

Forurensninger av eksplosiver i Forsvarets skyte- og øvingsfelt

– forundersøkelse av ulike baner med vekt på prøvetakingsmetoder

Arnt Johnsen, Tove Engen Karsrud, Helle Kristin Rosslund, Anita Larsen,
Anne Myran og Kjetil Longva

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)

16. desember 2008

FFI-rapport 2008/00535

100702

P: ISBN 978-82-464-1527-7

E: ISBN 978-82-464-1528-4

Emneord

Ammunisjon

Eksplosiver

Skytefelt

Prøvetaking

Godkjent av

Kjetil Sager Longva

Prosjektleder

Jan Ivar Botnan

Avdelingssjef

Sammendrag

Det er foretatt undersøkelser i skyte- og øvingsfelt for å få en grov oversikt over utbredelse og omfang av eksplosivrelaterte forbindelser i ulike typer baner. Prøvetakingsmetoder og forskjellig prøvetakingsutstyr har vært utprøvd for å kunne gi anbefalinger om hvordan forurensning av eksplosiver i skyte- og øvingsfelt bør kartlegges. Det er utviklet metoder for forbehandling og kjemisk analyse av vann- og jordprøver. Formålet med de undersøkelsene som er gjennomført er å danne grunnlag for utarbeidelse av en veileder for avhending av skytebaner og øvingsfelt.

Undersøkelsene har avdekket at forurensningen av eksplosiver er heterogent fordelt i de forurensede områdene. For å sikre mest mulig representative prøver ved prøvetaking er det derfor viktig at det blir tatt samleprøver fra definerte flater eller langs linjer eller sirkler. Det anbefales at disse samleprøvene bør bestå av minst 30 delprøver, slik at den totale prøvemengden overstiger 500 g jord. Prøveflatene må dekke et relativt lite areal, slik at lokale kildeområder blir påvist. En egnet størrelse på prøveflaten som en prøve representerer er 1 m². Det anbefales bruk av en prøve kopp eller tilsvarende som beskrevet i denne rapporten for å sikre en kjent prøvetatt overflate. I tilfeller der dette ikke er mulig anbefales bruk av en skuffe på 20 – 30 ml. Før prøven analyseres må den forbehandles i form av tørking ved romtemperatur, siktes gjennom en 2 mm sikt og males ned til fint pulver i en mølle. Dette sikrer at prøven er homogen før det blir tatt ut prøve til kjemisk analyse.

I nesten alle de områdene som er blitt undersøkt er det blitt påvist rester av eksplosiver, og det er HMX, RDX og TNT som dominerer.

På standplass for artilleri, håndvåpen, panservernraketter og stridsvogn er det stort sett lave konsentrasjoner av eksplosiver. Rundt standplass for artilleri blir det imidlertid funnet mye rester av krutt som er destruert. Det er behov for å gjøre nærmere undersøkelser for å fastslå om det er høye konsentrasjoner av HMX rett foran standplass til panservernraketter.

De høyeste konsentrasjonene av eksplosiver i målområder for artilleri og flybomber ser ikke ut til å være lokalisert nede i kratrene, men et stykke utenfor. I målområdet til panservernbaner er eksplosivforurensningen konsentrert rundt målobjektet, mens den i håndgranatbaner ser ut til å være ganske jevnt fordelt i hele banen. Det kan finnes høye konsentrasjoner av eksplosiver på demoleringsplasser. I sprengningsfelt er det funnet moderate mengder av eksplosiver.

I alle de undersøkte områdene er det påvist høyest konsentrasjon av eksplosiver i overflaten. Det vil derfor i de fleste tilfeller ikke være behov for å ta kjernep prøver ved kartlegging av slike områder. Det er målt lave konsentrasjoner i vann fra bekker og elver i nærheten av områder som er forurenset med eksplosiver. Dette tyder på liten avrenning fra forurensede områder. I alle områder der det er funnet TNT er det også funnet rester av nedbrytningsproduktet ADNT, noe som viser at naturlig nedbrytning finner sted.

English summary

Investigation of contamination levels of explosives has been conducted in different military firing ranges. Various sampling strategies and sampling equipment have been tested. The aim of this work has been to develop recommendations on how firing ranges should be surveyed for explosive contamination. Methods for pre-treatment and chemical analysis are established for both soil and water samples.

Results show that there is a large short-range spatial variability in the explosive concentration in surface soil. In order to get representative samples it is necessary to collect composite samples from discrete surface areas or along lines or circles. The composite sample should consist of at least 30 subsamples, which normally will give a total sample weight above 500 g. The sample area has to be small enough to give information about hot-spots. A suitable surface area for one sample is 1 m². The corer described in this report or similar is recommended to collect soil samples. In cases where this is not possible a stainless steel scoop of 20 – 30 ml is recommended.

Prior to chemical analysis a pre-treatment consisting of drying at room temperature, sieving through a 2 mm sieve and milling to a fine powder is necessary to obtain a homogeneous sample.

Residues of explosives have been found in almost all sampled areas and HMX, RDX and TNT are dominating.

The residue concentrations of explosives in soil from firing points for artillery, small arms, anti-tank and combat vehicles are fairly low. However, around the firing point for artillery, large amounts of excess propellant were found. Additional sampling is required in order to determine whether high concentrations of HMX occur in front of firing points for anti-tank rockets.

In impact areas for artillery and bombs the highest concentration of explosives are not localized within craters, but are found outside the craters. The explosives residues in an impact area for an anti-tank firing range are concentrated around the target, while the residues are more evenly distributed in hand grenade ranges. High concentrations of explosives have been found in demolition ranges. Only moderate residues of explosives have been detected in blast training areas.

In all tested areas the highest concentration of explosives is localized to the surface soil. In most cases it is therefore not necessary to collect core samples in contaminated areas. Low concentrations of explosives have been measured in water from creeks and rivers close to contaminated areas. This shows that the transport of explosives from contaminated areas into nearby waters is low. In all areas where TNT was detected, the degradation product of TNT, ADNT, was also detected, providing evidence that natural degradation is occurring.

Innhold

1	Innledning	9
1.1	Studier av forurensning fra eksplosiver i skyte- og øvingsfelt	9
1.1.1	Undersøkelser gjort i USA og Canada	9
1.1.2	Undersøkelser gjort i Sverige	11
1.1.3	Undersøkelser gjort i Norge	12
1.2	Vanlige eksplosiver i ammunisjon	12
1.2.1	Omsetning av eksplosiver	13
1.2.2	TNT	13
1.2.3	RDX	14
1.2.4	HMX	14
1.2.5	NG	15
1.2.6	ADNT	16
1.3	Representativ prøvetaking	16
1.3.1	Prøvetakingsstrategier	17
1.4	Prøvetakingsutstyr	20
2	Valg av områder for undersøkelse	20
3	Metoder	21
3.1	Prøvetaking	21
3.1.1	Jordprøver	21
3.1.2	Vannprøver	22
3.2	Forbehandling av prøver	23
3.2.1	Tørking av jordprøver	23
3.2.2	Sikting av jordprøver	23
3.2.3	Nedmaling – homogenisering av jordprøver	23
3.2.4	Utveiling til ekstraksjon	24
3.3	Uttesting av prosedyrer for homogenisering og uttak	24
3.3.1	Testing av splitting og maling	24
3.3.2	Parallell utveiling av jord fra en prøve	25
3.4	Ekstraksjon og kjemisk analyse	26
3.4.1	Ekstraksjon av jord og vannprøver	26
3.4.2	Kjemisk analyse av jord og vannprøver	27
4	Gjennomføring av undersøkelsene	27
4.1	Hjerkinn skyte- og øvingsfelt	28
4.1.1	Demoleringsfelt i Svånådalen	28

4.1.2	Flybombefelt i Grisungdalen	34
4.2	Setermoen skyte- og øvingsfelt	38
4.2.1	Håndgranatbane	38
4.2.2	Panservernbane	40
4.2.3	Standplass artilleri	45
4.2.4	Målområde artilleri/flybombefelt	47
4.3	Halkavarre skyte- og øvingsfelt	52
4.4	Terningmoen skyte- og øvingsfelt	54
4.4.1	Sprengningsfelt	54
4.4.2	Standplass håndvåpen	56
4.5	Rødsmoen skyte- og øvingsfelt	58
4.6	Lærdal destruksjonsanlegg	60
5	Resultater - konsentrasjoner av eksplosiver i jord og vann	63
5.1	Hjerkinn skyte- og øvingsfelt	64
5.1.1	Demoleringsfelt i Svånådalen	64
5.1.2	Flybombefelt i Grisungdalen	66
5.2	Setermoen skyte- og øvingsfelt	67
5.2.1	Håndgranatbane	67
5.2.2	Panservernbane	68
5.2.3	Standplass artilleri	70
5.2.4	Målområde artilleri	72
5.3	Halkavarre skyte- og øvingsfelt	75
5.3.1	Flybombefelt	75
5.4	Terningmoen skyte- og øvingsfelt	76
5.4.1	Sprengningsfelt	76
5.4.2	Standplass håndvåpen	77
5.5	Rødsmoen skyte- og øvingsfelt	78
5.5.1	Standplass stridsvogn	78
5.6	Lærdal destruksjonsanlegg	79
5.6.1	Demoleringsfelt i Øyradalen	79
5.7	Oppsummering målte konsentrasjoner av eksplosiver	81
6	Sammenligning av prøvetakingsutstyr	82
7	Vurdering av prøvetakingsstrategi	84
7.1	Erfaringer fra gjennomført prøvetaking	85
8	Konklusjon	86

Referanser	89
Forkortelser	93
Appendix A Oversikt over analyserte prøver	94
Appendix B Analyserapporter	104

1 Innledning

I det siste tiåret har det vært stor fokus på forurensninger av tungmetaller fra håndvåpenammunisjon i skyte- og øvingsfelt. Forurensninger fra ammunisjon med større kaliber har i liten grad vært undersøkt. Forsvaret benytter store mengder av ammunisjon i denne kategorien, og det er derfor viktig at Forsvaret får kjennskap til i hvilken grad denne bruken medfører forurensning av og skader på miljøet. I Forsvarets utredning om FoU virksomhet innenfor miljø og fortifikasjon er det påpekt nettopp et behov for forskning på miljøbelastninger av ammunisjon [1].

Det er i liten grad foretatt kartlegging av skytefelt for å undersøke om det finnes forurensninger av eksplosiver fra ammunisjon i Norge. Undersøkelser gjort i USA viser at det i områder der det er benyttet mye ammunisjon kan være høye konsentrasjoner av enkelte eksplosiver, og det er også påvist transport ned til grunnvannet [2]. Det er derfor grunn til å tro at det også i Norge kan være områder som er forurenset av eksplosiver fra ammunisjon.

Formålet med de undersøkelsene som er gjort har vært å:

- få en grov oversikt over utbredelse og omfang av eksplosivrelaterte forbindelser for ulike typer baner i skyte- og øvingsfelt
- evaluere prøvetakingsmetoder på ulike typer baner i skyte- og øvingsfelt
- prøve ut og velge utstyr til prøvetaking

Resultater fra dette arbeidet skal danne grunnlag for utarbeidelsen av en veileder for avhendig av skytebaner og øvingsfelt.

1.1 Studier av forurensning fra eksplosiver i skyte- og øvingsfelt

1.1.1 Undersøkelser gjort i USA og Canada

I USA er det blitt arbeidet intensivt med undersøkelser av eksplosiver i skyte- og øvingsfelt de siste årene [2-4]. Det er i hovedsak miljøet ved CRREL (US Army Corps of Engineers, Cold Regions Research & Engineering Laboratory) som har stått for gjennomføring av disse undersøkelsene. I Canada er det også blitt foretatt en rekke undersøkelser av eksplosiver i skyte- og øvingsfelt av DRDC (Defence Research and Development Canada) delvis i samarbeid med CRREL [5;6]. Tabell 1.1 oppsummer konsentrasjoner av eksplosiver som er funnet i jord på de ulike banene i de undersøkte skytefeltene, mens Tabell 1.2 viser en oversikt over konsentrasjonen av eksplosiver i overflatevann og grunnvann.

Delvis i samarbeid med Canada har USA gjort undersøkelser i de fleste baner for ulike våpen. I baner for øvelse med panservernvåpen er det i hovedsak forurensning av HMX som dominerer [2]. Det er også funnet rester av TNT i disse banene, men konsentrasjonen er bare en hundredel av det som blir funnet av HMX. Forurensningene er hovedsaklig lokalisert til målområdet, men det er også funnet rester på standplass av blant annet NG. Det er gjort få undersøkelser av

eksplosiver i vann. En undersøkelse gjort i Canada viser at det var HMX som dominerte i prøver av grunnvann nedstrøms målområdene [7]. I tillegg til HMX ble det også funnet rester av TNT og RDX. I samme område ble det tatt prøver av overflatevann som viste at konsentrasjonen av eksplosiver var tilsvarende med det som ble funnet i grunnvann. Konsentrasjonen av HMX både i grunnvann og overflatevann var opp mot flere hundre µg/l, mens konsentrasjonen av TNT og RDX lå under 10 µg/l.

	<i>TNT</i> <i>mg/kg</i>	<i>RDX</i> <i>mg/kg</i>	<i>HMX</i> <i>mg/kg</i>	<i>TNB</i> <i>mg/kg</i>	<i>ADNT</i> <i>mg/kg</i>	<i>DNT</i> <i>mg/kg</i>	<i>NG</i> <i>mg/kg</i>
Panservern	23 (126)	1,4 (5,3)	624 (987)	< 0,01	0,35 (1,5)	< 0,01	1700 (4700)
Artilleri	1,2 (19)	1,2 (16)	0,57 (15)	< 0,01	0,24 (2,5)	11 (84)	2,4 (26)
Artilleri, ufullstendig detonasjon	17900 (143000)	305 (1130)	52 (302)	21 (148)	23 (212)	5,7 (40)	< 0,01
Håndgranat	3,5 (36)	0,65 (51)	1,1 (9,1)	0,04 (0,28)	0,06 (0,43)	< 0,01	< 0,01
Flybombe	22 (70)	1,0 (9,4)	0,24 (1,3)	0,04 (0,14)	1,1 (3,5)	0,04 (0,16)	< 0,01
Demolering	0,95 (5,4)	10 (45)	1,6 (8,3)	0,03 (0,20)	0,08 (0,37)	1,2 (5,0)	0,62 (3,0)

Tabell 1.1 Oversikt over gjennomsnittlige konsentrasjonsnivå av ulike eksplosiver og nedbrytningsprodukter i jord fra ulike baner i skytefelt. Maksimalt gjennomsnitt for enkeltbane er vist i parentes. Verdier i svart skrift er relatert til målområder, mens verdier i røddlig skrift er relatert til standplass.

I felt for artilleri og bombekaster blir det stort sett bare funnet rester av eksplosiver i målområdene [2]. På standplass er det imidlertid i enkelte områder funnet rester av 2,4-DNT som kan være en komponent i kruttblandinger. Det er blitt påvist meget høye konsentrasjoner av eksplosiver i nærheten av granater som ikke har hatt en fullstendig omsetning ved detonasjon. Det vil si at sprengstoffet i sprengladningen ikke har detonert fullstendig. Rundt slike nedslag er det funnet store klumper av eksplosiver. I målområdene for artilleri og bombekaster er det i hovedsak rester etter TNT og RDX som blir funnet i jordprøver. Det er gjort en del undersøkelser av grunnvann og overflatevann i felt som benyttes til artilleri [2;8-11]. I flere felt blir det ikke funnet rester av eksplosiver i grunnvannet. I noen felt blir det funnet lave nivåer av RDX. Det blir også funnet lite rester av eksplosiver i overflatevann. Vann som har samlet seg i krater er også undersøkt, og stort sett er det kun påvist lave konsentrasjoner av eksplosiver. Unntaket er vann i krater som er forårsaket av granater som ikke har detonert fullstendig. I vann fra slike krater blir det funnet veldig høye konsentrasjoner av TNT.

I håndgranatbaner blir det funnet en del rester av eksplosiver, i første rekke fra håndgranater som ikke har detonert fullstendig og fra blindgjengere som blir sprengt på stedet [2]. Det blir funnet rester av TNT, RDX og HMX i disse banene, og det er blitt registrert konsentrasjoner av disse eksplosivene opp mot noen mg/kg i jordprøver. Det er ikke gjort noen undersøkelser av eksplosiver i vann knyttet til slike baner.

Type bane	TNT <i>µg/l</i>	RDX <i>µg/l</i>	HMX <i>µg/l</i>	ADNT <i>µg/l</i>
Panservern	0,00 – 6,25	0,00 – 5,8	2,4 – 30	
Panservernkrater	0,1 (1,0)	1,6 (3,9)	248 (570)	0,78 (2,3)
Artilleri/bomber	13	3,1 (7,0)		
	< 0,2	0,45 (3,0)	0,2 (0,6)	0,45 (1,3)
Artilleri/bombekrater	1,0 (1,3)	2,4 (3,9)	0,92 (1,3)	0,22 (1,3)
Demolering		5,4 (160)		

Tabell 1.2 Oversikt over gjennomsnittlige konsentrasjonsnivå av ulike eksplosiver og nedbrytningsprodukter i jord fra ulike baner i skytefelt. Maksimalt gjennomsnitt for enkeltbane er vist i parentes. Verdier i svart skrift er relatert til målområder, mens verdier i rødlig skrift er relatert til standplass.

I flybombefelt er det gjort færre studier, men det blir også her funnet rester av eksplosiver i jordprøver, spesielt i tilknytning til bomber som ikke har detonert fullstendig [2]. I slike områder kan konsentrasjonen av TNT komme opp i g/kg jord. Det er rester av TNT som dominerer i flybombefeltene, men det blir også funnet mindre rester av RDX og HMX. I tillegg blir det funnet rester av nedbrytningsprodukter av TNT. Tilsvarende som for områder benyttet til artilleri, blir det i flybombefelt i liten grad funnet rester av eksplosiver i grunnvann. Noen steder blir det imidlertid funnet lave nivåer av RDX. I prøver av overflatevann blir det kun funnet lave konsentrasjoner av RDX og TNT enkelte steder [2]. Vann samlet fra krater inneholder generelt lave konsentrasjoner av eksplosiver. Unntaket er vann i krater som er forårsaket av bomber som ikke har detonert fullstendig. I vann fra slike krater blir det funnet veldig høye konsentrasjoner av TNT.

I demoleringsfelt blir det funnet høye konsentrasjoner av en rekke forskjellige eksplosiver i jordprøver [2]. Nivåer mellom 1-100 mg/kg er funnet for TNT, RDX, HMX, NG og 2,4-DNT. Det er også funnet rester av nedbrytningsproduktene TNB og ADNT, men i noe mindre mengder enn for de nevnte eksplosivene. I Canada har grunnvannet i ett område vært undersøkt for rester av eksplosiver [2]. I noen av disse prøvene ble det funnet rester av RDX. Det maksimale nivået som ble funnet var over 100 µg/l.

1.1.2 Undersøkelser gjort i Sverige

I Sverige har det blitt foretatt en kartlegging av eksplosiver i Älvdalen skytefelt [12;13]. Dette arbeidet har vært et samarbeid med forskere fra både USA, Canada og Nederland. I dette

skytefeltet er det blitt gjort kartlegging av forurensning av eksplosiver i en håndgranatbane og på standplass og målområde i to panservernbaner.

Det var kun i en prøve fra håndgranatbanen det ble funnet rester av eksplosiver. I denne prøven ble det funnet 1,7 mg/kg TNT. Håndgranatbanen har vært relativt lite brukt de siste årene (anslagsvis færre enn 100 håndgranater i året de siste årene).

På standplass til panservernbane ble det funnet rester av både krutt og sprengstoffer. Av 22 prøver ble det funnet rester av NG i 7 prøver. Den maksimale konsentrasjonen av NG var 262 mg/kg, mens gjennomsnitt for alle 22 prøvene var 29 mg/kg. I tillegg ble det funnet spor av TNT og DNT. Den maksimale konsentrasjonen av TNT var 0,53 mg/kg (gjennomsnitt for alle prøvene var 0,11 mg/kg), mens for DNT var den høyeste konsentrasjonen 1,3 mg/kg (gjennomsnitt for alle prøvene var 0,16 mg/kg). I målområdet på panservernbanen var det generelt lave konsentrasjoner av eksplosiver, og det var HMX som dominerte i alle prøvene. Den høyeste konsentrasjonen av HMX som ble registrert var 4,8 mg/kg. I tillegg til HMX ble det funnet små rester av TNT, RDX, DNT, TNB, og ADNT.

1.1.3 Undersøkelser gjort i Norge

Det er i liten grad foretatt undersøkelser av eksplosiver i norske skyte- og øvingsfelt. Det er imidlertid foretatt målinger av eksplosiver i forbindelse med dumpet ammunisjon ved flere lokaliteter [14-17] og i forbindelse med kartlegging av forurensning i Indre Horten havn [18]. Det ble ikke funnet rester av eksplosiver i noen av prøvene som ble tatt av vann og sedimenter ved de undersøkte lokalitetene. Forsvarsbygg gjennomfører en overvåkning av avrenning fra Forsvarets skyte- og øvingsfelt. I den forbindelse er det i noen områder foretatt målinger av eksplosiver i vann [19]. Det er så langt ikke funnet spor av eksplosiver i noen av de vannprøvene som er analysert for eksplosiver.

1.2 Vanlige eksplosiver i ammunisjon

Erfaringer fra USA og Canada viser at det i hovedsak er TNT, RDX, HMX og NG det kan finnes høye konsentrasjoner av i jord og vann inne i målområder eller på standplass [2]. Dette er naturlig siden det er disse eksplosivene som hovedsakelig finnes i ammunisjon. Det finnes ingen komplett oversikt over hvilke kjemiske forbindelser som finnes i den ammunisjon som Forsvaret benytter, men i samarbeid med FLO arbeider FFI med å skaffe til veie slik informasjon.

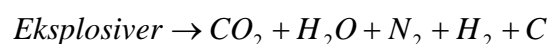
De eksplosivene som benyttes i ammunisjon består sjelden av kun en kjemisk forbindelse. Ved å blande ulike eksplosiver sammen og eller ved å tilsette andre kjemiske forbindelser, forsøker en å utforme produktet slik at det får gunstige egenskaper med hensyn til detonasjon, deflagrasjon, konsistens, stabilitet og følsomhet. Mange faste eksplosiver i ren form er altfor følsomme for sikker håndtering og derfor tilsettes det små mengder med flegmatiseringsmiddel for å få et mindre følsomt produkt. Som flegmatiseringsmiddel benyttes det ofte ulike oljer, fett, voks eller parafiner. De ulike tilsetningsstoffene kan være med på å endre skjebnen til eksplosivene i naturen.

I hovedsak er det to måter å fylle sprengstoffer i ammunisjon. Den ene måten er å støpe ladningen i form av en smelte eller flytende blanding, mens den andre måten er å presse ladningen i ammunisjonen. TNT har et lavt smeltepunkt og egner seg derfor godt til smelting. RDX og HMX som har høyt smeltepunkt tilsettes ofte til en smelte av TNT, slik at det er mulig å støpe disse ladningene i form av en suspensjon. RDX og HMX er ikke pressbare alene og må tilsettes bindemiddel for å kunne bli presset eller formet til en ladning. RDX eller HMX kan blandes med voks til en formbar masse som videre kan presses til ønsket fasong. Ved bruk av bindemidler, som ofte er ulike plastmaterialer som tilsettes herder og mykningsmiddel, kan ladninger bli støpt inn i ammunisjonen. Et typisk sprengstoff som brukes i ammunisjon kan inneholde TNT som eksplosiv, aluminium som ekstra brennstoff, natriumnitrat som ekstra oksidasjonsmiddel, voks som flegmatiseringsmiddel, grafitt som smøremiddel og en polymer som bindemiddel [20].

I dag benyttes det tre hovedtyper av drivladninger; NC-krutt, flerkomponentkrutt og komposittdrivstoff. NC-krutt består i hovedsak av nitrocellulose, men er tilsatt ulike tilsetningsstoffer for at kruttet skal få de nødvendige egenskapene. I flerebasekrutt er ofte nitrocellulose blandet sammen med NG. I tillegg er det ofte tilsatser av DNT, mykningsmiddel, stabilisatorer og flammedempende midler. Komposittdrivstoff anvendes i hovedsak som drivladning i raketter, men kan også finnes i andre ammunisjonstyper. Komposittdrivstoff består av et oksidasjonsmiddel innstøpt i en polymermatrise. Som oksidasjonsmiddel benyttes ofte ammoniumperklorat med polybutadien eller polyuretan som polymermateriale [20].

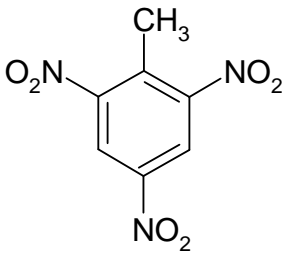
1.2.1 Omsetning av eksplosiver

Eksplosiver kan frigjøre energien sin på to måter, enten ved detonasjon eller ved deflagrasjon. Detonasjon er det vanlige forløpet ved omsetning av sprengstoff, mens deflagrasjon er det vanlige for drivladninger. I begge tilfellene skjer omsetningen av eksplosivene i en tynn sone som beveger seg raskt fremover i eksplosivet. Når eksplosivene omsetter, vil det dannes lite giftige forbindelser som vist i reaksjonsformelen under.



1.2.2 TNT

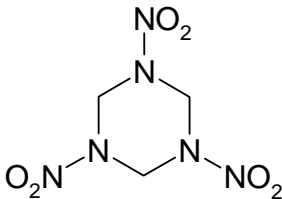
TNT benyttes mye som eksplosiv i ammunisjon på grunn av et lavt smeltepunkt, høy stabilitet og lav følsomhet. Det er enkelt å lage TNT, og produksjonen er relativt sikker og gir et høyt utbytte. Dette gir seg utslag i at TNT er et billig eksplosiv. I mange av de komposisjonene av eksplosiver som benyttes i ammunisjon finnes det TNT. Ofte er TNT imidlertid blandet sammen med andre eksplosiver som RDX (C-4) og HMX (oktol). I miner vil for eksempel sprengstoffet ofte kun være TNT. Egenskaper og strukturformel for TNT er vist i Tabell 1.3, mens en nærmere beskrivelse av de kjemiske og toksikologiske egenskapene til TNT er omtalt i FFI/RAPPORT-2005/00444 [21].

Smeltepunkt, °C	80,8	[22]	
Tetthet, g/cm ³	1,65	[22]	
Damptrykk ved 25 °C, mPa	1,1	[23]	
Detonasjonshastighet, m/s	6900	[22]	
Volum av eksplosjonsgasser, l/kg	825	[22]	
Løselighet i vann ved 25 °C, g/l	0,15	[24]	
Løselighet i aceton ved 25 °C, g/l	1671	[24]	
Løselighet i acetonitril ved 25 °C, g/l	~1500	[25]	

Tabell 1.3 Egenskaper til TNT og strukturformel.

1.2.3 RDX

RDX er et viktig militært sprengstoff. Det har høy kjemisk stabilitet og er et kraftigere sprengstoff enn TNT. RDX blir ofte brukt i blandinger med andre eksplosiver og i plastisk sprengstoff. Komposisjonen C-4 består i hovedsak av RDX. Sprengstoffet i eksempelvis splinhåndgranater og 40 mm geværgranater er hovedsakelig RDX. Det finnes ofte rester av HMX i RDX som forurensning. Egenskaper og strukturformel for RDX er vist i Tabell 1.4, mens en nærmere beskrivelse av de kjemiske og toksikologiske egenskapene til RDX er omtalt i FFI/RAPPORT-2005/00444 [21].

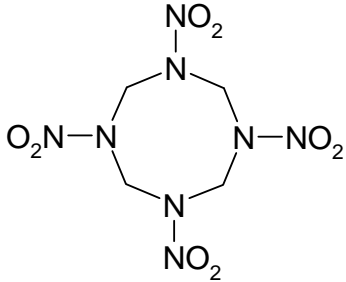
Smeltepunkt, °C	204	[22]	
Tetthet, g/cm ³	1,82	[22]	
Damptrykk ved 25 °C, mPa	5,5·10 ⁻⁴	[23]	
Detonasjonshastighet, m/s	8750	[22]	
Volum av eksplosjonsgasser, l/kg	903	[22]	
Løselighet i vann ved 25 °C, g/l	0,060	[23]	
Løselighet i aceton ved 25 °C, g/l	82	[23]	
Løselighet i acetonitril ved 25 °C, g/l	55	[23]	

Tabell 1.4 Egenskaper til RDX og strukturformel.

1.2.4 HMX

HMX er et av de kraftigste sprengstoffene som finnes og blir i all hovedsak benyttet til militært bruk. HMX har mange likheter med RDX [23], men er dyrere enn RDX og benyttes først og fremst der det er behov for et høyt detonasjonstrykk og hastighet som for eksempel i panserbrytende ammunisjon. I HMX vil det kunne være opp mot 10 % RDX som forurensning, slik at sprengladninger i våpen som benytter HMX også vil ha en viss andel RDX. HMX blandes ofte

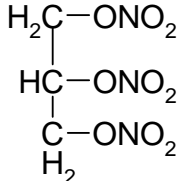
med TNT og en mye brukt komposisjon er oktol som består av 75 % HMX og 25 % TNT. Egenskaper og strukturformel for HMX er vist i Tabell 1.5, mens en nærmere beskrivelse av de kjemiske og toksikologiske egenskapene til HMX er omtalt i FFI/RAPPORT-2005/00444 [21].

Smeltepunkt, °C	275	[22]	
Tetthet, g/cm ³	1,96	[22]	
Damptrykk ved 25 °C, mPa	4,4·10 ⁻⁹	[23]	
Detonasjonshastighet, m/s	9100	[22]	
Volum av eksplosjonsgasser, l/kg	902	[22]	
Løselighet i vann ved 25 °C, g/l	0,005	[26]	
Løselighet i aceton ved 25 °C, g/l	28	[23]	
Løselighet i acetonitril ved 25 °C, g/l	20	[23]	

Tabell 1.5 Egenskaper til HMX og strukturformel

1.2.5 NG

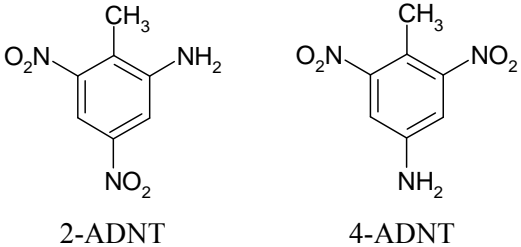
NG var tidligere et mye brukt flytende eksplosiv og er hovedbestanddelen i dynamitt. I militær sammenheng blir det ofte benyttet som gelatinerende forbindelse sammen med nitrocellulose i flerkomponentkrutt. NG er et veldig følsomt eksplosiv og brukes kun sammen med andre stoffer som senker følsomheten. Det vanlige er å blande inn NG med nitrocellulose (typisk 25 – 50 % NG i ferdig krutt), men DNT kan også benyttes til dette. Det kan derfor være at det på standplasser for våpen der denne type krutt er anvendt, kan finnes rester av DNT. Et alvorlig problem med NG er at det har et lavt smeltepunkt og at NG er ekstra følsomt i overgangen mellom fast og flytende form. Bare noen urenheter kan få NG til å detonere. NG er ofte en bestanddel i krutt som benyttes som drivladning for artilleriammunisjon og panservåpen. Egenskaper og strukturformel for NG er vist i Tabell 1.6, mens en nærmere beskrivelse av de kjemiske og toksikologiske egenskapene til NG er omtalt i FFI/RAPPORT-2005/00444 [21].

Smeltepunkt, °C	13,2	[22]	
Tetthet, g/cm ³	1,59	[22]	
Damptrykk ved 25 °C, mPa	53	[23]	
Detonasjonshastighet, m/s	7600	[22]	
Volum av eksplosjonsgasser, l/kg	716	[22]	
Løselighet i vann ved 20 °C, g/l	1,5	[23]	
Løselighet i aceton ved 20 °C, g/l	∞	[23]	

Tabell 1.6 Egenskaper til NG og strukturformel

1.2.6 ADNT

Som tidligere nevnt er det blitt funnet rester i mange av de undersøkte skytefeltene i USA og Canada av 2-ADNT og 4-ADNT som er nedbrytningsprodukter til TNT. Det er flere mikroorganismer som under aerobe forhold kan omdanne TNT til 2-ADNT og 4-ADNT [27]. Disse mikroorganismene benytter uspesifikke NAD(P)H nitroreduktaser for å redusere nitrogruppen til en aminogruppe. Både mennesker og pattedyr er undersøkt i etterkant av eksponering for TNT, og resultatene viser at det bare finnes spormengder av TNT i urinen, mens ADNT er en av de metabolittene som dominerer [28]. Det ser derfor ut til at TNT raskt blir omdannet i kroppen til blant annet ADNT. Den toksisiteten som observeres for TNT kan derfor i virkeligheten skyldes ADNT og ikke TNT. I meitemark som har oppholdt seg i TNT-forurenset jord kan det ikke påvises rester av TNT i vevet, men derimot en akkumulering av ADNT [29]. Egenskaper og strukturformel for ADNT er vist i Tabell 1.7, mens en nærmere beskrivelse av de kjemiske og toksikologiske egenskapene til ADNT er omtalt i FFI/RAPPORT-2005/00444 [21].

Smeltepunkt, °C	171 – 176	[26]	
Tetthet, g/cm ³	1,5	[30]	
Damptrykk ved 20 °C, mPa	2,7 – 5,3	[26]	
Løselighet i vann, g/l	0,042	[31]	

Tabell 1.7 Egenskaper til ADNT og strukturformel.

1.3 Representativ prøvetaking

Undersøkelser gjort av CRREL viser at mesteparten av eksplosivene som er i sprengladninger i ulike granater omsettes ved detonasjon [2]. Om granaten detonerer som tenkt, så vil omkring 99,997 % av sprengstoffet bli omsatt. Mesteparten av restene etter en slik detonasjon vil være i form av små partikler (< 50 µm). Om granaten får en ufullstendig detonasjon, kan det derimot bli betydelige mengder med sprengstoff som ikke blir omsatt [32]. Så mye som 10 % av sprengstoffet kan bli liggende som rester på bakken ved slike tilfeller, og restene vil i hovedsak være i form av partikler som er større enn 0,1 mm. Eksplosiver som benyttes i ammunisjon er faste stoffer som har liten vannløselighet og lavt damptrykk. Forurensningen av eksplosiver vil derfor i hovedsak bestå av partikler med forskjellig størrelse som ligger på overflaten av bakken i nærområdene til der ammunisjonen har truffet bakken eller på standplass. Det anbefales derfor at det ved kartlegging av eksplosivforurensninger i hovedsak blir tatt jordprøver fra overflaten av bakken. Ved kartlegging i USA og Canada er det ofte vanlig å ta prøve ned til et dyp på 2,0 – 2,5 cm [6;33]

I USA ble det tidlig satt fokus på at forurensninger av eksplosiver er lite homogent fordelt i de antatt forurensede områdene [3;34]. Distribusjonen av eksplosiver i et område er veldig avhengig av steds spesifikke forhold som hvilke våpen og mengde ammunisjon som er benyttet, de fysiske og kjemiske egenskapene til eksplosivene og beskaffenheten til jorda. For å få mest mulig

representative prøver av heterogent fordelt forurensing er det fra miljøet ved CRREL og andre foreslått å ta blandprøver istedenfor enkeltprøver [3;35-37]. For å ta en representativ prøve av et område som dekker 1 – 100 m² er det antydnet at blandprøven skal bestå av minst 30 tilfeldig uttatte prøver i området, mens det er nødvendig at blandprøven består av minst 50 delprøver ved prøvetaking av et område som dekker 10 000 m² [2;38]. Mengden jord som hver blandprøve består av bør som et minimum være omkring 500 gram [38]. Den heterogene fordelingen av forurensninger medfører at det i stor grad er prøvetakingen som er den største feilkilden for resultatet, mens de kjemiske analysene i liten grad bidrar til den totale feilen [3].

1.3.1 Prøvetakingsstrategier

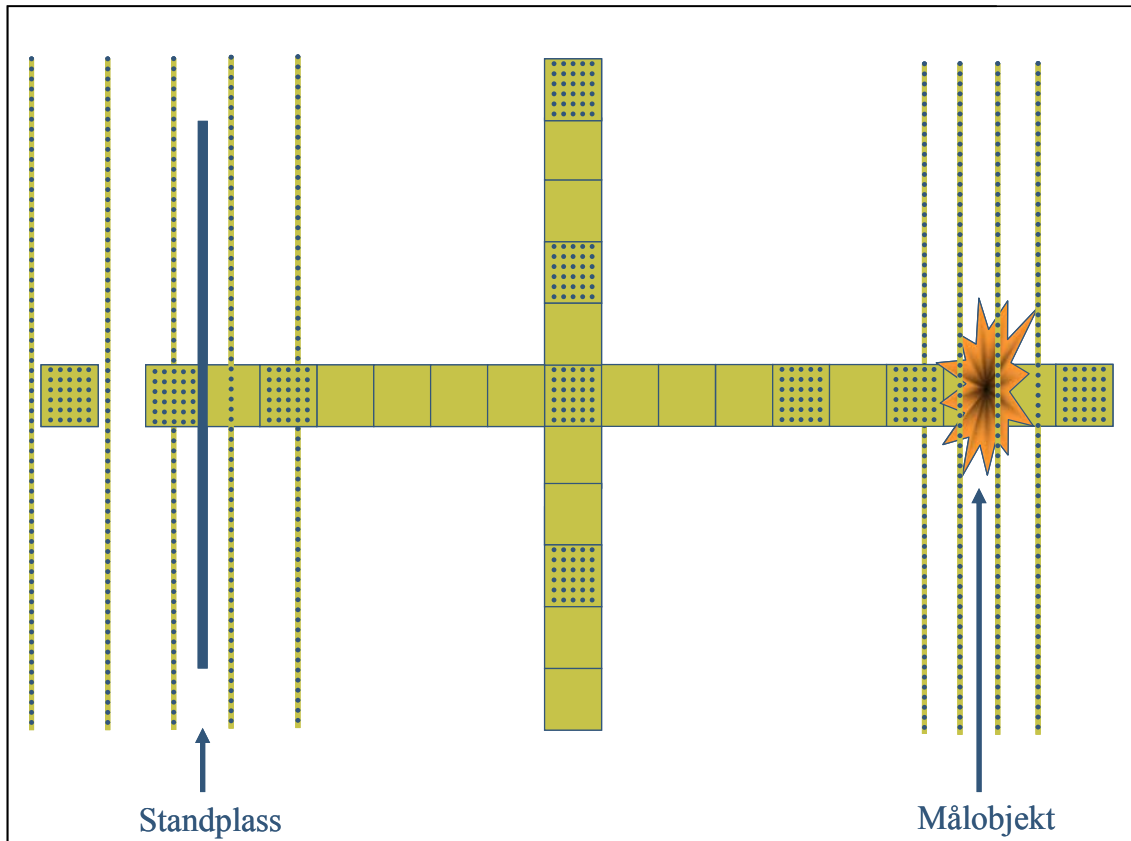
Prøvetakingsstrategien kan variere noe avhengig av hva som er hensikten med prøvetakingen. I de fleste tilfeller vil en gjennom prøvetaking forsøke å skaffe seg kunnskap om forurensningens utbredelse og samtidig få en oversikt over hvilke konsentrasjoner forurensningskomponentene opptrer i. Det er da behov for å ta et tilstrekkelig antall prøver i det området som skal undersøkes for å få kjennskap til både gradienter av forurensingen og variasjoner i konsentrasjon. Med et slikt datagrunnlag vil det være mulig å foreta en vurdering av hvilken risiko det forurensede området utgjør for både helse og miljø.

Det vil være behov for å dele inn skyte- og øvingsfeltet i områder som en mistenker kan inneholde forurensninger av eksplosiver. Slike områder vil typisk være målområder for ulike typer våpen samt standplasser for disse. Det kan også være behov for å dele inn områdene ytterligere før planlegging av prøvetaking. Selve utvelgelsen av prøvepunkter i de områdene som skal undersøkes kan enten foregå ved en systematisk eller tilfeldig metodikk.

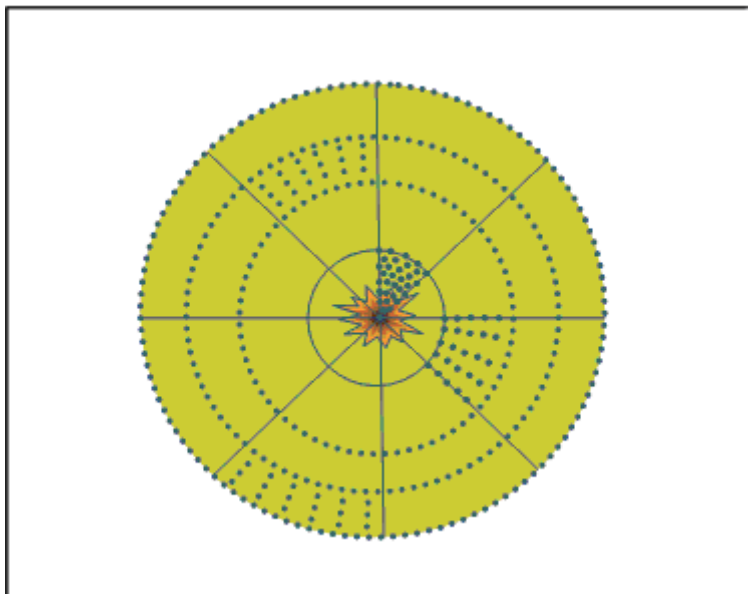
Som tidligere nevnt vil forurensningen av eksplosiver være heterogent fordelt. For å sikre en mest mulig representativ prøve samtidig som en skaffer seg oversikt over forurensningens omfang og utbredelse er det behov at prøvetakingsmetodene er spesielt utformet for formålet. Et prøvepunkt bør bestå av en flate med et bestemt areal eller en linje eller sirkel. Arealet av flaten bør ikke være for stort, men samtidig stort nok til at det kan tas mange små prøver fra dette området som så samles til en prøve for prøvepunktet. Dette vil sikre en mest mulig representativ prøve samtidig som en vil få kjennskap til variasjonen av forurensningskonsentrasjon i området. På samme måte må linjene eller sirkelen ikke være for lange for at prøven skal gi tilstrekkelig informasjon om variasjonen av eksplosivforurensning i området. Langs linjer eller sirkler tas det også mange små prøver som så samles til en prøve for prøvepunktet. I denne rapporten er prøver som tatt i en mindre flate eller langs en linje eller sirkel kalt for **samleprøver**, mens prøvepunktet er kalt for en **prøveflate**. For å få mest mulig reproducerbart resultat anbefales det at en samleprøve består av minst 30 delprøver.

For å få oversikt over gradienter av forurensning fra faste standplasser eller målområder kan det være formålstjenlig å ta prøver langs linjer med varierende avstand fra senter av standplassen eller målområdet. Ved prøvetaking rundt et krater, faste mål eller et definert standplasspunkt kan det være aktuelt å ta prøver langs en sirkel med varierende avstand fra senter. For å beskrive forurensningen i en større flate kan det være aktuelt å ta prøver i definert areal enten i form av en

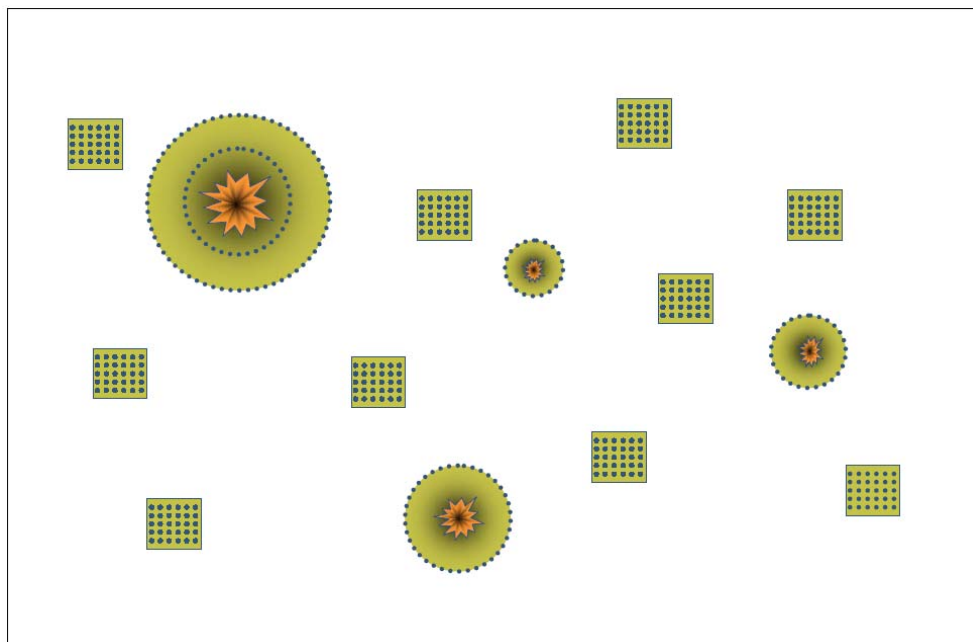
firkant eller en trekant. Som regel vil det være aktuelt å kombinere flere prøvetakingsstrategier for et aktuelt område, både for å få oversikt over gjennomsnittsnivåer og gradienter av eksplosivforurensning. I USA og Canada er alle de nevnte strategiene benyttet i ulike områder ved kartlegging av forurensning av eksplosiver i skytefelt [2;33;39]. I Figur 1.1 – Figur 1.3 er det vist eksempler på ulike strategier som kan være aktuelle for kartlegging av forurensninger av eksplosiver i skyte- og øvingsfelt.



Figur 1.1 *Illustrasjon av mulig strategi for prøvetaking på en bane med fast standplass og et målobjekt i målområdet, der prøver langs linjer og i flater er kombinert. Hver flate med prikker representerer en samleprøve som består av minst 30 delprøver, mens hver linje med prikker representerer en samleprøve som består av minst 30 delprøver. Det totale antallet av prøver må vurderes for hver enkelt bane.*



Figur 1.2 *Illustrasjon av mulig strategi for prøvetaking i et målområde med fast målobjekt eller et krater som kombinerer prøvetaking langs sirkler og i flater i form av sektorflater i ulike sektorer. Hver sirkel med prikker representerer en samleprøve som består av minst 30 delprøver, mens hver sektorflate med prikker representerer en samleprøve som består av minst 30 delprøver. Det totale antallet med prøver må bestemmes for hvert enkelt område som skal prøvetas.*



Figur 1.3 *Illustrasjon over mulig strategi for prøvetaking i et målområde med flere faste målobjekt eller for eksempel i et målområde for flybomber/raketter som kombinerer prøvetaking langs sirkler og i flater. Hver flate med prikker indikerer en samleprøve som består av minst 30 delprøver, mens prikkete sirkler indikerer en samleprøve som består av minst 30 delprøver.*

1.4 Prøvetakingsutstyr

Ved prøvetaking av eksplosiver er det behov for å ha egnet utstyr, slik at det blir enkelt å ta prøver av overflatelaget av jorda. Det vil være ønskelig at utstyret er av en slik utforming at hver delprøve blir tilnærmet lik i overflateareal og dybde. I USA/Canada er det i stor utstrekning benyttet en skuffe av metall, men det er også laget en spesialtilpasset prøvetaker for å ta prøver ned til en bestemt dybde og et bestemt overflateareal [40]. Bruk av skuffe gir en mer udefinert prøve med hensyn til dybde og overflateareal enn den spesialtilpassede prøvetakeren som er benyttet. I tillegg til overflateprøver vil det kunne være behov for å ta noen prøver nedover i jordsøylen for å vurdere hvor dypt forurensningene ligger. Til dette formålet finnes det flere typer jordbor som kan benyttes.

2 Valg av områder for undersøkelse

Det var ønskelig å gjøre undersøkelser på alle de typiske områdene i et skyte- og øvingsfelt der ulike våpen er blitt benyttet, for å få en grov oversikt over hvilke eksplosiver og nedbrytningsprodukter som dominerte og hvilke konsentrasjoner som kunne finnes i jord. For å systematisere arbeidet med utvelgelse av områder for prøvetaking, ble det laget en oversikt over ulike baner/felt og hvilke forurensningskomponenter som det er sannsynlig å finne i de ulike områdene (Tabell 2.1). Det var ønskelig å foreta prøvetaking i områder som var hyppig i bruk, både for å være sikker på at det kunne registreres rester av eksplosiver og at undersøkelsene gav et bilde av hvilke konsentrasjoner av eksplosiver en kunne finne i de mest brukte områdene.

Lokalitet	Hvitt fosfor	Krutt og drivladning	Sprengstoff	Tungmetaller
Demoleringsfelt	?	X	X	X
Sprengningsfelt			X	?
Standplass – håndvåpen		X		X
– artilleri + BK		X		
– panservernraketter		X		
– stridsvogn		X		
Målområde – feltskytebane		?	X	X
– skoleskytebane				X
– håndgranatbane			X	?
– flyraketter		X	X	?
– granater og BK	X		X	?
– panservernraketter		X	X	?
– flybomber			X	?

Tabell 2.1 Kategorisering av ulike områder i skyte- og øvingsfelt med indikasjon av hvilke kjemiske forbindelser det kan finnes rester av i disse områdene. X indikerer at det er stor sannsynlighet for å finne rester, ? indikerer at det er usikkert om det kan finnes rester, mens blankt felt betyr at det er usannsynlig å finne rester.

3 Metoder

3.1 Prøvetaking

3.1.1 Jordprøver

Det er blitt benyttet to ulike prøvetakere ved prøvetaking av overflatejord. De to prøvetakerne har vært en prøvekoppe og en skuffe som vist i Figur 3.1. Prøvekoppen er en modifisert utgave av en "Grass plot sampler" fra Eijkelkamp Agrisearch Equipment i Nederland. Vi har tilpasset den med et bedre skaft og foretatt endringer av tuppen. Det er laget en tupp i herdet stål og lengden av tuppen er 5 cm med en diameter på 26 mm. Den medfølgende tuppen med lengde på 10 cm og diameter på 23 mm er blitt benyttet en gang i forbindelse med prøvetaking i bløt myr. En fordel med bruk av prøvekoppen er at den gir like store delprøver både i dybde og overflateareal. Det er mulig å ta omkring 50 delprøver før prøvekoppen er full, noe som innebærer at prøvekoppen rommer en hel samleprøve i de aller fleste tilfellene. Prøvekoppen fungerer greit om jorda ikke har for mye steiner og ikke er for løs. Den egner seg godt der det er vegetasjonsdekke, da den lett skjærer seg ned i jorda. Prøven tas ved å trække på kanten av prøvekoppen og eventuelt vri hele prøvekoppen rundt for å skjære seg bedre ned i jorda.

Der det ikke er mulig å benytte prøvekoppen vil det som regel være mulig å benytte en skuffe til prøvetaking. Vi har benyttet en skuffe som rommer 40 ml. Bruk av skuffe gir en noe mer udefinert delprøve, der delprøvene ikke vil være like store med hensyn til både dybde og overflateareal. Ved bruk av skuffe vil en i større grad kun ta prøve av overflatesjiktet av jorda.

For å teste i hvilken grad de to prøvetakerne gir forskjellig resultat med hensyn til konsentrasjon av eksplosiver er det foretatt en rekke parallelle prøvetakinger med de to prøvetakerne.

For å ta kjerneprøver er det benyttet et håndoperert jordbor som vist i Figur 3.2. Jordboret er presset ned for hånd og eventuelt slått på med en spesiell hammer før det vris rundt og tas forsiktig opp. Kjerneprøven er delt opp i flere prøver avhengig av dybde på prøven.

Bortsett fra ved kjerneprøvetaking er det tatt samleprøver som stort sett har bestått av 30 delprøver. Ved prøvetaking i større flater eller langs lange linjer/sirkler er det tatt 50 delprøver.

Polyetylenposer med lynlås er benyttet for oppbevaring av jordprøvene. For å hindre nedbrytning av eksplosiver er jordprøvene lagret i fryser [38].



Figur 3.1 Bilde av de to prøvetakerne som ble benyttet til å ta overflateprøve av jorda. Øverst vises en prøvekopp med 10 cm tupp og en med 5 cm tupp. Nederst vises detaljer av prøvekopp med 5 cm tupp og til høyre skuffen på 40 ml som ble benyttet ved prøvetaking.



Figur 3.2 Jordbor benyttet til å ta kjerneprøver.

3.1.2 Vannprøver

Vannprøver samles i en glassflaske (Duran®) med plastovertrekk for beskyttelse mot UV-stråling. Flasken har en tilhørende skrukork med tefloninnlegg. Vannprøven konserveres til pH ~2 ved å tilsette 1,2 g NaHSO₄ til flasken før den fylles med 0,5-1 liter prøve [41]. Prøven oppbevares kjølig (4 °C) og mørkt der det er mulig i maksimum 28 dager [41].

3.2 Forbehandling av prøver

3.2.1 Tørking av jordprøver

Frosne jordprøver, 60 – 2000 gram, som har ligget i fryseren siden ankomst til FFI, blir spredd utover i ildfaste glassformer. Mindre prøver spres i runde petriskåler av glass. Prøvene tørkes i romtemperatur for å hindre nedbrytning av eksplosiver [38]. Tørketiden avhenger av fuktigheten i jordprøven. Noen prøver består av relativt tørr sand og grus, mens andre prøver er mer fuktige avhengig av jordsmonn og værforhold ved prøvetaking. Tørketiden er typisk 2-7 døgn. I løpet av tørketiden røres det rundt i jorda for å få fuktige partier eksponert mot lufta. Etter endt tørking blir prøven veid og overføres til nye merkede plastposer. Prøven legges så i fryser inntil prøven skal analyseres. Store jordklumper kan med fordel knuses med fingrene eller med morter før jordprøven anbringes i plastposer etter tørking.

3.2.2 Sikting av jordprøver

Jordprøvene kan inneholde materiale som ikke skal males ned. Dette kan være store steiner samt ulike typer organiske materialer som kvister, blader, mose, lyng, bær, gresstuer etc. For å sortere bort dette blir prøven siktet gjennom en sikt med maskevidde på 2 mm. I USA har de sett på distribusjonen av eksplosivrester i jorda. Mesteparten av eksplosivpartiklene forekommer med størrelser mindre enn 2 mm [2]. Siktingen foregår på en ristemaskin av typen Fritsch Vibratory Sieve Shaver.

Fraksjonen som er større enn 2 mm undersøkes visuelt for om mulig å oppdage biter av eksplosiver. Eventuelle eksplosivbiter tas ut, veies og legges i egen merket pose. Etter at denne fraksjonen er ferdig undersøkt, blir vekten registrert og overført til merkede plastposer og deretter oppbevart i fryser. Det vil bli sett på metoder for å kunne påvise eksplosivbiter i denne fraksjonen.

3.2.3 Nedmaling – homogenisering av jordprøver

Mengden av jord som skal ekstraheres og analyseres for eksplosivinnhold er liten i forhold til hele jordprøven. Typisk mengde er 1-2 gram. For å få en homogen jordprøve med hensyn på sammensetningen blir hele jordprøven malt ned. Nedmalingen foregår med en Retsch PM 100 Planetary Ball Mill. Her kan malingen foregå i enten stor eller liten beholder. Den store beholderen kan male jordprøver med volum mellom 75 og 300 ml. Sammen med jorda tilsettes fire stålkuler med diameter 40 mm. Stålkulene samt rotasjonen som beholderen og innholdet gjennomgår, sørger for knusing av partiklene i beholderen. Malingen foregår i 6 minutter med en rotasjonshastighet på 500 rpm. Hvis jordprøven er større enn 300 ml, må prøven deles i flere fraksjoner, slik at det maksimalt males 300 ml hver gang. Det er da viktig at vektene av hver fraksjon er like store av hensyn til den videre utveilingen fra fraksjonene.

Små jordprøver males i en liten beholder som kan romme maksimalt 30 ml prøve. I denne beholderen benyttes 10 stålkuler med diameter 10 mm. Malingen med denne beholderen foretas ved 500 rpm i 10 minutter. Det finnes to små beholdere og disse kan kjøres samtidig ved å stable

de oppå hverandre med en skive i mellom. Av praktiske årsaker kjøres det to ganger 5 minutter med de små beholderne. Prøver som er større enn 30 ml, må deles i like tunge fraksjoner med maksimalt volum på 30 ml.

3.2.4 Utveiling til ekstraksjon

Rett etter nedmaling er prøven mest homogen. Utveiling av den mengden som skal ekstraheres foretas derfor umiddelbart etter nedmaling. Litt avhengig av mengden eksplosiver i prøven, veies det ut 1 eller 2 gram jord. Størrelsen på jordprøven bør i utgangspunktet være minimum 1 gram. Større prøver vil kunne øke deteksjonsnivået, men øker også kompleksiteten til ekstraksjonen og analysen. Utveid jordprøve helles i brune prøveglass (for hindre nedbrytning) med tefloninnlegg i korken og legges i fryser inntil jorda skal ekstraheres. Hvis prøven er malt i flere omganger, må det veies ut like mye fra hver delprøve og slik at samlet vekt er 1 eller 2 gram. Etter nedmaling og utveiling overføres resten av jordprøven til merket plastpose og lagres i fryser. Hver delprøve skal lagres i hver sin pose. Alle posene fra en jordprøve; fraksjonen over 2 mm og en eller flere malte fraksjoner, samles i en felles pose merket med prøvens identitetsnummer.

3.3 Uttesting av prosedyrer for homogenisering og uttak

Det ble gjort noen innledende forsøk for å se på rekkefølgen av trinn i prøveopparbeidelsen. Fra hele jordprøven er det som nevnt bare nødvendig med 1 – 2 gram som skal analyseres. Jordprøven kan inneholde svært heterogent fordelte eksplosivbiter. Hvordan skal en ta ut en liten mengde fra prøven som representerer sammensetningen av hele jordprøven? For å undersøke dette ble det gjort noen forsøk med kontrollert tilsetning av RDX til jord. Matjord fra en åker ble tørket på samme måte som beskrevet i Kapittel 3.2.1. Deretter ble det tilsatt RDX-partikler av typen RS-RDX klasse 1 i tre ulike konsentrasjoner; 50, 200 og 1000 mg/kg jord. Prøvene ble deretter behandlet på to måter. Den ene måten var splitting og deretter maling, mens den andre måten var først maling og så splitting.

3.3.1 Testing av splitting og maling

Det ble gjort en test der jordprøven ble splittet i like store fraksjoner med en prøvesplitter før fraksjonene ble malt. På FFI benyttes det en Retsch PT 100 Laboratory Sample Divider. Jordprøven doseres automatisk ned i splitteren med en Retsch Vibratory Feeder DR 100. Den roterende splitteren fordeler prøven i seks glassflasker. De splittede fraksjonene blir kalt s1 – s6. De splittede fraksjonene males slik at s1, s2 og s3 males hver for seg. De tre siste fraksjonene s4 – s6 slås sammen til en prøve og males sammen. Det veies ut 2 gram fra hver av de fire malte delprøvene som analyseres for RDX.

I den andre testen ble hele jordprøven malt etter tilsetning av RDX. Den malte prøven ble deretter splittet i seks fraksjoner. De tre første fraksjonene fra prøvesplitteren analyseres hver for seg ved at det tas ut 2 gram fra hver til ekstraksjon. De tre neste splittede fraksjonene slås sammen til en prøve og hvorfra det til sammen tas ut 2 gram til ekstraksjon.

På grunn av begrensninger i analysemetoden, ble bare prøven med 50 mg/kg analysert i denne testingen. Tabell 3.1 viser hvor mye RDX som er målt i de ulike fraksjonene.

Den jordprøven som er malt først og deretter splittet, viser mindre variasjon i resultatene sammenliknet med den prøven som først splittes og så males. Dette viser at jordprøvene først bør homogeniseres ved at de males, før man kan splitte prøven og ta ut delmengder til kjemisk analyse. Jordprøven kan inneholde partikler i ulike størrelser i et varierende antall av hver. Mengden av eksplosiver i hver delprøve vil dermed variere hvis prøven blir splittet først. En nedmaling av prøven vil føre til en knusing og blanding av partiklene, noe som fører til at hele prøven blir homogenisert. Dette resonnementet og resultatet over har ført til at alle prøvene som skal analyseres, males ned etter metoden beskrevet i Kapittel 3.2.3 før det tas ut en prøve til ekstraksjon. Resultatene viser også at maleprosessen ikke ser ut til å gi noe tap av RDX. Det er også foretatt tester der jord er tilsatt HMX og TNT før prøven er malt ned uten at det er påvist noe tap som følge av maleprosessen.

Prøve	RDX, mg/kg	
	Målt	Veid inn
Splittet og malt, fraksjon s1+s2+s3	56	52
Splittet og malt, fraksjon s4	36	52
Splittet og malt, fraksjon s5	51	52
Splittet og malt, fraksjon s6	54	52
Malt og splittet, fraksjon s1+s2+s3	50	49
Malt og splittet, fraksjon s4	51	49
Malt og splittet, fraksjon s5	50	49
Malt og splittet, fraksjon s6	51	49

Tabell 3.1 Målt konsentrasjon av RDX i jordprøver tilsatt RDX som er splittet og deretter malt og i prøver som først er malt og deretter splittet.

3.3.2 Parallell utveiling av jord fra en prøve

Dersom en antar at prøven er homogen etter maling bør ethvert uttak fra denne prøven være likt et annet. Uttak av representativ prøve fra denne jordprøven kan i så fall foretas direkte fra hele prøven, og det er ikke nødvendig med splitting før utveiling. Det er gjort et forsøk for å se på reproduserbarheten i resultatene ved å ta ut ønsket prøvemengde flere ganger fra samme nedmalte prøve. Jordprøven 05-201 er tatt i et skytefelt og inneholder flere eksplosiver. Prøven er malt i to omganger, M1 og M2, på grunn av at prøven er for stor til å kunne males under ett. Fra hver av de to malte fraksjonene er det tatt ut 5 ganger 1 gram som er ekstrahert og analysert for eksplosiver. Tabell 3.2 viser resultatene for de 10 prøvene som er analysert.

Det første vi ser av resultatene er at gjennomsnittet for de to malte fraksjonene blir forskjellig. Størst variasjon er det i verdiene for TNT, TNB og ADNT. Variasjonen er forventet siden prøven er delt før den er homogenisert. Imidlertid er det liten variasjon i de fem målingene som er gjort for hver av de to fraksjonene. Dette viser at prosedyren for maling gir en tilstrekkelig homogen

prøve, slik at selv den lille mengden som blir tatt ut til ekstraksjon er representativ for hele den malte fraksjonen.

Det er foretatt flere forsøk med splitting av nedmalte prøver. Dette vurderes som lite hensiktsmessig. Partiklene i den malte prøven er så små at prøven blir veldig statistisk. Under splitteprosessen klister partiklene seg til de fleste overflatene, og det er vanskelig å få partiklene ned i de ulike glassene på prøvesplitteren. Det sitter mye partikler igjen på apparaturen etter endt prosess, og dette medfører tidkrevende rengjøring og oppvirvling av mye støv. Basert på disse erfaringene og resultatene som viser høy grad av homogenitet i nedmalte prøver, er det besluttet at splittingen ikke bør inngå i standard prøveoppbeiding.

Prøve	HMX µg/kg	RDX µg/kg	TNB µg/kg	Tetryl µg/kg	TNT µg/kg	DNT µg/kg	ADNT µg/kg
05-201-M1-1	16	62	1,0	2,1	87	0,24	3,0
05-201-M1-2	14	58	0,84	0,96	86	0,21	3,4
05-201-M1-3	13	59	0,87	2,0	86	0,19	3,8
05-201-M1-4	12	58	0,98	1,7	86	0,22	4,2
05-201-M1-5	15	55	0,88	2,2	82	0,23	4,3
Gjennomsnitt	14	58	0,91	1,8	85	0,22	3,7
Standardavvik	1,6	2,5	0,071	0,50	1,9	0,019	0,55
05-201-M2-1	17	60	1,3	1,1	172	0,54	5,2
05-201-M2-2	14	61	1,4	0,91	179	0,18	5,4
05-201-M2-3	18	59	1,3	1,8	168	0,18	6,3
05-201-M2-4	14	53	1,3	0,84	162	0,16	5,4
05-201-M2-5	11	55	1,5	0,38	162	0,16	5,1
Gjennomsnitt	15	58	1,4	1,0	169	0,24	5,5
Standardavvik	2,8	3,4	0,089	0,52	7,2	0,17	0,48

Tabell 3.2 Innhold av eksplosiver i en jordprøve som er malt i to fraksjoner (M1 og M2) og der det er foretatt ekstraksjon og analyse av fem prøver fra hver fraksjon.

3.4 Ekstraksjon og kjemisk analyse

3.4.1 Ekstraksjon av jord og vannprøver

Jordprøver

1 – 2 gram tørket og malt prøve tilsettes internstandarder og ekstraheres med acetonitril i mikrobølgeovn. Ekstraktet oppkonsentreres, filtreres gjennom et 0,45 µm sprøytefilter og oppbevares ved i fryser inntil kjemisk analyse. Prøver av sertifisert referansemateriale og blank prøve ekstraheres etter samme metode.

Vannprøver










0,5 liter vannprøve tilsettes internstandarder og ekstraheres ved bruk av fastfaseekstraksjon (waters). Det benyttes Pora Pak RDX kolonner for ekstraksjon og Na₂SO₄ kolonner for fjerning av vann fra ekstraktet. Prøven vaskes ut fra fastfasekolonnen med acetonitril. Ekstraktet oppkonsentreres, filtreres gjennom et 0,45 µm sprøytefilter og oppbevares i fryser inntil kjemisk analyse. Samtidig med vannprøver blir en blank og en kontrollprøve ekstrahert på samme måte.

3.4.2 Kjemisk analyse av jord og vannprøver

Ekstraktene analyseres på en væskechromatograf med en UV-detektor, tilkoblet et kvadropol massespektrometer, LC/MS. Det benyttes en multiionekilde for simultan bruk av elektropray ionisering (ESI) og kjemisk ionisering ved atomsfæretrykk (APCI) i negativ modus. Ekstraktet separeres på en C18-kolonne med metanol/vann som mobilfase. Det benyttes internstandard kalibrering med seks isotopmerkede standarder og en umerket (DNB (¹³C₆), 2,4-DNT (Ring-D₃), 2,6-DNT (Metyl-D₃), RDX (¹³C₃), TNB (¹³C₆), TNT (¹³C₇), NG (¹⁵N₃) og 3,4-DNT). Kalibreringskurven har fra fire til seks konsentrasjonsnivåer mellom 0,05 – 100 µg/ml. Følgende eksplosiver og nedbrytningsprodukter blir kvantifisert i analysen: DNB, DNT, NG, RDX, TNB, TNT, ADNT, Tetryl, HMX og PETN. Det benyttes ett kvantifiseringsion i tillegg til et kvalifiseringsion der dette er mulig. Resultatene for NG er valgt tatt med selv om disse er noe usikre på grunn av instrumentelle problemer knyttet til deteksjon av NG.

4 Gjennomføring av undersøkelsene

I de underliggende kapitler er det gitt en detaljert beskrivelse av prøvetakingen som er foretatt i de ulike områdene i skyte- og øvingsfeltene. For hvert område som er prøvetatt er det laget en skisse som viser hvilke prøver som er tatt og omtrentlig plassering av disse. I disse skissene er det benyttet ulike symboler for å illustrere prøvetakingen. En forklaring på disse symbolene er gitt i Figur 4.1. I Appendix A er det vist en oversikt over lokaliseringen til alle de analyserte prøvene der internt prøvenummer er oppgitt.

	30 delprøver fra 1 m ² flate
	≥ 30 delprøver langs en sirkel
	≥ 30 delprøver langs en linje
	≥ 30 delprøver fra en sektor med angitt nummer
	Kjerneprøve
	Illustrerer endring i avstandsskala
	Krater
	Vannoverflate
	Bekk/elv

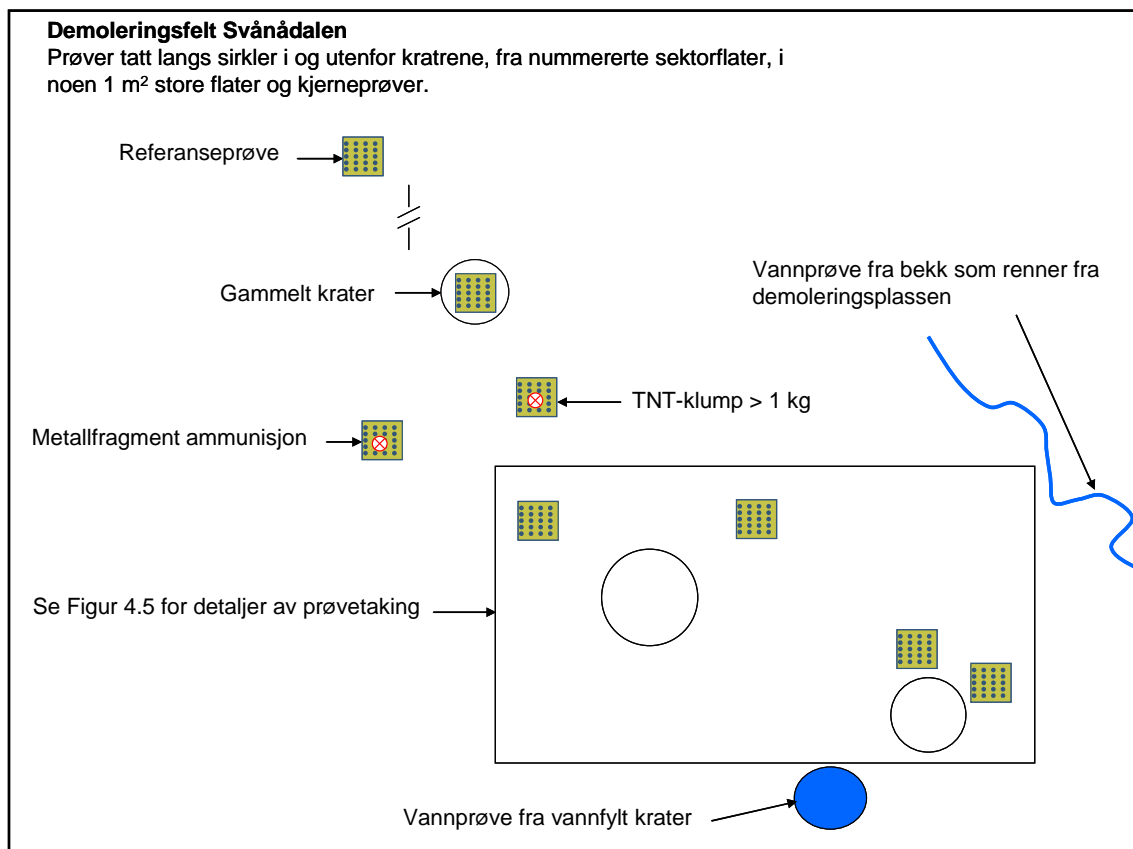
Figur 4.1 Symboler benyttet i skisser som illustrerer prøvetakingen i de ulike skyte- og øvingsfeltene.

4.1 Hjerkinnskyte- og øvingsfelt

4.1.1 Demoleringsfelt i Svånådalen

På Hjerkinnskyte- og øvingsfelt er det to demoleringsfelt som benyttes, ett i Grisungdalen og ett i Svånådalen. Demoleringsfeltet som ligger i Svånådalen er det som i den siste tiden har vært hyppigst i bruk, og dette feltet ble derfor valgt ut for prøvetaking. Demoleringsfeltet blir også benyttet som sprengningsfelt, det vil si for øving og opplæring i sprengninger og til minesprengninger. Man kan derfor forvente rester fra mange typer ammunisjon på dette stedet. I Figur 4.2 er det vist en oversikt over prøver tatt fra demoleringsfeltet i Svånådalen.

Ved prøvetaking ble det fokusert på å ta en rekke prøver fra krater i området, da det ble antatt at de høyeste konsentrasjonene av eksplosiver kunne finnes i og rundt disse. For å undersøke forurensningen av eksplosiver i et krater og eventuelle gradienter ble det tatt prøver fra tilfeldig valgte sektorer og langs sirkler i krateret i ulik avstand fra bunnen av krateret. Det ble også tatt vannprøve fra et vannfylt krater for å undersøke i hvilken grad eksplosivene løses ut i vann og fra en bekk nedstrøms området for å vurdere om det foregår noen utlekking av eksplosiver. I området ble det tatt prøver fra kvadratmeter store flater både i og utenfor krater og fra områder der det ble funnet ammunisjonsrester. Dette ble gjort for å vurdere det generelle forurensnings-nivået i området og for å avdekke eventuelle kildeområder. Ved et par kildeområder ble det tatt kjerneprøve for å vurdere eventuell transport nedover i jorda.



Figur 4.2 Skisse som viser en oversikt over prøvetaking foretatt i demoleringsfeltet i Svånådalen i Hjerkinnskyte- og øvingsfelt.

I den nedre delen av demoleringsfeltet er det en høy voll som antageligvis er dannet av jord som er kastet opp etter mange og store sprengninger (se Figur 4.3). I forkant av vollen er det en fordypning som består av mange delvis sammenhengende kratre der bunnen er fylt med vann. Et hull i vollen i den sørvestlige delen av feltet drenerer området. To mindre frittliggende kratre ligger litt over de andre, og vannet i disse var rødbrunt (nærmest på bildet i Figur 4.3). Det kratret som ses til høyre på bildet i Figur 4.3 ble valgt ut for prøvetaking. På flaten ovenfor fordypningen er det flere enkeltliggende tørre kratre. Et av disse ble valgt til prøvetaking og bildet i Figur 4.4 viser beliggenheten til dette kratret og området rundt som ble prøvetatt. Figur 4.5 viser hvordan prøvetakingen er foretatt rundt de to utvalgte kratrene.



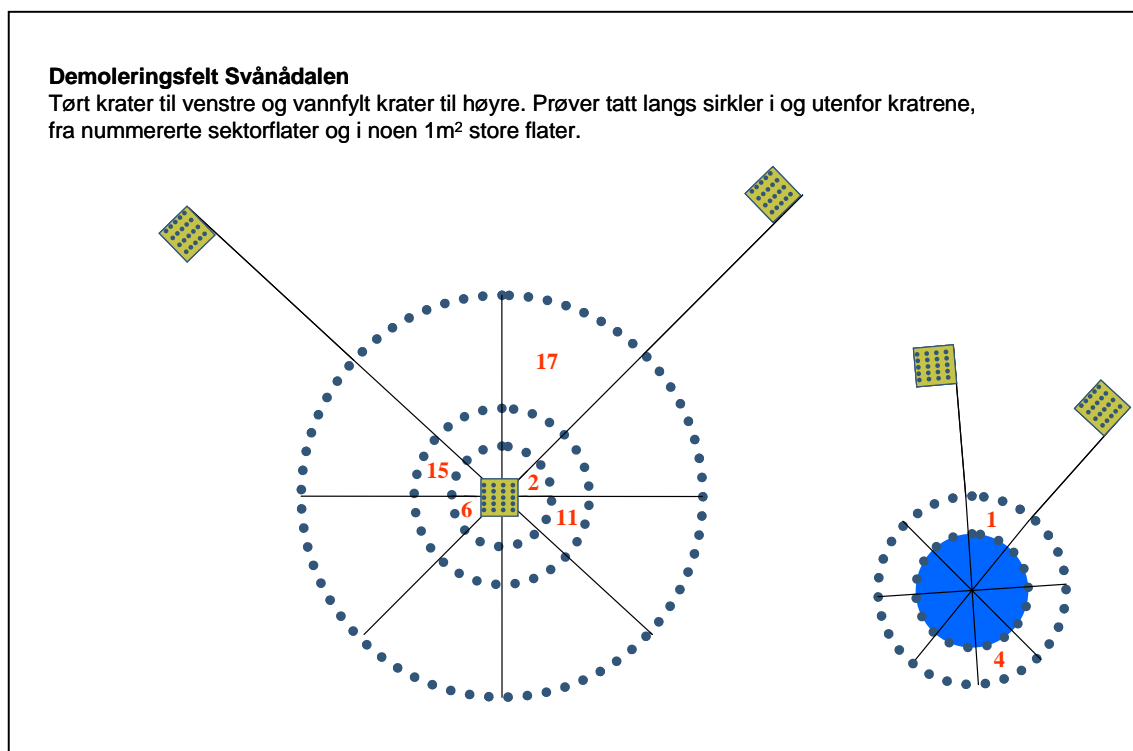
Figur 4.3 Oversikt over den sørlige delen av demoleringsplassen med store vannfylte kratre, utsikt mot vest.

Det tørre kratret som ble prøvetatt hadde en diameter på 3,5 meter, og dybden var ca 1,3 meter. Det ble satt merkepinne i sentrum av kratret, 60 cm opp i kraterveggen og ved kraterkanten. I bunnen av kratret, altså i sentrum, ble det tatt en samleprøve (37 delprøver) med skuffen. Oppe ved 60 cm ble det langs hele omkretsen tatt to samleprøver, en med skuffen og en med prøvekoppen. De to samleprøvene bestod henholdsvis av 36 og 31 delprøver. Det samme ble gjort ved kraterkanten, der samleprøven bestod av henholdsvis 31 og 32 delprøver. Langs sirkelen fem meter utenfor kraterkanten ble det samlet en samleprøve (48 delprøver) med prøvekoppen.

Kratret ble så delt inn i åtte sektorer. Nede i kratret ble de åtte sektorene delt radielt ved 60 cm (dette betyr at en sektorflate som utgjør en trekant fra sentrum og ut til kraterkanten ble delt langs den sirkelen som er avmerket 60 cm oppe i kratersiden). Flatene er nummerert med klokka, hvor sektorflate 1 er nærmest sentrum til høyre for aksene mot nord. Sektorflate 9 er flaten utenfor sektorflate 1, mot kraterkanten. Området fra kraterkanten og ut til fem meter ble videre delt inn i sektorer som forlengelse av de åtte sektorene i kratret, der sektorflate 17 ligger utenfor sektorflate 9. Prøver ble tatt fra tilfeldig utvalgte sektorflater. Nede i kratret ble sektorflatene 2, 6, 11 og 15 valgt ut (markert med røde tall i Figur 4.5). Hver samleprøve bestod av 30 delprøver. I sektorflate 2 og 11 ble skuffen brukt, mens prøvekoppen ble benyttet i sektorflate 6 og 15. I sektorflate 17 ble det tatt prøver med begge prøvetakerne, der hver samleprøve bestod av 50 delprøver.



Figur 4.4 Oversikt over området rundt det tørre kratret som ble prøvetatt.



Figur 4.5 Skisse som viser en oversikt over prøvetaking rundt to kratre i demoleringsfeltet i Svånådalen i Hjerkinnskyte- og øvingsfelt.

Under prøvetakingen av det tørre kratret ble det i sektorflate 12 funnet det som ble antatt å være en TNT-klump i størrelsesorden 0,5 x 1 cm med vekt under 1 gram. Rundt det tørre kratret ble det valgt ut to steder, hver på 1 m² hvor det ble tatt samleprøver (30 delprøver) med skuffen. Disse ble tatt ved sirkelen som går 15 meter ut fra kraterkanten, og lokaliseringen av disse to prøvene er vist i Figur 4.5.

I det vannfylte kratret stod vannet opp til kraterkanten. Diameteren ved vannkanten var 2,9 meter. Dybden i kratret var ca 80 cm. Dette ble grovt målt med en stokk som ble satt ned i vannet. Langs hele omkretsen ved kraterkanten ble det samlet to samleprøver som hver bestod av 30 delprøver, den ene med skuffe og den andre med prøvekoppe. En ny sirkel ble merket opp en meter utenfor kraterkanten. Langs denne sirkelen ble det tatt en samleprøve (32 delprøver) med hver av de to prøvetakerne. Området rundt kratret ble delt inn i åtte sektorer, der sektorflate 1 er den første til høyre for nordaksen. I sektorflate 1 ble det tatt en samleprøve (30 delprøver) med skuffen. I sektorflate 4 ble det tatt en samleprøve (30 delprøver) med hver av de to prøvetakerne. Fem meter ut fra kraterkanten ble det valgt to steder på 1 m² hvorfra det ble tatt samleprøver (30 delprøver) med skuffen. Lokaliseringen av disse to prøvene er vist i Figur 4.5.

Det ble observert hylser, ulike metallfragmenter fra ammunisjon eller eksplosivbiter rundt om i demoleringsfeltet. Større metallfragmenter og eksplosivbiter stammer sannsynligvis fra ufullstendige detonasjoner i forbindelse med demolering av ammunisjon. Det ble observert to store klumper som ble antatt å være TNT. Den ene veide 900 gram og den andre var over 1 kg. Bildet i Figur 4.6 viser funnet av den største TNT-klumpen. Rett under den tyngste TNT-klumpen, ble det tatt en kjerneprøve. Boret kunne stikkes så langt ned at jordprøven ble 17 cm lang. Kjerneprøven ble delt ved 0-5 cm, 5-10 cm og 10-17 cm. Det ble også samlet en samleprøve (30 delprøver) fra området rundt TNT-klumpen. Det ble valgt å undersøke om det var noen eksplosivrester under og rundt et av de mange metallfragmentene som lå i demoleringsfeltet. Under metallfragmentet ble det tatt en kjerneprøve på 15 cm. Denne ble delt i tre deler på fem cm hver. Det ble også tatt en samleprøve (30 delprøver) med skuffen fra området rundt metallfragmentet.

Det lå flere eldre kratre ovenfor flaten med ferske kratre. Man ser at de er eldre ved at det har begynt å vokse gress og andre planter nede i dem. Fra et av disse kratrene ble det tatt en samleprøve (30 delprøver) med skuffen. Et godt stykke ovenfor de eldre kratrene ble det tatt en referanseprøve. Referanseprøven bestod av 30 delprøver som ble krafset sammen med hendene fra overflatelaget.

Det ble tatt to vannprøver i demoleringsfeltet. Den ene ble tatt fra et vannfylt krater. Det var flere kratre som var fylt med vann, og prøven ble tatt fra det kratret der vannet var mest brunfarget. Dette kratret lå ved siden av det vannfylte kratret hvor det ble tatt jordprøver. Fra demoleringsfeltet rant det en liten bekk som samlet vann fra den øvre delen av demoleringsfeltet og det omkringliggende området. Vannprøve nummer to ble tatt der denne bekken krysser veien inn til demoleringsfeltet (se Figur 4.7).



Figur 4.6 Funn av TNT klump i demoleringsfeltet. Figur 4.2 viser omtrent hvor denne klumpen ble funnet i feltet.



Figur 4.7 Vann fra bekken som renner øst for demoleringsfelt ble prøvetatt.

4.1.2 Flybombefelt i Grisungdalen

I Grisungdalen ligger det et stort område som er nedslagsfelt for flybomber og – raketter. Kratrene ligger tett her og overflaten av jorda i flere områder er antakeligvis ”endevendt” flere ganger som følge av stor bruk av området. Etersom størrelsen av nedslagsfeltet er minst en halv kvadratkilometer ble det valgt å gjøre undersøkelser i to avgrensede områder. Det ene området var rundt et krater fra en flybombe, der det ble tatt prøver fra sirkler rundt krateret i ulik avstand fra kraterkanten. Det ble også tatt prøver fra tilfeldige sektorflater og fra kvadratmeter store flater. Det andre området bestod av flere mindre krater og her ble det tatt prøver fra tilfeldig plasserte kvadratmeter store flater. I dette området ble det også tatt et par vannprøver for å vurdere eventuell transport av eksplosiver med vann og for å vurdere i hvilken grad dyr eller mennesker kan eksponeres for eksplosiver i vann. Plasseringen av prøvene og typen prøver i disse to områdene ble tatt med utgangspunkt i å få kjennskap til omfang og utbredelse av eksplosivforurensning i slike områder. Det ble også tatt noen kjerneprøver for kunne vurdere i hvilken grad rester av eksplosiver også finnes nedover i jordlaget.

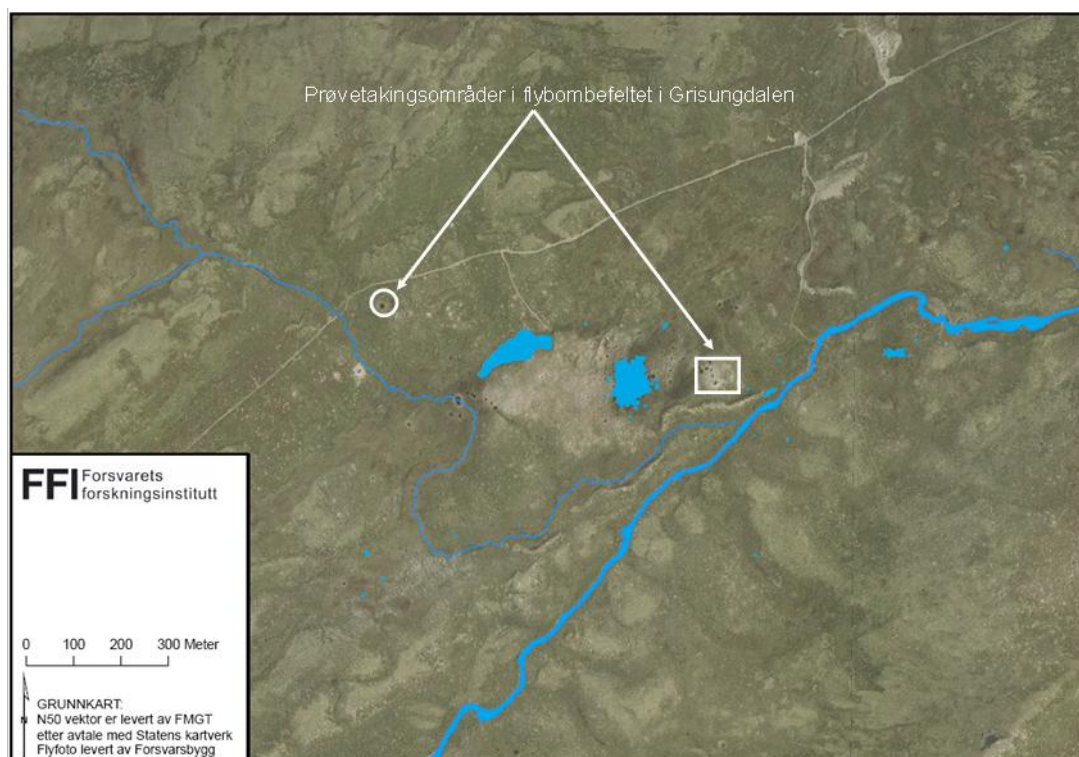
På begge sider av veien litt innover i Grisungdalen er det flere kratre med diametre 3 – 10 meter. Kratrene er ganske spredt slik at den opprinnelige vegetasjonen i området er bevart. Noen av kratrene er antageligvis ganske gamle, fordi det har begynt å vokse planter nede i dem. Noen meter bortenfor den innerste stikkveien, ble det valgt ut et stort krater for prøvetaking som vist i Figur 4.8. Lokaliseringen av dette krateret er vist i Figur 4.9.



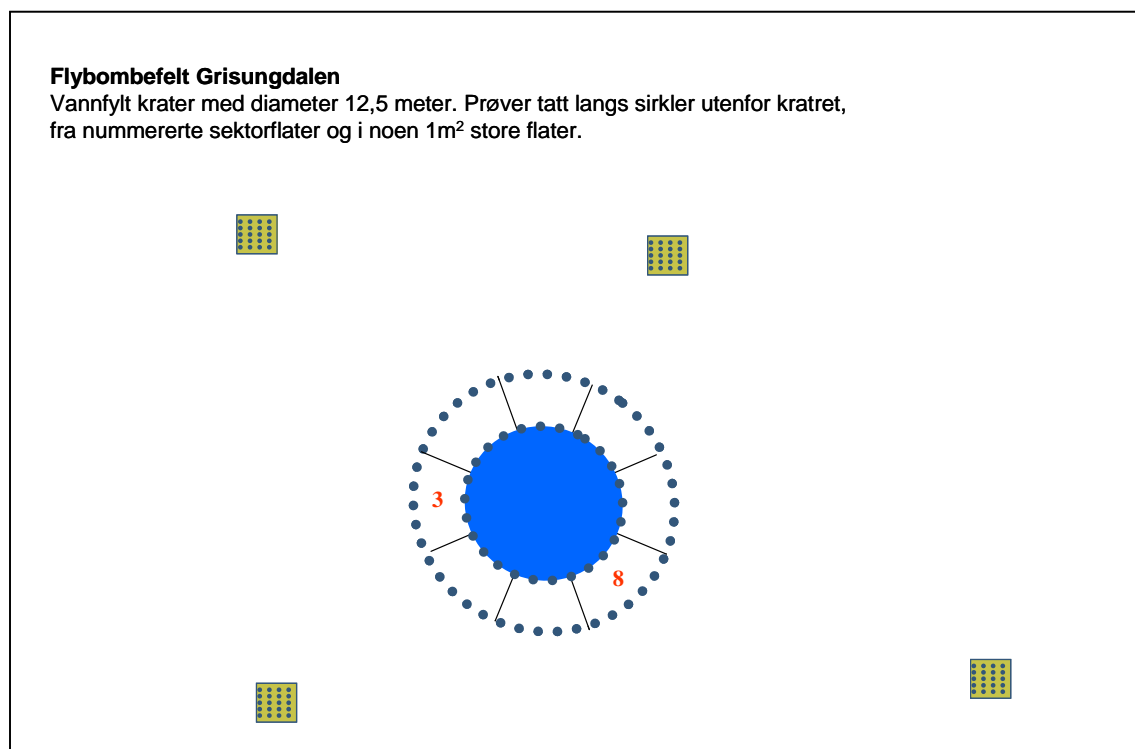
Figur 4.8 Prøvetaking rundt et krater fra flybombe i Grisungdalen.

Kratret var fylt med vann opp til kanten. Diameteren ved vannkanten var 12,5 meter. Langs kraterkanten ble det tatt en samleprøve (40 delprøver) med hver av de to prøvetakerne. En sirkel ble avmerket fem meter ut fra kraterkanten. Langs denne sirkelen ble det også tatt en samleprøve (50 delprøver) med hver av de to prøvetakerne. Området mellom kraterkanten og sirkelen fem meter lenger ut, ble delt inn i åtte sektorer. Nummereringen av sektorene var slik at nord var omtrent midt i sektorflate 5. I sektorflate 3 og 8, ble det tatt samleprøver (50 delprøver) med begge prøvetakerne. En skisse som viser prøvetakingen i området rundt dette kratret er vist i Figur 4.10.

Det ble valgt ut fire steder hvor det ble tatt prøver fra et 1 m² stort område. Det første stedet lå i forlengelsen av sektorflate 5, 15 meter ut fra kraterkanten. Rett ovenfor dette prøvestedet, ca fem meter unna, lå det et lite krater som var tørt. Her ble det tatt en samleprøve (30 delprøver) med skuffen.



Figur 4.9 Oversikt over de to områdene der det ble tatt prøver i flybombefeltet i Grisungdalen. Rund sirkel indikerer prøvetaking rundt et stort vannfylt krater, mens firkant indikerer prøvetaking i et kraterområde.



Figur 4.10 Skisse som viser en oversikt over prøvetaking rundt ett krater i flybombefeltet i Grisungdalen i Hjerkinnskyte- og øvingsfelt.

Det andre prøvestedet lå 25 meter ut fra kanten i forlengelsen av sektorflate 7. Det ble tatt en samleprøve (30 delprøver) med skuffen herfra. Prøvestedet er ca to meter fra kanten av et mindre krater fylt med vann med diameter på ca to meter. Et større krater lå ca åtte meter lenger bort. Dette var fylt med vann og med diameter på 2 – 3 meter. Den tredje prøven ble tatt 16 meter ut fra kanten av sektorflate 2. Her ble det tatt en samleprøve (30 delprøver) med prøvekoppen. Den fjerde prøven ble tatt 21 meter fra kanten av sektorflate 4. Her ble det tatt en samleprøve (30 delprøver) med prøvekoppen.

Det ble valgt ut et mindre område for prøvetaking vist innenfor firkant i Figur 4.9. Her ble det funnet flere kratre av varierende størrelse, seks kratre nær hverandre og et mindre krater et stykke unna. Tre-fire av de seks kratrene var ganske store, noen var fylt med vann, og et par var bare adskilt med ca en meter jordkant.

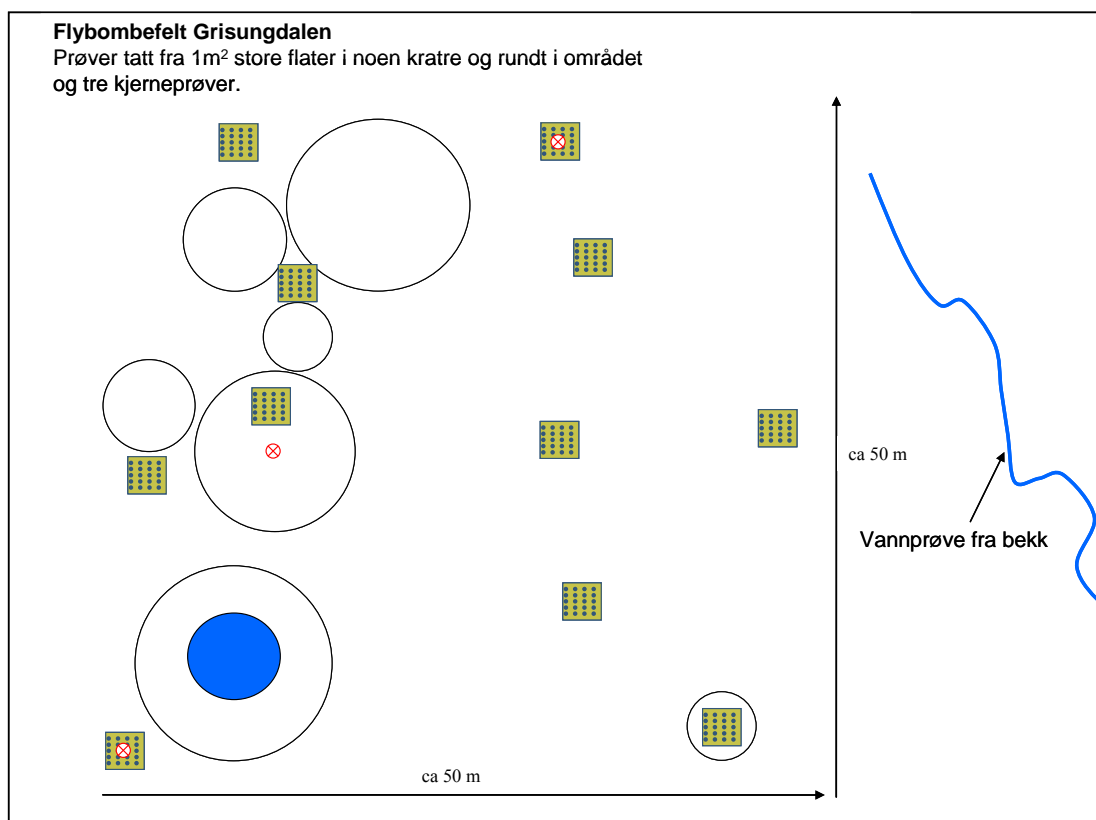
Det ble valgt ut flere flater på 1 m² i det valgte området som ble prøvetatt med både skuffe og prøvekoppe. Det ble tatt blandprøver som bestod av 30 delprøver. Prøvepunktene ble valgt slik at de skulle representere området. Det ble i alt tatt 11 prøver og Figur 4.11 viser en skisse av hvor prøvene ble tatt.

På tre av prøvestedene ble det tatt kjerneprøve. Disse prøvene ble delt for å se om det er konsentrasjonsgradienter nedover i jorda. Den ene prøven ble tatt nede i det ene kratret. Jorda her var grå og mettet med vann. Lengden på prøven var 32 cm, og den ble delt slik, 0-6 cm, 6-12 cm, 12-22 cm og 22-32 cm. Den andre kjerneprøven ble tatt på kraterkanten av et stort krater. Jorda

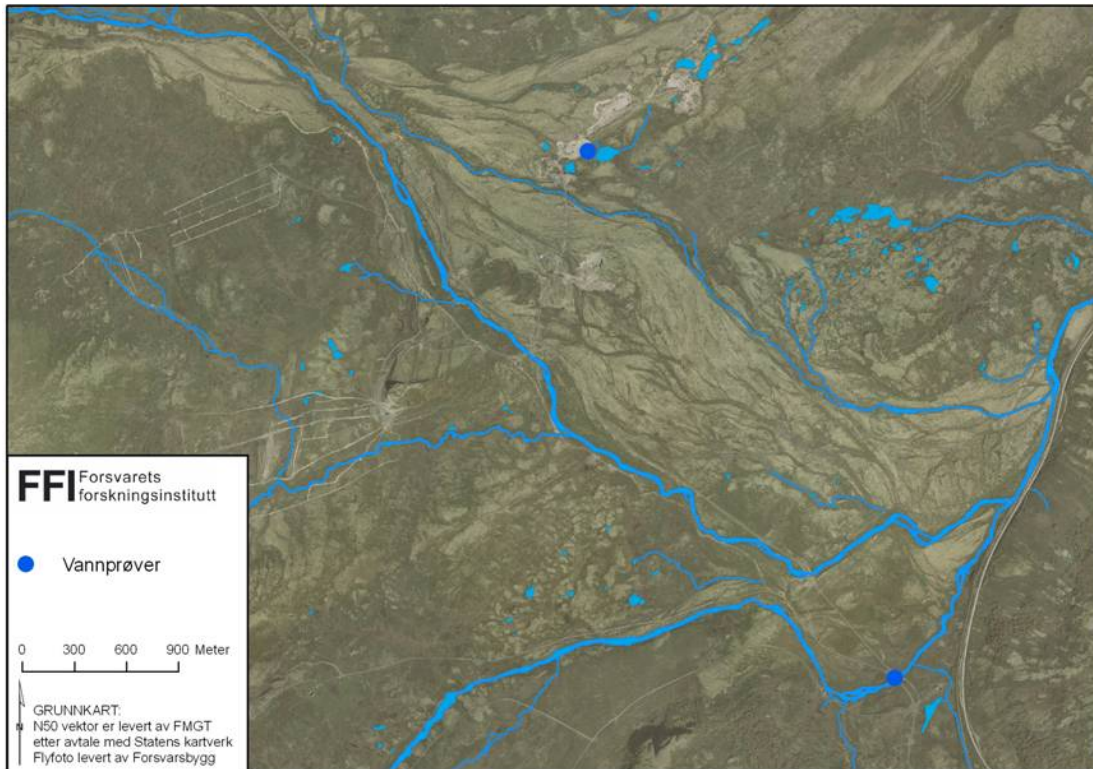
var brun og tørr. Lengden på prøven var 43 cm, og ble delt slik: 0-5 cm, 5-10 cm, 10-23 cm, 23-33 cm og 33-43 cm. Den siste kjerneprøven ble tatt litt bortenfor et stort krater. Denne jorda var tørr øverst og våt nederst. Lengden av prøven var 39 cm. Prøven ble delt slik: 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm og 30-39 cm. En oversikt over lokaliseringen til kjerneprøvene er vist i Figur 4.9.

Kratret nederst til venstre i Figur 4.11 var delvis fylt med vann. Herfra ble det tatt en vannprøve. Litt øst for flaten renner det en liten bekk nedover mot Grisungbekken, og fra den ble det også tatt en vannprøve.

Fra Hjerkinnskyte- og øvingsfelt ble det tatt to vannprøver i tillegg til de som allerede er nevnt (se Figur 4.12). Den ene av disse prøvene ble tatt nedenfor et deponiområde som ligger ved Storranden. Her er det blitt deponert en del ammunisjonsrester. Fra dette området renner en liten bekk ned mot myra og en vannprøve ble tatt fra denne bekken. Dette prøvestedet har ingen tilknytning til de stedene det er tatt jordprøver. Den siste vannprøven ble tatt fra Grisungbekken nede ved Grisungbekkbrui. Da har bekken samlet vann gjennom hele Grisungdalen, blant annet fra flybombefeltet der det ble tatt jordprøver.



Figur 4.11 Skisse som viser en oversikt over prøvetaking foretatt i målområdet til flybombefeltet i Grisungdalen i Hjerkinnskyte- og øvingsfelt.



Figur 4.12 Oversikt over lokalisering til vannprøver tatt ved Storranden og Grisungbekkbrui.

4.2 Setermoen skyte- og øvingsfelt

4.2.1 Håndgranatbane

Håndgranatbanen som er undersøkt ligger i Setermoen skyte- og øvingsfelt. Figur 4.13 viser nedslagsområdet til denne håndgranatbanen, mens Figur 4.14 viser hvordan prøvetakingen er foretatt i banen. Kastegropa på håndgranatbanen er i betong og ligger høyere i terrenget enn nedslagsområdet. Nedslagsområdet er inngjerdet, og bakken i området består av grus. Jorda her er sannsynligvis endevendt flere ganger på grunn av gjentatte sprengninger og gjennomførte planeringer. Blindgjengere noteres etter hver gang, og de som ikke går av som forventet, blir tatt hånd om og tilintetgjort omgående. Størrelsen på nedslagsfeltet er ca 35 meter bred og 35 meter lang. Det finnes mange kratre i nedslagsområdet. Størrelsene er 40-80 cm diameter.

Det er tatt prøver fra kvadratmeter store flater i varierende avstand både i lengde og bredde fra kastegropa for å kjennskap til utbredelse og omfang av eksplosivforurensning i banen. Ved to kratere er det valgt å ta flere prøver for å kunne vurdere om slike kratere vil være et kildeområde. I tillegg er det tatt kjerneprøve for å undersøke om det finnes forurensning i dypere jordlag.

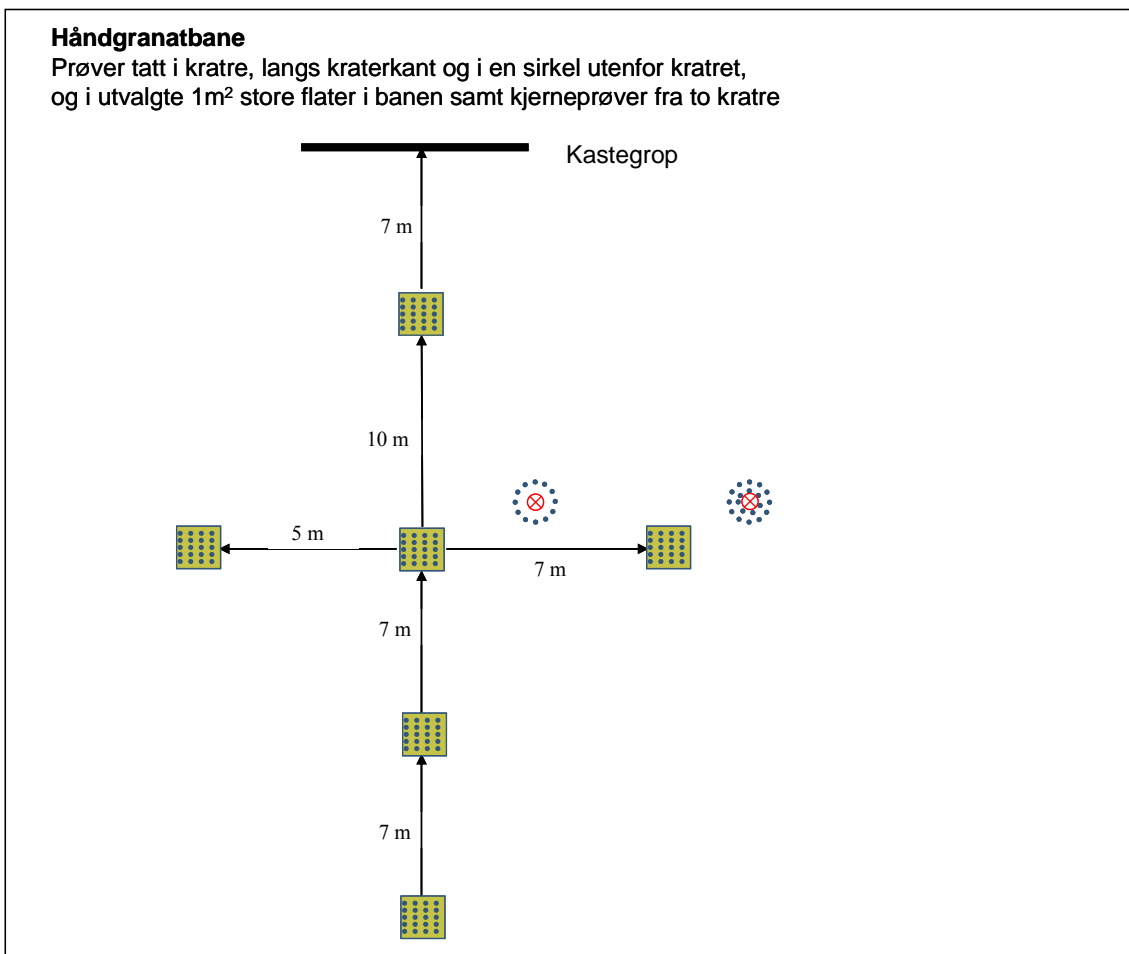
Midt nede i nedslagsområdet ligger et stort krater hvor det antakeligvis har gått av flere granater. Diameteren er 75 cm. Det ble tatt to samleprøver (30 delprøver) langs kraterkanten, en med prøvekoppe og en med skuffe. På tilsvarende måte ble det tatt to samleprøver nede i kratret. En kjerneprøve med lengde 23 cm ble tatt i bunnen av kratret. Prøven ble delt i to; de øverste 0-10 cm og de resterende 10-23 cm.

Det lille kratret ligger til venstre i banen sett fra kastegropa. Diameteren på kratret er 45 cm. Det ble tatt en samleprøve (30 delprøver) langs kraterkanten og en nede i kratret med prøvekop. Kratret er så lite at man knapt får tatt 30 prøver langs kanten. Det ble deretter tatt samleprøve (30 delprøver) med prøvekoppen langs en sirkel som går rundt kratret med en radius på en meter.

Det ble også tatt prøver i utvalgte 1 m² store flater. Det første prøvepunktet ligger ca syv meter midt foran kastegropa, hvor det tas to samleprøver (30 delprøver), en med hver prøvetaker. Det ble tatt prøver fra tre steder til nedover på samme linje og henholdsvis 17 meter, 24 meter og 31 meter fra kastegropa. I tillegg ble det tatt to samleprøver (30 delprøver) fra hver side av prøven tatt 17 m fra kastegropa med prøvekoppen. Disse to prøvene ble tatt henholdsvis syv meter ut til venstre og fem meter ut til høyre sett fra kastegropa.



Figur 4.13 Bilde tatt fra kastegropa mot nedslagsområdet for håndgrantater.



Figur 4.14 Skisse som viser en oversikt over prøvetaking foretatt i en håndgranatbane i Setermoen skyte- og øvingsfelt.

4.2.2 Panservernbane

På Setermoen er det en panservernbane i skogen rett ovenfor skytefeltadministrasjonen ved Hundtorp. Banen gjennomgikk en grundig opprydding i 2002 – 2003. Et bilde av banen er vist i Figur 4.15, der målområdet er til høyre i bildet og standplass med dekningsvegg til venstre. På banen er det skutt med M72 i flere versjoner. Standplass utgjøres av en dekningsvegg i betong med tre vinduer, som det skytes gjennom. Rakettene skytes over en liten dal, og nedslagsområdet utgjør en skråning i terrenget. Her er det festet tre målobjekter for M72 med avstander ca 70 meter, 90 meter og 130 meter fra standplass. Målobjektene, som henger over hver sin sand/jordhaug, består av en stålplate, ca 3 m x 2 m, som er hengt opp med tykke stålkjettinger i en stålramme. Nedslagsområdet er inngjerdet på grunn av fare for blindgjengere.

På standplass ble det valgt å ta prøver langs linjer og i kvadratmeter store flater i ulik avstand både foran og bak dekningsveggen for å få kjennskap til forurensningsgradienter. I tillegg ble det tatt prøver fra noen tilfeldig plasserte kvadratmeter store flater i området rundt standplass for å undersøke utbredelse av forurensning. I nedslagsområdet ble det valgt å ta prøver ved det målobjektet som var mest benyttet, slik at undersøkelsen ville gi svar på hva som kan være maksimale konsentrasjoner av eksplosiver i slike områder. Her ble det tatt prøver fra

kvadratmeter store flater og langs linjer for å undersøke både gradienter og fordeling av forurensning foran og bak målobjektet. I tillegg ble det tatt noen kjerneprøver for å undersøke gradienter av forurensning nedover i jordlaget. I banen er det også skutt noe med 40 mm geværgranat. Fra dette nedslagsområdet ble det også tatt noen prøver for å vurdere om denne ammunisjonstypen forårsaker rester av eksplosiver. Fra en bekk som rant mellom standplass og målområdet ble det tatt en vannprøve for å undersøke om det foregår noen avrenning av eksplosiver fra området.



Figur 4.15 Oversikt over panservernbanen med målområde til høyre i bildet og standplass til venstre i bildet. Bildet er tatt fra målområdet til 40 mm geværgranat.

4.2.2.1 Standplass

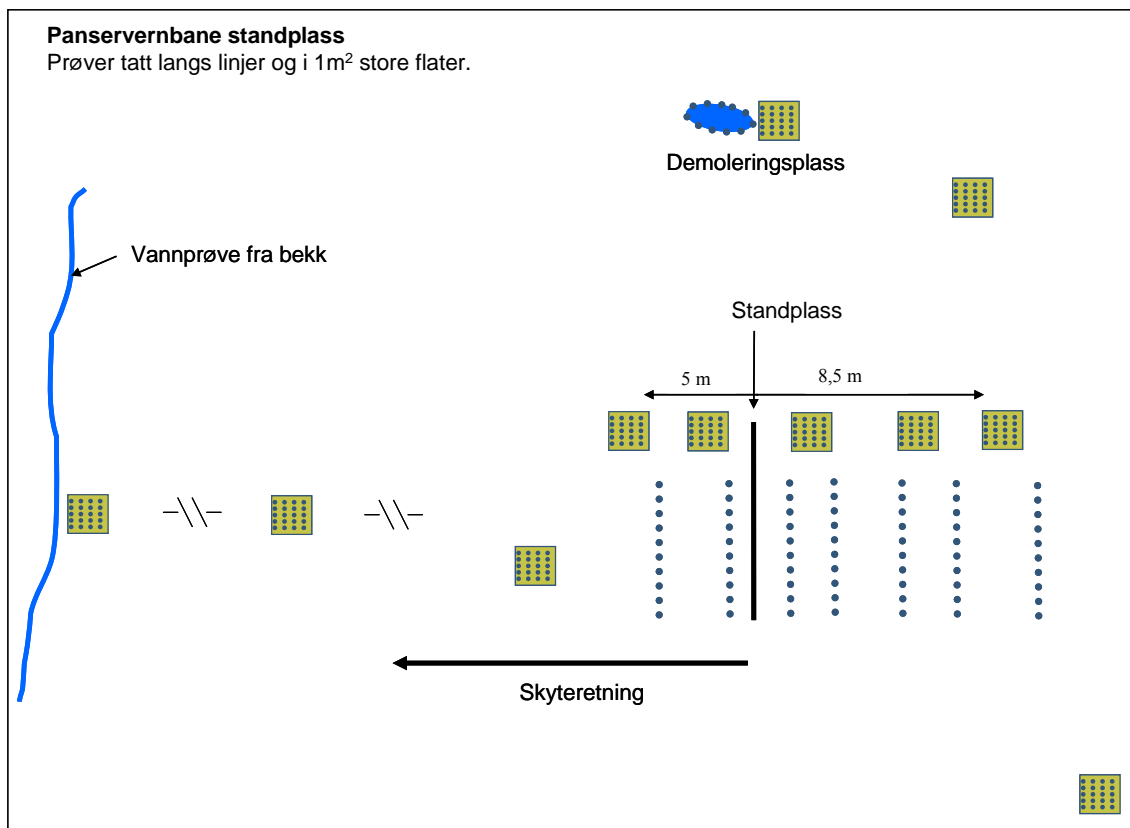
På standplass ble det tatt prøver både foran og bak dekningsveggen, samt på noen steder litt unna veggen, se Figur 4.16. Det ble målt opp 1 m² store felter i avstand, 1,7 meter, 5 meter og 8,5 meter fra veggen og bakover på standplass. Disse prøvene var lokalisert rett bak vinduet lengst til høyre i dekningsveggen (se Figur 4.17). På flaten nærmest dekningsveggen ble det tatt en samleprøve (30 delprøver) med både skuffen og prøvekoppen, mens bare prøvekoppen ble benyttet på de to andre samleprøvene (30 delprøver). Det ble tatt to samleprøver (30 delprøver) med prøvekoppen henholdsvis en og fire meter foran dekningsveggen. Disse prøvene var også lokalisert rett foran vinduet lengst til høyre i dekningsveggen.

Til venstre på dekningsveggen var det to lave vinduer (Figur 4.17). Foran disse ble det trukket linjer parallelt med veggen i lengder av 3,5 meter på ulike avstander fra veggen; 1,5 m, 3 m, 5 m, 7,5 m og 10 m. Langs linja nærmest veggen ble skuffen benyttet til å ta en samleprøve bestående av 30 delprøver. Her var det mye fjellgrunn og et tynt hardpakket jordlag. Langs de andre linjene ble prøvekoppen brukt til å ta samleprøver (30 delprøver). Jordsmonnet ble tykkere og med mer

vegetasjon lenger fra veggen. Tilsvarende ble det foran veggen tatt prøver langs linjer 1,0 meter og 3,8 meter fra veggen. Også her var grunnen nærmest veggen et tynt hardpakket jordlag på steingrunn, og skuffen ble benyttet. Skuffen ble benyttet for å ta samleprøve (30 delprøver) langs linjen 1,0 meter foran veggen, mens prøvekoppen ble benyttet til å ta samleprøve (30 delprøver) langs linjen 3,8 meter foran veggen.

Det ble valgt ut fem steder hvor det ble tatt samleprøver (30 delprøver) fra en 1 m² stor flate med prøvekoppen. Det ene stedet lå foran dekningsveggen, midt foran de to lave vinduene, ca åtte meter ut fra veggen. På dette stedet var det mye mose, krekling og melbær. Det ble tatt to prøver mer midt mellom standplass og målområdet i et drenert myrområde. Det fjerde stedet lå bak dekningsveggen, nedenfor haugen til venstre i utkanten av parkeringsplassen. Her var det gress, mose og litt fuktig hard jord. Den siste prøven ble tatt til høyre bak dekningsveggen, inne i skogen, ca ti meter fra veggen. Her vokste det nesten bare mose og noe tyttebærlyng.

Nede i skogen til høyre for standplass ligger en sprengningsgrop. Dette er en demoleringsplass for destruksjon av panservernraketter som har hatt funksjonsfeil ved avfiring. Gropa var et avlangt, vannfylt krater. Vannflaten nede i kratret var fire meter langt og 2,2 meter bredt. Størrelsen på kratret ved toppen var syv meter langt og 3,4 meter bredt. En samleprøve (30 delprøver) ble tatt langs vannkanten med prøvekoppen. I en 1 m² stor flate i den største kraterveggen ble det tatt en samleprøve (30 delprøver) med prøvekoppen.



Figur 4.16 Skisse som viser en oversikt over prøvetaking foretatt på standplass til en panservernbane i Setermoen skyte- og øvingsfelt.



Figur 4.17 Standplass på panservernbane som viser murveggen med skytevinduer. Bildet er tatt i skyteretningen.

4.2.2.2 Nedslagsområdet

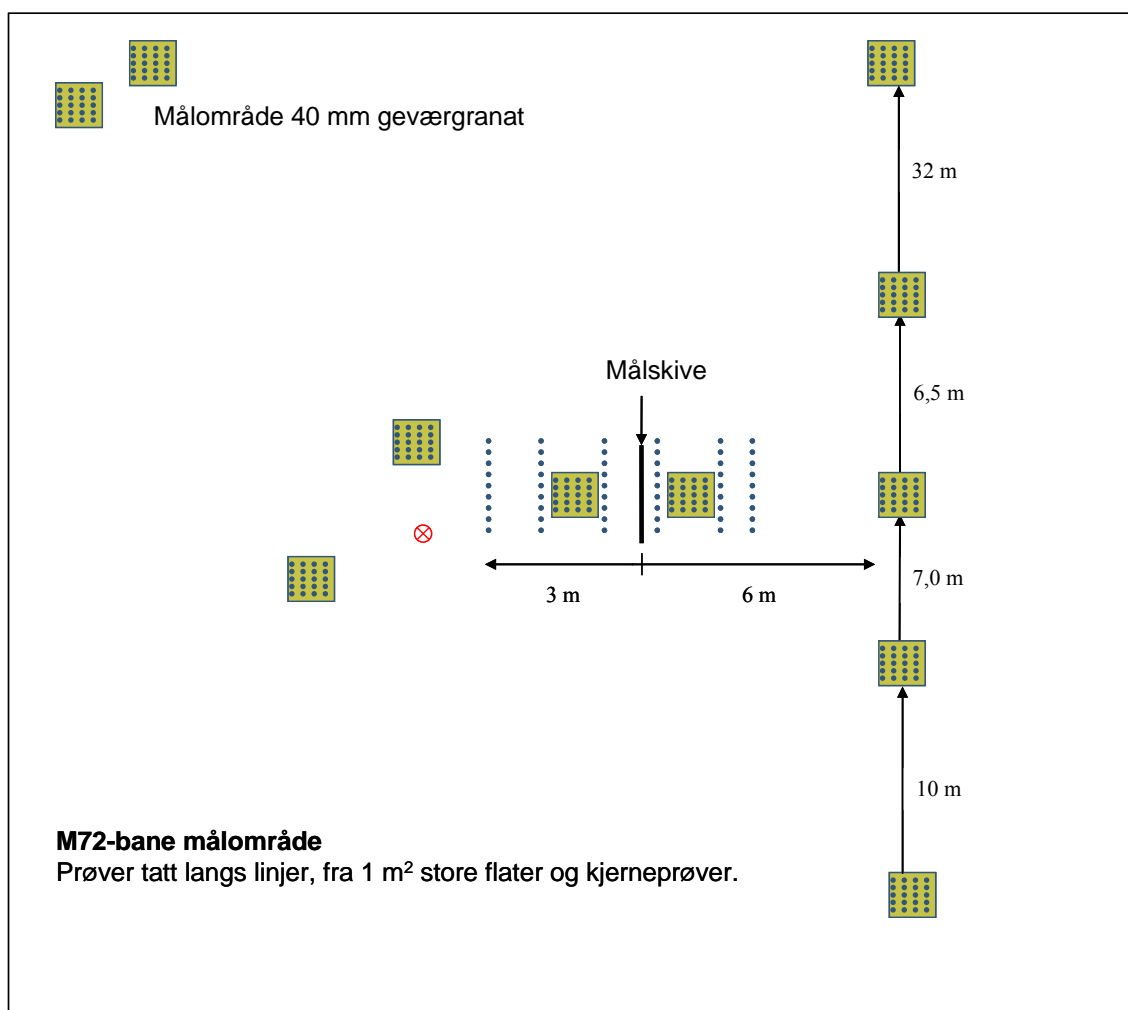
I nedslagsområdet ble det rundt målobjektet ca 90 meter fra standplass tatt prøver. Rundt målobjektet ble det tatt flere samleprøver (30 delprøver) i umiddelbar nærhet. I tillegg ble det i nærområdet til dette målobjektet valgt ut noen steder der det ble tatt samleprøver (30 delprøver) i fra 1 m² store flater. Figur 4.19 viser hvordan prøvene var lokalisert i nedslagsområdet.



Figur 4.18 Bilde av målområdet i panservernbanen i Setermoen skyte- og øvingsfelt som ble prøvetatt.

Foran målskiva ble det langs tre rette linjer med lengde tre meter, tatt prøver både med skuffe og med prøvekopp. Linjene er rett under, og en og to meter fra skiva. På tilsvarende måte ble det tatt prøver med begge prøvetakerne langs 3,3 meter lange linjer bak målskiva. Disse linjene var henholdsvis en, to og tre meter fra målskiva.

På en 1 m² stor flate inntil og midt foran målskiva ble det tatt en prøve med begge prøvetakerne. Midt i denne kvadratmeteren ble det tatt en kjerneprøve. Lengden av prøven var 37 cm. Prøven ble delt i fire deler for å måle mulige konsentrasjonsforskjeller nedover i jordlaget. Den øverste delen ble delt ved syv cm, deretter var de neste tre prøvene ti cm hver. Seks meter foran skiva, samt syv og 6,5 meter til høyre for dette ble det tatt prøver fra et kvadratmeter stort område, både med skuffe og prøvekopp. I tillegg ble det tatt prøver med prøvekoppen 32 meter til høyre og ti meter til venstre for dette igjen. Mellom linjene ved en og to meter bak målskiven og i skråningen noen meter bak målskiven ble det også tatt prøver med prøvekoppen. En kjerneprøve ble også tatt i denne skråningen. Lengden av kjerneprøven var 40 cm, og den ble delt i fire deler på ti cm hver.



Figur 4.19 Skisse som viser en oversikt over prøvetaking foretatt i målområdet til en panservernbane i Setermoen skyte- og øvingsfelt

Det ble tatt to prøver med prøvekoppen i det området som var benyttet som målområde for 40 mm geværgranat. Nederst i terrenget mellom standplass og målområdet er det gravd ut en bekk som drenerer hele området. Der bekken kommer på utsiden av gjerdet ble det tatt en vannprøve. Det ble også tatt en vannprøve fra demoleringsgropa.

4.2.3 Standplass artilleri

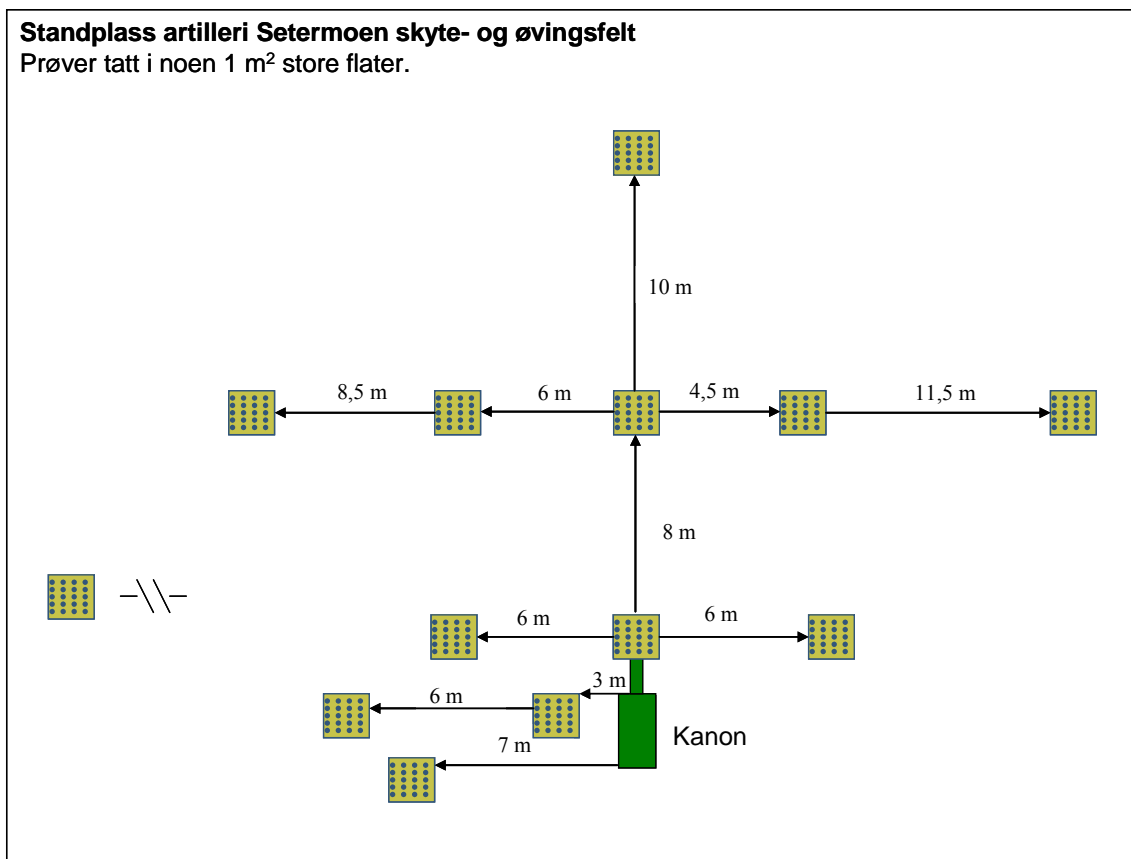
I uke 34 i 2005 da vi besøkte Setermoen skyte- og øvingsfelt foregikk det skyteøvelse med to 155 mm kanoner av typen M109. Det ble da skutt inn i Kobbryggdalen fra et område ved skytefelt-administrasjonen ved Hundtorp. Vi observerte at røykskyen etter skuddene stod et stykke opp foran kanonen og ut til sidene. Det ble valgt å ta prøver på stedet der en av kanonene hadde stått under skytingen. Den valgte kanonen var plassert ved veikanten hvor grunnen bestod av grus iblandet steiner som vist på bildet i Figur 4.20. Rett foran kanonen var det et lite myrområde med varierende våthetsgrad.



Figur 4.20 Prøvetaking på standplass til artilleri i Setermoen skyte- og øvingsfelt.

For å kartlegge omfang og utbredelse av forurensning på denne lokaliteten ble det valgt å ta prøver fra kvadratmeter store flater systematisk plassert i området foran og til siden for der kanonen hadde stått. I tillegg ble det tatt prøve av en lokalitet som var benyttet til destruksjon av drivladning som var blitt til overs etter skytingen.

Innenfor hver kvadratmeter ble det tatt en samleprøve (30 delprøver) med prøvekoppen, bortsett fra en prøve som ble tatt med skuffe. Foran standplassen var det våt myr og det var nødvendig å benytte en prøvekopp med ti cm lang tut. En oversikt over prøvetakingen gjort på standplass for artilleri er vist i Figur 4.21.



Figur 4.21 Skisse som viser prøvetakingen rundt standplass for artilleri ved skytefelt-administrasjonen i Setermoen skyte- og øvingsfelt.

4.2.4 Målområde artilleri/flybombefelt

I Setermoen skytefelt blir det skutt med bombekaster og artilleri inn i både Liveltskaret og Kobbryggdalen. I samråd med skytebaneforvalter ble det valgt å undersøke et område i Liveltskaret som hadde relativt ferske kratre. Det ble tatt utgangspunkt i trekantsteinen som står ganske langt inne i dalen. Trekantsteinen blir ofte benyttet som målobjekt. Rundt i området var det mange kratre hvorav noen ble valgt ut for prøvetaking. I området ligger mye rester etter ammunisjon og flere blindgjengere. Det er ikke ryddet for blindgjengere i Liveltskaret mellom 2003 og 2005. Våren 2005 var det skutt litt artilleri inn i det aktuelle området.

Øst for trekantsteinen ligger en haug/liten høyde. I bakkant og oppe på denne er det flere kratre etter artillerigranater. Figur 4.22 viser et typisk krater i dette området. I dette området ble det valgt å ta en rekke prøver i og rundt flere kratre for å undersøke i hvilken grad kratre kan være en punktkilde for eksplosivforurensning. Det ble tatt prøver både langs sirkler og i flater i og utenfor kratrene. Det ble også tatt kjerneprøver fra bunnen av flere kratre for å undersøke om eksplosivforurensningen var distribuert nedover i jordlaget eller om den hovedsakelig var lokalisert til overflaten. I tillegg ble det også tatt noen prøver fra tilfeldig plasserte kvadratmeter store flater på denne haugen for å få et inntrykk av forurensningens utbredelse. I området vest for trekantsteinen ble det tatt noen kompletterende prøver for å undersøke utbredelsen av eksplosivforurensning. Rett etter avsluttet prøvetaking i området ble en blindgjenger av en

flybombe demolert nært det prøvetatte området. Det ble besluttet å prøveta dette området for å undersøke om slike områder kan være en punktkilde. Det ble tatt prøver fra sirkler i krateret og fra kvadratmeter store flater både i og utenfor krateret for å undersøke utbredelse og omfang av eksplosivforurensning i dette området. Det ble tatt vannprøve fra en bekk i området og fra en vannansamling rundt trekantsteien for å vurdere om det foregår en transport av eksplosiver med vann.

En oversikt over stedet og prøvetakingspunkter er vist i Figur 4.23. Nummereringen av de kratrene som ble prøvetatt er gjort fortløpende. Alle prøvene tatt i tilknytning til kratrene er samleprøver (30 delprøver).

Krater 1 og krater 2

Krater 1 og krater 2 ligger like ved siden av hverandre. Disse to kratrene stammer fra våren 2005. Diameteren på begge kratrene er ca 2,5 meter.

I krater 1 ble det tatt to prøver langs kraterkanten, den ene tatt med prøvekoppen og den andre med skuffen. Nede i kratret ble det tatt en prøve med skuffen. Kratret ble delt i fire sektorer. Fra en av disse, den i nordøst, ble det med hver prøvetaker tatt en prøve.

Nede i krater 1 ble det tatt en kjerneprøve. Lengden av prøven var 38 cm. Prøven ble delt i fire deler; de øverste 0-8 cm, de neste 8-18 cm, de neste 18-28 cm og de nederste 28-38 cm. Det lå litt vann nederst i kratret. Dette skyldes antakeligvis at det hadde vært ett kraftig regnskyll om natta og på morgenen samme dag. Da kjerneprøven ble tatt i midten av kratret, ble tydeligvis kratret punktert, for alt vannet forsvant og kratret ble drenert.

I krater 2 ble det først tatt en kjerneprøve i bunnen av kratret og kratret ble drenert på samme måte som krater 1. Kjerneprøven var 31 cm lang og ble delt i tre; øverste 0-10 cm, neste 10-20 cm og de nederste 20-31 cm. Det ble tatt prøver langs kraterkanten og nede i kratret. Prøven langs kanten ble tatt med prøvekoppen og den nede med skuffen. Dette kratret ble også delt i fire sektorer. Det ble tatt en prøve fra sektorflaten i nordvestlig retning med begge prøvetakerne.

Krater 3

Ovenfor krater 2, ca 10-15 meter unna, ligger krater 3. Rundt kratret er det mye blåbærlyng og annen lyng. Diameteren på kratret er 1,6 meter. Langs kraterkanten og nede i kratret ble det tatt en prøve med prøvekoppen. Langs en sirkel som ligger en meter utenfor kraterkanten, ble det samlet en prøve med prøvekoppen.

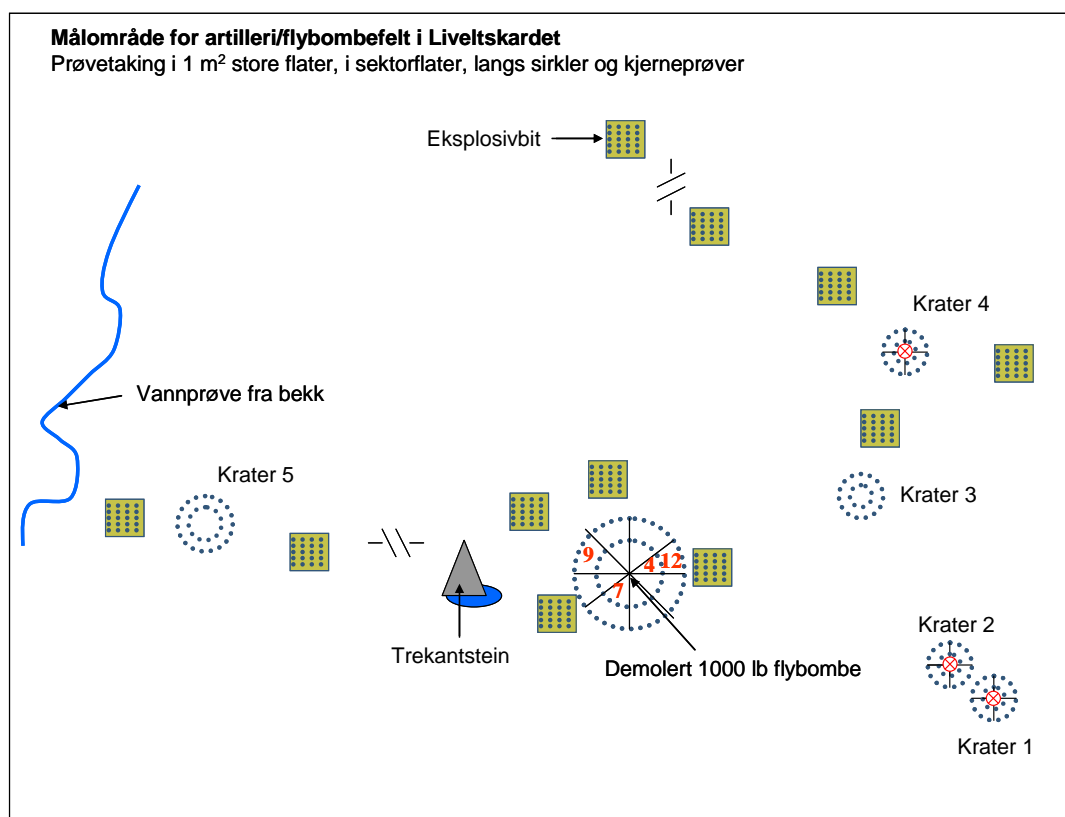
Krater 4

Omkring fem meter ovenfor krater 3 ligger krater 4 med en diameter på 2,3 meter. Det ble først tatt en kjerneprøve nede i kratrets sentrum. Lengden av prøven var 19 cm, og den ble delt i to, de øverste 0-9 cm og de nederste 9-19 cm. Langs kraterkanten ble det tatt prøver med begge prøvetakerne. I bunnen av kratret ble det tatt en prøve med skuffen. Langs en sirkel en meter

utenfor kraterkanten ble det tatt en prøve med prøvekoppen. I en fjerdedel av kratret (sektorflate i nordvest), ble det tatt en prøve med hver av prøvetakerne.



Figur 4.22 Bilde av krater 4 som var typisk for relativt ferske kratre i området.



Figur 4.23 Skisse som viser en oversikt over prøvetaking foretatt i et målområde for artilleri og flybomber i Setermoen skyte- og øvingsfelt.

På haugen øst for trekantsteinen var det spredt noen kratre her og der. Alderen varierte fra årsferske til flere år gamle. Vegetasjonen mellom kratrene var uberørt og som opprinnelig. For å få et overslag over det generelle forurensningsnivået i området, ble det bestemt å ta noen prøver fra tilfeldige flater på 1 m² mellom kratrene som vist i Figur 4.23. Denne prøvetakingen ble gjort med prøvekoppen.

På den vestlige delen av haugen, vendt mot trekantsteinen ble det funnet en bit av eksplosiver (se Figur 4.24). Eksplosivmassen består av små biter eller pellets (lysegule) som er pakket og bundet sammen av et bindemiddel/polymer. På yttersiden er det et mørkerødt lag som sannsynligvis er bindemiddel for å binde eksplosivladningen til bøsingen. Det ble tatt en samleprøve (30 delprøver) med prøvekoppen fra jorda under der biten lå og innenfor en sirkel med diameter på ca 50 cm rundt biten.



Figur 4.24 Bilde av eksplosivbit som ble funnet i området øst for trekantsteinen i Liveltskaret.

Krater 5

Det ble valgt ut et krater til i området. Det ligger på vestsiden av trekantsteinen, ca 100 meter lenger ned i dalen. Diameteren på kratret er 1,7 meter. Det er en del utkast av jord fra kratret som ligger i små hauger i området ca to meter utenfor kraterkanten. Grunnen her er litt fuktigere enn på haugen der de andre prøvene ble tatt. Vegetasjonen rundt kratret består av krekling, blåbær, ulike starr/gress og vier. Langs kraterkanten og en meter utenfor kanten ble det tatt samleprøver

(30 delprøver) med prøvekoppen. I kratret ble det tatt samleprøver (30 delprøver) med begge prøvetakerne.

Det finnes flere kratre i området vest for trekantsteinen, de fleste ganske ferske. Det velges ut to flater på 1 m² mellom kratrene hvor det tas samleprøve (30 delprøver) med prøvekoppen. Den første prøven var ca fem meter vest fra krater 5. Den andre lå ca ti meter nærmere trekantsteinen, rett ved siden av en stor stein.

MK2-krater

Boret inn i haugen, i hellinga ned mot trekansteinen, satt det en blindgjenger fra en MK2-bombe. Dette er en 1000 lb bombe som inneholder 160 kg TNT. På ettermiddagen etter prøvetaking i området, ble blindgjengeren sprengt/demolert. Påleggsladningen bestod av tre typer sprengstoff, HMX, DM12 (PETN) og P4 (NG, ammoniumklorid, natriumnitrat og ammoniumnitrat), tilsammen ca 1,5 kg. To dager etter ble det tatt prøver fra kratret som var dannet etter sprengningen (Figur 4.25). Diameteren på kratret var ni meter og dybden 1,75 meter.

Langs kraterkanten og langs en sirkel midt i kraterveggen ble det tatt samleprøver (50 delprøver) med prøvekoppen. I bunnen av kratret ble det på en kvadratmeter stor flate tatt en samleprøve (30 delprøver) med prøvekoppen. Det ble i tillegg tatt en tilsvarende prøve i kratrets sentrum (som på grunn av skråningen ikke samsvarer med kratrets bunn). Kratret ble delt inn i åtte sektorer som ble delt radielt ved ca ½ r. Det ble tatt samleprøver (30 delprøver) med skuffen fra fire av sektorflatene. Det ble tatt fire samleprøver (30 delprøver) fra 1 m² store flater rundt kratret med skuffen.



Figur 4.25 Krater etter sprengning av MK2 bombe.

Vannprøver

Det ble tatt to vannprøver i området. Den ene er tatt fra vannpytten som omkranser den sørøstlige delen av trekantsteinen. Den andre prøven er tatt fra en bekk som renner nedover skråningen nordvest for krater 5.

4.3 Halkavarre skyte- og øvingsfelt

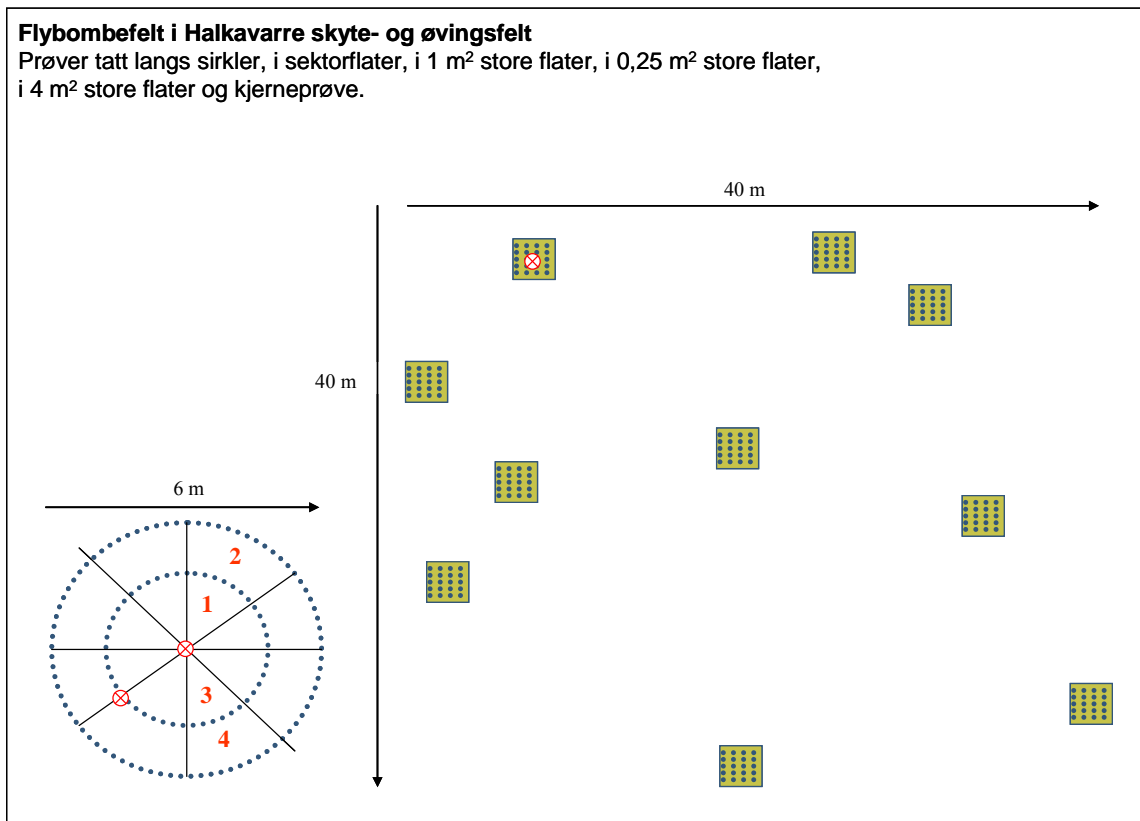
Det ble valgt ut et område i nedslagsområdet av flybombefeltet for prøvetaking. Dette bestod av en flate som var planert ut og som var forsøkt revegetert. I ytterkanten av denne flaten var det noen krater og ett av disse ble prøvetatt. En oversikt over prøvetakingen i dette området er vist i Figur 4.26, mens Figur 4.27 viser bilde av kratret og den prøvetatte flaten.

I den planerte flaten ble det tatt prøver fra tilfeldig plasserte kvadratmeter store flater for å undersøke omfang og utbredelse av eksplosivforurensning. I tillegg ble det tatt prøver fra flater i varierende størrelse fra 0,25 m² til 4 m², for å undersøke i hvilken grad størrelsen på flaten som blir prøvetatt påvirker resultatet. Det ble tatt en rekke prøver langs sirkler og i sektorflater i kratret for å undersøke om slike krater kan være en punktkilde for eksplosivforurensning. I tillegg ble det tatt vannprøver fra bekker og et krater et stykke fra dette området for vurdere om det foregår noen transport av eksplosivforurensning.

Kratret som ble prøvetatt hadde en diameter på seks meter, og dybden til sentrum av kratret var 80 cm. Kratret lå i en skråning slik at bunnen av kratret lå nedenfor sentret. Det er i hovedsak tatt samleprøver som består av 15 delprøver med prøvekoppen, og det er tatt to prøver på hvert sted for å undersøke i hvilken grad antallet delprøver innvirker på resultatet av de kjemiske analysene. Langs kraterkanten og langs en sirkel ved ca halve radien er det tatt to prøver (16 delprøver), og i kraterbunnen er det tatt to prøver. Det er tatt to kjerneprøver, en i kraterbunnen og en i kratrets senter. Kjerneprøven fra kraterbunnen var 25 cm lang og ble delt slik: 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm og 20-25 cm. I sentrum var kjerneprøven 30 cm lang, og den ble delt slik: 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm og 20-30 cm.

Kratret ble delt i åtte sektorer, hvor nummereringen starter til høyre for nordaksen. Sektorflate 1 og 4 ble prøvetatt. Begge disse sektorflatene er delt i to ved halve radien. Fra hver halve sektorflate er det tatt to prøver.

I en flate på ca 50 x 50 m ble det tilfeldig valgt ut ti steder med varierende størrelse som ble prøvetatt med prøvekoppen og det ble tatt en kjerneprøve i et av disse. I seks utvalgte 1 m² store flater ble det tatt en prøve (to med 15 delprøver og fire med 30 delprøver). I to utvalgte 1 m² store flater er det i hver tatt to samleprøver (15 delprøver). Deretter er denne flaten utvidet til 2 x 2 m. Innenfor disse 4 m² er det så tatt to samleprøver (15 delprøver). Deretter er det gjort motsatt i to andre utvalgte 1 m² store flater. Etter å ha tatt samleprøver (15 delprøver) i hele flaten, er flaten delt i fire. En kvart kvadratmeter i hver flate er så blitt prøvetatt.



Figur 4.26 Skisse som viser en oversikt over prøvetaking i flybombefeltet i Halkavarre skyte- og øvingsfelt.



Figur 4.27 Bildet av det prøvetatte kratret til venstre og den prøvetatte flaten til høyre.

Det ble tatt tre vannprøver fra området og lokaliseringen av disse er vist i Appendix A. Prøven tatt lengst i øst er en referanseprøve i utkanten av flybombefeltet. En prøve er tatt fra et vannfylt krater og en prøve er fra en bekk som renner i nedslagsområdet.

4.4 Terningmoen skyte- og øvingsfelt

4.4.1 Sprengningsfelt

I område 42 i skytefeltet er det et sprengningsfelt. Sprengningsfeltet består av en haug med sand og jord. Sand- og jordmassene som ligger der er antakeligvis tilkjørt. Massene blir trolig flyttet om på under sprengningene, og så blir de siden planert utover igjen. Da vi var der, så det ut som om massene nylig var planert ut. Haugen er tilnærmet sirkulær med en diameter på 27 -30 meter. Rundt haugen er det vegetasjon med bjørk, furu og mye blåbær- og tyttebærlyng. Sør og øst for haugen er det også foretatt flere sprengninger. Her er det flere avsvidde flater, kratre i ulike størrelser, mye jernskrap fra bildeler, H-bjelker, knuste panservinduer, betongbjelker, trestammer osv.



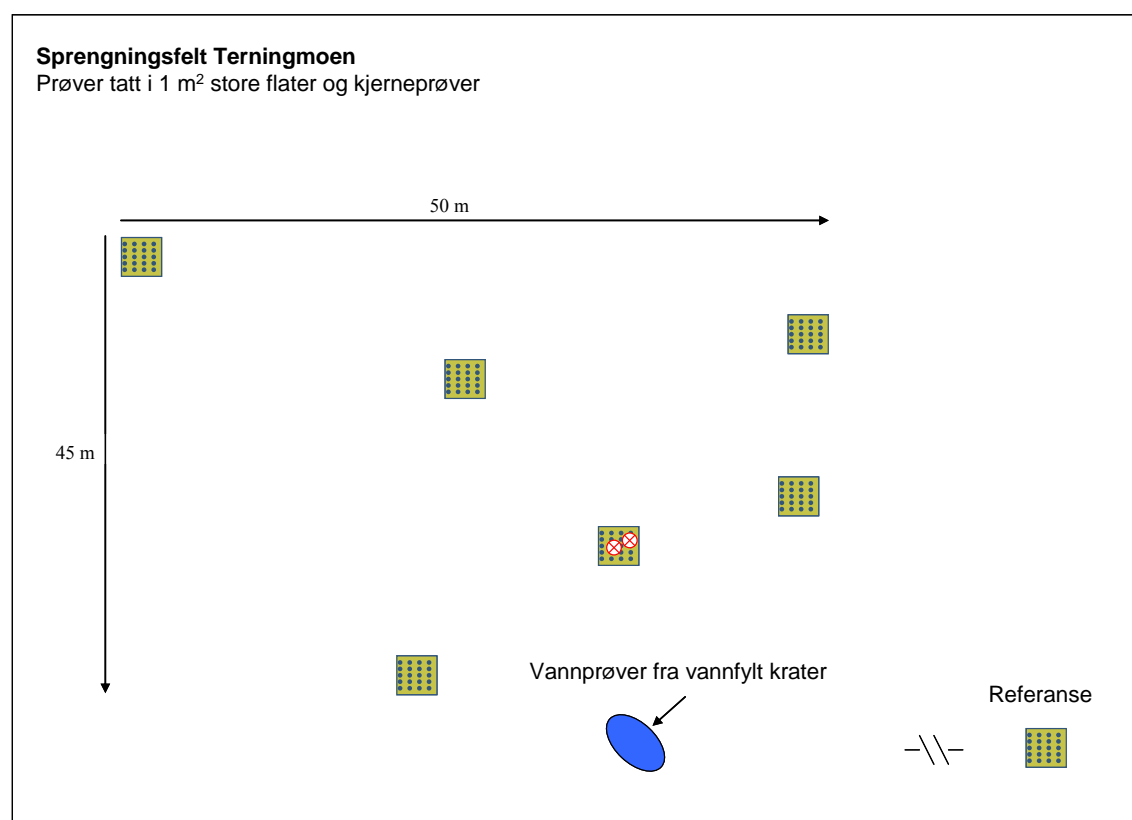
Figur 4.28 Sprengningsfeltet i område 42 i Terningmoen skyte- og øvingsfelt.

For å undersøke omfang og utbredelse av eksplosivforurensning i dette området ble det tatt prøver fra tilfeldig plasserte kvadratmeter store flater. Disse flatene ble valgt ut slik at områder som etter befarings ble vurdert til å kunne inneholde eksplosiver ble inkludert. I tillegg ble det tatt kjerneprøver for å få kjennskap til om forurensningen var lokalisert til overflaten eller om også dypere jordlag er forurenset. Fra et vannfylt krater ble det tatt vannprøve for å vurdere i hvilken grad eksplosivrester løses ut i vann.

Det ble valgt å ta samleprøver (30 delprøver) med prøvekoppen fra utvalgte 1 m² store flater som dekker området og virksomheten. En oversikt over prøvetakingen i dette området er vist i Figur 4.29. Den første prøven tas midt på haugen hvor det er hardpakket gressbunn. De tre neste prøvene tas på venstre halvdel av haugen på forskjellige steder ute ved kanten. På det ene stedet er det grusbakke med litt gress og på de to andre stedene var det litt mer sand med større steiner. Ved det ene stedet ligger en H-bjelke som er prøvd sprengt, og på det andre stedet er det en enda større H-bjelke. Litt nedenfor haugen mot vest er det et svidd, blåsvart område uten vegetasjon og her ble det tatt en prøve. Likeså ble det tatt prøve nede i et krater som ser ganske ferskt ut som ligger nedenfor haugen i sør. Til sist ble det tatt en prøve som skal være en referanse for disse prøvene. Prøven ble tatt fra skogbunnen utenfor det som ser ut til å være sprengningsplassen.

Det ble tatt to kjerneprøver i den kvadratmeteren som var ute ved kanten der det var grusbakke med litt gress. Den ene prøven var 22 cm, og den ble delt i to prøver på 11 cm hver. Den neste prøven var 26 cm lang. Den ble delt i tre; øverste 0-6 cm, midterste 6-16 cm og de nederste 16-26 cm.

Foran haugen til venstre for midten ligger det et vannfylt krater med en diameter på ca 4 meter. Herfra ble det tatt en vannprøve. Et bilde av dette kratret er vist i Figur 4.30.



Figur 4.29 Skisse som viser en oversikt over prøvetaking foretatt i et sprengningsfelt i Terningmoen skyte- og øvingsfelt.



Figur 4.30 Utsprengt krater der det ble tatt en vannprøve.

4.4.2 Standplass håndvåpen

Prøvetakingen forgikk på standplass på bane 17 som er en feltskytebane. Her er det hovedsakelig skutt ammunisjon i følgende kaliber; 5,56 mm, 7,62 mm, 9 mm og 12,7 mm. Standplass består av en grusbakke med noen skyttergraver. Målområdet strakte seg langt ut fra standplass med målobjekter i varierende avstander fra standplass. Lengden på banen var opp mot 800 – 1000 meter. Et bilde av standplassområdet er vist i Figur 4.31.

Skyttergravene befant seg ca midt på standplass. Prøvetakingen ble bestemt til å foretas rundt graven lengst til venstre og mellom denne og neste grav til høyre. Her ble det tatt prøver fra kvadratmeter store flater og langs linjer som var systematisk plassert i området både foran og bak skyttergravene for å undersøke omfang og utbredelse av eksplosivforurensning i dette området. En oversikt over prøvetakingen utført i dette området er vist i Figur 4.32.

Avstanden mellom skyttergravene er 12 meter. Dimensjonene på skyttergraven til venstre er 1,2 x 1,7 m. Rundt denne graven ble det tatt prøver fra 1 m² store flater. I flaten til høyre for graven ble det tatt to samleprøver (15 delprøver) med prøvekoppen. På flaten foran skyttergraven ble det tilsvarende tatt to prøver. Fra flaten til venstre for graven og fra den bak graven, ble det tatt samleprøver (30 delprøver) med både prøvekoppen og skuffen. Tre meter foran skyttergraven, og tre og seks meter bak graven ble det tatt samleprøver (30 delprøver) med prøvekoppen fra 1 m² store flater. Tre meter til høyre for skyttergraven ble det tatt to samleprøver (30 delprøver) fra en

1 m² stor flate med begge prøvetakerne. Ytterligere ut til høyre, ved syv og ti meter fra graven, ble det tatt samleprøver (30 delprøver) med prøvekoppen i 1 m² store flater.

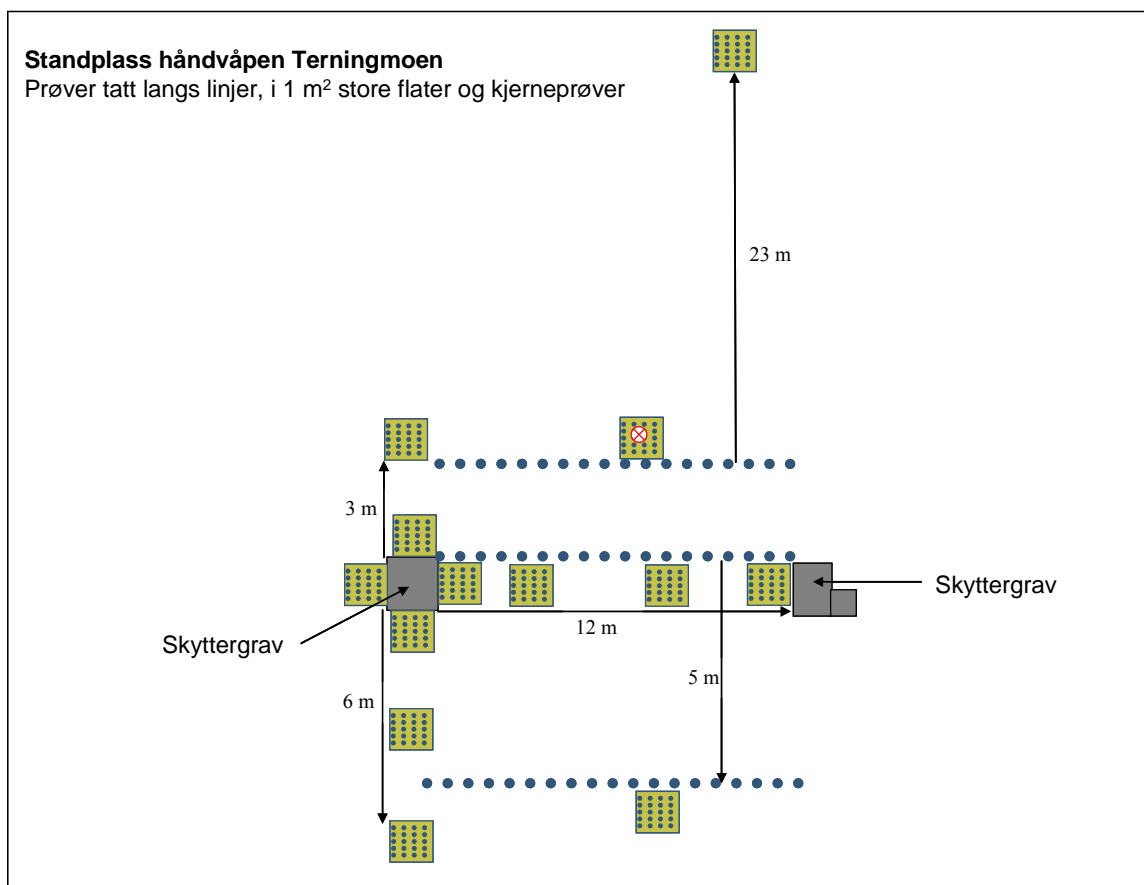


Figur 4.31 Standplass på bane 17 i Terningmoen skyte- og øvingsfelt.

Det ble tatt samleprøver langs linjer foran og bak skyttergravene. En linje gikk tre meter foran skyttergravene, en langs skyttergravene og en fem meter bak skyttergravene. Det ble tatt en samleprøve (50 delprøver) langs linjen foran skyttergravene og to samleprøver langs linjen ved skyttergravene (30 og 50 delprøver) med prøvekoppen. Langs linjen bak skyttergravene ble det tatt en samleprøve (50 delprøver) med skuffen.

Det ble tatt en samleprøve (30 delprøver) med prøvekoppen fra noen 1 m² store flater foran og bak skyttergravene. Den ene av disse er midt på den bakerste linjen som ble trukket opp. Den andre prøven tas midt på den forreste linjen. Den siste prøven tas ca 23 meter foran den fremste linjen.

En kjerneprøve ble tatt midt i den kvadratmeteren som ligger midt på den forreste linjen. Her var det veldig hardpakket jord, og det var vanskelig å få ned jordboret. Lengden av prøven var 30 cm. Prøven ble delt i tre, hver på ti cm.



Figur 4.32 Skisse som viser en oversikt over prøvetaking foretatt på standplass for håndvåpen i Terningmoen skyte- og øvingsfelt.

4.5 Rødsmoen skyte- og øvingsfelt

I Rødsmoen skytefelt på Rena er det en fast standplass for stridsvogn. Dette er på bane C/E i skytefeltet. Banen er en innskytingsbane for stridsvogner, og er anlagt slik at stridsvogna står stille på samme plass og skyter mot et fast punkt. Løpet på stridsvogna står relativt fast under skytingen. Standplassen er en planert flate med voller rundt. Stridsvogna står på denne flaten som består av grov grus. Det skytes mot en vegg i terrenget som ligger 500 meter unna. Veggen er ca 30 m bred og tilsvarende høy. På nederste del av veggen er det murt en betongvegg. Nederst til venstre er det bygd en tunnel innover i veggen som det kan skytes inn i. Plassen som stridsvogna står på er 33 m bred og 35,5 m lang. Den mest benyttede plasseringen på standplassen er bakerst til venstre når en ser i retning mot målområdet. Et bilde av banen er vist i Figur 4.33.

Banen ble tatt i bruk i 1997, men den har vært lite brukt. Den er ikke benyttet i 2005 og 2006. Det er benyttet mest 105 mm ammunisjon her, men også noe 120 mm er skutt. Noe 84 mm RFK er benyttet litt lenger fram i banen.

Det ble valgt å ta jordprøver fra systematisk plasserte kvadratmeter store flater og linjer på selve standplassen for å undersøke utbredelse og omfang av eksplosivforurensning på standplass. I vollen rundt standplassen ble det tatt en prøve både bak og til siden for der det ble antatt at

stridsvognen står plassert under skyting. Dette ble gjort for å sjekke om rester av eksplosiver ble spredd ut til disse områdene. I tillegg ble det tatt prøver kvadratmeter store flater fra standplass og mot målområdet for å undersøke om det kunne spores rester av eksplosiver i dette området. Det ble tatt vannprøve fra noen bekker i området og fra et lite tjern for å undersøke spredning av eksplosiver fra området. I Figur 4.34 er det vist en oversikt over prøvetakingen i dette området.

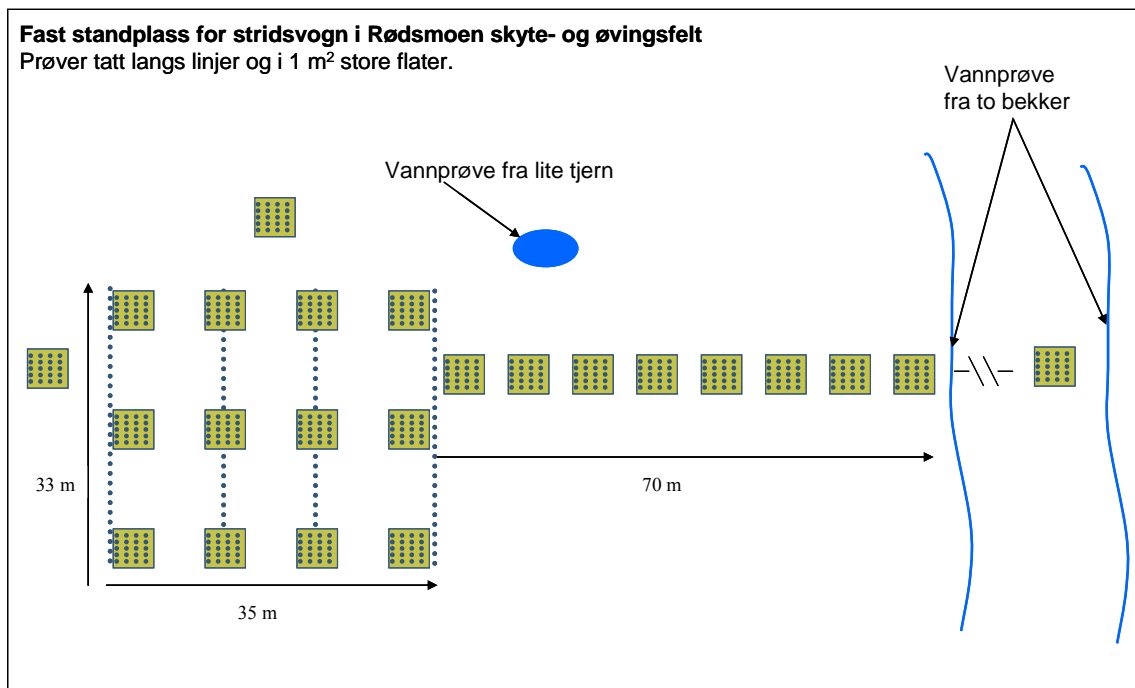
Både lengst fram og i bakkant av plassen ble det langs linjer tatt samleprøver (30 delprøver) med skuffen. Deretter ble det langs linjer tatt tilsvarende samleprøver ved 12,5 meter og 23 meter målt fra bakkant av plassen. De kvadratmeter store flatene ble plassert i hver ende av linjene samt midt på linjene, i alt 12 prøvesteder. Det ble tatt samleprøver (30 delprøver) fra alle disse med skuffen. Det ble tatt to prøver i vollen rundt plassen. Den ene ble tatt halvveis oppe i vollen ca midt bak den mest benyttede standplassen, dvs til venstre i den bakerste delen av vollen sett mot målområdet. Den andre tas i venstre del av vollen, litt lenger fram enn midten halvveis oppe. Samleprøvene (30 delprøver) ble tatt i 1 m² store flater med prøvekoppen.



Figur 4.33 Oversikt over fast standplass for stridsvogn i Rødsmoen skyte- og øvingsfelt.

Det ble også tatt prøver i 1 m² store flater framover mot målveggen. Det første prøvestedet ligger 2 – 3 meter foran den planerte plassen ca syv meter til venstre for veien. Dette stedet ligger ca 40 meter fra bakkant av plassen. De neste prøvene ble tatt ca for hver 10. meter, i alt syv steder til, slik at den 7. prøven er omkring 110 meter fra bakkant av plassen. Den siste prøven ble tatt langt framme i banen, ca ti meter foran den borteste veien og ca 50 m foran porten til målområdet. Alle disse samleprøvene bestod av 30 delprøver og ble tatt med prøvekoppen.

Totalt ble det tatt fire vannprøver i området rundt denne lokaliteten. Den første prøven ble tatt fra et lite tjern som lå til venstre for prøvepunktet ca 110 meter fra bakkant av plassen. Rett ved siden av disse prøvestedene ligger veien inntil banen. Rett på andre siden av veien renner en liten bekk der det ble tatt en vannprøve. Lenger fram mot målområdet renner en liten bekk ned fra høyre og under veien frem mot målområdet. Der bekken kommer fram igjen på venstre side av veien ble det tatt en vannprøve. Disse tre vannprøvene er avmerket i skissen i Figur 4.34. Den siste vannprøven ble tatt et stykke utenfor feltet. På vei ned fra banen gikk veien over en bekk som kommer rennende forbi på nedsiden av vollen som gikk rundt standplassen, og her ble en vannprøve tatt. Lokalisering av denne vannprøven er vist i Appendix A.



Figur 4.34 Skisse som viser prøvetakingen utført ved standplass for stridsvogn i Rødsmoen skyte- og øvingsfelt.

4.6 Lærdal destruksjonsanlegg

I Øyradalen sør for Lærdal ligger et destruksjonsanlegg for ammunisjon, der Forsvaret demolerer og tilintetgjør ulike typer ammunisjon. Her blir det foretatt destruksjon av ammunisjon med kaliber større enn 20 mm blir foretatt i Øyradalen, mens destruksjon av krutt og småkaliberammunisjon blir foretatt i Tønjumdalen. På ammunisjon med avtakbart brannrør fjernes dette og leveres til demontering. Alle avtakbare metalldele fjernes og leveres til gjenvinning. Ammunisjon som inneholder pyrotekniske satser blir ikke destruert her. Stort sett blir det benyttet TNT og noe HMX som påleggsladning ved destruksjon av ammunisjonen. Fire groper er lokalisert etter hverandre langsmed dalen hvori ammunisjon legges og sprenges. Avstanden mellom hver grop er omkring 30 – 40 meter. Et bilde av det området som benyttes for destruksjon er vist i Figur 4.35.



Figur 4.35 Oversikt over sprengningsgropene i Øyradalen.

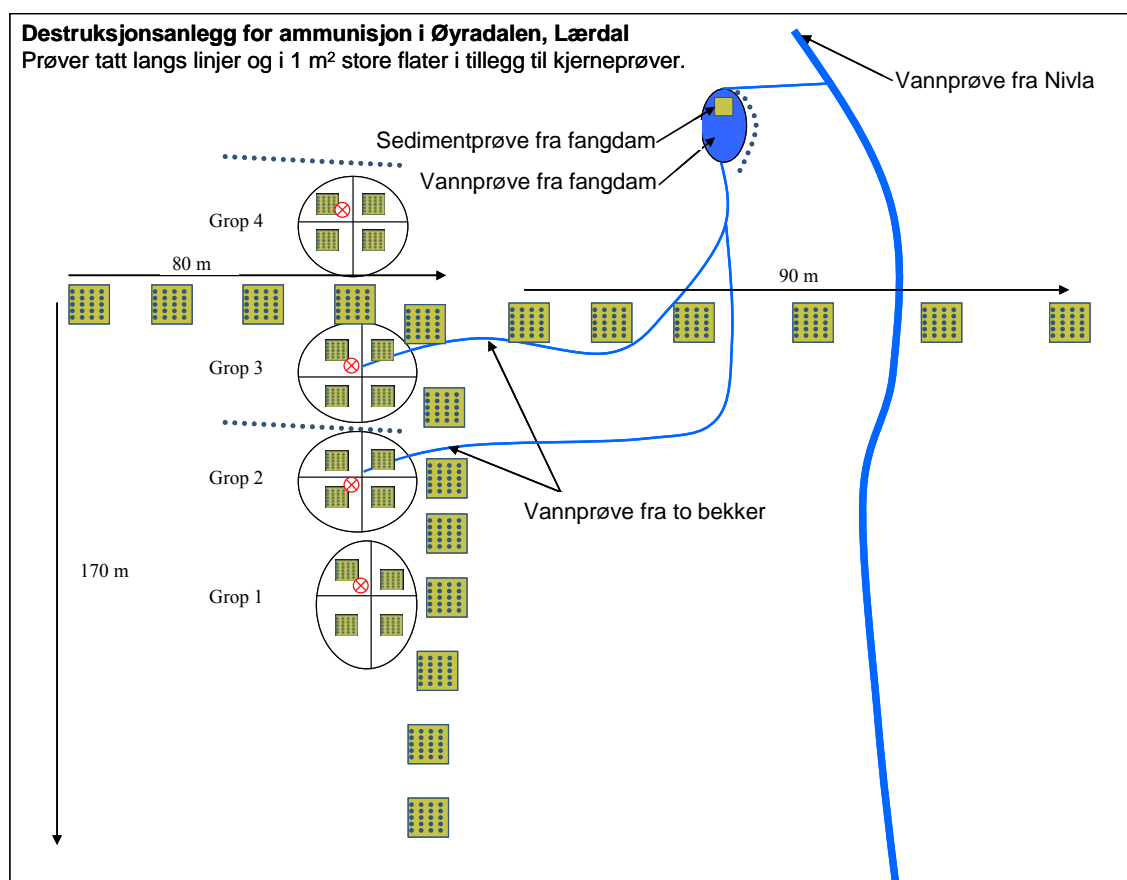
Det ble først tatt prøver i midten av mai 2006 før årets sprengninger startet. I slutten av juni ble prøvetakingen gjentatt for å se om det er forskjell i mengden eksplosiver i området som følge av de nye sprengningene. Det ble tatt prøver på omtrent de samme stedene i de to prøvetakingsrundene. Det er i en rekke år tatt jordprøver for å analysere tungmetaller i et mønster som går langsmed og på tvers av dalen. Vi bestemte oss for å legge våre prøver til de samme punktene. Det ble bestemt å ta prøver fra kvadratmeter store flater innen hver grop, langs en av ryggene som omkranset gropene, og i et mønster langsmed og på tvers av dalen. I tillegg ble det tatt prøver fra linjer langs to av ryggene som omkranser gropene. For å undersøke avrenning av eksplosiver ble det tatt noen vannprøver fra området. En oversikt over prøvetakingen som ble foretatt i Øyradalen er vist i Figur 4.36.

Hver grop ble målt opp, og størrelsene tvers over og på langs ble notert. Størrelsen på gropene i mai og juni er vist i Tabell 4.1. Området innenfor hver grop ble delt på langs og på tvers til fire sektorer. Fra hver sektor ble det tatt en samleprøve (30 delprøver) med prøvekoppen. Fra omtrent midten av hver grop ble det tatt en kjerneprøve. Alt materiale fra kjerneprøven utgjør en prøve. Jordmassene som ligger i gropene er endevendt flere ganger, og det er lite sannsynlig at det er konsentrasjonsforskjeller nedover i jorda. Lengden på kjerneprøvene tatt i mai var som følger: grop 1: 24 cm, grop 2: 18 cm, grop 3: 30 cm og grop 4: 24 cm. Lengden på prøvene tatt i juni er: grop 1: ca 30 cm, grop 2: 15 cm, grop 3: 18 cm og grop 4: 20 cm.

	Prøvetaking i mai 2006		Prøvetaking i juni 2006	
	Lengde (m)	Bredde (m)	Lengde (m)	Bredde (m)
Grop 1	35	20	45	15
Grop 2	20	31	19	37
Grop 3	20	32	20	31
Grop 4	20	20	19	27

Tabell 4.1 Oversikt over størrelsen på sprengningsgropene i Øyradalen før sprengningen startet i 2006 og mot slutten av sprengningsperioden i 2006.

Rundt hver grop danner det seg vegger med jord som kastes opp etter sprengningene. Mellom gropene blir det rygger med skråninger ned til hver grop. Langs noen av disse ryggene ble det tatt en samleprøve (30 delprøver) langs hele ryggen med prøvekoppen. Den ene prøven ble tatt på ryggen mellom gropene 2 og 3. Lengden av området det ble tatt prøve fra var 35 m. Den andre prøven ble tatt langs den nordlige ryggen av grop 4. Lengden av området det ble tatt prøve fra var 28 m.



Figur 4.36 Skisse over prøvetakingen ved sprengningsgropene i Øyradalen.

Det ble tatt samleprøver (30 delprøver) langsmed gropene og på tvers av dalen mellom grop 3 og grop 4 i flater på 1 m² som vist i Figur 4.34. Disse prøvene var forsøkt lokalisert til omtrent samme posisjoner som er benyttet tidligere ved prøvetaking for å bestemme forurensning av tungmetaller.

Nedover fjellsiden som ligger på samme siden av dalen som gropene, renner det noen små sildrebekker gjennom gropene og sprengningsområdet, nedover feltet og ned til Nivla, elva om renner gjennom dalen. For å samle opp eventuelt slam og rester av ulike slag som vannet drar med seg fra sprengningsområdet og ned i elva, er det anlagt tre fangdammer nedenfor hverandre hvor slam og mulige rester av eksplosiver kan sedimentere og bli liggende igjen. Ved prøvetakingstidspunktet var det kun den nederste av dammene som var fylt med vann, mens det bare var litt vann i de to øvre. Det ble tatt en samleprøve (30 delprøver) med prøvekoppen fra den ene skråningen i dammen, i langsiden som er nærmest elva. I juni ble det tatt en prøve til her som ikke ble tatt i mai. Det var en prøve av slammet som ligger i denne fangdammen. I den nordlige enden av fangdammen ble det skrapet to ganger fra bunnen med prøvekoppen for å samle opp prøve.

Det ble tatt fem vannprøver i dalen og noen av disse er vist i Figur 4.36. Det ble tatt en referanseprøve langt innover i dalen, der en antar at det ikke finnes noen forurensning fra destruksjonsaktiviteten i Øyradalen. Det ble tatt en prøve i en sildrebekk som renner gjennom grop 2. I juni ble det tatt vannprøve fra en sildrebekk som rant fra grop 3 og ned mot fangdammene. Det ble tatt en vannprøve fra den nordligste fangdammen, og en vannprøve fra Nivla ved brua som går over Nivla inn mot destruksjonsområdet. Nivla renner gjennom dalen og ned til Lærdalselva. Omkring to kilometer nord for destruksjonsområdet ligger administrasjonshuset. Framfor dette huset åpner elva seg i et lite delta og det ble tatt en vannprøve rett nedenfor administrasjonshuset. Lokaliseringen til alle vannprøvene er vist i Appendix A.

5 Resultater - konsentrasjoner av eksplosiver i jord og vann

I de etterfølgende underkapitlene er det gjort en oppsummering av hvilke konsentrasjoner det er blitt funnet av eksplosiver i de banene som er prøvetatt i skyte- og øvingsfeltene. Det er her kun gitt en oversikt over nivåer av HMX, RDX, TNT og nedbrytningsproduktet ADNT. Generelt er det disse fire stoffene som har vært dominerende som forurensning i de prøvene der det er påvist nivåer over deteksjonsgrensen. I et par tilfeller er nivået av DNT tatt med da det ved disse lokalitetene ble funnet noe DNT. For en fullstendig oversikt over de målte konsentrasjonene av eksplosiver og nedbrytningsprodukter henvises det til analyserapportene som er gjengitt i Appendix B.

Det er foreløpig ikke foretatt kjemisk analyse av alle prøvepunktene som er prøvetatt og som er beskrevet i Kapittel 4. Det er tatt et utvalg av prøvene fra de ulike områdene for kjemisk analyse, men på en slik måte at det vil gi en viss oversikt over forurensningsnivået i de ulike områdene. Ytterligere prøver kan bli analysert om det blir vurdert behov for det. Dette kan være i forbindelse

med utarbeidelse av veileder for avhending av skytebaner og øvingsfelt eller som følge av andre hensyn.

For å gi en oversikt over konsentrasjonsnivået av eksplosiver i de ulike prøvepunktene er det foretatt en konsentrasjonsmessig inndeling i fem klasser. For HMX, RDX og TNT er det valgt å benytte følgende klasseinndeling; < 1,0 mg/kg, 1,0 – 5,0 mg/kg, 5,0 – 20 mg/kg, 20 – 50 mg/kg og > 50 mg/kg som er øvre målegrense. For ADNT er det valgt følgende klasseinndeling; < 0,02 mg/kg, 0,02 – 0,10 mg/kg, 0,10 – 0,50 mg/kg, 0,50 – 3,0 mg/kg og > 3,0 mg/kg. For ADNT er øvre målegrense 50 mg/kg, men det er relativt få prøver som ligger i området mellom 3,0 – 50 mg/kg. Det er derfor valgt å kategorisere alle resultater over 3,0 mg/kg i en klasse. Det gjøres oppmerksom på at det er valgt en annen klasseinndeling for ADNT, basert på at det er lavere konsentrasjoner av ADNT enn eksplosiver og at beregnet norm for mest følsomt arealbruk (0,05 mg/kg) er mye lavere enn det som er tilfellet for eksplosiver. For RDX og TNT har FFI beregnet en normverdi for mest følsomt arealbruk på rundt 1 mg/kg, mens samme verdi for HMX er 70 mg/kg. Klasseinndelingen kan derfor ikke direkte benyttes til å angi den miljøfare som eksplosivene utgjør. Det er valgt fargekoder (se Figur 5.1) for de ulike klassene med bakgrunn i at det skal være tydelig fargeforskjell mellom de ulike klassene.

A	B
● < 1,0	● < 0,02
● 1,0 - 5,0	● 0,02 - 0,10
● 5,0 - 20	● 0,10 - 0,50
● 20 - 50	● 0,50 - 3,0
● > 50	● > 3,0

Figur 5.1 Klasseinndeling og fargekode for HMX, RDX og TNT (A) og ADNT (B).

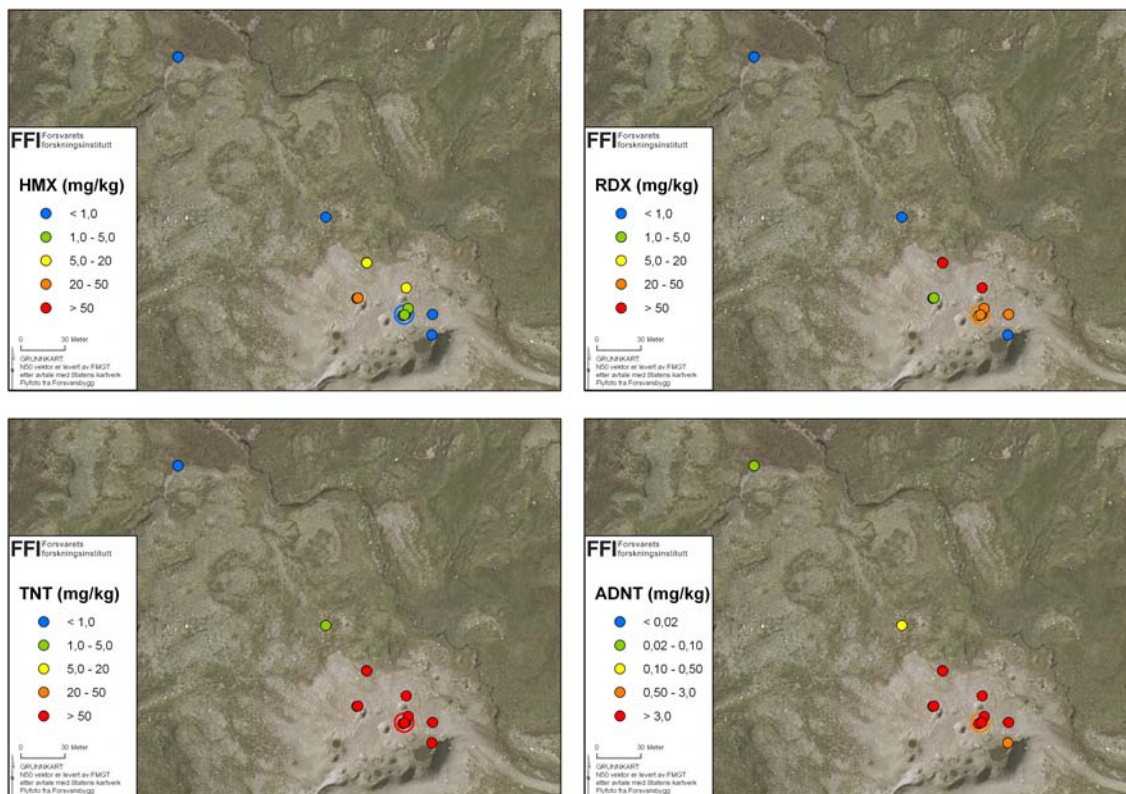
Prøver som er tatt i 1 m², i sektorflater og kjerneprøver er illustrert med et rundt symbol som har fargekode i henhold til Figur 5.1. Prøver som er tatt langs en sirkel er illustrert som en heltrukket sirkelformet linje med fargekode i henhold til Figur 5.1. Prøver tatt langs linjer er illustrert som en heltrukket linje med fargekode i henhold til Figur 5.1. Der det er analysert flere prøver tatt fra samme punkt er den prøven som har høyest verdi vist.

5.1 Hjerkinnskyte- og øvingsfelt

5.1.1 Demoleringsfelt i Svånådalen

I dette området ble det funnet høye konsentrasjoner av flere eksplosiver i jordprøver (Figur 5.2), og sett under ett var det i dette området at de høyeste konsentrasjonene av eksplosiver ble påvist. Det var TNT som dominerte som forurensning, og for de fleste prøvene ble det registrert nivåer over den øvre kvantifiseringsgrensen. Det er ikke foretatt noen nøyaktig bestemmelse av TNT i disse prøvene, men det kan tyde på at nivået i enkelte prøver kan være opp mot 1 %. Som nevnt i

Kapittel 4.1.1, ble det i dette området observert en rekke klumper med det som så ut til å være TNT. Den største klumpen som ble observert veide over en kilo. Etter som det ble registrert mye TNT, ble det også funnet høye nivåer av ADNT. Som det fremgår av Figur 5.2 så ble det også funnet en del RDX og noe HMX i dette området. De nivåene som er funnet i demoleringsfeltet er mye høyere, spesielt for TNT, enn det som er funnet ved undersøkelse av demoleringsfelt i USA og Canada (Tabell 1.1).



Figur 5.2 En oversikt over lokalisering av målte prøver i demoleringsfeltet i Svånådalen med indikasjon av konsentrasjonsnivå for HMX, RDX, TNT og ADNT.

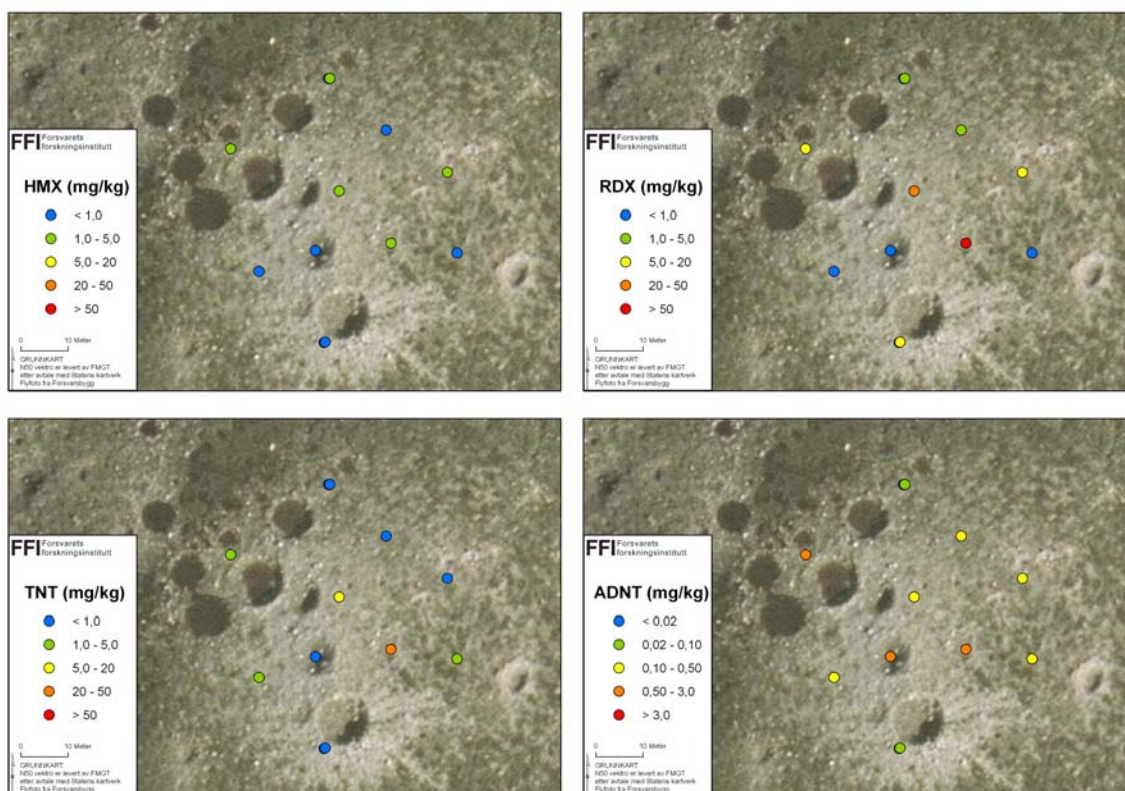
Det ser ut til at hele området i den sentrale delen av demoleringsfeltet har et høyt innhold av TNT, mens det kan se ut til at nivået av HMX og RDX varierer noe mer i området. To prøver er tatt noe utenfor den sentrale delen av demoleringsområdet, og her blir det funnet mye lavere konsentrasjoner av eksplosiver. De analyserte kjerneprøvene viser at det er en klar reduksjon i konsentrasjonen av eksplosiver med dybden.

Det ble tatt vannprøve fra et av kratrene (det som ligger i nedre bildekant til venstre i Figur 4.3), der vannet så ut til å være misfarget som følge av eksplosivforurensning. Resultatene viser at det var høye konsentrasjoner av eksplosiver i dette vannet (445 µg/l TNT, 27 µg/l RDX og 74 µg/l HMX). Det ble også tatt prøve fra en bekk nedstrøms demoleringsfeltet, men her ble det kun funnet lave konsentrasjoner av eksplosiver (1,8 µg/l TNT, 1,3 µg/l RDX og 0,82 µg/l HMX). Selv om det er lave konsentrasjoner viser dette at det er en viss avrenning av eksplosiver fra demoleringsfeltet og ned mot Svåni.

5.1.2 Flybombefelt i Grisungdalen

Det ble tatt prøver fra to områder i flybombefeltet. Den ene lokaliteten var rundt et stort krater, mens det andre området var et område med mange mindre kratre. Det ble kun funnet spor av eksplosiver rundt det store kratret, og derfor er kun det området med mange små kratre valgt illustrert i Figur 5.3.

RDX var den dominerende forurensningen i dette området, men det ble også funnet rester av HMX og TNT. Som Figur 5.3 viser så varierer konsentrasjonen av eksplosiver betydelig i det området som ble prøvetatt. Dette viser at det er behov for å ta en rekke prøver fra et område for å kunne vurdere forurensningsnivået. Det ble ikke observert noen synlige rester av eksplosiver. Nivået av eksplosiver er i samme størrelsesorden med det som er blitt observert ved undersøkelser av flybombefelt i USA og Canada (Tabell 1.1).



Figur 5.3 En oversikt over lokalisering av målte prøver i flybombefeltet i Grisungdalen med indikasjon av konsentrasjonsnivå for HMX, RDX, TNT og ADNT.

Det ble målt to kjerneprøver og den ene prøven viste en klar reduksjon i konsentrasjonen med dybden, mens den andre prøven som var tatt på kanten av det store kratret nederst i Figur 5.3, hadde en økende konsentrasjon ned til ca 25 cm for så å avta. Det øverste laget av kraterkanten var masse som var blitt slengt opp fra kratret som følge av detonasjonen til en flybombe. Årsaken til at det ses en økende konsentrasjon av eksplosiver i den ene prøven, kan komme av at masse fra kratret har dekket over den naturlige overflaten som har inneholdt en høyere konsentrasjon av eksplosiver.

Det ble tatt prøve av vann fra et krater og fra en liten bekk som delvis var nedstrøms det prøvetatte området. I begge disse prøvene ble det funnet mindre mengder av eksplosiver. Den høyeste konsentrasjonen av eksplosiver ble funnet i bekken med 0,62 µg/l TNT og 3,9 µg/l RDX. Ut fra at det påvises rester av eksplosiver i vann fra den prøvetatte bekken, tyder det på at det foregår en viss avrenning av eksplosiver fra flybombefeltet. Som nevnt i Kapittel 4.1.2 ble det tatt to vannprøver i andre områder av Hjerkinnskyte- og øvingsfelt, og det ble kun funnet spor av RDX i en av disse prøvene.

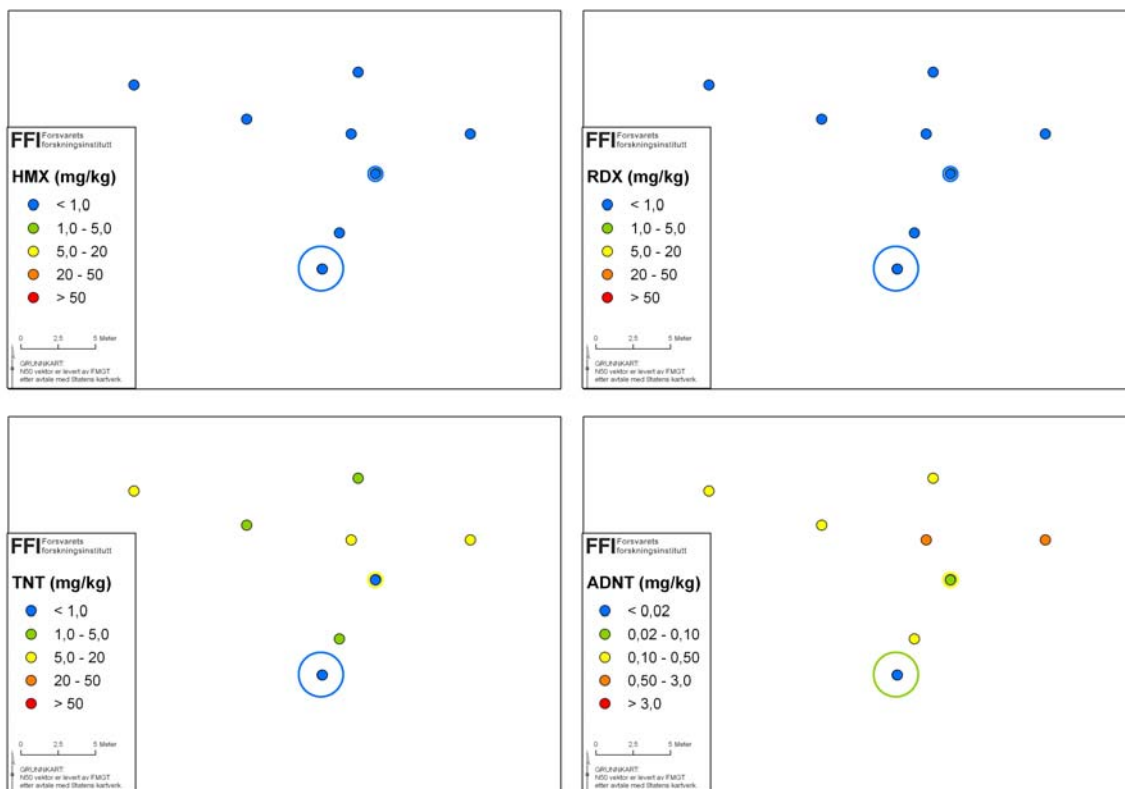
5.2 Setermoen skyte- og øvingsfelt

5.2.1 Håndgranatbane

I håndgranatbanen ble det kun funnet spormengder av HMX og RDX i jordprøvene, mens det ble funnet noe mer TNT, noe som er illustrert i Figur 5.4. Håndgranater vil i hovedsak inneholde TNT som eksplosiv, og resultatene er derfor i overensstemmelse med dette. Som følge av noe TNT i jordprøvene er det også påvist noe ADNT. Nivået av TNT i håndgranatbanen er i samme størrelsesorden med det som er blitt observert i USA og Canada (Tabell 1.1).

Det ser ikke ut til at det er store lokale forskjeller i konsentrasjonen av eksplosiver i nedslagsfeltet til håndgranatbanen. Dette kan komme av at det er registrert nedslag av håndgranater i stort sett hele området. Det er sannsynlig at overflaten i nedslagsfeltet er blitt planert med jevne mellomrom, og dette kan ha ført til at forurensningen er blitt fordelt utover i hele området.

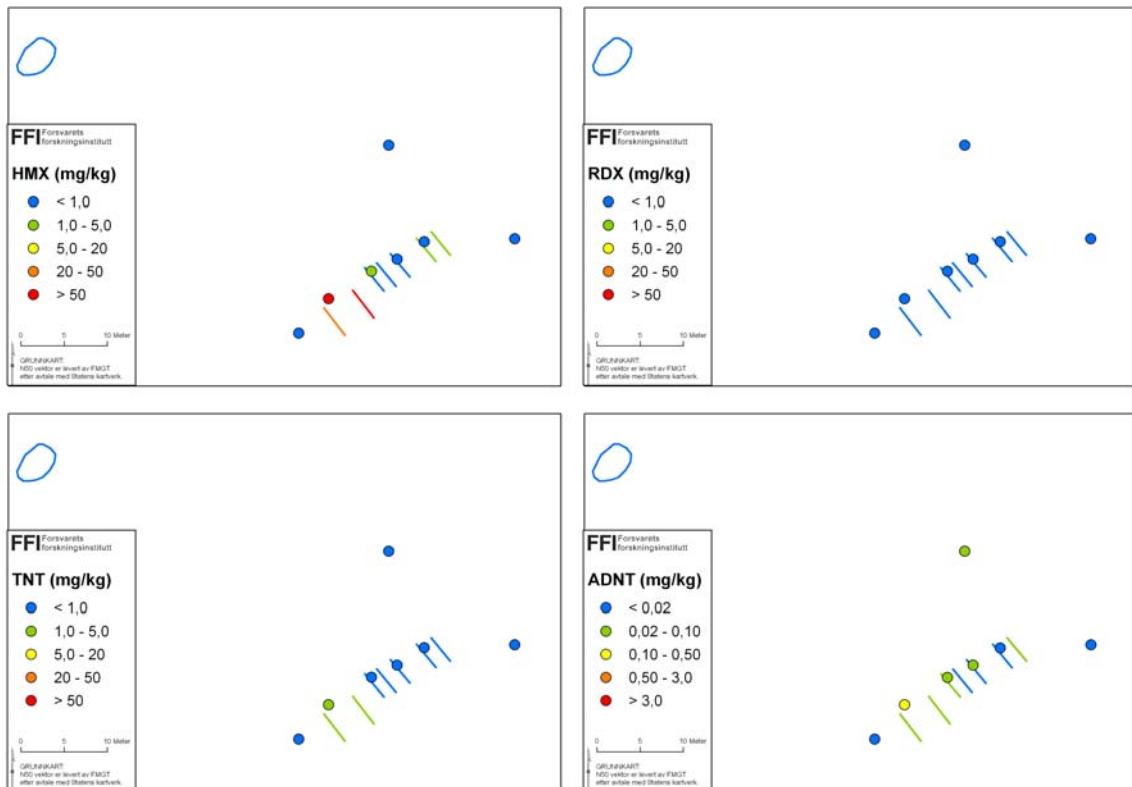
Det er målt to kjerneprøver i denne banen, og det tyder også her på at konsentrasjonen av eksplosiver reduseres nedover i jorda.



Figur 5.4 En oversikt over lokalisering av målte prøver fra håndgrandatbane ved Hundtorp med indikasjon av konsentrasjonsnivå for HMX, RDX, TNT og ADNT.

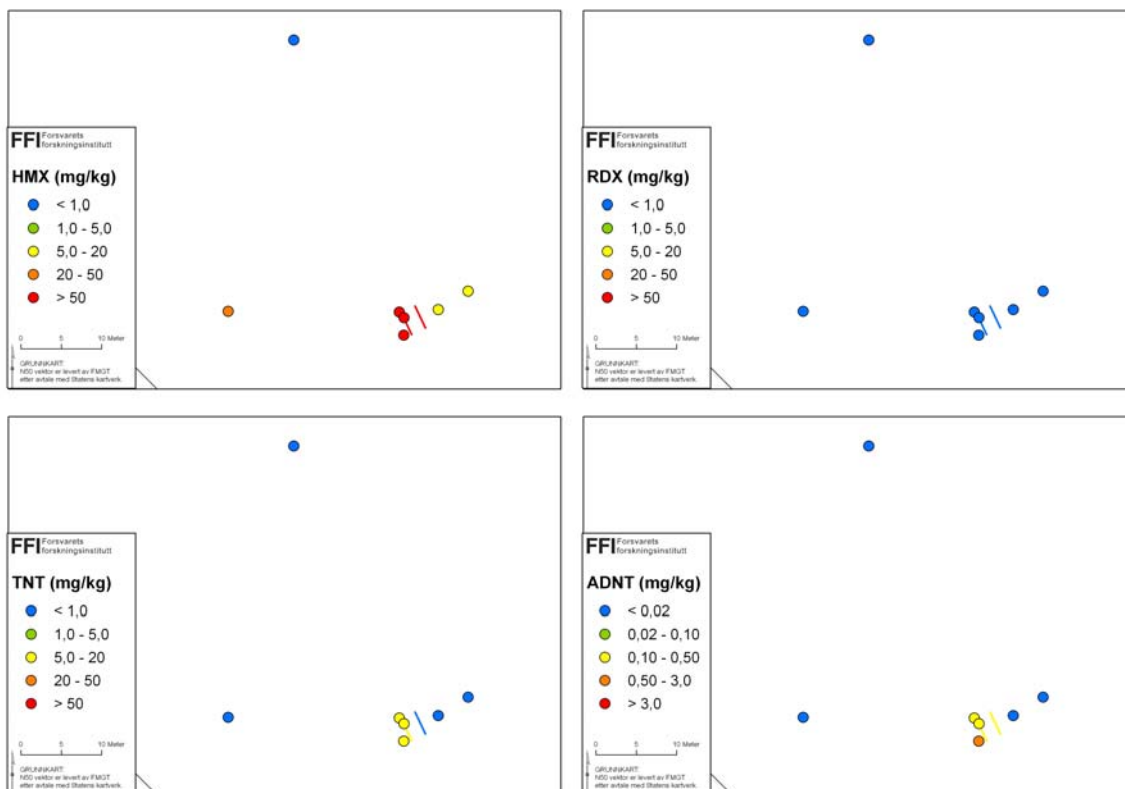
5.2.2 Panservernbane

Som Figur 5.5 viser så ble det funnet lave konsentrasjoner av eksplosiver på standplass i panservernbanen. Unntaket er rett foran standplass der det ble funnet høye konsentrasjoner av HMX. Dette er noe overraskende, da det ikke skal være HMX i drivladningen til den ammunisjon som er blitt benyttet på denne banen, men i sprengladningen. Det kan skyldes at det er blitt foretatt sprengninger av ammunisjon som har fått klikk i nærheten av standplass, men i det området som er benyttet til dette formålet er det ikke funnet høye konsentrasjoner av HMX. En annen forklaring kan være at en eller flere granater har truffet bakken rett foran standplass som følge av feilskyting. På den avstanden er ikke granaten armert og vil derfor ikke detonere ved anslag. Derimot vil granaten bli revet opp og sprengstoffet spredd utover. Det vil derfor være nødvendig med oppfølgende undersøkelser for å avklare om dette er gjennomgående på flere baner. I USA og Canada er det blitt påvist høye nivåer av NG på standplass i panservernbaner (Tabell 1.1), men tilsvarende ble ikke registrert på denne banen. Som nevnt i Kapittel 3.4.2 så er imidlertid analysene av NG noe usikre.



Figur 5.5 En oversikt over lokalisering av målte prøver ved standplass på en panservernbaner ved Hundtorp med indikasjon av konsentrasjonsnivå for HMX, RDX, TNT og ADNT.

I nedslagsområdet på panservernbanen var det HMX som var dominerende forurensning (Figur 5.6), noe som er naturlig ut fra at sprengladningen til panservernammunisjonen som er benyttet på denne banen i hovedsak består av HMX. Undersøkelser som er gjort i USA og Canada viser også at det er mest rester av HMX i nedslagsområdet. Nivået av HMX oversteg den øvre kvantifiseringsgrensen i flere prøver, men det antas at nivået er tilsvarende med det som er funnet på liknende baner i USA og Canada. Det ble funnet klumper med eksplosiver i området bak målobjektet. I tillegg til HMX er det også noe TNT i nedslagsområdet, noe som er å forvente ut fra at sprengladningen også inneholder TNT.



Figur 5.6 En oversikt over lokalisering av målte prøver i nedslagsområdet til en panservernbane ved Hundtorp med indikasjon av konsentrasjonsnivå for HMX, RDX, TNT og ADNT.

I nedslagsområdet er det spesielt bak målobjektet de høyeste nivåene av HMX blir funnet. Noe blir også funnet foran målobjektet, men det ser ut til at det ikke blir spredd veldig mye ut til sidene. Målobjektet på denne banen var en tykk stålplate, mens området bak målobjektet stort sett bestod av en fjellskrent med noe jord. Det kan være at andre typer målobjekter eller andre masser i bakgrunn av målobjektet kan føre til en noe annen distribusjon av HMX og TNT. Det er tatt en kjerneprøve i målområdet, og denne viser at konsentrasjonen av eksplosiver blir redusert nedover i jorda.

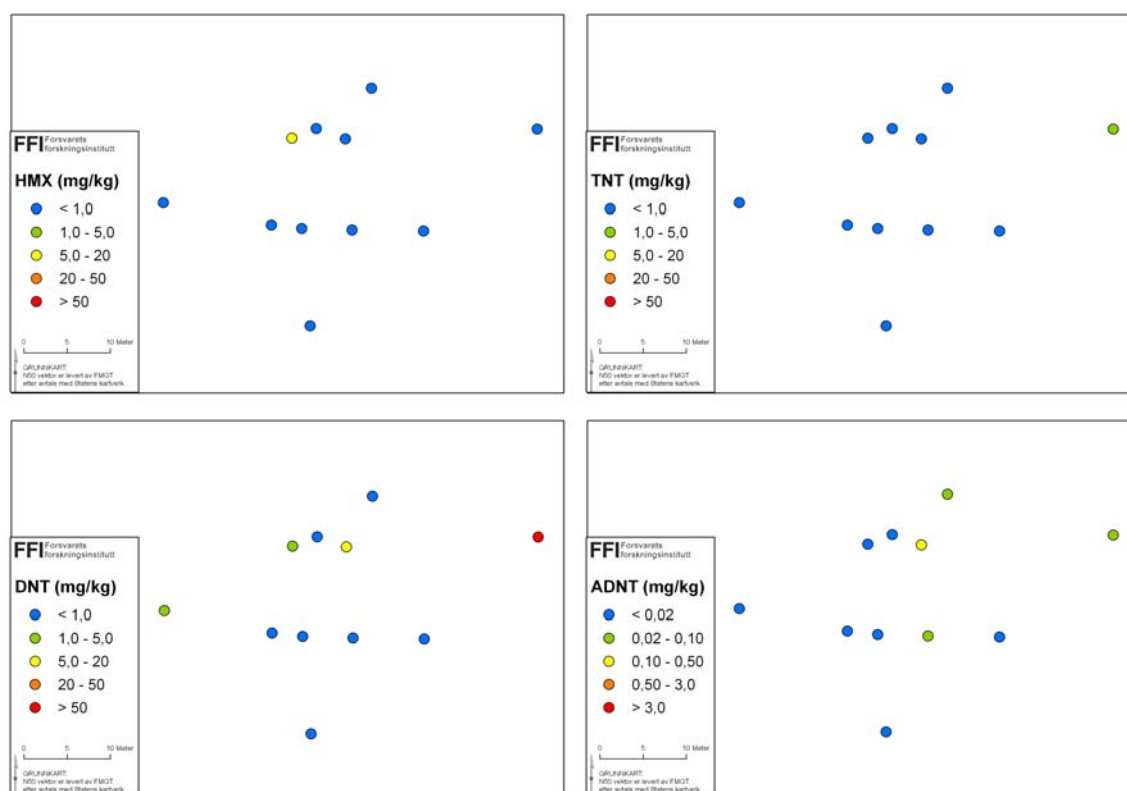
Det er foretatt måling av eksplosiver i to vannprøver fra denne banen. Den ene prøven var fra en bekk nedstrøms nedslagområdet, og den andre var vann fra demoleringsgropen for klikk. Det ble ikke funnet spor av eksplosiver i disse prøvene, men på grunn av instrumentelle problemer kunne ikke konsentrasjonen av blant annet HMX bestemmes. I USA og Canada er det imidlertid funnet høye nivåer av HMX i vann i nærområdet til slike baner (Tabell 1.1).

5.2.3 Standplass artilleri

På standplass for artilleri ble det jevnt over funnet lave nivåer av eksplosiver, noe som er illustrert i Figur 5.7. I dette området ble det imidlertid ved ett prøvepunkt funnet høy konsentrasjon av DNT. Denne prøven var tatt fra et sted som ble benyttet til å destruere overskudd av krutt etter avsluttet skyting. Her ble det funnet mye rester av krutt som ikke var blitt destruert ved

forbrenning, og Figur 5.8 viser eksempel på dette. Det viser seg at den typen krutt som ble benyttet inneholder omkring 10 % DNT, og dette er årsaken til at det ble funnet så høye nivåer av DNT. Det vil derfor være nødvendig å se nærmere på de rutiner som finnes for destruksjon av krutt, slik at forurensning begrenses til et minimum.

Undersøkelser som er gjort i USA og Canada viser at det også der blir funnet høye nivåer av DNT på standplasser til artilleri. Der er det også funnet rester av NG, noe som ikke ble funnet på denne lokaliteten. Det aktuelle kruttet som var benyttet ved skytingen inneholder ikke nitroglyserin, og det er noe usikkert om Forsvaret benytter krutt til artilleri som inneholder NG.



Figur 5.7 En oversikt over lokalisering av målte prøver på standplass for artilleri ved Hundtorp med indikasjon av konsentrasjonsnivå for HMX, TNT, DNT og ADNT.



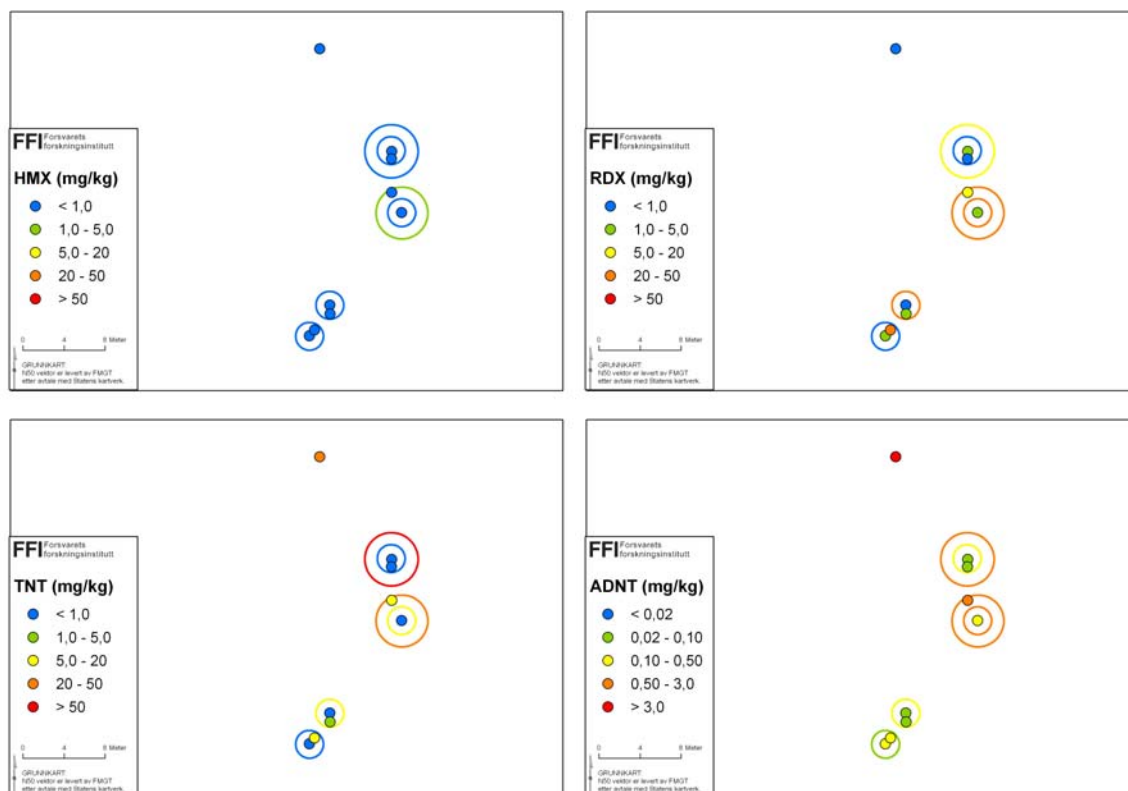
Figur 5.8 Det ble funnet betydelige mengder av krutt i det området som ble benyttet til destruksjon av det som var overskudd av krutt etter avsluttet skyting.

5.2.4 Målområde artilleri

5.2.4.1 Nedslagsområde for 155 mm

I nedslagsområdet for artillerigranater i Liveltskaret var det RDX og TNT som var de dominerende restene av eksplosiver (Figur 5.9). Dette stemmer godt overens med at sprengladningen i denne typen granater inneholder enten TNT eller en blanding av RDX og TNT. Som følge av at det er påvist noe TNT i området er det også rester av nedbrytningsproduktet ADNT.

Det kan se ut til at de høyeste konsentrasjonene ikke finnes nede i kratrene, men utenfor disse. Dette har sannsynligvis sammenheng med at et krater er tegn på at ammunisjonen har detonert som forventet, og at det ved fullstendig detonasjon blir lite rester av eksplosiver (Kapittel 1.3). I tillegg vil overflaten i et krater være ganske fersk, og derfor vil det være større sannsynlighet for at overflaten i området utenfor kratret har et høyere nivå av eksplosiver som følge av deponering over lang tid.



Figur 5.9 En oversikt over lokalisering av målte prøver i nedslagsområde for 155 mm artillerigranater med indikasjon av konsentrasjonsnivå for HMX, RDX, TNT og ADNT.

I tillegg til de prøvene som er vist i Figur 5.9 er det analysert to jordprøver til i nedslagsområdet for 155 mm granater. Den ene prøven var lokalisert omkring 50 meter i nordvestlig retning fra det området som er vist i Figur 5.9, mens den andre prøven var rundt en eksplosivbit som ble funnet i området. I prøven rundt eksplosivbiten ble det ikke funnet spor av eksplosiver, mens det i den andre prøven ble funnet spor av HMX.

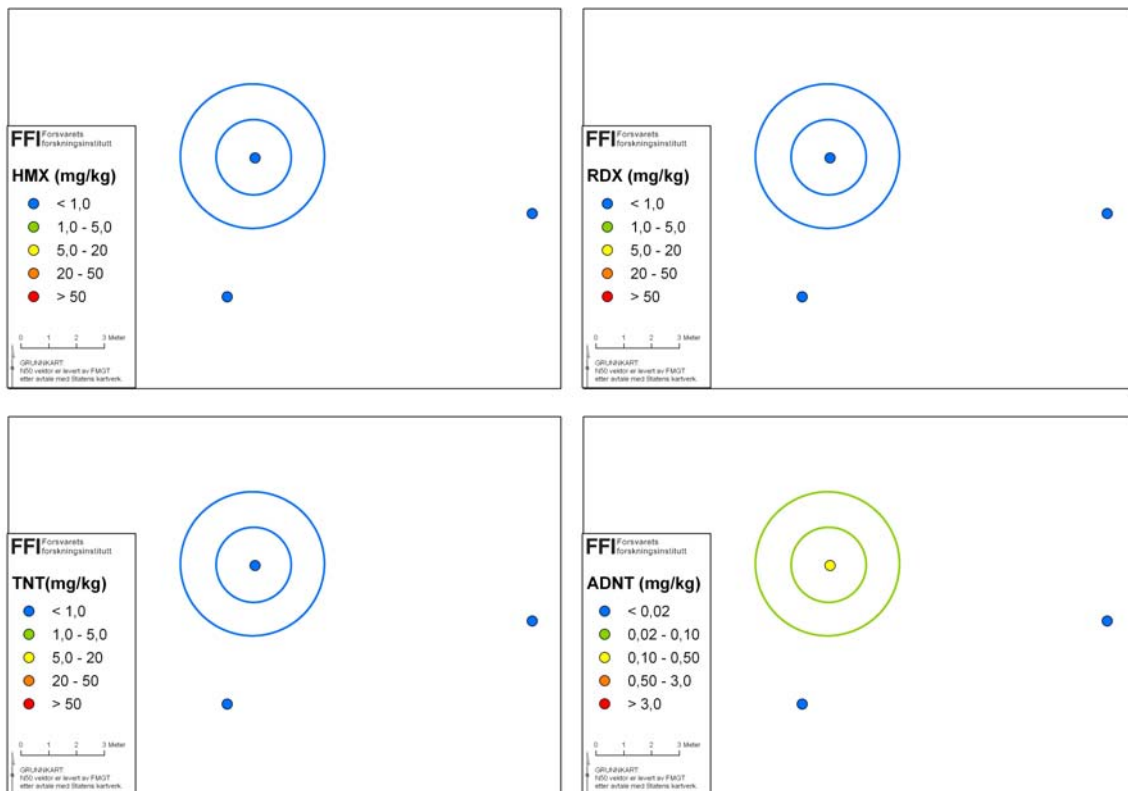
De nivåene av eksplosiver som er funnet i dette området er noe over det som er funnet i målområder for artilleri i USA og Canada (Tabell 1.1). I områder der det har vært en ufullstendig detonasjon av granater er det imidlertid funnet ekstremt høye konsentrasjoner av eksplosiver i USA og Canada (Tabell 1.1), og langt over det som ble funnet i våre undersøkelser. Det ser derfor ikke ut til at det har vært mange granater som har hatt en ufullstendig detonasjon i det undersøkte området. I norske skyte- og øvingsfelt blir det jevnlig foretatt rydding av blindgjengere og større ammunisjonsrester, mens dette ikke i samme grad blir foretatt i USA. Dette kombinert med et høyt forbruk av ammunisjon i USA er sannsynlig årsak de observerte forskjellene.

Det er blitt målt en kjerneprøve fra dette området, og denne ble tatt fra et krater. I prøvene fra denne kjerneprøven ble det nærmest ikke funnet spor av eksplosiver, og det er derfor vanskelig å si noe om fordelingen av eksplosiver nedover i jorda.

5.2.4.2 Nedslag av artilleri/flybomber

I tilknytning til et krater i dette området ble det kun funnet spor av eksplosiver (Figur 5.10). Det kan derfor se ut til at området vest for trekantsteinen inneholder lite rester av eksplosiver. Dette området gav et inntrykk av en noe lavere tetthet av krater enn området omtalt i Kapittel 5.2.4.1.

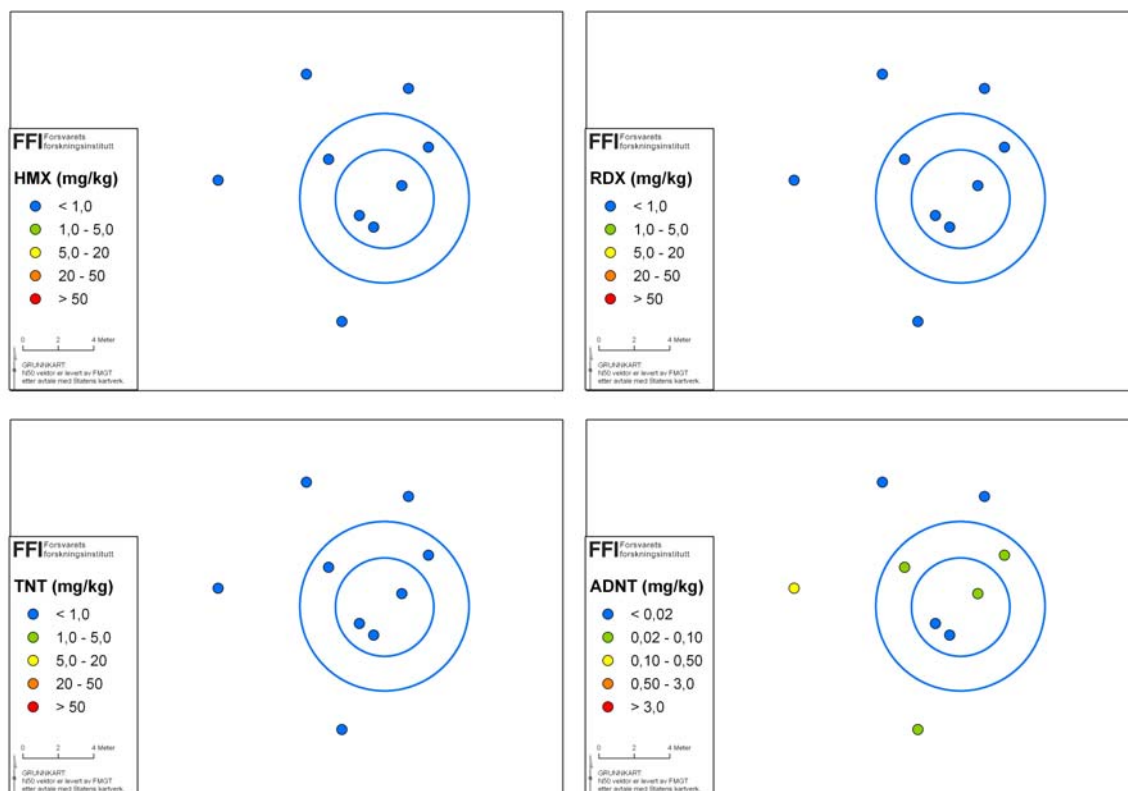
Det er målt en vannprøve fra en bekk et stykke vest for dette området. I denne prøven ble det kun funnet spor av RDX (0,58 µg/l). I en vannprøve tatt fra en vannansamling rundt trekantsteinen noe øst for dette området ble det også kun funnet RDX, men i en betydelig høyere konsentrasjon (69 µg/l). Det tyder derfor på at det foregår noe avrenning av eksplosiver i området.



Figur 5.10 En oversikt over lokalisering av målte prøver fra nedslagsområde for artilleri/flybomber med indikasjon av konsentrasjonsnivå for HMX, RDX, TNT og ADNT.

5.2.4.3 Sprengt blindgjenger

Det ble tatt en rekke prøver rundt en nylig demolert flybombe, og som Figur 5.11 illustrerer så ble det kun funnet små mengder eksplosiver i dette området. Det ble funnet små mengder av HMX og RDX i flere prøver samt spor av TNT i enkelte prøver. Med bakgrunn i målinger som er gjort, tyder det ikke på at en slik demolering fører til noen forurensning av eksplosiver som er av betydning.



Figur 5.11 En oversikt over lokalisering av målte prøver i området der en MK2 flybombe ble demolert med indikasjon av konsentrasjonsnivå for HMX, RDX, TNT og ADNT.

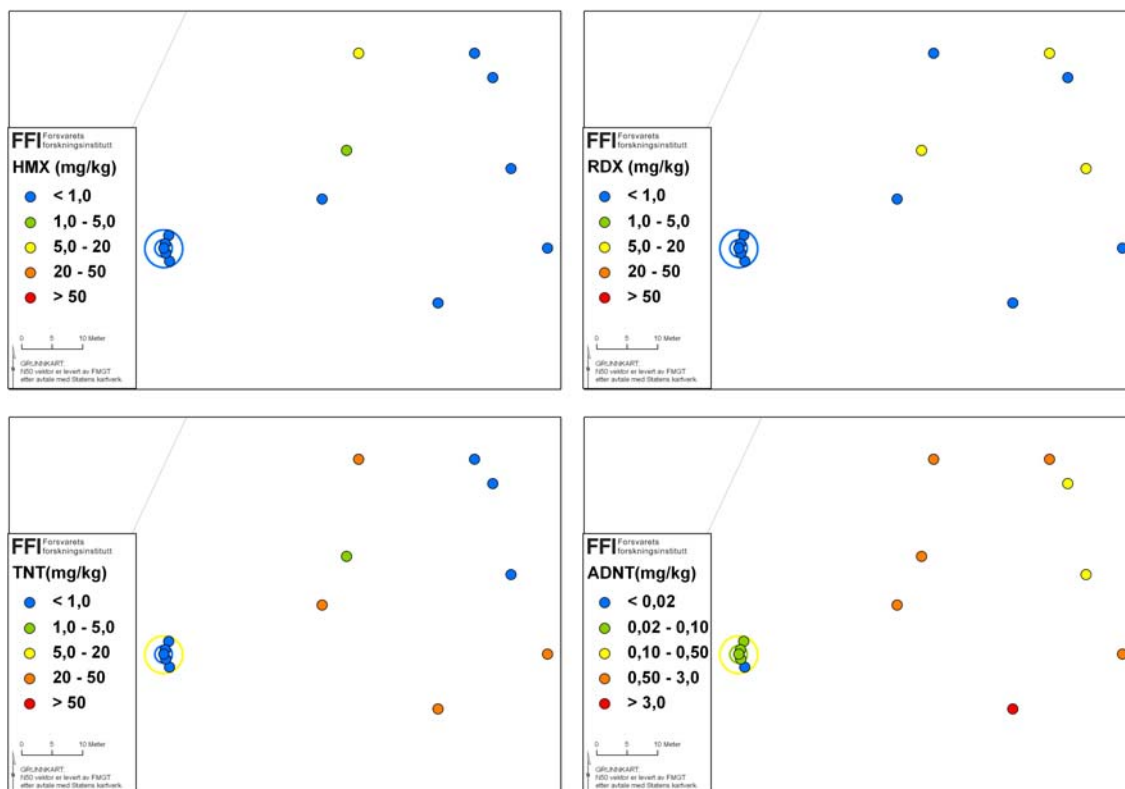
5.3 Halkvarre skyte- og øvingsfelt

5.3.1 Flybombefelt

I flybombefeltet i Hjerkinna var det RDX som var den dominerende forurensningen, mens det i Halkvarre er TNT som dominerer (Figur 5.12). Dette kan komme av at det i Halkvarre er benyttet flybomber som inneholder TNT i noe større grad enn missiler som kan inneholde RDX. Nivået av TNT er noe høyere enn det som ble registrert i Hjerkinna, mens nivået av RDX er noe lavere. Det blir også funnet en god del ADNT som sannsynligvis er et resultat av delvis nedbrutt TNT.

Det ble observert lave konsentrasjoner av eksplosiver i forbindelse med krater fra flybombe i Halkvarre. Det samme ble også observert i flybombefeltet på Hjerkinna. Det tyder derfor på at de høyeste forurensningsnivåene ikke er i kratrene. Som nevnt i Kapittel 5.2.4.1 så kan det være flere grunner til at dette blir observert.

Det er analysert to kjerneprøver fra flybombefeltet, en fra flybombekratret og en i det andre prøvetatte området. For begge prøvene ser det ut til at konsentrasjonen reduseres nedover i jorda.



Figur 5.12 En oversikt over lokalisering av målte prøver i flybombefeltet med indikasjon av konsentrasjonsnivå for HMX, RDX, TNT og ADNT.

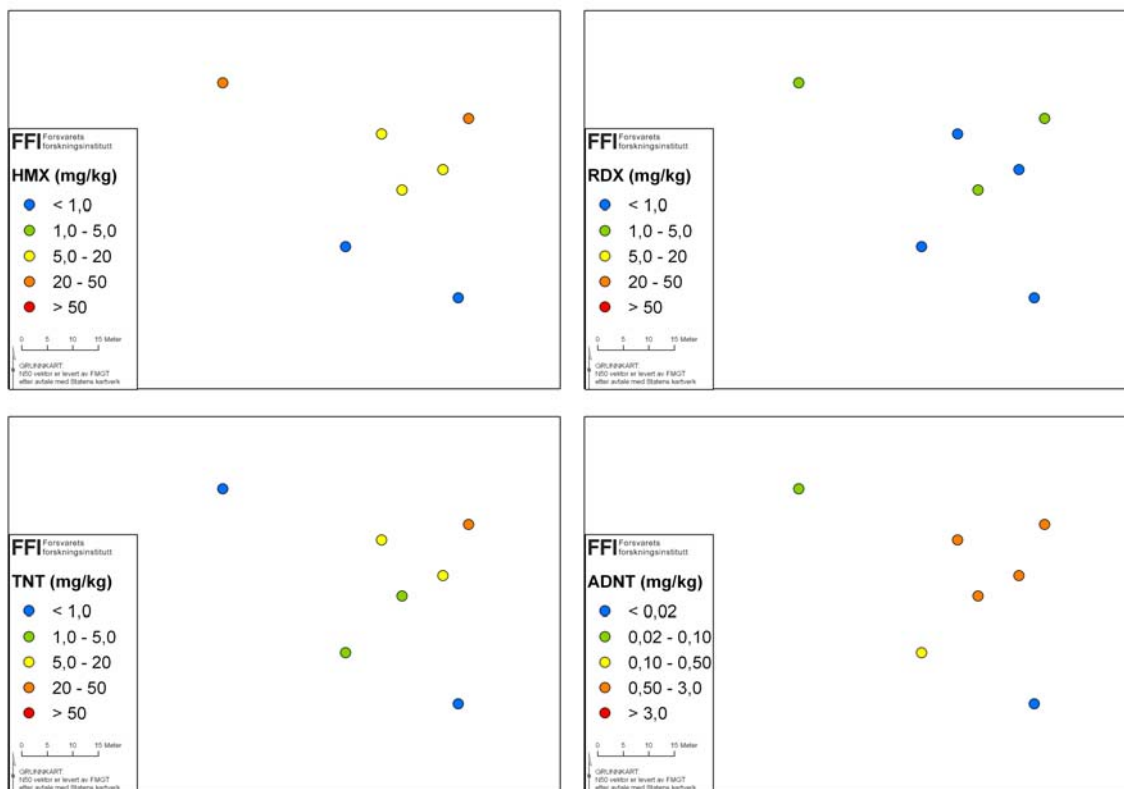
Det er også tatt noen vannprøver i flybombefeltet (se Appendix A for lokalisering). I en referanseprøve tatt i utkanten av flybombefeltet ble det ikke funnet spor av eksplosiver, mens det i en bekk i den vestre delen av området ble funnet spor av RDX (0,52 µg/l). Den siste prøven ble tatt fra et krater, og her ble det funnet noe mer RDX (8,2 µg/l).

5.4 Terningmoen skyte- og øvingsfelt

5.4.1 Sprengningsfelt

I sprengningsfeltet ble det funnet noe HMX og TNT, mens det var noe mindre mengder med RDX (Figur 5.13). Som følge av TNT-forensning ble det også funnet en del ADNT. De høyeste konsentrasjonene av eksplosiver observeres i det sentrale området av sprengningsfeltet. En prøve tatt inne i skogen i utkanten av sprengningsfeltet inneholder lave konsentrasjoner, og det ser derfor ut til at eksplosivrester i liten grad er blitt deponert utenfor selve sprengningsområdet.

Til tross for at det så ut til at massene på sprengningsplassen var delvis planert og at det var tilførte masser på stedet, viser resultatene fra kjerneprøvene at konsentrasjonen stort sett reduseres nedover i jorda. I den ene kjerneprøven ble det imidlertid funnet en høyere konsentrasjon av RDX i den nederste delen av kjerneprøven. Det kan derfor være at den tilretteleggingen som har vært gjort med planering og tilføring av masse har bidratt til at det også i et dypere lag finnes forensninger av eksplosiver.



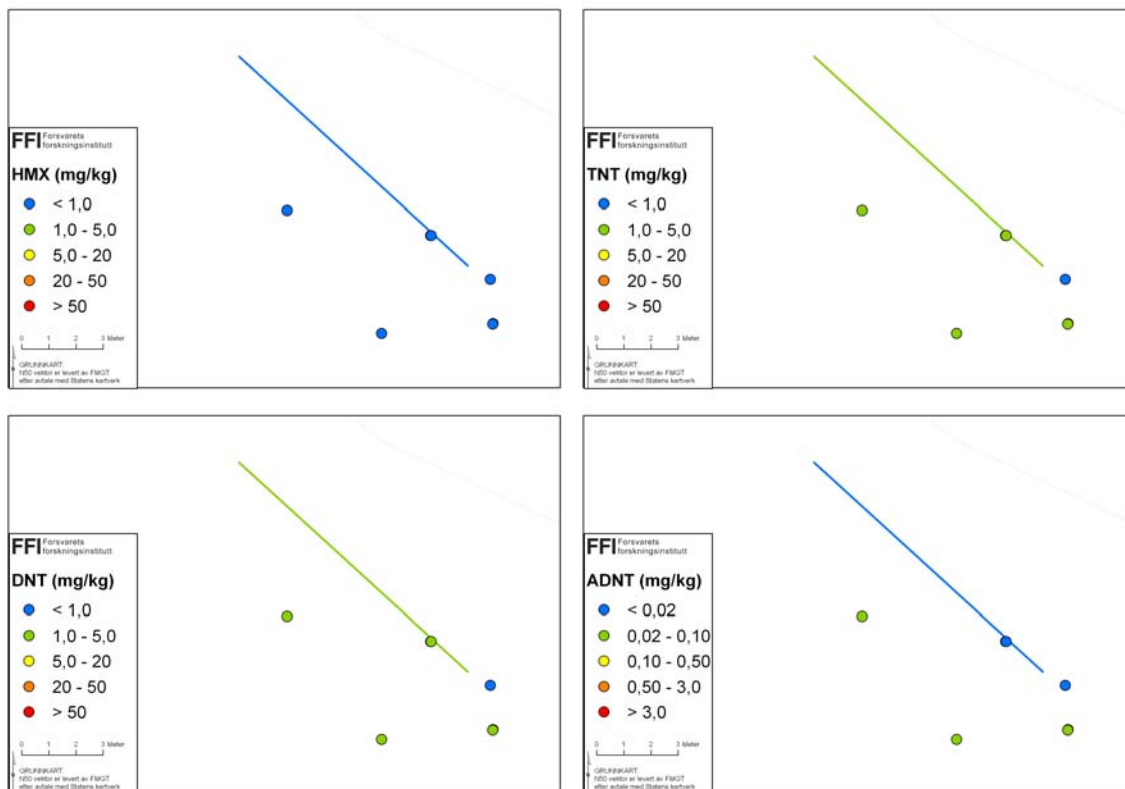
Figur 5.13 En oversikt over lokalisering av målte prøver i sprengningsfeltet med indikasjon av konsentrasjonsnivå for HMX, RDX, TNT og ADNT.

Det ble tatt en vannprøve fra et krater som var sprengt ut litt nedenfor det sentrale sprengningsområdet (Figur 4.30). Her ble det ikke funnet spor av eksplosiver.

5.4.2 Standplass håndvåpen

Som forventet ble det ikke funnet rester av HMX eller RDX på standplass for håndvåpen, mens det ble funnet mindre mengder av TNT og DNT. TNT vil en ikke forvente å finne på standplass for håndvåpen. Skytefeltoffiser Hallgeir Huse opplyser at det har vært foretatt sprengninger av blindgjengere fra M72 i nærheten av standplassen. Det har visst også vært foretatt detonasjon av mine i nærheten av dette området. Dette kan være noe av årsaken til at det ble funnet TNT her. Men ettersom det kun var i to prøver det ble påvist spor av disse eksplosivene kan det også være andre årsaker til at det ble funnet TNT og DNT i dette området.

Det er analysert en kjerneprøve fra standplassen, og denne viser at konsentrasjonen av både TNT og DNT blir redusert nedover i jorda.



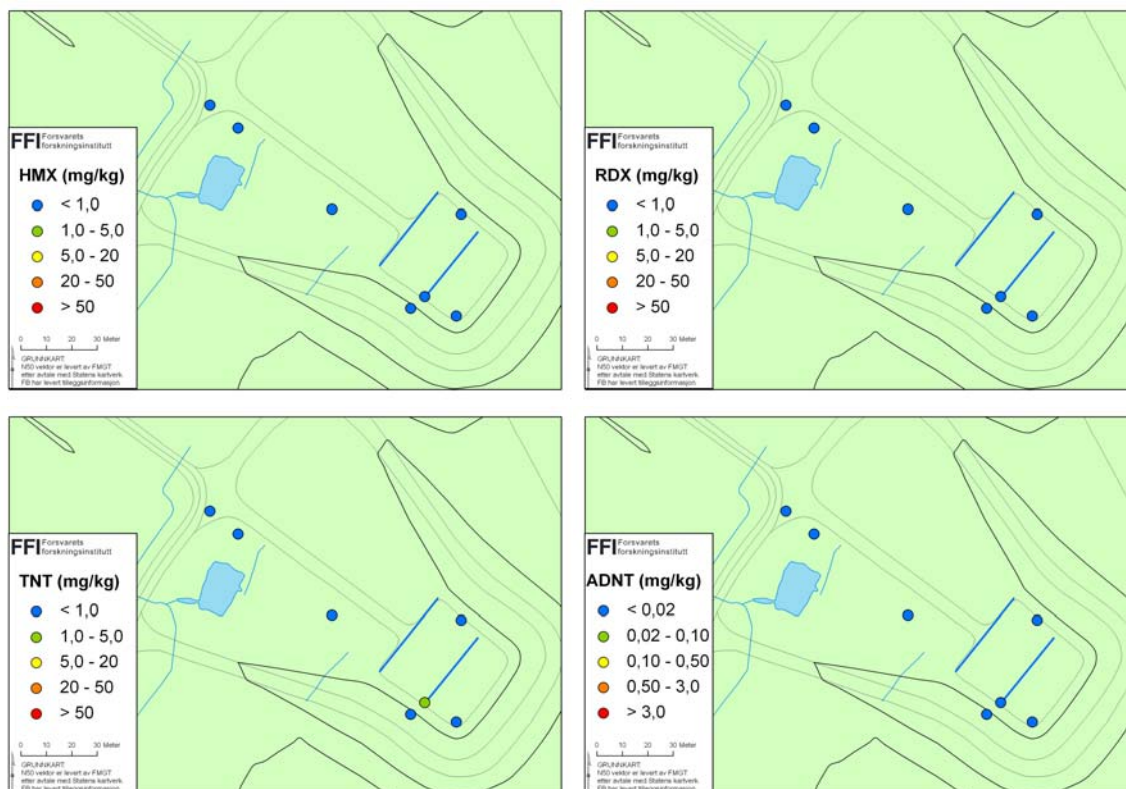
Figur 5.14 En oversikt over lokalisering av målte prøver fra standplass for håndvåpen med indikasjon av konsentrasjonsnivå for HMX, RDX, TNT og ADNT.

5.5 Rødsmoen skyte- og øvingsfelt

5.5.1 Standplass stridsvogn

Som Figur 5.15 illustrerer så ble det nærmest ikke funnet spor av eksplosiver på standplass til stridsvogn. Dette området har vært lite i bruk, og det lave nivået av eksplosiver her kan ha noe med det å gjøre. I en undersøkelse som FFI gjorde for Forsvarsbygg sommeren 2007, ble to treningsområder for stridsvogn undersøkt. På de stedene som en vil forvente var naturlige standplasser for stridsvogn ble det funnet lave konsentrasjoner av eksplosiver [42]. Dette kan indikere at det i slike områder vil være lite rester av eksplosiver.

Det ble tatt tre vannprøver fra området foran standplass, og her ble det nærmest ikke funnet spor av eksplosiver. Dette indikerer at det er lite rester av eksplosiver i dette området.

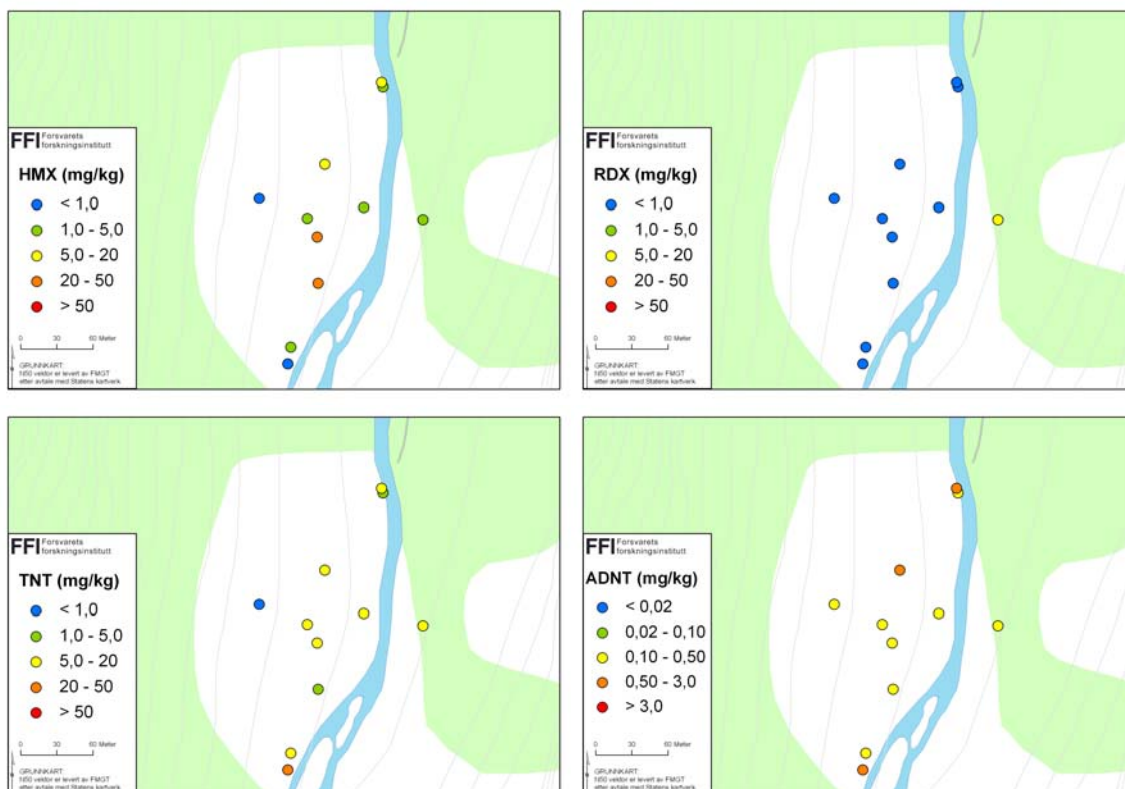


Figur 5.15 En oversikt over lokalisering av målte prøver på standplass for stridsvogn med indikasjon av konsentrasjonsnivå for HMX, RDX, TNT og ADNT.

5.6 Lærdal destruksjonsanlegg

5.6.1 Demoleringsfelt i Øyradalen

Det ble funnet noe HMX og TNT samt ADNT i demoleringsfeltet inne i Øyradalen, mens det i liten grad er rester av andre eksplosiver (Figur 5.16). Det ble tatt prøver i de samme prøvepunktene før demoleringen startet i 2006 og rett før demoleringen ble avsluttet det samme året. Det var liten forskjell i konsentrasjonen av eksplosiver i prøvene før og mot slutten av demoleringen, og derfor viser Figur 5.16 kun resultater for prøvene som ble tatt mot slutten av demoleringen i 2006. Konsentrasjonen av eksplosiver varierer noe i området, men hele området ser ut til å være forurenset av de nevnte eksplosivene. Selv på østsiden av Nivla er det påvist forurensning av eksplosiver. Det er derfor tydelig at den aktiviteten som er i demoleringsfeltet har ført til at rester av eksplosiver er blitt spredd i et relativt stort område rundt demoleringsgropene. Som følge av den aktiviteten som foregår i demoleringsfeltet vil det stadig bli en forflytning av masser i det sentrale sprengningsområdet. Dette kan være medvirkende til at forurensningen blir spredd i området.



Figur 5.16 En oversikt over lokalisering av målte prøver i demoleringsfeltet med indikasjon av konsentrasjonsnivå for HMX, RDX, TNT og ADNT.

Ved demolering av ammunisjon benyttes det stort sett TNT og noe HMX som påleggsladning. Dette kan være årsaken til at det er disse to ekspllosivene som er dominerende i området. Undersøkelser gjort i demoleringsfelt i USA og Canada indikerer at mye av den forurensningen som observeres stammer fra påleggsladningen [2]. Det er også mulig at årsaken til at TNT og HMX er de dominerende ekspllosivene er at ammunisjonen som blir destruert i hovedsak kan inneholde disse to ekspllosivene.

I forhold til demoleringsfeltet i Hjerkinnskyte- og øvingsfelt ble det i Øyradalen generelt funnet mye lavere nivåer av ekspllosiver. Det er derfor tydelig at den demoleringen som foregår i Øyradalen er mye mer effektiv enn den som har foregått i demoleringsfeltet på Hjerkinnskyte- og øvingsfelt. På grunn av de relativt lave nivåene av ekspllosiver i området tyder det på at den ammunisjonen som blir demolert her i all hovedsak undergår en fullstendig detonasjon. Det er stort sett utarrangert ammunisjon som destrueres i Lærdal med intakte primærladninger, og dette kan være årsaken til en god omsetning av ekspllosivene ved demolering. I demoleringsfeltet i Hjerkinnskyte- og øvingsfelt er det mye større variasjon i kvaliteten til den ammunisjonen som er demolert. Her er både blindgjengere og utrangert ammunisjon blitt demolert i tillegg til diverse ammunisjon som blir levert inn for destruksjon fra sivile myndigheter. Dette kan være årsaken til at det finnes mye mer rester av ekspllosiver i demoleringsplassen på Hjerkinnskyte- og øvingsfelt i forhold til demoleringsplassen i Lærdal.

Det er målt noen vannprøver for å se om det kan spores noen utlekking av eksplosiver fra området. Det er tatt referanseprøve fra Nivla omtrent 500 meter oppstrøms demoleringsområdet. Både i prøven tatt før demoleringen startet og den tatt ved avslutning av demolering i 2006 inneholdt ikke spor av eksplosiver. Det ble også tatt en vannprøve i Nivla rett nedstrøms demoleringsfeltet, og her ble det ved begge prøvetakingene kun funnet spor av HMX (1,4 µg/l). I vannprøvene som ble tatt i Nivla nede ved administrasjonshuset ble det ikke funnet spor av eksplosiver. I vann hentet fra den nederste fangdammen var det HMX og TNT som dominerte (54 µg/l TNT, 20 µg/l HMX), men det ble også funnet spor av RDX, DNT og ADNT. I vann hentet fra tilførselsbekker til fangdammen ble det funnet tilsvarende konsentrasjoner av eksplosiver med det som ble funnet i vann fra fangdammen. Det er derfor tydelig at eksplosiver lekker ut fra demoleringsområdet og ut i Nivla. Men på grunn av stor vannføring i Nivla sammenlignet med mengden avrenningsvann fra demoleringsområdet, blir konsentrasjonen sterkt fortynnet i Nivla. Det blir derfor kun funnet spor av eksplosiver i Nivla rett nedstrøms demoleringsfeltet. Ved begge prøvetakingene var det liten avrenning fra demoleringsområdet. Årlig nedbørsnormal for Lærdal er bare omkring 500 mm, slik at området er relativt tørt. Imidlertid kan det ved episodiske hendelser være mulig at det kan observeres økte konsentrasjoner av eksplosiver i Nivla.

5.7 Oppsummering målte konsentrasjoner av eksplosiver

I hovedsak er det HMX, RDX og TNT som er de dominerende eksplosivene i de undersøkte områdene. I tillegg ble det funnet høye nivåer av DNT ved standplass til artilleri som følge av at overskuddskrutt er blitt destruert på stedet. I mange områder ble nedbrytningsproduktet av TNT, ADNT, funnet som følge av TNT-forurensning i området. De høyeste konsentrasjonene av eksplosiver finnes i det øverste laget av jorda, og nivået synker raskt nedover i bakken. Generelt ble det i de fleste områdene funnet stor variasjon i konsentrasjonen av eksplosiver i de jordprøvene som er analysert.

I demoleringsfelt ser det ut til å kunne være mye rester av eksplosiver, og det ble her funnet større klumper med eksplosiver. Det ser ut til at TNT er det dominerende eksplosivet, men også høye nivåer av RDX og noe HMX finnes. I demoleringsfeltet til destruksjonsanlegget i Lærdal ble det imidlertid funnet mer moderate mengder av eksplosiver, og her er det HMX og TNT som er de dominerende eksplosivene.

I flybombefelt er det rester av TNT og RDX som dominerer, og nivåene ser ut til å være moderate. De høyeste konsentrasjonene blir ikke funnet i direkte tilknytning til krater, men i områder med mer eller mindre uberørt topplag.

I håndgranatbane er det rester av TNT som dominerer, og nivåene ser ut til å være moderate. De høyeste nivåene blir heller ikke her funnet i direkte tilknytning til krater. Det er ikke noen tydelig gradient i konsentrasjonen av eksplosiver i nedslagsområdet i forhold til avstanden fra standplass.

I panservernbaner er det rester av HMX som dominerer, men også noe TNT ble påvist. I den panservernbanen som ble undersøkt ble det funnet høye konsentrasjoner av HMX også på

standplass. Dette forventes imidlertid ikke å være typisk for slike baner, men må undersøkes nærmere.

I målområde for artilleri er det rester av RDX og TNT som dominerer, og nivåene er stort sett moderate. De høyeste konsentrasjonene er ikke lokalisert til krater, men til mer uberørt overflate i området. På standplass for artilleri er det lite rester av eksplosiver, men i områder der det har vært foretatt brenning av overskuddskrutt er det mye rester av DNT og uforbrent krutt.

I sprengningsfelt er det rester av HMX og TNT som er dominerende, og nivåene er stort sett moderate.

På standplass for håndvåpen er det funnet mindre mengder med TNT og DNT. Tilsvarende blir det i liten grad funnet rester av eksplosiver på standplass for stridsvogn. En undersøkelse av øvingsområdet for kavaleriet i Hjerkinnskyte- og øvingsfelt viste at det i liten grad ble funnet rester av eksplosiver i de områdene som ville være naturlige steder som f.eks. standplass for stridsvogn [42].

6 Sammenligning av prøvetakingsutstyr

Som nevnt i Kapittel 3.1 er det benyttet to typer av prøvetakere for å ta jordprøver av overflatelaget på bakken. Erfaringer gjort med prøvekoppen er at den egner seg veldig godt til å ta prøver der bakken har vegetasjonsdekke. Prøvekoppen skjærer seg fint gjennom både gress og lyng med røtter. Imidlertid kan det være vanskelig å få tatt prøver der det er myr. Prøvekoppen klarer ikke helt å skjære seg ned, og bakken blir i stedet bare presset nedover. Vi har erfart at i slike tilfeller bør det benyttes en lenger tupp på prøvekoppen. Ved å benytte en tupp på 10 cm istedenfor 5 cm er det også i slike tilfeller mulig å få tatt prøver av relativt bløt myr. Hvis området som skal prøvetas inneholder mye småstein, er det også vanskelig å få ned prøvekoppen. I slike områder er den derfor lite egnet. Er det tørr og løs sand som skal prøvetas er det også vanskelig å benytte prøvekoppen. I slike tilfeller renner sanden ut av prøvekoppen for hver delprøve som tas. Ved prøvetaking av 30 delprøver vil hele prøvematerialet få plass i beholderen til prøvekoppen.

Det viser seg at i de områdene der prøvekoppen ikke egner seg til prøvetaking, så vil stort sett bruk av skuffe være mulig. Skuffe egner seg dårlig til å ta prøver der overflaten er dekket av vegetasjon. Det er vanskelig å få like store delprøver ved bruk av skuffe, og dybden til hver delprøve vil variere noe. Dette fører også til at det vil være vanskelig å estimere prøvetatt overflateareal. Det er kun det helt øverste laget av jorda som blir prøvetatt, maksimalt ned til ca to centimeter. Det er forsøkt å tilpasse mengden prøve ved prøvetaking med skuffe til å bli tilsvarende med mengden tatt med prøvekoppen. Likevel viser det seg når en har foretatt veiing av prøvene i ettertid at mengden prøve ved prøvetaking med skuffe er noe høyere (42 % i gjennomsnitt) enn prøver tatt med prøvekopp. Da det er tatt mer prøve med skuffen i tillegg til at det ikke er tatt så dype prøver som med prøvekoppen, så fører dette til at et større overflateareal er innsamlet ved bruk av skuffen. Det antas at det i gjennomsnitt er tatt ca 1,5 cm dype prøver ved bruk av skuffen. Om en så antar en tetthet av tørr jord på $1,7 \text{ g/cm}^3$, så vil overflatearealet bli

omkring 2,4 ganger større ved bruk av skuffe i forhold til prøvekopp. Dette vil føre til at bruk av skuffe ved prøvetaking sannsynligvis vil gi en høyere konsentrasjon av eksplosiver enn bruk av prøvekopp.

Etter som det vil være behov for å benytte begge prøvetakerne avhengig av overflatens beskaffenhet, er det flere steder blitt foretatt parallelle prøvetakinger med begge prøvetakerne. Dette er blitt gjort for å undersøke i hvilken grad de to prøvetakerne gir forskjellig analyse-resultat. Som nevnt i Kapittel 1 og som resultatene i Kapittel 5 viser, så vil forurensninger av eksplosiver i hovedsak være knyttet til overflaten. Med bakgrunn i dette vil det derfor være å forvente at bruk av skuffe ved prøvetaking vil kunne gi en noe høyere konsentrasjon av eksplosiver enn ved bruk av prøvekopp. Forurensningen av eksplosiver er ikke homogent fordelt, noe som fører til at selv om en tar prøver fra samme sted, vil det kunne bli stor variasjon i konsentrasjonen av eksplosiver. Det vil derfor være noe usikkerhet knyttet til en direkte sammenligning av de to prøvetakingsmetodene.

Det er foretatt analyser av prøver fra 32 lokaliteter, der både prøvekopp og skuffe er benyttet til prøvetaking. Ved en direkte sammenligning viser resultatene fra disse analysene at et flertall av prøvene tatt med skuffe har en høyere konsentrasjon av eksplosiver enn prøver tatt med prøvekopp. I flere av de 32 parallelle prøvene ble det ikke påvist eksplosiver over deteksjonsgrensen, slik at sammenligningsgrunnlaget blir en del mindre enn det totale antallet parallelle prøver. Det er gjort en oppsummering av resultatene i Tabell 6.1 for tre av eksplosivene og nedbrytningsproduktet ADNT.

	<i>HMX</i>	<i>RDX</i>	<i>TNT</i>	<i>ADNT</i>
Antall prøver der skuffe gir høyest konsentrasjon	19	14	18	19
Antall prøver der prøvekopp gir høyest konsentrasjon	4	8	9	9
Antall parallelle prøver under deteksjonsgrensen	9	10	5	4
Gjennomsnittlig høyere konsentrasjon ved bruk av skuffe (%)	100	117	80	41
Totalt antall parallelle prøver	32	32	32	32

Tabell 6.1 Oppsummering av resultater fra parallelle prøvetakinger med prøvekopp og skuffe.

Det er noe variasjon i hvor stor andel av prøvene tatt med skuffe som har høyest konsentrasjon, men for RDX, TNT og ADNT er det rundt 65 % av prøvene som er over deteksjonsgrensen der bruk av skuffe gir høyest konsentrasjon. For HMX er det en noe høyere andel (83 %) av prøvene der skuffe gir høyest verdi. På bakgrunn av gjennomsnittsverdier når utliggere er fjernet fra tallmaterialet, viser det seg at konsentrasjonen av HMX, RDX og TNT er 80 – 117 % høyere ved bruk av skuffe sammenlignet med prøvekopp, mens konsentrasjonen til ADNT er bare 41 % høyere ved bruk av skuffe. Årsaken til at nivået av ADNT er mer likt ved bruk av de to prøvetakerne kan være at dette er et nedbrytningsprodukt som dermed sannsynligvis er mer jevnt fordelt i jorda enn eksplosiver som i større grad vil finnes som partikler på overflaten. De målte kjerneprøvene antyder at nivået av ADNT i noe større grad enn TNT er mer jevnt fordelt nedover i jorda. Det anses ikke å være unormal stor forskjell mellom målte verdier av eksplosiver i prøver

tatt med skuffe og prøver tatt med prøvekopp, spesielt når en tar i betraktning at bruk av skuffe sannsynligvis har ført til prøvetaking av et over dobbelt så stort areal som bruk av prøvekopp.

7 Vurdering av prøvetakingsstrategi

Ved et par lokaliteter er det tatt parallelle prøver der hver samleprøve har bestått av 15 – 16 delprøver, i motsetning til de 30 delprøvene som har vært det normale en samleprøve har bestått av. Dette er blitt gjort for å vurdere hva antallet delprøver i en samleprøve har å si for analyse-resultatet. Totalt er det tatt 18 parallelle samleprøver som har bestått av 15 – 16 delprøver. På grunn av at konsentrasjonen av eksplosiver var under deteksjonsgrensen i noen prøver er datamaterialet tilsvarende redusert.

I Tabell 7.1 er det gjort en oppsummering av de resultatene som er fremkommet fra disse analysene. Det viser seg at det er relativt store forskjeller i konsentrasjonen av eksplosiver mellom de to parallelle prøvene. For TNT er den maksimale forskjellen mellom to parallelle prøver nesten 7000 %, mens tilsvarende forskjell for HMX og RDX er henholdsvis 800 og 875 %. Den gjennomsnittlige forskjellen mellom to parallelle prøver er ikke veldig stor for HMX, RDX og ADNT, men standardavviket er stort og viser at det er stor variasjon i resultatene. For TNT er den gjennomsnittlige forskjellen mellom to parallelle prøver også stor. Med bakgrunn i disse resultatene kan det derfor se ut som om at TNT i større grad enn HMX og RDX er heterogent fordelt på overflaten. Det ses minst forskjeller mellom de to parallelle prøvene for ADNT. Dette kan skyldes at ADNT som nedbrytningsprodukt i større grad er mer homogent fordelt på overflaten enn det som er tilfelle for eksplosivene.

<i>Parallelle samleprøver som består av 15 – 16 delprøver</i>	<i>HMX</i>	<i>RDX</i>	<i>TNT</i>	<i>ADNT</i>
Antall parallelle prøver over deteksjonsgrensen	9	14	12	12
Maksimal forskjell mellom to parallelle prøver (%)	800	875	6886	242
Gjennomsnittlig forskjell mellom to parallelle prøver (%)	234	126	1057	94
Standardavvik	276	238	1951	83

Tabell 7.1 Oppsummering av resultater der parallelle samleprøver som består av 15 – 16 delprøver er sammenlignet.

I flybombefeltet i Halkvarre skyte- og øvingsfelt er det ved fire prøvepunkter tatt noen prøver for å se på i hvilken grad arealet av det området som prøvetas har vesentlig innvirkning på resultatet. I forhold til at prøvepunktet er 1 m², er området utvidet til 4 m² i to prøvepunkter og redusert til 0,25 m² i to andre prøvepunkter. I Tabell 7.2 er det vist en oppsummering av resultatene fra disse undersøkelsene. For prøve 1 – 3 er hver flate et gjennomsnitt av to parallelle samleprøver som hver består av 15 delprøver, mens det for prøve 4 er en samleprøve som består av 30 delprøver i hver flate. Bortsett fra noen få unntak så er det ikke veldig stor forskjell i konsentrasjonen i prøver tatt fra 4 m² sammenlignet med 1 m², og 0,25 m² sammenlignet med 1 m².

Det er vanskelig å trekke klare konklusjoner fra resultatene, men for TNT er konsentrasjonen lavere i prøvene tatt fra en flate på 4 m² sammenlignet med prøvene tatt i 1 m². For RDX er det ikke noen vesentlig forskjell i konsentrasjon mellom prøver tatt i 1 og 4 m². For HMX er det en prøve der prøven fra flaten på 1 m² er høyest og en der prøven fra flaten på 4 m² er høyest. Ved sammenligning av resultatene fra de to prøvene som er tatt fra 0,25 m² og 1 m² stor flate er det både for HMX, RDX og TNT en prøve som gir høyest konsentrasjon i prøven tatt fra 0,25 m² og en prøve som gir høyest konsentrasjon i prøven tatt fra 1 m².

Rent praktisk er det egnet at prøveflaten er rundt 1 m². Da er det nok plass til å fordele de 30 delprøvene i flaten, ettersom noe av flaten vil bortfalle som egnet prøvetakingsflate i form av steiner, trær, tuer etc. En flate på 0,25 m² er litt snau når 30 delprøver skal plasseres og en må ta hensyn til at ikke hele flaten kan utnyttes til prøvetaking. Ut fra resultatene ser det ikke ut til at prøvetaking i 4 m² gir vesentlig høyere konsentrasjon sammenlignet med prøvetaking i 1 m². Prøvetakingen i de undersøkte områdene har vært basert på en flate på 1 m², og det ser ut til at det har vært et grei størrelse på flaten det er tatt prøve av i ett prøvepunkt.

	Areal (m ²)	HMX (mg/kg)	RDX (mg/kg)	TNT (mg/kg)	ADNT (mg/kg)
Prøve 1	1 m ²	11	0,41	13	1,3
	4 m ²	0,81	0,34	2,9	0,80
Prøve 2	1 m ²	0,23	0,47	14	0,48
	4 m ²	0,74	0,56	4,1	2,1
Prøve 3	1 m ²	0,39	0,63	2,7	0,84
	0,25 m ²	0,19	0,26	15	1,4
Prøve 4	1 m ²	0,39	1,3	0,40	0,22
	0,25 m ²	0,61	5,5	0,15	0,26

Tabell 7.2 Sammenligning av resultat når prøvetatt overflate endres.

7.1 Erfaringer fra gjennomført prøvetaking

Det er tatt prøver av standplass for artilleri, håndvåpen, panservernraketter og stridsvogn. Det generelle inntrykket er at det på disse lokalitetene er lite rester av de målte eksplosivene. Imidlertid finnes det to unntak. Det ene er at det blir funnet mye rester av uforbrent krutt rundt standplass til artilleri som en følge av at overskuddskrutt blir brent i dette området. DNT finnes som en bestanddel i en type krutt som benyttes til artilleri, og det ble funnet høye nivåer av DNT i områder der det blir foretatt brenning av overskuddskrutt. Det bør derfor ses på om dagens retningslinjer for destruksjon av overskuddskrutt kan endres, slik at forurensningen av krutt på standplass blir redusert. Det andre unntaket er at det ble funnet relativt mye HMX foran standplass i en panservernbane. Det er uklart hvor dette kommer fra, og det vil bli foretatt undersøkelser i andre baner for å se om dette går igjen andre steder.

I målområder for artilleri og flybombefelt er de høyeste konsentrasjonene av eksplosiver ikke direkte er lokalisert nede i kratrene, men heller på flaten utenfor i et område med flere kratre.

Målområdet til artilleri og flybombefelt vil være relativt stort i utstrekning, noe som gir en utfordring for gjennomføring av representativ prøvetaking.

I målområdet for panservernraketter er forurensningen lokalisert til området rundt målobjektet (20-30 meter fra målobjektet). I områder der det skytes på målskive, vil de største restene av forurensning finnes bak målskiven.

Sprengningsfelt har en begrenset størrelse, og det ser ut til at rester av eksplosiver i liten grad havner utenfor det området som benyttes til sprengningsøvelser. Noen rester av eksplosiver vil være spredd i området avhengig av den aktivitet som har foregått i området. Demoleringsfelt i skyte- og øvingsfelt viser noe av det samme, men her finner en mye mer rester av eksplosiver og en må lenger bort fra det aktive området før en ikke finner rester av eksplosiver. I demoleringsfelt kan en også påtreffe større klumper med eksplosiver.

I håndgranatbaner ser det ut til at restene av eksplosiver er mer fordelt i hele området. Noe av dette kan skyldes at det ved jevne mellomrom foretas slodding (utjevning) av banen. Det vil derfor være behov for å inkludere hele banen ved prøvetaking.

Undersøkelsene som er gjennomført har vist at hovedmengden av eksplosivrestene er lokalisert til overflaten av jorda. Det vil derfor i de fleste tilfeller ikke være nødvendig å ta kjerneprøver ved undersøkelse av eksplosivforurensning. Hvis det er foretatt omveltning av masser i et område kan det være aktuelt å ta kjerneprøver.

I stor utstrekning er det foretatt prøvetaking i prøvepunkter som har bestått av 1 m² store flater, men det er også tatt prøver langs linjer og i sirkler og enkelte prøver i en noe større flate enn 1 m². Basert på de erfaringer som er gjort kan det se ut til at prøvetaking i 1 m² store flater spredd ut i områder som flybombefelt, sprengningsfelt, demoleringsfelt, målområder for artilleri/bombekaster og målområde for panservernraketter vil kunne gi et brukbart bilde av forurensningsgraden i området. Litt avhengig av hva som er kjent med hensyn til avgrensning av område og aktivitet i de nevnte områdene kan prøvepunkter fordeles tilfeldig i området eller på en mer systematisk måte for å vurdere forurensningsnivå og gradienter av forurensning i området. På standplasser kan det være mer aktuelt å ta prøver langs en linje, men det kan også tas prøver i 1 m² store flater. En mer detaljert beskrivelse av hvordan prøvetakingen i de enkelte områdene i et skyte- og øvingsfelt bør gjennomføres vil fremkomme i rapporten "Veileder for avhendig av skytebaner og øvingsfelt – Del 2 eksplosiver" som er under utarbeidelse.

8 Konklusjon

Med bakgrunn i de undersøkelsene som er gjort anbefales det at hele jordprøven som tas i forbindelse med kartlegging av forurensning av eksplosiver i skyte- og øvingsfelt blir tørket, siktet og malt ned til fint pulver før det tas ut prøve for kjemisk analyse. Dette sikrer at prøven er homogen ved uttak til kjemisk analyse.

Ved prøvetaking anbefales det å benytte en prøve kopp eller tilsvarende som beskrevet i denne rapporten. I tilfeller der det ikke er mulig å benytte slikt utstyr anbefales bruk av en skuffe på omkring 20 – 30 ml.

Undersøkelsene har avdekket at forurensningen av eksplosiver er heterogent fordelt i de forurensede områdene. En prøve bør derfor bestå av 30 eller flere delprøver for i størst mulig grad å gi en representativ prøve. Ut fra de undersøkelsene som er gjort vil et areal på rundt 1 m² være egnet som størrelse på en flate som det blir tatt en prøve fra.

I nesten alle områdene som er blitt undersøkt er det blitt påvist rester av eksplosiver. Det er tatt prøver fra standplass for artilleri, håndvåpen, panservernraketter og stridsvogn. Det generelle inntrykket er at det på disse lokalitetene er lite rester av de målte eksplosivene. Imidlertid er det på standplass for artilleri i enkelte områder påvist høye konsentrasjoner av eksplosiver som følge av at overskudd av krutt blir brent i nærheten av standplass. Det bør derfor ses på om dagens retningslinjer for destruksjon av kruttresten kan endres, slik at forurensningen av krutt på standplass blir redusert. Noe overraskende ble det på standplass for panservern påvist relativt mye HMX. Nærmere undersøkelser må foretas for å avklare om dette er tilfellet for flere slike baner.

De høyeste konsentrasjonene av eksplosiver i målområder for artilleri og flybomber ser ikke ut til å være lokalisert til nede i kratene, men et stykke utenfor. Prøvepunktene bør derfor spres tilfeldig i målområdet og ikke nede i kratene.

I panservernbaner er forurensningen av eksplosiver konsentrert til området rundt målobjektet. I tilfeller der ammunisjonen har gått gjennom en stålplate som målobjekt, vil de høyeste konsentrasjonene av eksplosiver finnes bak målet.

Forurensningen av eksplosiver i håndgranatbaner ser ut til å være spredt utover hele banen. Ved kartlegging av eksplosivforurensning i slike baner vil det derfor være behov for å ta prøver fra hele banen.

I demoleringsfeltet på Hjerkinns finnes det høye konsentrasjoner av eksplosiver i tillegg til større klumper, men dette er begrenset til et mindre område. Det ble derimot funnet moderate mengder med eksplosiver i demoleringsfeltet i Lærdal. I sprengningsfelt blir det også kun funnet moderate mengder av eksplosiver.

I alle de undersøkte områdene der det er tatt kjerneprøver blir det påvist en reduksjon av konsentrasjonen nedover i jorda. Dette viser at hovedtyngden av eksplosivrestene befinner seg i det øvre sjiktet av jorda, sannsynligvis i form av større eller mindre partikler. Det vil derfor i de fleste tilfeller ikke være behov for å ta kjerneprøver i forbindelse med kartlegging av forurensning av eksplosiver i skyte- og øvingsfelt.

Det blir målt lave konsentrasjoner av eksplosiver i vann fra elver og bekker i nærheten av områder som er forurenset med eksplosiver. Dette kan tyde på liten avrenning fra forurensete områder.

Referanser

- [1] Arbeidsgruppe nedsatt av Forsvarets forskningspolitiske råd, "Utredning av Forsvarets FoU-virksomhet på områdene miljø og fortifikasjon. Gradering BEGRENSET," 2002.
- [2] Pennington J.C, Jenkins T.F., Ampleman G., Thiboutot S., Brannon J.M, Hewitt A.D., Lewis J, Brochu S., Diaz E., Walsh M.E., Taylor S., Lynch J.C., Clausen J., Ranney T.A., Hayes C.A., Grant C.L., Collins C.M., Bigl S.R., Yost S., and Dontsova K., "Distribution and fate of energetics on DoD test and training ranges: final report," USA Engineer Research and Development Center, Technical Report 06-13, 2006.
- [3] Jenkins T.F., Grant C.L., Brar G.S., Thorne P.G., Ranney T.A., and Schumacher P.W., "Assessment of sampling error associated with collection and analysis of soil samples at explosives-contaminated sites," US Army Corps of Engineers, Cold Regions Research & Engineering Laboratory, Special report 96-15, 1996.
- [4] Jenkins T.F., Walsh M.E., Thorne P.G., Miyares P.H., Ranney T.A., Grant C.L., and Esparza J.R., "Site characterization for explosives contamination at a military firing range impact area," USA Cold Regions Research and Engineering Laboratory, CRREL-SR-98-9, 1998.
- [5] Ampleman G., Thiboutot S., Gagnon A., Marois A., Martel R., and Lefebvre R., "Study of the impacts of OB/OD activity on soils and groundwater at the destruction area in CFAD Dundurn," Defence Research and Development Canada Valcartier, DREV R-9827, 1998.
- [6] Thiboutot S., Ampleman G., Marois A., Gagnon A., Bouchard M., Hewitt A., Jenkins T, Walsh M., Bjella K., Ramsey C., and Ranney T.A., "Environmental conditions of surface soils, CFB Gagetown training area: Delimitation of the presence of munitions related residues (Phase III, final report)," Defence Research and Development Canada Valcartier, DRDC-Valcartier TR 2004-205, 2004.
- [7] Martel R., Mailloux M., Lefebvre R., Michaud Y., Parent M., Ampleman G., Thiboutot S., Jean S., and Roy N., "Energetic materials behavior in groundwater at the Arnhem Anti-Tank range, CFB Valcartier, Québec, Canada," Institut Nationale de la Recherche Scientifique, Qu., INRS-Georessources Report 1999-02, 1999.
- [8] Martel R., Robertson T., Lewis J, Parent M., Ampleman G., Thiboutot S., Ross M., and Claret-Baril G., "Evaluation of surface and groundwater quality and environmental conditions at the WATC Wainwright, Alberta," Institut national de la Recherche Scientifique, Quebec, INRS-ETE Report R-739, 2004.
- [9] Thiboutot S., Ampleman G., Martel R., Paradis D., and Lefebvre R., "Environmental characterization of Canadian Forces Base Shilo training area (battleruns) following GATES closure.," Val-Belair, Quebec: Defence Research and Development Canada - Valcartier, DREV TR 2001-126, 2001.
- [10] Thiboutot S., Ampleman G., Marois A., Gagnon A., Bouchard M., Hewitt A., Jenkins T., Walsh M., and Bjella K., "Environmental condition of surface soils, and biomass prevailing in the training area at CFB Gagetown, New Brunswick," Val-Belair, Quebec: Defence Research and Development Canada - Valcartier, DRDC Valcartier TR 2003-016, 2003.

- [11] Jenkins T.F, Pennington J.C, Ranney T.A., Berry T.E., Miyares P.H., Walsh M.E., Hewitt A.D., Perron N.M., Parker L.V., Hayes C.A., and Wahlgren E., "Characterization of explosives contamination at military firing ranges," Hanover, NH:U.S. Army Engineer Research and Development Center,ERDC TR-01-05, 2001.
- [12] Ampleman G., Thiboutot S., Martel R., Edlund C., Karlsson R-M., Ahlberg M., Sjöström J., Qvarfort U., Bladfält K., van Ham N., and Duvalois W., "Evaluation of the contamination by explosives and metals in soils at the Älvdalen shooting range. Part I:Investigation strategies and sampling," FOI - Swedish Defence Research Agency,FOI-R--1619--SE, 2005.
- [13] Wingfors H., Edlund C., Hägglund L., Waleij A., Sjöström J., Karlsson R-M., Leffler P., Qvarfort U., Ahlberg M., Thiboutot S., Ampleman G., Martel R., Duvalois W., Creemers A., and van Ham N., "Evaluation of the contamination by explosives and metals in soils at the Älvdalen shooting range. Part II: Results and discussion," FOI - Swedish Defence Research Agency,FOI-R--1877--SE, 2006.
- [14] Jensen T., Laugesen J., and Ness L.M., "Dumpet ammunisjon i Mjøsa. Sedimentundersøkelser og vurdering av spredning av dumpet ammunisjon i Mjøsa," Det Norske Veritas,Rapport nr. 2001-0478, 2001.
- [15] Ellefsen V., "Statsbygg - prosjekt 10647 oppfølging av deponier og forurenset grunn med spesialavfall etter siste krig. Lok. nr 0235 026 Vilbergstjern Ullensaker kommune i Akershus. Innledende kartlegging," Promitek as,2003.
- [16] Ellefsen V., "Statsbygg - prosjekt 10821 oppfølging av deponier og forurenset grunn med spesilaavfall etter siste krig. Lok. nr 2020 016 Porsvatnet - Porsanger kommune i Finnmark, Lok. nr 2020 017 Otermoen 2, Porsanger kommune i Finnmark, Lok. nr 2021 006 Krigsetterlattenskaper i Karasjokka - Karasjokk kommune i Finnmark," Promitek as,2004.
- [17] Ellefsen V., "Statsbygg - prosjekt 10647 oppfølging av deponier og forurenset grunn med spesialavfall etter siste krig. Lok. nr 0532 010 Randsfjorden Jevnaker kommune i Oppland. Revidert rapport fra innledende kartlegging (erstatte notat av 11.11.2003)," Promitek as,2004.
- [18] Johnsen A. and Ljønes M., "Kartlegging av forurensning i Indre Horten havn," Forsvarets forskningsinstitutt,FFI/RAPPORT-2000/02206, 2000.
- [19] Mørch T., Pedersen R., Sørli S., Breyholtz B., Lambertsen E., and Farestveit T., "Avrenning fra Forsvarets skyte- og øvingsfelt. Overvåkning av vannforurensning. Program Grunnforurensning 2006.," Sweco Grøner,Rapport nr.:152030-1, 2007.
- [20] Lamnevik S., "Eksplisivämneskjemi," Försvarets forskningsanstalt, FOA,1983.
- [21] Voie Ø.A., "Toksikologiske og kjemiske egenskaper av sprengstoff og komponenter i ammunisjon," Forsvarets forskningsinstitutt,FFI/RAPPORT-2005/00444, 2005.
- [22] Meyer R., Köhler J., and Homburg A., *Explosives*, 5 ed. Weinheim: Wiley-VCH GmbH, 2002.
- [23] ChemIDPlus, "<http://chem.sis.nlm.nih.gov/chemidplus/>," 2007.
- [24] Urbanski T., *Chemistry and technology of explosives*. Warszawa: PWN - Polish Scientific Publisher, 1964.

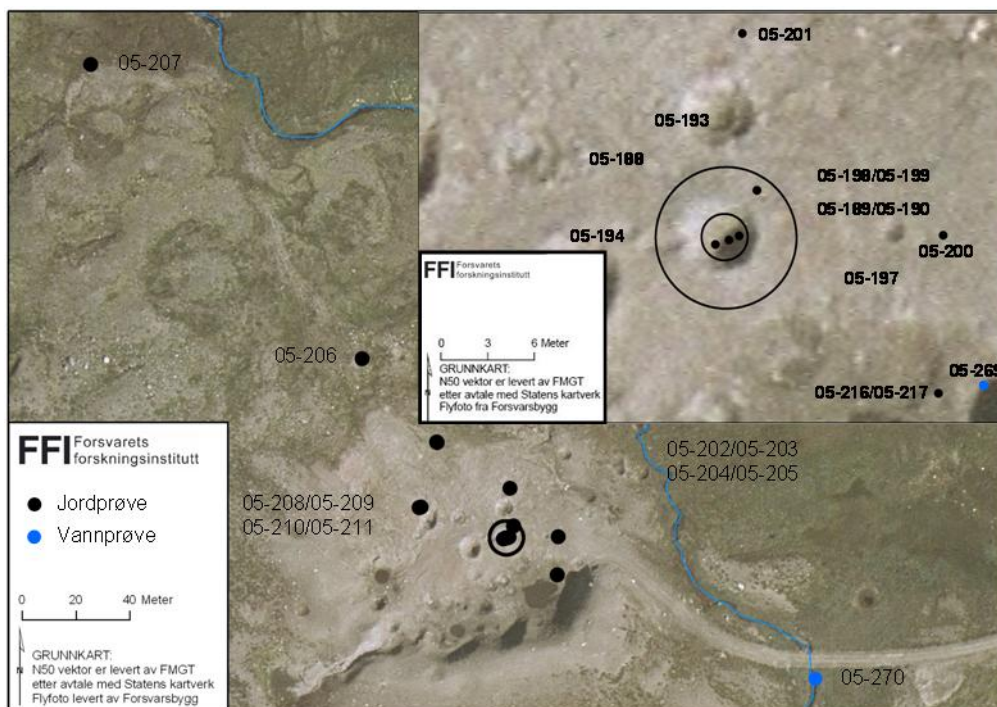
- [25] Hewitt A.D., "Characterizing range scrap and developing quality assurance coupons for hot gas decontamination trials," US Army Corps of Engineers. Engineer Research and Development Center. Cold Regions Research and Engineering Laboratory, ERDC/CRREL TR-01-7, 2001.
- [26] Walsh M.E., Jenkins T.F, and Thorne P.G., "Laboratory and analytical methods for explosives residues in soil," *Journal of energetic materials*, vol. 13, pp. 357-383, 1995.
- [27] McFarlan S., "2,4,6-Trinitrotoluene Pathway Map," 2007.
- [28] <http://atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp81.pdf>, "Toxicological profile for 2,4,6-Trinitrotoluene," U.S.Department of Health and Human Services, ATSDR, 1995.
- [29] Lachance B., Renoux A.Y., Sarrazin M., Hawari J., and Sunahara G.I., "Toxicity and bioaccumulation of reduced TNT metabolites in the earthworm *Eisenia andrei* exposed to amended forest soil," *Chemosphere*, vol. 55, pp. 1339-1348, 2003.
- [30] Demartin F., Filippini G., Gavezzotti A., and Rizzato S., "X-ray diffraction and packing analysis on vintage crystals: Wilhelm Koerner's nitrobenzene derivatives from the School of Agricultural Science in Milano," *Acta Crystallographica Section B*, vol. 60, pp. 609-620, 2004.
- [31] Sheremata T.W. and Hawari J., "Cyclodextrins for desorption and solubilization of 2,4,6-trinitrotoluene and its metabolites from soil," *Environmental Science & Technology*, vol. 34, no. 16, pp. 3462-3468, 2000.
- [32] Hewitt A.D., Jenkins T.F, Ranney T.A., Stark J.A., Walsh M.E., Taylor S., Walsh M.R., Lambert D.J., Perron N.M., Collins C.M., and Karn R., "Estimates of explosives residue from the detonation of Army munitions," U.S. Army Engineer Research and Development Center, Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Hanover, New Hampshire, ERDC/CRREL TR-03-16, 2003.
- [33] Jenkins T.F, Ranney T.A., Hewitt A.D., Walsh M.E., and Bjella K.L., "Representative sampling for energetic compounds at an antitank firing range," Hanover, NH: U.S. Army Engineer Research and Development Center, ERDC/CRREL TR-04-7, 2004.
- [34] Jenkins T.F., Walsh M.E., Thorne P.G., Thiboutot S., Ampleman G., Ranney T.A., and Grant C.L., "Assessment of sampling error associated with collection and analysis of soil samples at a firing range contaminated with HMX," USA Cold Regions Research and Engineering Laboratory, CRREL-SR-97-22, 1997.
- [35] Cameron D.R., Nyborg M., Toogood J.A., and Lavery D.H., "Accuracy of field sampling for soil tests," *Canadian Journal of Soil Science*, vol. 51, pp. 165-175, 1971.
- [36] Gilbert R.O., *Statistical methods for environmental pollution monitoring*, 1st edition ed. New York: Van Nostrand Reinhold Co, 1987.
- [37] Huesemann M.H., "Guidelines for the development of effective statistical soil sampling strategies for environmental applications," in *Hydrocarbon contaminated soil and groundwater*. Calabrese E.J. and Kostecki P.T., Eds. Amerst, Massachusetts: Association for the environmental health of soil, 1994, pp. 47-96.
- [38] Thiboutot S., Ampleman G., and Hewitt A.D., "Guide for characterization of sites contaminated with energetic materials," US Army Corps of Engineers, Engineer Research and Development Center, ERDC/CRREL TR-02-1, 2002.

- [39] Thiboutot S., Ampleman G., Brochu S., Martel R., Sunahara G., Hawari J., Nicklin S., Provatas A., Pennington J.C, Jenkins T.F, and Hewitt A., "Protocol for energetic materials-contaminated sites characterization. Final report Volume II," The Technical Cooperation Program. WPN Group - Conventional Weapon Technology. Technical Panel 4. Energetic Materials and Propulsion Technology,2003.
- [40] Walsh M.R., "Field sampling tools for explosives residues developed by CRREL," US Army Corps of Engineers, Engineer Research and Development Center, Cold Regions Research and Engineering Laboratory,ERDC/CRREL TN-04-1, 2004.
- [41] Jenkins T.F, Thorne P.G., McCormick E.F., and Myers K.F., "Preservation of water samples containing nitroaromatics and nitramines. Special report 95-16.," U.S. Army Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Hanover, N.H.: 1995.
- [42] Johnsen A., Strømseng A.E., Karsrud T.E., Ljønes M., Parmer M.P., John S., Lunder H., Larsen A., and Myran A., "Bestemmelse av utlekkingspotensialet i masser fra Haukberget I og II i Hjerkins skyte- og øvingsfelt,"FFI/RAPPORT 2008/00110, 2008.

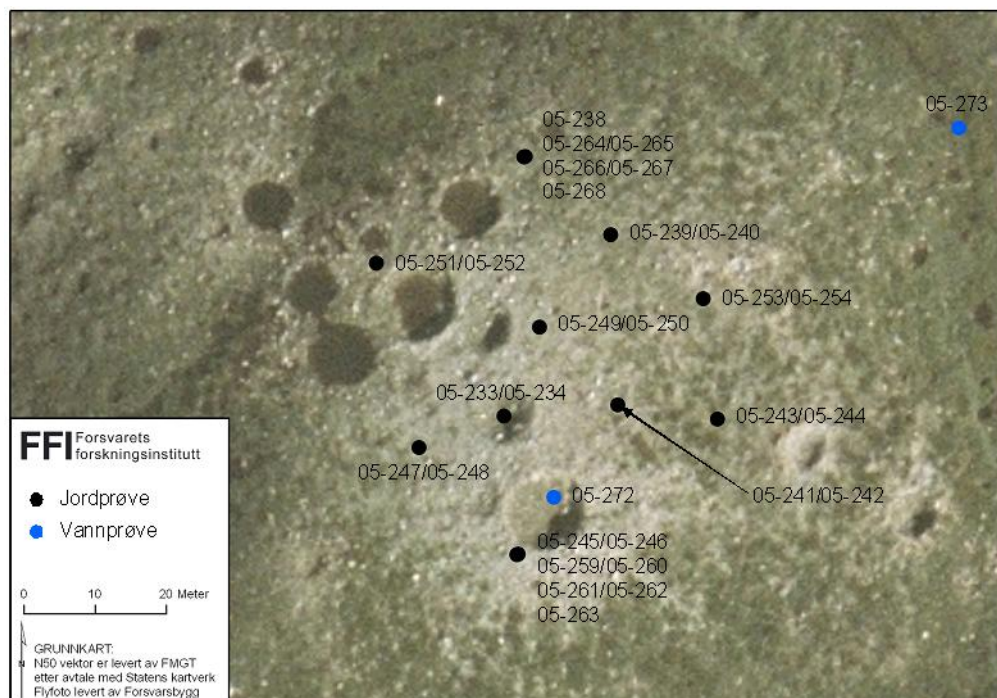
Forkortelser

2,4-DNT	2,4-dinitrotoluen
2-ADNT	2-amino-4,6-dinitrotoluen
3,4-DNT	3,4-dinitrotoluen
4-ADNT	4-amino-2,6-dinitrotoluen
ADNT	2-amino-4,6-dinitrotoluen + 4-amino-2,6-dinitrotoluen
APCI	Atmosfærisk trykk kjemisk ionisering
CRREL	US Army Corps of Engineers, Cold Regions Research & Engineering Laboratory
DNB	1,3-dinitrobensen
DNT	2,4-dinitrotoluen + 2,6-dinitrotoluen
DRDC	Defence Research and Development Canada
ESI	Elektrospray ionisering
FLO	Forsvarets logistikkorganisasjon
HMX	1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazosin
LC/MS	Væskrokromatograf/massespektrometri
Na ₂ SO ₄	Natriumsulfat
NaHSO ₄	Natriumhydrogensulfat
NC	Nitrocellulose
NG	Nitroglyserin
PETN	Pentaeritryl tetranitrat
RDX	1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin
RFK	Rekylfri kanon
rpm	Runder per minutt
RS-RDX	”reduced sensitivity” RDX
Tetryl	2,4,6-trinitrofenylmetylnitramin
TNB	1,3,5-trinitrobensen
TNT	2,4,6-trinitrotoluen

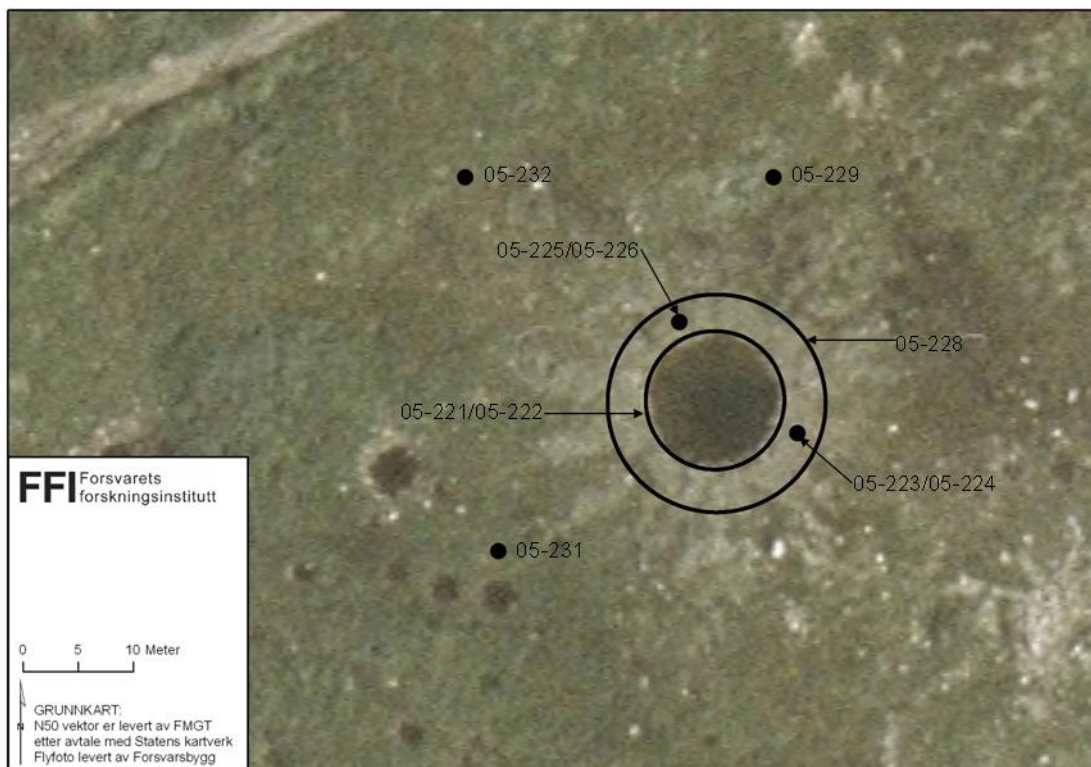
Appendix A Oversikt over analyserte prøver



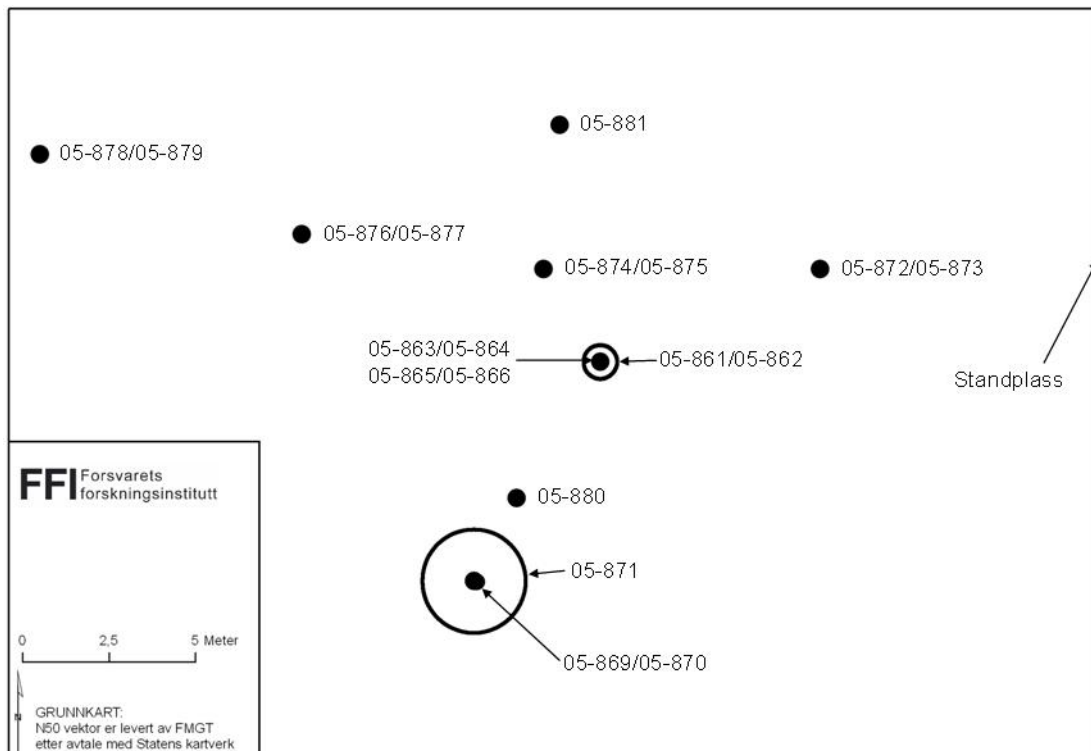
Figur A.1 Oversikt over lokaliseringen til analyserte prøver i demoleringsfeltet i Hjerkinn skyte- og øvingsfelt, der internt prøvenummer er angitt for hvert prøvepunkt.



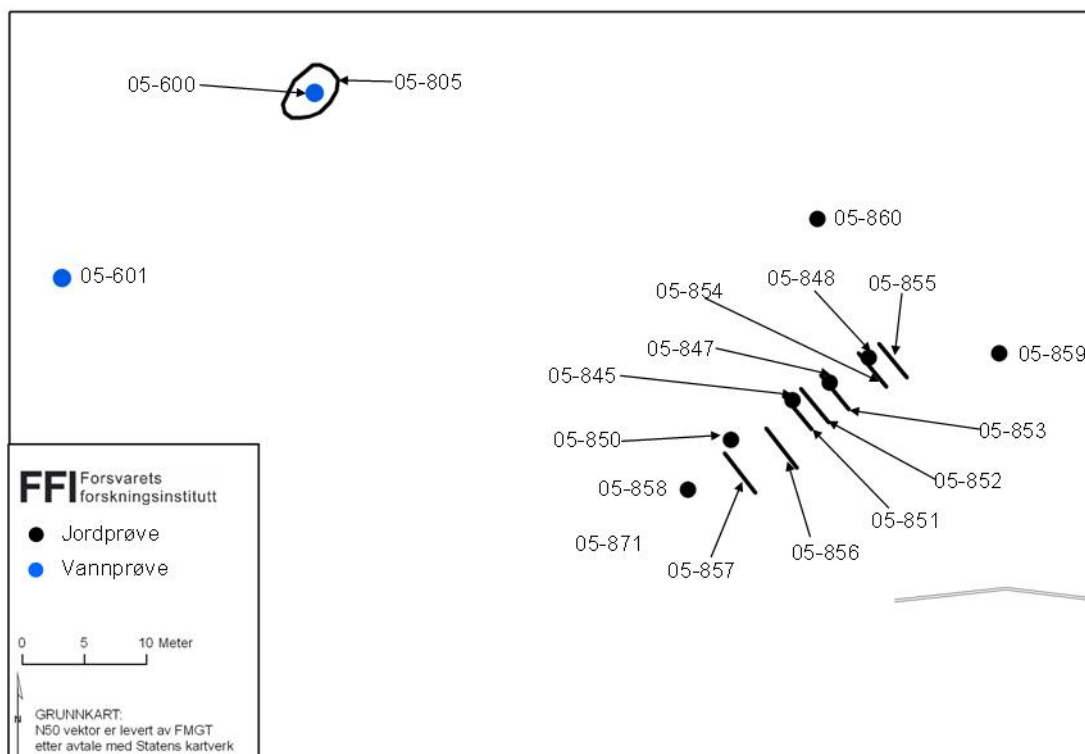
Figur A.2 Oversikt over lokaliseringen til analyserte prøver i et kraterområde i flybombefeltet i Hjerkinn skyte- og øvingsfelt, der internt prøvenummer er angitt for hvert prøvepunkt.



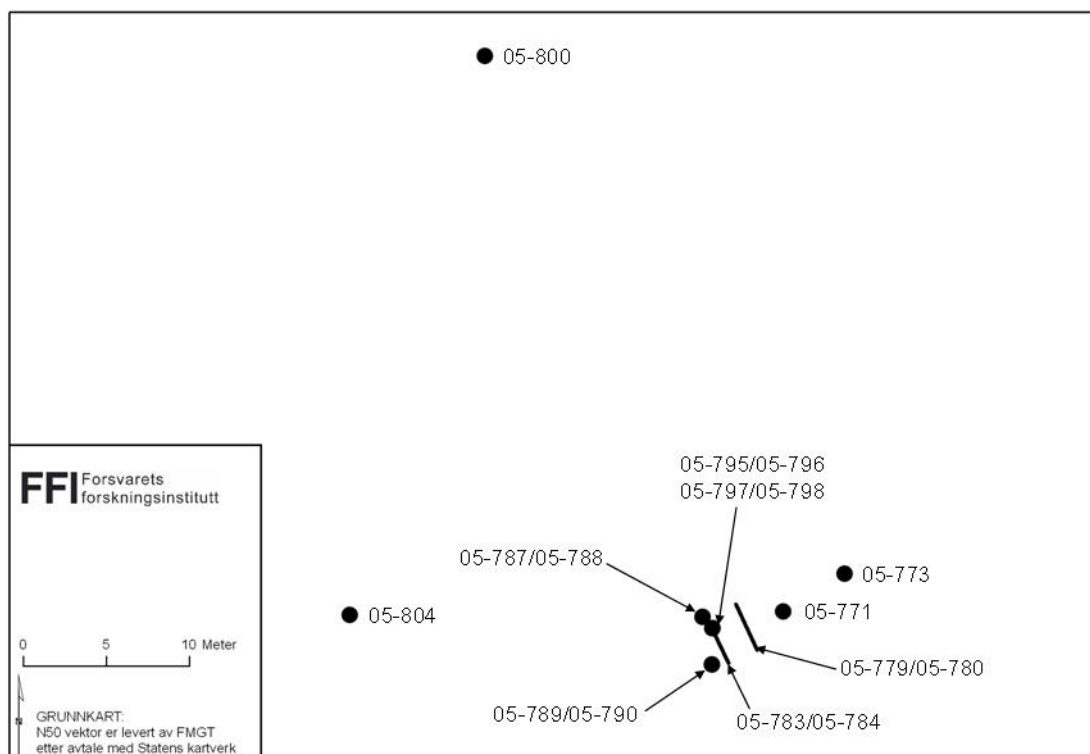
Figur A.3 Oversikt over lokaliseringen til analyserte prøver rundt et krater i flybombefeltet i Hjerkinnskyte- og øvingsfelt, der internt prøvenummer er angitt for hvert prøvepunkt.



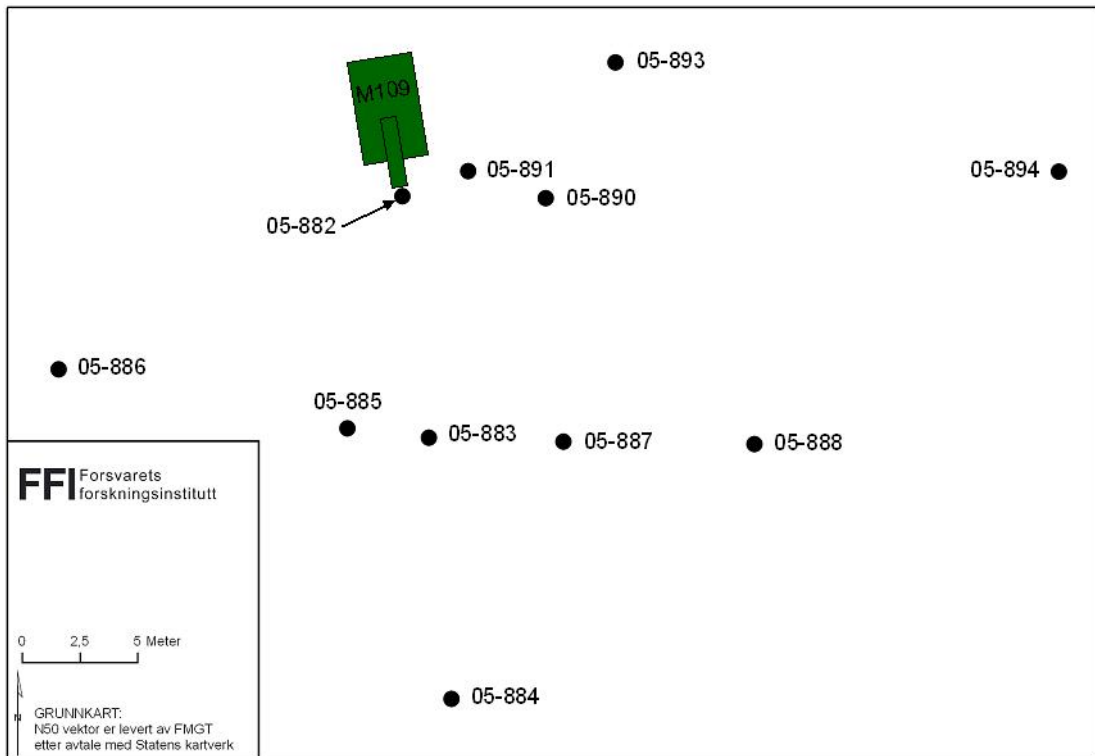
Figur A.4 Oversikt over lokaliseringen til analyserte prøver fra en håndgranatbane i Setermoenskyte- og øvingsfelt, der internt prøvenummer er angitt for hvert prøvepunkt.



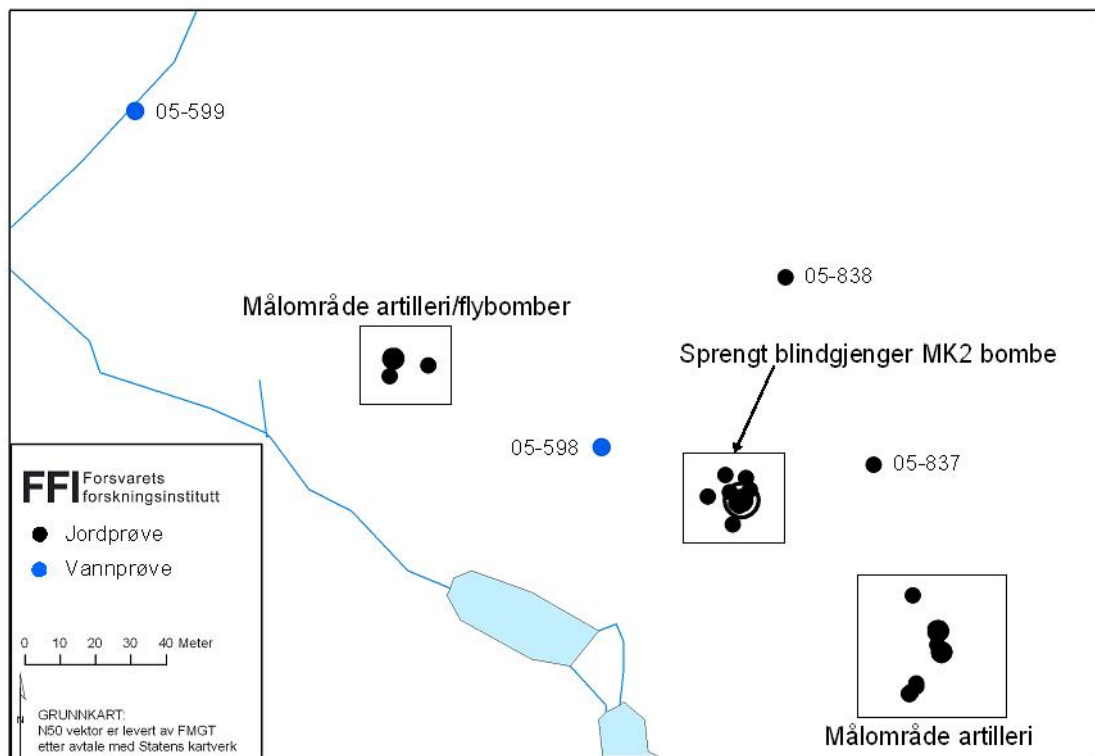
Figur A.5 Oversikt over lokaliseringen til analyserte prøver på standplass til en panservernbane i Setermoen skyte- og øvingsfelt, der internt prøvenummer er angitt for hvert prøvepunkt.



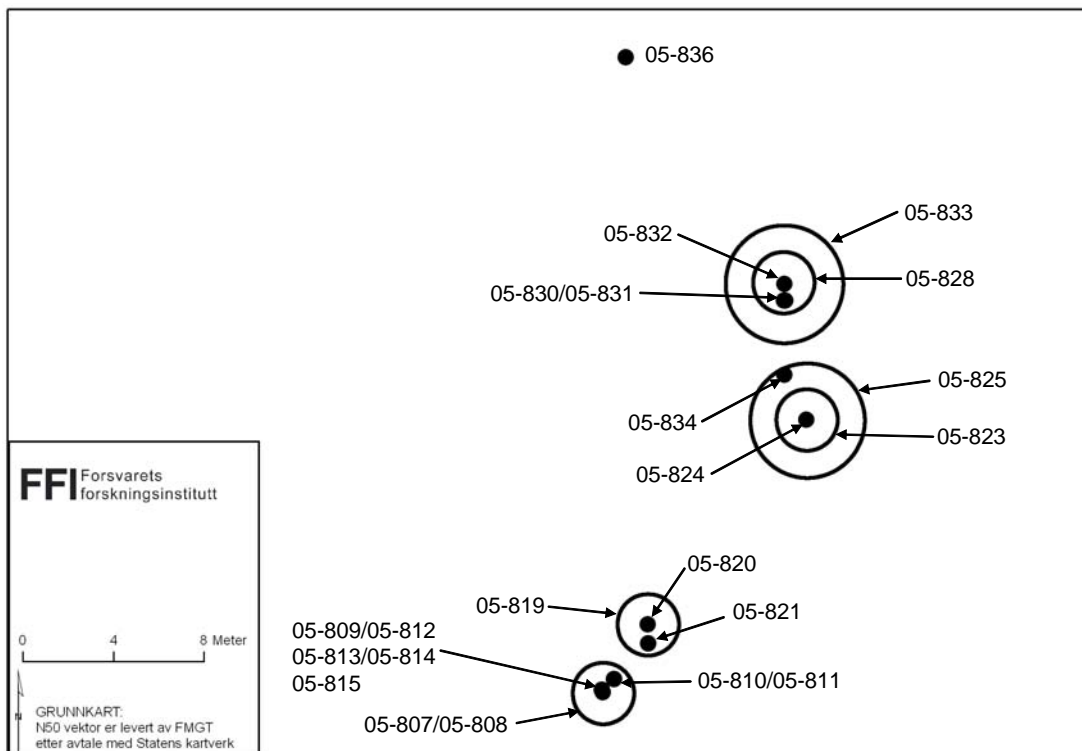
Figur A.6 Oversikt over lokaliseringen til analyserte prøver i målområdet til en panservernbane i Setermoen skyte- og øvingsfelt, der internt prøvenummer er angitt for hvert prøvepunkt.



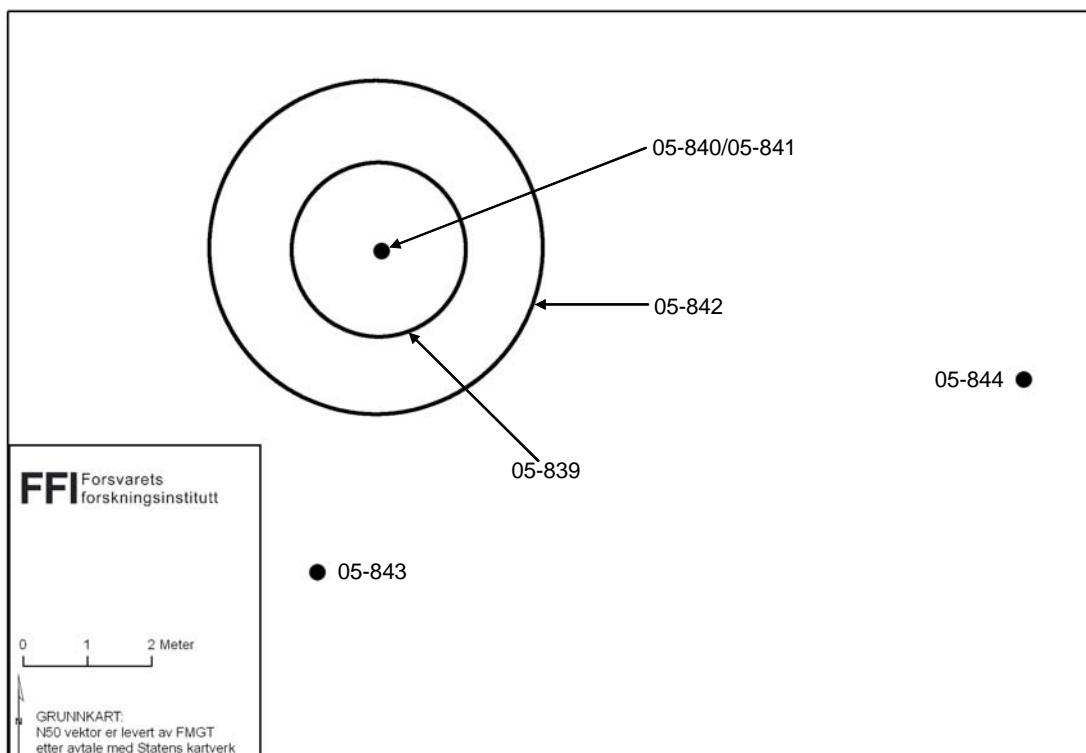
Figur A.7 Oversikt over lokaliseringen til analyserte prøver på standplass til artilleri i Setermoen skyte- og øvingsfelt, der internt prøvenummer er angitt for hvert prøvepunkt.



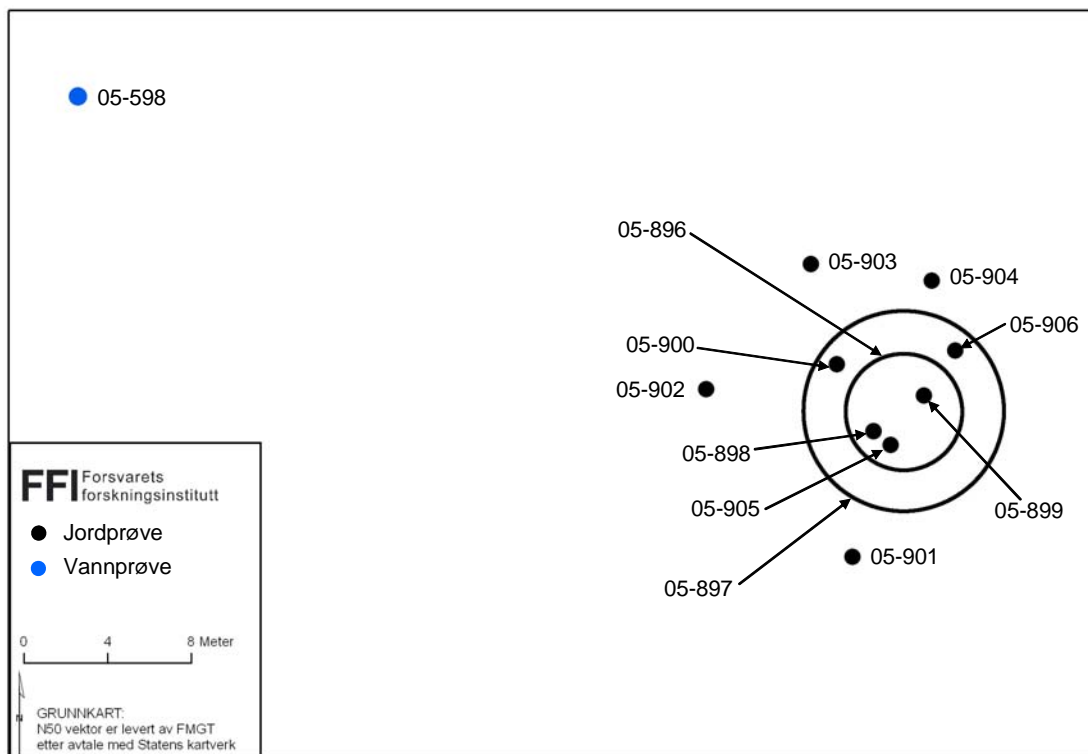
Figur A.8 Oversikt over analyserte prøver tatt i målområdet for artilleri i Setermoen skyte- og øvingsfelt, der internt prøvenummer er angitt for hvert prøvepunkt. Prøver innenfor avmerkede firkanter er vist i egne figurer under.



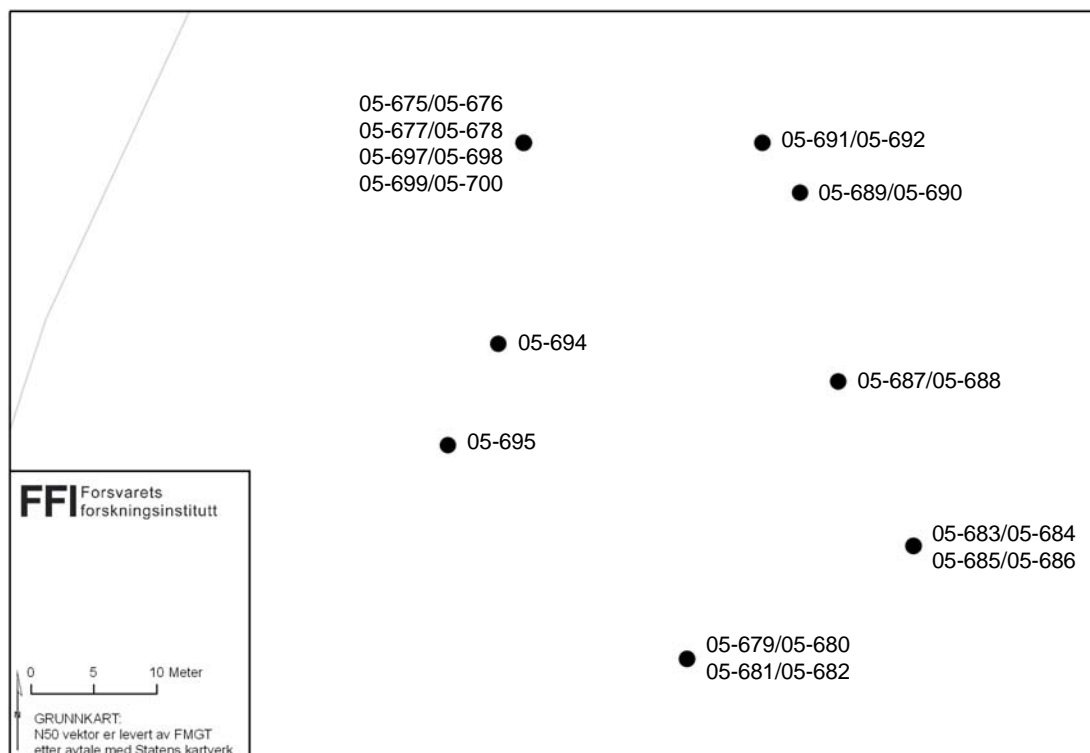
Figur A.9 Oversikt over analyserte prøver i målområdet til artilleri i Setermoen skyte- og øvingsfelt, der internt prøvenummer er angitt for hvert prøvepunkt.



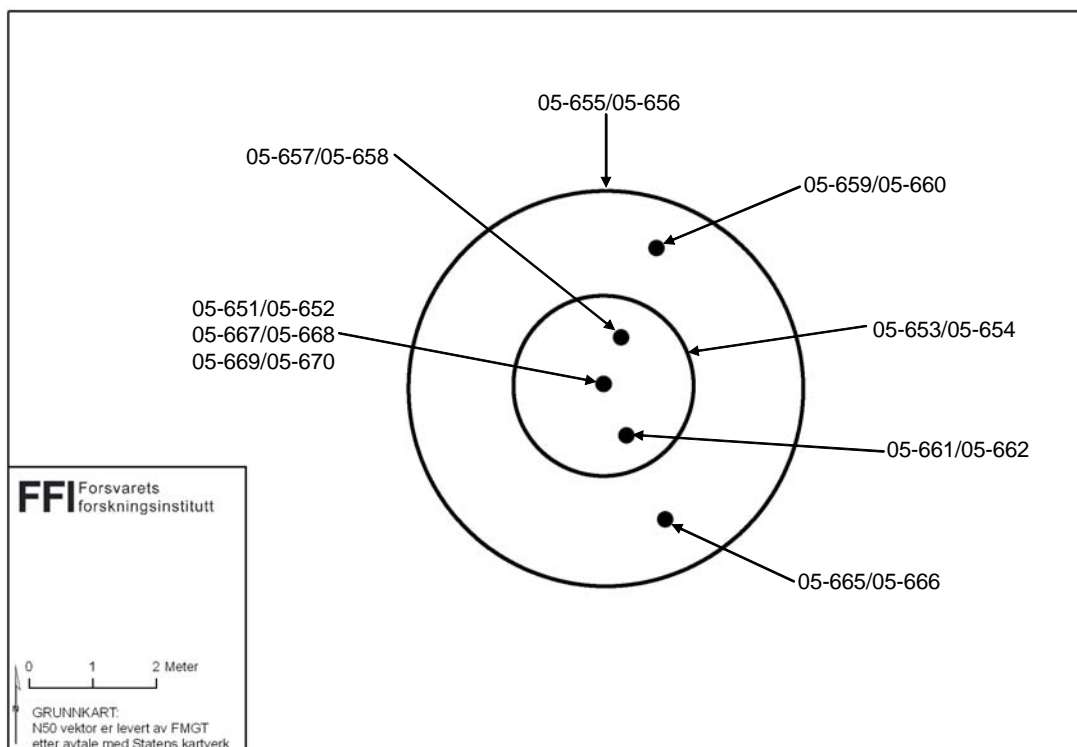
Figur A.10 Oversikt over analyserte prøver i målområdet for artilleri/flybomber i Setermoen skyte- og øvingsfelt, der internt prøvenummer er angitt for hvert prøvepunkt.



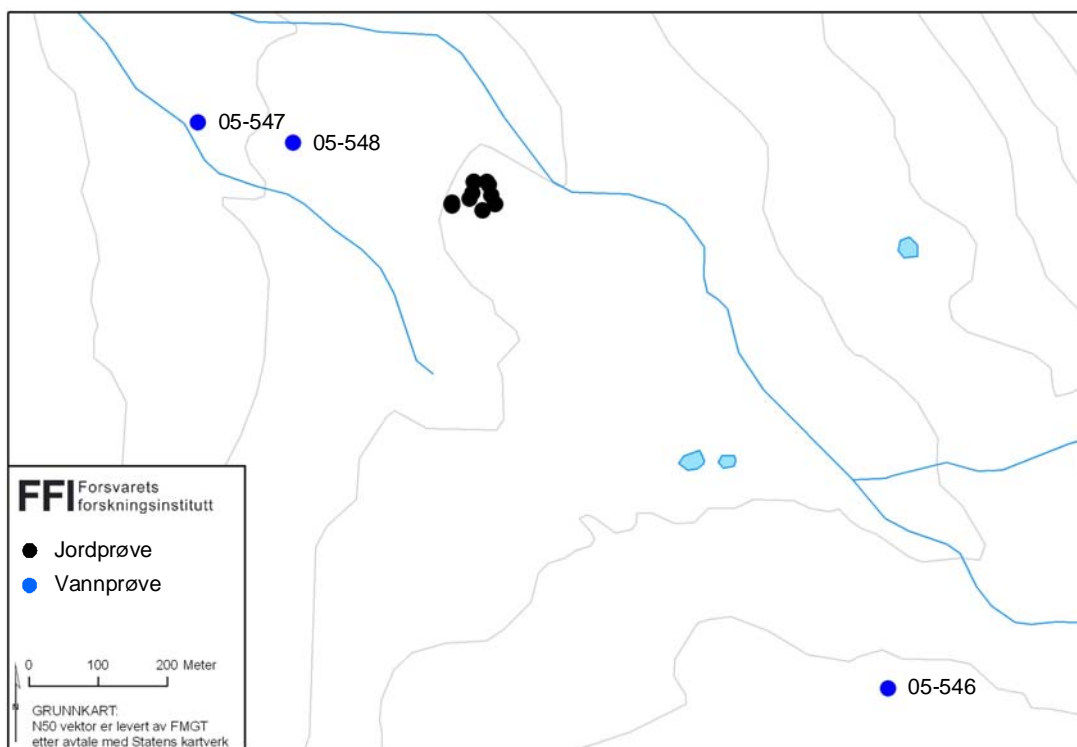
Figur A.11 Oversikt over analyserte prøver rundt sprengt blindgjenger MK2 bombe i Setermoen skyte- og øvingsfelt, der internt prøvenummer er angitt for hvert prøvepunkt.



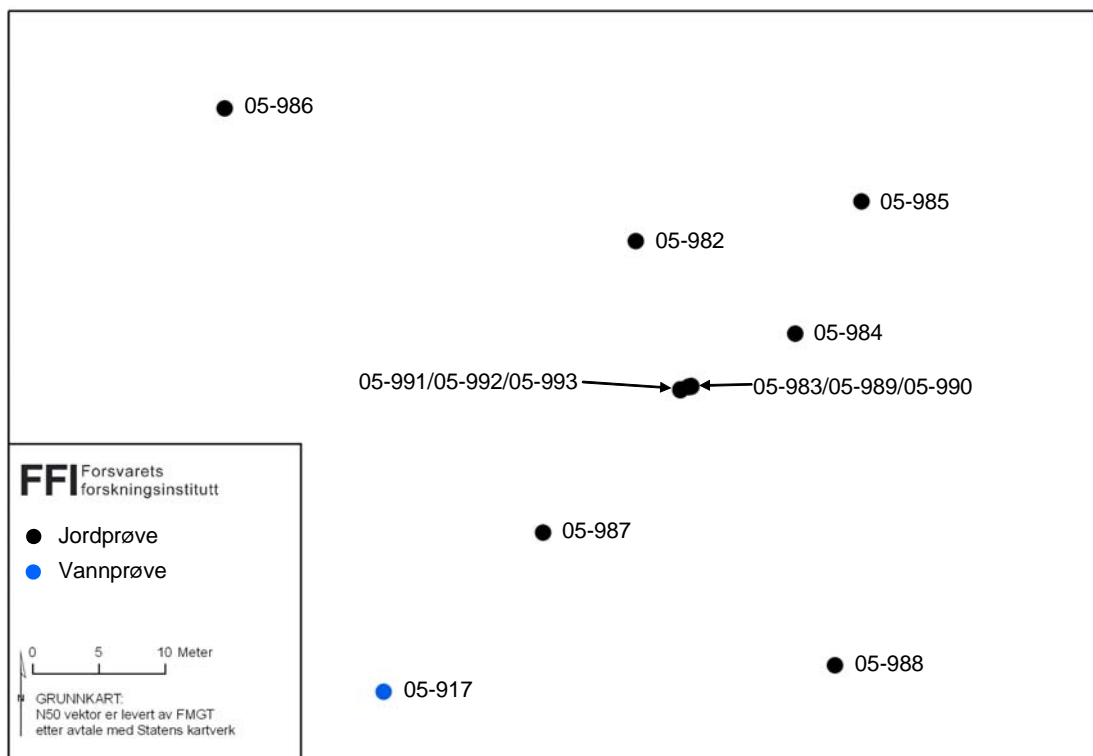
Figur A.12 Oversikt over analyserte prøver i planert flate i flybombefeltet i Halkavarré skyte- og øvingsfelt, der internt prøvenummer er angitt for hvert prøvepunkt.



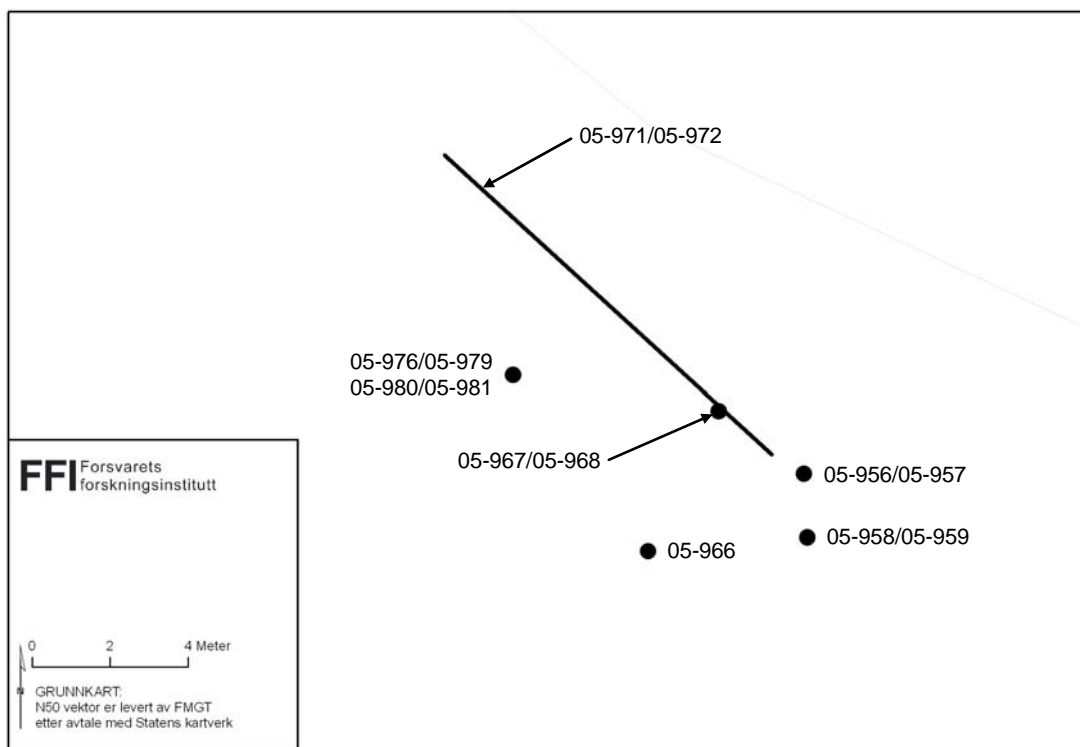
Figur A.13 Oversikt over analyserte prøver fra et bombekrater i kant av planert flate i Halkavarre skyte- og øvingsfelt, der internt prøvenummer er angitt for hvert prøvepunkt.



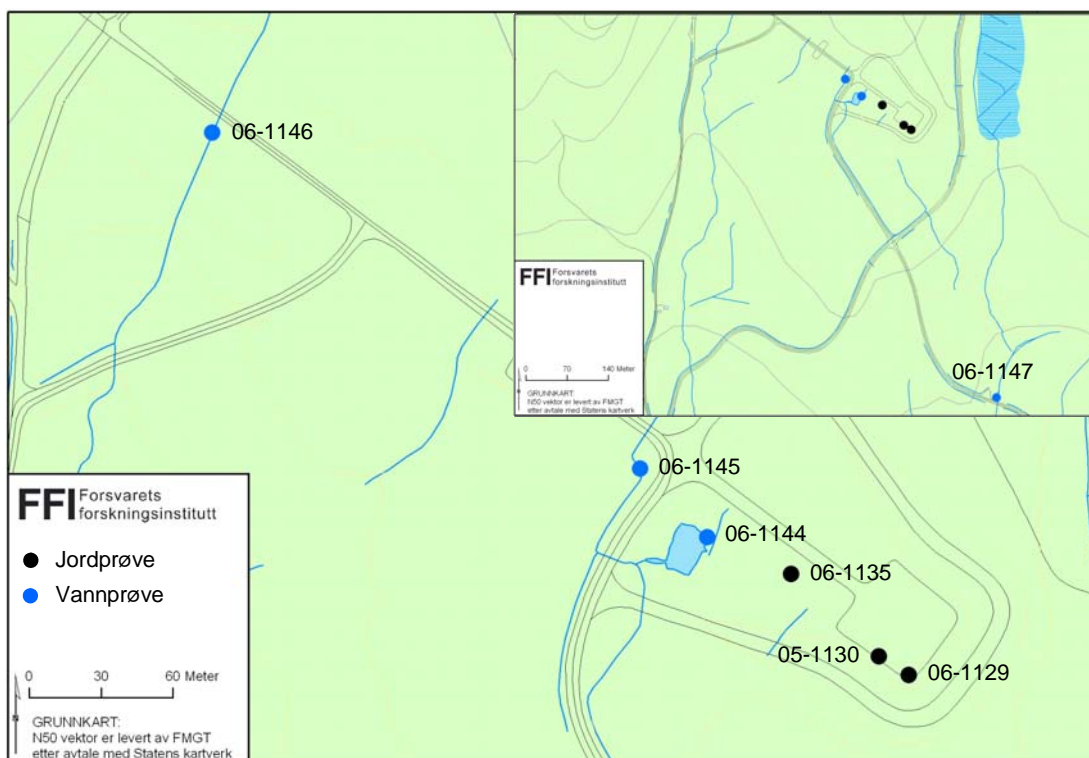
Figur A.14 Oversikt over vannprøver tatt i flybombefeltet i Halkavarre skyte- og øvingsfelt, der internt prøvenummer er angitt for hvert prøvepunkt



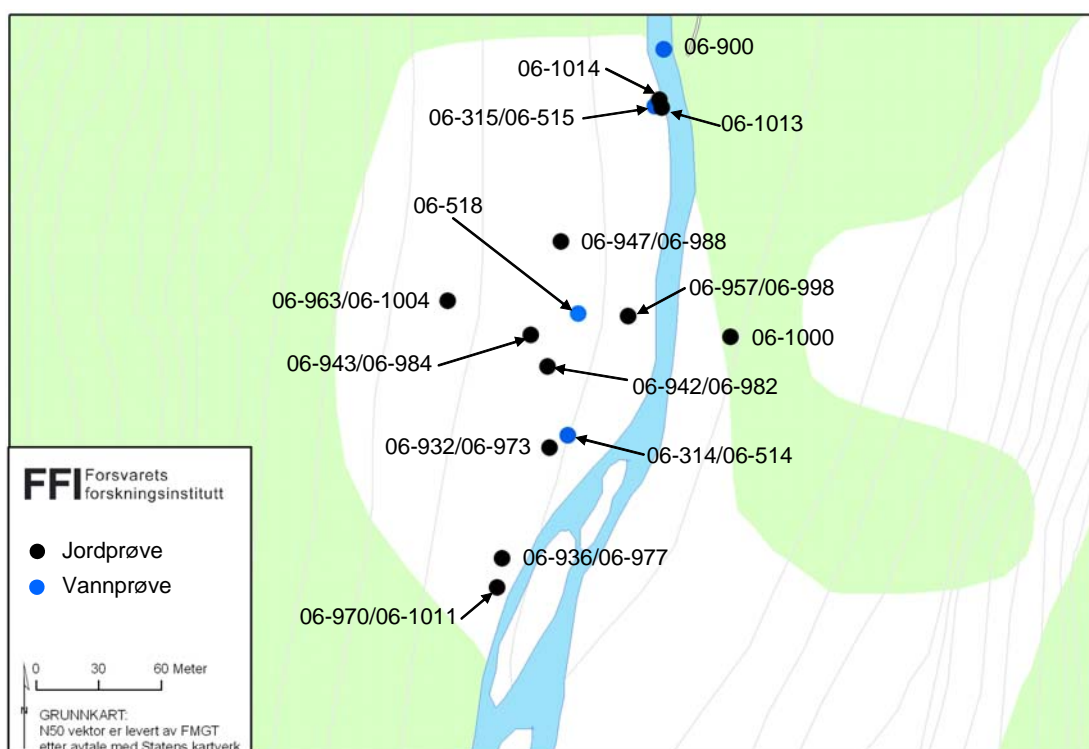
Figur A.15 Oversikt over analyserte prøver i sprengningsfelt i Terningmoen skyte- og øvingsfelt, der internt prøvenummer er angitt for hvert prøvepunkt.



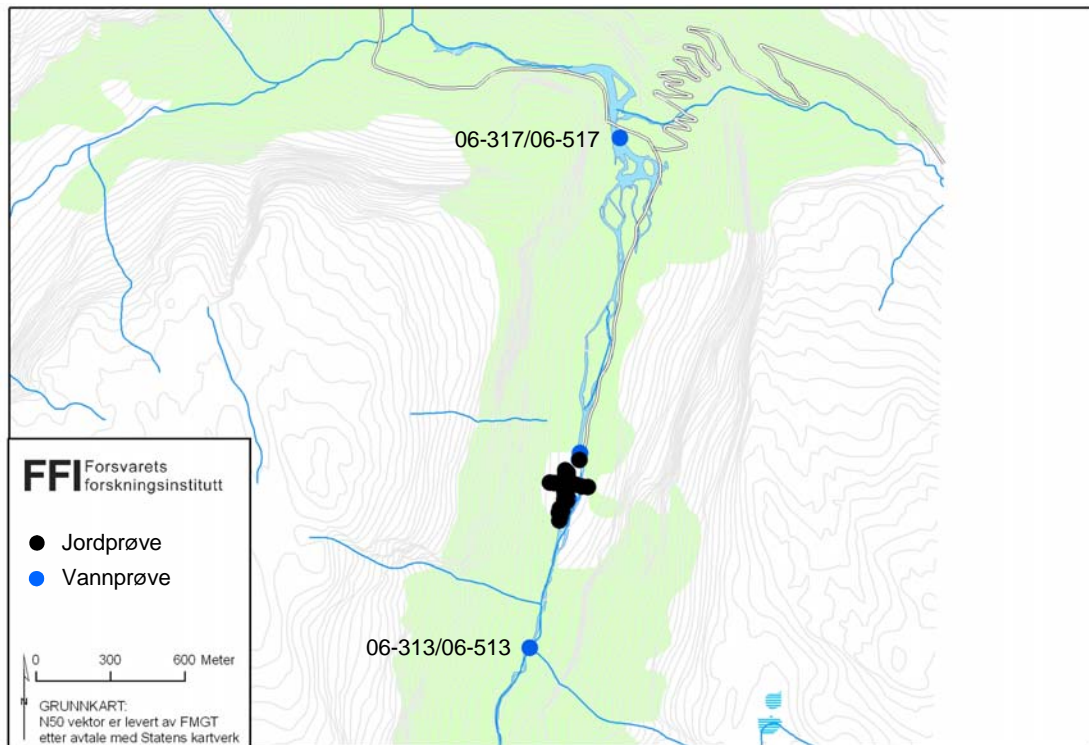
Figur A.16 Oversikt over analyserte prøver på standplass for håndvåpen i Terningmoen skyte- og øvingsfelt, der internt prøvenummer er angitt for hvert prøvepunkt.



Figur A.17 Oversikt over analyserte prøver på standplass for stridsvogn i Terningmoen skyte- og øvingsfelt, der internt prøvenummer er angitt for hvert prøvepunkt.



Figur A.18 Oversikt over analyserte prøver i demoleringsfeltet til destruksjonsanlegget i Lærdal, der internt prøvenummer er angitt for hvert prøvepunkt.



Figur A.19 Oversikt over analyserte vannprøver fra referansestasjon oppstrøms Nivla og ved administrasjonshuset 1300 meter nedstrøms demoleringsfeltet til destruksjonsanlegget i Lærdal, der intern prøvenummer er angitt for hvert prøvepunkt.

Appendix B Analyserapporter



Forsvarets forskningsinstitutt
Avdeling Beskyttelse

Dato: 19.04.2007

Analyserapport M07/001

Side 1 av 5

Analyserapport nr M07/001 Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter

Oppdragsgiver: FFI
Anmerkninger: Ingen

Antall prøver: 61
Mottatt dato: 24.06.2005

Analyserapporten gjelder følgende analyser:

Analyse-parameter	Metode identitet	Omfattes av akkreditering	Måleområde $\mu\text{g/g}$	Usikkerhet, %
HMX	G1	Nei	0,025-50	
RDX	G1	Nei	0,025-50	
TNB	G1	Nei	0,025-50	
DNB	G1	Nei	0,025-50	
TNT	G1	Nei	0,025-50	
DNT	G1	Nei	0,025-50	
ADNT	G1	Nei	0,025-50	
PETN	G1	Nei	0,025-50	
NG	G1	Nei	2,5-50	
Tetryl	G1	Nei	2,5-50	

Denne analyserapporten består av i alt 5 sider. Analyserapporten gjelder analyse av prøvene slik de ble mottatt av FFI. Rapporten kan ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning av FFI.

Kjeller, 19. april 2007

Helle K. Rosslund
Helle K Rosslund
Senioringeniør

Saksbehandler : Helle K Rosslund

Adresse : Postboks 25, 2007 Kjeller

Innvalg : 63 80 78 84

Sentralbord : 63 80 70 00

Telefax : 63 80 75 09

Mil retn nr: 0505

Organisasjonsnr: 970 963 340 MVA

Bankgiro: 7101.05.00030

Postgiro: 0801 5045745



ANALYSE AV EKSPLOSIVER OG NEDBRYTNINGSPRODUKTER I JORD FRA HJERKINN SKYTEFELT

Instrument: LC-MS, single quadropole, simultan ESI/APCI i negativ mode, Agilent Technologies.
Operator: Helle K Rossland

<i>FFI-nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>
	Svånådalen demoleringsfelt
05-188	Bunn av krater, skuffe, 37 delprøver
05-189	Ring i krater 60 cm opp, skuffe, 36 delprøver
05-190	Ring i krater 60 cm opp, prøvekop, 31 delprøver
05-193	Sektorflate 2, skuffe, 30 delprøver
05-194	Sektorflate 6, prøvekop, 30 delprøver
05-197	Omkrets 5 m utenfor krater, prøvekop, 48 delprøver
05-198	Sektorflate 17, skuffe, 50 delprøver
05-199	Sektorflate 17, prøvekop, 50 delprøver
05-200	1 m ² 15 m fra krater i sektorflate 25, skuffe, 30 delprøver
05-201	1 m ² 15 m fra krater i sektorflate 31, skuffe, 30 delprøver
05-202	Under TNT-klump: 10-17 cm
05-203	Under TNT-klump: 5-10 cm
05-204	Under TNT-klump: 0-5 cm
05-205	Rundt TNT-klump, skuffe, 30 delprøver
05-206	Gammelt krater, litt unna, skuffe, 50 delprøver
05-207	Referanseprøve, oppe i skråning, 30 delprøver
05-208	Under metallrør: 10-15 cm
05-209	Under metallrør: 5-10 cm
05-210	Under metallrør: 0-5 cm
05-211	Rundt metallrør, skuffe, 30 delprøver
05-216	Sektorflate 4, prøvekop, 30 delprøver
05-217	Sektorflate 4, skuffe, 30 delprøver



<i>FFI-nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>
	Grisungdalen flybombefelt
05-221	Langs kraterkant, skuffe, 40 delprøver
05-222	Langs kraterkant, prøvekopp, 40 delprøver
05-223	Sektorflate 3, skuffe, 50 delprøver
05-224	Sektorflate 3, prøvekopp, 50 delprøver
05-225	Sektorflate 8, skuffe, 50 delprøver
05-226	Sektorflate 8, prøvekopp, 50 delprøver
05-228	Omkrets 5 m utenfor krater, prøvekopp, 50
05-229	1 m ² 15 m ut fra sektorflate 5, skuffe, 30 delprøver
05-231	1 m ² 16 m ut fra sektorflate 2, prøvekopp, 30 delprøver
05-232	1 m ² 21 m ut fra sektorflate 4, prøvekopp, 30 delprøver
05-233	1 m ² nede i krater, prøvekopp, 30 delprøver
05-234	1 m ² nede i krater, skuffe, 30 delprøver
05-238	1 m ² ute ved kanten, skuffe, 30 delprøver
05-239	1 m ² på flaten, prøvekopp, 30 delprøver
05-240	1 m ² på flaten, skuffe, 30 delprøver
05-241	1 m ² på flaten, prøvekopp, 30 delprøver
05-242	1 m ² på flaten, skuffe, 30 delprøver
05-243	1 m ² ved lite krater, prøvekopp, 30 delprøver
05-244	1 m ² ved lite krater, skuffe, 30 delprøver
05-245	1 m ² ved kant stort krater, prøvekopp, 30 delprøver
05-246	1 m ² ved kant stort krater, skuffe, 30 delprøver
05-247	1 m ² ved 2 kratre, prøvekopp, 30 delprøver
05-248	1 m ² ved 2 kratre, skuffe, 30 delprøver
05-249	1 m ² midt på flaten, prøvekopp, 30 delprøver
05-250	1 m ² midt på flaten, skuffe, 30 delprøver
05-251	1 m ² ved stort krater, prøvekopp, 30 delprøver
05-252	1 m ² ved stort krater, skuffe, 30 delprøver
05-253	1 m ² ved kanten av flaten, prøvekopp, 30 delprøver
05-254	1 m ² ved kanten av flaten, skuffe, 30 delprøver
05-259	Kjerneprobe ved kant stort krater, 33-43 cm
05-260	Kjerneprobe ved kant stort krater, 23-33 cm
05-261	Kjerneprobe ved kant stort krater, 10-23 cm
05-262	Kjerneprobe ved kant stort krater, 5-10 cm
05-263	Kjerneprobe ved kant stort krater, 0-5 cm
05-264	Kjerneprobe ute ved kanten, 30-39 cm
05-265	Kjerneprobe ute ved kanten, 20-30 cm
05-266	Kjerneprobe ute ved kanten, 10-20 cm
05-267	Kjerneprobe ute ved kanten, 5-10 cm
05-268	Kjerneprobe ute ved kanten, 0-5 cm



Akronym	Forklaring
HMX	Oktahydro-1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazosin
RDX	Heksahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin
TNB	1,3,5-trinitrobensen
DNB	1,3-dinitrobensen
NG	Nitroglyserin
Tetryl	Metyl-2,4,6-trinitrofenylnitramin
TNT	2,4,6-trinitrotoluen
DNT	2,4-dinitrotoluen + 2,6-dinitrotoluen
ADNT	2-amino-4,6-dinitrotoluen + 4-amino-2,6-dinitrotoluen
PETN	Pentaerytritol tetranitrat

FFI-nr	HMX mg/kg	RDX mg/kg	TNB mg/kg	DNB mg/kg	NG mg/kg	Tetryl mg/kg	TNT mg/kg	DNT mg/kg	ADNT mg/kg	PETN mg/kg
05-188	1,5	27	0,62	0,068	< 2,5	< 2,5	> 50	0,089	1,1	< 0,025
05-189	1,3	27	0,21	0,065	< 2,5	< 2,5	22	0,060	0,46	< 0,025
05-190	0,31	30	0,51	0,12	< 2,5	< 2,5	34	0,044	0,66	< 0,025
05-193	0,44	23	1,1	< 0,025	< 2,5	< 2,5	> 50	0,15	3,9	< 0,025
05-194	0,52	13	0,74	< 0,025	< 2,5	< 2,5	> 50	0,21	3,3	0,58
05-197	0,98	44	0,41	< 0,025	< 2,5	< 2,5	> 50	0,13	1,8	< 0,025
05-198	2,8	29	3,0	< 0,025	< 2,5	< 2,5	> 50	0,27	10,3	< 0,025
05-199	1,0	30	5,3	< 0,025	–	–	> 50	–	–	–
05-200	0,086	26	9,4	0,18	3,1	< 2,5	> 50	0,074	6,0	< 0,025
05-201	15	> 50	1,1	0,24	< 2,5	< 2,5	> 50	0,24	4,5	< 0,025
05-202	< 0,025	48	0,50	0,072	< 2,5	< 2,5	> 50	0,031	1,5	< 0,025
05-203	< 0,025	> 50	0,53	0,085	< 2,5	< 2,5	> 50	0,029	2,9	< 0,025
05-204	1,4	9,3	29	0,85	< 2,5	< 2,5	> 50	1,8	8,3	0,25
05-205	18	> 50	3,9	0,17	< 2,5	< 2,5	> 50	0,33	21	< 0,025
05-206	< 0,025	0,30	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	4,2	< 0,025	0,12	< 0,025
05-207	< 0,025	0,22	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,32	< 0,025	0,063	< 0,025
05-208	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	1,2	< 0,025	0,080	< 0,025
05-209	< 0,025	0,087	0,032	< 0,025	< 2,5	< 2,5	9,8	< 0,025	0,19	< 0,025
05-210	< 0,025	3,1	0,26	< 0,025	< 2,5	< 2,5	> 50	< 0,025	1,5	0,045
05-211	24	2,2	0,78	0,028	< 2,5	< 2,5	> 50	0,089	5,0	< 0,025
05-216	0,13	0,48	0,64	< 0,025	< 2,5	< 2,5	> 50	< 0,025	1,5	< 0,025
05-217	0,57	2,4	0,40	< 0,025	< 2,5	< 2,5	22	0,064	1,1	< 0,025
05-221	0,051	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,057	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-222	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,059	0,039	< 0,025	< 0,025
05-223	0,023	< 0,025	< 0,025	< 0,025	–	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	–
05-224	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025

Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter



FFI-nr	HMX mg/kg	RDX mg/kg	TNB mg/kg	DNB mg/kg	NG mg/kg	Tetryl mg/kg	TNT mg/kg	DNT mg/kg	ADNT mg/kg	PETN mg/kg
05-225	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-226	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-228	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,029	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-229	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-231	< 0,025	0,068	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-232	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-233	0,038	0,37	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,10	< 0,025	0,041	< 0,025
05-234	< 0,025	< 0,025	0,02	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,13	< 0,025	0,74	< 0,025
05-238	2,6	3,9	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,15	< 0,025	0,089	< 0,025
05-239	0,49	2,1	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,36	< 0,025	0,30	< 0,025
05-240	0,65	3,9	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,46	< 0,025	0,19	< 0,025
05-241	2,3	25	0,065	< 0,025	< 2,5	< 2,5	31	< 0,025	1,7	–
05-242	4,4	>50	0,042	< 0,025	< 2,5	< 2,5	45	< 0,025	2,0	< 0,025
05-243	0,028	0,18	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	1,2	< 0,025	0,16	< 0,025
05-244	0,065	0,12	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	1,3	< 0,025	0,21	< 0,025
05-245	0,02	0,077	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,089	< 0,025	0,054	< 0,025
05-246	0,64	7,0	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,31	< 0,025	0,067	< 0,025
05-247	0,11	0,36	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	3,3	< 0,025	0,31	< 0,025
05-248	0,18	0,85	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	2,9	< 0,025	0,27	< 0,025
05-249	0,43	5,1	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	1,9	< 0,025	0,25	< 0,025
05-250	1,1	21	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	5,6	< 0,025	0,34	< 0,025
05-251	0,11	0,22	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,49	< 0,025	0,15	< 0,025
05-252	1,6	5,2	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	2,8	< 0,025	0,64	< 0,025
05-253	0,48	9,1	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,10	< 0,025	0,23	< 0,025
05-254	1,8	18	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,55	< 0,025	0,19	< 0,025
05-259	< 0,025	0,12	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,69	< 0,025	0,061	< 0,025
05-260	< 0,025	0,10	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,04	< 0,025	0,063	< 0,025
05-261	0,64	4,1	0,046	< 0,025	< 2,5	< 2,5	34	< 0,025	0,54	0,075
05-262	0,054	0,57	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,93	< 0,025	0,17	< 0,025
05-263	< 0,025	0,31	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,64	< 0,025	0,14	< 0,025
05-264	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-265	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-266	< 0,025	0,093	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,026	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-267	0,027	0,19	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,064	< 0,025
05-268	0,78	0,49	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,090	< 0,025	0,079	< 0,025

Felter markert med – betyr at denne forbindelsen ikke er analysert i denne prøven.



Analysereport nr M07/007

Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter

Oppdragsgiver: FFI
Anmerkninger: Ingen

Antall prøver: 104
Mottatt dato: 26.08.2005

Analysereporten gjelder følgende analyser:

Analyseparameter	Metode identitet	Omfattes av akkreditering	Måleområde mg/kg	Usikkerhet, %
HMX	G1	Nei	0,025-50	
RDX	G1	Nei	0,025-50	
TNB	G1	Nei	0,025-50	
DNB	G1	Nei	0,025-50	
TNT	G1	Nei	0,025-50	
DNT	G1	Nei	0,025-50	
ADNT	G1	Nei	0,025-50	
PETN	G1	Nei	0,025-50	
NG	G1	Nei	2,5-50	
Tetryl	G1	Nei	2,5-50	

Denne analysereporten består av i alt 8 sider. Analysereporten gjelder analyse av prøvene slik de ble mottatt av FFI. Rapporten kan ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning av FFI.

Kjeller, 21. april 2007

Helle K. Rosslund
Helle K Rosslund
Senioringeniør



ANALYSE AV EKSPLOSIVER OG NEDBRYTNINGSPRODUKTER I JORD FRA SETERMOEN SKYTE- OG ØVINGSFELT

Instrument: LC-MS, single quadropole, simultan ESI/APCI i neg mode, Agilent Technologies.
Operatør: Helle K Rosslund

FFI-nr	Prøveidentifikasjon
	Målområde panservern
05-771	1 m ² midt foran målskive, prøvekopp, 30 delprøver
05-773	1 m ² 6 m foran målskive, prøvekopp, 30 delprøver
05-779	3,3 m lang linje, 1 m bak målskive, prøvekopp, 30 delprøver
05-780	3,3 m lang linje, 1 m bak målskive, skuffe, 30 delprøver
05-783	3,3 m lang linje, 3 m bak målskive, prøvekopp, 30 delprøver
05-784	3,3 m lang linje, 3 m bak målskive, skuffe, 30 delprøver
05-787	1 m ² ca 4,5 m nede til høyre bak målskive, prøvekopp, 30 delprøver
05-788	1 m ² ca 4,5 m nede til høyre bak målskive, skuffe, 30 delprøver
05-789	1 m ² til venstre oppe i bakken bak målskive, prøvekopp, 30 delprøver
05-790	1 m ² til venstre oppe i bakken bak målskive, skuffe, 30 delprøver
05-795	Kjerneprobe i 1m ² ca 4, 5 m bak målskive: 30-40 cm
05-796	Kjerneprobe i 1m ² ca 4, 5 m bak målskive: 20-30 cm
05-797	Kjerneprobe i 1m ² ca 4, 5 m bak målskive: 10-20 cm
05-798	Kjerneprobe i 1m ² ca 4, 5 m bak målskive: 0-10 cm
05-800	1 m ² foran målskive, til høyre nesten ute ved gjerdet, prøvekopp, 30 delprøver
05-804	1 m ² oppe i kratret, prøvekopp, 30 delprøver
05-805	Langs vannkanten, prøvekopp, 30 delprøver
	Målområde artilleri
05-807	Langs kraterkant, prøvekopp, 30 delprøver
05-808	Langs kraterkant, skuffe, 30 delprøver
05-809	Bunn av krater, skuffe, 30 delprøver
05-810	Sektorflate 4, 1/4 krater, prøvekopp, 30 delprøver
05-811	Sektorflate 4, 1/4 krater, skuffe, 30 delprøver
05-812	Kjerneprobe i kratret: 28-38 cm
05-813	Kjerneprobe i kratret: 18-28 cm
05-814	Kjerneprobe i kratret: 8-18 cm
05-815	Kjerneprobe i kratret: 0-8 cm
05-819	Langs kraterkant, prøvekopp, 30 delprøver
05-820	Bunn av krater, skuffe, 30 delprøver
05-821	Sektorflate 3, 1/4 krater, prøvekopp, 30 delprøver
05-822	Sektorflate 3, 1/4 krater, skuffe, 30 delprøver



<i>FFI-nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>
05-823	Langs kraterkant, prøvekopp, 30 delprøver
05-824	Hele kratret, prøvekopp, 30 delprøver
05-825	Omkrets, 1 m fra kraterkant, prøvekopp, 30 delprøver
05-828	Langs kraterkant, prøvekopp, 30 delprøver
05-829	Langs kraterkant, skuffe, 30 delprøver
05-830	Sektorflate 3, 1/4 krater, prøvekopp, 30 delprøver
05-831	Sektorflate 3, 1/4 krater, skuffe, 30 delprøver
05-832	Bunn av krater, skuffe, 30 delprøver
05-833	Omkrets, 1 m fra kraterkant, prøvekopp, 30 delprøver
05-834	1 m ² mellom krater 3 og 4, prøvekopp, 30 delprøver
05-836	1 m ² 8 m NV for krater 4, prøvekopp, 30 delprøver
05-837	1 m ² ca 50 m NV for krater 4, prøvekopp, 30 delprøver
05-838	Sirkel ca 50 cm diameter rundt en eksplosivbit, prøvekopp, 30 delprøver
	Målområde artilleri/flybomber
05-839	Langs kraterkant, prøvekopp, 30 delprøver
05-840	Hele kratret, prøvekopp, 30 delprøver
05-841	Hele kratret, skuffe, 30 delprøver
05-842	Omkrets, 1 m fra kraterkant, prøvekopp, 30 delprøver
05-843	1 m ² 5 m NV for krater 5, prøvekopp, 30 delprøver
05-844	1 m ² 10 m SØ for krater 5, prøvekopp, 30 delprøver
	Standplass panservern
05-845	1 m ² 1,7 m foran mur til høyre, prøvekopp, 30 delprøver
05-847	1 m ² 5 m foran mur til høyre, prøvekopp, 30 delprøver
05-848	1 m ² 8,5 m foran mur til høyre, prøvekopp, 30 delprøver
05-850	1 m ² 4 m bak mur, prøvekopp, 30 delprøver
05-851	3,5 m lang linje, 1,5 m foran mur til venstre, skuffe, 30 delprøver
05-852	3,5 m lang linje, 3 m foran mur til venstre, prøvekopp, 30 delprøver
05-853	3,5 m lang linje, 5 m foran mur til venstre, prøvekopp, 30 delprøver
05-854	3,5 m lang linje, 7,5 m foran mur til venstre, prøvekopp, 30 delprøver
05-855	3,5 m lang linje, 10 m foran mur til venstre, prøvekopp, 30 delprøver
05-856	3,9 m lang linje, 1 m bak mur til venstre, skuffe, 30 delprøver
05-857	3,9 m lang linje, 3,8 m bak mur til venstre, prøvekopp, 30 delprøver
05-858	1 m ² ca 8 m bak muren, prøvekopp, 30 delprøver
05-859	1 m ² langt foran muren til venstre, nedenfor haugen, prøvekopp, 30 delprøver
05-860	1 m ² til høyre foran muren, inne i skogen, prøvekopp, 30 delprøver
	Håndgranatbane
05-861	Langs kraterkant, prøvekopp, 30 delprøver
05-862	Langs kraterkant, skuffe, 30 delprøver
05-863	Hele kratret, prøvekopp, 30 delprøver
05-864	Hele kratret, skuffe, 30 delprøver

Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter



<i>FFI-nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>
05-865	Kjerneprobe i kratret: 10-23 cm
05-866	Kjerneprobe i kratret: 0-10 cm
05-869	Kjerneprobe i kratret: 10-25 cm
05-870	Kjerneprobe i kratret: 0-10 cm
05-871	Omkrets ved $r = 1$ m, prøvekopp, 30 delprøver
05-872	1 m ² 7,3 m fra standplass, prøvekopp, 30 delprøver
05-873	1 m ² 7,3 m fra standplass, skuffe, 30 delprøver
05-874	1 m ² 17,3 m fra standplass, prøvekopp, 30 delprøver
05-875	1 m ² 17,3 m fra standplass, skuffe, 30 delprøver
05-876	1 m ² 24,5 m fra standplass, prøvekopp, 30 delprøver
05-877	1 m ² 24,5 m fra standplass, skuffe, 30 delprøver
05-878	1 m ² 31 m fra standplass, prøvekopp, 30 delprøver
05-879	1 m ² 31 m fra standplass, skuffe, 30 delprøver
05-880	1 m ² 7 m til siden på linje 24,5 m fra standplass, prøvekopp, 30 delprøver
05-881	1 m ² 5 m til andre siden på linje 24,5 m fra standplass, prøvekopp, 30 delprøver
	Standplass artilleri
05-882	1 m ² rett foran kanonen, prøvekopp, 30 delprøver
05-883	1 m ² 10 m foran kanonen, prøvekopp 10 cm, 30 delprøver
05-884	1 m ² 21 m foran kanonen, prøvekopp 10 cm, 30 delprøver
05-885	1 m ² 4,5 m til høyre på linje 10 m foran kanonen, prøvekopp 10 cm, 30 delprøver
05-886	1 m ² 15 m til høyre på linje 10 m foran kanonen, prøvekopp 10 cm, 30 delprøver
05-887	1 m ² 6 m til venstre på linje 10 m foran kanonen, prøvekopp 10 cm, 30 delprøver
05-888	1 m ² 14,5 m til venstre på linje 10 m foran kanonen, prøvekopp 10 cm, 30 delprøver
05-890	1 m ² 6 m til venstre på linje rett foran kanonen, prøvekopp, 30 delprøver
05-891	1 m ² 2,5 m til venstre for kanonen, skuffe, 30 delprøver
05-893	1 m ² 7 m til venstre for bakre del av kanonen, prøvekopp, 30 delprøver
05-894	1 m ² i myra ved kruttrester, prøvekopp, 30 delprøver
	Sprengt blindgjenger MK2 bombe
05-895	1 m ² i bunn av krater, prøvekopp, 30 delprøver
05-896	Sirkel midt i kraterveggen, prøvekopp, 50 delprøver
05-897	Langs kraterkant, prøvekopp, 50 delprøver
05-898	Midt i kratret (sentrum), skuffe, 50 delprøver
05-899	Sektorflate 4, skuffe, 30 delprøver
05-900	Sektorflate 9, skuffe, 30 delprøver
05-901	1 m ² utenfor krater, skuffe, 30 delprøver
05-902	1 m ² utenfor krater, skuffe, 30 delprøver
05-903	1 m ² utenfor krater, skuffe, 30 delprøver
05-904	1 m ² utenfor krater, skuffe, 30 delprøver
05-905	Sektorflate 7, skuffe, 30 delprøver
05-906	Sektorflate 12, skuffe, 30 delprøver



Akronym	Forklaring
HMX	Oktahydro-1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazosin
RDX	Hekсахydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin
TNB	1,3,5-trinitrobensen
DNB	1,3-dinitrobensen
NG	Nitroglyserin
Tetryl	Metyl-2,4,6-trinitrofenylnitramin
TNT	2,4,6-trinitrotoluen
DNT	2,4-dinitrotoluen + 2,6-dinitrotoluen
ADNT	2-amino-4,6-dinitrotoluen + 4-amino-2,6-dinitrotoluen
PETN	Pentaerytritol tetranitrat

FFI-nr	HMX mg/kg	RDX mg/kg	TNB mg/kg	DNB mg/kg	NG mg/kg	Tetryl mg/kg	TNT mg/kg	DNT mg/kg	ADNT mg/kg	PETN mg/kg
05-771	5,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	–	< 2,5	0,030	< 0,025	< 0,025	–
05-773	6,1	< 0,025	< 0,025	< 0,025	–	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	–
05-779	> 50	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,38	< 0,025	0,12	< 0,025
05-780	22	< 0,025	0,034	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,76	< 0,025	0,068	< 0,025
05-783	> 50	0,22	0,23	< 0,025	< 2,5	< 2,5	12	< 0,025	0,41	< 0,025
05-784	> 50	0,34	0,15	< 0,025	< 2,5	< 2,5	6,2	< 0,025	0,42	< 0,025
05-787	> 50	0,13	0,29	< 0,025	< 2,5	< 2,5	11	< 0,025	0,44	< 0,025
05-788	> 50	0,048	0,24	< 0,025	< 2,5	< 2,5	15	< 0,025	0,47	< 0,025
05-789	> 50	< 0,025	0,13	< 0,025	< 2,5	< 2,5	10	< 0,025	0,61	< 0,025
05-790	> 50	< 0,025	< 0,025	< 0,025	–	< 2,5	9,9	< 0,025	0,70	–
05-795	2,7	0,077	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,085	< 0,025	0,10	< 0,025
05-796	5,3	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,20	< 0,025	0,15	< 0,025
05-797	5,7	< 0,025	0,048	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,24	< 0,025	0,11	< 0,025
05-798	> 50	0,67	0,11	< 0,025	< 2,5	< 2,5	5,0	< 0,025	0,22	< 0,025
05-800	0,075	< 0,025	< 0,025	< 0,025	–	< 2,5	0,20	< 0,025	< 0,025	–
05-804	27	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,12	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-805	0,15	< 0,025	0,15	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-807	< 0,025	0,14	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,089	< 0,025
05-808	0,082	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,065	< 0,025
05-809	0,15	4,6	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,38	< 0,025	0,12	< 0,025
05-810	< 0,025	0,17	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,059	< 0,025
05-811	0,61	29	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	10	< 0,025	0,16	< 0,025
05-812	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-813	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-814	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,031	< 0,025	< 0,025	< 0,025

Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter



<i>FFI-nr</i>	<i>HMX</i> <i>mg/kg</i>	<i>RDX</i> <i>mg/kg</i>	<i>TNB</i> <i>mg/kg</i>	<i>DNB</i> <i>mg/kg</i>	<i>NG</i> <i>mg/kg</i>	<i>Tetryl</i> <i>mg/kg</i>	<i>TNT</i> <i>mg/kg</i>	<i>DNT</i> <i>mg/kg</i>	<i>ADNT</i> <i>mg/kg</i>	<i>PETN</i> <i>mg/kg</i>
05-819	0,44	20	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	6,2	< 0,025	0,12	0,049
05-820	< 0,025	0,52	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,087	< 0,025
05-821	< 0,025	0,34	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,064	< 0,025
05-822	0,090	3,6	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	1,6	< 0,025	0,10	< 0,025
05-823	0,55	21	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	16	< 0,025	0,63	< 0,025
05-824	0,26	4,7	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,73	< 0,025	0,24	0,43
05-825	3,4	44	0,20	< 0,025	< 2,5	< 2,5	32	0,065	2,5	2,9
05-828	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,063	< 0,025
05-829	< 0,025	0,075	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,16	< 0,025
05-830	< 0,025	0,24	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,075	< 0,025
05-831	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,047	< 0,025
05-832	0,035	1,0	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,12	< 0,025	0,061	< 0,025
05-833	0,23	8,4	0,031	< 0,025	< 2,5	< 2,5	> 50	< 0,025	1,3	0,045
05-834	0,35	15	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	16	< 0,025	1,7	1,3
05-836	0,19	0,17	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	24	< 0,025	5,1	0,17
05-837	0,34	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,038	0,044
05-838	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-839	< 0,025	0,11	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,029	< 0,025	0,064	0,062
05-840	< 0,025	0,12	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,036	< 0,025	0,041	< 0,025
05-841	< 0,025	0,083	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,14	< 0,025
05-842	< 0,025	0,12	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,062	< 0,025	0,078	< 0,025
05-843	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,082	< 0,025
05-844	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,060	< 0,025
05-845	3,6	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,040	< 0,025
05-847	0,22	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,030	< 0,025
05-848	0,21	< 0,025	< 0,025	< 0,025	7,3	< 2,5	0,040	< 0,025	< 0,025	0,35
05-850	> 50	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	1,4	1,3	0,14	< 0,025
05-851	0,46	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,62	0,38	0,064	< 0,025
05-852	0,076	< 0,025	< 0,025	< 0,025	–	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	–
05-853	0,045	< 0,025	< 0,025	< 0,025	7,9	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	0,69
05-854	1,3	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	–	< 0,025	< 0,025	3,6
05-855	1,2	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,043	5,3
05-856	> 50	0,028	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	2,0	2,3	0,10	< 0,025
05-857	37	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	1,5	1,7	0,045	< 0,025
05-858	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	4,2	< 2,5	0,053	< 0,025	0,049	< 0,025

Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter



FFI-nr	HMX mg/kg	RDX mg/kg	TNB mg/kg	DNB mg/kg	NG mg/kg	Tetryl mg/kg	TNT mg/kg	DNT mg/kg	ADNT mg/kg	PETN mg/kg
05-859	0,65	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,065	0,43	< 0,025	0,032
05-860	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,039	6,1
05-861	< 0,025	0,048	0,20	< 0,025	< 2,5	< 2,5	4,7	3,4	0,30	< 0,025
05-862	0,040	0,046	0,24	< 0,025	< 2,5	< 2,5	7,9	0,79	0,32	0,10
05-863	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,12	< 0,025	0,06	< 0,025
05-864	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,28	< 0,025	0,10	< 0,025
05-865	0,049	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,091	< 0,025	0,073	< 0,025
05-866	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,21	< 0,025	0,087	< 0,025
05-869	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-870	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-871	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,35	2,7	0,061	< 0,025
05-872	1,0	< 0,025	0,49	< 0,025	< 2,5	< 2,5	19	1,2	0,70	< 0,025
05-873	0,13	< 0,025	0,52	< 0,025	< 2,5	< 2,5	14	0,23	0,69	< 0,025
05-874	< 0,025	< 0,025	0,038	< 0,025	< 2,5	< 2,5	6,4	0,03	0,43	0,13
05-875	< 0,025	< 0,025	0,56	< 0,025	< 2,5	< 2,5	9,4	2,2	0,68	< 0,025
05-876	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	–	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	–
05-877	< 0,025	0,05	0,16	< 0,025	–	< 2,5	4,6	0,09	0,36	–
05-878	< 0,025	< 0,025	0,11	< 0,025	< 2,5	< 2,5	2,0	0,36	0,23	< 0,025
05-879	0,081	< 0,025	0,09	< 0,025	< 2,5	< 2,5	5,01	0,27	0,37	< 0,025
05-880	< 0,025	< 0,025	0,14	< 0,025	< 2,5	< 2,5	2,27	0,027	0,19	< 0,025
05-881	< 0,025	< 0,025	0,08	< 0,025	< 2,5	< 2,5	2,09	< 0,025	0,18	< 0,025
05-882	5,1	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,12	2,2	< 0,025	< 0,025
05-883	0,36	< 0,025	0,16	< 0,025	> 50	< 2,5	0,069	0,56	< 0,025	8,1
05-884	0,46	< 0,025	< 0,025	< 0,025	34	< 2,5	–	–	< 0,025	4,1
05-885	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	–	< 0,025	1,5
05-886	0,029	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,23	1,4	< 0,025	0,078
05-887	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	–	0,036	4,1
05-888	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	–	< 0,025	0,23
05-890	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,11	8,0	0,12	0,58
05-891	0,80	< 0,025	< 0,025	< 0,025	–	< 2,5	< 0,025	1,0	–	–
05-893	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	0,025	0,036	< 0,025
05-894	< 0,025	0,62	< 0,025	4,6	< 2,5	< 2,5	3,0	> 50	0,034	0,13
05-895	0,18	< 0,025	< 0,025	< 0,025	–	< 2,5	0,030	< 0,025	< 0,025	–
05-896	0,22	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-897	0,35	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025

Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter



<i>FFI-nr</i>	<i>HMX</i> <i>mg/kg</i>	<i>RDX</i> <i>mg/kg</i>	<i>TNB</i> <i>mg/kg</i>	<i>DNB</i> <i>mg/kg</i>	<i>NG</i> <i>mg/kg</i>	<i>Tetryl</i> <i>mg/kg</i>	<i>TNT</i> <i>mg/kg</i>	<i>DNT</i> <i>mg/kg</i>	<i>ADNT</i> <i>mg/kg</i>	<i>PETN</i> <i>mg/kg</i>
05-902	0,14	0,37	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,14	< 0,025
05-903	0,029	0,11	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,026	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-904	0,57	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-905	0,44	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-906	0,30	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,035	< 0,025

Felter markert med – betyr at denne forbindelsen ikke er analysert i denne prøven.



Analyserapport nr M07/002

Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter

Oppdragsgiver: FFI
Anmerkninger: Ingen

Antall prøver: 42
Mottatt dato: 22.07.2005

Analyserapporten gjelder følgende analyser:

Analyse-parameter	Metode identitet	Omfattes av akkreditering	Måleområde $\mu\text{g/g}$	Usikkerhet, %
HMX	G1	Nei	0,025-50	
RDX	G1	Nei	0,025-50	
TNB	G1	Nei	0,025-50	
DNB	G1	Nei	0,025-50	
TNT	G1	Nei	0,025-50	
DNT	G1	Nei	0,025-50	
ADNT	G1	Nei	0,025-50	
PETN	G1	Nei	0,025-50	
NG	G1	Nei	2,5-50	
Tetryl	G1	Nei	2,5-50	

Denne analyserapporten består av i alt 4 sider. Analyserapporten gjelder analyse av prøvene slik de ble mottatt av FFI. Rapporten kan ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning av FFI.

Kjeller, 19. april 2007

Helle K. Rosslund
Helle K Rosslund
Senioringeniør



ANALYSE AV EKSPLOSIVER OG NEDBRYTNINGSPRODUKTER I JORD FRA HALKAVARRE SKYTEFELT

Instrument: LC-MS, single quadropole, simultan ESI/APCI i neg mode, Agilent Technologies.
Operatør: Helle K Rossland

<i>FFI-nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>
	Krater
05-651	Kraterbunn, prøvekopp, 15 delprøver
05-652	Kraterbunn, prøvekopp, 15 delprøver
05-653	Ring halvveis nede i krater, prøvekopp, 16 delprøver
05-654	Ring halvveis nede i krater, prøvekopp, 16 delprøver
05-655	Langs kraterkant, prøvekopp, 16 delprøver
05-656	Langs kraterkant, prøvekopp, 16 delprøver
05-657	Sektorflate 1a, prøvekopp, 15 delprøver
05-658	Sektorflate 1a, prøvekopp, 15 delprøver
05-659	Sektorflate 1b, prøvekopp, 15 delprøver
05-660	Sektorflate 1b, prøvekopp, 15 delprøver
05-661	Sektorflate 4a, prøvekopp, 15 delprøver
05-662	Sektorflate 4a, prøvekopp, 15 delprøver
05-665	Sektorflate 4b, prøvekopp, 15 delprøver
05-666	Sektorflate b, prøvekopp, 15 delprøver
05-667	Kjerneprobe senter av krater: 0-5 cm
05-668	Kjerneprobe senter av krater: 5-10 cm
05-669	Kjerneprobe senter av krater: 10-20 cm
05-670	Kjerneprobe senter av krater: 20-30 cm
	Planert flate
05-675	1: 4m ² , prøvekopp, 15 delprøver
05-676	1: 4m ² , prøvekopp, 15 delprøver
05-677	1a: 1m ² , prøvekopp, 15 delprøver
05-678	1a: 1m ² , prøvekopp, 15 delprøver
05-679	2: 4m ² , prøvekopp, 15 delprøver
05-680	2: 4m ² , prøvekopp, 15 delprøver
05-681	2a: 1m ² , prøvekopp, 15 delprøver
05-682	2a: 1m ² , prøvekopp, 15 delprøver
05-683	3a: 0,25 m ² , prøvekopp, 15 delprøver
05-684	3a: 0,25 m ² , prøvekopp, 15 delprøver
05-685	3b: 1m ² , prøvekopp, 15 delprøver
05-686	3b: 1m ² , prøvekopp, 15 delprøver
05-687	4: delprøve 1, 15 delprøver
05-688	4a: delprøve 1, 15 delprøver



<i>FFI-nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>
05-689	5: 1 m ² , 15 delprøver
05-690	5: 1 m ² , 15 delprøver
05-691	6: 1 m ² , 15 delprøver
05-692	6: 1 m ² , 15 delprøver
05-694	8: 1 m ² , 30 delprøver
05-695	9: 1 m ² , 30 delprøver
05-697	Kjemeprobe: 0-5 cm
05-698	Kjemeprobe: 5-10 cm
05-699	Kjemeprobe: 10-20 cm
05-700	Kjemeprobe: 20-30 cm

<i>Akronym</i>	<i>Forklaring</i>
HMX	Oktahydro-1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazosin
RDX	Hekсахydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin
TNB	1,3,5-trinitrobensen
DNB	1,3-dinitrobensen
NG	Nitroglyserin
Tetryl	Metyl-2,4,6-trinitrofenylnitramin
TNT	2,4,6-trinitrotoluen
DNT	2,4-dinitrotoluen + 2,6-dinitrotoluen
ADNT	2-amino-4,6-dinitrotoluen + 4-amino-2,6-dinitrotoluen
PETN	Pentaerytritol tetranitrat

<i>FFI-nr</i>	<i>HMX</i> <i>mg/kg</i>	<i>RDX</i> <i>mg/kg</i>	<i>TNB</i> <i>mg/kg</i>	<i>DNB</i> <i>mg/kg</i>	<i>NG</i> <i>mg/kg</i>	<i>Tetryl</i> <i>mg/kg</i>	<i>TNT</i> <i>mg/kg</i>	<i>DNT</i> <i>mg/kg</i>	<i>ADNT</i> <i>mg/kg</i>	<i>PETN</i> <i>mg/kg</i>
05-651	< 0,025	0,069	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,091	< 0,025	0,085	< 0,025
05-652	< 0,025	0,058	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,031	< 0,025	0,046	< 0,025
05-653	< 0,025	0,063	< 0,025	< 0,025	–	< 2,5	0,033	< 0,025	< 0,025	–
05-654	< 0,025	0,063	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,044	< 0,025
05-655	0,091	0,40	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,035	< 0,025	0,084	< 0,025
05-656	0,11	0,38	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	13	< 0,025	0,18	< 0,025
05-657	< 0,025	0,050	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,022	< 0,025	0,041	< 0,025
05-658	< 0,025	0,056	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,041	< 0,025
05-659	0,041	0,25	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,22	< 0,025	0,080	< 0,025
05-660	0,051	0,36	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,50	< 0,025	0,061	< 0,025
05-661	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,015	< 0,025	0,036	< 0,025
05-662	0,96	0,062	0,058	< 0,025	3,0	< 2,5	0,10	< 0,025	0,067	2,7
05-665	< 0,025	0,026	< 0,025	< 0,025	–	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	–
05-666	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-667	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,061	< 0,025

Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter



<i>FFI-nr</i>	<i>HMX</i> <i>mg/kg</i>	<i>RDX</i> <i>mg/kg</i>	<i>TNB</i> <i>mg/kg</i>	<i>DNB</i> <i>mg/kg</i>	<i>NG</i> <i>mg/kg</i>	<i>Tetryl</i> <i>mg/kg</i>	<i>TNT</i> <i>mg/kg</i>	<i>DNT</i> <i>mg/kg</i>	<i>ADNT</i> <i>mg/kg</i>	<i>PETN</i> <i>mg/kg</i>
05-668	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,030	< 0,025	0,058	< 0,025
05-669	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,053	< 0,025
05-670	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-675	1,1	0,31	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	4,5	< 0,025	0,85	< 0,025
05-676	0,56	0,38	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	1,4	< 0,025	0,74	< 0,025
05-677	2,2	0,43	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	3,5	< 0,025	1,3	< 0,025
05-678	20	0,40	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	22	< 0,025	1,3	0,054
05-679	1,3	0,65	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	7,3	< 0,025	3,1	< 0,025
05-680	0,19	0,46	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	1,0	< 0,025	1,0	0,028
05-681	0,32	0,37	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	27	< 0,025	0,50	< 0,025
05-682	0,14	0,57	< 0,025	< 0,025	–	< 2,5	1,5	–	0,47	–
05-683	0,19	0,31	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,43	< 0,025	0,77	< 0,025
05-684	0,20	0,21	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	30	< 0,025	1,9	0,084
05-685	0,55	0,26	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	5,1	< 0,025	1,3	< 0,025
05-686	0,24	0,99	< 0,025	< 0,025	–	< 2,5	0,24	–	0,38	–
05-687	0,39	1,3	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,40	< 0,025	0,23	< 0,025
05-688	0,61	5,5	0,058	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,15	< 0,025	0,26	1,1
05-689	0,47	0,43	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,088	< 0,025	0,070	< 0,025
05-690	0,035	0,55	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,35	< 0,025	0,18	< 0,025
05-691	2,9	14	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	1,45	< 0,025	0,55	0,072
05-692	0,73	1,4	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,75	< 0,025	0,30	< 0,025
05-694	2,8	12	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	4,4	< 0,025	0,89	< 0,025
05-695	0,29	0,69	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	35	< 0,025	1,05	< 0,025
05-697	0,11	0,12	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,11	< 0,025	0,20	< 0,025
05-698	0,23	0,26	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,16	< 0,025	0,27	0,15
05-699	0,29	0,19	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,12	< 0,025
05-700	0,34	0,28	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,56	< 0,025	0,069	< 0,025

Felter markert med – betyr at denne forbindelsen ikke er analysert i denne prøven.



Analyserapport nr M07/003

Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter

Oppdragsgiver: FFI
Anmerkninger: Ingen

Antall prøver: 25
Mottatt dato: 28.09.2005

Analyserapporten gjelder følgende analyser:

Analyse-parameter	Metode identitet	Omfattes av akkreditering	Måleområde $\mu\text{g/g}$	Usikkerhet, %
HMX	G1	Nei	0,025-50	
RDX	G1	Nei	0,025-50	
TNB	G1	Nei	0,025-50	
DNB	G1	Nei	0,025-50	
TNT	G1	Nei	0,025-50	
DNT	G1	Nei	0,025-50	
ADNT	G1	Nei	0,025-50	
PETN	G1	Nei	0,025-50	
NG	G1	Nei	2,5-50	
Tetryl	G1	Nei	2,5-50	

Denne analyserapporten består av i alt 3 sider. Analyserapporten gjelder analyse av prøvene slik de ble mottatt av FFI. Rapporten kan ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning av FFI.

Kjeller, 20. april 2007

Helle K. Rosslund

Helle K Rosslund
Senioringeniør



ANALYSE AV EKSPLOSIVER OG NEDBRYTNINGSPRODUKTER I JORD FRA TERNINGMOEN SKYTEFELT

Instrument: LC-MS, single quadropole, simultan ESI/APCI i neg mode, Agilent Technologies.
Operatør: Helle K Rosslund

FFI-nr	Prøveidentifikasjon
	Standplass håndvåpen
05-956	1m ² til høyre for grop, prøvekopp, 15 delprøver
05-957	Samme 1 m ² til høyre for grop, prøvekopp, 15 delprøver
05-958	1 m ² foran grop, prøvekopp, 15 delprøver
05-959	Samme 1 m ² foran grop, prøvekopp, 15 delprøver
05-966	1 m ² 3 m foran grop, prøvekopp, 30 delprøver
05-967	1 m ² 3 m til høyre for grop, prøvekopp, 30 delprøver
05-968	Samme 1 m ² 3 m til høyre for grop, skuffe, 30 delprøver
05-971	11,5 m lang linje til høyre for grop, prøvekopp, 50 delprøver
05-972	11,5 m lang linje til høyre for grop, prøvekopp, 25 delprøver
05-976	1 m ² midt på forreste linje, prøvekopp, 30 delprøver
05-979	Kjerneprobe i m ² på forreste linje: 20-30 cm
05-980	Kjerneprobe i m ² på forreste linje: 10-20 cm
05-981	Kjerneprobe i m ² på forreste linje: 0-10 cm
	Sprengningsfelt
05-982	1 m ² midt på haugen, prøvekopp, 30 delprøver
05-983	1 m ² framover mot kanten, prøvekopp, 30 delprøver
05-984	1 m ² ved kanten ved H-bjelke, prøvekopp, 30 delprøver
05-985	1 m ² ved kanten ved stor H-bjelke, prøvekopp, 30 delprøver
05-986	1m ² ved svidd område nedenfor haugen, prøvekopp, 30 delprøver
05-987	I krater nedenfor haugen, prøvekopp, 30 delprøver
05-988	1 m ² i skogen, referanse, prøvekopp, 30 delprøver
05-989	Kjerneprobe 1 i 05-983: 11-22 cm
05-990	Kjerneprobe 1 i 05-983: 0-11 cm
05-991	Kjerneprobe 2 i 05-983: 16-26 cm
05-992	Kjerneprobe 2 i 05-983: 6-16 cm
05-993	Kjerneprobe 2 i 05-983: 0-6 cm



Akronym	Forklaring
HMX	Oktahydro-1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazosin
RDX	Heksahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin
TNB	1,3,5-trinitrobenzen
DNB	1,3-dinitrobenzen
NG	Nitroglyserin
Tetryl	Metyl-2,4,6-trinitrofenylnitramin
TNT	2,4,6-trinitrotoluen
DNT	2,4-dinitrotoluen + 2,6-dinitrotoluen
ADNT	2-amino-4,6-dinitrotoluen + 4-amino-2,6-dinitrotoluen
PETN	Pentaeryttritol tetranitrat

FFI-nr	HMX mg/kg	RDX mg/kg	TNB mg/kg	DNB mg/kg	NG mg/kg	Tetryl mg/kg	TNT mg/kg	DNT mg/kg	ADNT mg/kg	PETN mg/kg
05-956	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,60	0,69	< 0,025	< 0,025
05-957	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,66	0,67	< 0,025	< 0,025
05-958	< 0,025	0,21	< 0,025	< 0,025	–	< 2,5	2,2	1,5	< 0,025	< 0,025
05-959	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	–	< 2,5	2,2	2,2	< 0,025	< 0,025
05-966	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	1,6	2,0	0,036	< 0,025
05-967	0,083	< 0,025	< 0,025	< 0,025	–	< 2,5	1,2	1,1	< 0,025	< 0,025
05-968	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	–	< 2,5	1,2	1,6	< 0,025	< 0,025
05-971	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	1,2	1,2	< 0,025	< 0,025
05-972	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	2,4	1,5	< 0,025	< 0,025
05-976	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	3,6	3,9	0,037	< 0,025
05-979	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,20	0,16	< 0,025	< 0,025
05-980	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,085	0,096	< 0,025	< 0,025
05-981	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	0,048	< 0,025	< 0,025
05-982	16	0,40	0,018	< 0,025	< 2,5	< 2,5	8,9	0,12	0,55	< 0,025
05-983	19	2,7	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	4,6	0,023	1,1	0,26
05-984	15	0,086	< 0,025	< 0,025	–	< 2,5	10	< 0,025	1,2	–
05-985	41	1,5	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	31	0,071	2,1	0,48
05-986	28	2,2	0,29	< 0,025	9,6	2,6	0,85	< 0,025	0,083	4,5
05-987	0,066	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	1,3	0,066	0,22	0,17
05-988	0,11	< 0,025	< 0,025	< 0,025	–	< 2,5	0,025	< 0,025	< 0,025	–
05-989	0,68	3,3	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,028	< 0,025	0,093	0,065
05-990	2,6	0,68	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,42	< 0,025	0,56	< 0,025
05-991	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	0,43	< 2,5	< 0,025	< 0,025	0,052	0,058
05-992	0,028	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
05-993	1,7	0,89	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,060	< 0,025	0,15	0,084

Felter markert med – betyr at denne forbindelsen ikke er analysert i denne prøven.

Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter



Analysereport nr M07/006

Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter

Oppdragsgiver: FFI
Anmerkninger: Ingen

Antall prøver: 9
Mottatt dato: 18.10.2006

Analysereporten gjelder følgende analyser:

Analyseparameter	Metode identitet	Omfattes av akkreditering	Måleområde $\mu\text{g/g}$	Usikkerhet, %
HMX	G1	Nei	0,025-50	
RDX	G1	Nei	0,025-50	
TNB	G1	Nei	0,025-50	
DNB	G1	Nei	0,025-50	
TNT	G1	Nei	0,025-50	
DNT	G1	Nei	0,025-50	
ADNT	G1	Nei	0,025-50	
PETN	G1	Nei	0,025-50	
NG	G1	Nei	2,5-50	
Tetryl	G1	Nei	2,5-50	

Denne analysereporten består av i alt 3 sider. Analysereporten gjelder analyse av prøvene slik de ble mottatt av FFI. Rapporten kan ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning av FFI.

Kjeller, 21. april 2007

Helle K. Rosland

Helle K Rosland
Senioringeniør



ANALYSE AV EKSPLOSIVER OG NEDBRYTNINGSPRODUKTER I JORD FRA RØDSMOEN SKYTE- OG ØVINGSFELT

Instrument: LC-MS, single quadropole, simultan ESI/APCI i neg mode, Agilent Technologies.

Operatør: Helle K Rossland og Marthe Parmer

FFI-nr	Prøveidentifikasjon
06-1118	Langs linje, 12,3 m fram, liten skuffe, 30 delprøver
06-1120	Langs linje, forrest, 35,3 m fram, liten skuffe, 30 delprøver
06-1127	1 m ² helt til høyre på linje, 23 m fram, liten skuffe, 30 delprøver
06-1129	1 m ² helt til venstre på linje, 12,3 m fram, liten skuffe, 30 delprøver
06-1130	1 m ² helt til venstre på linje, 23 m fram, liten skuffe, 30 delprøver
06-1135	1 m ² , 58 meter fram til venstre, prøvekopp, 30 delprøver
06-1139	1 m ² , 98 meter fram til venstre, prøvekopp, 30 delprøver
06-1140	1 m ² , 108 meter fram til venstre, prøvekopp, 30 delprøver
06-1143	1 m ² halvveis oppe i voll, midt på venstre side, prøvekopp, 30 delprøver

Akronym	Forklaring
HMX	Oktahydro-1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazosin
RDX	Heksahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin
TNB	1,3,5-trinitrobensen
DNB	1,3-dinitrobensen
NG	Nitroglyserin
Tetryl	Metyl-2,4,6-trinitrofenylnitramin
TNT	2,4,6-trinitrotoluen
DNT	2,4-dinitrotoluen + 2,6-dinitrotoluen
ADNT	2-amino-4,6-dinitrotoluen + 4-amino-2,6-dinitrotoluen
PETN	Pentaeryttritol tetranitrat

FFI-nr	HMX	RDX	TNB	DNB	NG	Tetryl	TNT	DNT	ADNT	PETN
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
06-1118	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
06-1120	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
06-1127	0,28	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
06-1129	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,070	< 0,025	< 0,025	< 0,025
06-1130	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	1,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025
06-1135	0,055	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,019	< 0,025	< 0,025	< 0,025
06-1139	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
06-1140	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
06-1143	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025

Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter



Analyserapport nr M07/004

Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter

Oppdragsgiver: FFI
Anmerkninger: Ingen

Antall prøver: 19
Mottatt dato: 19.05.2006 og
21.06.2006

Analyserapporten gjelder følgende analyser:

Analyse-parameter	Metode identitet	Omfattes av akkreditering	Måleområde $\mu\text{g/g}$	Usikkerhet, %
HMX	G1	Nei	0,025-50	
RDX	G1	Nei	0,025-50	
TNB	G1	Nei	0,025-50	
DNB	G1	Nei	0,025-50	
TNT	G1	Nei	0,025-50	
DNT	G1	Nei	0,025-50	
ADNT	G1	Nei	0,025-50	
PETN	G1	Nei	0,025-50	
NG	G1	Nei	2,5-50	
Tetryl	G1	Nei	2,5-50	

Denne analyserapporten består av i alt 3 sider. Analyserapporten gjelder analyse av prøvene slik de ble mottatt av FFI. Rapporten kan ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning av FFI.

Kjeller, 20. april 2007

Helle K. Rosslund

Helle K Rosslund
Senioringeniør



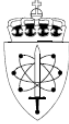
ANALYSE AV EKSPLOSIVER OG NEDBRYTNINGSPRODUKTER I JORD FRA LÆRDAL DEMOLERINGSFELT

Instrument: LC-MS, single quadropole, simultan ESI/APCI i neg mode, Agilent Technologies.

Operatør: Helle K Rossland

FFI-nr	Prøveidentifikasjon
	Før sprengning
06-932	Grop 2, sektorflate 1, prøvekop, 30 delprøver
06-936	Grop 1, sektorflate 1, prøvekop, 30 delprøver
06-941	Grop 3, sektorflate 1, prøvekop, 30 delprøver
06-943	Grop 3, sektorflate 3, prøvekop, 30 delprøver
06-947	Grop 4, sektorflate 1, prøvekop, 30 delprøver
06-957	1 m ² , 30 m fra referansepunkt, prøvekop, 30 delprøver
06-963	1 m ² , 60 m opp rygg grop 3, prøvekop, 30 delprøver
06-970	1 m ² , 140 m fra referansepunkt, prøvekop, 30 delprøver
	Etter sprengning
06-973	Grop 2, sektorflate 1, prøvekop, 30 delprøver
06-977	Grop 1, sektorflate 1, prøvekop, 30 delprøver
06-982	Grop 3, sektorflate 1, prøvekop, 30 delprøver
06-984	Grop 3, sektorflate 3, prøvekop, 30 delprøver
06-988	Grop 4, sektorflate 1, prøvekop, 30 delprøver
06-998	1 m ² , 30 m fra referansepunkt, prøvekop, 30 delprøver
06-1000	1 m ² , 50 m fra referansepunkt, prøvekop, 30 delprøver
06-1004	1 m ² , 60 m opp rygg grop 3, prøvekop, 30 delprøver
06-1011	1 m ² , 140 m fra referansepunkt, prøvekop, 30 delprøver
06-1013	Langs ene langsiden i slamgrop, prøvekop, 30 delprøver
06-1014	Slam fra bunnen ved nederste kanten

Akronym	Forklaring
HMX	Oktahydro-1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazosin
RDX	Heksahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin
TNB	1,3,5-trinitrobensen
DNB	1,3-dinitrobensen
NG	Nitroglyserin
Tetryl	Metyl-2,4,6-trinitrofenylnitramin
TNT	2,4,6-trinitrotoluen
DNT	2,4-dinitrotoluen + 2,6-dinitrotoluen
ADNT	2-amino-4,6-dinitrotoluen + 4-amino-2,6-dinitrotoluen
PETN	Pentaeryttritol tetranitrat



<i>FFI-nr</i>	<i>HMX</i> <i>mg/kg</i>	<i>RDX</i> <i>mg/kg</i>	<i>TNB</i> <i>mg/kg</i>	<i>DNB</i> <i>mg/kg</i>	<i>NG</i> <i>mg/kg</i>	<i>Tetryl</i> <i>mg/kg</i>	<i>TNT</i> <i>mg/kg</i>	<i>DNT</i> <i>mg/kg</i>	<i>ADNT</i> <i>mg/kg</i>	<i>PETN</i> <i>mg/kg</i>
06-932	63	0,055	0,24	< 0,025	< 2,5	< 2,5	23	2,0	0,63	< 0,025
06-936	2,1	< 0,025	0,084	< 0,025	< 2,5	< 2,5	8,3	1,2	0,33	< 0,025
06-941	23	0,29	0,063	< 0,025	< 2,5	< 2,5	8,6	0,80	0,42	< 0,025
06-943	2,3	< 0,025	0,026	< 0,025	< 2,5	< 2,5	3,4	0,26	0,28	< 0,025
06-947	23	< 0,025	0,087	< 0,025	< 2,5	< 2,5	9,4	1,4	0,32	< 0,025
06-957	16	< 0,025	0,041	< 0,025	< 2,5	< 2,5	4,0	0,32	0,24	< 0,025
06-963	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,032	< 0,025	0,044	< 0,025
06-970	0,60	< 0,025	0,067	< 0,025	< 2,5	< 2,5	4,2	0,40	0,40	< 0,025
06-973	32	< 0,025	0,077	< 0,025	< 2,5	< 2,5	3,3	0,39	0,27	< 0,025
06-977	2,5	< 0,025	0,091	< 0,025	< 2,5	< 2,5	6,4	0,83	0,28	< 0,025
06-982	23	0,086	0,099	< 0,025	< 2,5	< 2,5	12	0,62	0,33	< 0,025
06-984	1,2	0,027	0,082	< 0,025	< 2,5	< 2,5	5,7	0,22	0,27	0,055
06-988	14	0,030	0,15	< 0,025	< 2,5	< 2,5	17	0,55	0,76	0,087
06-998	3,9	< 0,025	0,059	< 0,025	< 2,5	< 2,5	14	0,20	0,49	0,027
06-1000	1,6	8,4	0,066	< 0,025	< 2,5	< 2,5	7,3	0,10	0,22	< 0,025
06-1004	0,037	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 2,5	< 2,5	0,20	< 0,025	0,15	< 0,025
06-1011	0,55	< 0,025	0,079	< 0,025	< 2,5	< 2,5	33	0,57	0,98	< 0,025
06-1013	2,2	< 0,025	0,044	< 0,025	< 2,5	< 2,5	1,4	0,048	0,26	< 0,025
06-1014	5,7	< 0,025	0,15	< 0,025	< 2,5	< 2,5	10	0,42	1,1	< 0,025



Analyserapport nr M07/008

Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter

Oppdragsgiver: FFI
Anmerkninger: Ingen

Antall prøver: 29
Mottatt dato: 2005 og 2006

Analyserapporten gjelder følgende analyser:

Analyseparameter	Metode identitet	Omfattes av akkreditering	Måleområde $\mu\text{g/l}$	Usikkerhet, %
HMX	G1 og G2	Nei	0,5 – 500	
RDX	G1 og G2	Nei	0,5 – 500	
TNB	G1 og G2	Nei	0,5 – 500	
DNB	G1 og G2	Nei	0,5 – 500	
TNT	G1 og G2	Nei	0,5 – 500	
DNT	G1 og G2	Nei	0,5 – 500	
ADNT	G1 og G2	Nei	0,5 – 500	
PETN	G1 og G2	Nei	0,5 – 500	
NG	G1 og G2	Nei	50 – 500	
Tetryl	G1 og G2	Nei	50 – 500	

Denne analyserapporten består av i alt 8 sider. Analyserapporten gjelder analyse av prøvene slik de ble mottatt av FFI. Rapporten kan ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning av FFI.

Kjeller, 21. april 2007

Helle K. Rosslund
Helle K Rosslund
Senioringeniør



ANALYSE AV EKSPLOSIVER OG NEDBRYTNINGSPRODUKTER I VANN FRA SKYTE- OG ØVINGSFELT

Instrument: LC-MS, single quadropole, simultan ESI/APCI i neg mode, Agilent Technologies.
Operator: Helle K Rosslund

FFI-nr	Prøveidentifikasjon
	Hjerkinn skyte- og øvingsfelt
05-269	Fra krater på demoleringsplassen i Svånådalen
05-270	Bekk rett øst for demoleringsplassen i Svånådalen
05-271	Bekk ut fra deponiområde på Storanden
05-272	Vann i fra krater i flybombefeltet i Grisungdalen
05-273	Bekk fra flybombefelt og ned til Grisungbekken
05-274	Grisungbekkbrui
	Halkvarre skyte- og øvingsfelt
05-546	Referanseprøve tatt mot øst i området
05-547	Bekk nedstrøms målområdet
05-548	Vann fra flybombekrater
	Setermoen skyte- og øvingsfelt
05-598	Målområde artilleri, vann rundt trekantstein
05-599	Fra bekk noe nordvest for det prøvetatte målområdet for artilleri
05-600	Vann fra krater der klikk blir sprengt
05-601	Bekk nedstrøms målområdet til panservernbane
	Terningmoen skyte- og øvingsfelt
05-917	Vann fra krater i sprengningsfeltet
	Lærdal destruksjonsanlegg - demoleringsfelt
06-313	Referanseprøve i Nivla mai 2006
06-314	Sildrebekk ved demoleringsgrop 2, mai 2006
06-315	Vann fra nederste fangdam, mai 2006
06-316	Nivla rett nedstrøms demoleringsfeltet, mai 2006
06-317	Nivla ved administrasjonshus, mai 2006
06-513	Referanseprøve i Nivla, juni 2006
06-514	Sildrebekk ved demoleringsgrop 2, juni 2006
06-515	Vann fra nederste fangdam, juni 2006
06-516	Nivla rett nedstrøms demoleringsfeltet, juni 2006
06-517	Nivla ved administrasjonshus, juni 2006
06-518	Sildrebekk ved demoleringsgrop 3, juni 2006



FFI-nr	Prøveidentifikasjon
	Rødsmoen skyte- og øvingsfelt
06-1144	Liten pytt 70 m foran standplass for stridsvogn
06-1145	Bekk på vestsiden av veien som går inn til standplass for stridsvogn
06-1146	Bekk foran port til målområdet for stridsvogn
06-1147	Bekk ca 660 m før en ankommer stridsvongsbanen

Akronym	Forklaring
HMX	Oktahydro-1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazosin
RDX	Heksahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin
TNB	1,3,5-trinitrobenzen
DNB	1,3-dinitrobenzen
NG	Nitroglyserin
Tetryl	Metyl-2,4,6-trinitrofenylnitramin
TNT	2,4,6-trinitrotoluen
DNT	2,4-dinitrotoluen + 2,6-dinitrotoluen
ADNT	2-amino-4,6-dinitrotoluen + 4-amino-2,6-dinitrotoluen
PETN	Pentaerytritol tetranitrat

FFI-nr	HMX µg/l	RDX µg/l	TNB µg/l	DNB µg/l	NG µg/l	Tetryl µg/l	TNT µg/l	DNT µg/l	ADNT µg/l	PETN µg/l
05-269	74	27	25	3,5	< 50	< 50	445	4,0	0,99	< 0,50
05-270	0,83	1,3	< 0,50	< 0,50	< 50	< 50	1,8	< 0,50	< 0,50	< 0,50
05-271	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 50	< 50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
05-272	< 0,50	1,8	< 0,50	< 0,50	< 50	< 50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
05-273	< 0,50	3,9	< 0,50	< 0,50	< 50	< 50	0,62	< 0,50	1,1	< 0,50
05-274	< 0,50	0,75	< 0,50	< 0,50	< 50	< 50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
05-546	–	< 0,50	< 0,50	< 0,50	–	–	< 0,50	< 0,50	–	–
05-547	–	0,52	< 0,50	< 0,50	–	–	< 0,50	< 0,50	–	–
05-548	–	8,2	< 0,50	< 0,50	–	–	< 0,50	< 0,50	–	–
05-598	–	69	< 0,50	< 0,50	–	–	< 0,50	< 0,50	–	–
05-599	–	0,58	< 0,50	< 0,50	–	–	< 0,50	< 0,50	–	–
05-600	–	< 0,50	< 0,50	< 0,50	–	–	< 0,50	< 0,50	–	–
05-601	–	< 0,50	< 0,50	< 0,50	–	–	< 0,50	< 0,50	–	–
05-917	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 50	< 50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
06-313	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 50	< 50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
06-314	10	0,61	< 0,50	< 0,50	< 50	< 50	10	0,53	< 0,50	< 0,50
06-315	20	2,5	< 0,50	< 0,50	< 50	< 50	34	1,5	0,76	< 0,50

Analyse av eksplosiver og nedbrytningsprodukter



<i>FFI-nr</i>	<i>HMX</i> <i>µg/l</i>	<i>RDX</i> <i>µg/l</i>	<i>TNB</i> <i>µg/l</i>	<i>DNB</i> <i>µg/l</i>	<i>NG</i> <i>µg/l</i>	<i>Tetryl</i> <i>µg/l</i>	<i>TNT</i> <i>µg/l</i>	<i>DNT</i> <i>µg/l</i>	<i>ADNT</i> <i>µg/l</i>	<i>PETN</i> <i>µg/l</i>
06-316	0,66	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 50	< 50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
06-317	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 50	< 50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
06-513	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 50	< 50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
06-514	11	0,76	< 0,50	< 0,50	< 50	< 50	8,8	0,91	< 0,50	1,4
06-515	54	1,7	< 0,50	< 0,50	< 50	< 50	14	2,4	1,1	< 0,50
06-516	1,4	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 50	< 50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
06-517	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 50	< 50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
06-518	20	3,5	< 0,50	< 0,50	< 50	< 50	49	2,6	1,1	< 0,50
06-1144	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 50	< 50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
06-1145	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 50	< 50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
06-1146	0,51	0,70	< 0,50	< 0,50	< 50	< 50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
06-1147	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 50	< 50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50

Felter markert med – betyr at denne forbindelsen ikke er analysert i denne prøven.