



SWERISK transferprojekt -slutrapport

SARA LEONARDSSON, JOHAN PELO,
STAFFAN HARLING, GUSTAV TOLT

Sara Leonardsson, Johan Pelo, Staffan Harling,
Gustav Tolt.

SWERISK transferprojekt - slutrapport

Bild/Cover: (Bildbyrå och namn på fotograf)

Titel	SWERISK transferprojekt - slutrapport
Title	SWERISK transfer project - Final report
Rapportnr/Report no	UÖEHIHEUO
Månad/Month	Nov
Utgivningsår/Year	2013
Antal sidor/Pages	21 p
ISSN	1650-1942
Kund/Customer	Försvarsmakten
Forskningsområde	11. Vapen, Skydd och säkerhet
FoT-område	FoT Transer
Projektnr/Project no	E26453
Godkänd av/Approved by	Torgny Carlsson
Ansvarig avdelning	Försvars- och säkerhetssystem

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk. All form av kopiering, översättning eller bearbetning utan medgivande är förbjuden.

This work is protected under the Act on Copyright in Literary and Artistic Works (SFS 1960:729). Any form of reproduction, translation or modification without permission is prohibited.

Sammanfattning

FOI har på uppdrag av Försvarmakten under 2011-2013 vidareutvecklat riskbedömningsprogrammet SWERISK i enlighet med Försvarmaktens beställning [1].

Vid røjning av explosivämnesfyllda objekt måste man snabbt kunna bedöma risken för skador på personal och civila som befinner sig i närheten. Inom ramen för Försvarmaktens Transferprogram och i samverkan med SWEDEC har ett datorbaserat verktyg, SWERISK, vidareutvecklas som ska kunna nyttjas för bedömning av vilket riskområde som måste upprättas i samband med røjning. Med risk avses här att personal och/eller civila kan komma till skada.

SWERISK har från start utvecklats tillsammans med SWEDEC och tänkt att nyttjas av ammunitionsrøjningsledare i fält. Programmet beräknar risken för splitterskada som funktion av avståndet från en detonerande stridsdel, t.ex. oexploderad ammunition (OXA) eller en improviserad sprängladdning (IED). Riskavståndet beräknas dels utifrån olika internationellt vedertagna metoder, dels enligt en av FOI utvecklad modell där mer detaljinformation utnyttjas, så som stridsdelens konstruktion, splitterballistik och människans sårbarhet för splitter.

SWERISK har under transferprojektet utvecklats från att omfatta ett endimensionellt medelriskavstånd till ett tvådimensionellt riskområde som kan ta hänsyn till topografi och eventuella avskärningar. Vidare kan den detonerande stridsdelen ha en godtycklig position, orientering och hastighet. Detta gör det möjligt att utnyttja SWERISK även för beräkning av riskområde vid exempelvis artilleribekämpning eller vid flygbombfällning mot markmål.

Nyckelord: SWERISK, risk, riskområde, ammunitionsrøjning, OXA

Summary

During 2011-2013 FOI has developed the computer model SWERISK - on behalf of the Swedish Armed Forces [1].

The development of SWERISK started in 2007 with the goal to create an easy to use computer program for the calculation of risk distances in EOD and demining operations. FOI got a commission from SWEDEC (Swedish EOD and Demining Centre) for this work. It is intended to be a fast instrument to support the crucial task of determining how large an area must be sealed off to minimize the risk to own troops and civilians.

The most basic functionality of SWERISK is the calculation of risk distances according to several widespread simple empirical rules based on warhead weight (UN), explosive weight (NATO) or diameter (NL). However, these simple rules do not indicate what injury severity corresponds to the calculated risk distances, nor do they give any information about the risk distances in different directions; in fact, the orientation of the warhead and the characteristics of the surrounding terrain influence the risk area. Therefore, SWERISK also calculates probability of injury for different injury severities as a function of target position relatively to the detonation point. These calculations are based on warhead construction, fragment ballistics and human vulnerability.

During this project the program has evolved from only including one-dimensional medium risk distances to producing a two dimensional map of the injury probability, taking into account the terrain and height variations around the detonation point. Furthermore, the object can have an arbitrary position, orientation and speed.

Keywords: SWERISK, risk, risk area, demining, EOD

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
1.1	Bakgrund.....	7
1.2	Utvecklingsuppdrag	7
2	Utveckling	8
2.1	Verksamhet 2011	8
2.2	Verksamhet 2012.....	8
2.3	Verksamhet 2013.....	8
2.3.1	Avskärmningar	9
2.3.2	Variera azimut och dykvinkel	12
2.3.3	Användarhandledning	13
2.3.4	Vegetation.....	13
3	Samarbeten och relationer till andra projekt	14
3.1	Risakanalys vid ammunitionsröjning i Ala Lombolo.....	14
3.2	Risikområdesberäkning Vidsels flygbas	16
4	Framtida vidareutveckling och förvaltning	18
4.1	Kompletterande splitterbeskrivningar.....	18
4.2	Internationellt samarbete	18
4.3	Ta hänsyn till kroppsskydd i riskanalysen.....	18
4.4	Enklare att ange avskärmningar	19
4.5	Fler stridsdelar	19
4.6	Accepterade risknivåer	19
4.7	Snabbare beräkningar	19
4.8	SWERISK i spel och simuleringar.....	20
4.9	Vegetation.....	20
5	Referenser	21

1 Inledning

1.1 Bakgrund

På uppdrag av SWEDEC utvecklade FOI under åren 2008-2010 ett datorprogram, SWERISK, för bedömning av risken för splitterskador vid rövning av OXA vid internationella insatser. Kravet var att programmet skulle kunna köras på en bärbar dator och ge den operativa chefen på platsen ett lättanvänt verktyg för bedömning av hur stort område som måste spärras av.

SWERISK är utvecklat som ett stöd för ammunitionsröjningsledare på fältet och beräknar riskavstånd dels enligt olika internationellt vedertagna förenklade metoder och dels enligt en nyutvecklad metod baserad på stridsdelens konstruktion, splitterballistik och människans sårbarhet för splitter. Programmet beräknar risken för splitterskada som funktion av avståndet från en detonerande stridsdel.

1.2 Utvecklingsuppdrag

Under arbetets gång har det visat sig att behovet av riskbedömningar inte enbart är begränsat till ammunitionsröjningsoperationer. FOI har under de senaste åren erhållit ett antal uppdrag relaterade till riskbedömning från Försvarmakten och FMV såsom:

- Riskområde för FAC vid fällning av GBU12.
- Riskområde handgranat/ny för kastare och egen trupp.
- Riskbedömning av ett flertal olika ammunitionstyper, bland annat till JAS Gripen.
- Riskområde vid provskjutning av robot 17.
- Riskområde i samband med rövning av ammunition i sjön Ala Lompolo.
- Riskområde vid Vidsels flygplats i samband av klickad ammunition.

Den första versionen av SWERISK hade en del svagheter och begränsningar:

Programmet beräknade endast medelriskavstånd. Ett mer användbart resultat vore riskavstånd med hänsyn till stridsdelens orientering relativt omgivningen och därav risk för tredje person som befinner sig i närheten.

- Programmet beräknade splittrrisken från en detonerande stridsdel som ligger på plan mark. För att kunna använda SWERISK för beräkning av riskområde för egen trupp vid insats med egna vapen exempelvis artilleri eller bomber måste man ta hänsyn till brisadhöjd och stridsdelens attityd och hastighet.
- Splittrrisken beräknades utan hänsyn till omgivningen. En noggrannare bestämning av riskområdet skulle kunna uppnås genom att ta hänsyn till terrängens topografi, samt byggnader och andra splitterbromsande objekt.

FOI erhöll hösten 2010 ett treårigt uppdrag inom FoT Transferprogrammet för att eliminera ovan nämnda svagheter och på så sätt utöka användningsområdet inom Försvarmakten. Ett exempel på en sådan användning är att vid planering av operativa vapeninsatser kunna bedöma risken för "collateral damage" och säkerhetsavstånd för egen trupp.

2 Utveckling

I det här kapitlet ges en sammanfattande redogörelse för hur programmet SWERISK har vidareutvecklats under åren 2011-2013 inom transferprojektets ram.

2.1 Verksamhet 2011

Under 2011 inriktades arbetet mot att kunna beräkna riskområdet för splitter från en detonerande stridsdel som briserar på godtycklig höjd över marken med valfri dykvinkel och hastighet. Detta gör det möjligt att beräkna riskområden vid luftbrisad av spränggranater eller flygbomber.

Ett stort arbete lades också ned på att beräkna riskområdet på marken runt brisadpunkten och att presentera resultatet på en för användaren intuitiv och lättfattlig grafisk form.

I SWERISK beräknas ett stort antal splitterbanor för splitter med olika massa, hastighet och utkastningsvinkel, vilket kan leda till långa beräkningstider på grund av antalet splitter och längden på splitterbanorna. Under 2011 minskades körtiden genom att parallellisera arbetet på flera beräkningskärnor.

Under året gjordes även en förstudie för att studera förutsättningarna för att inkludera olika typer av terrängdata där både tillgängliga geografiska data och hur dessa rent tekniskt kan integreras i beräkningarna undersöktes. Mer information om 2011 års arbete kan läsas i [2].

2.2 Verksamhet 2012

Tidigare beräknades riskområdet för en plan yta vilket i det flesta fall ger ett orealistiskt stort riskområde. Detta åtgärdades genom att ta hänsyn till topografins inverkan på riskområdet. Under 2012 koncentrerades arbetet på att i SWERISK kunna läsa in höjddata för att kunna ta med det i beräkningarna av riskområdets storlek och form.

Efter förstudien från föregående år föll valet av karthanteringsprogram på Quantum GIS (QGIS) eftersom det är en öppen programvara som dessutom har samma utvecklingsmiljö som SWERISK. I QGIS kan geografiska data laddas in, modifieras efter behov och sparas som en projektfil som sedan kan läsas av SWERISK.

Mer information om 2012 års arbete kan läsas i [3].

2.3 Verksamhet 2013

Under 2013 har SWERISK vidareutvecklats för att kunna ta hänsyn till avskärmningar, till exempel en mur eller något annat som kan påverka riskområdets storlek. Detta arbete påbörjades under 2012. I dagsläget går det att göra detta på två sätt. Det ena är att läsa in en textfil som innehåller koordinater som beskriver avskärmningens utbredning och höjd, samt origos placering. På det sättet går det att ange ett skyddsarrangemangs placering godtyckligt. Det andra sättet att se hur en eventuell avskärmning kan påverka riskområdet är en enklare funktion där användaren anger en klippvinkel och får då en cirkulär avskärmning runt stridsdelen.

Under året har ett samarbete med ett annat projekt, (se avsnitt 3.1) gett SWERISK några nya funktioner för att förbättra användningen av programmet, klippvinkeln är ett exempel på en sådan funktion. En annan funktion som utvecklats är en "worst case"-analys som kan användas om det är oklart hur stridsdelen är orienterad. I analysen exekveras en kedja av beräkningar med varierande dykvinkel och azimut, och beräkningsresultaten kombineras sedan på så sätt att det värsta fallet för varje position sparas.

Antalet stridsdelar som kan användas i SWERISK har utvidgats väsentligt. Stridsdelsbeskrivningarna har i möjligaste mån kompletterats med beskrivning av splitterspridning från stridsdelens botten och spets.

Ett första utkast till användarhandledning gjordes i början på året för testning hos SWEDEC. En uppdaterad version utarbetas under hösten [4].

2.3.1 Avskärmningar

Att en användare i SWERISK själv ska kunna rita ut skärmar/murar eller dylikt som ligger nära stridsdelen är viktigt i många avseenden, dels för att kunna göra att beräkningsunderlaget överensstämmer med faktiska omständigheterna på plats, och dels för att kunna studera hur olika skyddshöjande åtgärder skulle påverka riskområdet.

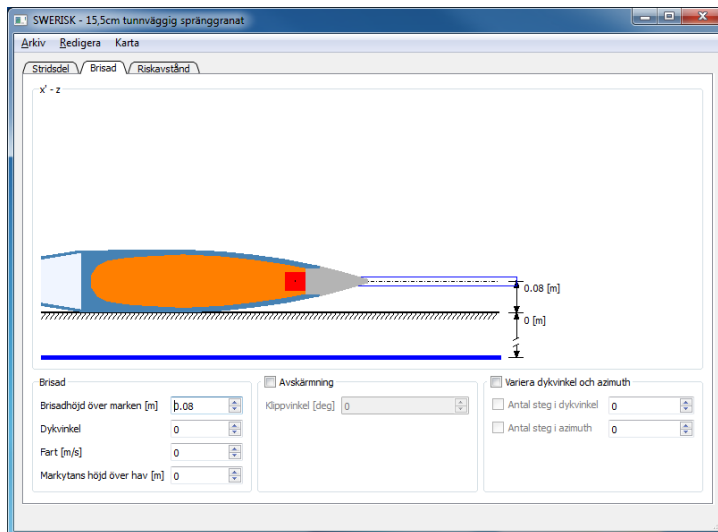
Eftersom tillgången till data över bebyggelse kan vara begränsad (särskilt i insatsområden där aktuella kartor ofta är en bristvara) undersöktes under 2012 möjligheten att i QGIS rita in byggnader/murar som polygoner och sätta höjdattribut på dessa. Arbetet med att använda QGIS för detta visade sig dock vara svårare än planerat. Ett problem rörde noggrannhetsaspekter på inmatningen av en avskärningsgeometri. Långt från objektet kan det visserligen ge tillräcklig noggrannhet att rita in en avskärmning direkt i kartan, men i objektets närområde (där en avskärmning har en stor påverkan på riskområdet) kan ett sådant tillvägagångssätt vara förenat med alltför stora osäkerheter. Ett annat problem rörde hur höjdattribut på olika kartobjekt skulle representeras och hanteras av SWERISK. Valet föll istället på andra typer av inmatningsmetoder. I SWERISK går det i dagsläget att ange en avskämning på två olika sätt.

1. Ange en klippvinkel (ett relativt enkelt sätt).
2. Ladda in information för en mer specifik avskämning via en textfil (ett mer avancerat sätt).

2.3.1.1 Avskämning med klippvinkel

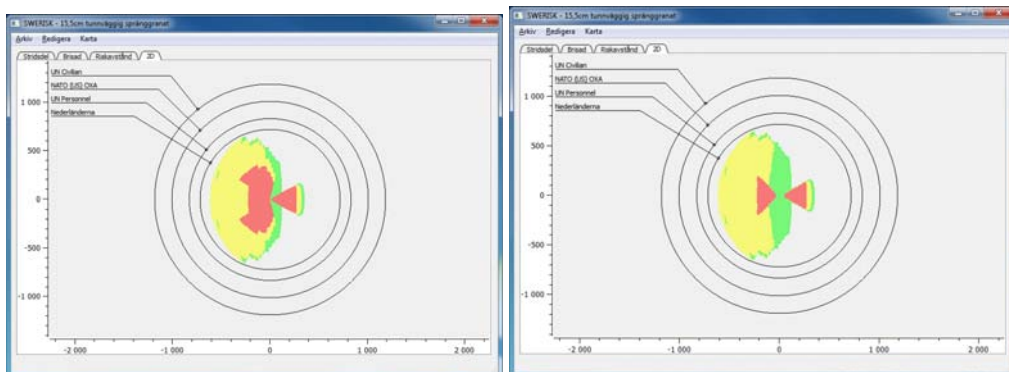
Under fliken brisad i SWERISK (Figur 1) finns en funktion som gör det möjligt att utvärdera en stridsdel med en viss avskärmning. Denna avskärmning anges i grader (0-90) och innebär att alla splitterbanor under vald klippvinkel kommer att uteslutas ur beräkningen. Skyddsbarriärer kan kraftigt reducera riskområden med hög risknivå redan vid låga klippvinklar, (ca 5-10 grader). För att minska spliterräckvidden krävs dock oftast en stor klippvinkel, mer än 30-40 grader.

Detta sätt att ange en avskärmning innebär att man inte kan välja vilken sektor utifrån stridsdelen som avskärmningen gäller utan avskärmningen blir symmetrisk runt om stridsdelen. Det här kan man göra både i planmarksfallet och med en karta inläst.



Figur 1: Flik "Brisad" där avskärmning med klippvinkel går att ange. Här kan även dykvinkel och azimuth varieras.

Till vänster i Figur 2 har riskområdet för en 155 mm tunnväggig spränggranat undersökts utan någon avskärmning alls och till höger visas riskområdet för samma stridsdel men med en avskärmning på 10 grader. Notera att redan vid denna låga vinkel har många av de "farliga" splittren försvunnit.



Figur 2: Riskområde för 155 mm spränggranat utan avskärmning (vänster) respektive med en avskärmning på 10 grader (höger).

2.3.1.2 Avskärmning med textfil

Det andra sättet att beräkna avskärmning är att ladda in koordinater för hur splitterskyddet ser ut. Detta sker med hjälp av en textfil och går i dagsläget endast att göra när en karta har laddats in. Ett exempel på hur textfilen ser ut visas i Figur 3. Det man behöver definiera är koordinaterna för en punkt som kommer att användas som origo samt nordlig riktning. Användaren kan välja att göra både vertikala och horisontella avskärmningar. De vertikala definieras i meter relativt origo med koordinater för x och y och en höjd över mark. Höjden på avskämningen kommer vara en rät linje mellan de x- och y koordinater som angetts. Till exempel är avskämningen (10,10,100) (10,50,100) en rät linje mellan punkten (10,10) och punkten (10,50) där höjden är 100 m över mark. För de horisontella avskämningarna anges fyra punkter för vilka ett tak spänns upp. För första punkten anges en höjd över marken, vilken är fix och tar inte hänsyn till marken för övriga punkter. Taket kan alltså skära markplanet om första punkten ligger väldigt lågt. Figur 4 visar hur en barriär med både horisontella och vertikala avskärmningar kan se ut. Figur 5 visar resultat för 155 mm spränggranat med, respektive utan avskärmning.

```

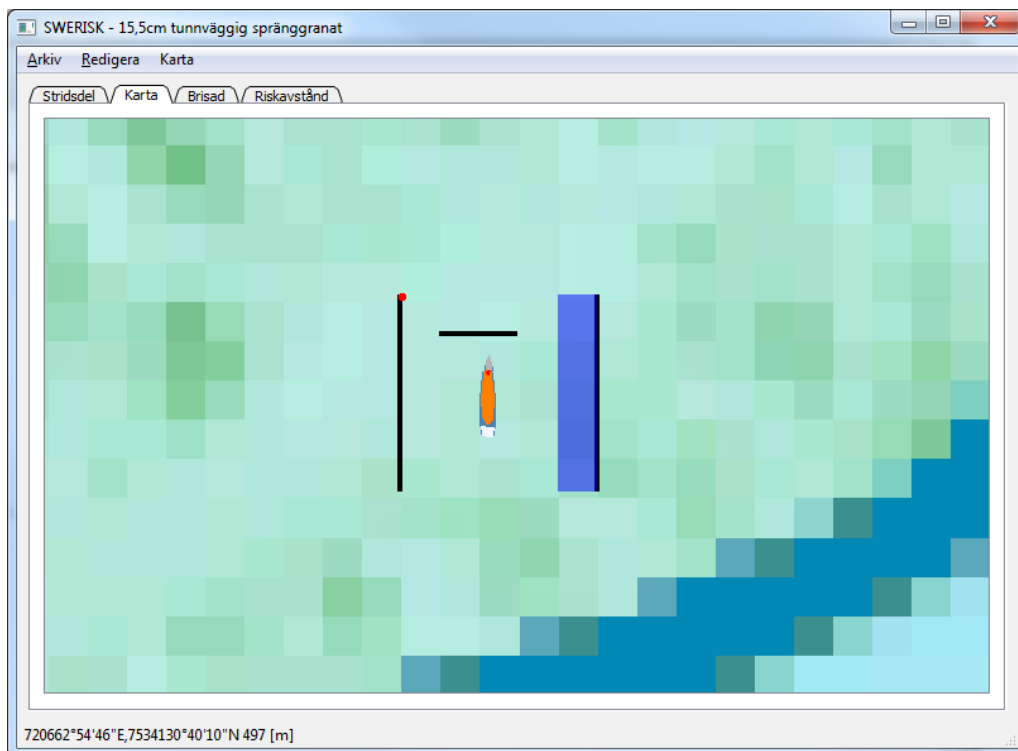
slutrapport.txt - Anteckningar
Arkiv Redigera Format Visa Hjälp
# SWERISK Barrier definitions.
# vilket koordinatsystem som referenspunkten är angiven i (OBS: Använd
# inget annat än SWEREF99 TM).
ORIGIN := 'epsg:3006' (720657.95,7534126.2);
# Riktning för nord (relativt origo)
NORTH := (1,0);

# vertikal barriär (x, y, höjd över markyta).
VERTICAL {      (0, 0,10)(5, 0,10)    };
VERTICAL {      (0, 5,10)(5, 5,10)    };
VERTICAL {      (1, 1,10)(1, 3,10)    };

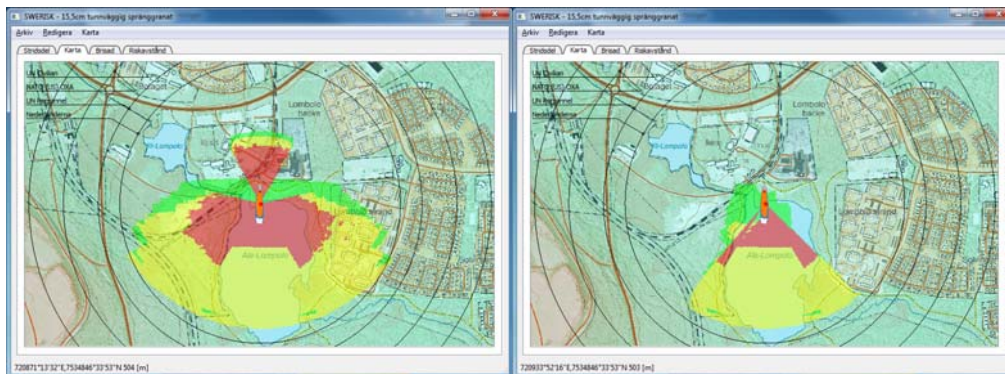
# Ett tak, första punkten anger takhöjd över mark i den
# punkten. Punkterna bör vara sorterade så att hörnen tas i ordning,
# till exempel medsols.
HORIZONTAL {
  (0, 5,10)
  (5, 5)
  (5, 4)
  (0, 4)
};

```

Figur 3: Exempel på hur textfilen med koordinater för barriärer ser ut.



Figur 4: Ett exempel på hur avskämningen från ovanstående textfil ser ut. En röd prick anger punkt för origo. Den blå rektangeln är ett tak (horisontella barriärer). De svarta linjerna avser de vertikala barriärerna.



Figur 5: Till vänster syns mark utan avskämning och till höger med.

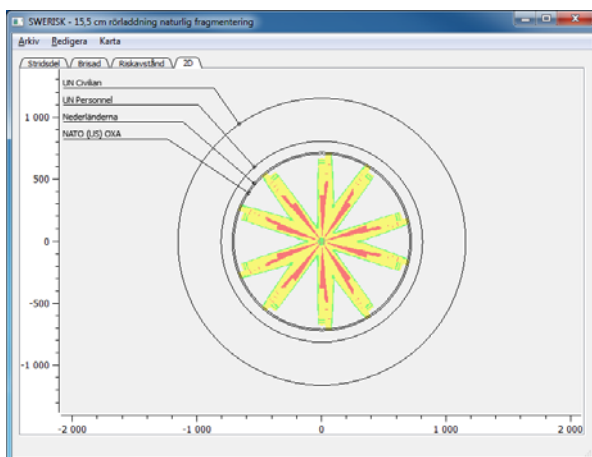
2.3.2 Variera azimut och dykvinkel

En annan funktion är att kunna variera dykvinkel och azimut. Detta kan användas till att beräkna riskområde när stridsdelens orientering inte är fastställd. För variation av dyk- och azimutvinkel anges antalet vinkelsteg, för dykvinkel väljs antalet steg i intervallet -90 till $+90$ grader, för azimut väljs antal steg mellan 0 och 360 grader, se Figur 1.

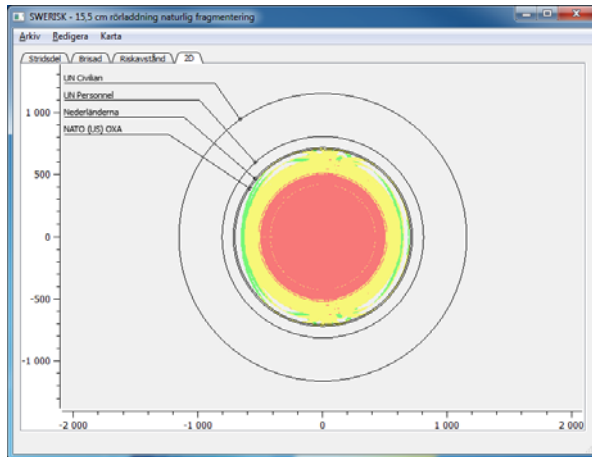
Om till exempel fem steg väljs i dykvinkel kommer vinklarna -90 , -54 , -18 , 18 , 54 samt 90 grader att utvärderas, med andra ord sex vinklar. Om istället sex steg väljs så kommer de sju vinklarna -90 , -60 , -30 , 0 , 30 , 60 och 90 grader att utvärderas och så vidare. För azimut gäller att för fem valda steg kommer vinklarna 0 , 72 , 144 , 216 och 288 grader att utvärderas, alltså fem vinklar.

Resultaten för utvärderingar i variation av azimut och dykvinkel kommer inte att läggas ihop utan värsta fallet för varje plats kommer att väljas.

Exempel på hur det kan se ut visas i Figur 6 och Figur 7.



Figur 6: Resultat för ingen variation i dykvinkel och 5 steg i azimut för en rörladdning med naturlig fragmentering.



Figur 7: Resultat för konstant azimut och 5 steg i dykvinkel för en rörladdning med naturlig fragmentering.

2.3.3 Användarhandledning

En användarhandledning utarbetades i mars för hur programmet såg ut då. Denna uppdateras under hösten för att passa programmets nya funktioner [4].

2.3.4 Vegetation

En studie om vegetationens inverkan på splitters respektive projektilers hastigheter är påbörjad i FoT-projektet Värdering vapen och skydd – verkan, risk och sårbarhet. Denna är tänkt att kunna användas även i SWERISK. Inför detta finns många frågetecken och utmaningar, bland annat sådana som har att göra med att vegetationens inverkan i praktiken är ett stokastiskt problem medan SWERISK i övrigt räknar deterministiskt. En annan viktig fråga är vid vilka situationer det kan vara aktuellt att räkna med vegetation då alla skogspartier, buskage och träd ser olika ut. Resultatet av denna studie beräknas vara klar någon gång i början på 2014.

3 Samarbeten och relationer till andra projekt

3.1 Riskanalys vid ammunitionsröjning i Ala Lombolo

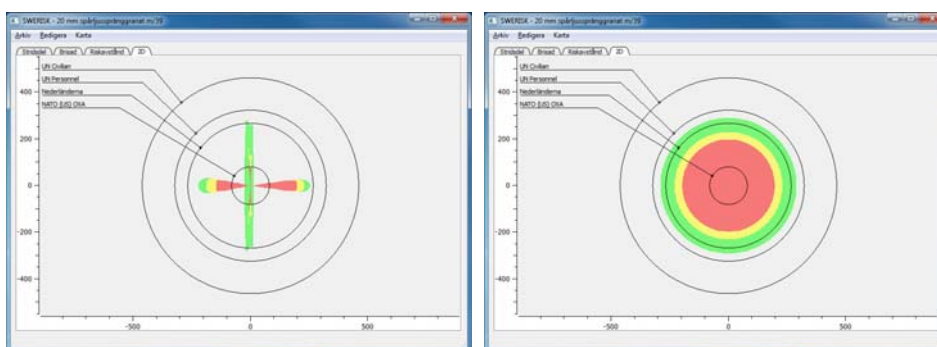
År 1954 dumpades 173 lådor [5] med 20 mm luftvärnsammunition m/39 i sjön Ala Lombolo vid Kiruna. Förutom den dumpade ammunitionen har Ala Lombolo dessutom allvarliga miljöproblem som kommer från gruvnäringen. Ala Lombolo skall miljösaneras och innan detta kan ske måste den dumpade ammunitionen bärgas och destrueras på ett säkert sätt.

FOI i har på uppdrag av 4:e Sjöstridsflottiljen genomfört en analys av riskerna vid bärgning av dumpad ammunition i sjön. Resultatet av analysen gav underlag till 4:e Sjöstridsflottiljen så att de med föreslagna skyddsåtgärder kunde begära avsteg från gällande säkerhetsföreskrifter enligt [6].

En viktig del av studien var att föreslå åtgärder för att minimera risken för skador på operativ personal och civila i omgivningen samt att föreslå rutiner för att minimera risken att granater tappas tillbaka i sjön under bärgningsarbetet.

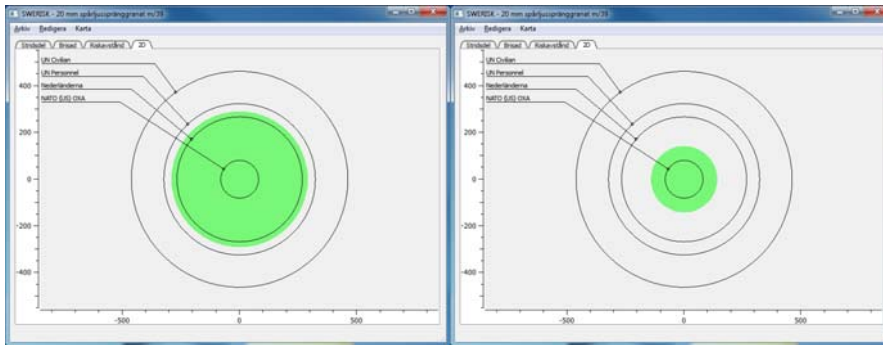
Eftersom ammunitionens känslighet inte kunnat undersökas inför studien utgick riskbedömningarna från ”worst case”, det vill säga att ammunitionen var mycket känslig för stötar och statisk elektricitet, något som tidigare undersökningar visat. Även kunskapen om risken för massdetonation för ammunitionen var otillfredsstillande och därför kunde inte denna risk uteslutas i studien.

För detta ändamål användes bland annat SWERISK för att beräkna riskavstånd vid detonation. Eftersom ammunitionen i lådorna kunde ha godtycklig orientering anpassades SWERISK så att azimut och dykvinkel kunde varieras (avsnitt 2.3.2). Först gjordes en beräkning på plan mark för stridsdelen vilket kan ses i Figur 8 där den vänstra bilden visar en granat och dess riskområden och bilden till höger visar riskområden för godtycklig orientering på granaten (tjugo stegs variation i dykvinkel och sextio i azimut, mer om vad steg innebär går att läsa i avsnitt 2.3.2).



Figur 8: Till vänster finns riskområdet för 20 mm ammunitionen för en ensam granat. Till höger har stridsdelen i okänd orientering och då beräknad med variation i dykvinklar och azimut.

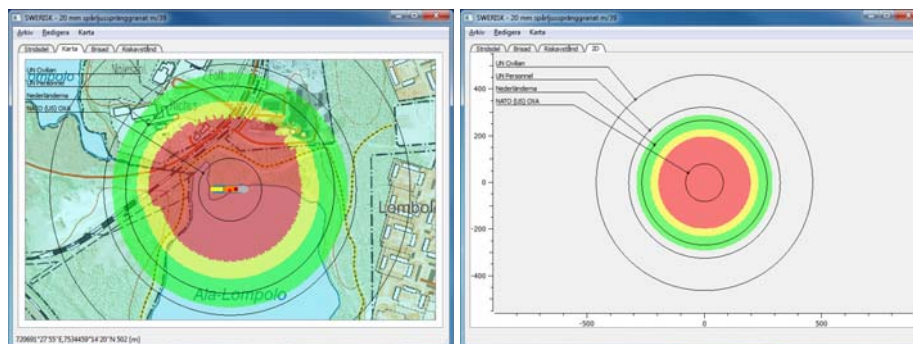
En första studie gjordes genom att titta på avskärmningar radiellt för att se vid vilken vinkel avskärmningarna behövdes. Det visade sig att en klippvinkel på 12 grader behövdes för att ta bort farliga splitter (Figur 9), vilket representeras av de röda och gula områdena i Figur 8 (höger). Vid en klippvinkel på 70 grader reducerades riskområdet från ca 290 m till ca 160 m (Figur 9) och vid 80 grader till ca 70 m.



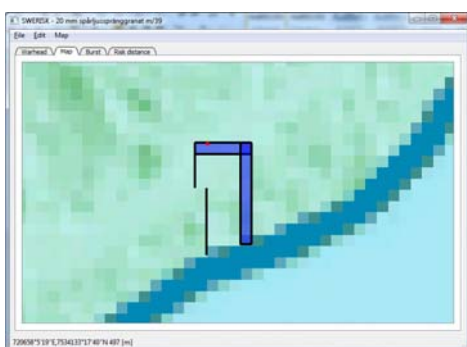
Figur 9: I bilden till vänster har 20 mm ammunitionen godtycklig orientering med en klippvinkel på 5 grader. Till höger är klippvinkel 70 grader.

Därefter lades kartan in för att se hur topografin påverkar riskområdet, i syfte att hitta en avskärmning med containrar som reducerar riskområdet, särskilt i de områden där det kan finnas civila. I Figur 10 visas skillnaden mellan plan mark och verklig topografi.

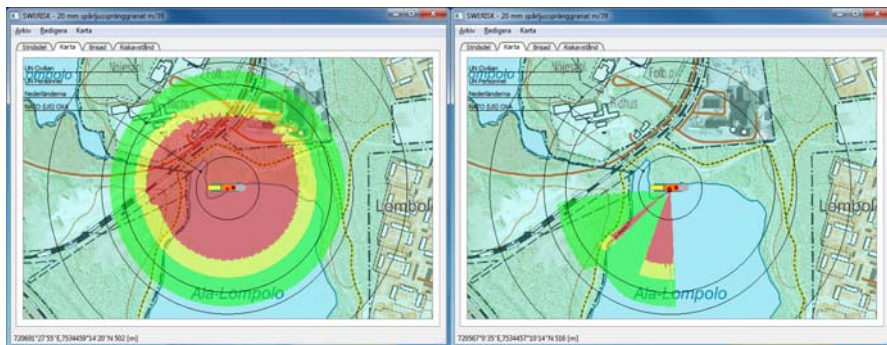
I Figur 11 visas ett förslag på hur containrar kan ställas upp för att avskärma om granaterna skulle gå till detonation. Resultatet för riskområdet med avskärmningen kan ses i Figur 12. För mer information finns rapporten [7].



Figur 10: Till vänster ses 20 mm ammunitionen med variation i azimut och dykvinkel för att symbolisera godtycklig orientering av granaten liggandes på upptagningsplatsen. Höger bild visar hur resultatet ser ut på plan mark.



Figur 11: Ett exempel på hur avskärmningen med containrar kan se ut.



Figur 12: Till vänster visas ett exempel på en avskärmning vid upptagningsplatsen. Till höger ses resulterande riskområde.

3.2 Riskområdesberäkning Vidsels flygbas

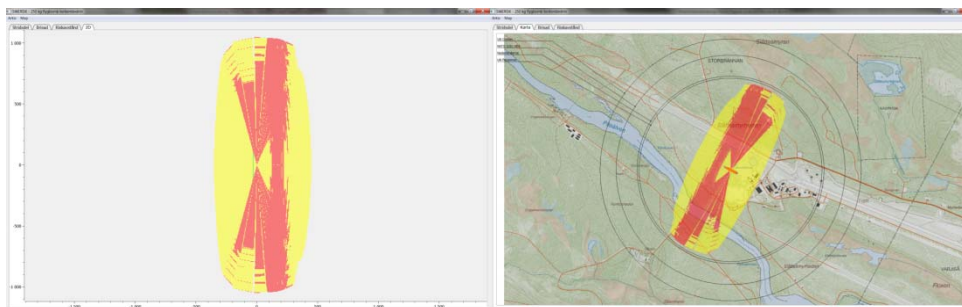
Syftet med arbetet var att skapa underlag för riskbedömningar vid landning av flygplan med hängande klickad ammunition av typen GBU12. Riskbedömningar av detta slag är en förutsättning för att övning med skarp ammunition överhuvudtaget ska få ske på Vidsels flygbas.

Uppgiften var att beräkna splittertäthet och riskområden runt en detonerande GBU12 och var uppdelat på tre fall. Det första fallet behandlade riskområde kring en GBU12 på plan mark. Det andra fallet behandlade riskområde kring en GBU12 på flygbasens nuvarande klickplatta. Det tredje fallet behandlade riskområde runt en GBU12 på en klickplatta med ny position på flygbasens område.

För beräkning av riskområdena användes simuleringsverktygen SWERISK och AVAL. AVAL (Assessment of Vulnerability And Lethality) är ett svenskutvecklat kommersiellt verktyg för simulering av verkan av konventionella vapen i mark-, sjö- och luftmål [8]. Verktöget är Monte Carlo-baserat och det behövs tre huvudklasser av indata vid en simulering – vapen-, mål- och interaktionsdata (riktningar, hastigheter m.m.). Alla beräkningar är baserade på en GBU12 utan hänsyn till flygplan. Utan skymmande flygplan fås ingen direkt splitteruppbromsning och torde därför ses som det värsta fallet, dock försummas risken av eventuella vrakrester, då det försvårar beräkningarna och det är mindre sannolikt att splitter från vrakrester skulle få tillräckligt hög hastighet för att ge ett större riskområde än splitter från stridsdelen.

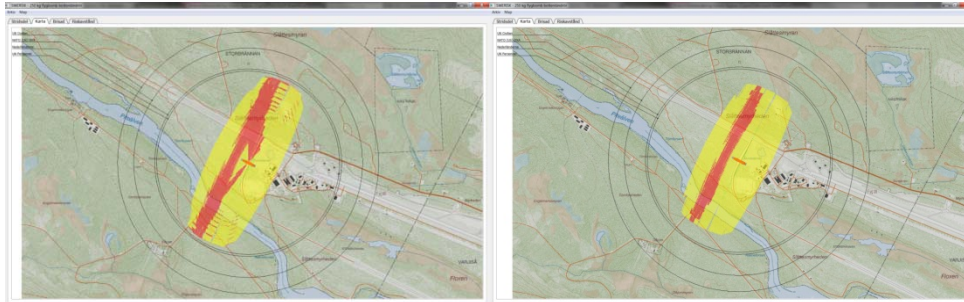
Simuleringarna i SWERISK genomfördes med stridsdelen 1 m ovanför marken, på plan mark, på nuvarande klickplatta och på förslag till ny klickplatta. Noggrannheten i kartunderlaget kan vara något olika; klickplattan fanns inte med i tillgängliga höjddata över Vidsels flygbas och fick därför läggas till manuellt.

Figur 13 visar hur riskområdet ser ut på plan mark respektive på klickplattan.



Figur 13: Till höger visas riskområdet på plan mark, till vänster riskområden för stridsdelen på rätt position på klickplattan.

Slänterna kring klickplattan stoppar splitter med låga banor och ger, för de delar av slänterna som ligger närmast stridsdelen, en avskärmning på ca 17 grader. Därför gjordes även en simulering med en klippvinkel i SWERISK på 17 grader för att studera resultatet om omgivningen sett likadant ut åt alla håll. En jämförelse gjordes även med 45 grader som visar en tydlig reducering av riskområdet (Figur 14).



Figur 14: Till höger visas riskområdet med en klippvinkel på 17 grader, till vänster resultat med en klippvinkel på 45 grader.

SWERISK-resultaten jämfördes med resultaten från simuleringar med AVAL. Det är en god korrelation mellan SWERISK- och AVAL-resultaten då det gäller splittertätheter i de mest frekventa områdena samt i radiell urbredning av riskområdet. Resultaten från SWERISK ger ett smalare riskområde än AVAL vilket till största delen beror på att stridsdelsbeskrivningen i SWERISK saknar splitter härrörande från stridsdelens nos och bakdel. För mer information finns rapporten [9].

4 Framtida vidareutveckling och förvaltning

I likhet med all annan mjukvara har SWERISK potential att utvecklas vidare för att ytterligare öka användbarheten i olika sammanhang.

Nedan beskrivs ett antal möjliga utvecklingsspår baserade på förslag från projektmedlemmar men också från personer som själva provat SWERISK eller demonstrerats programmet.

4.1 Kompletterande splitterbeskrivningar

I SWERISK har utvecklaren numera möjlighet att lägga in splitterbeskrivningar som ersättning för eller komplettering av den ordinarie stridsdelsbeskrivningen. Ett av skälen är att stridsdelsbeskrivningen enbart genererar splitter i de radiellt frånstridsdelen.

Det finns idag inga allmänt vedertagna metoder för att beräkna splittergenerering från stridsdelens topp och botten. Modeller av splitter för dessa delar måste därför ansättas utgående från experimentella data eller kvalificerade gissningar. Stridsdelarna i SWERISK har i möjligaste mån försetts med kompletterande beskrivningar splitter från botten, topp och tändrör vid beräkning av riskområde. Splitter från bak- och framstycken torde vara relativt få, men oftast tyngre och större och kommer därför att nå längre. Under olyckliga omständigheter kan till exempel hela tändröret kastas iväg som ett splitter.

Splittren från fram- och bakstycke är vanligen få och är därför ofta ointressanta ur verkanssynpunkt. Detta har medfört att fragmenteringen av dessa delar i dagsläget är ett relativt utforskat område, trots att detta är mycket relevant, särskilt vid min- och ammunitionsröjning. Det mycket angeläget att både experimentellt och beräkningsmässigt närmare studera detta för att kunna minska osäkerheten i riskberäkningarna. Forskning runt detta skulle också kunna vara ett bra samarbete tillsammans med en annan aktör.

4.2 Internationellt samarbete

Som en del i det trilaterala MoU-samarbetet under projektavtalet "Precision Weapons With Increased Stand off" har TNO i Holland och DRDC i Kanada uttryckt önskan att få ta del av programmet SWERISK alternativt även kod. Därför har en konsekvensanalys genomförts som belyser både för- och nackdelar med ett samarbete, beroende på formen av ett sådant. Bland fördelarna finns möjligheten att samarbeta inom områden där SWERISK behöver förbättras. En utökad användargrupp skulle också vara värdefullt att få synpunkter på hur SWERISK kan förbättras.

4.3 Ta hänsyn till kroppsskydd i riskanalysen

Hittills har SWERISK främst varit inriktat på att värdera risk för oskyddade (civila) personer enligt SWEDEC:s önskemål och en intressant utveckling skulle vara att utöka riskobjektet till att inkludera röjningspersonal med utrustning eller personal med olika typer av kläder och skydd som till exempel kroppsskydd, vinterkläder, visir osv. Skyddsfaktorer finns redan inlagda i programmet, men det krävs mer programutveckling för att kunna utnyttja dessa på ett enkelt sätt. Detta är särskilt relevant om SWERISK skall användas i andra syften än just min- och ammunitionsröjning, till exempel för att uppskatta risken för egen personal vid övning etc.

4.4 Enklare att ange avskärmningar

I dagsläget är det relativt krångligt att lägga in en avskärmning i SWERISK, då detta sker genom att användaren specificerar avskärmningens geometri i en textfil. Dessutom går det inte att ladda in koordinater för avskärmning när man inte har en karta. En tänkbar utveckling av SWERISK är att förbättra detta. Då det inte går att lägga in en godtycklig avskärmning (avskärmning med textfil beskrivet i avsnitt 2.3.1.2) då man inte har laddat in en karta är det önskvärt att kunna göra det även för 2D-fallet, men även att kunna rita in en avskärmning direkt i kartan.

Beräkningen av avskärmning täcker i dagsläget inte alla geometriska fall då vertikala avskärmningar i dagsläget följer marken genom interpolation mellan de två punkter som angetts, medan horisontella avskärmningar endast är en höjd över marken. Det kan innebära att det blir glipor mellan tak och väggar.

4.5 Fler stridsdelar

SWERISK bör få ett utökat stridsdelsbibliotek för att kunna hantera fler möjliga röjningssituationer.

Stridsdelen delas upp i segment och för varje segment anges olika parametrar i förväg av utvecklaren, men detta är inte trivialt. En möjlig utveckling skulle kunna vara en liknande stridsdelseditor eller möjligheten att användaren själv kunna bygga en egen enklare stridsdel. Ett sätt skulle kunna vara att använda vissa ”typdelar” och sätta ihop dessa, till exempel att utgå från en typstridsdel och själv välja att byta bakdel och nos, etc. Ett annat sätt är att bygga upp stridsdelen från början genom att starta bakifrån och sedan definiera upp de olika segmenten själv med diameter och skaltjocklek, vilket är relativt enkelt att ta reda på genom olika redskap ute i fält. Det här kräver mer av användaren och bör i så fall vara en separat funktion.

Det bör även undersökas närmare i vilken mån SWERISK och EOD-IS kan dela indata med varandra.

En annan möjlighet som bör undersökas närmare är att i SWERISK direkt kunna läsa in en splitterbeskrivning baserad på experimentellt underlag eller från ett stridsdelsprogram såsom exempelvis Split-X. Den splitterbeskrivning som redan i dag används i SWERISK för fram- och bakändarna kan vara en utgångspunkt för ett sådant arbete.

4.6 Accepterade risknivåer

Idag utgår skadekriterierna i SWERISK från olycksstatistik i trafiken samt brottsstatistik för att definiera vad man menar med acceptabel risk. Skadekriterierna bör analyseras och i en större myndighetsövergripande diskuteras och värderas. Frågan har också uppkommit om dessa nivåer skall vara olika för freds- och krigstid eller om man kan reglera detta själv på något sätt. Detta hänger lite ihop med att utöka riskobjektet till att även inkludera egen personal, som beskrevs i avsnitt 4.3. Vid beräkning av träffsannolikhet beaktas personens area, däremot tas ingen hänsyn till personens höjd över mark, utan träffsannolikhet beräknas i nedslagspunkten. Träffsannolikhet beräknas som produkten av antalet splitter per kvadratmeter i ett plan vinkelrätt mot splitterbanan i nedslagspunkten och den på sammaplan projicerade målarean, alltså människans olika träffytor. Detta är också något som skulle behöva åtgärdas.

4.7 Snabbare beräkningar

Ju noggrannare SWERISK räknar och ju större antal splitter som ska tas med i analysen, desto längre blir beräkningstiden. En ytterligare förbättringsåtgärd är därför att snabba upp beräkningarna för splitterbanorna. Splitterbanorna kan delas upp i över- och

undergradsbanor. En idé finns för att förenkla beräkningarna för övergradsbanorna och eftersom dessa utgör majoriteten av det totala antalet banor skulle det förkorta beräkningstiden avsevärt. När det handlar om några sekunder kanske detta inte känns relevant, men det finns fall där det skulle underlätta. I fallet med Ala Lompolo (avsnitt 3.1) skulle det t ex gjort stor skillnad; ett stort antal beräkningar gjordes på grund av de många olika dykvinklar och azimut som skulle utvärderas, varför beräkningarna kunde ta upp mot en timme beroende på inställningar.

4.8 SWERISK i spel och simuleringar

SWERISK kan även användas för att generera realistiska skadefall i krigsspel eller krishanteringsövningar. Resultatet av riskberäkningarna kan därför användas tillsammans med information om befolkningstäthet, varvid antalet döda och skadade i samband med, t.ex. en IED-attack eller artilleribeskjutning kan uppskattas. Ett sätt att koppla ihop en värdtillämpning (t ex en scenariomotor) med SWERISK är att skapa en HLA-koppling (High Level Architecture), men även som det fristående program SWERISK är idag kan det användas i och inför olika typer av krigsspel.

4.9 Vegetation

Att kunna ta hänsyn även till vegetation känns relevant och viktigt. Riskområdets storlek beror mycket på om vi har en tät skog, eller ett öppet fält. Särskilt för egen trupp där man kan göra simuleringar för hur man skall placera sig för att inte störa varandra. I nuvarande version tas inte hänsyn till vegetationen vilket gör att riskområdet överskattas. Frågan är komplex och behöver analyseras djupare.

5 Referenser

- [1] *Beställning till FOI av verksamhet inom MS 923, 23321:67954, 2010-11-04, Försvarmakten.*
- [2] S. Harling, J. Pelo, G. Tolt, *Årsrapport 2011, vidareutveckling av SWERISK.,* FOI MEMO 3736, 2011-11-24.
- [3] S. Leonardsson, S. Harling, J. Pelo, G. Tolt, *SWERISK transferprojekt – årsrapport 2012,* FOI MEMO 4246, 2012-12-03.
- [4] *Användarhandledning SWERISK, S. Leonardsson, S. Harling, G. Tolt. beräknad utgivning december 2013.*
- [5] <http://www.forsvarsmakten.se/sv/aktuellt/2013/08/ala-lombolo-snart-sanerad/>
- [6] *Behovsframställan om stöd med riskområdesberäkning för OXA-sanering av sjön Ala Lombolo, 21540:10526, 2012-10-15, Försvarmakten.*
- [7] S. Harling, S. Leonardsson, N. Alin, *Risikanalytisk ammunitionsröjning Ala Lombolo, delrapport 1 – Preliminär riskbedömning och förslag till riskreducerande åtgärder,* FOI-R--3653--SE, Mars 2013.
- [8] P. Magnusson, M. Hartmann, *Handbok verkansvärdering – andra versionen,* FOI MEMO 3583:2, 2013-05-27.
- [9] B. Gilljam, M. Hartmann, *Risikområdesberäkning Vidset flygbas,* FOI-R--3667--SE, April 2013.

FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Förvarsdepartementet. 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