



FFI-RAPPORT

18/01315

Utvikling og bruk av hund for søk etter eksplosiver

— årsrapport for 2017

Tove Engen Karsrud
Vegar Falsten
Kristine Flesjø¹
Aase Marie Opstad
Bent Tore Røen

¹Statens Vegvesen

Utvikling og bruk av hund for søk etter eksplosiver – årsrapport for 2017

Tove Engen Karsrud
Vegar Falsten
Kristine Flesjø¹
Aase Marie Opstad
Bent Tore Røen

Emneord

Dynamitt
Eksplosiver
Deteksjon
Tunneler
Hunder

FFI-rapport

FFI-RAPPORT 18/01315

Prosjektnummer

5220

ISBN

P: 978-82-464-3082-9

E: 978-82-464-3083-6

Godkjent av

Øyvind Voie, *forskningsleder*

Janet Blatny, *forskningsdirektør*

Sammen drag

Statens vegvesen (SVV) og Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) samarbeider i et treårig prosjekt (2016–2018) om bruk av hunder for søk etter eksplosiver. Hundene benyttes som et risiko-reducerende tiltak der det er fare for at anleggsarbeidere kan støte på sprengstoffer fra tidligere entrepriser. Hunder har en meget god luktesans, og bruk av hund til å lokalisere dynamitrestreter har vist seg å være en effektiv metode. Det er Forsvarets eksplosivhunder som er benyttet.

I 2017 gjennomførte hundeevipasjene 232 oppdragsdøgn i 14 tunneler og på ulike veganlegg. Hundene markerte for eksplosiver på 197 lokasjoner. Hundene må være fleksible og tilpasse søkene ut ifra hva slags type arbeid som skal utføres på anleggene. I løpet av prosjektet har hundene opparbeidet god erfaring på søksprosedyrer og kan benyttes til mange typer søk. Prosjektet har bidratt til utvikling av kategorien bakkesøkshund i Forsvaret. Etter hvert vil det bli utarbeidet en veileder for hvordan søk etter eksplosiver skal foretas på ulike veganlegg.

Gjennom søksoppdragene har Forsvarets hunder fått regelmessig operativ praksis på søk etter eksplosiver og verdifull erfaring med søk i reelle scenarier.

Prøver av dynamitrestreter er blitt analysert og karakterisert hos FFI. Ulike typer dynamitter har blitt benyttet opp gjennom tidene, og de har aldret på forskjellig måte avhengig av hvor restene har ligget. Dette har resultert i stor variasjon i prøvenes tilstand og sammensetning. Sprengstoffene i prøvene er analysert med gass- og væskechromatografi med massespektrometrisk deteksjon. Alle prøver bortsett fra tre inneholder etylglykol dinitrat (EGDN) i varierende konsentrasjoner. Det er ellers funnet ammoniumnitrat (AN), nitroglyserin (NG), trinitrotoluen (TNT) og ulike dinitrotoluen (DNT-er) i forskjellige mengder.

Følsomhetsmålinger viser at noen prøver er veldig følsomme for slag og noen for friksjon, mens andre prøver er mindre følsomme. Prøver som inneholder AN ser ut til å være mindre følsomme sammenliknet med prøver uten AN. Utover dette er det foreløpig ikke funnet sammenheng mellom følsomhet og sammensetning.

Så langt har det ikke vært mulig å peke ut én bestemt forbindelse som er kilde til hva hundene detekterer. Før oppdragene var hundene trent på væske utsondret fra dynamitt og på ulike kvaliteter av TNT. Denne treningen har gjort at hundene detekterer mange typer dynamitt-sammensetninger. Slik erfaring tilsier at dersom de skal finne en blanding av flere stoffer, bør hundene også trenes på blandinger av disse stoffene og ikke bare på noen av enkeltstoffene.

Hundeevipasjene blir godt mottatt ute på anleggene, og anleggsvirksomheten oppleves mindre risikofylt etter at områdene er gjennomført og klarert av hundene. Gjennomføring av anleggsarbeidene skal allikevel foregå i tråd med HMS-prosedyrer, og sikkerheten skal ivaretas som tidligere. Etterspørselen øker etter hvert som hundesøkstjenesten blir gjort kjent i miljøet.

Summary

The Norwegian Public Roads Administration (NPRA) and the Norwegian Defence Research Establishment (FFI) are cooperating in a pilot project (2016–2018) using dogs to search for explosives. The search operations are a supplement in the health and safety work where there is a risk to encounter dynamite remnants from earlier enterprises. Dogs have an excellent sense of smell, and the use of dogs to search for dynamite remnants has proven to be effective. The explosive search dogs belong to the military.

In 2017 the search teams conducted more than 232 working days in 14 tunnels and at several road construction works. The dogs marked for dynamite remnants at nearly 200 locations. The dogs must be flexible and adjust their search procedures to the special construction work at the sites. During this project the dogs have gained valuable experience regarding search procedures, and they can be used for different types of searches. The project has led to the development of the military search category “bakkesøkshund”. A guidance document for conducting search operations for dynamite remnants will be developed during the project.

The military explosive search dogs have gained regular operational practice through the many search operations, as well as experience with realistic search scenarios.

Samples of dynamite remnants have been analyzed and characterized at FFI. Different types of dynamite have been used throughout the years, and they have aged differently dependent on the location of the remnants. This has resulted in a great variety in the nature and composition of the samples. The explosive content of the samples has been analyzed with gas and liquid chromatography with mass spectrometric detection. All samples except three contain ethylene glycol dinitrate (EGDN) in various concentrations. Other explosives measured are ammonium nitrate (AN), nitroglycerine (NG), trinitro toluene (TNT) and different dinitro toluenes (DNTs).

Measurements of friction and impact sensitivity show that some of the samples are very sensitive to impact and some to friction, whereas other samples are less sensitive. Samples containing AN seem to be less sensitive compared to samples without AN. However, there is still not found any connection between composition and sensitivity.

So far it has not been possible to reveal a common compound which yields the scent that the dogs detect. Prior to the missions the dogs were trained on liquid escaped from dynamite and on different qualities of TNT, which has yielded dogs that detect dynamites with different compositions. This indicates that in order to be able to detect a mixture of compounds, the dogs must be trained on the mixture and not only on a few single compounds in the mixture.

The search teams are highly appreciated by the construction enterprises, and the workers experience less risk after the areas have been searched through and clarified by the dogs. Nevertheless all safety routines have to be followed, and safety must be taken care of as earlier. The demand for the use of search dogs increases as the initiative becomes known.

Innhold

Sammendrag	3
Summary	4
1 Innledning	7
2 Gjennomførte søk med hund i 2017	8
3 Erfaring fra hundesøkene	11
3.1 Stoffkunnskap, kompetanse og mengdetrening	11
3.2 Type søk	12
3.3 Støy og miljø	13
3.4 Utholdenhet og trening	13
3.5 Oppstalling av hunder	13
3.6 Relevant læring for Forsvarets operasjoner	13
4 Sertifisering og krav til ekvipasjene i Forsvaret	14
4.1 Godkjenningsprogram for militære tjenestehunder	14
4.2 Kategorien bakkesøkshund	15
4.3 Mental test	15
4.4 Hundeførere	16
4.5 Innspill sivil sertifisering	16
5 Utvikling og trening av hunder	17
5.1 Opplæring	17
5.2 Fremtidig arbeid med hunder	18
6 Karakterisering av prøver	19
6.1 Dynamitter	19
6.2 Undersøkte prøver	20
6.3 Differential scanning calorimetry (DSC)	22
6.4 Kjemisk analyse	24
6.5 Følsomhetstester	26
6.6 Videre arbeid	29
7 Eksterne presentasjoner	29
7.1 Sprengningskurs	30

7.2	ISADE	30
7.3	Forsvaret	30
7.4	Andre	31
8	Evaluering av aktiviteten	31
9	Konklusjon	32
	Referanser	33

1 Innledning

Statens vegvesen (SVV) og Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) samarbeider i et treårig prosjekt om bruk og utvikling av hunder for søk etter eksplosiver på vegprosjekter. Arbeidet anses som et strategisk samarbeid mellom offentlige etater for å utnytte spesiell kompetanse på tvers av sektorer, med sikte på økt kvalitet og reduserte kostnader. FFI benytter Forsvaret hundeskole (FHSK) for trening av hunder og leveranse av søkshundetjenester.

Det er en forutsetning at arbeidet gir gjensidig nytteverdi. Statens vegvesen får tilgang til søkshundekapasitet fra Forsvaret av en kvalitet som ikke er tilgjengelig i markedet. Forsvaret har egen nytte i form av realistisk trening og metodeutvikling.

Bakgrunnen for samarbeidet er at Statens vegvesen skal oppgradere 200 tunneler på riksvegnettet. Utbedringsarbeidet omfatter skifting av gammelt utstyr, samtidig som ny sikkerhet bygges inn. Arbeidet medfører graving, pigging og sprengning på steder der det tidligere har foregått sprengninger. Erfaringsvis ligger det igjen forsagere og rester av dynamitt der det er sprengt, og dette utgjør et sikkerhetsproblem for arbeiderne. Statens vegvesen og FFI utvikler gjennom samarbeidet risikoreduerende tiltak i områder der det potensielt befinner seg rester av eksplosiver. For å søke etter rester og forsagere av dynamitt er det tatt i bruk hunder. Hunder har god luktesans, og bruk av hund til dette formålet har vist seg å være en effektiv metode. Effekten er tryggere anleggsarbeid gjennom forsterket helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid på vegprosjekter.

I oppdragets FoU-del er målet å utvikle søkshundetjenesten både for søk etter dynamitter for sivil bruk og for utvikling av søketjenesten til Forsvarets hunder. Kunnskap om hva hunder lukter er viktig for å utvikle metoder for opplæring av hunder. Hovedaktiviteten i FoU-delen er karakterisering av utvalgte dynamittrester som blir funnet under søksoppdragene. Sammenstillingen av prøvene er analysert, og følsomheten er målt. Resultater fra karakteriseringen med hensyn på sammensetning og følsomhet blir viktige innspill til risikovurderinger og utvikling av risikoverktøy for bransjen.

Prosjektet startet våren 2016 og skal gå ut 2018. Denne rapporten oppsummerer hva som er gjennomført av aktiviteter i løpet av 2017, hva som er oppnådd i utvikling av søketjenesten for dynamitter og eksplosiver, og den evaluerer så langt oppdragets betydning og nytteverdi for anleggsbransjen.

Arbeid som ble utført i 2016 er beskrevet i FFI-rapport 17/16509 [1].

2 Gjennomførte søk med hund i 2017

Hovedaktiviteten i prosjektet er søksoppdragene. En oversikt over de oppdragene som ble gjennomført i 2017 er gitt i Tabell 2.1 der det også er gitt informasjon om hvor mange markeringer på sprengstoff som ble gjort og om det ble tatt med prøve til FFI. Til sammen ble det markert 197 ganger for eksplosiver i 2017. Av funnene ble det tatt med 11 prøver til FFI for analyse og undersøkelse. Eksplosivprøvene er beskrevet i kapittel 6. Totalt ble det gjennomført 232 oppdragsdøgn. En nærmere beskrivelse av hvert oppdrag er gitt FFI-rapport 18/12345 [2].

De fleste oppdragene er foretatt i tunneler, men det er også foretatt søk langs veger i forbindelse med utvidelse av eksisterende veg eller bygging av gangveg. Det har også vært søk i skred-områder der det er benyttet eksplosiver for å utløse kontrollerte snøskred. Hundene ble benyttet til søk i 14 tunneler i løpet av 2017. Antall markeringer og funn på de enkelte søksstedene er varierende og vil til en viss grad være avhengig av lengden på strekningene som blir gjennom-søkt. Etter at hundene har markert, er det entreprenøren sitt ansvar å grave fram sprengstoffet og ta hånd om funnet. Detaljer om hva slags funn som gjøres ved hver markering har oppdraget ikke oversikt over.

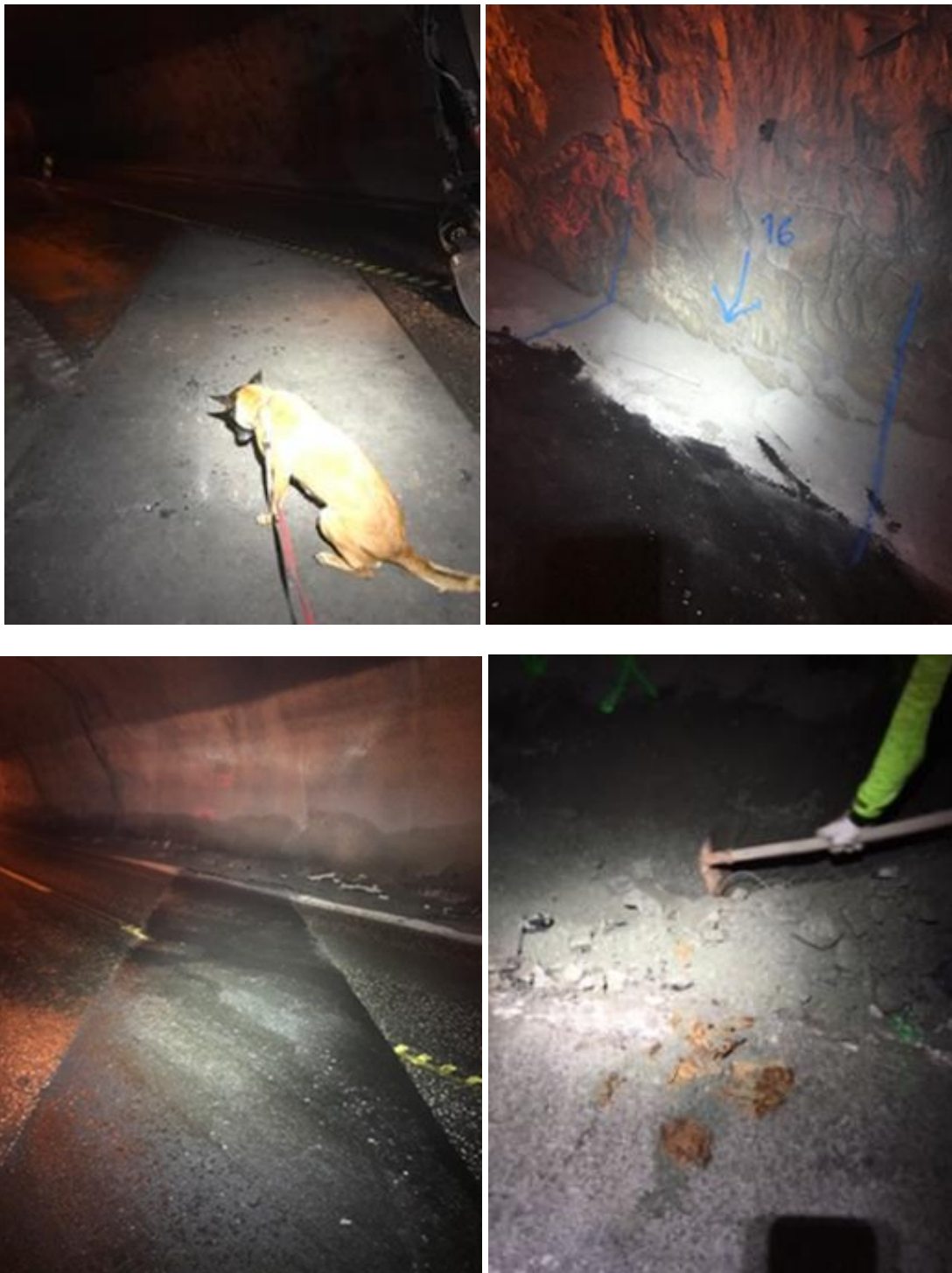
Som eksempler på søk i tunnel og på vegprosjekt nevnes her oppdragene i Gudvangatunnelen og langs vegstrekningen Bagn – Bjørgo.

I Gudvangatunnelen som er over 11 km lang er det gjennom-søkt en strekning på over 30 km, og her har det vært flest markeringer og antall funn av forsagere i 2017. Bilder fra søksoppdraget er vist i Figur 2.1. I utgangspunktet skulle oppdraget i Gudvangatunnelen bestå av overflatesøk i tunnelen. Etter flere funn ble det senere besluttet at søkshund skulle være med videre og søke under videre arbeid i tunnelen. Hundene har blitt tilkalt 10 ganger, og arbeidet har vært alt fra overflatesøk til søk av grøfter. Størsteparten av markeringene ble gjort i siste halvdel av tunnelen mot Gudvangen. Innen utgangen av 2017 ble det påvist 115 funn av udetonert sprengstoff i denne tunnelen. Det er gjennomført analyse på FFI av tre prøver fra sprengstoffunnene i Gudvangatunnelen.

Fra slutten av mai og til midten av august ble det gjennomført flere søk langs Ev 16 ved Bagn-Bjørgo der det anlegges ny veg, Figur 2.2. Søkene ble iverksatt etter funn av forsager på et område i overgangen mellom ny og gammel veg. Hundelaget har fulgt prosjektet videre og har gjennomført søk i alle områder der risikoen for udetonert sprengstoff har vært til stede. Det ble benyttet flere typer søk som frittsøk (hunden søker uten line, men med styring og kommando fra hundefører), HASD-søk (High assurance search dog: det benyttes lang line og hunden jobber alene ut mot 100 m der det er risiko for hundefører å gå) og kortlinesøk (hunden føres i kort line langs en linje som er lagt ut). Det har vært 12 markeringer på sprengstoff på strekningen, og det ble tatt med to prøver til FFI.

Tabell 2.1 Gjennomførte søksoppdrag i 2017

Tidspunkt	Oppdragssted	Markeringer	Prøver
November 2016 – februar 2017	Tåsentunnelen, Oslo	4	
Januar 2017	Røyrdalstunnelen	7	
Mars 2017	Langhus, Ski, tomt ved veg	0	
Januar – februar 2017	Vassmarka – Rongland, Nord-Trøndelag, langs veg	6	
Februar – mai 2017	Slåttekås – Årnes, Rv 36, langs veg	6	
Mars 2017	Lyderhorntunnelen, Bergen	2	
Mars – august 2017	Bjørnegårdtunnelen, Sandvika	15	2
Mars 2017	Fv 40, Rødberg sentrum, langs veg	0	
April 2017	Norbytunnelen	2	2
Mai 2017	Region Nord, Tømmerneset og Fagernestunnelen	8	
Mai – august 2017	Bagn – Bjørgo, langs veg	12	2
August 2017	Strynefjellet, skredområder	0	
September 2017	Bjørgatunnelen, Fv 211	6	
September 2017	Vågstunnelen, Rv 13	5	
Mai – desember 2017	Gudvangatunnelen	115	3
November – desember 2017	Valderøy-, Ellingshøy- og Godøytunnelen	0	
Desember 2017	Sand, Odalen, langs veg	3	1
Juni – desember 2017	Ekeberg- og Svartdalstunnelen, Oslo	6	1



Figur 2.1 Søksoppdrag i Gudvangatunnelen.



Figur 2.2 Søksoppdrag ved Bagn – Bjørge.

3 Erfaring fra hundesøkene

3.1 Stoffkunnskap, kompetanse og mengdetrening

Prosjektet har høstet generell kunnskap innenfor stoffinnlæring, deteksjon, dybde-deteksjon, søk i kontaminerte områder samt trening med kontamineringsteknikker. Det er gjennomført bredspektret innlæring av stoffer som har gitt resultater på udetonerte sprengstoffer som stammer fra ca. 1950 til 2017. Tett samarbeid mellom kjemiker og hundefører har ført til at innlæringen kan spesifiseres ut i fra resultater etter analyse av funn og sprengstoffer. Hundene er også trent til ikke å påvirkes av annen aktivitet på stedet eller bli ført ut av luktbildet fra andre lukter.

Hundene i prosjektet er nasjonalt de hundene som finner mest udetonert sprengstoff av ulike kvaliteter. Gjennom dette prosjektet er det mulig å gi hundene en bredde i luktbilder som ikke

kan gjenskapes i normal trening, og som er viktig for utvikling av stoffkunnskapen på hundene. Eksplosivene det søkes etter er rester etter reelle hendelser og er ikke lagt ut for trening. Dette kombinert med variasjonen i typer dynamitter som er lagret under varierende forhold, har gitt mange varianter av luktbilder fra dynamitter. Dette har gitt praktisk innsyn i viktigheten av å finne gode fellesnevnerer for aktuelle stoffer. Basert på dette kan det produseres trenings- substanser som gir best mulig effekt. For å kunne gi hundene mest mulig erfaring på aktuelle luktbilder, har det blitt produsert egne fellesnevnerer som man finner gjennom analyse av prøver funnet på anlegg.

3.2 Type søk

Under oppdragene er det nødvendig å benytte flere typer søk. Hundene må være trent i alle søksdisipliner slik at hundefører kan bruke det som er best egnet for oppdraget. Denne variasjonen gir hunder som behersker mange forskjellige søkstyper. Søkene som er benyttet i oppdraget er:

- Overflatesøk er det første søket som gjennomføres for å kartlegge et område. Søket foregår før entreprenør er inne på området og før graving.
- Områdesøk eller punktsøk er det søket som foretas i et avgrenset område. Det plukkes ut grunnpunkter hvor det er større sannsynlighet for funn, f.eks. skjæringer eller tunnelåpninger.
- Kortlinesøk er når hunden føres i en kort line langs en linje som er lagt ut.
- I frittsøk søker hunden uten line, men med styring og kommando fra hundefører.
- I langlinesøk deles området som skal gjennomføres i avgrensede arealer på 10 x 10 meter. Hunden går selvstendig ut 10 meter og foretar søk langs linen på tilbakeveien.
- High Assurance Search Dog (HASD) – søk benyttes der det er stor sannsynlighet for funn og hvor det er stor risiko for hundefører. Hunden benyttes med lang line og kan søke ut mot 100 meter.
- Ved sanering søker hunden lagvis de overflatene som graves fram. Hunden starter med overflatesøk. Så graves det av ca. 40 cm med gravemaskin, og hunden søker deretter over ny overflate. Slik fortsetter man inntil forsager er funnet eller man kommer ned til berg. Slike søk benyttes der det er stor risiko for funn. Hundefører benytter splintvest og briller. Oppdraget krever god kommunikasjon mellom hundefører og gravemaskinfører.

3.3 Støy og miljø

Ved søk i tunneler kan hundene utsettes for spesielt mange forstyrrelser og uvante situasjoner. Det kan pågå sanering med fjernstyrte eller ordinære maskiner, støy fra graving, pigging og boring, eller sprengning i nærområdet. Det er også ofte ordinær trafikk i området. Hundene må (ved klarering av veiakser) søke i høyder, fra lift eller i fjellsider/skrånninger med sikring. Hundene i oppdraget takler støy og bråk meget bra og jobber uforstyrret av miljøet rundt.

3.4 Utholdenhet og trening

Det er forskjellige nivåer på utholdenhet på hundene. Alt fra dem som kan gå i time etter time uten funn og til dem som trenger forsterkninger (motivasjonstrening) etter 20-30 minutter. Gjennom oppdragene varierer søketiden veldig mye fra tunnel til tunnel og fra område til område. Denne variasjonen gjør hundene gode. Hundeførerne varierer utlegg ut ifra hva hundene trenger av trening og motivasjon.

I tett dialog og samarbeid med Forsvarets veterinær er det gjennomført konkret trening inn mot utholdenhet og kondisjon. Hundene har hatt egne treningsprogram på svømming og løping. Prosjektet disponerer egen ATV for løping med hundene, og det har hatt avtale med et svømmeanlegg i nærområdet. Anlegget er bygd for hester, men fungerer veldig bra for hunder. FHSK har også egen vannredemølle som er flittig brukt.

Hundeførere er i samråd med FHSKs veterinær også opptatt av kosthold og ernæring. Hundene veies én gang i uken, og fôrmengde justeres etter riktig «hold» på hundene. Vi håper å kunne jobbe videre med blant annet pulsmålinger på hundene i arbeid og ved trening. Det er blant annet ønskelig å finne svar på hva som skjer med hundenes puls ved funn av eksplosiver.

3.5 Oppstalling av hunder

Hundene er stasjonert fast på Forsvarets anlegg på Hauer seter. På oppdrag er hundene oppstallet i prosjektets kjøretøy som er tilpasset med store bur, lufting og varme. Forsvarets veterinær har vurdert dette som godkjent oppstalling ved at hundeførere følger Forsvarets kennelrutiner. Fôring og lufting følges ved faste rutiner. Det blir gjennomført daglig stell og røkt av hundene samtidig som alle hunder får daglig sjekk. Sjekkrutiner er: synlige skader, allmenntilstand, avføring, appetitt og bevegelighet. Som en del av oppdragene blir det sjekket hvor nærmeste veterinær er i forhold til hvor oppdraget gjennomføres.

Hundeførere på oppdrag følger egen instruks godkjent av veterinær og Sjef Hærens våpenskole (HVS) FHSK.

3.6 Relevant læring for Forsvarets operasjoner

All trening og erfaring knyttet til stoffinnlæring og deteksjon har stor overføringsverdi til Forsvaret. Hunder som benyttes i dette oppdraget, er de hundene i Forsvaret som får mest

operativ erfaring i å finne eksplosiver. Bredspektret innlæring og operative søk etter dynamittblandinger med forskjellige sammensetninger gir Forsvarets hunder en erfaring de vanskelig kan få andre steder.

Oppdragene for Statens vegvesen har vært den viktigste arenaen for utvikling av kapasiteten «bakkesøk» for Forsvaret. “Bakkesøk” har ikke tidligere vært en søkscategori i Forsvaret. Prosjektet har bistått og gitt kompetanse til flere avdelinger som spesialstyrkene og regulære styrker fra Hæren, Luft- og Sjøforsvaret.

Prosjektet har utviklet kurs og utdanning for både hunder og hundeførere på fagfeltene: bakkesøk, deteksjon, stoffinnlæring og grunntrening av søkshund. I 2017 er det også levert innspill til førvertsprogram på valper som skal bli søkshunder.

4 Sertifisering og krav til ekvipasjene i Forsvaret

Hunder og hundeførere i Forsvaret må godkjennes og sertifiseres for tjeneste. FHSK gjennomfører sertifiseringen etter standard på tjenestehunder i Forsvaret og i NATO [3]. Sertifiseringen er også i henhold til programmet fra International Mine Action Standards (IMAS). Hundene i prosjektet er i tillegg en nyere utviklet kapasitet som har fått navnet bakkesøkshund.

4.1 Godkjenningprogram for militære tjenestehunder

Godkjenningprogrammet beskriver et minstekrav for å kunne ha forutsetning for å løse gitte oppdrag i den enkelte kategori tjenestehund. Oppdragene er forskjellige og varierer mellom avdelingene som benytter hund. Det forventes at de enkelte ekvipasjene videreutvikler seg utenfor rammen av godkjenningprogrammet.

Godkjenningssprøvene avholdes av FHSK og gjelder for alle militære tjenestehunder som skal brukes i regi av Forsvaret. Forsvarets spesialavdelinger reguleres også hundefaglig av FHSK, men da i henhold til egne kravspesifikasjoner som er unntatt fra offentligheten. I tillegg skal bruk av militær tjenestehund alltid ses opp mot UD 2-1 “Sikkerhetsbestemmelser for Hæren” Kap 7.1, ”Bruk av militær tjenestehund” [4].

Militære tjenestehunder deles inn i to hovedgrupper, dette er patruljehund og søkshund. Søkshundene deles inn i undergrupper narkotika, eksplosiver, miner, spesialsøk – herunder blindgjengere, Improvised Explosive Device (IED) og forsagere.

4.2 Kategorien bakkesøkshund

Målsetningen med testen er å sertifisere den enkelte hund og hundefører til å søke/klarere gitte områder i henhold til ordre. Noen av oppdragene er planlagt lang tid i forveien. Andre oppdrag vil komme fortløpende inn som anmodning om støtte i forbindelse med søk etter eksplosiver i bakken.

Bakkesøkshundene skal kunne søke både fritt, i kort eller lang line. Linesøket utføres ved at hunden søker ca. 30 cm bredde. Bredden kan variere og hundefører vurderer overlapp av gatene. Hundefører planlegger søket ut ifra terreng og vegetasjon.

Hunden skal kunne påvise stofflukt under bakken med en passiv markering ”sitt”. Markeringen skal være tydelig slik at hundefører kan merke og gjengi funnstedet.

Sertifiseringen for bakkesøkshund skjer gjennom flere tester:

1. Stoffkunnsksprøve (flere utlegg med dynamitt, TNT og kontaminering med variert liggetid)
2. Lydighet. Forsvarets lydighetsprogram
3. Klarering av boks 10x10 meter
4. Søk i tunnel som et oppdrag med anleggsarbeid samtidig
5. Utholdenhet i søket blir bedømt

Hunden skal detektere utlegg i flere miljøer, samt vise til et godt søksmønster og ha en god markering. Det godtas ikke feilmarkering.

For sesongen 2017 ble alle ekvipasjer godkjent med godt resultat, og samtlige hunder viste en godt etablert systematikk og søksmønster. Ekvipasjene viste å ha oppnådd målsetningen for sesongen. Resultat på deteksjon etter sertifiseringen ble godkjent på alle hundene. Stoffkunnskapen på hundene var meget godt etablert, og nivået på samtlige bakkesøkshunder var meget godt.

4.3 Mental test

En hunds mentalitet skal kartlegges gjennom funksjonsanalysetesten. Funksjonsanalysetest er en standardisert test som utsetter den enkelte hund for et sett med påvirkninger som hunden forventes å reagere på. Testen har til hensikt å kartlegge om hunden reagerer og avreagerer på en måte som er hensiktsmessig i situasjoner og hendelser som kan oppstå i tjeneste. Videre vil testen gi en indikasjon på om hunden er trenbar, og i noen grad hvordan treningen kan legges opp.

Nedre aldersgrense for å gjennomføre testen er 12 måneder, og hundens alder skal hensyntas i bedømmingen. Videre må det i løpet av en prøveperiode på inntil seks uker før anskaffelse vurderes i hvilken grad hunden tilpasser seg opphold i kennel, hvordan den forholder seg til forskjellige mennesker, forhold til andre hunder, samt om det evt. forekommer adferdstrekk som ikke lar seg forklare eller ikke er forenelig med den tjenesten hunden forutsettes brukt i.

4.4 Hundeførere

For at en ekvipasje skal være godkjent, må også hundefører ha den nødvendige opplæring og kurs godkjent av FHSK. Alle hundeførere i Forsvaret må ha bestått 6 ukers grunnkurs samt grunnleggende utdanning for søkshundeførere. Vedkommende skal ha avlagt avsluttende prøve med godkjent resultat i kategorien søkshund. Hundefører søkshund er sertifisert for trening og praktisk bruk av søkshund innen den respektive gruppe (narkotika/eksplosiver/annet). Søkshundefører har normalt også kompetanse innen trening og bruk av patruljehund, da dette er den normale utdanningsveien.

Fast arbeidssted for hundeførerne i prosjektet er Hauer seter leir. Hundeførere har kurs og sertifiseringer i henhold til Forsvarets regelverk på Operativ ekvipasje.

Hundeførerne har gjennomgått følgende kurs og godkjenninger:

- Grunnkurs patruljehund med praksis 1 år
- Grunnkurs søkshund
- Bakkesøk med utvidet deteksjonslære
- Arbeidsvarsling
- Byggherres ansvar ved sprengningsarbeider (Statens vegvesen)
- Kurs i Veterinærtjeneste fra Forsvaret

4.5 Innspill sivil sertifisering

Hundene er sertifisert i henhold til militært reglement. I tillegg utvikles og tilpasses opplæringen i tråd med behovene i prosjektet. Utdanningen på både hunder og hundeførere sikrer at hundelagene har nødvendig kompetanse til søksoppdragene som Statens vegvesen rekvirerer. Behovene for søk etter eksplosiver i sivil sektor er økende, og markedet kan bli stort. Dette vil skape en etterspørsel etter eksplosivsøkshunder. Trolig vil sivile aktører etter hvert etablere en tjeneste der hund benyttes til ulike søk. I dag finnes det ikke en sivil sertifisering av hunder som søker etter eksplosiver. Her bør myndighetene komme på banen og sette vilkår for sertifisering av både hunder og hundeførere for å sikre kvalitet på søketjenestene som skal leveres.

Dette prosjektet vil komme med innspill til hvordan en slik sertifisering bør være. En veileder for bruk av hund for søk etter sivile eksplosiver er under utvikling. Innspill fra Statens vegvesen, bransjen og bransjerådet vil bli viktige for veilederen.

5 Utvikling og trening av hunder

5.1 Opplæring

Det er i løpet av prosjektet blitt utviklet mal for trening på følgende treningsmomenter:

- Søksutvikling
- Markering
- Systematikk
- Stoffkunnskap/ innlæring.
- Bakkesøk HASD og Mine Detection Dog (MDD)

Malene inneholder videofremvisninger på alle momenter og delmål.

Alle hundene i prosjektet har en «rød tråd» i både utvikling og trening. Treningen gjenspeiler oppvekst og utdanning de har fra valp - og ung hund programmet i Norsk Folkehjelp sitt senter i Sarajevo. Stort sett alle hundene er fra dette senteret. Hundene blir programmert inn mot søk allerede i 7 ukers alderen og følger en progresjonsplan fram til de er 1 år. Alt av maler er basert på denne progresjonsplanen.

Innlæring av eksplosiver er utviklet mye de siste årene gjennom støtte fra FFI. Arbeidet med analyse og karakterisering på FFI har gitt god forståelse for og gitt bedre resultater på deteksjon enn forventet. Stoffinnlæringen har vært bredspektret og er basert på resultater fra analyser. Det er gjennomført innlæring på fellesnevnerne og stoffer i eksplosivene med både lave og høye damptrykk. Stoffutlegg er alltid basert på god liggetid og mest mulig variasjon. Stoffene er detektert gjennom luft, vann, smitte og kontaminering (stoffet er fortynnet ved å tilsette det til f.eks. vann eller rørt ut i sand). Det er også blitt brukt diskriminering (utlegg av prøver som mangler det aktuelle luktstoffet som hunden skal trenes på), men ikke i veldig stor grad. Det er ikke blitt observert eller gjort markeringer på feilkilder.

Fokuset for hundene i prosjektet har vært deteksjon av ulike dynamitter fra 1950-tallet til nyere tid. Det er også foregått innlæring på deteksjon av objekter som skytefeltammunisjon, miner og etterlatenskaper fra andre verdenskrig. Fellesnevneren for disse ammunisjonstypene og minene

er at de er TNT-baserte. Den store variasjonen i blandingene har gitt et meget bredt spekter på utdanningen av dynamitter og TNT-baserte eksplosiver.

5.2 Fremtidig arbeid med hunder

Det er igangsatt noen forsøk for å undersøke hvor sensitiv hundens luktesans er eller kan bli. Metoder og tester for trening av hunder som skal detektere udetonerte eksplosiver er ikke tilgjengelig. Det jobbes derfor for å utarbeide egne treningsopplegg for hunder som skal detektere dynamitter.

Her nevnes noe av arbeidet som er startet og som videreføres i løpet av 2018:

- Produksjon av EGDN og nitroglyserin. EGDN finnes i de fleste dynamittene og er det stoffet med høyest damptrykk av ingrediensene i dynamitter. Tilgang på EGDN er viktig for bruk i opplæring og for forståelse av hunders deteksjon. Det er også nødvendig å kunne måle ulike kjemiske egenskaper til det rene stoffet uten at det er i blanding med andre stoffer. EGDN kan ikke kjøpes, men FFI har fasiliteter og kompetanse til å syntetisere stoffet i laboratoriet.
- Det er i 2017 gjennomført flere type tester inn mot deteksjon av fellesnevnerne i eksplosivene. Testene er gjennomført gjennom ulike øvelser både under trening og i operative søk. Formålet med testene er å kunne beskrive hva hundene detekterer og hvor lite eller mye som skal til for at hundene skal detektere luktbildet. Det er ønskelig å finne nedre grense for deteksjon.
- Det er gjennomført tester på EGDN i forskjellig blandingsenheter, men tester er også prøvd inn mot ammoniumnitrat, ulike typer TNT og nitroglyserin med meget gode resultater.
- Tester utføres på arenaer som rondell, stein (mursteinblokker), sandkasse innendørs og i tunneler.
- I dynamitter finnes EGDN, NG, TNT, AN og DNT. For å sikre best mulig deteksjon av dynamitt, må alle disse stoffene læres inn og repeteres med jevne mellomrom i treningen. Det tas hensyn til at damptrykket til de ulike stoffene varierer og at sammensetningen av funnene vil være påvirket av lagringen av eksplosivene. Dette vil sikre en bedre deteksjon av dynamitter, da det ennå ikke er avklart hva som lukter mest etter 5-10-30 år under bakken.
- Beskrive anbefalt minstekrav på operative ekvipasjer.
- Utvikling av kurspakker for kategorien bakkesøkshund.
- Utvikling av trenings-kit på eksplosiv lukt, som kan håndteres og oppbevares i henhold til regelverk for brennbar væske.

-
-
- Kondisjonstrening gjennom svømming.
 - Pulsmålinger av hundene ved søksarbeid, kondisjonstrening og ved deteksjon av eksplosiver.

6 Karakterisering av prøver

Utvalgte prøver av forsagere som er funnet under søksoppdragene er tatt med til FFI for karakterisering og analyse. I 2017 har dette arbeidet omfattet en fortsettelse av analysearbeidet som ble startet i 2016 [1], og deretter er det gjennomført karakterisering av nye prøver som er tatt i 2017. I 2016 ble det kun foretatt termisk analyse på Differential Scanning Calorimetry (DSC) av prøver tatt i 2016. I 2017 har følsomheten til de fleste dynamittprøvene blitt målt, og det er foretatt kjemisk analyse av alle prøvene for å bestemme innhold av eksplosiver. En detaljert beskrivelse av karakteriseringen er gitt i egen rapport [2].

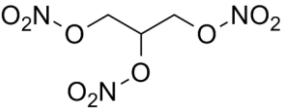
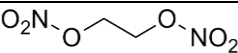
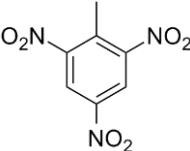
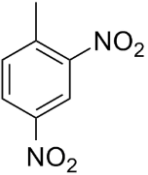
6.1 Dynamitter

Dynamitt er en samlebetegnelse på en type sivile sprengstoffer. I de første dynamittene var nitroglyserin (NG) hovedingrediens og virkestoff. Sammensetningen av dynamitt er endret opp gjennom årene av hensyn til sikkerhet, miljø og bruksområde. I dag utgjør ammoniumnitrat (AN) og etylenglykol dinitrat (EGDN) hovedingrediensene i dynamitter, og det kan forekomme mindre mengder av trinitrotoluen (TNT) og NG, se Tabell 6.1. Dinitrotoluen (DNT) er blitt benyttet i eldre dynamitter. De nevnte sprengstoffene benyttes som utgangspunkt når rester av dynamitter skal analyseres for kjemisk innhold slik at det er disse stoffene man vil identifisere og kvantifisere. Dynamittene inneholder også en del inerte stabilisatorer og fyllstoffer som f.eks. voks og treflis, men disse stoffene er ikke blitt gjenstand for analyse.

I tunnelene eller på veganlegg der hundene benyttes til søk kan det forventes å bli funnet alle typer dynamitter med ulike sammensetninger. Dette fordi tunnelene og vegene er bygd på forskjellige tider, og det er blitt brukt ulike typer dynamitter. På eldre anlegg kan det også forventes å finne nyere dynamitttyper, fordi det kan ha forekommet anleggsarbeider med bruk av sprengstoff også på senere tidspunkter.

Mengden av et stoff i gassform over en væske eller et fast stoff, er avhengig av damptrykket til stoffet. Et høyere damptrykk gir flere molekyler i lufta som hundene kan få inn i luktorganet ved sniffing. Av sprengstoffene som er i dynamitter er det EGDN og NG som har høyest damptrykk. TNT og AN har lavest damptrykk [5]. Damptrykk er derfor en viktig egenskap ved et stoff som kan være avgjørende for evnen til å bli detektert. Det kan allikevel ikke fastslås om det er stoffet med høyest damptrykk som enklest blir detektert. I prosjektet ønsker vi å lære og forstå mer av disse mekanismene og hvorfor et stoff detekteres.

Tabell 6.1 Sprengstoffer benyttet i dynamitter.

Sprengstoff	Kjemisk formel	Molekylstruktur
NG	$C_3H_5(NO_3)_3$	
EGDN	$C_2H_4(NO_3)_2$	
TNT	$C_7H_5(NO_2)_3$	
DNT	$C_7H_6(NO_2)_2$	
AN	$NH_4 NO_3$	$[NH_4]^+ [NO_3]^-$

6.2 Undersøkte prøver

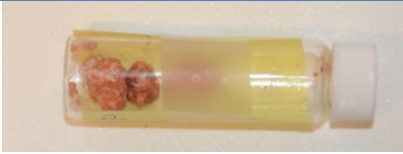

I 2017 er det tatt med to prøver fra Sandvikatunnelen, to prøver fra Nordbytunnelen, to prøver fra Bagn, én prøve fra Ekeberg tunnelen, tre prøver fra Gudvangatunnelen og en prøve fra Sand i Odalen. Beskaffenheten til prøvene er beskrevet i Tabell 6.2 med tilhørende bilder av prøvene.

Prøvene er ulike i konsistens og farge. Noen av prøvene ser relativt intakte ut, mens andre ser ut til å være uttørket og kraftig degradert. Fra de tørre prøvene er sannsynligvis mykgjørere og de lavviskøse delene av sammensetningen dampet av eller vasket ut. Når prøvene oppbevares i romtemperatur, væsker det ut et stoff fra flere av de myke og smørebare prøvene.

Det at prøvene er så forskjellige tyder på at de opprinnelig kommer fra ulike typer sprengstoff samt at de har vært utsatt for ulike forhold med tanke på oppbevaring og aldring. Relativt intakte prøver har antakeligvis ligget godt innesluttet uten tilgang på luft eller fuktighet. Degraderte prøver kan ha ligget i åpne borehull og kan ha vært utsatt for luft og vann, og vekselvis drenering og uttørking. Flere av prøvene har en karakteristisk lukt av dynamitt, som mennesker også lett kan gjenkjenne.

Tabell 6.2 Prøver tatt fra forsagere i 2017.

Prøve	Beskrivelse	Bilde
H17-1 Sandvika	Svart, brunaktig masse omsluttet av mulig opprinnelig hvitt papir. Antageligvis mye grus og småstein i prøven.	
H17-2 Sandvika	Orangebrun smørbar masse i gult plastrør.	
H17-3 Nordby	Rødt, tørt stoff, muligens iblandet svart grus, omsluttet av mulig hvitt papir.	
H17-4 Nordby	Gulhvitt stoff med oransjerød prikker i et gult plastrør. Stoffet er smørbart og ganske flytende.	
H17-5 Bagn-Bjørge	Brunrød, smørbar masse pakket inn i hvitt papir.	
H17-6 Bagn-Bjørge	Rødbrun, tørt stoff, festet i papir, mulig rødt.	
H17-7 Ekeberg	Orangebrun, halvflytende masse.	
H17-8 Gudvangen	Tørt, brunbeige pulver.	
H17-9 Gudvangen	Mørkebrun masse, mulig noe væske i den.	

H17-10 Gudvangen	Rustrødt stoff med lange hvite fibre/tråder.	
H17-11 Odalen	Mørkebrun smørebar masse som utsondrer væske.	

6.3 Differential scanning calorimetry (DSC)

Differential Scanning Calorimetry (DSC) er en termisk test der en liten mengde prøve (1-2 mg) varmes opp med ønsket oppvarmingshastighet. Instrumentet registrerer varmeopptak eller varmeavgivelse fra prøven som funksjon av temperatur, og vil angi energiutslag i form av topper på en kurve. For eksempel vil endoterme reaksjoner som smelting og faseforandringer i et stoff kreve energi, og stoffet vil oppta varme. Når et stoff dekomponerer eller omsettes, vil det avgi varme i en eksoterm reaksjon.

Et stoff kan identifiseres ved at energiutslagene kommer ved temperaturer man vet er karakteristisk for stoffet. En blanding som inneholder flere stoffer, vil imidlertid kunne dekomponere ved andre temperaturer enn det enkeltstoffene gjør fordi stoffene kan reagere med hverandre. Hvis et av stoffene i blandingen dekomponerer, kan dette initiere omsetning av hele prøven. Det vil da komme kun én eksoterm reaksjon med ett enkelt utslag på kurven. Dersom mengden av et stoff i en blanding er lav, kan energiutslaget for faseforandringen for dette stoffet bli for lavt til å synes på analysekurven. Slike faktorer kan vanskeliggjøre tyding av kurver fra blandinger.

En oppsummering av resultater fra termiske tester på DSC er vist i Tabell 6.3, der temperaturen ved toppene på kurvene er ført opp. Det er analysert minst to paralleller av hver prøve, og verdiene i tabellen er gjennomsnittet av parallellene. Eksempel på en DSC-kurve er vist i Figur 6.1. Kurven viser at prøven har en stor eksoterm reaksjon ved ca. 198 °C som skyldes omsetning/dekomponering av prøven. Med unntak av et par prøver som inneholdt svært små mengder av de målte sprengstoffene, dekomponerte alle prøvene ved temperaturer rundt 200 °C.

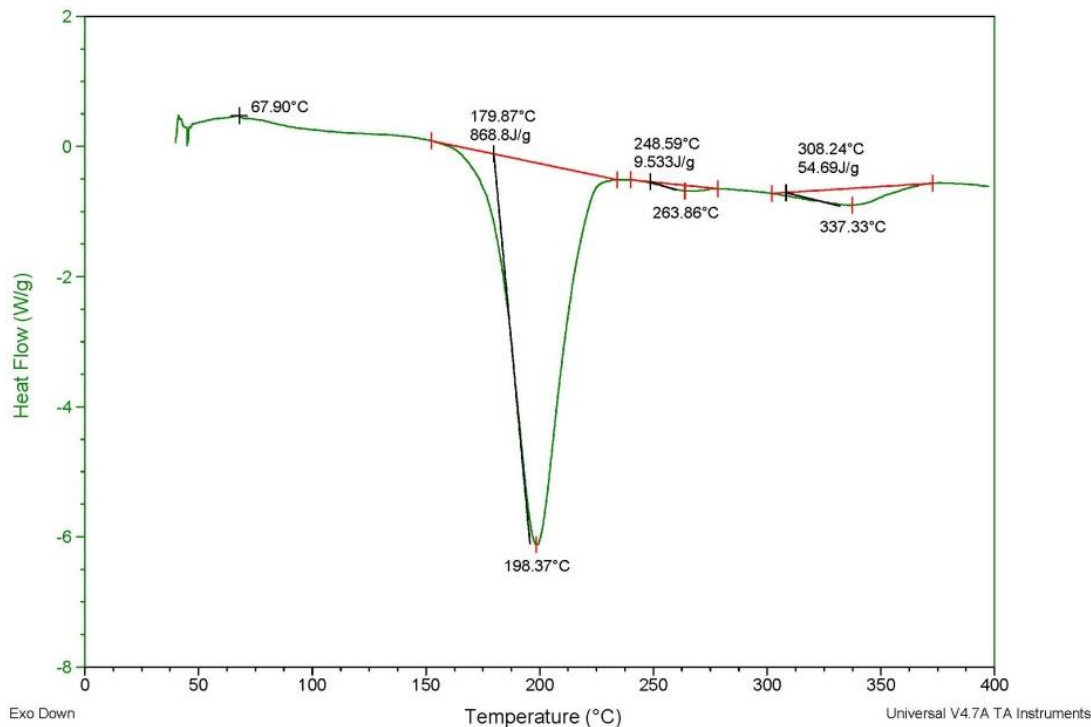
Når resultatene fra DSC-analysen og kjemisk analyse sammenfattes, ser man at energiutslagene for et stoff ikke alltid kommer fram når det er i blanding med andre stoffer. Dette illustreres med ren AN, prøve H16-12, som gjennomgår flere faseforandringer og får endoterme topper når AN analyseres separat. Ved analyse av prøver som inneholder AN og andre forbindelser, f.eks. H16-1, H16-2 og H17-4, kommer ikke alle toppene fra AN fram.

Tabell 6.3 Resultater fra termisk analyse på DSC av dynamittprøver.
De gitte temperaturene er toppunktet på kurvene.

Prøvenummer	Endoterm (°C)	Eksoterm (°C)
H16-1	53, 127	172, 198
H16-2	54, 127	171, 194
H16-6	101	203
H16-7		201
H16-12	53, 127, 170, 254	
H16-17		200
H16-18		198
H17-1	58*	
H17-2	79, 98	
H17-3	69, 153,	199, 274, 337
H17-4	58, 139, 155, 211	292
H17-5	103, 112, 124, 163	204, 268*
H17-6		209
H17-7	126, 149	191, 251, 314*, 332
H17-8	82	
H17-9	68, 138	198, 314*, 360*
H17-10	62, 167, 181	201, 285, 347
H17-11	126, 142	183

*Utslag på kurver det er vanskelig å tolke

Selv om dataene fra DSC ikke kan fastslå sammensetningen til blandinger, gir analysene informasjon om termiske egenskaper og ved hvilken temperatur prøven omsettes. Preparering av prøver til DSC-analyse er enkelt, og testen kan raskt gi indikasjoner på hva prøven kan bestå av og gi informasjon om eksplosive egenskaper. Testen krever dessuten små prøvemengder (1-2 mg for eksplosiver). Ved heterogene prøver kan dette imidlertid gjøre det vanskelig å få et representativt uttak av prøven og gi variasjoner i resultater for paralleller av samme prøve.



Figur 6.1 DSC-kurve av prøve H17-3 fra Nordbytunnelen.

6.4 Kjemisk analyse

Flere teknikker og analyseinstrumenter kan benyttes for å analysere innhold av kjemiske forbindelser i en prøve. De mest benyttede teknikkene for analyse av eksplosiver er gass- eller væskerkromatografi i kombinasjon med massespektrometri (MS). Kromatografi benyttes for å separere de ulike forbindelsene i prøven, mens MS benyttes til å bestemme hvilken type forbindelser det er snakk om, samt mengden av dem. Hvilken kromatografiteknikk som benyttes er avhengig av egenskapene til forbindelsen som skal bestemmes. Generelt er gasskromatografi (GC) best egnet til å analysere flyktige og halvflyktige organiske forbindelser, mens mer vannløselige forbindelser kan analyseres med væskerkromatografi (LC). Begge teknikkene forutsetter at forbindelsene som skal bestemmes er i en løsning. For analyse av faste prøver, må komponentene derfor på forhånd ekstraheres ut i egnede løsemidler.

Informasjon om sammensetninger av ulike dynamitter de siste 50-60 årene er benyttet som utgangspunkt for å analysere de innkomne prøvene. De forbindelsene som forventes å finnes i prøvene er AN, EGDN, NG, TNT og ulike DNT-er. NG og EGDN er organiske nitrater, og TNT og DNT-ene er nitroaromater. AN er et nitratsalt, som er løselig i vann og som kan analyseres med LC-MS. De andre stoffene er organiske og mindre løselige i vann og vil kunne analyseres med GC-MS.

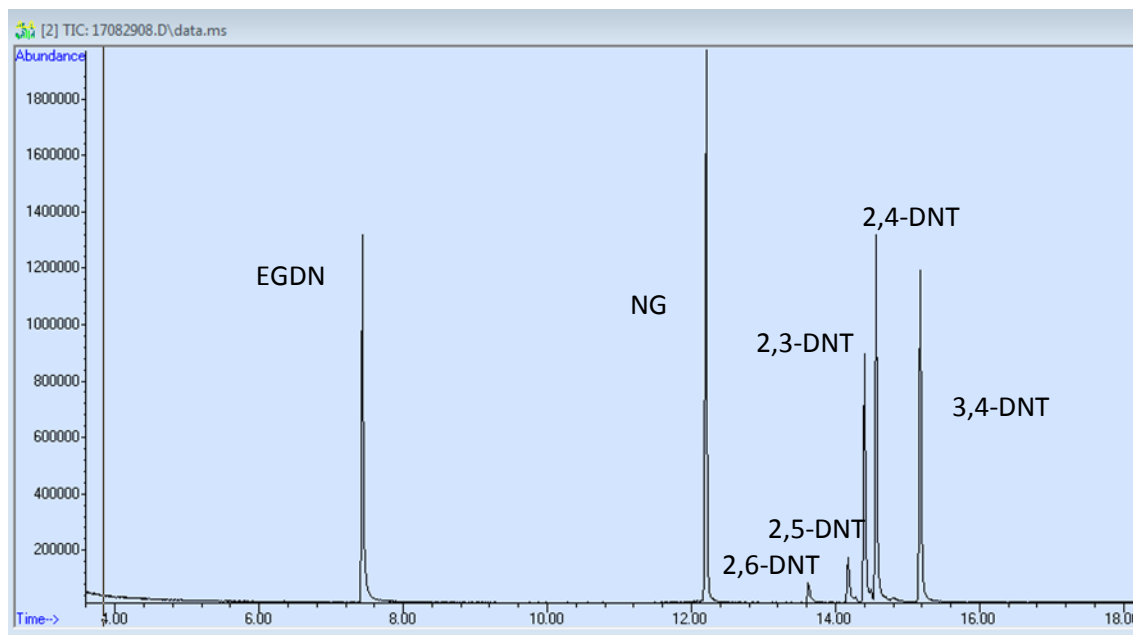
Tabell 6.4 Innhold av ulike sprengstoffer i prøver av dynamittforsagere.

Prøve	Menge (vektprosent)									Sum
	AN	EGDN	NG	TNT	2,6-DNT	2,4-DNT	3,4-DNT	2,3-DNT	2,5-DNT	
H16-1	33	29								62
H16-2	61	0,20								61
H16-6		6,9	37	4,4	7,8	15	1,1	0,80		73
H16-7		0,20	21	0,60	10	17	2,3	2,0	2,0	55
H16-17			37	0,10	9,3	14	1,2	2,1	0,6	65
H16-18		13	9,9		1,1	3,0	3,2	3,0	1,5	35
H17-1					0,50	1,3				1,8
H17-2	0,10									0,10
H17-3		1,0	1,4	0,10	6,0	55	5,0			69
H17-4	36	6,6								43
H17-5		35	27	2,1	8,4	17	1,8	1,4		93
H17-6		0,60								0,60
H17-7	23	8,0								31
H17-8	0,12	0,005								0,13
H17-9	0,21	31			2,3	8,1	0,80	0,80		43
H17-10		5,0	0,30		3,8	19	1,7	1,5		32
H17-11	19	1,9	83							105

Resultatene fra kjemisk analyse, Tabell 6.4, viser at det er stor spredning i sammensetningen av prøvene både når det gjelder type og mengde av de ulike bestanddelene. Prøvene ser ut til å kunne komme fra både gamle og nye dynamitter samt at tilstanden til prøvene er varierende på grunn av ulik aldring og degradering. Resultatene bekrefter det en antar ut ifra beskaffenheten på prøvene. Kromatogram for GC-analysen av prøve H16-18 er vist i Figur 6.2.

EGDN er påvist i alle prøvene bortsett fra tre av dem. Mengden av EGDN i prøvene varierer fra 0,005 til 35 %. Lavt innhold i en prøve kan bety at EGDN har fordampet eller er blitt vasket ut. EGDN er et lettflyktig stoff og har det høyeste damptrykket av de sprengstoffene som antas å kunne være ingrediens i de benyttede dynamittblandingerne [5].

Dersom AN er påvist i en prøve, er EGDN også bestanddel i prøven. Det er ett unntak fra dette, prøve H17-2, hvor det kun er påvist en veldig lav konsentrasjon av AN og ingen av de andre sprengstoffene. Prøver som inneholder lave innhold av EGDN eller AN kan være degradert ved at EGDN er fordampet, og AN vasket ut eller løst i vann under fuktige forhold.



Figur 6.2 GC-kromatogram for prøve H16-18.

Flere av prøvene inneholder NG og variasjoner av TNT og DNT-er. Prøver som inneholder mye DNT, er mest sannsynlig eldre typer dynamitter siden denne forbindelsen var en benyttet ingrediens i dynamitter tidligere. De små mengdene av DNT-er som er målt i noen av prøvene kan stamme fra dekomponering eller nedbrytning av TNT som er i blandingen, eller det er rester fra synteseprosessen til TNT.

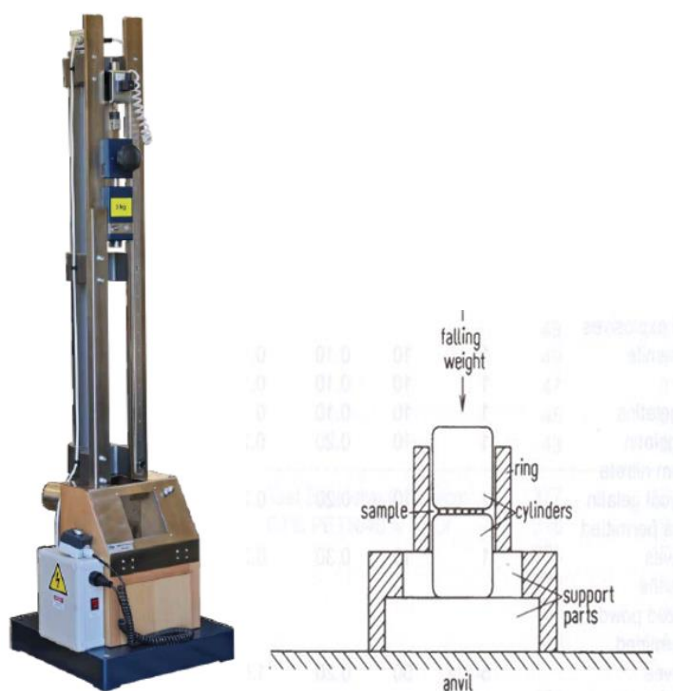
Når mengden av de målte sprengstoffene summeres, ser man at den totale mengden identifiserte stoffer varierer fra 0,10 til 105 %. Dette viser at dynamittrestene inneholder stoffer som ikke er identifisert i de kjemiske analysene som er utført. Lave totale mengder sprengstoffer funnet i prøvene kan bety at sprengstoffene er fordampet, degradert eller vasket ut. Dynamittene inneholder ulike fyllstoffer og stabilisatorer som ikke er blitt gjenstand for analyse. Det er ønskelig å finne ut av hvilke andre forbindelser som er i prøvene, men dette vil kreve mer analysekapasitet og metodeutvikling enn det det er muligheter for innenfor rammene av dette oppdraget. Feilmarginer i hver av analyseteknikkene er 5-10 % av analyseresultatet, og dette kan være årsaken til at summen av bestanddelene blir over 100 % i prøve H17-11.

6.5 Følsomhetstester

Sprengstoffrestenes følsomhet mot å bli initiert for detonasjon fra slag og friksjon er målt. Påvirkningene som prøvene utsettes for i slag- og friksjonstestene, vil være tilsvarende de påvirkningene som forsageren kan bli påført når det benyttes gravemaskiner eller piggeutstyr i bakken der forsagerne ligger. Resultater fra måling av følsomhet til prøvene er gitt i Tabell 6.5. De resterende prøvene vil bli analysert i 2018.

Følsomhet for slag måles ved at et lodd med gitt vekt slippes fra en gitt høyde ned på prøven. Testen er positiv dersom prøven omsettes, og negativ dersom prøven ikke går av. Kraften i

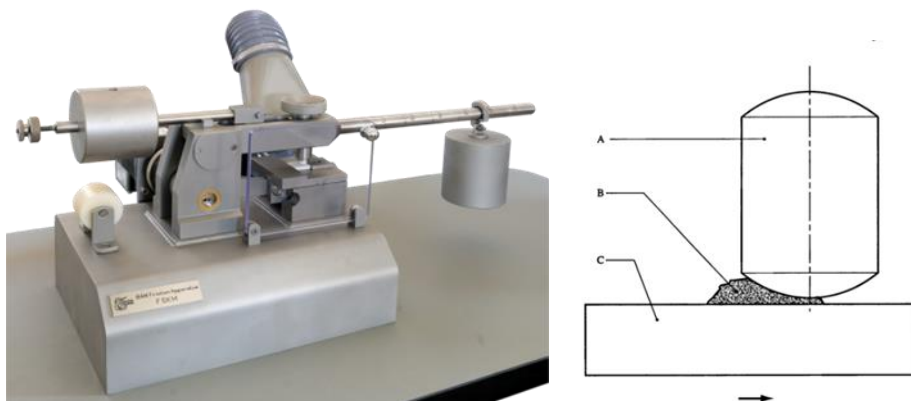
slaget, gitt i Joule, er et produkt av vekten, høyden loddet slippes fra og tyngdens akselerasjon. Jo mindre kraft som trengs for å initiere stoffet, jo mer følsomt er materialet. Slagfølsomhetsmålingene er utført på et BAM Fallhammer instrument, se Figur 6.3. Målingene foretas i henhold til STANAG 4489 "Explosives, Impact Sensitivity Tests" og etter Brucceton prosedyren hvor man finner 50 % punktet for sjansen for at prøven skal omsettes.



Figur 6.3 Utstyr for å måle slagfølsomhet. (Bilder hentet fra OZM Research).

Følsomheten for friksjon måles ved at prøven utsettes for en friksjonskraft når prøven ligger mellom to flater av porselen. Kraften som påføres, angitt i Newton, er avhengig av tyngden på loddet og posisjonen på stanga hvor loddet henger. Jo mindre kraft som trengs for å initiere stoffet, jo mer følsomt er det. Friksjonsfølsomheten er målt på et BAM friksjonsapparat, se Figur 6.4. Målingene foretas inntil man finner 50 % punktet for sjansen for at prøven omsettes i henhold til Brucceton-prosedyren og STANAG 4487 "Explosives, Friction Sensitivity Tests".

Den mest følsomme prøven for både slag og friksjon, er prøve H16-17. Prøven er tørr og inneholder 37 % NG, ulike DNT-er og litt TNT. En annen prøve som er følsom for slag er H17-9, en litt fuktig prøve, som inneholder 31 % EGDN, DNT-er og en liten mengde AN. Prøve H16-6 inneholder like mye NG som H16-17, men denne prøven er mindre slagfølsom med en verdi på 18 J sammenliknet med ca. 1,5 J målt i H16-17. Følsomheten for friksjon til H16-17 og H16-6 er i samme størrelsesorden, mens H17-9 er betydelig mindre følsom for friksjon.



Figur 6.4 Utstyr for å måle friksjonsfølsomhet. (Bilder hentet fra OZM Research).

Det observeres at forskjellige sammensetninger kan gi tilnærmet samme følsomhet. Allikevel kan det se ut som prøver som inneholder AN, er mindre følsomme sammenliknet med prøver uten AN. Men ikke alle prøvene er testet ennå, og det må flere målinger til for å se etter sammenheng mellom innhold og følsomhet. Resultatene viser at prøvene kan være følsomme uansett hva de består av og i hvilken tilstand de er. For anleggsbransjen betyr det at alle forsagere potensielt kan være veldig følsomme og at en må utvise aktsomhet når forsagere oppdages.

Tabell 6.5 Følsomhet for slag og friksjon av utvalgte prøver.

Prøve	Slagfølsomhet (J)	Friksjonsfølsomhet (N)
H16-1	27	156
H16-2	18	156
H16-6	18	90
H16-7	> 50	104
H16-17	~ 1,5	84
H16-18	> 100	107
H17-3	14	156
H17-4	> 100	152
H17-5	24	91
H17-6	> 100	270
H17-9	6	168 < x < 192*

*For lite prøvemateriale til å fullføre Bruceton-test.

6.6 Videre arbeid

Hundene har markert over 200 steder for sprengstoff, og det er tatt med 17 prøver til FFI. Karakterisering og analyse har vist at prøvene er høyst forskjellige med tanke på tilstand, sammensetning og følsomhet. Det er ingen av de identifiserte sprengstoffene som er funnet i alle prøvene. Selv om nesten alle prøvene inneholder EGDN, er det også tre prøver som ikke inneholder EGDN. Så langt er det dermed ikke funnet en enkelt forbindelse i prøvene som er det stoffet som er kilde til det luktbildet hundene detekterer. De mange kombinasjoner av sprengstoffer i de ulike prøvene som hundene finner, viser at hundene er bredspektret med tanke på hvilke stoffer de kan detektere. Dette støtter opp om at hundene må trenes opp på en blanding, eller en bukett, av stoffer og ikke bare på enkeltstoffer i dynamittene.

Kjemisk analyse av prøvene har vist hvilke sprengstoffer som er i prøven. Det som hundene lukter og detekterer, er molekyler som er i lufta over prøvene. Dette kan være ingredienser i dynamittene i gassform eller det kan være dekomponeringsprodukter fra bestanddelene, eller en kombinasjon av disse. Avhengig av hvor prøven befinner seg, kan hundene få i seg stoffene via flere ruter. Stoffene kan være både i gass-, væske- og fastform, og de kan være bundet til jord, støv, dråper og partikler. Det er mange faktorer som påvirker luktbildet.

Det er ønskelig å kunne undersøke nærmere hvilke stoffer som er i lufta over de prøvene som hundene har detektert. Gassmolekyler kan samles opp på adsorberende materialer i egnede rør. Mengde molekyler som tas opp i røret reguleres ved hjelp av mengden luft som suges gjennom røret, noe som bestemmes av volumstrøm og oppsamlingstid. På laboratoriet kan rørene analyseres for innhold med en GC-MS.

Det planlegges å gjøre noen forsøk med denne teknikken. Metoden testes først ut på prøver som allerede er analysert. Deretter tas det prøver ute på søksoppdrag, først der hundene markerer og etterpå rett over prøven når den er gravd fram.

En ukjent og kanskje viktig faktor er de stoffene i dynamittene som ikke er blitt identifisert. Organiske stoffer som mykgjørere og stabilisatorer er gjerne forbindelser som er flytende og med høyere damptrykk enn mange av de faste sprengstoffene som benyttes i dynamitter. Dersom dynamittene inneholder noen slike tilsatsstoffer, kan dette være stoffer med høyere luktpotensiale. I eldre, tørre dynamittprøver vil slike stoffer ofte være vasket ut eller fordampet.

7 Eksterne presentasjoner

Arbeidet er blitt presentert i flere fora både nasjonalt og internasjonalt. Det er viktig å nå ut til anleggsbransjen i Norge for å informere om aktiviteten vår med tanke på hvilket tiltak dette er i HMS-arbeidet for anleggsarbeidere. For Forsvaret er det viktig med samarbeid og dialog for gjensidig utvikling av Forsvarets eksplosivhunder og for hundene som benyttes i prosjektet.

Internasjonalt samarbeid er ønskelig med tanke på utvikling av hunder. Hunder som detekterer eksplosiver benyttes i kontraterrorvirksomhet både sivilt og militært.

7.1 Sprengningskurs

Norsk forening for fjellsprengningsteknikk arrangerte et seminar om Sprengningsarbeider i Bodø i mars 2017 med tema “Forsagere og uønskede hendelser – tar vi for lett på faget vårt?” Der ble prosjektet presentert av Statens vegvesen, og FFI presenterte sitt arbeid med å analysere prøver som tas ute på anleggene.

7.2 ISADE

I september 2017 ble prosjektet presentert på International Symposium on the Analysis and Detection of Explosives (ISADE) 2017. Dette er en internasjonal konferanse for personer som på en eller annen måte er engasjert i analyse og deteksjon av eksplosiver. Konferansen arrangeres ca. hvert tredje år. Siden forrige gang konferansen ble arrangert i 2013, har det vært en rekke terrorhendelser hvor det er benyttet eksplosiver. Dette setter fokus på viktigheten av internasjonalt samarbeid for å møte utfordringene knyttet til ulovlig bruk og terroristers bruk av eksplosiver. Det er et felles mål å utvikle og forbedre kapasitetene til å analysere og detektere eksplosiver for å sikre sivile ved å hindre angrep og straffeforfølge dem som planlegger og/eller utfører angrep.

En av seksjonene hadde tema “Deteksjon med hund”, og FFI var invitert til å presentere det arbeidet som gjøres i dette oppdraget med hovedfokus på deteksjon. Dette skjedde i etterkant av at prosjektet ble presentert for Defence Science and Technology Laboratory (DSTL), FFIs søsterorganisasjon i England, som er sterkt involvert i bruk av hund for å detektere eksplosiver. Tittelen på presentasjonen på ISADE var: “Canine search for dynamite remnants”.

Flere selskaper som utvikler og selger analyseinstrumenter satte spørsmålstegn ved om det er kosteffektivt å bruke søksteam med hund og -fører til å finne forsagere og dynamittrester. De mente det ville være mindre kostbart å benytte et feltinstrument som i sanntid analyserer gassfasen over bakken for å detektere rester i bakken. Et av selskapene var villig til å komme og teste sine instrumenter på søksoppdrag. FFI har tro på at hundene er mer effektive i bruk da de raskt kan avgjøre om det er noe av interesse i bakken samt at hundene er mer mobile og fleksible i terrenget. Det kan allikevel være interessant å prøve ut kapasiteten til slike feltinstrumenter til dette formålet ved en passende anledning.

7.3 Forsvaret

FFI har to ganger deltatt på Fagforum for hundetjenesten i Forsvaret som arrangeres av Forsvarets hundeskole. Her har prosjektet blitt presentert og FHSK er blitt oppdatert på fremdriften i prosjektet med å undersøke dynamittforsagere og -rester. Resultatene er viktige med tanke på den generelle forståelsen av hva hunder detekterer og hva de må læres opp på.

7.4 Andre

Prosjektsamarbeidet ble i juni presentert i fagfora for tunnel, hvor Statens vegvesen og det svenske Trafikverket deltar. Fagfora ble informert om og er videre interessert i hvordan bruk og utvikling av hund vil støtte mot deres arbeid.

Det er gjennomført et dagskurs for prosjektmedarbeiderne i Byggherres rolle ved bergsprengningsarbeid. Kurset omfatter:

- Oppfølging av sprengningsarbeider
- Lover og forskrifter – HMS/SHA
- Sprengningskontur/skjæringer
- Sprengningsplan/salveplaner
- NS8141 Vibrasjoner og støt
- Ivaretagelse av påseplikten

8 Evaluering av aktiviteten

I forbindelse med bergarbeid utgjør boring, graving og pigging av gjenstående sprengstoff fra tidligere entrepriser en alvorlig fare for skade. Fare kan også oppstå ved rensk og annet arbeid i slike områder. Situasjoner hvor slik fare kan oppstå er eksempelvis utvidelse av bergskjæringer eller der man senker veglinjen i eksisterende bergskjæringer og ved etablering av grøfter i tidligere utsprengte områder – eksempelvis som i tunnelrehabilitering.

Det vil være en gevinst å kunne fastslå med en viss sannsynlighet omfanget av gjenværende sprengstoff fra tidligere sprengningsarbeid og ikke minst hvor dette finnes. På den måten vil det være mulig å planlegge arbeidet bedre og legge inn realistiske mengder på prosesser for tiltak med å uskadeliggjøre sprengstoffet.

Totalt sett har Statens vegvesen vurdert det slik at det ikke har en negativ effekt på sikkerheten å gjøre hundesøk uansett i hvilken grad hunden er treffsikker. Videre vil det med overveiende sannsynlighet gi en økonomisk gevinst og effektivisering i entreprisedriften. Det vil ikke være aktuelt å erstatte kravene om forsiktig arbeid på grunnlag av gjennomførte hundesøk etter sprengstoff, men bruke hundesøk som et risikoreducerende supplement.

9 Konklusjon

Denne rapporten oppsummerer de viktigste resultater og problemstillinger som følger av arbeid gjennomført i 2017, og peker frem mot anbefalte oppgaver i 2018.

Innenfor hundetrening er det utviklet prosedyrer som kan benyttes både i prosjektet og av Forsvaret. Hundesøkene har gitt verdifull erfaring innenfor søk etter dynamitter og andre eksplosiver. Hundene har gjennom prosjektet oppnådd en bredspektret kapasitet på deteksjon av sprengstoffer. Treningen og den operative erfaringen hundene får gjennom prosjektet er verdifull for Forsvaret.

Oppdragene er ulike av natur og hundene har måtte tilpasse søkene etter anleggene. Hundene er derfor blitt svært fleksible med tanke på type søk. Oppdraget har bidratt til utvikling av kategorien bakkesøkshund for Forsvaret.

Karakterisering av prøver tatt ute på anleggene har vist at dynamittene som detekteres er i svært ulik forfatning. Dette gjenspeiler at det er benyttet ulike typer dynamitter opp gjennom tidene og at aldri prosessen har vært forskjellig. De fleste dynamittene er fortsatt svært følsomme og alle funn må håndteres med varsomhet. Ulike mengder av AN, EGDN, NG, TNT og DNT-er er målt i dynamittene, og flere av prøvene inneholder også stoffer som ikke er identifisert.

Det kan ikke pekes på ett enkelt stoff som er utgangspunkt for hva hundene detekterer når de finner dynamittrester. Derimot kan det synes å være det samlede luktbildet av dynamitt som hundene reagerer på selv om det er stor variasjon i sammensetningene.

Tilbakemeldinger fra bransjen er at anleggsarbeidere føler seg tryggere når hundene har søkt gjennom anleggsplassen før arbeidene tar til. Arbeidsinstrukser og HMS-prosedyrer skal allikevel følges og arbeidet utføres med varsomhet. Behovet for søketjenester med hund er økende, også for andre byggherrer enn Statens vegvesen. Dette tvinger fram et krav om sivil sertifisering av søkshunder. Utvikling av treningsprosedyrer og søkstyper i dette oppdraget vil bli viktige innspill til en sivil sertifisering av søkshunder.

Referanser

- [1] Karsrud, T.E., Falsten, V.: Utvikling og bruk av hund for søk etter eksplosiver, årsrapport for 2016, FFI-rapport 17/16509.
- [2] Karsrud, T.E., Falsten, V., Opstad, A.M., Røen, B.T.: Karakterisering av eksplosiver detektert av hunder – årsrapport for 2017, FFI-rapport 18/01312.
- [3] Rammeplan felles fagutdanning hundetjenesten, FKL, 2016.
- [4] UD 2-1 “Sikkerhetsbestemmelser for hæren”, Kapittel 7.1, Bruk av militær tjenestehund.
- [5] Ewing, G.E., Waltman, M.J., Atkinson, D.A., Grate, J.W. and Hotchkiss, P.J.: The vapor pressures of explosives, Trends in Analytical Chemistry, Vol. 42., 35-48, 2013.

About FFI

The Norwegian Defence Research Establishment (FFI) was founded 11th of April 1946. It is organised as an administrative agency subordinate to the Ministry of Defence.

FFI's MISSION

FFI is the prime institution responsible for defence related research in Norway. Its principal mission is to carry out research and development to meet the requirements of the Armed Forces. FFI has the role of chief adviser to the political and military leadership. In particular, the institute shall focus on aspects of the development in science and technology that can influence our security policy or defence planning.

FFI's VISION

FFI turns knowledge and ideas into an efficient defence.

FFI's CHARACTERISTICS

Creative, daring, broad-minded and responsible.

Om FFI

Forsvarets forskningsinstitutt ble etablert 11. april 1946. Instituttet er organisert som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter underlagt Forsvarsdepartementet.

FFIs FORMÅL

Forsvarets forskningsinstitutt er Forsvarets sentrale forskningsinstitusjon og har som formål å drive forskning og utvikling for Forsvarets behov. Videre er FFI rådgiver overfor Forsvarets strategiske ledelse. Spesielt skal instituttet følge opp trekk ved vitenskapelig og militærteknisk utvikling som kan påvirke forutsetningene for sikkerhetspolitikken eller forsvarsplanleggingen.

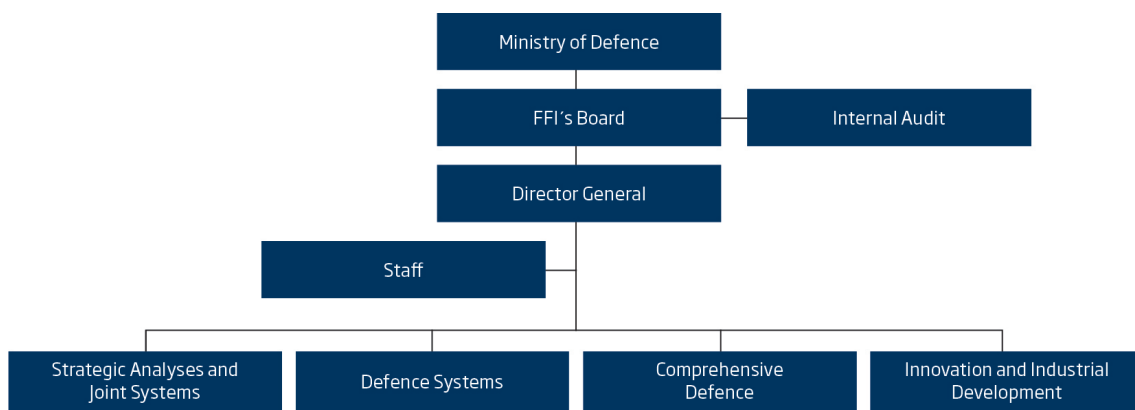
FFIs VISJON

FFI gjør kunnskap og ideer til et effektivt forsvar.

FFIs VERDIER

Skapende, drivende, vidsynt og ansvarlig.

FFI's organisation



Forsvarets forskningsinstitutt
Postboks 25
2027 Kjeller

Besøksadresse:
Instituttveien 20
2007 Kjeller

Telefon: 63 80 70 00
Telefaks: 63 80 71 15
Epost: ffi@ffi.no

Norwegian Defence Research Establishment (FFI)
P.O. Box 25
NO-2027 Kjeller

Office address:
Instituttveien 20
N-2007 Kjeller

Telephone: +47 63 80 70 00
Telefax: +47 63 80 71 15
Email: ffi@ffi.no