

Verksamhet inom området explosivämnessökande hundar

Sammanställning av hundprojekt
genomförda av FOI 2000-2021

MONA BRANTLIND, LINA MÖRÉN



Mona Brantlind, Lina Mören

Verksamhet inom området explosivämnessökande hundar

Sammanställning av hundprojekt genomförda av FOI 2000-2021

Titel	Verksamhet inom området explosivämnessökande hundar – Sammanställning av hundprojekt genomförda av FOI 2000-2021
Title	Activities regarding search dogs for explosives - Compilation of search dog projects carried out by FOI 2000-2021
Rapportnr/Report no	FOI-R--5305--SE
Månad/Month	Maj
Utgivningsår/Year	2022
Antal sidor/Pages	16
ISSN	1650-1942
Uppdragsgivare/Client	Polismyndigheten
Forskningsområde	Vapen, Skydd och säkerhet
FoT-område	Inget FoT-område
Projektnr/Project no	E63162
Godkänd av/Approved by	Pernilla Magnusson
Ansvarig avdelning	Vapen, skydd och säkerhet

Bild/Cover: FOI

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk, vilket bl.a. innebär att citering är tillåten i enlighet med vad som anges i 22 § i nämnd lag. För att använda verket på ett sätt som inte medges direkt av svensk lag krävs särskild överenskommelse.

This work is protected by the Swedish Act on Copyright in Literary and Artistic Works (1960:729). Citation is permitted in accordance with article 22 in said act. Any form of use that goes beyond what is permitted by Swedish copyright law, requires the written permission of FOI.

Sammanfattning

Den här rapporten ger en överblick över FOI:s samlade erfarenheter kring arbetet med vapen- och explosivämnessökande hundar genom att sammanställa rapporter som publicerats de senaste 20 åren.

Nyckelord: Explosivämnessökande hundar, explosivämnen, provtagnings- och analysmetoder

Summary

This report gives an overview of FOI's overall experiences and work dealing with weapons- and explosives detection dogs by compiling reports published over the past 20 years.

Keywords: Explosives detection dogs, explosives, sampling and analysis methods

Innehållsförteckning

1	Inledning	6
2	Analys- och provtagningsmetoder	6
2.1	Jordprovtagning	6
2.2	Luftprovtagning	7
3	Projekt och samarbeten	9
3.1	Träning av polisens sprängämnessökande hundar på TATP	9
3.2	TNT-vattenlösning för att underlätta träningen av mindetekteringshundar	9
3.3	Odour signature project (OSP)	10
3.4	Improviserade sprängladdningar och hemmagjorda explosivämnen	11
3.5	Ammunition och vapensök	13
3.6	Förändrad kemisk doftbild	14
3.7	EU-arbeten.....	14
4	Erhållna kunskaper	14
5	Referenser.....	16

1 Inledning

FOI har under de senaste 20 åren deltagit i eller lett flertalet projekt relaterade till sök med hund och har därmed byggt upp stor erfarenhet kring träningsmetoder och hundens förmåga att detektera och markera för explosivämnen i olika sammanhang. FOI har därför kunskap om hur hunden bör tränas för att söka och vilken effekt de olika träningsvarianterna har. Mycket av kunskapen har erhållits genom att kemiskt analysera vad som finns i doftbilden t.ex. ovanför en laddning och jämföra det med hundens respons och prestation.

Arbetet har genomförts tillsammans med en rad olika organisationer som Försvarets hundtjänstenhet (FHTE) [1-4], *Geneva International Centre for Humanitarian Demining* (GICHD), *Norwegian Peoples Aid* (NPA) och Polismyndigheten [5-8]. FOI har även deltagit i samarbeten med andra länder och ingått i en arbetsgrupp kallad *EU Explosive Detection Dog Working Group* (EU EDDWG) där arbetet har syftat till att utbyta erfarenheter mellan länder och andra aktörer gällande explosivämnessökande hundar i operativ tjänst.

Denna rapport ger en överblick över FOI:s samlade erfarenheter kring detta ämne och sammanfattar de rapporter som publicerats under de senaste 20 åren.

2 Analys- och provtagningsmetoder

För att kemiskt utreda innehåll i material såsom jord, luft och vatten i nära anslutning till explosivämnen har flertalet provtagnings- och analysmetoder tagits fram. FOI har bland annat utvecklat två extraktionsmetoder för jordprov varav en extraktionsmetod för detektion av trinitrotoluen (TNT) i jord togs fram 2001 [9, 10] och vidareutvecklades för extraktion av ett större antal explosivämnen 2008-2009 [11]. Metoden har utvärderats genom analys av kommersiella referensprover [12]. En metod för att analysera vatten kontaminerat med explosivämnesrester, främst nitroaromater har också utvecklats [13, 14]. FOI har även tagit fram en metod för analys av nitroföreningar samt en metod för analys av energetiska salter [15, 16]. Inför en tvåårig åldringsstudie på hundträningspreparat har två metoder utvärderats för att provta och analysera ämnen i luftfasen ovanför ett explosivämne [17]. De analystekniker som använts i ovanstående metoder har främst baserats på gas- och vätskekromatografi.

Mer detaljerade beskrivningar av metoderna återfinns i respektive referenser. Nedan följer en vidare beskrivning beträffande jord- och luftprovtagningsmetoderna.

2.1 Jordprovtagning

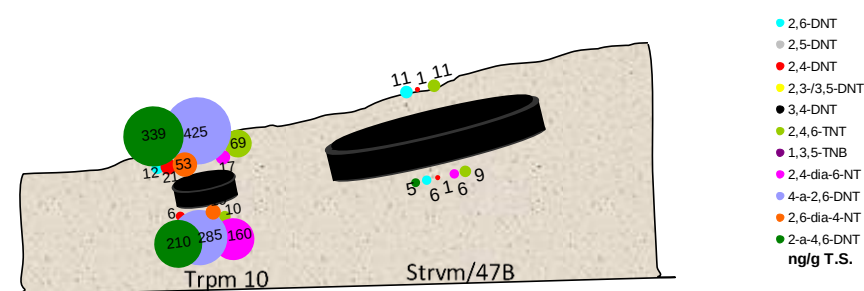
FOI har under åren 2000 till 2010 analyserat en mängd jordprov tagna ovan nedgrävda minor från olika platser i världen på uppdrag av dåvarande SRV, Svenska Räddningsverket. Prover har främst kommit från Afghanistan, Bosnien och Kambodja, men också från andra länder såsom Tanzania. FOI har även analyserat prover tagna från Försvarmaktens olika minbanor i Sverige och från FOI:s egna testfält. Totalt har drygt 3000 jordprover analyserats. [10, 14, 18]

För att utreda hur TNT och relaterade ämnen migrerar i jord från nedgrävda minor, och koppla det till hur hunden responderar vid minsök, har provtagningsmetodik för analys av migration i jord tagits fram. Migration av TNT i olika jordarter beskrivs i rapporten ”Detektion av explosivämnen i mark och jord” [14] samt i ”Sammanfattning av arbetet i projektet Landminsystem” [10]. Nedgrävda lådor med truppminor i olika jordarter

placerades ut på FOI:s testfält under år 2000 och under några av de följande åren togs prover runt och över minorna för att se hur TNT migrerade i olika typer av jord. Proverna upparbetades sedan med den framtagna metoden för extraktion av jordprov [9].

På FOIs testfält har även minor utan tändanordning placerats ut [10, 19]. Minorna placerades ut hösten 1998 och provtagningen skedde under hösten 2004, d.v.s. sex år efter utplacering. Markprov togs i ytskiktet över, i nära anslutning till och i nedförslut från minorna, figur 1. Efter avslutad provtagning av ytskiktet blottades minorna och lyftes ur sina positioner för att provtagning av jord skulle kunna ske under minorna.

Halter av TNT och relaterade ämnen återfanns i migrationszonen och i områden runt och nedanför minan vilket skulle kunna leda till att sökhundar känner doften av explosivämnet innan den nått minan och då markera alltför långt ifrån minan. Det är ett problem eftersom det finns regler vid certifiering, för hur långt ifrån minan som hunden får markera [20]. Fortsatt forskning har till viss del utgått från detta problem, bland annat det som beskrivs i avsnitt 3.2 *TNT-vattenlösning för att underlätta träningen av mindetekteringshundar* och i avsnitt 3.3 *Odour signature project*.



Figur 1. Migration av explosivämnen från nedgrävd Truppmina 10 och Stridsvagnsmina 47B. Uppmätta koncentrationer i markprov tagna i ytskiktet över, i nära anslutning till och i nedförslut från minorna (Bild från rapport [10, 19])

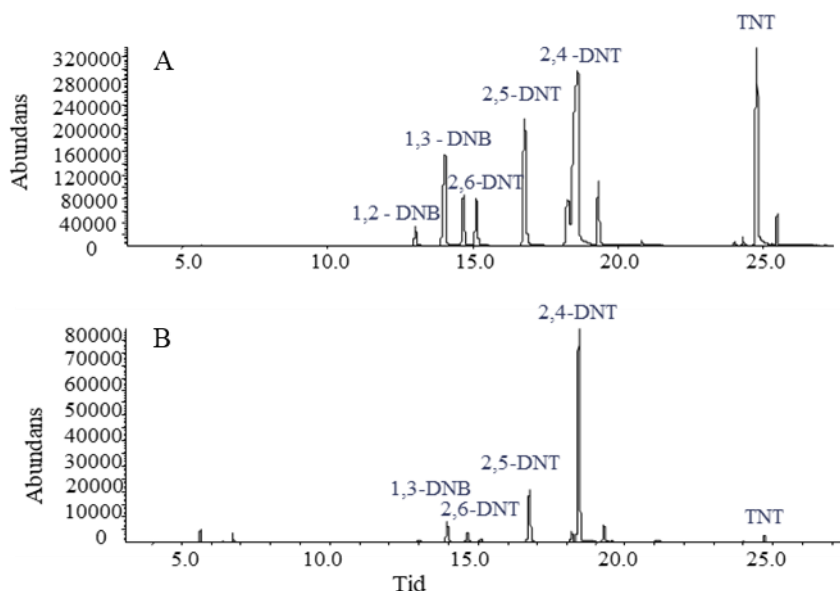
2.2 Luftprovtagning

FOI har utvecklat en provtagningsmetod för ta luftprover över minor i syfte att identifiera och koncentrationsbestämma ämnen som finns i luftfasen direkt ovanför en nedgrävd mina [2, 19]. För provtagning pumpas luft genom en tratt med ett C18 filter monterat för att fånga upp de explosivämnespartiklar och flyktiga föreningar som finns direkt ovanför minan, figur 2. Även små partiklar som ligger på jordytan fastnar i filtret vilket gör provtagningen liknande hundens sniffande, där luftpuffar från hundnosen virvlar upp små partiklar som hunden sedan drar in i nosen.



Figur 2. Luftprovtagningspump med tratt innehållande ett C18 filter. (Bild från rapport [2, 19])

I rapporten "Hundens doftbild vid explosivämnessökning" [21] beskrivs provtagning av ämnen detekterade i luftfasen ovanför två olika nedgrävda minor TMA 3 och TMA 4, se figur 3. Rapporten beskriver även provtagning i luftfasen ovanför lådor med Truppmäna 10 som placerats på två olika djup i mark med lera och sand. De ytligt liggande minorna gav upphov till prover med fler explosivämnesrelaterade ämnen än de som låg 10 cm ner samt att ovanför den mina som låg 10 cm nedgrävd i sand återfanns enbart TNT i luftfasen. Slutsatsen som drogs från studien var att olika explosivämnesrelaterade ämnen fanns tillgängliga i luften ovanför en mina och att blandningen av ämnen varierade beroende på typ av mina, typ av jord och på vilket djup minan låg.



Figur 3. A) Kromatogram från prov taget ovan minorna TMA3 (A) och TMA4 (B). (Bild modifierad från rapport [19, 21])

Under 2009 utvärderades nya trattar till luftprovtagningssystemet för att se om provtagningstiden kunde kortas ned och om det gick att få med jordpartiklar genom ett mer turbulent flöde [18]. Trattarna gjordes även planare så att filtret kom närmare provtagningsytan, se figur 4. Tidsvinsten blev marginell men mer partiklar fastnade på filtret.



Figur 4. Två olika typer av trattar för luftprovtagning ovan minor. (Bild från rapport [18])

3 Projekt och samarbeten

Under åren har FOI lett/deltagit i flera olika projekt och samarbetat med olika svenska myndigheter samt myndigheter/organisationer från andra länder. Nedan följer en beskrivande sammanfattning av projekten.

3.1 Träning av polisens sprängämnessökande hundar på TATP

Träning av polisens sprängämnessökande hundar på triacetontriperoxide (TATP) utfördes i början av 2007. Inläringen genomfördes i en urvalsbana med TATP som syntetiserats vid FOI. Totalt utbildades 7 ekipage under två dagar. Ämnet var lätt att lära in och redan efter en halv dags träning kunde ämnet placeras ut för operativt sök i en kontorslokal. Dag två genomfördes sök i en uppvärmd lada med olika typer av gömmor. Alla hundarna visade intresse för och markerade för gömmorna med TATP. När några av hundarna återkom två månader senare kunde de fortfarande hitta och markera för TATP i olika typer av miljöer. [5].

3.2 TNT-vattenlösning för att underlätta träningen av mindetekteringshundar

Bakgrunden till projektet rörande vattenlösningar av TNT var den kunskap FOI erhållit vid studier av luft- och jordprover tagna i anslutning till nergrävda minor. I de studierna noterades att olika explosivämnesrelaterade ämnen fanns tillgängliga i anslutning till minan och att blandningen av ämnen kunde bero på typ av mina, typ av jord och på vilket djup minan låg. Att blandningen av explosivämnesrelaterade ämnen varierar gör det svårare för den minsökande hunden att urskilja doften av explosivämnet. Detta föranledde tanken på att det eventuellt skulle vara lättare för hundar att hitta minor om man lärde hunden att hitta den rena TNT-molekylen.

Doftbilden som avges från TNT skiljer sig åt beroende på vilken tillverkningsmetod som använts och vilka föroreningar som finns kvar. Den gemensamma nämnaren för alla typer av TNT är dock explosivämnet 2,4,6-TNT. Alla andra komponenter är mer eller mindre föroreningar från tillverkningen eller olika nedbrytningsprodukter.

Projektet startade med att se om man kunde träna hundarna på ren 2,4,6-TNT. Metoden går ut på att lösa upp 2,4,6-TNT i vatten och sedan injicera vattenlösningen i marken för att efterlikna den migrationen av explosivämnen som sker från en nedgrävd mina, figur 5. Variationer kan sedan uppnås genom att träna på olika typer av underlag (figur 5) och genom att lösa upp olika typer av TNT när hunden väl lärt sig det rena ämnet.

Detta projekt var ett samarbete mellan FOI, FHTE och GICHHD och pågick under 2007-2012 med totalt 6 stycken hundar från FHTE [1]. Den första delen av försöket genomfördes med två hundar med avslutande träningsveckor hos NPA i Bosnien 2009 för att söka efter minor på deras träningsområde [21]. Projektet fortsatte sedan på FHTE med 4 nya hundar där ytterligare ett slutttest genomfördes på FHTE:s minbana [2].

De visade sig dock vara otroligt svårt och tidskrävande att lära hundarna doften av det rena ämnet men resultatet blev i slutändan lyckat och träningsmetoden ledde till att hundarna i sitt söksystem kunde hitta och markera för en vattenlösning av ren TNT eller olika typer av militär TNT. Dressörerna upplevde också att det var enklare att gå från preparatinläring i karusell eller konsol till sök på marken ute när man kunde förstärka doften över minor med hjälp av vattenlösningen. De två hundarna som åkte till Bosnien markerade spontant över minor efter att under 6 veckor tränat på vattenlösningar av olika TNT [21]. De fyra hundarna som sedan tränades i Sverige visade alla intresse eller markerade när de sökte över olika TNT-vattenlösningar. En av hundarna tränades vidare

för att se om den klarade kraven vid en certifiering. Hunden markerade för minor, dock ofta utanför gränsen på 1 m ifrån en mina. Följden blev att metoden med vattenlösning kan användas som komplement och underlätta inläring av söksystemet på olika underlag, men att hundarna också behöver träna på den kompletta doftbilden från en mina. Metoden har därefter använts i flera projekt för att bli ett komplement till traditionell träning och ge hundtränaren möjlighet att träna i olika typer av terräng med en kontrollerad doftbild.



Figur 5. TNT-lösningen kan appliceras på marken med hjälp av en spruta. Flera olika doftbilder kan varieras under samma träning. Med denna metod kan underlaget enkelt varieras så att hunden lär sig doftbilden i olika typer av terräng. (Bilder från rapport [19, 21])

3.3 Odour signature project (OSP)

Ett samarbetsprojekt mellan FOI och GICHD pågick under perioden 2006-2008 och benämns *Odour signature project*. Projektet gick ut på att utveckla och använda kunskapen med TNT-vattenlösning för att träna hundar att söka minor i andra länder. Tillsammans med *Mine Detection Center* (MDC) i Afghanistan utvecklades ett nytt sätt att träna minsökande hundar vilket användes som ett komplement till den traditionella minhundsökträningen. [19]

Metoden går ut på att en vattenlösning av TNT tillsätts till jord (ofta från ett övningsområde) som sedan pressas under hårt tryck till jordpuckar, se figur 6. Pucken sätts sedan tillbaka i träningsområdet och läcker långsamt ut TNT och relaterade föreningar. Detta efterliknar det läckage som sker från en mina. Bakgrundspuckar, spetsade med enbart vatten används också för att lära hunden att ignorera dessa.



Figur 1. Jordpuck med kontaminerat TNT-vatten.

Inom projektet genomfördes två utbildningar av personal från MDC i Afghanistan, i syfte att lära dem hur man förbereder TNT-lösningar och hur lösningen ska tillsättas till sand för deras hundträning. Det ingick också att ta fram instruktionsfilmer och utbildning av personal på MDC.

FOI deltog även i en resa till Afghanistan där jord- och luftprov togs i samband med verifiering av minsökande hundar. Resultaten från provtagningen visade att det fanns en låg halt TNT i omgivningen, troligen för att TNT-kontaminerad sand från övningsområdet sprids med hjälp av vinden. När analysresultaten jämfördes mot hur hundarna markerat kunde man dock se att hundarna markerade på områden med betydligt högre koncentrationer än den uppmätta bakgrundskoncentrationen.

Inom projektet genomfördes ett samarbete med APOPO, ett företag i Tanzania som utbildar hundar och råttor för sök av minor. FOI:s del av arbetet bestod i att utbilda medarbetare på APOPO:s laboratorium i provtagning, extraktion och analys av jord- och luftprov tagna ovanför minor. De använde också metoden med att TNT-kontaminera sand för att träna råttor och sedan hitta olika koncentrationer TNT i sandprov tagna från vägar och fält. Råttor (se figur 7) används för operativt sök i Mocambique direkt på åkermark och på s.k. REST¹-prover.



Figur 7. Utbildad råtta för sök av minor hos APOPO.

3.4 Improviserade sprängladdningar och hemmagjorda explosivämnen

Improviserade sprängladdningar, så kallade IED:er (från engelska *Improvised Explosive Device*) kan utgöra ett problem för hunden eftersom dessa objekt kan bestå av olika ämnen som varierar både över tid och geografiskt. Att träna hunden på den kompletta doftbilden av varje tänkbar IED (explosiv komponent, bränsle, behållare, tändare etc.) är därför inte görbar. Således testades konceptet med minsta gemensamma nämnare för att identifiera möjliga träningsämnen för hundar som ska hitta IED:er. Först identifierades de minsta gemensamma nämnarna i de vanligaste laddningstyperna som är aktuella i Försvarmaktens insatsområde utomlands. Utifrån de erhållna resultaten valdes tre vanligt förekommande energetiska salter ut; ammoniumnitrat, ureanitrat och kaliumklorat. [3, 4]

Tre hundar på F17 (flygbasjägar skolan) tränades för att lära sig doftbilden från de tre energetiska salterna där de följde de tidigare anvisningarna som togs fram tillsammans med FHTE vid sök på ren TNT. Dessa ämnen visade sig vara lätta för hunden att lära in och de markerade för alla tre ämnen oavsett i vilken ordning de presenterades.

¹ REST står för *Remote Explosive Scent Tracing* och innebär att prover samlas in och tas med till ett laboratorium där hund eller råtta nosar/luktar på proven och markerar ifall det finns explosivämnen.

Ett första test skedde på Anolit, ett kommersiellt tillgängligt ANFO²-sprängämne bestående av ammoniumnitrat och mineralolja. Två av tre hundar markerade spontant för ämnet. I nästa test studerades om hundarna gjorde kopplingar till de ämnen de lärt sig om de fick lukta på andra material som innehöll samma molekyler. Samtliga hundar visade intresse för eller markerade för ammoniumkarbamid, ett ämne med en tydlig ammoniaklukt. Två av hundarna visade intresse för diesel vid testtillfället vilket indikerar att en viss försiktighet med att träna in kommersiell Anolit bör iakttas, då Anolit luktar kraftigt av diesel.

I början av december 2011 röjdes en väg på FOI:s område som används vid försök och sex gropar grävdes för utplacering av IED:er. Laddningarna bestod av ammoniumnitrat/diesel 95/5, kaliumklorat/socker 50/50 och ureanitrat/socker 75/25. Två laddningar av vardera sort placerades ut. Dunkar med laddningarna placerades i groparna, ca 3-5 cm under markytan, och täcktes över med det grus som grävts bort. Dessa laddningar låg sedan orörda tills dess att hundarna sökte över dem ca 6 månader senare.

De två hundarna som sökte över de nedgrävda IED-laddningarna visade ett spontant intresse för dem, trots att de inte i närtid tränats på att hitta kompletta IED:er. Dessa hundar hade dock tidigare erfarenhet av vägsök och kan ha kommit i kontakt med riktiga IED:er tidigare. Direkt efter hundsöket utfördes luftprovtagning över laddningen med ammoniumnitrat/diesel och resultaten visade att det fanns detekterbara halter av både ammoniak och nitrat.



Figur 8. Uppgrävd IED. (Bild från rapport [4])

Hemmagjorda explosivämnen (HME) är på grund av avsaknad av nödvändig explosivämnesclassning begränsat möjliga att handha som träningsämnen. Vid träning på det energetiska saltet i en HME/IED utgör det inget problem eftersom att salterna i sig inte är explosivämnen. Försök har indikerat att hundar markerar för dessa isolerade ämnen. Trots detta är det viktigt att även kunna verifiera hundens förmåga att hitta den kompletta explosivämbesblandningen. FOI:s norska motsvarighet FFI, hanterade frågan för den norska Försvarsmakten genom att göra prover bestående av 20 % laddning (energetiskt salt + bränsle) och 80 % sand, förpackade i plastburkar, se figur 9. Dessa prover klassas som icke-explosiva. För att säkerställa att hunden lär sig bortse från doft från sanden och förpackningen (plastburken) görs så kallade blankprover i form av enbart sandfyllda burkar.

² ANFO från engelska Ammonium Nitrate Fuel Oil.



Figur 9. En icke explosiv blandning av 20 % laddning (energetiskt salt + bränsle) och 80 % sand förpackade i plastburkar. (Bild från rapport [4])

Ytterligare kunskap om IED:er ur ett hundträningsspektiv har under åren inhämtats via ett antal kurser och studiebesök. FOI besökte en vägsökskurs för hundekipage i *Nordic Defence Cooperations* (NORDEFECO) regi. Kursen genomfördes i Norge och bland annat så delgav FFI kunskap om hur sand-IED:er preparerades.

FOI har även vid två andra tillfällen deltagit i vägsöksutbildningar som anordnats av FHTE tillsammans med Norska försvarets hundskola för att få en uppfattning om hur IED-sök genomförs i praktiken.

Vid ett studiebesök på USA:s bas i Tyskland där ATF (*Bureau of Alcohol, Tobacco, Firearms and Explosives*) tränar fick FHTE en större kunskap i fråga om att träna på minsta gemensamma nämnare. ATF hade, vid tiden för besöket, utbildat 2600 hundekipage från US Army på samma tre energetiska salter som hundarna på F17 tränat på. Ett koncept som motsvarar den tidigare presenterade metoden med minsta gemensamma nämnare [4]. Ekipagens förmåga testades därefter på gömda IED-laddningar, där det energetiska saltet var blandat med ett bränsle.

3.5 Ammunition och vapensök

FOI har under 2011 kartlagt doftbilden från olika typer av ammunition och vapen i syfte att hitta minsta gemensamma nämnare i likhet med det arbete som gjorts på minor. Målet var att identifiera möjliga träningssubstanser som täcker in flera variationer av vapen och ammunition och därmed öka förutsättningen för ammunitions- och vapensökhundar att med större träffsäkerhet hitta ammunition och vapen av olika typer och ursprung. [4]

När ammunition avfyras förbränns inte stabilisatorer och liknande ämnen fullständigt. Följden blir att det finns små mängder ämnen som är intakta i resterna av förbränt krut av nitrocellulosa (NC). Dessa stabilisatorer och relaterade reaktionsprodukter är stabila föreningar med låga ångtryck.

En hypotes var att hundar använder dessa ämnen för att hitta vapen. Denna hypotes testades på utbildade vapensökhundar från Tullen, Polisen och Försvarmakten som fick söka på de vanligaste stabilisatorerna i krut. En av stabilisatorerna var N-nitroso-difenylamin (NOD) vilket många hundar kunde identifiera. Andra stabilisatorer som flera hundar identifierade var difenylamin (DFA) och 1,3-dietyl-1,3-difenyl-urea (Centralit I).

För att eftersöka en gemensam nämnare i den kemiska signaturen för vapendelar och ammunition utfördes kemiska analyser på NC-baserade krut som används till finkaliberammunition. Resultaten visar att N-Nitrosodifenylamin (NOD) och etylcentralit (Centralit 1) identifierades som en ingående komponent i >95% av de analyserade krutproverna. Andra ämnen relaterade till ett vapens kemiska signatur är till exempel NC, stabilisatorer, vapenolja, och mjukgörare såsom ftalater. Krut kan även innehålla vissa mängder TNT och DNT. Nitroglycerin (NG) och dinitroglykol (EGDN) används främst i grövre ammunitionstyper. Dessa ämnen förångas lätt och kan därmed inte detekteras lika lätt från avfyrade vapen.

Ur ett hundträningssperspektiv uppfyller stabilisatorerna önskvärda kriterier såsom att de har en karaktäristisk doft, är stabila och därför har förutsättning att finnas kvar i krutrester på använda vapen. Vidare finns stabilisatorer alltid som tillsats i NC-krut. För oanvänd ammunition krävs däremot läckage via skarvar i patroner för att hunden ska detektera doften av stabilisatorn.

3.6 Förändrad kemisk doftbild

Samlade erfarenheter från utbildning av explosivämnessökande hundar väckte frågan om huruvida hundar påverkas av kemiska förändringar i träningspreparat som bland annat kan uppstå vid olika typer av förvaring. Då studien inleddes förvarades träningspreparat i tätt förslutande förpackningar så att doftbilden skulle behållas. Det är dock inte känt hur illegal hantering av explosivämnen går till och det kan inte uteslutas att de hanteras på sätt som bidrar till att doftbilden av explosivämnet förändras över tid. Explosivämne som förvarats i öppna behållare har potentiellt en förändrad doftbild då olika kemiska ämnen i olika grad avdunstat från explosivämnet.

En ettårig studie genomfördes tillsammans med polisen för att se hur åldring genom öppen förvaring påverkade doftbilden från tre olika explosivämnen. Ämnena förvarades både öppet (åldrat) och förslutet (icke åldrat). Luftprov togs regelbundet och analyserades med avseende på doftbilsrelaterade ämnen i luftfasen. Projektet avslutades med ett verifierande test där hundar fick söka över åldrade och icke-åldrade ämnen. [7, 8]

Ett projekt som omfattade fler ämnen och längre lagringstider startade 2019 och avslutades 2021. FOI tog fram nya luftprovtagnings- och analysmetoder. Även denna gång avslutades projektet med ett verifierande sök med hundar. Resultatet visar att det är en signifikant skillnad i doftbilden mellan nytt och åldrat explosivämne och resultaten tyder på att hundar behöver träna på explosivämnen i olika åldersskeden för att lära sig den variation av ämnen som kan finnas ovanför en laddning. [6]

3.7 EU-arbeten

FOI har under åren 2014 till 2019 deltagit i ett europeiskt samarbete med syfte att lyfta gemensamma frågor och utbyta kunskaper. Samarbetet bedrevs inom EU EDDWG. Gruppen bestod av medlemmar från de flesta europeiska länder och FOI har varit representerad i undergruppen *Science*. *Science* har arbetat med frågor så som hantering av substitutämnen, hur hantering och förvaring påverkar doftbilden, problematiken kring REST-sök och framtida forskningsområden. Under mötena har information utbytts bland annat rörande resultat på sök på gammal TATP och arbete med explosivämnessökande hundar som skannar av publik till fotbollsarenor. Flera länder har presenterat hur de arbetar med att hitta explosivämnen i väskor eller från kläder på personer i folksamlingar och hur man jobbar för att för att säkert hantera dessa händelser. Vid ett antal möten har även representanter från USA deltagit för att utbyta erfarenheter kring träning av explosivämnessökande hundar.

FOI har även vid två tillfällen deltagit i workshops i Polen och i Finland. Vid dessa tillfällen deltog flera länder med hundekipage från respektive land. Under en av dagarna genomfördes praktiska sök och förevisningar. Varje land visade hur de tränar och certifierar sina ekipage.

4 Erhållna kunskaper

Under de 20 år som FOI på olika sätt arbetat med vapen- och explosivämnessökande hundar har stor erfarenhet kring träningsmetoder och hundens förmåga att detektera explosivämnen i olika sammanhang byggts upp.

Under den period där jordprov togs över och runt minor kunde vi se indikationer på vilka väderparametrar som påverkade migrationen från minor och därmed kunna ge rekommendationer där förhållanden är mer eller mindre gynnsamma för lyckade hundsök. Detta arbete har lett fram till att hunden kan användas mer effektivt och identifiera situationer när andra verktyg bör väljas såsom vid röjning av minor under t.ex. vinter och vår när marken är kall/frusen. Vi har också sett tendenser till att blandningen av explosivämnesrelaterade ämnen skiljer sig åt beroende på typ av jord som minan ligger i. I en studie uppmättes exempelvis fler explosivämnesrelaterade ämnen i lera jämfört med i sand [21].

Under studien med TNT-vattenlösning noterades det att det var extremt svårt att lära hundar att hitta renad TNT [21]. Studien visade dock att det gick att lära hunden ren TNT och att man sedan enkelt kunde variera doftbildsmönster och underlag genom att använda vattenlösningen som komplement till traditionell träning. Arbete bidrog även till att MDC i Afghanistan kunde tillverka jordpuckar med mindoft (ej explosivämnesklassade) och tack vare detta undvika att stängsla in och vakta området samt att eventuella problem med stulna explosivämnen kunde minimeras. I Sverige innebär detta inte någon bestående förändring av träningsmetoder då Sverige slutade utbilda minsökande hundar något år efter att projektet avslutades. Däremot fick man på FHTE större förståelse för varför hundarna i vissa fall har svårt att identifiera en mina/explosivämne i marken och vid vilka tillfällen det är operativt gynnsamt att använda hunden som verktyg.

Att lära hundar doftbilden av energetiska salter vid träning av IED upplevdes av dressörerna som lätt, trots att dessa ämnen har låga ångtryck. Troligen drar hunden in partiklar med innehåll av salterna när den sniffar. Försök visade dock att när hunden tränade för ofta på hela doftbilden av IED:er bytte den lätt etikett och markerade även för exempelvis diesel och ammoniak.

Vid studierna av doftbilden runt ammunition och vapen visade kemiska analyser att stabilisatorer som finns i krutet inte förbränns helt vid avfyring utan finns kvar länge på delarna. Detta verifierades med att hundar som var tränade på stabilisatorer markerade för avfyra vapen och tillhörande ammunitioner.

Att förvaring under olika förutsättningar förändrar och påverkar doften av ämnen visades, både kemiskt och i sök med hundar, i studierna avseende förändrad doftbild. Utifrån resultaten rekommenderas numera alla som tillhandahåller explosivämnessökande hundar att också träna på explosivämnen med olika åldringsgrad. FOI har också genom dessa studier fått erfarenhet av hur man lägger upp tester där man jämför den kemiska signaturen med verifierande sök med hund.

FOI:s deltagande i samarbeten med andra länder har stärkt kunskaperna om hur hundar används vid sök av explosivämnen och gett en bredare bild om den problematik som uppstår när doften av ämnen förändras på grund av ålder, förvaring eller variationer vid tillverkning av ämnet.

5 Referenser

1. FOI-R--2607--SE Årsrapport till FHTE 2008. Nya träningsmetoder för minhundar utvecklade på FHTE.
2. FOI-R--3143--SE Den minsta gemensamma nämnaren vid sök efter minor. En fortsättning på projektet "Hundens doftbild vid explosivämnessök" 2010.
3. FOI-R--3384--SE Årsrapport för 2011, sakområde hund 2010-2012.
4. FOI-R--3617--SE Slutrapport av projektet sakområde hund 2010-2012.
5. FOI Memo 2102 Träning av Polisens sprängämnessökande hundar på triacetontriperoxid (TATP).
6. FOI-R--5240--SE Åldringens påverkan på doftbilden från träningspreparat för sökhundar. 2021.
7. FOI-R--4945--SE Sammanfattande slutrapport. Förstudie-underlag till användarguide om träningspreparat för sprängämnessökande tjänstehundar. 2020.
8. FOI-RH-2132--SE Förstudie - underlag till användarguide om träningspreparat för sprängämnessökande tjänstehundar. 2019.
9. Kjellstrom, A., M. Brantlind, and C. Eldsater, *Optimized microwave extraction for trace detection of 2,4,6-trinitrotoluene in soil samples*. Chemosphere, 2008. **71**(9): p. 1701-1708.
10. FOI-R--2345--SE Sammanfattning av arbetet i projektet Landmins-system-Detektion och neutralisation under åren 2000-2004. 2008.
11. Holmgren, E., S. Ek, and A. Colmsjö, *Extraction of explosives from soil followed by gas chromatography-mass spectrometry analysis with negative chemical ionization*. Journal of Chromatography A, 2012. **1222**: p. 109-115.
12. FOI-R--2656--SE Forskningsresultat i Doftbild. Årsrapport 2008.
13. FOI-R--0585--SE Detektion av explosivämnen. 2002.
14. FOI-R--0923--SE Detektion av explosivämnen i mark och luft.
15. Holmgren, E., et al., *Determination and characterization of organic explosives using porous graphitic carbon and liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry*. Journal of Chromatography A, 2005. **1099**(1-2): p. 127-135.
16. Holmgren, E. and S. Ek, *UPLC-ESI-MS analysis of salts using a porous graphitic carbon column*. Journal of Hazardous Materials Advances, 2021. **4**: p. 100033.
17. FOI Memo 6718 Utvärdering av två metoder för doftbildsanalys av sprängämnen. 2019.
18. FOI-R--2869--SE Projekt doftbild 2005-2009. 2010.
19. FOI-S--5645--SE Complementary training method for mine detection dogs-for the D-BOX-project, Deliverable D&. 13 Revision 1.0. 2017.
20. IMAS 07.31 Accreditation and operational testing of Animal Detection Systems and handlers, ED. 1. 2020, United Nations Mine Action Service (UNMAS).
21. FOI-R-2936--SE. Hundens doftbild vid explosivämnessökning. . 2010.

FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.



FOI
Totalförsvarets forskningsinstitut
164 90 Stockholm

Tel: 08-55 50 30 00
Fax: 08-55 50 31 00

www.foi.se