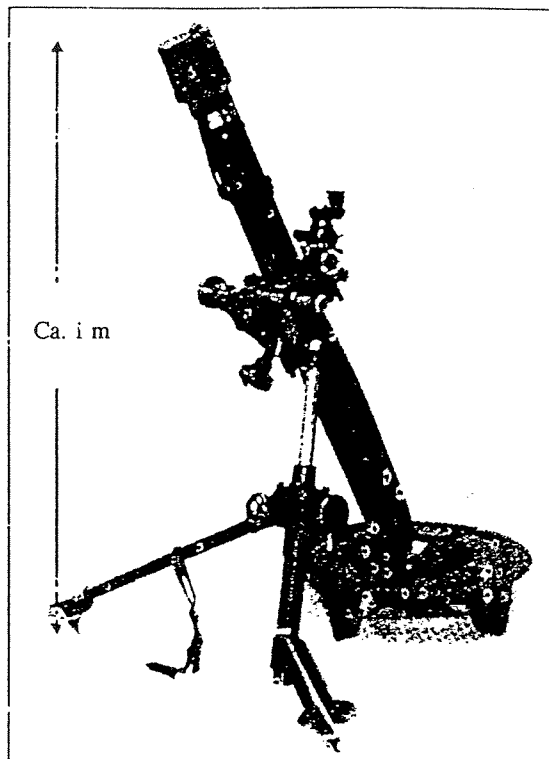


Fig. 5. 81mm bombekaster (Kilde: IØ II, Forsvarets prosjekt).

Tabell 1. Sporelementer som finnes i bombekastergranater. Forekomsten er angitt som %-andel av totalvekten.

Bøssing - 81mm Bk-granat NM 123	
C	3,6 - 4,2
Si	1,2 - 2,0
Mn	0,35
P	0,08
Ni	0 - 1,0
Mg	0,05 - 0,08
Styrefinne av aluminium RA-legering 7108.70	
Si	0,20
Fe	0,30
Cu	0,05
Mn	0,05
Mg	1,00 - 1,40
Cr	0,04
Zn	4,9 - 5,7
Zr	0,12 - 0,25
Tl	0,03

Virkingen av sprengammunisjonen vil bestå i en oppsplintring av granatbøssingen. En optimal oppsplintring vil være en ammunisjon som deles opp i maksimalt antall splinter med en gjennomsnittsvekt på ca 1 gram. Her vil det være tildels meget store forskjeller på ulike typer granater. For NM 123 kan en regne med opptil 7000 splinter mens en for eldre typer ammunisjon vil ligge langt under 1000 effektive splinter. Styrefinner og brannrør vil normalt bare i svært liten grad bli delt opp i noe antall fragmenter. For de andre typer ammunisjon vil en ha fra svært begrenset oppsplintring (røykammunisjon) til at granaten deler seg i noen få deler (lysammunisjonen).

- Andre aktuelle våpen for sprengammunisjon.  
Det finnes i dagens infanterioppsetninger utskytingsrør for AG-3 som skyter en mindre sprenggranat.

### **Aktuell forurensning fra de forskjellige ammunisjonstyper. Sprengstoff og krutt.**

De alt overveiende sprengstofftyper som nyttes i dagens ammunisjonstyper er TNT, OCTOL (blanding av Oktogen (HMX) og TNT) samt Comp B som er TNT blandet med RDX (Hexogen). Reststoffene etter sprengstoffet vil være avhengig av detonasjonsforholdene. Omsatt inne i en lukket granatbøssing vil praktisk talt alt sprengstoff være omsatt før granaten åpner seg. En unngår derved at omsetningen av sprengstoffet vil bli påvirket gjennom forbindelser med gasser i luften. Reststoffene vil derved bli de som en direkte kan utlede av detonasjonsligningene. I første rekke vil disse reststoffer bestå av **karbonmonoksid, karbondioksid, nitrogen, metan, hydrogen og karbon** i form av sot og vanddamp. I tillegg kan det forekomme meget små mengder med **ammoniakk og hydrogencyanid**. Eksempelvis vil 1 kg TNT utvikle 740 g karbonmonoksid, 13,2 g hydrogen, 35,2 g metan, 185 g nitrogen og 26,5 g karbon. De stoffene som i denne forbindelse kan ha en miljømessig betydning er først og fremst nitrogen. Stort sett er det de samme reststoffer for alle nevnte militære sprengstoffer, men innbyrdes sammensetning kan variere. Støpt TNT kan også inneholde opptil 20% aluminiumspulver.

For mer inngående informasjon om detonasjonsligninger henvises til appendiks nr. 1 bak i rapporten.

Eksempelvis vil en for 1 kg ren RDX få 378 g nitrogen. Som nevnt vil RDX aldri bli nyttet alene og vil inngå i blanding med andre sprengstoff, først og fremst TNT. Også i forbindelse med omsetting av krutt er det de samme reststoffer som vil oppstå. 1 kg nitrocellulosekrutt vil gi ca 127,5 g nitrogen, mens 1 kg ballistitt vil gi ca 152 g nitrogen. Med et stipulert antall granater pr år på 916 eksempelvis NM 123 bk vil en da få totalt ca 733 kg sprengstoff eller tilsvarende 433 kg RDX og 293 kg TNT (resten vil være voks). Dette vil da representere 218 kg nitrogen. Krutt til drivladningen vil variere med skyteavstand og er derfor ikke mulig å stipulere, men vil utgjøre helt ubetydelige mengder i forhold til sprengstoff-fyllingene.

Antall skudd og fordelingen mellom de ulike ammunisjonstyper for 84mm kanon kan variere, men i et representativt snitt vil denne skytingen representere ca. 200 kg Ng krutt (tilsv.), ca. 57 kg sprengstoff (TNT, oktol, RDX), ca. 21 kg lyssats og 144 kg titantetraklorid. I størrelsesorden representerer denne skytingen utslipp av under 50 kg nitrogengass i året.

### **Tungmetaller**

Største miljøvirkning av tungmetaller vil være i forbindelse med korrosjon av splinter fra granatbøssingen og rester etter utskutte granater. I forbindelse med undersøkelser av eldre skytefelt bl.a. Terningmoen og Hengsvatn har en konstatert en forholdsvis stor jernavrenning med stor

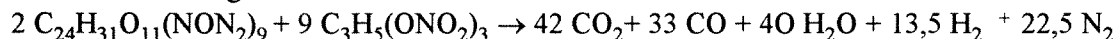
okerutfelling i mindre bekker. Dette synes naturlig idet en spesielt ved stor oppsplintring av granatene vil få store overflater og gode betingelser for korrosjon. Imidlertid vil områdenes innhold av jern være underlagt store naturlige variasjoner samtidig med at jern ikke først og fremst regnes som noen problematisk miljøbelastning. Stor okerutfelling og jernkonsentrasjoner som overstiger 1 mg Fe/l kan likevel være toksisk overfor fisk. Vi kan derfor få lokale skadeeffekter i mindre bekker i og like nedstrøms nedslagsfeltene. Siden granatenes aluminiumsdeler bare i liten grad vil være utsatt for oppsplintring, vil disse først og fremst representere et oppryddingsproblem. Kadmium, nikkel, sink og kobber vil også kunne frigjøres og vil derfor kunne bidra til lokale forurensningseffekter i selve nedslagsfeltet. Foreliggende måledata viser likevel at om en ser bort fra eventuell jernutsig, så er påvirkningsgraden fra nedslagsområder for bombekastere minimal.

#### Utslipp fra krutt:

I forbindelse med skyting vil det bli nyttet noe forskjellige krutt-typer for drivladninger i våpen. For håndvåpen som nytter 7,62mm NATO amm. kan krutttype og ladningsvekt spesifiseres, mens ladningsvekten som nyttes til bk-skytingen vil variere med skyteavstanden.

Eksempelvis vil ladningsvekten for 7,62mm være ca. 2,8gr. Dette vil si for den oppgitte ammunisjonsmengde for mg/mitr. 7,62mm vil det bli omsatt 56 kg krutt. Moderne balistittkrutt vil være på basis av nitrocellulose gelatinert med nitroglyserin (ca. 25-50%).

Teoretisk omsetning kan skrives slik:



Dette vil si at 4149 g ballistitt gir 630 g nitrogengass. Denne gassen vil bli spredt i atmosfæren omkring våpenstandplass og kan danne litt nitrogengjødsel i dette området. Totalt vil ikke nitrogengassen utgjøre mere enn 8,5 kg.

For BK amm. består drivladningen for eksempelvis for NM 123 granten for full ladning av 0,126 kg NG-krutt. Granater til bombekastere leveres alltid med fulle ladninger. Normalt vil en imidlertid i svært mange tilfeller skyte med reduserte ladninger (korte skyteavstander). Siden drivladningskruttet endrer seg noe med lagringstiden og av beredskapsmessige årsaker, er det ikke praktisk mulig å nytte opp igjen tiloversblevne drivladninger. Det er idag en helt vanlig prosedyre at dette tiloversblevne krutt (drivladninger) som ikke blir nyttet ved skytingen blir brent på standplassen. Totalt vil bk-skytingen på årsbasis beløpe seg til skyting/brenning av  $916 \times 0,126 = 115,4$  kg krutt. Dette representerer ca. 17,5 kg nitrogengass. En kan derfor se bort fra nitrogenbidraget fra krutt.

#### Røykammunisjon.

I ammunisjonssortimentet for bombekastere inngår røykammunisjon. For den ammunisjon som Forsvaret disponerer idag nyttes ammunisjon med hvitt fosfor som aktivt røykstoff. Hvitt fosfor er en fargeløs, gjennomskinnelig masse som lyser svakt blått i mørke. Ved vanlige temperaturer er den myk som voks, men blir ved avkjøling sprø. Densitet i fast tilstand er  $1,8232 \text{ g/cm}^3$ , smeltepunkt  $44,1^\circ \text{C}$ . Den smelter til en fargeløs sterkt lysbrytende væske med kokepunkt  $287^\circ \text{C}$ . Hvitt fosfor løser seg ytterst lite i vann. Ved vanlige temperaturer foreligger hvitt fosfor som tetraederformede  $\text{P}_4$  molekyler. Hvitt fosfor har en egenartet lukt og ryker i luft under oksidasjon til fosforpentoksid. Tidligere ble den kjemiske formel angitt til  $\text{P}_2\text{O}_5$ , den egentlige formelen er imidlertid  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ . Oksidasjonen til fosforpentoksid er forbundet med varmeutvikling og temperaturen stiger raskt over det hvite fosforets antennelsestemperatur på ca  $60^\circ \text{C}$ . For å hindre selvantennelse må hvitt fosfor oppbevares og bearbeides under vann eller uten tilgang på oksygen. I finfordelt tilstand selvantennes hvitt fosfor ved romtemperatur og brenner med en gulhvitt flamme under sterk utvikling av lys og varme til fosforpentoksid  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ . I granatfyllinger er den hvite fosforen vanligvis impregnert i bommulsveker for å sikre finfordeling ved omsetning. Hvitt fosfor er meget giftig. For rotter er det

oppgitt en LD50 på 12 miligram pr kg. Det er ellers antydnet at 0,1 g kan være en dødelig dose for mennesker

Hvitt fosfor forbrenner til fosforpentoksid etter ligningen  $P_4 + 5O_2 \rightarrow P_4O_{10}$ . Fosforpentoksid  $P_4O_{10}$  (tidl.  $P_2O_5$ ) er det bestandigste av fosforoksidene. Det dannes under stor varmeutvikling ved alle forbrenninger av fosfor eller fosforforbindelser under tilstrekkelig lufttilgang. Både i fast og gassformig fase består pentoksidet av  $P_4O_{10}$  molekyler. Det er et hvitt snølignende, luktfritt og meget hygroskopisk fast stoff som sublimerer ved oppvarming til 360°C. Skutt i vann eller på snødekket mark vil oksidasjon og selvantennings-effekten utebli. Hvitt fosfor vil synke til bunns i vann og vil representere en aktuell forgiftningskilde ikke minst for dyr som vil drikke vann fra mindre vannpytter i nedslagsfeltene. Moskusdøden på Hjerkinns for noen år siden er eksempel på dette. Når vannet tørker ut eller snøen tiner vil fritt fosfor bli avdekket og muligheter for brannstiftelse er da stor. Av denne grunn er det i gjeldende skyteprosedyrer restriksjoner på slik skyting som kan forårsake branner i skytefelt.

Sluppet i naturen vil fosforsyren i første omgang bli fortynnet av vann etter denne reaksjonen:

$4H_3PO_4 + nH_2O \rightarrow$  fortynnet fosforsyre  $n = 10-22$  og hvor  $n$  i første rekke er avhengig av luftfuktigheten.

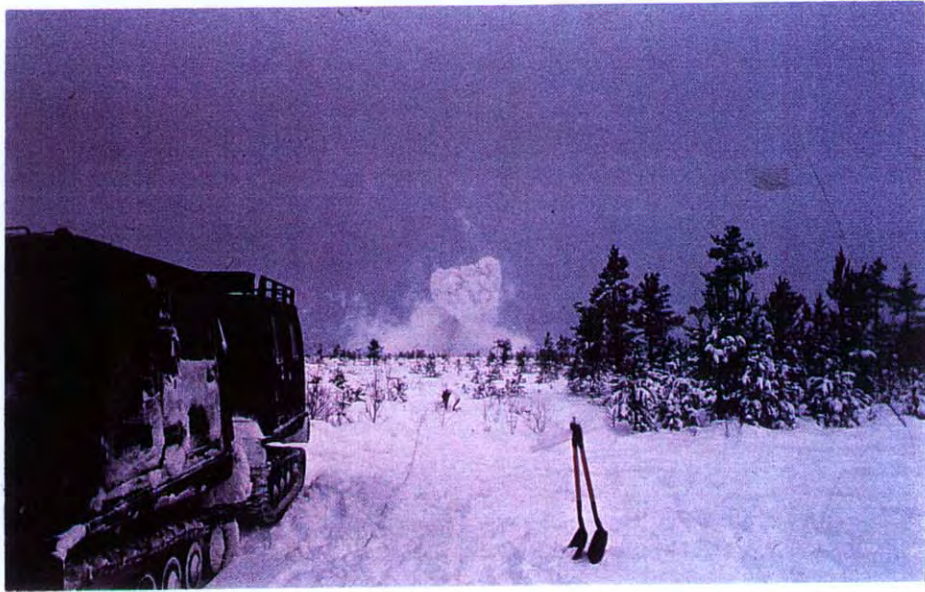
Ut fra omsetningsligningen vil det av 124g fosfor bli dannet 392g fosforsyre, eller at 1kg danner 3,16 kg fosforsyre.

1 kg rødt fosfor danner på samme måten 2,21 kg fosforsyre.

Virkning på naturmiljøet.

Fosforforbindelser, spesielt som fosfater, er helt nødvendig for alle livsprosesser og fosfor finnes i alt som lever. Fosfater bindes raskt kjemisk til metaller eller blir tatt opp av levende organismer som frøplanter, moser, alger og bakterier. Fosfor i vannløs tilstand eks som fosforsyre vil sluppet i vann raskt bli tatt opp av plankton, alger og bakterier eller bunnet til bunnsedimentet. Tilført på land vil fosforet bli sterkt bundet til jord. Spesielt vil det inngå tungtløselige forbindelser med jern og aluminium. Bra fosfortilgang er viktig for rotutvikling og opptak av andre næringsstoffer og vann hos planter. Den gode rotutvikling er nødvendig for at røttene skal kunne bre seg i et større jordlag og utnytte næringsstoffer. Dette har særlig betydning i tørkeår og på skrinne jordarter.

Kvalitetsmessig er det gunstig at plantene har god fosforforsyning. Størst tilgjengelighet har fosfor i jord med god kalktilstand og på torvjord. Tapet av fosfor i sigevann er lite. En kan imidlertid få stort tap ved bortvasking av jordpartikler. Mens en i terrestrisk miljø ofte vil ha nitrogen som det vekstbestemmende stoff, vil en tilsvarende ha fosfattilførsel som vekstbestemmende stoff i akvatisk sammenheng (ferskvann). Uønsket stor tilførsel av fosfor til vann vil gi overgjødningseffekter og forringe vannkvaliteten. En kan anta at bruk av hvitt fosfor som røykstoffer vil være den enkeltkomponenten som i størst grad vil kunne bety noen særlig form for miljøbelastning. Det kan derfor anbefales at en er nøye med å innarbeide et klart regelverk for bruk av slik ammunisjon. I forbindelse med nedfallsprøver etter omsetting av hvitt fosfor er det konstatert forekomster også av en rekke andre stoffer som f.eks. sink, aluminium, ammonium og mikroforurensninger som AOX og PAH (Rognerud et al. 1994). Resultatet her er imidlertid usikkert fordi granatene ble omsatt ved bruk av frittliggende sprengstoff utenpå granaten. Endel av de observerte reststoffer kan derfor skyldes sprengstoffets reaksjon med luft i omsetningsfasen.



**Fig. 6 Røyk fra granater fylt med hvitt fosfor (merk varmeløftet).**



**Fig. 7 Fosforgranat omsatt på snø. Brennende hvitt fosfor i ferd med å slukne.**

## Sporlys.

Siden feltene skal nyttes for mitraljoseskyting vil det bli brukt sporlyssammunisjon for 7,62 mm kaliber. Normalt vil mitraljoseammunisjonen bli skutt med en sammensetning på 4 vanlig skarp og 1 sporlys, dvs på årsbasis for feltet 16000 skudd vanlig skarp og 4000 sporlys. Sporlyssatsen vil være sammensatt av forskjellige satser. Sporlys skal ikke avgi synlig lys i den første del av kulebanen. Her vil satsen bestå av lys anfyrsats (blank fase), denne består i dagens ammunisjon av 23,04 % magnesium (Mg) 76,64 % strontiumperoksid ( $\text{SrO}_2$ ) og 0,32 % toluidinrødt, satsen benevnes for norskprodusert ammunisjon for RS 58. Siden strontium kun avgir farget lys ved forbrenning når den er klorert avgir ikke denne blandingen synlig lys. For antenning av den egentlige sporlyssatsen nyttes en mørk anfyrsats som består av 90 % strontiumperoksid og 10 % kalsiumresinat, benevnes for ammunisjon produsert på Raufoss A/S for RS 59. Selve hovedsporlyssatsen består av 23,15 % magnesium, 13,7 % PVC, 61,05 % strontiumnitrat ( $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ ) og 2,1 % talkum, satsen benevnes RS 57. For 12,7 mm norskprodusert sporlyssamm vil sporlyssatsen bestå av 39 % magnesium (Mg), 7,4 % PVC, 51,2 % strontiumnitrat ( $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ ) og 2,4 % talkum, denne er gitt betegnelsen RS 36.

Den miljømessig kritiske komponenten vil eventuelt være strontium. 1 skudd 7,62 mm ammunisjon vil bestå av 0,05 g RS 59, 0,18 g RS 58 og 0,40 g RS 57. Totalt vil dette representere 0,311 g strontium spredt ut i atmosfæren i hele kulebanen. For den angitte skyting vil dette på årsbasis utgjøre 1,244 kg strontium. Denne type strontium må ikke forveksles med den radioaktive type strontium 90. Strontium følger kalsium i næringskjeden og akkumuleres i biota. Strontium er lite giftig og skulle utifra de mengder det her er spørsmål om ikke utgjøre noe direkte miljøproblem.

For skyting med 12,7 mm MP ammunisjon vil denne som nevnt bestå av en hardmetallkjerne på 13,4 g lagt inne i en stålbøssing på 11,8 g. Ammunisjonen vil ha en sprengstoff-fylling av pentrit på 1,0 g, pyrofort metall (zirkonium) på 0,6 g og en tennsats med RS 41 på 0,9 g. RS 41 er sammensatt av 48 % blanding av magnesium og aluminium pulver, 48 % kaliumperklorat og 4 % kalsiumresinate. I andre typer MP satser kan det forekomme at noe av kaliumperkloratet er erstattet med ammoniumperklorat.

Forøvrig kan det i forskjellige typer ammunisjon bli brukt meget små mengder forsinkersats som typisk vil bestå av eks 59,4 % bariumkromat, 13,9 % kaliumperklorat og 27,7% blanding av zirkonium og nikkel ca 70/30, men her vil en regulere brenntiden ved å forandre forholdet mellom zirkonium og nikkel. Lysammunisjon vil i hovedsak være satser med magnesium, natriumnitrat og eventuelt aluminiumpulver (hvitt lys). Satsen blir presset sammen med et bindemiddel eks linolje eller epoksyharpikser avhengig av bruksområdet. Det kan også bli brukt et lite antall grønne signallys. Her vil en ha en typisk sats med 33 % magnesiumpulver, 43 % bariumnitrat og 24 % PVC.

Konklusjonen på dette vil være at for reststoffer etter sprengstoffylling, krutt og sporlys vil de deponerte mengder være så små at en må anta at de alle vil ligge under en deteksjonsgrensene for de anvendte stoffer.

De målbare virkninger og det en har sett i andre skytefelt er at den påviselige forurensning i hovedsak vil bestå av jernavsig etter selve granatbøssingen mens brannrør og styrefinner i liten grad vil bli utsatt for korrosjon. Antall splinter vil variere meget sterkt og en må anta at en vil få størst avrenning etter den ammunisjon som vil oppdeles i størst antall splinter.

Siden et skytefelt alltid vil være forbundet med større eller mindre brannfare, er skogbrannsikring av feltene svært viktig. Et sikringssystem som kan utnytte naturlige vannforekomster både for slukningsvann og for naturlige oppfanginslinjer for å bekjempe oppståtte branner er derfor en fordel.



## Bruksbelastning.

Ut fra de opplysninger som ligger til grunn for utredningen kan en regne med en årlig belastning på feltene som følger:

### Mitraljøre- skyting

7,62 mm

Ammunisjon til dette våpen er ladet opp i bånd med en sammensetning av 4 skarpe skudd og 1 sporlys.

Total bruksmengde pr år:

7.62 mm skarp 16000 skudd

7,62 mm sporlys 4000 "

### 12.7 mm

Ikke oppgitt sammensetning totalt 10000 skudd. Dette kan da være vanlig skarp (kobbermantlet blyprosjektil) panserbrytende (kobbermantlet stålkjerne) eventuelt med en brannsat, og Multipurpose (brann/panser/spreng).

Siden tildelingen til en viss grad vil være bestemt av Forsvarets behov for rullering av sine lagerbeholdninger kan fordelingen på de ulike typer variere fra år til år.

### 84 mm Rekylfri kanon.

Totalt antal skudd 475 fordelt slik:

Spreng	43 skudd
Panser (hulladning)	81 "
Røyk (Titanetetraklorid)	187 "
Lys	39 "
Øving (Kaldt prosjektil)	124 "

### 81 mm bombekaster.

Sprenggranat maks	676 granater.
Røykgranater (WP)	80 "
Lysgranater	160 "

Disse tallene må oppfattes som veiledende. Nøyaktig antall skudd/granater vil variere avhengig av øvingsnivået fra år til år.

Eksempelvis vil det skisserte bruksnivå representere følgende belastninger pr år :

Kobberdeponering fra 7,62mm

$20\,000 \times 2,7\text{ g} = 54\text{ kg}$  kobber.

Kobberdeponering 12,7mm

$10\,000 \times 14,7 = 147\text{ kg}$

Blydeponering fra 7,62 mm

$20\,000 \times 5,67\text{ g} = 113,4\text{ kg}$

Blydeponering fra 12,7 mm vil variere fra maksimalt ca 300 kg og nedover.

Skyting med 84mm rekylfri kanon vil betinge deponering av kobber fra kobberkonen til hulladningsammunisjonen. Noe av denne vil bli forstøvet og svært finfordelt i forbindelse med dannelsen av jettstrålen mens resten vil bli deponert som en bolt eller "slugg". Totalt vil imidlertid kobberdeponering i forbindelse med 84mm skyting representere under 8 kg rent kobber.

Røykammunisjonen til 84mm er fylt med uhydratisert Titantetraklorid TTC ( $\text{TiCl}_4$ ). Denne omsettes etter reaksjonen  $\text{TiCl}_4 + 4\text{H}_2\text{O} > \text{Ti}(\text{OH})_4 + 4\text{HCl} + \text{energi}$ . En vil få meget lave konsentrasjoner av saltsyre. Imidlertid er det antatt at dette er en av de mest miljøvennlige røykmidler som er i bruk idag. På årsbasis representerer den oppgitte mengde med røykammunisjon  $187 \times 0,77 = \text{ca } 150 \text{ kg TTC}$ .

For 81 mm bk vil røykammunisjonen idag ha fylling av hvitt fosfor. Eksempelvis vil årsvolumet gitt bruk av 81 mm WP G40/L 16 MK 1 representere  $80 \times 0,71 \text{ kg} = 56,6 \text{ kg}$  hvitt fosfor.

Omsetting av sprengstoff i feltet vil være helt avhengig av hvilken ammunisjonstyper som vil bli tildelt for den enkelte skyting. Dersom en eksempelvis kun nytter den norske sprenggranat NM 123 vil årsvolumet representere  $676 \times 0,8 \text{ kg} = 540 \text{ kg COMP B}$ .

Bøssingene til alle disse typer ammunisjon vil bestå av stål eller støpejern inklusiv seigjern i NM 123, eller aluminium eller kombinasjon aluminium og stål. Generelt kan en si at jernbøssinger vil være beregnet på en oppsplintring i splinter med gjennomsnittsvekt helt ned i 1 g og oppover til nærmere 1/2 kg's splinter. Aluminium vil alltid være nyttet som en ren emballasje og vil sammen med halefinner og brannrør være gjenstand for svært lite oppsplintring. Alle typer røykgranater som blir benyttet vil være utstyrt med en sentralladning (bristeladning) inne i granaten. Denne vil være lagret i et sentralrør som regel av messing.

Siden Forsvarets ammunisjonsbeholdninger også inneholder røykammunisjon på basis av hekskloretan må en også forvente at denne røyktypen i form av røykbokser vil kunne bli benyttet i forbindelse med øvelser i feltet.

De forskjellige ammunisjonstyper kan ha noe ulik sammensetning. Typisk sammensetning er f.eks. en røykboks framstilt av Raufoss A/S :

Denne har en tennsats, RS 72, som består av 26,2% jernoksyd, 15,0% silisiumpulver, 13,0 % aluminiumpulver, 4 % trekull og 41.8% kaliumnitrat. Denne tenner en "anfyringsats", RS75, som består av 51,0% hekskloretan, 33,0% sinkpulver, 12,0% sinkoksid, og 4% aluminiumpulver. Denne ferdige blandingen tilsettes 0,3% silisiumdioksid. På grunn av aluminiuminnholdet får denne satsen en høy forbrenningstemperatur som så nyttes til å tenne en røyksats, RS 74, som består av 53,1% hekskloretan, 36,1% sinkpulver, 10,0% sinkoksid, 0.5% aluminiumpulver og 0,3% silisiumdioksid. Selv om det dannes forholdsvis store mengder saltsyre vil denne forgasse og delvis stige til vær, mens utfelt sinkoksid vil buffre (nøytralisere) den eventuelle hydratiserte saltsyren. Lokalt vil det kunne avsettes betydlige mengder sink, AOX og PAH nær omsetningspunktet ved bruk av slik røykammunisjon (Rognerud et al. 1994).

Spontanrøyk nyttes som skjærmingsrøyk til stridskjøretøy, RS 73 består av 33% sinkpulver, 27% aluminiumperklorat og 40% klorkautsjuk. Den ferdige blandingen tilsettes 0,5% grafitt. Ut fra dagens øvningssituasjon er det lite trolig at denne røyktypen vil bli noe særlig nyttet i disse aktuelle feltene.

Tabell 2. Antatte årlige deponeringsmengder av de miljømessig viktigste stoffer. Verdiene er veiledende og gir først og fremst et begrep om størrelsen.

<b>Flatbanefelt</b>	<b>Deponering pr. år</b>
Bly (Pb)	≈ 410 kg <sup>1)</sup>
Kobber (Cu)	≈ 210 kg
Antimon (Sb)	≈ 50 kg
Sink (Zn)	≈ 24 kg
Strontium (Sr)	≈ 1 kg
Titantetraklorid	≈ 150 kg
<b>Krumbanefelt</b>	
Jern (Fe)	≈ 2000 kg
Aluminium (Al)	≈ 270 kg
Kobber (Cu)	≈ 0,13 kg
Sink (Zn)	≈ 15 kg
Nikkel (Ni)	≈ 20 kg
Krom (Cr)	≈ 0,11 kg
Hvitt fosfor (P)	57 kg
Sprengstoff	540 kg COMP B.

<sup>1)</sup> Vi kan nevne at det årlig blir deponert ca. 1,2 tonn bly på skytebanene i Terningmoen. Her tilkommer videre et ukjent antall kilo fra den sivile skytingen som foregår i det samme område.

#### Kontroll med omsatt mengde ammunisjon.

Forsvaret har idag et system for rapportering av forbrukt ammunisjon for våpen med kaliber fra 20 mm og oppover. Opplysninger hentet fra HFK Amk og fra enkelte ammunisjonskontorer og ammunisjonsinspektører kan tyde på at dette systemet fungerer dårlig. I vedlegg 2 er vist et eksempel hentet fra HFK Amk på hvordan ammunisjonsrapport bl 750 idag kan komme inn til fagmyndighetene fra enkelte skytefelt.. Forsvaret arbeider i dag med å forbedre dette systemet. De enkelte avdelingers ammunisjonsregnskaper angir total mengde ammunisjon som den enkelte avdeling har forbrukt, men sier ikke noe om hvilken skytefelt og baner hvor denne er blitt forbrukt.. For småkalibrede våpen finnes det ikke noen form for rapportering utover de ordinære ammunisjonsregnskaper.. Et fremtidig miljøregnskap ved de enkelte avdelinger kan muligens i fremtiden endre noe på dette forhold.

### 1.3. Veger, vegbygging og antatt forurensning

For hvert felt vil det bli opparbeidet et vegsystem for adkomst til feltet og forbindelse mellom de enkelte standplasser. Videre vil det bli bygget veger i tilknytning til målområde, nedslagsfelt og blindgjengerfelt. Muligens vil det ved flatbaneanlegget også bli behov for fast dekke ved standplasser og parkeringsplasser. Vegenes kvalitet må tilsvare skogsbilveg kl. 3 eventuelt kl 4. Ved siden av vegene vil det også bli bygget beltevogntraseer, alternativt traktorveger (kl. 6). Vegene er å betrakte som skogsbilveger. Skogsbruksloven, som også omfatter skogsveger, forutsetter at all skoglig aktivitet skal foregå på en miljømessig forsvarlig måte. En må derfor ta hensyn til friluftsliv og naturmiljø ved bygging og drift av Forsvarets vegnett. Dette krever forståelse for bevaring av natur og miljø under både planlegging, bygging og etterarbeider.

Ved anleggning og drift av veger vil berørte vassdrag bli påvirket. Påvirkningsgraden ved vegdrift vil naturlig nok være direkte korrelert 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 (Bækken 1993). Det er i forbindelse med denne utredning praktisk å dele inn eventuelle påvirkninger i anleggsperioden og i driftsperioden.

#### Påvirkninger i anleggsperioden.

I anleggsperioden er det ved vegbygging i første rekke risiko for **partikelforurensning** som følge av utgravninger, massetransport, sprengning m.m. Det er særlig fibrige og nålformete nydannede partikler fra sprengning, tunneldriving og knusing der en har bløte bergarter som kan gi direkte skadeeffekter på krepsdyrplankton, bunndyr og fisk (Bjerknes et al. 1991, Hessen 1992). Generell **nedslamming** vil også påvirke vassdraget ved nedsatt produksjonsevne, ødeleggelse av gyteplasser osv. Dette gjelder særlig i vassdrag hvor flora og fauna er tilpasset klart vann (Hessen m.fl. 1989, Hessen 1992).

I forbindelse med sprenging kan vassdrag få økt tilførsel av næringssalter, særlig **nitrogen** da nitrogen inngår i sprengstoffer. Sivile sprengstoffer som er beregnet på anleggsarbeid består av en blanding fra to og opp til ti komponenter. I de fleste tilfeller inngår det nitrogenforbindelser i stoffet, mellom 35% og 97%. I første rekke blir det brukt ammoniumnitrat, deretter natriumnitrat og kalsiumnitrat. Ved anleggsarbeid av skogsbilveger vil det i praksis svært skjelden bli så store sprengningsarbeider at det blir rasjonelt å nytte bulksprengstoff. Det vanligste er å bruke forskjellige typer patronert sprengstoff av dynamitt-typen eller tilsvarende. Reststoffene etter slikt sprengstoff forutsatt riktig bruk og full omsetting 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 her følge de retningslinjer og påbud som gjelder.

Anleggsmaskiner og lagerplasser for drivstoff kan forårsake **oljeforurensning**.

Drenering av myrer og/eller blottlekking av sulfidholdige mineraler vil kunne gi **sur** og **metallholdig avrenning**. Økt utsig av jern, aluminium, samt produkt av svovelsyre står her sentralt (Lien 1989/90, Alabaster og Lloyd 1982).

**Feilanlagte vegkulverter/stikkrenner** vil utgjøre vandringshinder for fisk og enkelte bunndyr.

Anleggsbrakker med dårlig sanitærløsning kan forårsake utslipp av **næringssalter**, **organisk stoff** samt **fekale bakterier** og **virus**.

**Anleggssøppel** 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 feilanstlagte kulverter og stikkrenner vil kunne gi mer varige skadeeffekter i mindre vassdrag om ikke tiltak foretas. Vi kan her nevne at en i Sverige anser feilanstlagte vegkulverter og stikkrenner som et meget stort problem og at dette nesten er et like stort problem for ørretbestanden i mindre vassdrag som forsuringen. Det er særlig stikkrenner som anlegges ved skogsbilvegbygging som har skapt problemer.

Ved vegbygging i de aktuelle felter foreligger følgende "forurensningsfarer":

- Nedslamming
- Sur og jernholdig avrenning fra drenerte myrområder.
- Feilanstlagte vegkulverter og stikkrenner.
- Utslipp av oljeforbindelser.

### **Påvirkninger i driftsperioden.**

Det vil først og fremst være påvirkninger som skriver seg fra vegslitasje, dekkslitasje, slitasje av bildeler, avgasser og sot. Utstrakt bruk av piggdekk i vintersesongen er den langt viktigste årsaken til veg-slitasje (Bækken 1993). Videre tilkommer påvirkninger fra eventuelle trafikkuhell, vegsalting, bruk av støvbindende midler samt div. reparasjons- og vedlikeholdsarbeider av vegdekket. Blir det aktuelt med asfalterte områder kommer forurensning fra asfaltslitasje i tillegg. Bruker en sulfidholdige og metallholdige bergarter i vegfyllinger er det risiko for utsig av jern, aluminium og tungmetaller (Lien 1989/90). Vegskjæringer gjennom sulfidholdig og metallrikt fjell vil også kunne skape problemer. I tillegg finnes det en rekke tungmetaller som sporstoff i bensin og smøroljer (Ward 1990). De forurensningene man har vært mest opptatt av er metallene **bly, kadmium, sink, nikkel, kobber, vanadium, krom, molybden, aluminium og wolfram** samt polycykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) s.k. tjærestoffer (Berge og Johansen 1992, Ward 1992). Bly var tidligere et stort problem i direkte nærhet av store trafikkårer. Sivilt bruk av blyfri bensin har i stor grad redusert dette problemet. Dekkslitasje bidrar med en god del sink og kadmium. PAH kommer fra forbrenningsgasser og sotpartikler fra kjøretøyer samt fra slitasje av asfalt. Asfalttjære (bitumen) som brukes som bindemiddel inneholder PAH. Tyngre kjøretøyer med dieselmotor gir mer PAH-produksjon en lettere bensindrevne kjøretøyer. Til nå har imidlertid ingen av Forsvarets skytefelt veger med fast dekke (asfalt ) av noen betydning.

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 (Bækken 1993). 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 skytefeltet.

Det er særlig i snøsmeltingsperioder og i større nedbørsperioder at en får avrenning av ovenfor nevnte stoffer fra vegbaner, vegskråninger og veggrofter til nærliggende vassdrag.

Reparasjonsarbeider på grusveger som påfylling av ny grus (grusing), høvling m.m. vil først og fremst kunne bidra med **nedslamming** i berørte mindre vassdrag.

Trafikkuhell og kjøretøyhavarier vil kunne medføre til at **drivstoff og olje** kan komme ut i 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 (storfe og sau) 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. Dustex er lett løselig i vann. Dustex leveres som en ca. 46% vannløsning med en pH mellom 6 og 7. Vi kan nevne at Dustex for tiden benyttes på mange av forsvarets veger (bl.a. på Hjerkinne) samt på vegene på Svalbard.

For det aktuelle veger (skogsbilveger kl.3 og kl.4 og traktorveger kl. 6) foreligger i første rekke følgende "forurensningsfarer":

- Nedslamming.
- Kontinuerlig utsig av surt og jernholdig sivevann fra drenerte myrområder.
- Utslipp av oljeforbindelser.

Vannforurensning p.g.a. utsig av vegstøv som resultat av veg- og dekkslitasje m.m. vil neppe bli noe større miljøproblem med de vegdekkene, den kjøreintensitet og kjøreblastning som vil foreligge her.

#### **1.4. Sanitærforhold og antatt forurensning**

I forbindelse med ankomstplass ved flatbaneanlegget på Evje Øst vil det bli etablert et moderne sanitæranlegg med tørrtoaletter. Vi regner med at en vil etablere en enklere løsning med tørrklosetter som regelmessig tømmes ved Grimsdalsvatn om det blir aktuelt å legge krumbanefelt her. Ved enkelte standplasser vil det muligens også bli plassert tørrklosetter. Løsning med tørrtoaletter-/tørrklosetter vil ikke medføre vannforurensning dersom det drives etter foreskrifterne. Sanitæranlegg med vannklosetter, om dette skulle bli aktuelt i fremtiden, vil derimot kunne bidra til vannforurensning, og potensielle forurensningsstoffer er lett nedbrytbart organisk stoff, fekale bakterier og virus, næringssalter som nitrogen og fosfor samt div. stoffer som kommer fra renholdningsmidler. Eventuelt utslipp av fekale bakterier er sansynligvis den forurensning som i dette tilfelle vil kunne få størst skadeeffekt og få størst influensområde. For tiden foreligger det gode rensealternativer, så kloakk og gråvann behøver ikke å bli noe miljøproblem i denne sammenheng. Vi forutsetter da effektiv drift og vedlikehold av den tekniske løsning som velges.

#### **1.5. Høringsuttalelser**

Melding om nytt Garnisonsskytefelt for Evjemoen garnison/Infanteriets øvningsavdeling nr.2 ble sendt ut på åpen høring 8.september 1992 med forlenget høringsfrist til 31 desember 1992. Meldingen ble sendt til alle berørte grunneiere og kommuner, Aust-Agder fylke og en rekke offentlige etater og private organisasjoner. I alt er det kommet inn 94 høringsuttalelser. Nedenfor har vi tatt ut de kommentarer og spørsmål som direkte berører tema "Vannforurensning - avrenning" for alternativene Evje Øst og Grimsdalsvatn.

##### **Evje Øst**

**Iveland kommune, Bygningsrådet.**

"Forurensning fra giftige tungmetaller som bly og kobber bør vurderes, særlig mulighetene for utvasking og generell forurensning av større områder".

#### **Evje og Hornnes Innlandsfiskeremnd.**

"Nemda går inn for at Forsvaret kalker nedslagsfeltene slik at skadene i tilstøtende vassdrag blir minst mulig".

#### **Iveland Viltremnd.**

Området har vannskille både i øst og vest, forurensning som følger sigevannet vil kunne nå både Otra og Tovdalsvassdraget. Dette er en risikofaktor som må vurderes nøye".

#### **Evje og Hornnes kommune, Plan- og miljøkontoret.**

"Området er sterkt utsatt for sur nedbør og forsuring. Dette vil medføre hurtig påvirkning på jordsmonnet av tunge metaller og forskjellige forbindelser av disse. I konsekvensutredningen må det legges vekt på kjemiske skadevirkninger og avbøtende tiltak, og særlig konsekvensene av fosforforgiftning av vann og beiteområder".

#### **Svein Lauvland**

"Fare for forurensning og ferdelsrestriksjoner vil redusere tilgangen til bruksvann for eiendommen".

#### **Beboere og hytteeiere rundt Evje Øst.**

"Konsekvenser av eventuelle kjemisk forurensning som f.eks. fosfor må kartlegges. Målområdene og blindgjengerfelt i myrområder umuliggjør opprydding og fjerning av blindgjengere. Dette vil få konsekvenser for Åmlandslonane. Det må også undersøkes om det vil få konsekvenser for vassdrag med tilsig fra disse myrene. Krokbecken renner ut i Bjorvannet som er drikkevann i tillegg til at det har en flott ørretbestand."

#### **Grimsdalsvatn**

##### **Froland Viltremnd**

"En mulig uheldig langtidsvirkning kan bli forurensning av vann i nedslagsområdet og i avrenningsvannet som har sitt utløp til Vatnedalsmagasinet og videre til Tovdalselva."

##### **Landbruksnemda i Froland.**

"Hele nedslagsfeltet og blindgjengerfeltet har avløp til Gjuvatn og Vatnedalsbassenget og ved lang og utstrakt bruk er kjemisk forurensning av vassdraget en mulig virkning. Forurensning av vann bør følges opp med prøver og analyser av vann m.v."

##### **Åmli Innlandsfiskeremnd.**

"På grunn av lite løsmasser i området omkring Grimsdalsvatn vil vannkvaliteten lett kunne påvirkes av skadelige stoff fra ammunisjon både fra utskytings- og nedslagspunkt. Erosjon kan føre til forringede gytevilkår og algevekst i vassdraget".

##### **Aust-Agder Kraftverk**

"Det foreligger planer om heving av Gjuvatn og Holmstølsvatn til K 376,0. Det er mulig at enkelte vann som Heddevatn, Grimsdalsvatn og Skjellevatn kan bli gjenstand for mindre regulering".

##### **Froland kommune.**

"Det må foretas konsekvensutredninger m.h.t. tungmetallforurensning og eventuelle kjemisk forurensning, spesielt med tanke på avrenning".

### **Bygland kommune.**

"Nedslagsfeltet for Grendi vannverk har en viss overlapping med skytefeltplanen. Ved videre saksbehandling må det vurderes om Forsvarets aktiviteter kan få negative konsekvenser for vannverksmagasinet. det pekes i denne forbindelse på at området er sårbart for forurensning, og kommunen forutsetter stor forsiktighet og grundig detaljvurdering av disse forholdene".

### **Evje Øst og Grimsdalsvatn**

#### **Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvernavdelingen.**

"Forurensningsproblematikken for kjemiske stoffer gjennom avrenning samt virkninger på omgivelsene ellers er i liten grad tatt opp i meldingen. Kjemisk forurensning som kan påvirke vann og vassdrag må tas inn i utredningsprogrammet".

#### **Den Norske Turistforening.**

"Det skisserte programmet bør gå grundig inn på fagfeltene limnologi (ferskvannsfauna og vannkjemi),..."

#### **Direktoratet for naturforvaltning.**

"Vurdering av mulige forurensning fra nedslagsfelt må gjennomføres og avrenning til vassdrag og våtmarksområder må vurderes spesielt. Om nødvendig må avbøtende tiltak utarbeides. Det bør også utarbeides program for oppfølgende undersøkelser når det gjelder kartlegging av omfang og effekter av forurensning fra nedslagsfelt på vassdrag.

Utredningsprogrammet tar ikke opp temaet resipientkapasitet og brukskonflikter. DN mener det bør gjennomføres undersøkelser og vurderinger av konsekvenser ved mulig avrenning av tungmetaller fra nedslagsfelt. Muligheter for avrenning til vassdrag må spesielt vurderes. Det bør også gjennomføres en vurdering av muligheter for opptak og akkumulering av tungmetaller i næringskjeder. Om nødvendig må avbøtende tiltak planlegges og iverksettes. DN mener det må utarbeides program for oppfølgende undersøkelser når det gjelder kartlegging av omfanget av avrenning fra nedslagsfelt. Programmet bør også inneholde undersøkelser av eventuelle effekter av denne type forurensning på flora og fauna. Resultater fra slike undersøkelser danner grunnlag for vurderinger av effekter av iverksatte avbøtende tiltak samt behov for nye tiltak for å begrense negative miljøeffekter".

## **1.6. Målsetting for konsekvensutredningen for tema "Vannforurensning - Avrenning".**

Hensikten med utredningen er å fremskaffe kunnskap for vurdering av størrelsen og betydningen av eventuelle fremtidige forurensninger forårsaket av militær aktivitet i aktuelle områders innsjøer, bekker og våtmarksområder.

Hovedmålet var å undersøke og vurdere konsekvensene av mulig avrenning av tungmetaller fra nedslagsfeltene/målområdene. Muligheter for avrenning til vassdrag og våtmarksområder skal spesielt vurderes. Det skal også gjennomføres en vurdering av muligheter for opptak og akkumulering av tungmetaller i næringskjeder. Tiltak for begrensnig av eventuell forurensning fra annen type ammunisjon, f. eks. lys- og røykgranater, skal også foreslås.

Det skal også utarbeides forslag til program for oppfølgende undersøkelser for eventuell avrenning fra nedslagsfelt. Programmet skal også inneholde forslag til undersøkelser av eventuelle effekter av denne type forurensning på flora og fauna. Resultater fra eventuelle undersøkelser vil danne grunnlag for vurdering av effekten av iverksatte avbøtende tiltak, samt behov for eventuelle nye tiltak for å begrense negative miljøeffekter.



Følgende delmål er oppsatt:

- Redegjørelsen skal omfatte de akvatiske forhold i henhold til eventuelle kommunale og fylkeskommunale planer. Det antas at dette vil dreie seg om forhold til drikkevannskilder og eventuelle avløpsforhold i forbindelse med drift av anlegget. Det skal herunder angis hvilke tillatelser som er nødvendige fra offentlige myndigheter.
- Redegjørelsen skal beskrive miljøet og naturressursene, herunder friluftsinnteresser som berører akvatisk miljø for de områder som berøres av skytefeltplanene.
- Redegjørelsen skal beskrive virkningene på vannsiden som vil forårsakes av skytevirksomheten sett i forhold til det skisserte 0-alternativ. Herunder skal en skille mellom anleggsfasen, driftsfasen, ved eventuelle uhell og ved en eventuell nedleggelse.
- Redegjørelsen skal antyde eventuelle avbøtende forholdsregler og deres gjennomføring. Herunder skal en også antyde gjenstående virkninger etter at disse eventuelle avbøtende tiltak er gjennomført.
- Redegjørelsen skal gi forslag til et program for oppfølgende undersøkelser i forbindelse med oppstart av og etter at skytefeltet er tatt i bruk. Dette program vil også måtte berøre tiltak som dekker internkontrollsystemets krav til overvåking.

## 1.7. Arbeidsmetode

Vurderingene bygger på:

1. Materiale fremlagt av Forsvaret i forbindelse med dette prosjekt.
2. Materiale fra tidligere undersøkelser i områdene.
3. Foreliggende materiale fra NIVA's undersøkelser av Forsvarets skytefelt.
4. En veileder i skogsbilveibygging med miljøhensyn utgitt av Landbruksdepartementet, Skogavdelingen 1991.
5. Aktuell faglitteratur, bl.a. flere rapporter som omhandler fagfeltet vegforurensning og forurensning fra sanitæranlegg.
6. En grundig feltbefaring inklusive en orienterende undersøkelse av den generelle vannkjemien i områdene som ble foretatt den 18.-20. juli 1994.
7. Inngående gjennomgang av planene med Major Roald Glomsaker ved IØ II Evjemoen.
8. Kontakt med offentlige myndigheter (kommuner og Fylkesmannen i Aust Agder, Miljøvernadv.).
9. Kontakt med militære fagmyndigheter inklusive ammunisjonsprodusent.
10. Kontakt med skytefeltspersonalet ved Älvdalen skytefelt i Sverige samt befarings i feltet.
11. Kontakt med lokalkjente (H. Kalleberg og O. Løvland).
12. Konsekvensutredninger. Veileder T 1015 utgitt av Miljøverndepartementet.

Vi har ved vurderingene av de foreslåtte inngrep lagt spesiell vekt på om aktivitetene vil medføre utslipp av helse- og miljøfarlige stoffer til grunnvann og overflatevann (vassdrag, våtmarksområder), spesielt har vi gått inn på å vurdere omfanget og betydningen av utlekking av kjemiske stoffer som vil kunne inngå i de aktuelle ammunisjonstyper. Eventuelle konsekvenser av utslipp av tungmetaller som **bly**, **kobber**, **kadmium** og **sink** fra målområdene og nedslagsfelter i flatbanefeltet i alternativ Evje Øst anses som den mest sentrale forurensningen i forhold til utredningstemaet vannforurensning - avrenning. Videre har vi vurdert om aktivitetene vil kunne føre til en økt forurensning, partikkelforurensning, økt hygienisk forurensning, saprobiering og/eller eutrofiering av vannforekomstene som følge av endringer i belastning av organisk materiale, tilførsel av fekale bakterier og virus og næringssalter. Eventuelle effekter av spontanutslipp (uhell) bl.a. fra drivstoff og oljeutslipp for det akvatiske liv samt nåværende og fremtidige drikkevannskilder er også vurdert.

Så langt det har vært mulig har vi også vurdert om det eksisterer eventuelle verneverdige akvatiske forhold i lokal, regional og nasjonal sammenheng.

## 2. Beskrivelse av de aktuelle felter. 0 alternativ

Med O-alternativ menes en beskrivelse av eksisterende situasjon i de to lokaliseringalternativ samt en beskrivelse av forventet utvikling i området dersom skytefeltsalternativet ikke realiseres. Vi vil her betone den akvatiske del. Feltenes plassering i henhold til kommunegrenser er vist i figur 9.

### 2.1. Alternativ Evje Øst

#### 2.1.1. Nåværende situasjon

Alternativet berører kommunene Evje og Hornnes, Iveland samt Birkenes. Det er ingen bebyggelse inne i selve området som eventuelt skal tas i bruk til skytefelter, men det er en del mindre gårdsbruk og hytter i omkringliggende områder. Iveland kommune har i sin kommuneplan avsatt mestparten av arealet som berøres til Landbruk-Natur-Friluftsområde (L-N-F-område). Området er av fylkeskommunen registrert som friluftsområde av regional betydning og spesielt Iveland kommune har her spesielle friluftsinteresser. Det foreligger bl.a. planer om hytteutbygging på to plasser i området. Området er privateid.

Berggrunnen domineres av gneiser med innslag av granitt og basiske bergarter. Bergartsvariasjonen innen området er stor og her finnes et bergverk og området er interessant for mineralleting. Morenedekket er tynt i høyden, men lokale ansamlinger finnes i randmorenene og i ra-morenene.



Fig. 8 Feltpatt/kvartsbrudd i område Evje-Øst.

Området består av et større skog- og myrområde dominert av barskog med vekslende innslag av gran og furu. Området er betydelig forsuret. Lokaliseringsområdet brukes i dag først og fremst til skogsdrift, beiteområde for sau og til jakt. Området betegnes som relativt viltrikt med bl.a. rikt skogsfuglbestand (Espen Fjeld pers. medd.). Skogen og utmarka er en viktig ressurs for gårdbrukerne i området. Myrene i lokaliseringsområdet er den eneste arealreserven til dyrkbar jord.

Bekker, loner og småtjern i området er for tiden fisktomme p.g.a. forsurening. Unntak er her Åmlandstjern og Bjorvatn med Bjoråna som nå har en god ørretbestand. Kalking og utsetting har bidratt til dette. Årlig får en ca. 60000 kr. som kalkingstilskudd. Tidligere var det mye småørret i bekkene og lonene. Enkelte "fisketomme tjern" ble tidligere brukt som fiskevann ved at en fanget småørret i nærliggende vann og bar opp fisken til disse vann der de siden ble fisket når de nådde passende størrelse. Fisken forsvant på 1960-talet. I slutten av 1980-åra ble det satt ut amerikansk bekkerøye, som er mindre følsom overfor surt vann, i området. Fisken vandret likevel raskt ut, sannsynligvis som resultat av at aktuelle vassdrag er sterkt flomutsatte (H. Kalleberg pers. medd.). I nedre delen av Bjoråna finnes det likevel igjen et bestand av bekkerøye. Fordi området er fisketomt er det ikke med i Fylkesmannens nåverende kalkningsplaner (D. Matzow pers.medd.). I nedstrømsliggende deler av enkelte av vassdragene foregår det likevel kalking på privat initiativ ved at en legger ut bl.a. skjellsand. Det er planlagt kalking av Katteråsåna før innløp i Vassvatnet. I Bellandselva/Rettåna foreligger også planer om større kalkningprosjekter med automatiske kalkdoserere for å bevare ørret- og abborstammene som fortsatt lever i dette vassdrag (D. Matzow pers. medd.). Berørte områder har ikke noen vernede våtmarksområder, og det foreligger heller ikke verneplaner for dette. Referanse-vassdrag som vil bli direkte berørt foreligger heller ikke. Det er mye bever og beverdammer i området. Dette medfører at enkelte bekkeområder av og til blir oppdemmet.

### **2.1.2. Forventet utvikling i området dersom skytefeltalternativet ikke realiseres.**

Det mest sannsynlige er at området også i nær fremtid vil bli brukt til skogdrift, beiteområde for sau, til jakt og som fritidsområde. Antagelig vil det være områdets betydning som friluftsområde som vil styre en eventuell fremtidig utvikling med bl.a. hyttebygging. Dette vil sannsynligvis bidra til ønske om å kunne fiske i området. Det blir da nødvendig å kalke enkelte vassdrag særlig Åmlands- og Katteråslonane. Vellykket kalking vil bidra til at produktiviteten og artsmangfoldet øker. Resipientkapasiteten vil også øke.

Muligheter for nydyrking og myrgrøfting må det også tas hensyn til. Dersom en ikke tar hensyn til vassdragene, vil dette kunne få negative effekter med hensyn til mulighetene for igjen å få aktuelle vassdrag fiskeførende. Tas det imidlertid hensyn til vassdragene, vil ikke eventuell nydyrking skape større problemer. Nydyrking kan muligens også ha positiv effekt ved at det øker produktiviteten. Tilførsel av ionerikere og næringssalttrikere vann vil bidra til dette. Mer omfattende myr- og skoggrøfting vil sannsynligvis føre til at enkelte bekestrekninger vil kunne tørke helt ut i lengre tørkeperioder. Selv om det i de siste årene er gjort store forbedringer i landbruket ved bl.a. bruk av gjødselsplaner, må en fortsatt regne med avrenning av gjødselstoffer fra dyrket mark.

Hytteutbygging vil også kunne medføre forurensning og begrense mulighetene for fisk og fiske om ikke renovasjon, kloakking og gråvannsproblematikken løses på en forsvarlig måte, d.v.s. at en ikke overskrider resipientkapasiteten/tålegrensen. Det synes å være en tendens til at folk ønsker bedre standard på sine hytter. Dette innebærer blant annet innlagt strøm og større forbruk av vann med påfølgende utslipp. Kommende kommunale avløpsplaner vil ta fatt på problematikken i hytteområdene. Løsning med vannbesparende klosett og tett tank med regelmessig tømning samt gråvann til infiltrasjon kan være den beste løsningen med tanke på at det i området er vassdrag med liten resipientkapasitet p.g.a. ekstremt lav vannføring i tørkeperioder.

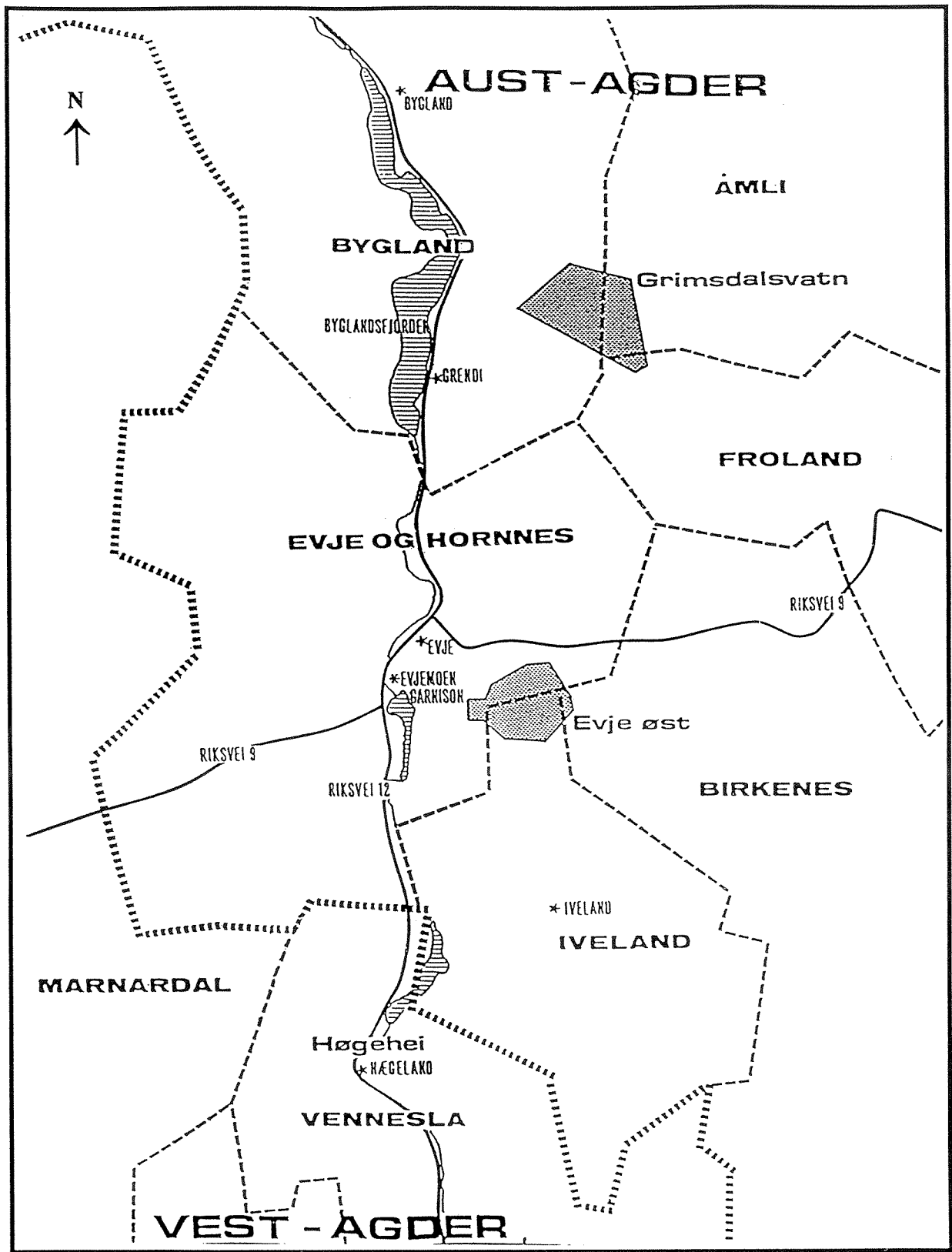
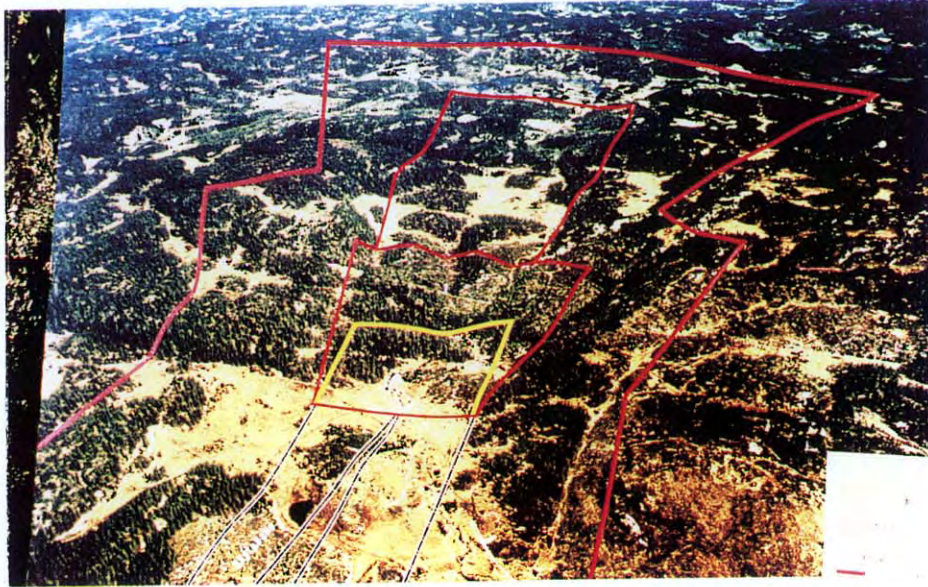
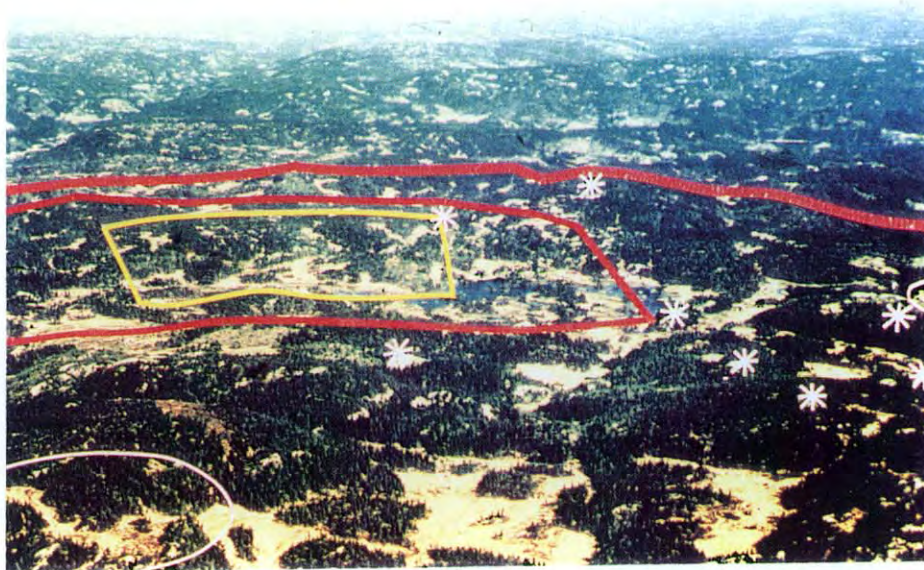


Fig. 9. Plassering av de to alternative skytefeltområdene, Grimsdalsvatn (bombekasterfelt) og Evje Øst (flatbanefelt og bombekasterfelt).



**Fig. 10** Målområde og nedslagsfelt (blindgjengerfelt) for flatbanevåpen. Evje-Øst.



**Fig. 11** Forslag til nedslagsfelt og blindgjengerfelt for bombekastere. Evje-Øst.



**Fig. 12** Flatebanefelt, Evje-Øst.



**Fig. 13** Bilde av Åmlandslonane som vil bli berørt av nedslagsfelt for bombekastere på Evje-Øst.

## 2.2. Grimsdalsvatn

### 2.2.1. Nåværende situasjon

Alternativet berører kommunene Bygland, Åmli og Froland kommuner. Mestparten av arealet ligger i Bygland kommune. Det er ingen fast bosetting i området, men det finnes enkelte hytter. Området, som er privateiet, er fra kommunenes side utlagt til L-N-F-område. Det foreligger planer om videre hytteutbygging i området øst for Grimsdalsvatn (Koltjernområdet) med en hytteplan for 201 hytter. Fylkeskommunen har registrert området som friluftsområde av regional betydning.

Det foreligger planer for energiproduksjon i vassdraget. Aust-Agder Kraftverk har framlagt planer om heving av Gjuvvatn (18m) og Holmstølsvatn (26m) til K 376,0. Det er også mulig at Grimsdalsvatn og Heddevatn kan bli noe regulert.

Berggrunnen består av tungt forvitrelig og noe surt grunnfjell med granitter og gneiser som viktigste deler. Morene, som varierer sterkt i sammensetning og blokkinnhold, er dominerende jordart. Regionen består hovedsakelig av et middels kupert sjø- og tjernrikt platåterreng. Platåterrenget ligger delvis over skoggrensen.

Det meste av området består av skog og myr med granskog i søkk og på dyp jord, furu lokalt på rabbene og et kraftig utviklet bjørkebelte. Det har tidligere vært intens skogsdrift i dette området. Lokaliseringsområdet brukes idag til skogsdrift, beiteområde for sau, jakt og fritidsbruk. I tilgrensende områder har det tidligere vært drevet sæterdrift. **Området er sterkt forsuret** og for tiden er det ikke fisk i Skinnarvassdraget. I enkelte omkringliggende vassdrag (Lonebekken og Øygardelibekken) finnes det likevel fortsatt ørretbestander. Fisken gikk ut fra Skinnarvassdraget i slutten av 1950-åra. Et fåtall ørret fantes likevel til ca. 1965. Tidligere hadde innsjøene i Skinnarvassdraget en storvokst ørretbestand som gav grunneierne et godt fiske med ørret i vektklassen 0,5-1,5 kg med rødt velsmakende kjøtt. Det ble tatt fisk helt opp til 3 kg. Det ble fisket med garn, mark og sluk. Området var derfor tidligere kjent som et meget godt fiskeområde og det var et utbredt tjuvfiske bl.a. fra folk som arbeidet på nikkelverket i Evje (O. Løvland pers. medd.). Det er stor flomaktivitet i området, og det er for tiden ikke økonomisk forsvarlig å kalke hovedvassdraget (D. Matzow pers.medd.). Videre er vassdraget fisketomt. Området er derfor ikke med i Fylkesmannens kalkningsplan (D. Matzow pers. medd.). Nedre delen av vassdraget (Vatnedalselva) ingår likevel i planene for kalking av Tovdalselva. Det vil eventuelt bli satt opp en automatisk kalkdoserer. Skinnarvassdraget har ikke noen vernede våtmarksområder, og det foreligger heller ikke verneplaner for dette. Lengre ned i vassdraget nedstrøms Gjuvvatn foreligger likevel to områder som av Fylkesmannen er utpekt som viktige våtmarksområder. Disse er Eptevatnet og et område ved Vatnevannet.

Grimsdalsvatn inngår i 1000-sjøersundersøkelsen og i et årlig overvåkningsprogram for et landsomfattende program for sure sjøer (SFT 1993). Grimsdalsvatn kan derfor betraktes som referansevann og det er ikke ønskelig at vannet og des nedbørfelt påvirkes av lokale forurensningskilder.

### 2.2.2. Forventet situasjon i området dersom skytefeltalternativet ikke realiseres.

Det mest sannsynlige er at området også i nær fremtid vil bli brukt til skogsdrift, beiteområde for sau, jakt og som friluftsområde. Realiseres planene om hytteutbygging, vil det være friluftinteressene som først og fremst vil styre utviklingen i området. En kan da forvente at flere av de mindre vannene i området blir kalket for å gi grunnlag for fritidsfiske. Kalking av vassdraget vil gi økt produksjonskapasitet og biologisk mangfold. Videre vil også vassdragets resipientkapasitet øke. Økt hytteutbygging vil øke risikoen for forurensningsutslipp. Risikoen for skadeeffekter



bedømmes likevel som liten og av lokal art sett i forhold til vassdragets størrelse. Dette under forutsetning av at kloakkering og gråvannsproblematikken får en tilfredsstillende og kontrollert teknisk løsning. Løsning med vannbesparende klosetter og tette tanker og vaskevann til infiltrasjon anbefales.



**Fig. 14** Grimsdalsvatnområdet.



**Fig. 15** Tynt jordsmonn og flomutsatt terreng i Grimsdalsvatnområdet.

Det foreligger som nevnt ovenfor planer for energiproduksjon i vassdraget. Skulle kraftverksplanene realiseres fullt ut, dvs. at også Grimdalsvatn og Heddevatnet reguleres, vil området som rekreasjonsområde vesentlig forringes. Dette kan sannsynligvis få konsenkvenser for aktuelle hytteplaner og eventuelle behov for fremtidig oppkalking av vassdraget.



**Fig. 16** Bever(Bjør)hytte i Grimdalsvatn.  
"Her hev bjoren vårre"

## 2.3. Avrenningssituasjonen for de aktuelle felter

Avrenningsforholdene for de ulike skytefeltalternativene er vist i figurene nr.17 og 18.

### 2.3.1. Evje Øst

Flatbaneanlegget ved Skuggebråtknuten vil i første rekke berøre Myrstålmyra og øvre del av bekken Gymsåna. Muligens vil også bekken Katteråsåna bli noe berørt ved at den drenerer et område som kan bli berørt av blindgjengere. Gymsåna drenerer feltet mot sør-vest og renner ut i Otra like nord for Moisund. Det er ingen sjøer eller større tjern langs bekken, men enkelte mindre loner i bekkens nedre del. Berørte del av Katteråsåna passerer heller ikke noen innsjøer eller tjern før den renner ut i Vassvatnet øst for feltet.

Bombekasterfeltet vil i første rekke berøre øvre deler av bekkene Katteråsåna og Fiåna. Foruten noen større loner, som Åmlandslonane i Katteråsåna og Katteråslonane i Fiåna, finnes det ikke innsjøer eller tjern i disse vassdragene. I likhet med Katteråsåna renner Fiåna ut i Vassvatnet. Muligens vil også øvre del av Bjoråna kunne bli påvirket da Krokbecken drenerer en del av blindgjengerfeltet. Krokbecken renner ut i Bjorvatnet som ligger like nord for bombekasterfeltet. For øvrig er det ikke noen innsjøer eller større tjern langs Bjoråna. Bjoråna drenerer feltet mot nord og vest og renner etter at den har passert gjennom Evjemoen skytefelt ut i Otra ved Bjorå. I forbindelse med et overvåkningsprogram for Evjemoen skytefelt tas det årlig ut tungmetallprøver fra nedre del av Bjoråa.

De nevnte bekkene har alle flomkarakter, dvs. at vannføringen raskt stiger i nedbørsrike perioder og ved snøsmelting, mens vannføringen kan være ekstremt lav i tørkeperioder på sommeren. Norges vassdrags- og energiverk (1987) oppgir årlig middelvannføring i feltet til 35-40 l/s km<sup>2</sup>. Området er som tidligere nevnt sterkt påvirket av sur nedbør. Dette i kombinasjon med kalkfattig berggrunn samt store myrområder setter sitt preg på vannkvaliteten. Samtlige bekker har surt og humusrikt vann med lavt kalkinnhold og liten bufferkapasitet. De kjemiske måledata i tabell 3 gir eksempel på dette.

Tabell 3. Kjemiske måledata fra Gymsåna, Katteråsåna og Fiåna den 19 juli 1994.

Lokalitet	pH	Alk mekv/l	Ledningsevne mS/m	Farge mg Pt/l	Kalsium mg Ca/l
Gymsåna	4,55	0,005	3,40	68	1,01
Katteråsåna	4,63	0,008	2,09	67	0,25
Fiåna	4,87	0,021	2,50	69	0,72

Bekkenes vannføringsregime med flomkarakter og lav pH gjør at de har liten resipientkapasitet og lav tålegrense bl.a. med tanke på tungmetallforurensning. Forsuringen av området gjør at transporten av aktuelle tungmetaller som sink, kadmium, kobber og nikkel øker til vassdraget (Anon 1993). Dette gjelder også for bly og antimon selv om pH-effekten ikke er like sterk som for de før nevnte metaller. Økt bevegelighet og økt forekomst av metaller som hydratiserte ioner øker biotilgjengligheten og risikoen for gifteffekter overfor de akvatiske økosystem (Rognerud et al. 1991).

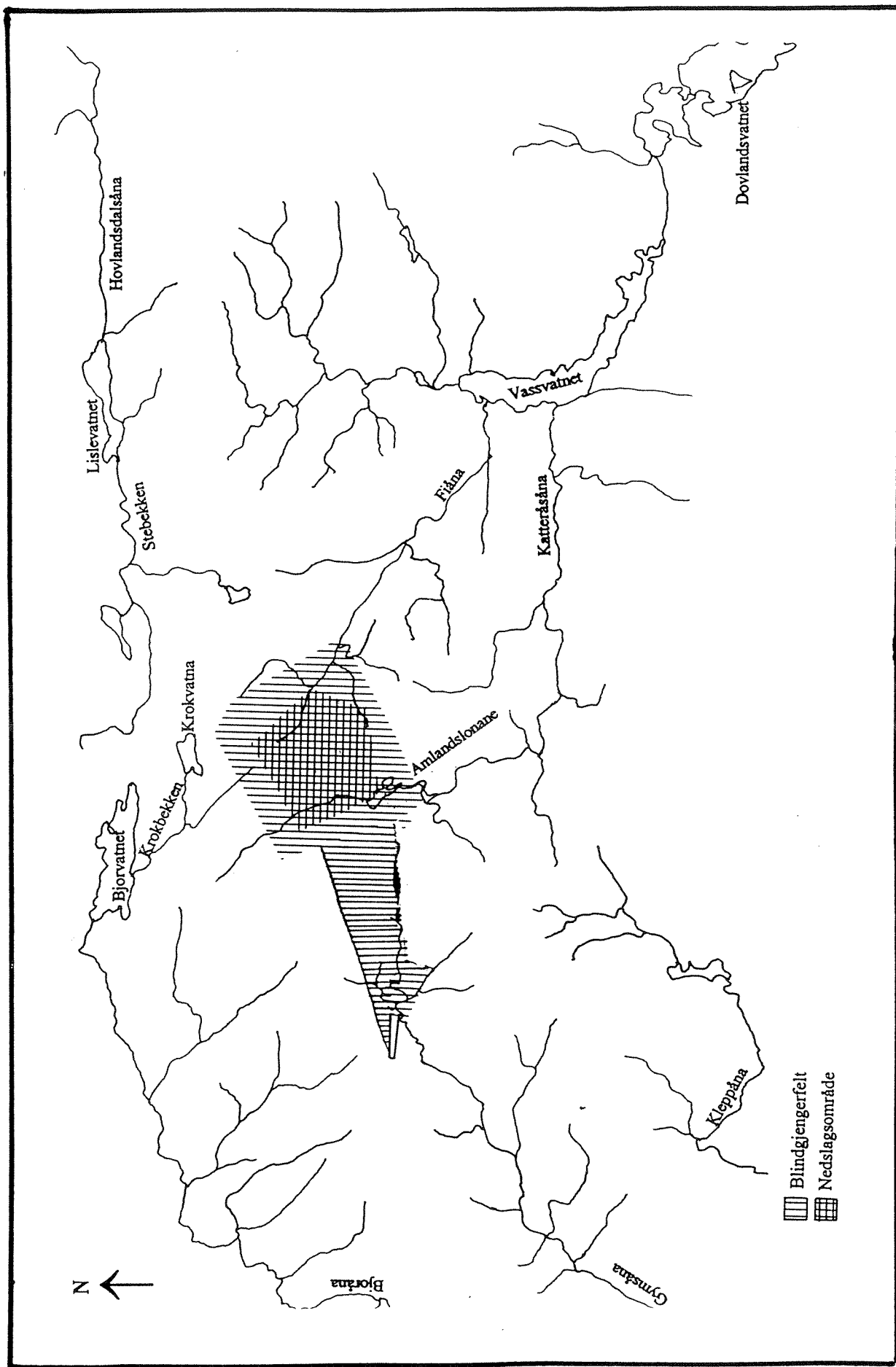


Fig. 17. Altrenativ Eyme Øst med innregnede blindgjengerfelt og nedslagsområde for bombkastere. Aktuelle vassdrag som berøres eller kan bli berørt er vist.

Videre vil vi få en økt uttransport av metaller fra området bl.a. som humusbundne metaller. Dette gjelder særlig for bly (Rognerud et al. 1991, Lithner et al. 1993). Surt vann med økt H<sup>+</sup>aktivitet vil likevel redusere opptaket av metaller til biota (særlig til vannplanter) i de tilfeller opptaket er en ren ionebytteeffekt. Dette gjelder fremst for sink og kadmium (Bade 1988 og Lithner et al. 1993). Dette skyldes trolig at H<sup>+</sup>ioner konkurrerer ut metall-ionene (Campbell and Sokes 1985, Lindstrøm 1991 og Lithner pers. medd.).

### 2.3.2. Grimsdalsvatn

Bombekasterfeltets nedslagsområde og blindgjengerfelt vil berøre øvre delen av Vatnedalselva, det s.k. Skinnaren-vassdraget, som renner ut i Tovdalselva. Vassdraget er til forskjell fra forholdene på Evje Øst rikt på innsjøer og tjern. Dette bidrar til å øke resipientkapasiteten p.g.a. flere sedimentasjonsbassenger der bl.a. tungmetaller kan felles ut og lagres i bunnsedimentene. Følgende innsjøer vil bli direkte berørt: Grimdalsvatn, Arevatnet og Heddevatn. Vassdraget har utpreget flomkarakter og vanngjennomstrømningen og vannstanden i innsjøene øker raskt i nedbørperioder og ved snøsmelting. Ifølge NVE (1987) er det i feltet en årlig middelvannføring på 35-40 l/s km<sup>2</sup>. Området har tungt forvitrelig sur kalkfattig berggrunn og er dessuten sterkt påvirket av sur nedbør, hvilket bidrar til at vassdraget har surt og ionefattig vann. I flomperiodene er vannet noe humusbelastet, men i lavvannføringsperioder er humusinnholdet lavt, og vannet er klart med lave fargetall. Foreliggende vannkjemiske data fra området er sammenstilt i tabell 4.

Tabell 4. Kjemiske måledata fra noen innsjøer i øvre del av Vatnedalselva i 1986-94.

Lokalitet	pH	Alk mekv/l	Ledningsevne mS/m	Farge mg Pt/l	Kalsium mg Ca/l	TOC mg C/l
Grimdalsvatn 10/10-86.	4,68	-	2,01	-	0,42	2,0
Grimdalsvatn 24/7-92.	4,77	-	2,19	-	0,36	1,6
Grimdalsvatn 1/10-92	4,62	-	2,24	-	0,40	3,2
Grimdalsvatn 19/7-94.	4,87	0,021	1,63	3	0,28	-
Arevatnet 19/7-94.	4,85	0,022	1,50	6	0,30	-
Heddevatn 19/7-94	4,74	0,016	1,78	5	0,27	-
Gjuvatn Høsten 1993.	4,74	-	2,36	-	0,38	2,2
Eptevatn Høsten 1993	4,74	-	2,42	-	0,48	1,5
Vassvatnet Høsten 1993.	4,70	-	3,06	-	0,56	1,1

Surt, ionefattig vann med lavt humusinnhold gjør at vassdraget vannkjemisk sett har lav resipientkapasitet og således er ømfintlig for forurensningstilførsler bl.a. av aktuelle tungmetaller. I likhet med forholdene ved Evje Øst vil forsuringen av området føre til større uttransport av enkelte tungmetaller. Ionebytteeffekter p. g. a. økt H<sup>+</sup>aktivitet vil også bidra til å kunne frigjøre metaller fra innsjøenes bunnsedimenter (Hasselrot og Carlsson 1994). Forekomsten av hydratiserte metallioner vil derfor øke, noe som vil kunne føre til økt biotilgjengelighet og metalltransport nedover i vassdraget. Surt vann og økt H<sup>+</sup>aktivitet vil likevel begrense metalloptaket til biota (se kap. 2.3.1.).

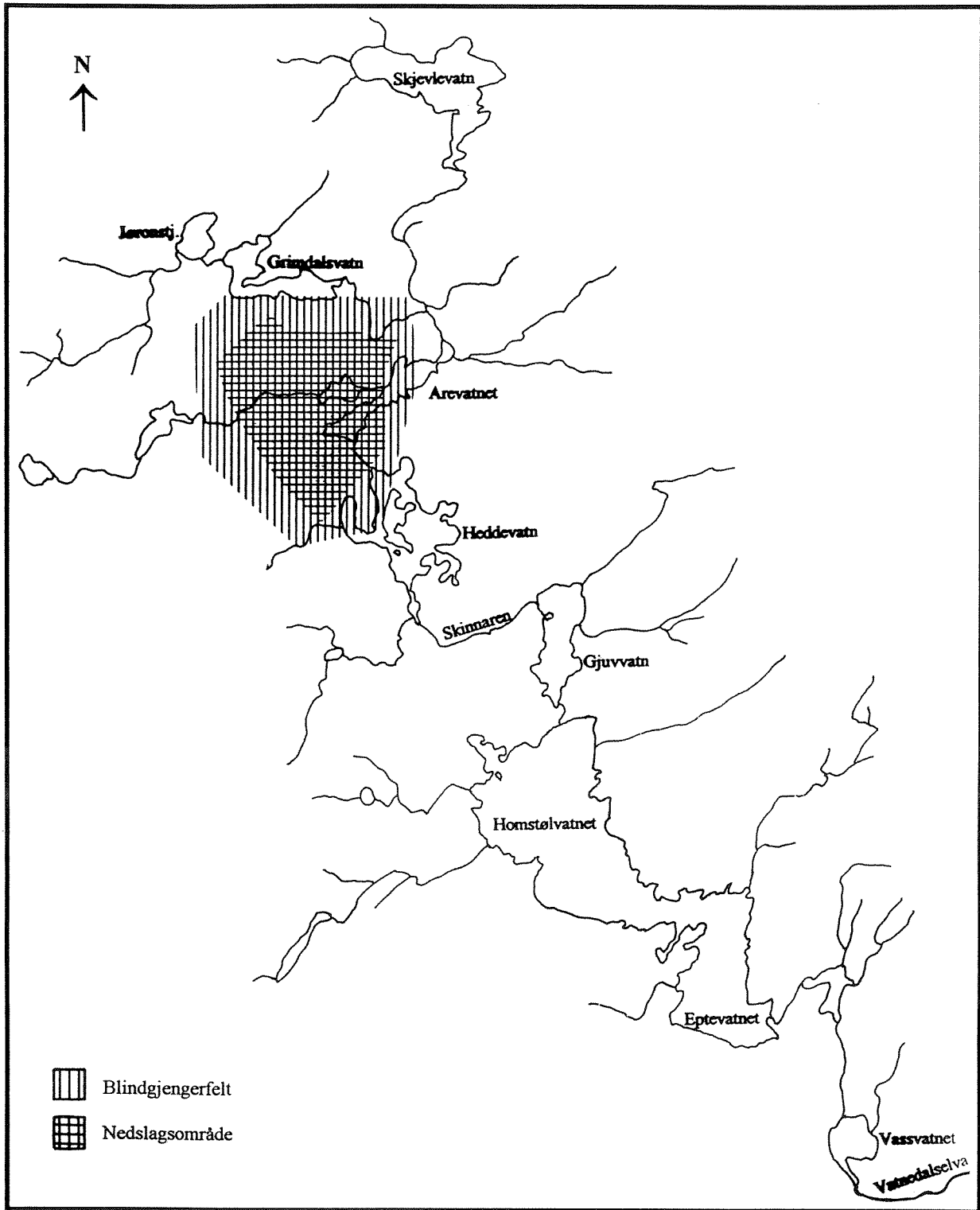


Fig. 18. Alternativ Grimsdalsvatn med inntegnet nedslagsområde og blindgjengerfelt for bombekastere.

### 3. Konsekvenser - Miljøpåvirkninger.

Ved vurdering av skaderisiko (vurdering av skadekonsekvenser er gitt i kap. 4) på vann og vassdrag grunnet vegbygging og vegdrift har vi tatt utgangspunkt i Landbruksdepartementets veileder "En veileder i skogsveibygging med miljøhensyn".

I forbindelse med skadeeffekter d.v.s. miljøpåvirkninger av vann og vassdrag fra metallutsig og eksplosiver har vi i stor grad tatt utgangspunkt i resultater framkommet gjennom NIVA's pågående og nylig utførte skytefeltsundersøkelser (se side 12). Videre har vi brukt kunnskap og erfaring fra sivile skytebaner (lerduebaner) (Helserådet i Trondheim pers. medd., Jørgensen og Willems 1987, Ma 1989, Hockin 1989, Tanskanen et al. 1991 og Manninen og Tanskanen 1993) og fra studier av skadevirkninger ved metallutsig fra gruver (Grande 1972, Kjellberg 1990 og Grande 1991). Vi har videre lagt vekt på "føre var"- prinsippet, d.v.s. at vi har tatt utgangspunkt i dokumenterte verste tilfeller. Vi vil likevel nevne at det bare er fremtidige konkrete måleresultater som vil kunne gi et mer eksakt bilde av skadeeffekter samt skade- og påvirknings-/influensområder. Dette viser viktigheten av at en i fremtiden har et fullverdig overvåkningsprogram. Vurderingene av skadeeffekter og fastleggelse av skadeområder og influensområder vil derfor nærmest være et kvalifisert faglig skjønn, d.v.s. at en overfører kjente kunnskaper og erfaring fra tilsvarende problematikk.

For å kunne beskrive eventuell miljøpåvirkning og omfanget har vi benyttet oss av følgende benevninger: **skadeområde**, **influensområde** og **ikke eller lite påvirkede områder**. Skadeområdet, som er rødmarkert i figur 19 og 20, omfatter vassdragsavsnitt som permanent eller til tider sannsynligvis vil få så høge konsentrasjoner av toksiske tungmetaller at dette leder til akutt og/eller kronisk forgiftning overfor mer følsomme plante- og dyrearter d.v.s. tapt individantall og biodiversitet. Alger og virvelløse dyr er mer følsomme overfor metallforurensning en fisk (Lithner 1994). Disse områdene karakteriseres av at det i vannfasen er en kontamineringsfaktor s.k. **K-faktor** for aktuell eller aktuelle metaller som overstiger 10 og i sedimentet 20. For nærmere informasjon om K-faktor og vurderingsgrunnlag (forurensningsklasser) henvises til Lithner (1989) og Rognerud og Fjeld (1990). Her vil det også være muligheter for opptak og akkumulering av tungmetaller i næringskjeder. Influensområdene omfatter vassdragsavsnitt der en med sikkerhet kan dokumentere påslag av metallforurensning fra skyteaktiviteten d.v.s konsentrasjoner som klart overstiger referansenivåene for området og eventuelle andre påslag av lokalt opphav. Her vil en imidlertid ikke få så høge metallkonsentrasjoner at dette fører til direkte skadeeffekter på flora og fauna. Likevel kan vi til tider finne konsentrasjoner som vil medføre "stress" for mer følsomme organismer og mulighet for biokonsentrasjon og bioakkumulering vil alltid foreligge. Influensområdene er gulmarkert i figurene. Med ikke eller lite påvirkede områder (grønn markering i figurene) menes vassdragsavsnitt der metallkonsentrasjonene sannsynligvis vil ligge innenfor de variasjoner som bedømmes som referanseverdier for området d.v.s konsentrasjonsnivåer og konsentrasjonsvariasjoner som hovedsakelig styres av naturgitte forhold og nedfall av forurensning fra atmosfæren.

#### 3.1. Evje Øst

##### 3.1.1. Anleggsfasen

I anleggsfasen er det først og fremst utsig av humus, surt jernholdig myr vann, silt og sand som kan skape problemer og da særlig i Gymsåna som er den av bekkene som vil bli mest berørt. Eventuelle problem med tillslamming vil bli av kort varighet og vil ikke gi varige skadeeffekter. Tar en tilstrekkelige miljøhensyn, vil eventuelle skadeeffekter bare være helt lokale, og utbygging av veger og standplasser vil medføre tilsvarende miljøpåvirkning som et hvilket som helst annet

skogsbilvegprosjekt. I anleggsfasen vil det ikke bli noen skyting i feltet.

**Konklusjon: Bygging av skogsbilveger, standplasser og målområde for flatbanefelt vil ha minimal effekt på vannkvaliteter og det akvatiske liv. Eventuelle skadeeffekter vil være lokalt avgrenset og av reversibel art. Vi forutsetter da at en iverksetter de aktuelle avbøtende tiltak.**

### 3.1.2. Tiltaksområde

Når feltet eventuelt er tatt i bruk, og en er inne i selve driftsperioden, vil sanitæranlegget og tiltaksområdets målområder, nedslagsfelt (om bk-skytingen legges hit) og blindgjengerfelt være de områder som er mest miljøbelastet.

Dersom en ikke får til en akseptabel løsning for sanitæranlegget vil dette kunne medføre at Gymsåna blir tilført lett nedbrytbart organisk stoff, fekale bakterier og næringssalter. Gymsåna har til tider meget lav vannføring og er derfor ingen velegnet resipient i denne sammenheng. Kontinuerlig utsig av lett nedbrytbart organisk stoff vil særlig i lavvannføringsperioder kunne gi vekst av heterotrofe organismer som sopp og bakterier. Dette vil medføre vond lukt og et estetisk lite tiltalende bekkefar. Videre vil en få skadeeffekter på flora og fauna. Utsig av fekale bakterier er en helseisiko og forringer bruksverdier som drikke- og badvann. Utslipp av næringssalter, utover hva som kan aksepteres, kan skape økt algebegroing, som også kan forringe flere bruksverdier. Videre vil en over tid få økt næringssalttransport til Otra. Skulle igjen Gymsåna bli fiskførende vil et kloakkutslipp kunne forringe kvaliteten på fiskekjøttet. En viss belastning vil likevel Gymsåna tåle, og med dagens renseteknologi skulle ikke et sanitæranlegg ved ankomstplassen til flatbanefeltet behøve å skape noen problemer.

I og nær målområdene og blindgjengerfeltet ved flatbanelegget og delvis også i de mest belastede deler av nedslagsfeltet for bk-skyting vil en i vannpytter og vannsig til tider kunne få høge metallkonsentrasjoner. Størst effekt og påvirkning vil en få i flatbanefeltets målområder, særlig der en skyter med mitraljøse, maskingevær og handvåpen. Her vil sansynligvis også noen 100 meter av den berørte del av Gymsåna kunne bli så påvirket at det vil kunne oppstå direkte skadeeffekter, d.v.s. at tålegrensen overskrides. Det er først og fremst stort blyutsig som vil kunne forårsake dette.

**Konklusjon: Skadeeffekter grunnet høge konsentrasjoner av metaller vil sansynligvis foreligge i vannpytter og vannsig i eller nær målområder og nedslagsfelt. Videre også lokalt i Gymsåna direkte nedstrøms målområdene for flatbanelegget. Totalt vil skadeområdet kunne berøre opp til ca 0,3-0,4 km bekkestrekning. Det vil ikke oppstå skadeeffekter i Otra, Krokbecken, Katteråsåna og Fiåna.**

**Obs! Det kan være betenkeligheter med hvitt fosfor i målområde og nedslagsfelt i henhold til beitende vilt og husdyr.**

### 3.1.3. Influensområde

Influensområdet vil berøre ca. 4,5 km av Gymsåna, mens i alt ca. 12 km bekkestrekninger i de øvrige berørte vassdrag (Katteråsåna, Bjoråna og Fiåna) vil bli påvirket og karakterisert som influensområde. Her inngår også Åmlandslonane og Katteråslonane. I influensområdet vil det ikke oppstå noen direkte skadeeffekter, men det vil være betenkligheter med vannet som drikke- og bruksvann i Gymsåna. Øvrige bekker som først og fremst eller kun berøres av bk-feltet vil ikke påvirkes i så stor grad at det vil være noen bruksmessige betenkligheter. Bl.a. vil ikke drikkevannsintressene i Bjorvatnet bli nevneverdig berørt.



**Konklusjon: Ca. 13-14 km bekkestrekninger vil sannsynligvis permanent eller til tider få forhøyet metallkonsentrasjon og kunne betraktes som influensområder. Dette vil likevel ikke direkte skade flora- og fauna- sammensettingen og heller ikke direkte forringe nåværende brukerinteresser . Drikkevannsinteressene i Bjorvatnet vil heller ikke bli skadelidende. Det vil heller ikke være betenkeligheter med å bruke nedre del av Katteråsåna til bruksvann for jordbruksforemål. Otra og Vassvatnet- Tovdalselva vil ikke bli nevneverdig berørt.**

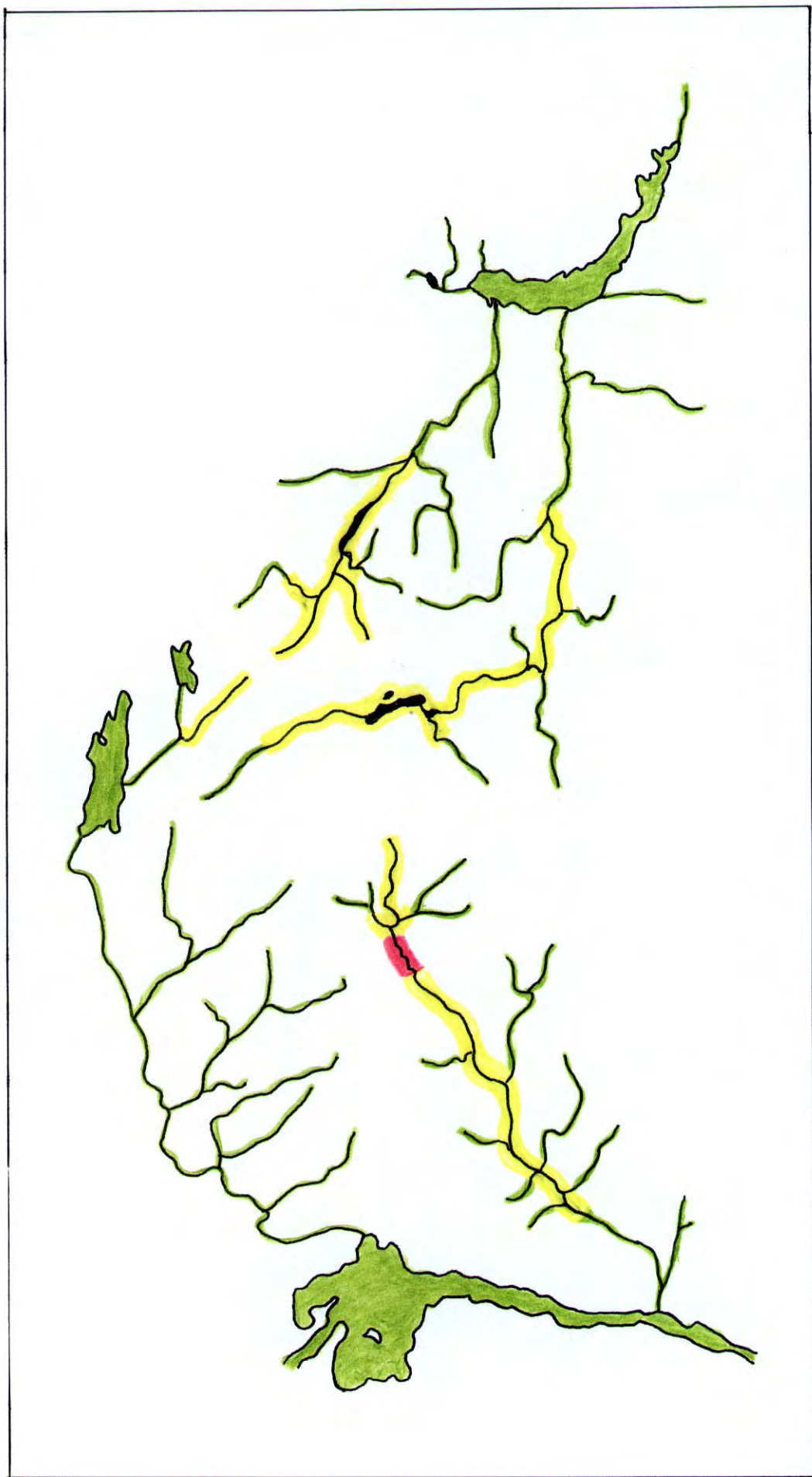


Fig. 19. Evje Øst. Skadeområde (rød markering), influensområde (gul markering) og ikke eller lite påvirkede områder (grønn markering). For nærmere informasjon om vurderingsgrunnlag henvises til kap. 3 side 30.

### 3.1.4. Eventuelle uhell

Med uhell mener vi at det kan komme ut diesel, bensin eller olje i bekkene og lonene. Dette vil kunne medføre betydelig skadeeffekter da berørte bekker er små og til tider har meget lav vannføring. Videre vil f.eks. et større dieselutslipp kunne gi lukt og smak på fiskkjøttet hos fisk som fins i nedenforliggende vassdrag. En må ta hensyn til Bjorvatnets og Katteråsånas betydning som drikke- og bruksvannskilde.

**Konklusjon: Utslipp av oljeforbindelser særlig diesel, vil kunne gi betydelige skadeeffekter av kortvarig karakter. Drikke- og bruksvannsinteressene i Bjorvannet og Katteråsåna må vernes. Sannsynligheten for slike uhell må betraktes som små. I de siste årene kjenner en til ett tilfelle forårsaket av en utenlandsk avdeling på Hjerkin.**

### 3.1.5. Eventuell avvikling av tiltaket

Legges flatbanefeltet ned vil særlig selve målområdet og til en viss grad også blindgjengerfeltet i lang tid utgjøre et forurensningspotentiale overfor Gymsåna, ved at det vil sige ut tungmetaller som bly, kobber og kadmium. Det vil således i lang tid foregå en akkumulering av tungmetallforurensning i Gymsåna.

Legges krumbanefeltet ned, vil det ha liten betydning for berørte bekker. Et visst utsig og påslag av jernforbindelser vil en sansynligvis få i lang tid. Dette bedømmes likevel ikke som noe alvorlig miljøproblem. Vi forutsetter da at en gjennomfører et nøye oppryddingsarbeide i nedslags- og blindgjengerfelt. Risikoen for blindgjengere vil likevel alltid gjenstå (spesielt der målområdene blir lagt til myrlendte områder) og begrense fremtidige bruksverdier av området.

**Konklusjon: Flatbanefeltets målområde og til en viss grad også blindgjengerfeltet vil i lang tid være et forurensningspotensiale overfor Gymsåna. En nedlegging av krumbanefeltet vil ikke ha noen direkte fremtidige miljøkonsekvenser for vannkvaliteten og det akvatiske økosystem i berørte bekker. Bruksverdien av området vil likevel bli begrenst p.g.a. blindgjengerfaren.**

## 3.2. Grimsdalsvatn

### 3.2.1. Anleggsfasen

I likhet med forholdene for Evje-Øst vil det dreie seg om miljøpåvirkning i forbindelse med vegbygging og anleggsaktiviteter ved standplass. Berørte bekker kan tilføres humus, silt og sand, som kan gi lokale skadeeffekter ved at bekestrekninger tillslammes. Eventuell påvirkning vil likevel være av kortvarig art og ikke gi varige skadeeffekter. Vi forutsetter da at en tar hensyn til de forslag til avbøtende tiltak som foreligger.

**Konklusjon: Anleggsfasen vil ikke føre til noen varige skadeeffekter overfor berørte vassdrag. Brukerinteresser vil heller ikke bli nevneverdig berørt.**

### 3.2.2. Tiltaksområde

Tiltaksområde utgjøres av veger, standplasser, nedslagsfelt og blindgjengerfelt. Normal vegdrift og vedlikehold vil ikke føre til vannforurensning av betydning. Belastningen fra standplassene vil heller ikke påvirke berørte bekker og vannsig i noen større grad. Nedslagsfeltet vil være det mest belastede området og herifra vil det sige ut særlig jernforbindelser, som sannsynligvis vil kunne gi

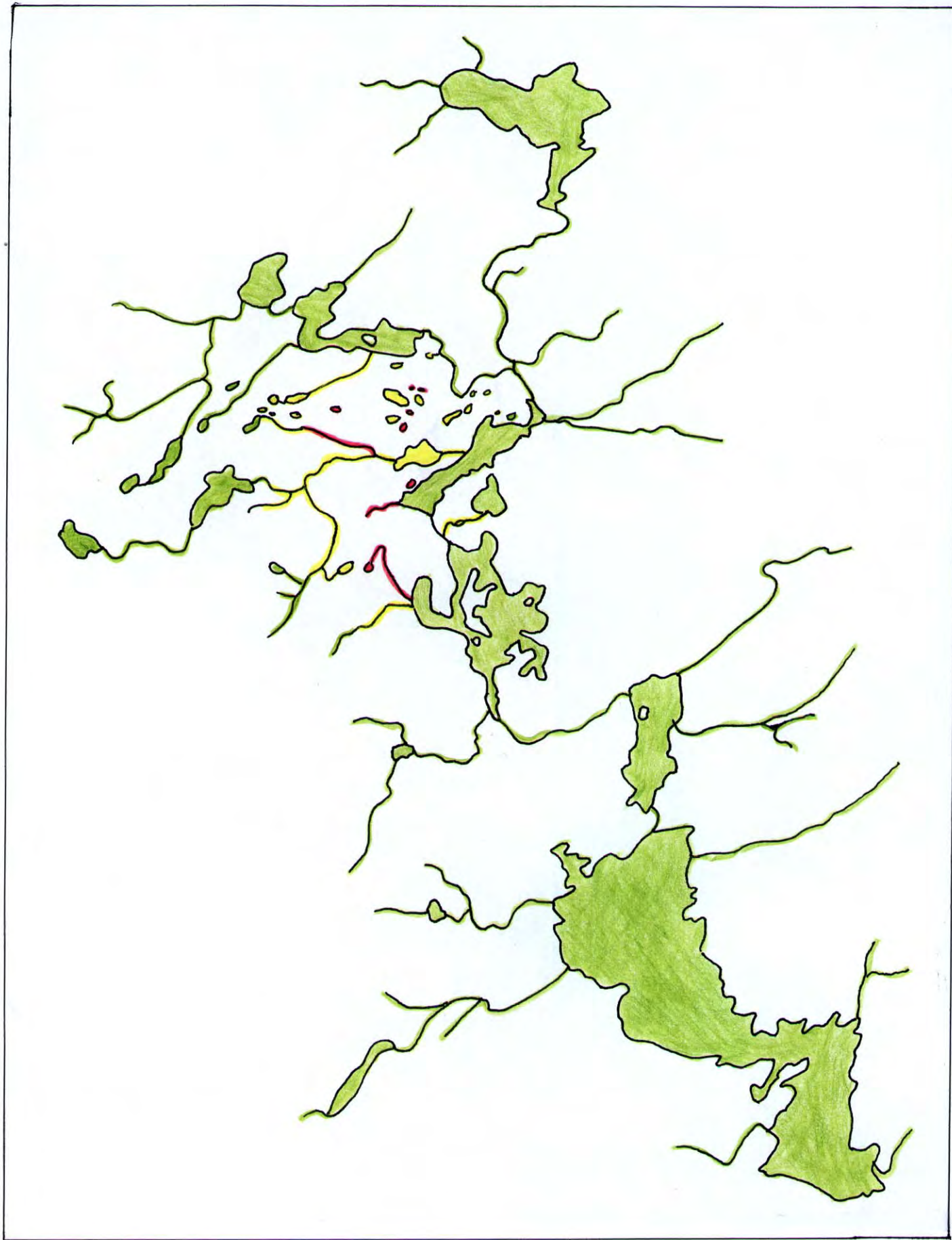


Fig. 20. Grimsdalsvatn. Skadeområde (rød markering), influensområde (gul markering) og ikke eller lite påvirkede områder (grønn markering). For nærmere informasjon om vurderingsgrunnlag henvises til kap.3 side 30.

påtakelig okerutfelling i vannsig og mindre bekker i og nær selve nedslagsfeltet. Dette vil påvirke flora og fauna med redusert biodiversitet som resultat da mer følsomme arter vil bli borte. Større bekker som bekken mellom Gobekktjern og Arevatnet samt berørte innsjøer vil i liten grad bli påvirket og her vil en ikke få noen direkte skadeeffekter.

**Konklusjon: Mindre bekker og vannsig i og nær nedslagsfeltet vil kunne få kraftig utviklede okerutfelling, noe som vil kunne skade flora og fauna d.v.s. tapt biodiversitet. Større bekker og innsjøer/tjern vil bli lite berørt og vesentlige brukerinteresser vil ikke bli skadelidende. Gjutvatn-Tovdalselva vil ikke bli berørt.**

### 3.2.3. Influensområde

I dette tilfelle vil influensområdet få begrenset omfang og det vil sannsynligvis når det gjelder vassdrag av noen størrelse bare være i nedre del av Godbekken, Godbekktjern og i bekken som renner ned i Arevatnet at en vil kunne dokumentere jernpåslag og eventuelt påslag av andre metaller og da særlig i Godbekkstjernets sedimenter.

**Konklusjon: Influensområdet vil ha begrenset omfang.**

### 3.2.4. Eventuelle uhell

I likhet med situasjonen for Evje Øst vil det være uhell som fører til utslipp av diesel og olje som vil kunne gi størst miljøeffekt overfor vannforekomstene. Her er imidlertid vannføringen betraktelig større samtidig som vi har større vannvolumer og vannflater, jevnført med forholdene på Evje Øst. Et eventuelt diesel og/eller oljeutslipp vil derfor ikke få så store økologiske konsekvenser som tilfelle er i Evje Øst. Videre berøres ingen drikke- eller bruksvannskilde.

**Konklusjon: Eventuelle utslipp av diesel og/eller olje vil være det uhell som kan skape størst miljøeffekter ved uhell. Store fortynningsmuligheter vil likevel begrense eventuelle skadeeffekter.**

### 3.2.5. Eventuell avvikling av tiltaket

Fra nedslagsfeltet vil det i lang tid frigjøres jern fra korroderte splintrester og granatfragmenter, som vil bidra til jernutsig fra feltet. Miljøkonsekvensene av dette vil likevel være små og av lokal art. Avvikling av skyteaktiviteten vil derfor ikke få noen direkte effekt på vannmiljøet i større bekker og innsjøer/tjern som er berørt. Bruksverdien av området vil likevel bli begrenset p.g.a. blindgjengerfaren.

**Konklusjon: En avvikling av bombekasterfeltet vil ikke ha noen større betydning for vannkvaliteten og det akvatiske liv i området, og det vil ikke bli behov for direkte tiltak eller overvåking. Bruksverdien av området vil likevel bli begrenset p.g.a. blindgjengerfaren.**

## 4. Vurdering av skadeeffekter - Konsekvenser

Vi vil her vurdere skadeeffekt/miljøpåvirkning (se kap. 3 ) mot:

- lokale konsekvenser
- regionale konsekvenser
- nasjonale konsekvenser

Miljøaspekter som vannkvalitet (tilstand og egnethet), verneverdige arter, genetisk mangfold, genetisk egenart, biodiversitet og akkumulering i næringskjeder samt brukerinteresser som drikkevann/råvann, jordvanning, friluftsbad/rekreasjon, mulig fremtidig fiske, betydning som referansevassdrag o.s.v. legges til grunn for vurderingene. Ved vurdering av vannkvalitetsaspektene har vi benyttet Statens forurensningstilsyn's veiledning "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann" (Holtan og Rosland 1992).

Det må videre fremholdes at samtlige av de berørte vassdrag i begge områdene for tiden er sterkt påvirket av surt vann og medfølgene skadeeffekter. Biologisk og genetisk mangfold er derfor meget begrenset i utgangspunktet, og mange av de mest følsomme artene er sannsynligvis allerede utslått.

### 4.1. O-Alternativ.

O-alternativet medfører forøvrig at Forsvaret må legge bk-utdannelse til andre eksisterende skytefelt. En vil lett få utslipp i forbindelse med landevegstransporter som sett i nasjonal sammenheng vil bli større enn om denne del av utdannelsen legges til Evjemoen. I tillegg vil utslippene knyttet til selve skyteaktiviteten kun bli flyttet til andre områder av landet. Resipienten og aktuelle bruker- og verneinteresser vil her være avgjørende om dette kan oppfattes som negativt sett i nasjonal sammenheng, men uansett vil utslippene måtte anses som marginale og av lokal art.

### 4.2. Evje Øst

Selve skadeområdet, som omfatter en bekkestrekning mindre en 0,5 km, vil ikke medføre konsekvenser av regional eller nasjonal interesse. De lokale konsekvenser bedømmes også som små da ingen dokumenterte truede, vernede eller skjeldne arter vil bli berørt. Influensområdet som vil omfatte ca.17 km bekkestrekning inklusiv loneområdene, vil heller ikke berøre eller medføre konsekvenser av lokal, regional eller nasjonal art.

Prosjektet Evje Øst vurderes derfor i sin helhet som lite kontroversielt med hensyn til vannmiljøet. Dette sett utifra at vi allerede har store forurensningsskader i området og at området ikke har dokumenterte truede eller verneverdige vannorganismer. Videre berøres ikke vannbaserte rekreasjonsinteresser. Skulle det i fremtiden komme tilbake fisk i de berørte vassdrag vil skyteaktiviteten ikke medføre noe større problem for fisken eller forringe fiskens kvalitet som menneskeføde. Ovennevnte er under forutsetning av at de avbøtende tiltak følges (Se kap 5)

Drikke- og bruksvannsinteressene i Bjorvatn og Kattersåna vil heller ikke bli direkte skadelidende selv om en skulle få økt jerntilførsel og noe tilførsel av tungmetaller i bekkens øvre løp.

### 4.3. Grimsdalsvatn

Skadeområdet vil være av begrenset omfang og først og fremst berøre enkelte mindre vannsig og bekker i og nær selve nedslagsfeltet. Ingen dokumentert truede eller verneverdige arter vil bli berørt. Skadeeffektene vil derfor være av meget lokalt begrenset art. Foruten nevnte skadeområder med tapt biodiversitet vil øvrige deler av vassdraget ikke bli nevneverdig berørt. Dette gjelder bl.a. de lokalt

verneverdige våtmarksområdene ved Eptevann og Vatnevatn. Det er for tiden ingen drikkevannsinteresser i berørte del av vassdraget og Søråni-vassdraget som benyttes som drikkevannskilde for Grendi vannverk vil ikke bli berørt.

Det foreligger derfor ikke noen regionale eller nasjonale konsekvenser. Lokale bade- og rekreasjonsinteresser vil heller ikke bli berørt p.g.a. dårligere vannkvalitet. Videre regner vi med at Grimdalsvatn fortsatt kan være et godt egnet referansevasdrag for forsuringsstudier.

## 5. Avbøtende tiltak

Med avbøtende tiltak menes tiltak eller restriksjoner som vil begrense og i enkelte tilfeller forhindre miljølemper. Vi vil understreke at det kan foreligge for oss ukjente tiltak som kan være like aktuelle som de tiltak vi foreslår. Videre må en regne med at fremtidig kunnskap og utvikling kan medføre at nye og mer effektive tiltaksmuligheter vil fremkomme. Det er viktig at en kontinuerlig overvåker effekten av de avbøtende tiltak som blir iverksatt. Et fortløpende overvåkningsprogram vil kunne gi svar på dette. Det er ikke foretatt kost-nytte vurderinger.

### Skytefelt.

#### Flatbanefelt:

- Det er ved flatbanefeltet planlagt å skyte mot fjellvegg med kulvert som granat- og prosjektilfang. Basert på erfaringer fra Raufoss A/S testanlegg på Bradalsmyra, er dette etter vår mening en meget god løsning. Vi vil derfor anbefale denne løsningen.
- Ur og stein under og ved selve kulvertene fjernes mest mulig.
- Området like under og i bunnen av kulvertene dekkes med kalksteinsand/grus.
- Muligheter for å sikte/skille ut prosjektiler og metallrester fra sanden og grusen i kulvertene bør vurderes.
- Det kan være en viss fare for at beitedyr og vilt får i seg hvitt fosfor og/eller blyholdige metallfragmenter, eller planterøtter og jord med stort blyinnhold. Det er derfor ønskelig at selve målområdet med kulverter blir inngjerdet. Blindgjengerfeltet kan også eventuelt gjerdes inn.
- Randvegetasjon beholdes/etableres rundt flatbaneskytefeltet for å kunne fange opp skudd og eventuelle rikorsjetter som ville kunne falle utenfor målområdene.
- Målområdene dreneres godt, men på en slik måte at erosjonsfaren ikke øker.

#### Bk-felt:

- En skal unngå å benytte myrområder og vann og vassdrag som nedslagsfelt. Her bør en mest mulig benytte tørr fast morenegrus og bart fjell. Dette er spesielt viktig ved bruk av ammunisjon med fylling av hvitt fosfor. Vi kan nevne at det i Ælvdalen skytefelt i Sverige er restriksjoner mot å skyte mot myr og vassdrag.
- En utfører fortløpende så nøye opprydding som mulig i nedslagsfelt og blindgjengerfelt for bombekastere.
- Mest mulig av naturlig forekommende markvegetasjon og vegetasjonsdekke beholdes i nedslagsfeltet slik at erosjonsfaren reduseres.
- Jordbearbeiding i selve nedslagsfeltet må unngås for å bevare podsolprofilene.
- Veger og stier i nedslagsfelt- og blindgjengerfelt bygges/plasseres slik at de ikke medfører erosjon og forsumping. **Obs!** all unødvendig kjøring må forhindres da dette som oftest bidrar til økt flompåvirkning og erosjon.
- Forsurede eller naturlig sure deler av nedslags- og blindgjengerfeltet kan kalkes. En regelmessig



kalking av delområder kan bli et krav fra myndighetene i tilfelle overvåkningsprogrammet konstaterer økt utsig fra feltene.

- Det kan være en viss fare for at beitedyr og vilt får i seg hvitt fosfor. Det er derfor ønskelig at nedslagsfelter blir inngjerdet. Blindgjengerfeltet kan også eventuelt gjerdes inn.

Generelt:

- Målområder og nedslagsfelter må avmerkes og all skyting skal foregå slik at minst mulig av prosjektilene deponeres utenfor målområde resp. nedslagsfelt.
- En skal unngå å benytte plantevernmidler. Kratt og annen uønsket vegetasjon i målområde, nedslags- og blindgjengerfelter fjernes manuelt eller mekanisk.
- Det er viktig at målområde og nedslagsfelt regelmessig ryddes for blindgjengere og skrap. Dette er bl. a. med på å styrke troverdighet i forbindelse med et eventuelt flerbruk av feltet/feltene.
- Det utarbeides spesielle regler for skyting med ammunisjon og granater med hvitt fosfor.
- Jord og markområder inklusive vann og vassdrag med stort innhold av toksiske metaller og metallforbindelser er å betrakte som forurenset grunn/jord og 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.
- Miljømessige konsekvenser av nytt materiale og nye stoffer i ammunisjon må nøye vurderes før de tas i bruk.
- Målområder og nedslagsfelt overvåkes årlig ved miljøovervåkningsprogrammer som klarlegger eventuell uttransport av tungmetaller, jern, aluminium og PAH samt de miljømessige konsekvenser av dette. Dokumentasjon over tid (trendutvikling) er viktig.

Veger.

Anleggsfasen.

- Under anleggsfasen skal løsmasser minst mulig komme i berøring med elver, bekker og vannsig.
- Der veger/kjøretraseer går langs bekker, tjern og innsjøer bygges de slik at en sparer en tilstrekkelig kantsone. Vegfyllinger i og langs vassdrag og innsjøer skal unngås.
- Der veger/kjøretraseer går over myr etableres fyllingsveg over kavling og duk eller nett. Dype sidegrøfter unnvikes.
- 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 oljeforurensning av grunn og vassdrag kan unngås.

- Masseuttak må ikke skje slik at det medfører vannforurensning.
- Partikkeltransport ut i vassdrag fra mobilt knuseverk om sådant skal benyttes må forhindres. Myr vil kunne forhindre slik kortvarig partikkeltransport.
- Man kan ta enkelte prøver av dagens avrenning fra de myrområder som vil bli berørt av vegbygging for å se om de er sure og jernholdige.
- Man kan få vurdert av geolog om det er fare for å sprengne og knuse i sulfid- og metallholdige bergarter. Sulfid- og metallholdige bergarter må ikke nyttes i vegfyllingene. **Obs!** En må ikke benytte materiale fra de gamle slagghauene ved nikkilverket i Evje.
- Eventuelle overvannsutslipp fra betongbelagte arealer må ikke ledes direkte ut i nærmeste vassdrag. Her må en benytte seg av naturgitte infiltrasjonsmuligheter i permeable masser.

#### Driftsfasen.

- Eventuelle problemer med sur jernholdig avrenning fra drenert myr avbøtes ved kalking og etablering av fordrøyningsbasseng.
- Tilsåing og beplantning av erosjonsutsatte vegskråninger kan vurderes. Tilsåing gir best resultat når den utføres umiddelbart etter at anlegget er ferdig.
- Bruk av kjemikalier for sprøyting av vegetasjon må unngås. Mekanisk rydding av kratt er miljømessig å foretrekke.
- En kan lagre oljevernutstyr sammen med branvernsmateriellet i lagerbygget i feltet. Dette for raskt å kunne begrense eventuell oljeforurensning ved trafikkuhell.
- Dustex kan brukes som støvbindemiddel , ikke vegsalt.

#### Sanitæranlegg/toaletter.

- 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 løsningen har sine begrensninger. Fylkesmannens miljøvernnavdeling er det offentlige organ som gir utslippstillatelse, men saken må gå via berørte kommune etter der foreliggende instruksjoner.
- Toalettbehovet ved standplass kan løses med tørrklosetter som tømmes regelmessig.
- Miljøvennlige sanitets- og vaskemidler brukes.

## 6. Flerbruk.

Det kan være vanskelig å diskutere tema flerbruk ut fra en ren vannbruksmessig synsvinkel. Flerbruksaktivitetene vil henge sammen og kan vanskelig skilles. Dette kapitlet vil derfor nødvendigvis innehold noen betraktninger som vil ligge utenfor temaet vannbruk.

Med flerbruk menes at skytefeltet inkl. sikkerhetssoner til tider åpnes for skogsdrift, samt fritidsaktiviteter som turgåing, bær- og soppstaking, fiske og særlig jakt. Älvdalen skytefelt i Sverige har siden det ble etablert i 1967 praktisert en utstrakt flerbruk av feltet. Her leier en bl.a. ut all jakt og fiske. Erfaringer herifra viser at god informasjon, nært samarbeid med andre brukere og åpne forhold må til for at en skal kunne få til et godt flerbruk. Videre viste det seg at det tar en del tid for at andre brukere skal få s.k. aksept til nye forhold. I flere av våre skytefelt bedrives det for tiden også flerbruk med skogsdrift (statens skoger) og særlig jakt. I alle av Forsvarets skytefelt praktiseres det jakt, men premissene for denne kan variere. Kravet til flerbruk i forsvarets skytefelt vil sannsynligvis øke i fremtiden. Videre går det også an å kombinere skytefeltsaktiviteter med mindre verneområder og kjerneområder for truede viltarter. Älvdalen skytefelt er et godt eksempel på dette. Her har en flere vernede skogs-, ravin- og fjellbiotoper bl.a. urskogbestander, videre har en reproduksjon av bjørn inne i feltet. Her hekker også to kongeørnpar (pers. med. Øltn. A Thorin). Ellers kjenner en fra norske skytefelt bl.a. hekkende jaktfalk, traner og smålom.

### 6.1. Nye direktiver

Etter at Statens skoger ble omorganisert til Statsskog A/S har Forsvaret sagt opp sin forvaltningsavtale med denne og startet arbeidet med å utvikle nye direktiver for forvaltningen av Forsvarets skoger. I henhold til signaler som regjeringen har gitt i St.meld. nr. 21 (91-92) skal forvaltningen av Forsvarets egne eiendommer følge en klar flerbruks- og miljøløse hvor det skal tas hensyn til bevaring av det biologiske mangfold i skogene. Også Direktoratet for Naturforvaltning (DN) har i denne forbindelsen avgitt sin tilrådning og anbefalt at forvaltningen legges opp til en slik miljøprofil at disse eiendommene kan sees som supplement til den foreslåtte skogfredning i Norge. I DN's tilrådning legges det vekt på å forhindre en fragmentering og oppsplitting av områdene gjennom utstrakt anlegg av veger. Et vesentlig poeng i flerbruksammenheng er begrensninger og tilpassinger i den etablerte natur. I skogsvegsammenheng innebærer dette at det må tillegges stor vekt på å finne de rette vegtraseer, at en får begrensende masseforflytninger, minimale skjæringer, tas hensyn til synsinntrykk, at en følger eksisterende terrengformasjoner, unngår ransoner og at vegen legges inntil markerte terrengformasjoner vann o.l. og at vegen tilpasses viltbiotoper og fornminner. I forhold til vannsystemer og våtmark er det viktig at skader forårsaket av vann på veg og omkringliggende natur- og miljømessige skader som et skogsveganlegg kan forårsake unngås mest mulig. Ved kryssing av fiskeførende bekker må det brukes instalasjoner som gjør at fisken kan passere uten hindring. Dette betyr overdimensjonering av kulverter og stikkrenner. Stikkrenna må legges med maksimalt 2% helling og tilstrekkelig dypt slik at bunnen forblir permanent dekket av grus og stein. Omfattende og informativ veiledning for hvordan en skal anlegge skogsbilveger er gitt i "En veileder i skogsveibygging med miljøhensyn" utgitt av Lantbruksdepartementet, Skogavdelingen.

### 6.2. Evje Øst

Fra området renner det ut mindre bekker til vassdrag hvor en idag ved hjelp av kalking og fiskutsetting har klart å opprettholde en fiskebestand i enkelte vassdrag. I nedstrømsliggende større hovedvassdrag som Otra og Bellandselva finnes fortsatt selvreproduserende fiskebestander. Ut fra de resultat en til nå har fått fra skytefeltundersøkelsene kan en ikke påstå at skyteaktiviteten vil kunne medføre noen påviselig miljøeffekt overfor nåværende fiskbestand og dens næringsdyr i Otra og

Bellandselva.

Tiltaks- og influensområdene i Evje Øst representerer først og fremst våtmarkslokaliteter (med småtjern og loner i myrområder) og skogsområder. På basis av undersøkelser i Terningmoen og på Hjerkins syns det ikke som om fugle- eller dyrelivet langs vassdragene reagerer noe særlig på aktiviteter fra skytefelt.

For mange miljøer vil imidlertid menneskelig aktivitet være en belastning. Forsvarets virksomhet i skytefelt er regulert og virksomheten er sterkt kanalisert til bestemte baner og veger. Spesielt i områder som blir å betrakte som blindgjengerfelt vil ferdselen bli meget sterkt begrenset. I praksis vil den som regel bare finne sted i forbindelse med blindgjengerleting og sprenging. Det er viktig at disse aktivitetene finner sted til tidsrom da naturen ikke er spesielt følsom eks i hekketiden. En slikt felt kan derfor bli liggende som en refuge i naturen og i praksis fungere som en form for fredning. Imidlertid vil dette for de som ønsker å benytte naturen til rekreasjon og naturoppleveling, oppleves som negativt. Spørsmålet vil da være om det likevel finnes alternative områder hvor disse behov kan bli dekket. Ut fra 0-alternativet er mange skogsområder i distriktet lite benyttet til rekreasjon om en ser bort fra jakt. Årsaken er ofte å finne i det faktum at en har vegnett som ikke er åpen for alminnelig ferdsel. Områdene vil da bli typiske jord- og skogbruksområder. Størst bruk vil antagelig i de fleste tilfeller bli i forbindelse med jakt og da først og fremst den næringsbaserte storviltjakt. I alle av Forsvarets skytefelt praktiseres det jakt, men premissene for denne kan variere.

Et klart miljøtema i forbindelse med skytefelt er skogbrannsikring av feltene. Her kan det være en klar fordel å kunne støtte en slokkingsplan til eksisterende vassdrag og våtmarksområder.

Sett ut fra jordbruksinteresser har en både erfaring og rettskraftige domsslutninger på at skytefelt ikke reduserer beitepotensialet for husdyr (Steinsjøfeltet).

### **6.3. Grimsdalsvatn**

Historiske opplysninger (O. Løyland pers. medd.) peker i retning av at vannsystemet i Grimsdalsområdet har hatt et fiskepotensiale av noen betydning. Etter den forvaltningspraksis som nå drives i Aust-Agder fylke er det ikke aktuelt å starte noen større kalkingsprosjekt i vassdrag som ikke har en overlevende eldre bestand av edelfisk (D. Matzow pers. medd.). Skulle imidlertid nedfallsstusjonen over tid bedre seg slik at vassdraget igjen blir fiskførende er det ikke noe som tyder på at skytevirksomheten med bombekastere i Grimsdalsområdet skulle virke skadelig på fisken og dens næringdyr i området. Kvalitetsmessig vil fisken heller ikke bli skadelidende. Grunnet avstanden regnes det ikke med at feltet vil bli nytt til annet enn bk-skyting. Dette skulle da tilsi en viss økning i jernutsig fra deponert splintmasse noe som ikke regnes som særlig økologisk belastende. Vannbaserte fritidsaktiviteter som bading og båtsport vil derfor ikke bli berørt. Heller ikke eventuelle fremtidige drikkevannsinteresser. Største virkning vil nok tilgjengeligheten av feltet få. Skytingen vil nødvendigvis medføre ferdselsrestriksjoner og en må anta at feltene med en slik virksomhet ikke vil være like attraktive. Videre foreligger risiko for blindgjengere i nedslagsområdet og blindgjengerfeltet. Grimsdalsvatn vil neppe bli så påvirket at det ikke også i fremtiden vil kunne være et egnet referansevassdrag i forbindelse med forsøringsundersøkelser. En må likevel få vurdert dette med SFT og Fylkesmannen i Aust-Agder, miljøvernnavdelingen.

### **6.4. Informasjon.**

I flerbrukssammenheng er god og fortløpende informasjon til de ulike brukergrupper meget viktig, bl.a. er det viktig å gi riktige opplysninger om bruksbegrensninger i forbindelse med skyting. Vi vil derfor foreslå at Forsvaret ved siden av informative oppslag om skyting og ferdselsrestriksjoner årlig innkaller til et åpent hørings- og informasjonsmøte med berørte parter. Dette er nærmere behandlet i kap. 8.4.

## 7. Vurdering av de to alternativer, anbefaling.

For flatbanefeltet foreligger bare ett alternativ, Evje Øst, så plassering av dette blir ikke vurdert i denne sammenheng. To alternativer for krumbanefelt for bk-skyting foreligger og vil bli vurdert opp mot hverandre når det gjelder vannforurensnings- og vannbruksaspektene.

### 7.1. Vurdering

Begge alternativene berører ømfintlige vassdrag med lav resipientkapasitet når det gjelder bl.a. tungmetallforurensning. Surt og ionefattig vann med lavt innhold av kalsium øker mobiliteten av de fleste tungmetaller. Videre er begge områder belastet med luftbåren metallforurensning, som gir klart påslag i vassdragene særlig av bly, kadmium og kvikksølv (Rognerud og Fjeld 1990). Surt vann og stadig gjentatte sursjokk p.g.a. at berørte vassdrag er spesielt flomutsatte utgjør videre en stressfaktor overfor den akvatiske flora og fauna.

Sansynligvis vil større humusinnhold i berørte bekker (Gymsåna, Kattersåna, Fiåna og Bjoråna) i alternativ Evje Øst bidra til at tålegrensen for metallforurensning er noe høyere her. På den andre siden er det større vannføring og flere innsjøer i alternativ Grimsdalsvatn, som berører deler av Skinnarvassdraget/Vatnedalselva. D.v.s. at vi har større fortynningsevne samtidig som innsjøene vil fungere som sedimentasjonsbassenger/feller.

Utifra foreliggende undersøkelsesresultater (Kjellberg og Boye 1992, Rognerud og Boye 1992, Rognerud 1993 og Rognerud 1994) bidrar ikke bombekasterskyting til noe større vannforurensningsproblem da det i første rekke er jern og tungt forvitret aluminium som blir deponert. Nåværende og planlagte vannbruksinteresser vil derfor bli lite berørt. Dette gjelder også Grimsdalsvatn's betydning som referansevassdrag. Vannforurensningsmessig er det derfor ikke noen av feltene som klart peker seg ut som mer eller mindre følsomt jevnført med det andre. Vannforurensningsaspektet vil ikke etter vår bedømming være utslagsgivende ved valg av plasseringsalternativ. Vi vil likevel nevne at det sansynligvis kan bli større brukerinteresser i Skinnarvassdraget (alt. Grimsdalsvatn) jevnført med forholdet i Evje Øst, bl.a. om det skulle bli mulig igjen å få vassdragene fiskeførende. Her er det også større muligheter for bading og båtferdsel. D.v.s. at vannbruksaspektet taler for at en velger alternativ Evje Øst. Vi har da regnet med at det til tider vil bli bruksrestriksjoner i feltet samt at blindgjengerfelt inklusive nedslagsfelt blir fratatt fri ferdsel. Med tanke på brannfaren ved bombekasterskyting er likevel alternativ Grimsdalsvatn skytemessig å foretrekke da nedslags- og blindgjengerfelt her vil være omkranset av bekker og innsjøer som vil utgjøre en naturlig oppfangingslinje for skogbrann og at en vil få tilgang på ubegrenset med vann til eventuelt større slukkingsarbeid.

### 7.2. Anbefaling.

Det legges ingen **avgjørende** vekt ved vannforurensnings- og/eller vannbruksaspektet ved valg av alternativ for krumbanefeltet. Alternativ Evje Øst er å foretrekke med tanke på eventuelt kommende bruksmuligheter samt at Grimsdalsvatn, som muligens kan bli noe påvirket, inngår som referansevassdrag i to større pågående overvåkningsprogrammer. På den andre siden er det for tiden knyttet større brukerinteresser til vassdragene på Evje Øst bl. a. med hensyn til drikkevann og bruksvann til jordbruksforemål. Et viktig moment som kan komme inn er også at Skinnarvassdraget kan bli brukt som reguleringsmagasin for kraftproduksjon. Dette taler for at en velger alternativ Grimsdalsvatn.

## 8. Oppfølgende studier/miljøovervåkningsprogram og etterprøving

NATO har overfor sine medlemsland uttrykt ønske om å klarlegge forurensningsaspekter som militæret forårsaker i fredstid i sine øvnings- og skytefelt fra flere land: "More than ever before, research into environmental impacts of military activities is necessary" (Vertegaal, 1989). De seinere årene har militæret vist økt interesse og forståelse for de miljømessige konsekvenser som er knyttet til deres aktivitet. I første rekke gjelder dette i Nordamerika og Vesteuropa (spesielt Tyskland, Nederland og Norge). Også i Sverige har interessen økt og man har nylig besluttet at aktiviteten på de svenske skytefelt skal underlegges miljøkontroll bl.a. med miljøovervåkningsprogrammer. Her har en betonet at miljøpåvirkningen må følges opp til hver tid, så en kan gå inn med avbøtende tiltak i tid, dvs. at "føre var" prinsippet benyttes (pers. med. øvlt. A. Thorin). De fleste undersøkelsene som er utført eller satt igang omhandler terrestriske forhold, mens lite er gjort av effektstudier i akvatiske miljø. F.o.m. 1992 foregår det i Norge mer kontinuerlige undersøkelser over temaet vannforurensning - avrenning i Forsvarets skyte og øvningsfelt. I tillegg til de kunnskaper som allerede finnes er det ønskelig med videre kunnskap og særlig når det gjelder de langsiktige perspektiv da vi vet at korrosjonen av prosjektiler er svært 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. Formodentlig kommer derfor også effekten på tilgrensende miljø 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 kilder av lokal, men ikke militær art, og forurensninger fra atmosfæren. Kontinuerlige overvåkningsundersøkelser ved Forsvarets mest brukte felt er derfor ønskelig. Disse overvåkningsundersøkelser vil avdekke og kunne forklare årlige variasjoner i forurensningsavrenning og dessuten vise utviklingen over tid og hvilke områder som i og ikke minst viktig utenfor skytefeltene vil kunne bli påvirket. Herved får en også mulighet til å vurdere eventuelle avbøtende tiltak samt å vurdere effekten av disse. Til tider mer inngående komplimenterende undersøkelser vil kunne klarlegge eventuelt opptak og akkumulering av tungmetaller og mikroforurensninger i den akvatiske næringskjeden i de vassdrag som beviselig vil bli påvirket. Direkte skadeeffekter vil også kunne klarlegges og omfanget vurderes.

Ved en eventuell etablering av et alternative skytefelt vil vi foreslå at det etableres en mer kontinuerlig overvåkning, da vi har en unik mulighet til å kunne følge forurensningspåvirkningen fra et i utgangspunktet "uberørt" område. Følgende forslag til undersøkelsesprogram tar utgangspunkt i de erfaringene NIVA har med tilsvarende undersøkelser for Forsvaret og Statens Forurensningstilsyn (SFT), samt vurderinger som er gjort i forbindelse med overvåkningsprogrammet for Älvdalen Skytefelt i Sverige (pers.med. øvlt. A. Thorin).

### 8.1. Evje Øst.

Velges Evje Øst i sin helhet til nytt skytefelt vil vi foreslå følgende oppfølgende studier og overvåkningsprogram.

- Året før inngrepet realiseres utføres en **basisundersøkelse** der vi vil foreslå at det hver måned tas ut vannprøver for generell vannkjemi (pH, alkalitet, farge, TOC, konduktivitet, Ca, Mg, Na, K, SO<sub>4</sub>, Cl, Fe, Al, Tot-N og Tot-P) og analyse av tungmetaller (bly, kobber, antimon, sink, kadmium, nikkel, krom og strontium) fra en lokalitet i Gymsåna (flatbaneanlegg), Katteråsåna og Fiåna (bombekasterfelt). Stasjonsplassering er vist i figur 21. Ved de samme lokalitetene utføres biokonsentrasjonsforsøk med hensyn til Fe, tungmetaller (Pb, Cu, Sb, Zn, Cd, Ni, Cr og Sr) og mikroforurensninger (PAH) i vannmose. Mosene utplasseres ved tre tidspunkter

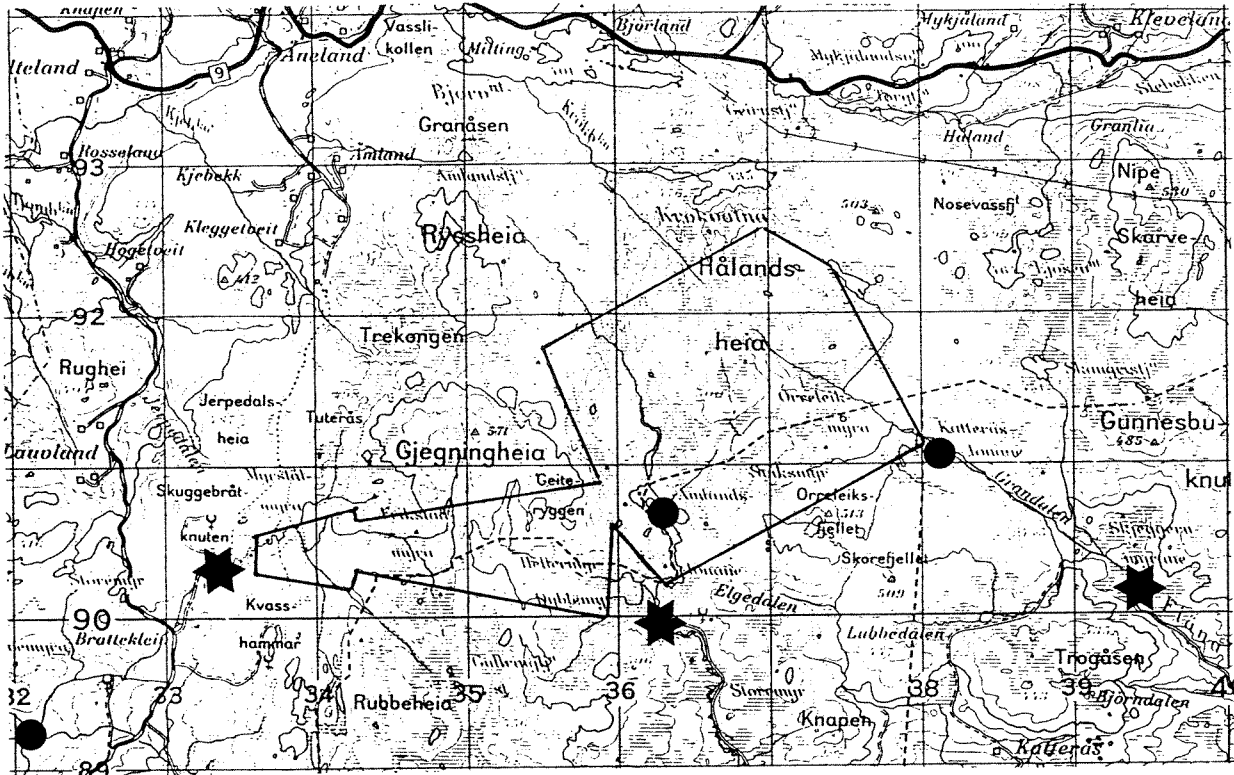


Fig. 21. Evje-Øst. Blindgjengerfelt inklusive nedslagsområde og målområde for flatbane- og krumbanefelt er markert. Stjerne angir lokalisering av prøvetakingsstasjoner for bekkeprøver og rund markering prøvetakingsstasjoner i loner.

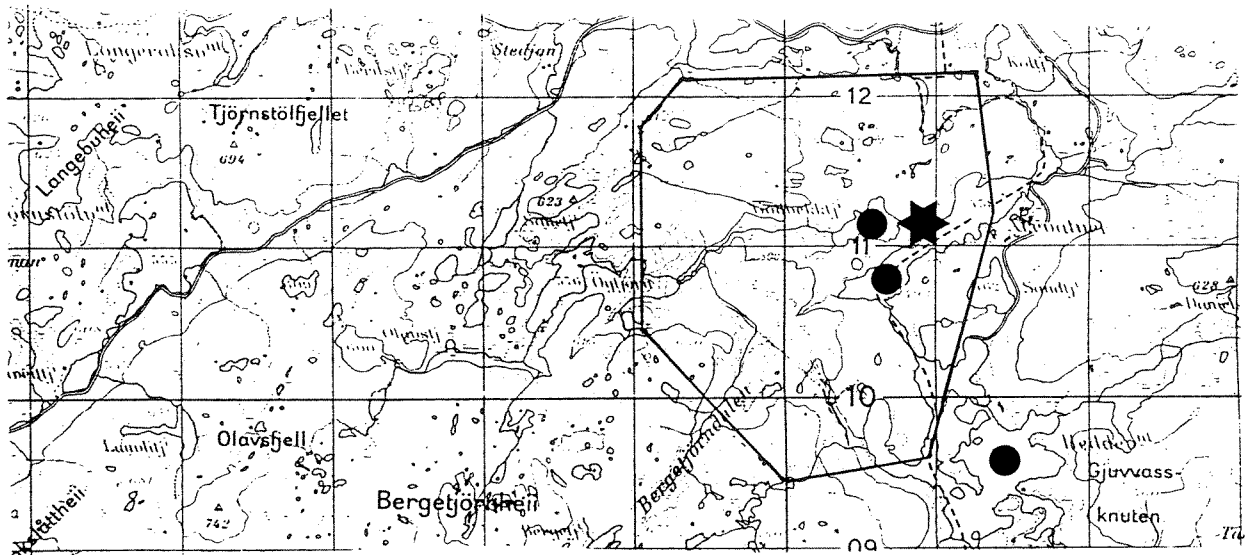


Fig. 22. Grimsdalsvatn. Blindgjengerfelt inklusive nedslagsområde for krumbanefelt er markert. Stjernen angir stasjon for bekkeprøvetaking og rund markering innsjøstasjoner.

(forslagsvis i mai, juli og september). Om mulig tas prøvene fra naturlig forekommende bestander av elvemose (*Fontinalis dalecarlica*) om slike finnes. I oktober samles det inn bunndyr (herbivor, karnivor) fra de aktuelle bekker for analyse av de samme tungmetaller som inngår i moseanalysene.

Dersom noen av lonene i nedre del av Gymsåna, Åmlandslonane og Katteråslonane skulle vise seg egnet for uttak av sedimenter, tas det ut 3 sedimentkjerne fra hvert "tjern". Fra hver kerne tas det om mulig ut en referanseprøve samt 3 prøver fra det øverste sedimentsjiktet (0-1, 1-2 og 2-3cm). Prøvene analyseres på tørrstoff og glødetap, Fe, tungmetaller som Pb, Cu, Sb, Zn, Cd, Ni, Sr og Cr samt mikroforurensninger som PAH. PAH analyseres bare fra det øverste sedimentlag. Om det viser seg vanskelig å få ut relevante bakgrunns-/referanseverdier for tungmetaller tas det også her bare prøver fra det øverste 0-2 cm.

Det kan være ønskelig med en mer omfattende kartlegging av flora og fauna i berørte bekker før inngrep, men dette må vurderes av fylkesmannen i Aust-Agder, miljøvernvedeligen og Direktoratet for Naturforvaltning (DN).

- Etter at basisundersøkelsen er utført foretas **årlige undersøkelser** (s.k. overvåkning) av vannmose tre ganger pr. år (forslagsvis i mai, juli og september). Dette kompletteres med vannprøver for tungmetallanalyser, samt analyse av jern og aluminium når en setter ut vannmosen samt ved de tre tidspunktene når en tar ut moseprøvene. Behovet for kompletterende undersøkelser eller reduksjoner i overvåkningsprogrammet vurderes fortløpende utifra fremkomne resultater.

### **Opptak og akkumulering i næringskjeder, etterprøving.**

Skulle det bli behov for mer inngående undersøkelser av opptak og akkumulering av tungmetaller og PAH i næringskjeder vil vi foreslå kombinasjonene bunndyr - kvinand og grønnstilk samt vannvegetasjon - bever og elg. Kommer det igjen inn fisk i vassdragene brukes biokonsentrasjon og bioakkumulering i fiskelever som den viktigste effektparameter. Disse undersøkelser som er blitt nevnt ovenfor er aktuelle om en i fremtiden kan påvise utsig av betydning av metaller fra selve skytefeltet.

## **8.2. Grimsdalsvatn.**

Velges alternativet med flatbaneanlegg på Evje Øst og bombekasterfelt ved Grimsdalsvatnet dvs. alternativ Grimsdalsvatn vil vi foreslå følgende oppfølgende studier og overvåkningsprogram.

### **Evje Øst - flatbaneanlegg.**

- Året før inngrepet realiseres utføres en **basisundersøkelse** der vi vil foreslå at det hver måned tas ut vannprøver for generell vannkjemi (pH, alkalitet, farge, TOC, konduktivitet, Ca, Mg, Na, K, SO<sub>4</sub>, Cl, Fe, Al, Tot-N og Tot-P) og analyse av tungmetaller (bly, kobber antimon, sink, kadmium, nikkel og strontium) fra en lokalitet i Gymsåna (se fig.21). Ved den samme lokalitet utføres også biokonsentrasjonsforsøk med hensyn til tungmetaller (Pb, Cu, Sb, Zn, Cd, Ni, Sr og Fe) samt mikroforurensninger (PAH) i vannmose. Mosene utplasseres ved tre tidspunkter (forslagsvis i mai, juli og september) om mulig tas prøvene fra naturlig forekommende bestander av elvemose om sådanne finnes. I oktober samles det inn bunndyr (herbivor, karnivor) fra en lokalitet (stryk-/fossparti) i Gymsåna straks ovenfor fylkesveien. Bunndyrene analyseres for tungmetaller som Pb, Cu, Zn og Cd.



Dersom noen av lonene i nedre del av Gymsåna skulle vise seg egnet for uttak av sedimenter, tas det ut 3 sedimentkjerne. Fra hver kerne tas det om mulig ut en referanseprøve samt 3 prøver fra det øverste sedimentsjiktet (0-1, 1-2 og 2-3 cm). Prøvene analyseres på tørrstoff og glødetap, Fe samt tungmetallene Pb, Cu, Sb, Zn, Cd, Ni, Sr og Cr samt mikroforurensninger som PAH. PAH analyseres bare fra det øverste sedimentlaget. Om det viser seg vanskelig å få ut relevante bakgrunns-/referanseverdier for tungmetallene tas, også disse bare fra de øverste 0-2 cm.

Det kan være ønskelig med en mer omfattende karteringsundersøkelse av flora og fauna i Gymsåna før inngrep, men dette må vurderes av fylkesmannen i Aust-Agder, miljøvern-avdelingen og DN.

- Etter at basisundersøkelsen er utført, foretas **årlige undersøkelser** (s.k. overvåkning) av vannmose tre ganger pr. år (forslagsvis i mai, juli og september). Dette kompletteres med vannprøver for tungmetallanalyser når en setter ut vannmosen samt ved de tre tidspunkter når en tar ut moseprøvene. En analyserer på samme elementer som ved basisundersøkelsen. Behovet for kompletterende undersøkelser eller reduksjoner i overvåkningsprogrammet vurderes fortløpende utifra fremkomne resultater.

#### **Opptak og akkumulering i næringskjeder, etterprøving.**

Skulle det bli behov for mer inngående undersøkelser av opptak og akkumulering av tungmetaller og PAH i næringskjeder knyttet til Gymsåna vil vi foreslå kombinasjonene bunndyr- kvinand og grønstilk samt vannvegetasjon - bever og elg. Kommer det igjen inn fisk i vassdraget, brukes biokonsentrasjon og bioakkumulering i fiskelever som den viktigste effektparameter. Disse undersøkelser er aktuelle om en i nedre deler av Gymsåna i fremtiden kan dokumentere påslag av tungmetaller av betydning.

#### **Grimsdalsvatn - Krumbanefelt.**

- Året før inngrepet realiseres utføres en **basisundersøkelse** der vi vil foreslå at det hver måned tas ut vannprøver for generell vannkjemi (pH, alkalitet, farge, TOC, konduktivitet, Ca, Mg, Na, K, SO<sub>4</sub>, Cl, Fe, Al, Tot-N og Tot-P) og analyse av tungmetaller (Pb, Cu, Cr, Zn, Cd, Ni og Sr) fra en stasjon i bekken mellom Godbekktjern og Arevatnet. Videre fra innsjøene Grimsdalsvatnet, Arevatnet og Heddevatnet (se fig.22). Prøver av vannmose for bioakkumuleringsforsøk tas ved tre tidspunkter (forslagsvis i mai, juli og september) i bekken mellom Godbekktjern og Arevatnet. Moseprøvene analyseres på Fe tungmetaller (Pb, Cu, Cr, Zn, Cd, Ni og Sr) og mikroforurensninger (PAH). Videre tas det ut tre sedimentkjerne for tungmetallanalyser og mikroforurensninger (PAH) i Godbekktjern, Arevatnet og Heddevatnet. Fra hver kerne tas det ut en referanseprøve samt 3 prøver fra det øverste sedimentsjiktet (0-1, 1-2 og 2-3cm). Prøvene analyseres på tørrstoff og glødetap, tungmetaller som Pb, Cu, Zn, Cd, Ni, Cr, Sr og Fe, samt mikroforurensninger (PAH) fra det øverste sedimentlag.

Bunndyr (omnivore og karnivore) for tungmetallanalyser (Pb, Cu, Zn og Cd) samles inn fra Godbekktjern og bekken mellom Godbekktjern og Heddevatnet.

Det kan være ønskelig med mer omfattende limnologiske undersøkelser i berørte tjern og innsjøer før inngrep, men dette må vurderes av Fylkesmannen i Aust-Agder, miljøvern-avdelingen og DN.

- Etter at basisundersøkelsen er utført, foretas **årlige undersøkelser** (s.k. overvåkning) av vannmose tre ganger pr. år (forslagsvis i mai, juli og september) fra en lokalitet i bekken mellom Godbekktjern og Heddevatnet. Moseprøvene analyseres på de samme elementer som nevnt i basisundersøkelsesprogrammet ovenfor. Dette kompletteres med vannanalyser på tungmetaller, jern og aluminium når en setter ut vannmosen samt ved de tre tidspunkter når en tar ut moseprøver. Behovet for kompletterende undersøkelser eller reduksjoner i overvåkningsprogrammet vurderes fortløpende utifra fremkomne resultater.

### **Opptak og akkumulering i næringskjeder, etterprøving.**

Skulle det bli behov for mer inngående undersøkelser av opptak og akkumulering av tungmetaller og PAH i næringskjeden vil vi foreslå kombinasjonene bunndyr - Kvinand og Svartand samt vannvegetasjon - bever og elg. Kommer det igjen inn fisk i vassdraget tas fisk med i denne undersøkelse. Fisk blir da den viktigste effektparameter. Disse undersøkelsene er aktuelle om en i fremtiden ønsker å kunne dokumentere et eventuelt større utsig av metaller fra selve skytefeltet.

### **8.3. Videre studier.**

Det finnes idag sparsomt med opplysninger om hvilken reststoffer som avgis i forbindelse med omsetting av spreng- og pansergranater utover det som en kan se ved en ren teoretisk betraktning. Det anbefales at Forsvaret i denne forbindelse snarest etablerer et forsøksopplegg som klargjør dette problemområdet. Videre er det ønskelig med mer omfattende effektstudier på akvatisk flora og fauna (særlig fisk) i de vassdrag som påvirkes mer direkte. Dette bør samordnes med pågående overvåkningsundersøkelser i Forsvarets større og mer belastede skytefelt. Vi vil også foreslå at deler av revisjonsvirksomheten i forbindelse med utøving av internkontroll av skytefelt blir koordinert eller sertifisert gjennom dette overvåkingsprogramet.

### **8.4. Informasjon.**

Her vil vi foreslå at Forsvaret som et viktig ledd i overvåkingen av sin aktivitet i feltet/feltene, hvert år innkaller til et åpent hørings- og informasjonsmøte med berørte parter som grunneiere, hytteeiere, omkringboende, berørte kommuner og Fylkesmannens miljøvernavdeling. Her legger en frem resultater fra undersøkelsene/overvåkingen samt noterer seg signaler om eventuelle skadeeffekter eller andre momenter i forbindelse med miljø- og flerbruksaspektene. En kan også redegjøre for hvilke eventuelle avbotende tiltak som er satt eller vil bli satt i verk samt resultatene fra disse. Tidligere har dette vært rutine på Hjerkinns Skytefelt. I miljø- og flerbruksammenheng er det viktig med informasjon, nær kontakt, åpenhet og ikke minst troverdighet (Övlt. A. Thorin pers. medd.).

Videre er det viktig at det blir ført så nøye journaler som mulig over årlig brukt ammunisjon i de to felter (flatbanefeltet og krumbanefeltet). En vil da få mulighet til å beregne mengdene av deponerte stoffer. Dette er f.eks. rutine ved Älvdalen Skjutfelt i Sverige (Övlt. A. Thorin pers. medd.).

## 9. Referanser til relevant bakgrunnsmateriale.

- 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/l 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. Undersökelse 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 Enviromental Sciences LTD. 110 s.
- Holtan, H., L. Skjelkvåle, L. Lingsten, M. Grande, K.J. Aanes og T. Bækken. 1991. Storvatnet Nord. Undersökelse 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 for 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. Statelig 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 skytefelt. 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 skjøtefelt. 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 skjøtefelt. Overvåkning av kobber og bly i 1992. NIVA-Rapport O-92077/L nr-2884. 26 s.
- Rognerud, S. 1994. Overvåkning av metallforurensning fra militære skjøtefelt 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. 50s.
- 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 (M 25) motorway. The Fourth International Symposium "Highway Pollution", Madrid 1992.
- I tillegg er nytt et ikke offentlig publisert arbeid "Ekspllosivlære" av Ingvar Seliltz. 1986. Trykk i Norge i 1993 (Raufoss A/S 1993). Dette er en lærebok som nyttes til intern opplæring ved Nobel Kemi AB, AB Bofors og Raufoss A/S. Distributør er Nobel Konsernservice AB, Karlsskoga. Spesielt vil en kunne vise til en literaturliste som bl. a. omhandler omsetting av krutt og sprengstoffer, samt en oversikt over svenske og norske bestemmelser på området.
- Utover dette har vi fått en mengde ammunisjonstekniske opplysninger fra Raufoss A/S og ellers informasjon fra bla HFK Amk og Amkontoret ved Forsyningskommandoen DKØ.
- Forøvrig er hentet opplysninger fra Forsvarets Fjernundervisning sitt kurs 0.505. NATUR- og MILJØVERN I FORSVARET. Godkjent av Forsvarets overkommando og Forsvarsdepartementet 1993.

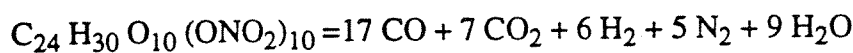
**APPENDIKS NR. 1.**

## Detonasjonsligninger (eksplosivligninger)

Ved omsetting - detonasjon - går sprengstoff over fra fast fase til gassformig fase med høy temperatur. Omsettingen kan defineres ved hjelp av eksplosjonsligningen. I denne reaksjonsligningen ser en bort fra små mengder med karbondioksid (der denne ikke utgjør noe virksomt bidrag i energien), hydrogencyanid (blåsyre), metan og noen andre gasser. Dersom detonasjonen foregår i en atmosfære av edelgass uten tilgang på oksygen gir eksplosivligningen et riktig uttrykk for frigjorte stoffer. I en granat vil sprengstoffet være omsatt før bøsningen revner. Reaksjon mellom sprenggassene og luftens oksygen blir da begrenset. Full reaksjon med luftens oksygen får en ved frittliggende ladninger.

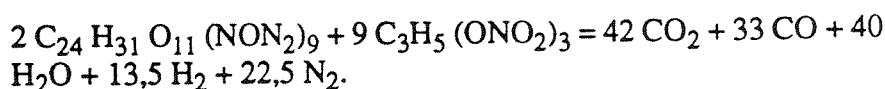
Eksempel på noen av de mest kjente eksplosivligningene for krutt- og sprengstoffer:

- Krutt  
Nitrocellulose krutt



dvs nitrocellulose gir ved omvandling følgende reaksjon i vektdele:  
1098 g nitrocellulose = 476 g karbonmonoksid + 308 g karbondioksid + 12 g hydrogen + 140 g nitrogen + 162 g vann.

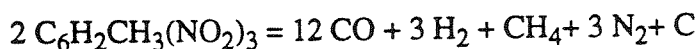
- Ren ballistitt (nitrocellulose + nitroglyserin)



4149 g ballistitt (2106 g nitrocellulose + 2043 g nitroglyserin) gir  
1848 g karbondioksid + 942 g karbonmonoksid + 720 g vann + 27 g hydrogen + 630g nitrogen.

- Trinitrotoluen (TNT)

Eksplosjonsligningen kan skrives slik:



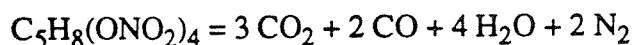
454 g TNT = 336 g karbonmonoksid + 6 g hydrogen + 16 g metan + 84 g nitrogen + 12 g karbon

Her er sett bort fra mindre mengder utviklet karbondioksid, hydrogencyanid (blåsyre) og andre gasser. Det vil alltid finnes karbon i eksplosjonsgassene ved fullstendig eksplosjon. Sprengskyen er derfor svart. Sammensetningen av gassene er forøvrig avhengig av initieringen (tenningen), eksplosjonstrykkets størrelse og andre forhold. Karbonmonoksid vil i alle tilfeller være den dominerende bestanddel. Ved ufullstendig eksplosjon, f.eks ved mangelfull initiering, vil eksplosjonsgassene ha lys farge (lys grå sprengsky).

Under fullstendig eksplosjon (detonasjon) av 1 kg TNT utvikles det omkring 750 liter gass (0<sup>0</sup>,760 mm hg). Eksplosjonsvarmen er omkring 900 kalorier pr kg og eksplosjonstemperaturen omkring 2800<sup>0</sup>C.

- Pentritt

Eksplosjonsligningen kan skrives slik:



316 g pentritt = 132 g karbondioksid + 56 g karbonmonoksid +  
72 g vanndamp + 56 g nitrogen

Her er sett bort fra mindre mengder metan, hydrogen og andre gasser. Ved fullstendig eksplosjon (detonasjon) av 1 kg Pentritt utvikles det omkring 780 liter gass (0<sup>0</sup>,760 mm hg). Eksplosjonsvarmen er omkring 1500 kalorier pr kg og eksplosjonstemperaturen omkring 4200<sup>0</sup>C.

- Heksogen (RDX)

Eksplosjonsligningen kan skrives slik:

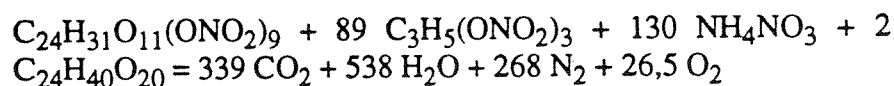


222 g heksogen = 44 g karbondioksid + 56 g karbonmonoksid +  
36 g vanndamp + 2 g hydrogen + 84 g nitrogen

Det er her sett bort fra mindre mengder metan og andre gasser. Ved fullstendig eksplosjon (detonasjon) av 1 kg Heksogen utvikles det omkring 900 liter gass (0<sup>0</sup>,760 mm hg), altså atskillig mer enn for Pentritt. Eksplosjonsvarmen er omkring 1400 kalorier. Eksplosjonstemperaturen omkring 3800<sup>0</sup>C, altså litt lavere enn for Pentritt.

- Gummidynamitt

Eksplosjonsligningen for en gummidynamitt kan skrives slik:



Nitrocellulose + nitroglyserin + ammoniumnitrat + tremel gir karbondioksid + vanndamp + nitrogen + oksygen.

Av 1 kg gummidynamitt frigjøres hele 802 liter gass (0<sup>0</sup>,760 mm hg). Den utviklede varmemengde er ca 1300 kalorier pr kg. Eksplosjonstemperaturen er beregnet til ca 2800<sup>0</sup>C.

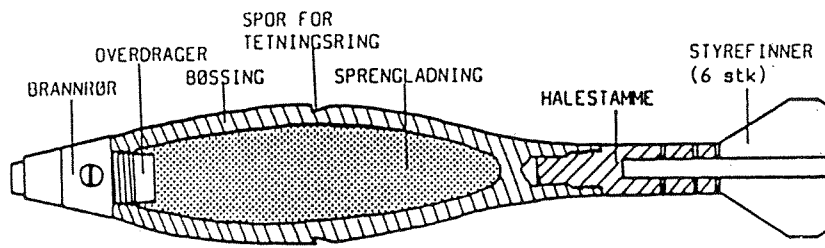
Av ligningen går det fram at det blir oksygen i overskudd, (ca 3%). Sprengstoff, som kan bli brukt under dagen, må alltid ha oksygenoverskudd for å hindre at det skal dannes giftig gass (karbonmonoksid) i eksplosjonsgassen.



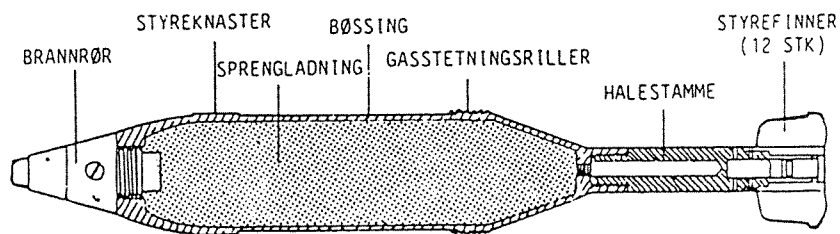
## **VEDLEGG NR. 1.**

Forskjellige typer ammunisjon til 81 og 84 mm bombekaster.

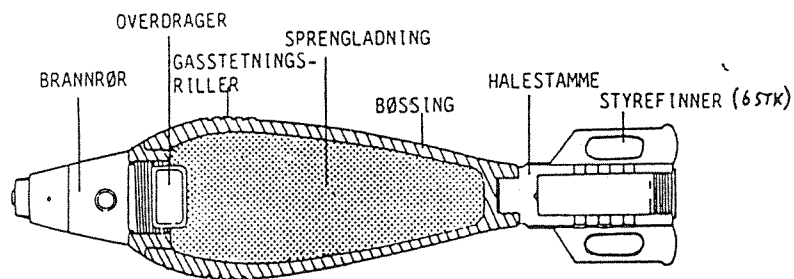
AMMUNISJONSTYPER: 81 mm SPRENG NM123



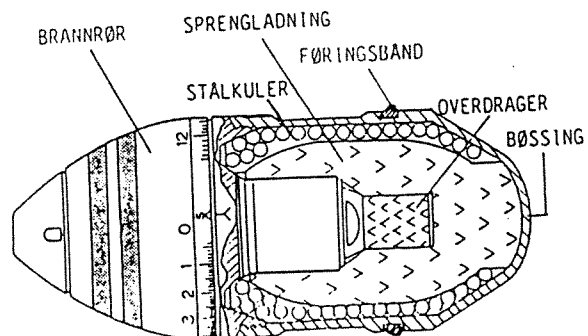
AMMUNISJONSTYPER: 81 MM SPRENG, TUNG, M56



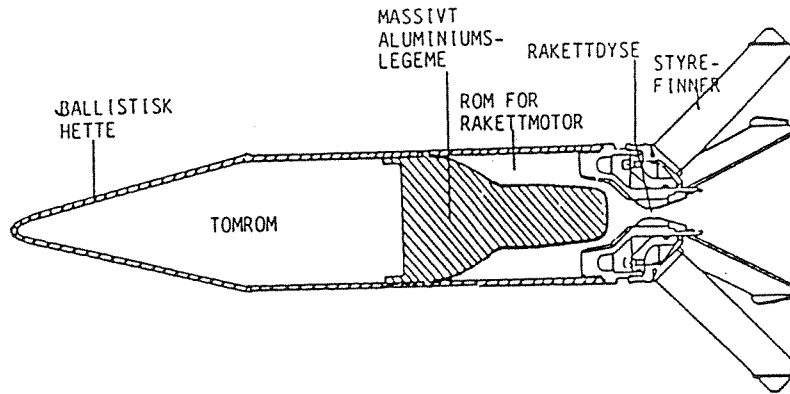
AMMUNISJONSTYPER: 81 MM SPRENG, LETT, M43-SERIEN



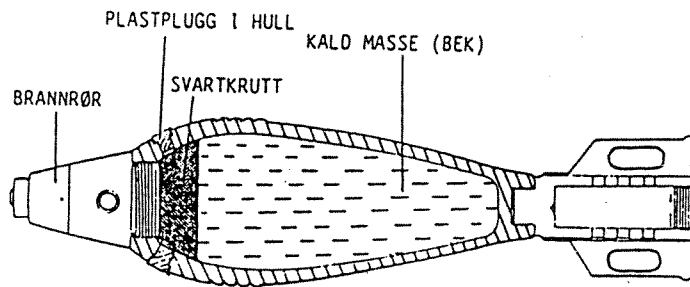
AMMUNISJONSTYPER: 81 MM SPRENG FFV 441 og FFV 441B



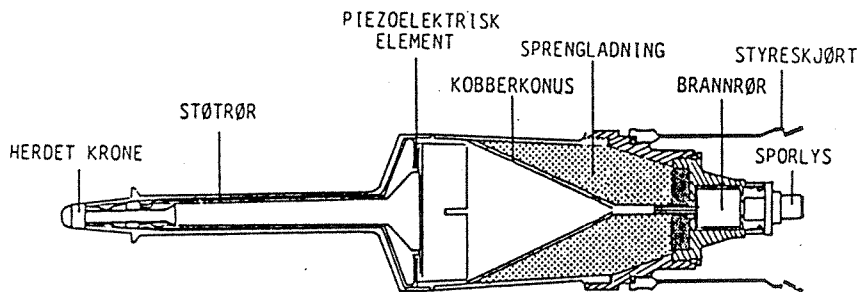
AMMUNISJONSTYPE: 84 mm ØVING FFV 552



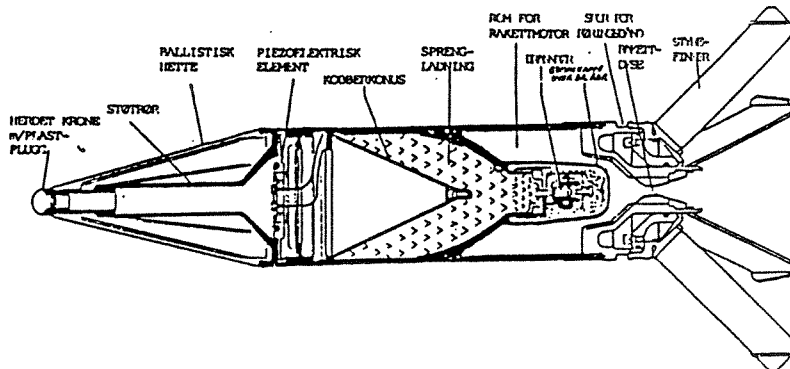
AMMUNISJONSTYPE: 81 mm ØVING, M43-serien



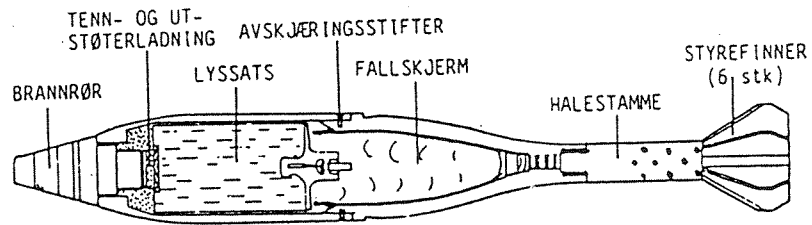
AMMUNISJONSTYPE: 84 MM HULLADNING FFV 65



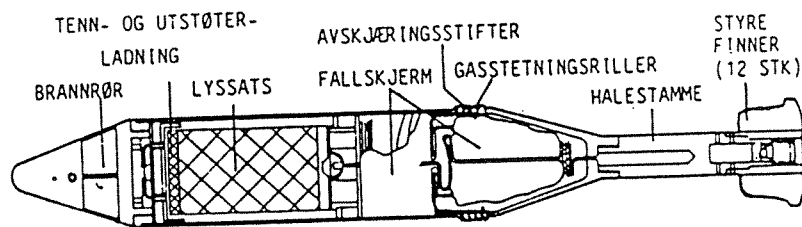
AMMUNISJONSTYPE: 84 mm HULLADNING FFV 551



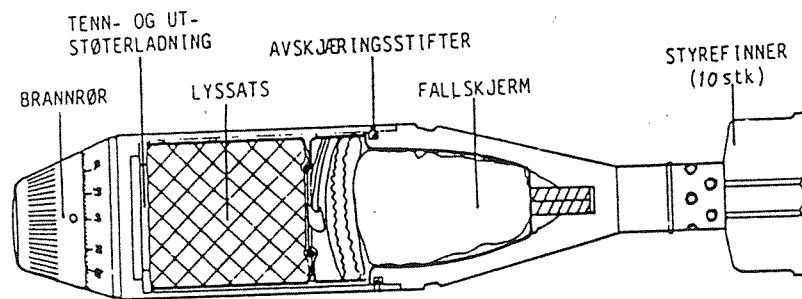
AMMUNISJONSTYPE: 81 mm LYS, NM 150



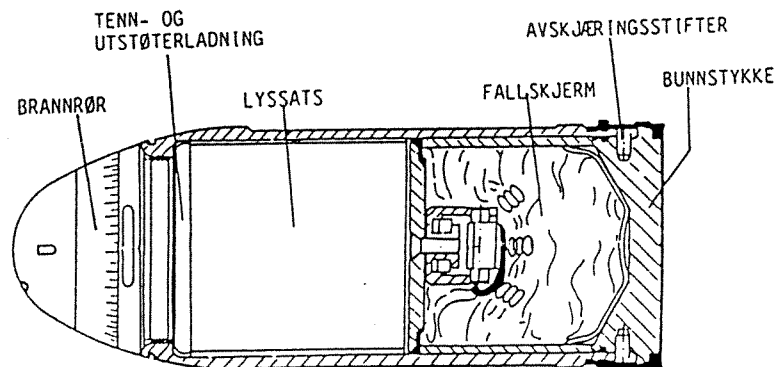
AMMUNISJONSTYPE: 81 MM LYS M301 A1



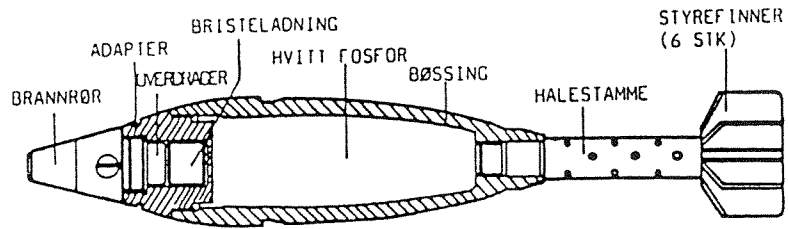
AMMUNISJONSTYPE: 81 mm LYS, MK 68



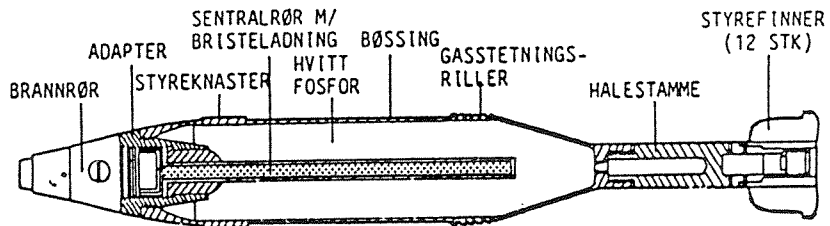
AMMUNISJONSTYPE: 84 mm LYS FFV 545



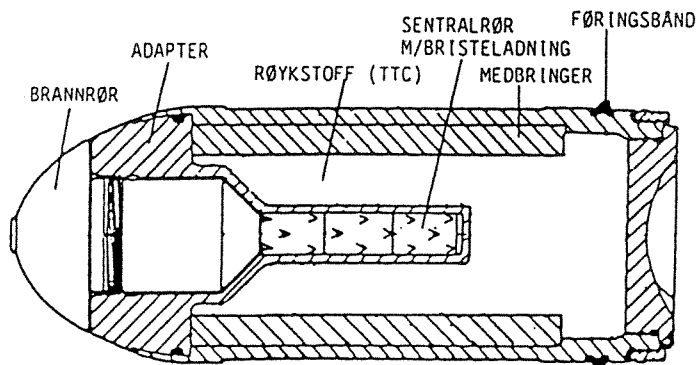
AMMUNISJONSTYPE: 81 mm RØYK, WP G40/L 16 MK 1



AMMUNISJONSTYPE: 81 MM RØYK, WP M57



AMMUNISJONSTYPE: 84 mm RØYK FFV 469



**VEDLEGG NR. 2.**

Rapport ved bruk av ammunisjon/eksplosiver.

Retningslinjer for utfylling:

- Denne rapport skal fylles ut ved *all bruk* av ammunisjon med kaliber 19 mm og større, samt ved bruk av eksplosiver, håndgranatkasting og skyting med raketter. Rapporten skal fylles ut uansett om uregelmessigheter forekommer eller ikke.
- Ved *uregelmessigheter* skal rapporten fylles ut også for ammunisjon med kaliber mindre enn 19 mm.
- Ved skyting med enhetsammunisjon rapporteres kun ett katalognr og ett lot nr. Ved skyting med delt ammunisjon, rapporteres brannrør – granat – drivladning og tennpatron på samme rapportskjema.
- Med hensyn til antall eksemplarer og fordeling vises det for Hæren til UD 2-1 pkt 2020 og 2021. For Luftforsvaret og Sjøforsvaret gjelder egne bestemmelser om antall eksemplarer og fordeling.

1. Avdeling <b>G-K P / FØ15 / IRS</b>		Sted <b>Terningmoen</b>		Dato <b>25/11-92</b>	
2. Skyteleder					
3. Våpentype <b>84 mm</b>			Modell/nr		Tilstand <b>God</b>
4. Øvingens art <b>Skyting med Blåmun, røyk- og lyogranat.</b>					
5. Standplass <b>Middøsen</b>			Målområde (kartref) <b>Blindgyngrefelt.</b>		
6. Nedslagsfeltets beskaffenhet <b>Snø.</b>					
7. Værforhold <b>Snø og VEF.</b>					Temperatur <b>2°</b>
8. Ammunisjonsdata					
Kat nr	Benevning	Lot nr	Antall skudd totalt	Antall blindgyngere	Antall klikk
9. Er eventuelle blindgyngere sprengt? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nei					
10. Visuelt inntrykk av ammunisjonen <b>OK</b>					
11. Har emballasjen vært åpnet?		Hvis ja, når og i hvilken grad			
<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nei					
12. Leverende arsenal/lager					
13. Angi sannsynlig årsak til uregelmessigheten					
Ytterligere merknader føres på baksiden		Underskrift			



**Evejemoen er lokalisert i et område hvor befolkningen har en nedfelt respekt for vår gamle kulturarv.**

---

**NIVA**



**Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2644-3