



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

RAMVERKTYG FÖR INTEGRERAT BESLUTSFATTANDE INKLUSIVE ETISKA FRÅGOR

- En fallstudie om destruktion av ammunition

FORSKNING

MSB:s kontaktpersoner:
Agneta Jansson, 010-240 52 27

Publikationsnummer MSB 518
ISBN 978-91-7383-314-1

Förord

En fallstudie som avser samma problemställning som i tidigare arbeten i projektet (Alverbro et al. 2009, Alverbro 2010, Alverbro et al. 2011) har genomförts. Det handlar om att utvärdera olika destruktionsalternativ för en 40mm granat. De olika destruktionsalternativen är:

- Öppen detonation, såväl med som utan återvinning av metaller.
- Förbränning i ugn med utsläppskontroll och återvinning av metaller, två olika utsläppsnivåer
- Ett kombinationsalternativ med förbränning med utsläppskontroll och öppen förbränning, återvinning av en del av det energetiska materialet samt metallåtervinning.
- För mer detaljer om fallstudien, se Alverbro et al (2009).

I det här arbetet har vi utvecklat ett ramverk för beslutsfattande som omfattar fem områden: miljö, säkerhet, etik, kostnader och integration samt en samlad bedömning med syfte att det ska kunna användas på policynivå, där platsspecifik information saknas.

Innehållsförteckning

1.1 Fallstudie.....	6
1.2 Miljö	7
1.3 Säkerhet	7
1.4 Etik.....	8
1.4.1 Mänskliga rättigheter	8
1.4.2 Millenniemålen	9
1.4.3 Rättvis riskfördelning	9
1.4.4 Rättvisa procedurer.....	9
1.5 Kostnad	9
1.6 Integration/sammanvägning	10
2.1 Miljö	14
2.2 Säkerhet	14
2.3 Etik.....	14
2.4 Kostnad	14
2.5 Integration/sammanvägning	14
2.6 Tack	15
2.7 Referenser.....	15

Sammanfattning

Vi har utvecklat ett ramverk för beslutsfattande som omfattar fem områden: miljö, säkerhet, etik, kostnader och integration samt en samlad bedömning med syfte att det ska kunna användas på policynivå, där platspecifik information saknas. vidareutvecklat den etiska bedömningen samt integrationen av samtliga områden genom att använda oss av multikriterie-analys. Ramverktyget testas i en fallstudie om destruktion av ammunition.

På miljöområdet stödjer våra resultat idén att använda en LCA bedömning för miljöaspekterna. Vi har funnit att olika viktningsmetoder ger delvis olika svar, och rekommenderar därför användning av flera olika viktningsmetoder. Det multikriterie-verktyg vi använt tillåter också att man använder flera viktningsmetoder utan att behöva prioritera bland metoderna.

Angående personlig säkerhet är vår slutsats var att denna aspekt förvisso är viktigt, men att den fångas upp i kostnadsbedömningen, eftersom utförare av tjänsten vidtar varje möjlig åtgärd för att säkerställa personsäkerheten eller helt enkelt avstår från att åta sig uppdraget.

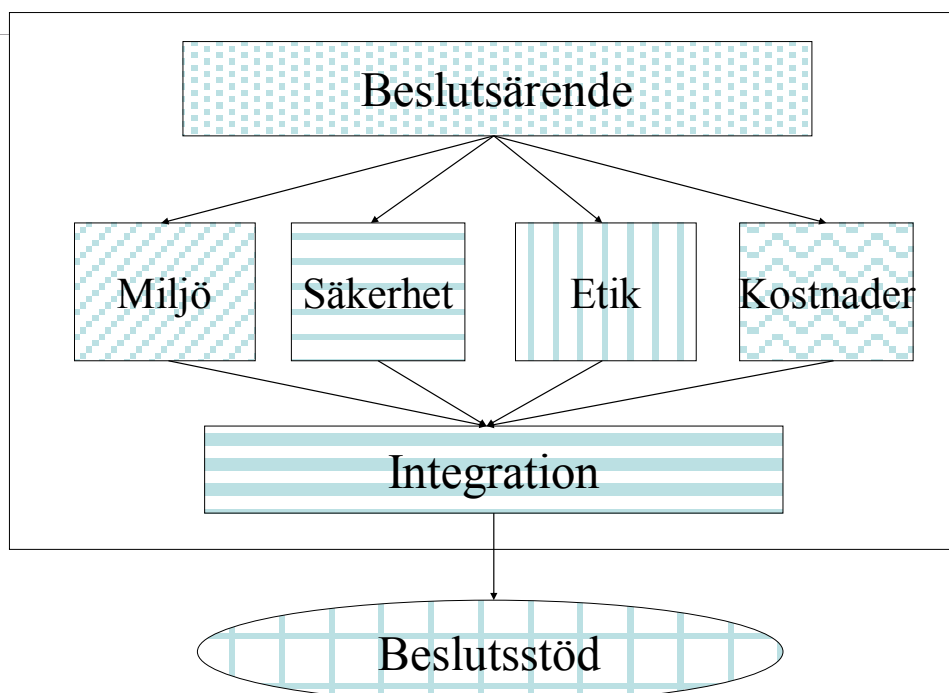
Det är ganska unikt att inkludera en uttrycklig etisk bedömning i beslutsfattandet. Vi rekommenderar vi den metod som utvecklats av Hermansson och Hansson (2007), kompletterad med de bedömningar som utvecklats och används i detta projekt, även om vi anser att den föreslagna och använda bedömningsmodellen är endast ett exempel, och att denna typ av metoder behöver ytterligare testning och utveckling.

Vi fann i denna studie att det är en utmaning att hitta uppgifter om kostnader på en generisk nivå. För en analys på policy nivå, kanske kostnaden måste behandlas som i vår fallstudie, där man i första hand analyserar i vilken utsträckning extremfallen gör en skillnad för beslutet.

Vi fann att användningen av en MCDA-metod integrerad i en programvara, i vårt fall DecideIT, underlättar analysen. I vårt fall var DecideIT också en möjlig metod då den tillåter osäkra och oprecisa värden och uppskattningar. Även om vi har vissa förbehåll om att integrera etiska frågor i ett sådant verktyg, vilket kräver något slag omvandling av dessa till kvantitativa siffror, kan fördelen med att ändå göra det vara att därigenom sätta fokus dessa frågor och öka medvetenheten om dem bland beslutsfattare.

1. Projektets genomförande

Vi har utvecklat ett ramverk för beslutsfattande som omfattar fem områden: miljö, säkerhet, etik, kostnader och integration samt en samlad bedömning, se figur nedan.



Den är tänkt att kunna användas på policynivå, där platsspecifik information saknas. Bakgrunden är att beslut ofta fattas på ett mer begränsat underlag, där flera av dessa områden inte beaktas. I denna rapport redovisar vi hur vi vidareutvecklat ett tidigare inlett arbete på området, där vi i denna fas huvudsakligen har vidareutvecklat den etiska bedömningen samt integrationen av samtliga områden genom att använda oss av multikriterie-analys. Ramverktyget testas precis som i tidigare faser i en fallstudie om destruktion av ammunition.

1.1 Fallstudie

Fallstudien avser samma problemställning som i tidigare arbeten i projektet (Alverbro et al. 2009, Alverbro 2010, Alverbro et al. 2011). Det handlar om att utvärdera olika destruktionsalternativ för en 40mm granat. De olika destruktionsalternativen är:

- Öppen detonation, såväl med som utan återvinning av metaller.
- Förbränning i ugn med utsläppskontroll och återvinning av metaller, två olika utsläppsnivåer

- Ett kombinationsalternativ med förbränning med utsläppskontroll och öppen förbränning, återvinning av en del av det energetiska materialet samt metallåtervinning.
- För mer detaljer om fallstudien, se Alverbro et al (2009).

Vi fann att det utvecklade ramverket tillför mervärde för den etiska bedömningen, inte minst genom att lyfta fram vikten av etiska överväganden i beslutsfattandet. Vidare fann vi att användandet av en multi-kriterieanalys integrerad i programvaran DecideIT var ett möjligt sätt att väga samman de olika områdena i detta fall då det möjliggör en analys trots osäkra och oprecisa värden och uppskattningar.

1.2 Miljö

För miljöanalysen har vi använt livscykelanalys (LCA), en metod för att utvärdera den potentiella miljöpåverkan från en produkt eller tjänst i hela dess livscykel. Metoden är väl beskriven i internationell standard och i vetenskaplig litteratur (e.g. Baumann and Tillman, 2004, Finnveden et al., 2009) Miljöanalysen av fallstudien gjordes i en tidigare fas av projektet (Alverbro et al 2009). Utfallet av den visade sig vara:

- Öppen detonation hade stor negativ miljöpåverkan
- Genom metallåtervinning kan den negativa miljöpåverkan minskas väsentligt
- Beroende på vilken typ av ammunition som avses, är förbränning i ugn eller kombinationsalternativet bäst för miljön

1.3 Säkerhet

Risker kan vara av många skilda slag. Här har riskbegreppet begränsats till att omfatta människors säkerhet. Ytterligare begränsningar är att det endast är de direkt påverkade av eventuella personrisker kopplade till destruktionsmetoden som beaktas, dvs inte de som eventuellt utsätts för personrisker vid t ex tillverkning av ammunitionen. Inte heller beaktas eventuella personrisker på lång sikt.

I projektet har en utvärdering riskvärderingsmetoder tidigare genomförts (Alverbro et al, 2010) resultatet visade på att tillgången på riskvärderingsmetoder på en policynivå är begränsat.

För att få data om personsäkerhet för de olika destruktionsmetoderna kontaktade vi en utförare av destruktionsmetoderna. Enligt uppgift ansågs alla metoderna (tillräckligt) säkra, och om någon metod hade ansetts osäker skulle det innebära att åtgärder vidtogs tills dess att metoden kunde betraktas som tillräckligt säker. En eventuell säkerhetsskillnad mellan metoderna skulle därmed fångas upp i form av ökade kostnader, dvs i en av de andra boxarna. Vi behandlade därför personsäkerhet som ett randvillkor, samma för alla metoder, och därmed något som inte påverkade analysen.

1.4 Etik

Etik ligger i en separat box i modellen. Man kan dock säga att etik är en del av de andra områdena. När miljöfrågor och personsäkerhetsfrågor diskuteras brukar den etiska aspekten allt som oftast inte tas upp explicit. Av det skälet kan det vara viktigt att lyfta fram etik som en separat fråga. Etik handlar om moral och om hur lagar såväl som oskrivna regler appliceras och hanteras. Hermansson and Hansson (2007), diskuterar bristen på operationella verktyg för att hantera etiska spörsmål och att detta kan vara en anledning till att detta inte beaktas mer. De har föreslagit en modell för att analysera etik och risker. Modellen tar utgångspunkt i den etiska aspekten för tre viktiga parter i en riskrelaterad beslutssituation:

- Beslutsfattaren
- Den riskutsatte
- Den som tillgodogör sig nyttan

Dessa roller kan bäras av både personer och organisationer, och någon kan ha flera roller samtidigt som flera kan ha samma roll. Metoden bygger på ett antal frågor om parvisa relationer mellan rollerna och syftar till att systematiskt karaktärisera den etiska aspekten på riskerna, inkluderande frågor om frivillighet, samtycke, uppsåt och rättvisa. Metoden testades i en studie av Alverbo et al (2011). Resultatet där var att framtida generationer och boende i andra länder var de grupper som påverkades negativt genom att de exponerades för risken utan att ha något inflytande och i huvudsak heller ingen nytta eller riskkompensation. Detta var också något som gällde för samtliga destruktionsmetoder, även om öppen detonation storleksmässigt hade större inverkan, och någon differentiering kunde därför heller inte ske.

I denna fas har metoden utvecklats ytterligare. Vi har i den utvecklade versionen lagt till några områden att utvärdera samt utvecklat frågorna på några befintliga områden. De tillkommande områdena berör hur de olika destruktionsmetoderna medverkar till – eller motverkar – uppfyllande av internationella överenskommelser som UN Universal Declaration of Human Rights (UN) och the UN's Millennium Development Goals (UNDP). Det ledde fram till ett frågebatteri på tre olika områden; fördelningen av risk/nytta mellan de olika rollerna, bidrag till brott mot mänskliga rättigheter och bidrag till att uppnå Millenniemålen. Även om det kan vara diskutabelt, valde vi att försöka översätta de etiska aspekterna i kvantitativa indikatorer. Detta för att möjliggöra att senare kunna införa dem i sammanvägningen i multikriterieverktyget. Analysen av etiska aspekter med hjälp av den mer utvecklade metoden gav ett mer detaljerat resultat.

1.4.1 Mänskliga rättigheter

Angående risk för brott mot mänskliga rättigheter, hittade vi följande möjliga risker vid öppen detonation:

- Diskriminering av utsatta grupper (i detta fall människor i glesbygd),
- Rätten till personlig säkerhet (risk för skador i arbetet i leveranskedjan)

- En lämplig hälsonivå (invånarna i detonationsområde)
- Reella möjligheter att delta i beslutsfattandet (invånarna i detonation område)

För övriga metoder, förbränning i ugn (två nivåer av utsläpp) och kombinationsalternativet har en möjlig risk för brott mot mänskliga rättigheter identifieras:

- Rätten till personlig säkerhet (risk för skador i arbetet i leveranskedjan)

1.4.2 Millenniemålen

Bedömning av hur de olika metoderna bidrog till eller motverkade millennieutvecklingsmålen gav följande resultat:

Öppen detonation (med och utan metallåtervinning)

- Möjlig förlust av biologisk mångfald (negativ inverkan på lokal floran och faunan från detonationen, t.ex. häckande fåglar)
- Motverkar integrering av principen om hållbar utveckling i landets politik och program genom förlust av resurser

Förbränning i ugn (höga utsläpp)

- Motverkar integrering av principen om hållbar utveckling i landets politik och program, genom förlustresurser

Förbränning i ugn (låga utsläpp)

- Neutral

Kombinationsalternativ

- Moteverkar integrering av principen om hållbar utveckling i landets politik och program, genom förlust av resurser

1.4.3 Rättvis riskfördelning

Risken är något orättvist fördelad med 4 poäng på skalan från 2 (mycket orättvist) till 6 (rättvis), samma för alla destruktionsmetoder.

1.4.4 Rättvisa procedurer

På en skala från 4 till 12 är öppen detonation (med eller utan metallåtervinning) ganska rättvist med ett resultat på 9, medan de övriga alternativen är nästan helt rättvist med 11. De höga poängen här kan ses som resultat av den svenska lagstiftningen om arbetstagarnas rättigheter och rätten till samråd.

1.5 Kostnad

Kostnaderna har varit svåra att beräkna pga av brist på data. Det vi fått fram genom kontakter med aktörer i branschen är vissa uppskattade relationstal, dvs hur de olika destruktionsmetoderna förhåller sig till varandra kostnadsmissigt. Det uppgifter vi fick fram från olika källor angående dessa relationstal visade sig vara direkt motstridiga, dvs de pekade ut helt olika metoder som dyrast. De

indirekta kostnaderna beaktades inte alls i sammanvägningen eftersom det konstaterades i en översiktlig bedömning att de förmodligen skulle vara liknande för alla alternativ och därmed inte påverka rangordningen.

När man beaktar kostnaderna är det viktigt att vara uppmärksam på risken för att dubbelräkna kostnader, då en viss kostnad ibland kan hänföras till i flera olika boxar.

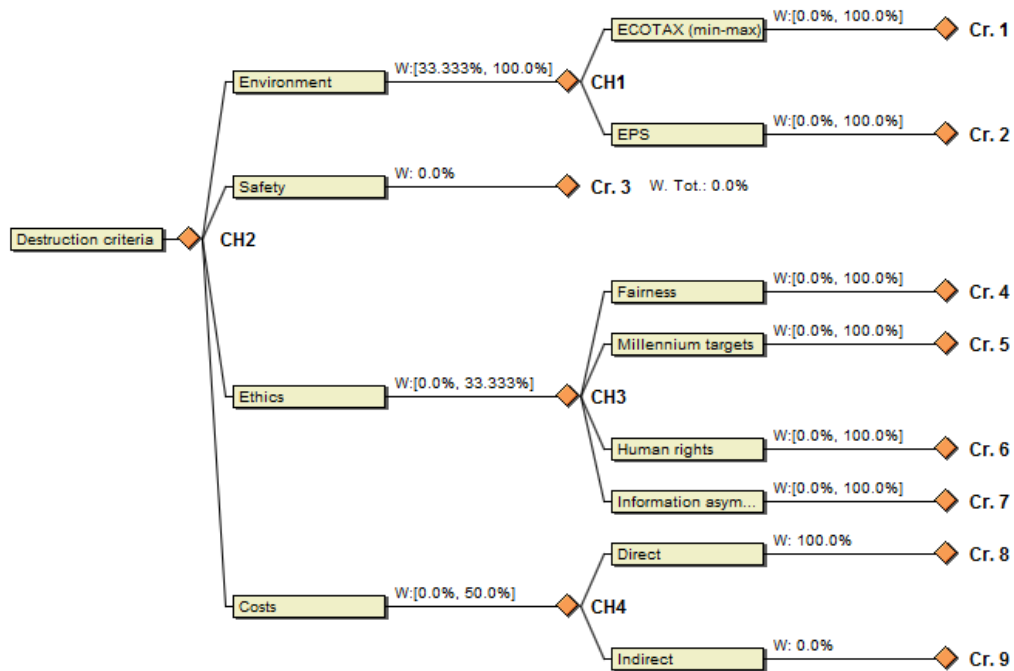
1.6 Integration/sammanvägning

En avgörande fråga för beslutsfattaren som beaktar flera olika aspekter inför ett beslut är hur dessa skall vägas samman. På ett eller annat sätt måste detta göras för att kunna välja mellan olika alternativ.

Vi har valt att använda oss av multikriterieanalys (MCDA), en grupp av metoder som är avsedd just för att väga samma flera olika kriterier. Det finns ett stort antal varianter av multikriterieanalys (Department for Communities and Local Government, 2009, Zhou et al, 2006). Ett beslut kan, utöver vetenskapliga fakta, grundas på politiska, social eller etiska värderingar (e.g. Finnveden, 1997). Multikriterieanalys är ett verktyg som kan hantera beslut som grundas på komplexa omständigheter och tydliggöra hur de olika alternativen bidrar till att uppnå uppsatta mål, samt tydliggöra beslutsfattarnas värderingar (Department for Communities and Local Government, 2009). Multikriterieanalys kan (ibid):

- Identifiera det bästa alternativet
- Rangordna de olika alternativen
- Ta fram en kortlista över de bästa alternativen
- Skilja ut acceptabla och oacceptabla alternativ

Vi har valt att använda en MCDA metod som är integrerad i ett verktyg som heter DecideIT. Den metod som används är baserad på fler-attributs nyttoteori (multi-attribute utility theory) (Keeney och Raiffa 1976), men med mindre krav på exakta uppskattningar, och har utvecklats under de senare decennierna vid Stockholms universitet och Mittuniversitetet, jfr. t.ex. (Larsson et al 2005, Danielson et al 2007). Denna metod är särskilt lämplig för att hantera beslutssituationer med osäkra eller oprecisa data och där data finns tillgängliga i olika format, vilket i hög grad kan sägas gälla för vår beslutsfattande situation. Metoden är också integrerad i en mjukvara, vilket resulterar i en snabb och effektiv analysprocess. Verktøget har funktioner som gör att beslutsfattare inte behöver åsätta vikter på ett tidigt stadium, och att rangordnade vikter kan användas (Riabacke et al. 2009). Verktøget stödjer oprecis viktning genom intervallbedömningar eller parvisa jämförelser. En illustration av den hierarkiska modellen vertyget använder visas nedan;



Viktningen kan göras individuellt eller i grupp, och i detta fall valde vi en ganska enkel modell (SWING) och beslutade att göra prioriteringen som grupp. Vid tillämpning MCDA metoder är det viktigt vilka personer och intressenter som är engagerade i processen. I denna fallstudie valde vi att använda den redan existerande referensgruppen för projektet som beslutsgrupp. Den består av personer som representerar näringslivet, statliga myndigheter, forskningsinstitut och den akademiska världen. Det är alltså en väl balanserad grupp som står för prioriteringen.

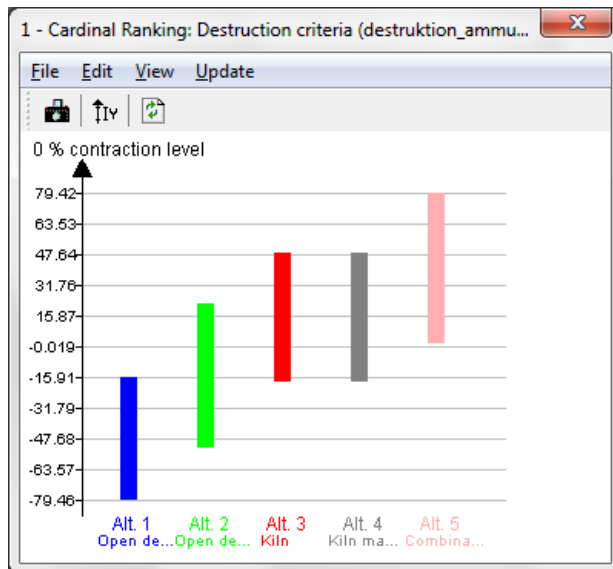
Vid användandet av viktningemetoden SWING avstod vi från att ange exakta vikter utan bedömde endast rangordningar som modellerades i form av linjära begränsningar. Tekniken går i korthet ut på att ta ställning till effekten av det hypotetiska alternativet att varje kriterium svänger över från sitt sämsta utfall till det bästa, se t.ex. Choo et al. (1999). Det visade sig att gå från värsta till bästa utfall ansågs ge störst värdeökning för miljöaspekten, vilket innebär att vikten för detta kriterium är större än för de andra. Man enades om att etik (i detta sammanhang) skulle sättas på en låg prioritet då de etiska aspekterna av de olika destruktionsmetoderna inte skiljer sig så mycket, och därför inte påverkar resultatet på ett betydande sätt. Eftersom säkerhet utelämnades blev rankingen därmed $W_{Environment} > W_{Cost} > W_{Ethics}$ där $W_{Environment} + W_{Cost} + W_{Ethics} = 1$ och att alla vikter är större än noll.

För miljökriteriet gjordes en linjär transformation av LCA-värden på [0,1] så värderingen av öppen detonation åsattes 0 och kombinationsalternativet 1 och de andra däremellan.

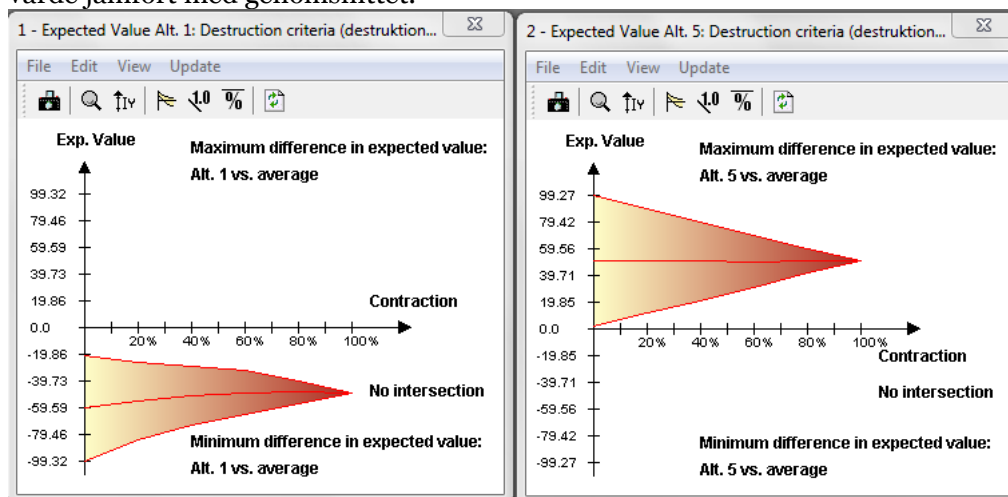
När det gäller kostnadskriteriet utgick vi från de motstridiga uppgifterna för direkta kostnader. Därefter utvärderades huruvida något av dessa ytterlighetslägen skulle kunna ändra rankingen av metoderna, vilket de inte gjorde.

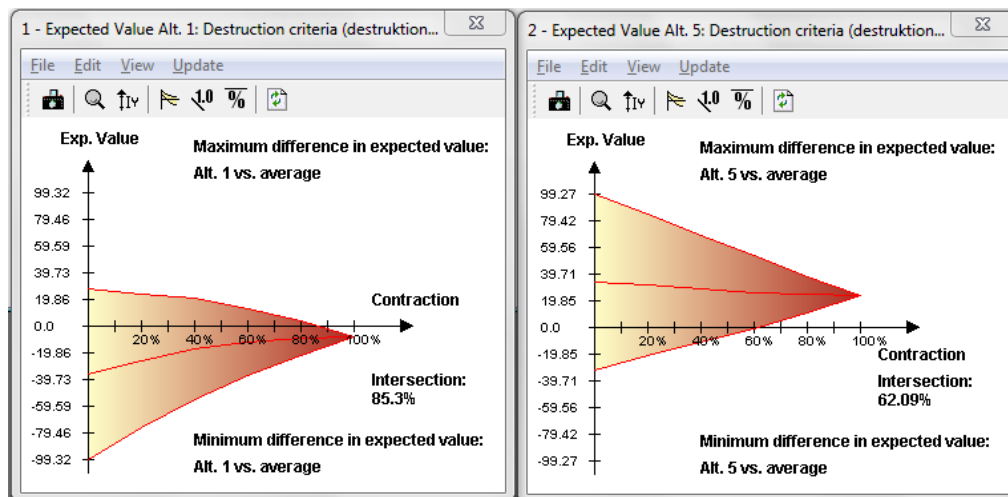
Av central betydelse för utvärderingen av utfallet är begreppet sammandragning, som är en generaliserad känslighetsanalys. Nivån av sammandragning anges som en procentsats, så att vid en 100%-ig sammandragning har utrymmet för lösningen för alla variabler reducerats till

en enda punkt. Det underliggande antagandet bakom denna känslighetsanalys är att punkter närmare extremlägen är mindre representativa än punkter närmare centrum när högre precision krävs. Figuren nedan visar huvudsaklig rangordning av alternativen. Varje streck visar max och min vid noll procent kontraktion av intervallen, vilket medför att kombinationsalternativet är att föredra eftersom det aldrig går under noll.



Nedan visas värdering av öppen detonation (Alt 1) och kombinationsalternativet (Alt 5) vid antagandet att den förra är dyrast. Längs den horisontella axeln graden av kontraktion i intervallet från 0 % till 100 % och de övre och nedre plottade linjer visar respektive max och min skillnad på värde jämfört med genomsnittet.





Samma beräkning visas ovan, med skillnaden att kombinationsalternativet (Alt 5), antagits vara dyrare. Detta visar att kostnaderna, med den viktning som valts för de olika kriterierna, inte förändrar rangordningen mellan alternativen. Analysen visar att endast grova uppskattningar av vikter är tillräckligt för att skilja mellan alternativen i beslutet. I den studerade fallet var det tillräckligt för att ge jämförande vikter, men om mer exakta vägningsystemen skulle ha befunnits nödvändiga, skulle andra viktningssystemer behövt användas.

2. Slutsats

2.1 Miljö

Våra resultat stödjer idén att använda en LCA bedömning för miljöaspekterna. Vi har funnit att olika viktningmetoder ger delvis olika svar, och rekommenderar användning av flera olika viktningmetoder. Ett verktyg som DecideIT tillåter också att man använder flera viktningmetoder utan att behöva prioritera bland metoderna.

2.2 Säkerhet

Vi fann i vår studie att personlig säkerhet var svår att integrera i flera bedömningsgrunder, eftersom det ses som ett randvillkor som aktörerna. Vår slutsats var att denna aspekt förvisso är viktigt, men att den fångas upp i kostnadsbedömningen, eftersom utförare av tjänsten vidtar varje möjlig åtgärd för att säkerställa personsäkerheten eller helt enkelt avstår från att åta sig uppdraget.

2.3 Etik

Det är ganska unikt att inkludera en uttrycklig etisk bedömning i beslutsfattandet. Därför finns det inte så många tillgängliga metoder detta. I nuvarande läge rekommenderar vi den metod som utvecklats av Hermansson och Hansson (2007), kompletterad med de bedömningar som utvecklats och används i detta projekt, även om vi tror att ytterligare utveckling skulle vara till nytta. Det bör också noteras att den föreslagna och använda bedömningsmodellen är endast ett exempel, och denna typ av metoder behöver ytterligare testning och utveckling.

2.4 Kostnad

Vi fann i denna studie att det är en utmaning att hitta uppgifter om kostnader på en generisk nivå. Det kan finnas många orsaker till detta, men några av dem som framkom här var att det finns ett behov av att vara mer specifik om de åtgärder som skall bedömas för att kunna få fram kostnaden. Kostnaden för transport är beroende av varifrån och vart varorna ska transporteras, om marknaden är global kan det finnas olika förutsättningar i olika länder eller regioner samt olika regler och föreskrifter som påverkar den kostnaden. Således, för en analys på policy nivå, kanske kostnaden måste behandlas som i vår fallstudie, där man i första hand analyserar i vilken utsträckning extremfallen gör en skillnad för beslutet.

2.5 Integration/sammanvägning

Vi fann att användningen av en MCDA-metod integrerad i en programvara, i vårt fall DecideIT, underlättar analysen. I vårt fall var DecideIT också en möjlig metod då den tillåter osäkra och oprecisa värden och uppskattningar.

Även om vi har vissa förbehåll om att integrera etiska frågor i ett sådant verktyg, vilket kräver något slag omvandling av dessa till kvantitativa siffror, kan fördelen med att ändå göra det vara att därigenom sätta fokus dessa frågor och öka medvetenheten om dem bland beslutsfattare.

2.6 Tack

Vi vill tacka den referensgruppen för värdefulla diskussioner och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap som har finansierat projektet.

2.7 Referenser

Alverbro, K. (2010): Environmental and Ethical Aspects of Destruction of Ammunition, Lic. Thesis, KTH Royal Institute of technology, School of Architecture and the Built Environment, Stockholm, Sweden

Alverbro, K., Björklund, A., Finnveden, G., Hochschorner, E. and Hägvall, J. (2009): A Life Cycle Assessment of Destruction of Ammunition. *Journal of Hazardous Materials*, 170, 1101-1109.

Alverbro, K., Finnveden, G. And Sandin, P. (2011): Ethical analysis of three methods for destruction of ammunition. *Risk Management*, 13, 63-79.

Alverbro, K., Nevhage, B., Erdeniz, R., (2010) Methods for Risk Analysis, TRITA-INFRA-FMS 2010:1

Andrews, J.D., Moss, T.R., (2002) Reliability and risk Assessment ASME Press ISBN 0-7918-0183-7

Aven, T., (1998) Pålitlighets- og Risikoanalyse, Universitetsforlaget AS, 1998, ISBN 82-00-42527-4

Barmine Disposal Global Demilitarization Symposium 2008, presentation by Maj. David Towndrow, UK Ministry of Defence, and Mr Steve Emmerson, QinetiQ

Baumann, H., Tillman, A.-M., 2004. A Hitchhiker's Guide to Life Cycle Assessment. Studentlitteratur, Lund.

Benetto, E., Tiruta-Barna, L., Perrodin, Y. (2007) Combining lifecycle and risk assessments of mineral waste reuse scenarios for decision making support. *Environmental Impact Assessment Review* 27 (2007) 266-285

Benoît C, Norris G A, Valdivia S, Citroth A, Moberg A, Bos U, et al. (2010) The guidelines for social life cycle assessment of products: Just in time! *International Journal of Life Cycle Assessment*, 15(2), 156-163.

- Björklund, A. (2012): Life Cycle Assessment as an analytical tool in strategic environmental assessment: Lessons learned from a case study on municipal energy planning in Sweden, *Environmental Impact Assessment Review*, 32, 82-87.
- Bouwer Utne, I. (2009) Life cycle cost (LCC) as a tool for improving sustainability in the Norwegian fishing fleet, *Journal of Cleaner Production* 17 (2009) 335-344
- Buchholz, T., Rametsteiner, E., Volk, T. A. and Luzadis, V. A. (2009). Multi criteria analysis for bioenergy systems assessments, *Energy Policy* 37, 484-495.
- Choo, E. U., Schoner, B. and Wedley, W. C. (1999). Interpretation of criteria weights in multicriteria decision making, *Computers & Industrial Engineering* 37(3), 527-541.
- Cowell, S. J., Fairman, R. and Lofstedt, R. E. (2002): Use of Risk Assessment and Life Cycle Assessment in Decision Making: A Common Policy Research Agenda, *Risk Analysis* 22(5), 879-894.
- Crawley, F.K. and Ashton, D. (2002) Safety, health or the environment-which comes first?, *Journal of Hazardous Materials* 93 (2002), 17-31
- Danielson, M., Ekenberg, L., Idefeldt, J. and Larsson, A. (2007). Using a software tool for public decision analysis: The case of Nacka municipality, *Decision Analysis* 4(2), 76-90.
- Dinh, L.T.T., Guo, Y. and Mannan, M.S. (2009). Sustainability evaluation of biodiesel production using multi-criteria decision making. *Environmental Progress and Sustainable Energy* 28, 38-46.
- Finnveden, G. (1997): Valuation methods within LCA - Where are the values? *Int. J. LCA*, 2, 163-169.
- Finnveden, G. and Moberg Å. (2005): Environmental systems analysis tools – an overview. *J Cleaner Production*. 13, 1165-1173
- Finnveden, G., Nilsson, M., Johansson, J., Persson, Å., Moberg, Å. and Carlsson, T. (2003): Strategic Environmental Assessment Methodologies – Applications within the energy sector. *Environmental Impact Assessment Review*, 23, 91-123.
- Finnveden, G., Eldh, P. and Johansson, J. (2006). Weighting in LCA based on ecotaxes. *International Journal of Life Cycle Assessments* 11(1), 81-88.
- Finnveden, G., Hauschild, M., Ekvall, T., Guinée, J., Heijungs, R., Hellweg, S., Koehler, A., Pennington, D. and Suh, S. (2009): Recent developments in Life Cycle Assessment. *Journal of Environmental Management*, 91, 1-21.
FHI Public health policy, available at:
<http://www.fhi.se/en/About-FHI/Public-health-policy/>

- Hansson, K., Larsson, A., Danielson, M. and Ekenberg, L. (2011). Coping with complex environmental and societal flood risk management decisions: An integrated multi-criteria framework. *Sustainability* 3(9), 1357-1380.
- Hansson, S.O. (2007). Philosophical Problems in Cost-Benefit Analysis. *Economics and Philosophy* 23(2), July 2007, Pages 163-183
- Hermansson, H. and Hansson, S.-O. (2007). A three-party model tool for ethical risk analysis. *Risk Management* 9, 129-144.
- Hunkeler, D., Lichtenvort, K. and Rebitzer, G. (Eds.), 2008: Environmental Life Cycle Costing. SETAC, Pensacola, Florida.
- ISO 26000 (2010). Guidance on Social Responsibility, International Organization for Standardization Geneva, Switzerland
- Jeswani, H.K., Azapagic, A., Schepelmann, P., Ritthoff, M. (2010) Options for broadening and deepening the LCA approaches, *Journal of Cleaner Production* 18 (2010) 120-127
- Kahneman, D., Lovallo, D. and Sibony, O. (2011). Before you make that big decision. *Harvard Business Review*, June 2011, 51-60.
- Ness, B., Urbel-Piirsalu, E., Anderberg, S., Olsson, L., 2007. Categorising tools for sustainability assessment. *Ecol. Economics* 60, 498–508.
- Keeney, R. L. (1984). Ethics, decision analysis, and public risk. *Risk Analysis* 4(2), 117-129.
- Larsson, A., Johansson, J., Ekenberg, L. and Danielson, M. (2005). Decision analysis with multiple objectives in a framework for evaluating imprecision, *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems* 13(5), 495-509.
- Nilsson, M., Björklund, A., Finnveden, G. and Johansson, J. (2005): Testing an SEA methodology for the energy sector - a waste incineration tax proposal. *Environmental Impact Assessment Review*. 25, 1-32.
- Pasman, H.J., Jung, S., Prem, K., Rogers, W.J., Yang, X (2009) Is risk analysis a useful tool for improving process safety? *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 22 (2009) 769-777
- Pennington, D. W., Potting, J., Finnveden, G., Lindeijer, E., Jolliet, O., Rydberg, T., Rebitzer, G., (2004) Life cycle assessment Part 2: Current impact assessment practice, *Environment International* 30 (2004) 721-739
- Perman, R., Ma, Y., McGilvray, J., Common, M. (2003) *Natural Resource and Environmental Economics*, 3rd ed, Pearson Education Limited ISBN 0273655590
- Rausand, M., Bouwer Utne, I., (2009) *Risikoanalyse – teori og metoder*. Tapir akademisk forlag, ISBN 978-82-519-2446-7
- Rebitzer G., Ekvall T., Frischknecht R., Hunkeler D., Norris G., Rydberg T., Schmidt W.-P., Suh S., Weidema B.P., Pennington D.W. (2004) *Life cycle*

assessment Part I: Framework, goal and scope definition, inventory analysis and applications, *Environment International* 30 (2004) 701-720

Petrie, J., Cohen, B. and Stewart, M. (2007): Decision support metrics and frameworks for sustainable development of minerals and metals. *Clean Technologies and Environmental Policy* 9, 133-145.

Rauschmayer, F. (2001). Reflections on ethics and MCA in environmental decisions. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 10, 65-74.

Riabacke, M., Danielson, M., Ekenberg, L. and Larsson, A. (2009). A prescriptive approach for eliciting imprecise weight statements in an MCDA process. *Lecture Notes in Artificial Intelligence* 5783 (*Algorithmic Decision Theory*), 168-179.

Shields, D. J., Blengini, G. A. and Solar, S.V. (2011). Integrating life cycle assessment and other tools for ex ante integrated sustainability assessment in the minerals industry. *Am. J. Applied Sci.* 8, 1214-1227

Steen, B. (1999). A systematic approach to environmental priority strategies in product development (EPS). Version 2000 – models and data of the default method. CPM Report 1999:5, Chalmers University of Technology.

Therivel, R. (2010): Strategic Environmental Assessment in practice. 2nd ed. Earthscan.

UNDP Millennium Development Goals, available at <http://www.beta.undp.org/content/undp/en/home/mdgoverview.html>

UN Universal Declaration of Human Rights, available at <http://www.un.org/en/documents/udhr/index.shtml>

Wang, J.-J., Jing, Y.-Y., Zhang, C.-F., Zhao, J.-H. (2009) Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making., *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13 (2009) 2263-2278

Weingartner, C. and Moberg, Å. (2011): Exploring Social Sustainability: Learning from Perspectives on Urban Development and Companies and Products, Sustainable Development, Article in press, DOI: 10.1002/sd.536

Woodward, D.G., (1997) Life cycle costing--theory, information acquisition and application, *International Journal of Project Management*, Vol. 15, No. 6, pp. 335-344, 1997

Woodward, D.G., (1997) Life cycle costing--theory, information acquisition and application, *International Journal of Project Management*, Vol. 15, No. 6, pp. 335-344, 1997

Wrisberg, N., Udo de Haes, H. A., Triebswetter, U., Eder, P. and Clift, R. (2002). *Analytical Tools for Environmental Design and Management in a Systems Perspective*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Zhou, P., Ang, B.W. and Poh, K.L. (2006): Decision analysis in energy and environmental modelling: An update. *Energy*, 31, 2268-2286.

